

**COMPONENTE
GEOLOGICA,
IDROGEOLOGICA E
SISMICA DEL
"PIANO DI GOVERNO DEL
TERRITORIO"
DEL COMUNE DI
RICENGO**

PROVINCIA DI CREMONA

Premessa.....	3
Ricerca bibliografica e ricerca storica	3
Inquadramento geografico.....	4
Aspetti meteo-climatici.....	5
Inquadramento geologico	8
Unità geologiche principali.....	8
Depositi fluvioglaciali.....	8
Depositi fluviali.....	9
Pedologia	9
Geomorfologia.....	16
Idrografia e idrologia.....	17
Aree esondabili	20
Fascia di deflusso della piena (Fascia A)	21
Fascia di esondazione (Fascia B).....	24
Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C).....	25
Aspetti idrogeologici	26
Pozzi e stratigrafie	28
Vulnerabilità e caratterizzazione della falda freatica	29
Modalità di indagine	29
Soggiacenza	29
Vulnerabilità della falda.....	31
Beni geologici	33
Fontanili.....	33
Nodi idraulici.....	36
Terrazzi morfologici	36
Conclusioni	37
Classi di esondabilità.....	37
Caratteristiche geotecniche	37
Vulnerabilità sismica del territorio comunale	39
Classi di fattibilità geologica.....	42
RACCOMANDAZIONI E PRESCRIZIONI DI NATURA GEOLOGICO - APPLICATIVA	47
BIBLIOGRAFIA	49

Premessa

Il presente studio contiene l'analisi delle componenti geologica, idrogeologica e sismica nel contesto del "Piano di Governo del Territorio" (nel seguito P.G.T.) del comune di Ricengo (CR) ed è stato realizzato in conformità e secondo quanto specificato dalle vigenti normative in materia (in particolare l'art. 57 della L.R. n° 12 del 11 marzo 2005 "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio"), a cui si rimanda.

Quale base cartografica si è utilizzata la Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) della Regione Lombardia alla scala 1:10.000, integrandola quando necessario con le cartografie di maggior dettaglio predisposte dall'Autorità Comunale in occasione della stesura del Piano di Governo del Territorio. Le informazioni riportate in cartografia sono state successivamente verificate con rilievi diretti di terreno e con tutte le altre informazioni che si fossero venute nel frattempo a rendere disponibili.

Per quanto riguarda le fonti dei dati utilizzati per la realizzazione della cartografia tematica, esse verranno citate sia all'interno dei singoli capitoli che nella rassegna bibliografica conclusiva.

Ricerca bibliografica e ricerca storica

Per quanto attiene la documentazione idro-geologica "storica" relativa al territorio comunale esistono solo scarse informazioni, ricavate per lo più da pubblicazioni relative al territorio cremasco e cremonese in generale (ad es. PROVINCIA DI CREMONA, 1996). Da queste non si possono evincere (se si eccettuano informazioni puntuali) notizie di carattere storico o evolutivo a livello territoriale. In ogni caso, i dati reperiti sono stati utilizzati nei capitoli tematici specifici.

Un'altra fonte di informazioni è l'Archivio Piene (Progetto A.V.I., Aree Vulnerate Italiane) realizzato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del C.N.R. , dal

quale si evince come il territorio comunale sia stato interessato periodicamente da fenomeni esondativi dal vicino fiume Serio.

L'esame della cartografia "storica" (Carta Tecnica Regionale, tavolette I.G.M., etc...) dimostra come il corso del fiume abbia subito nel tempo cospicue variazioni, di cui resta traccia nella conformazione topografica e morfologica del terreno, con numerosi (almeno due) ordini di alvei abbandonati e tra loro parzialmente sovrimposti, dovuti al carattere marcatamente meandriforme del corso del Serio, che ha prodotto ripetuti fenomeni di taglio di meandro e/o ringiovanimento di anse fluviali di dimensione anche ragguardevole.

Una conseguenza indiretta di tale dinamica fluviale è che solo in casi limitati le esondazioni danno luogo a danni di entità cospicua (intendendo come tali danneggiamenti a edifici o persone) in quanto le aree più a ridosso e maggiormente interferenti con il corso d'acqua si presentano scarsamente abitate ed edificate, essendo principalmente destinate alle coltivazioni agricole ed agli impianti arborei.

Non sono stati segnalati sull'intero territorio comunale fenomeni di inquinamento puntiforme (sversamenti, etc...) di una qualche entità né la presenza di discariche attive od esaurite.

Infine, per quanto riguarda la rete idrografica minore, si può utilmente consultare il volume PROVINCIA DI CREMONA (1983) che fornisce una localizzazione "di massima" dei singoli elementi idrografici minori, con relative origini ed eventuali utenze irrigue. Tale pubblicazione manca tuttavia di una base topografica di riferimento e supporto sufficientemente dettagliata, per cui è stato necessario un ulteriore controllo sul terreno.

Inquadramento geografico

L'area indagata è ubicata nella media pianura padana, in riva sinistra del fiume Serio.

L'estensione del territorio comunale è pari a poco meno di 13 kmq (12.56 kmq, per la precisione) e si caratterizza per una morfologia pianeggiante, che varia maggiormente solo in

adiacenza al corso del fiume, dove sono riscontrabili elementi morfologici relitti, legati come si è detto alla sua evoluzione.

La pendenza media del territorio è del 3÷5 per mille, con quote variabili da 91 m s.l.m. (porzione settentrionale) a 79 m s.l.m. (porzione meridionale).

Il territorio comunale confina a Nord con Casale Cremasco-Vidolasco, ad Est con Casaletto di Sopra, a Sud con Offanengo e Crema e ad Ovest con Sergnano e Pianengo.

L'uso prevalente del territorio è quello agricolo, con limitate aree ad uso residenziale (principalmente i centri abitati di Ricengo e Bottaiano) ed in subordine industriale ed artigianale, queste ultime localizzate in prevalenza lungo i principali assi viari che attraversano il territorio comunale in senso Nord-Sud ed Est-Ovest.

Aspetti meteo-climatici

Come evidenziato da numerosi autori (vedasi ad es. PROVINCIA DI CREMONA, 1996), la climatologia dell'area "...va inquadrata nell'ambito di quella padana, che ne è il naturale contenitore nonché la depositaria delle principali linee caratteristiche di tendenza."

Di seguito sono riportati alcuni dati (tratti da PROVINCIA DI CREMONA, 1996 e da ISTAT, 1994) relativi alla termometria (temperature medie, minime e massime), alla pluviometria (precipitazioni) ed ai venti dominanti per gli anni 1985÷1995 registrati nelle stazioni di rilevamento di Cremona (termometria e pluviometria) e di Milano (frequenza e direzione dei venti).

a) Temperature (Cremona)

Anno	Temperatura (°C)		
	Massima	Minima	Media
1985	32.5	-16	12
1986	31.5	-6.5	13.3

LA BOSCARINA
GEOLOGIA APPLICATA – IDROGEOLOGIA - MINING CONSULTING
 Dott. Geol. Mario Lunghi
 Via Pietro Donati, n° 48 - 26013 Crema (CR)

1987	33	-11	12.9
1988	33.6	-5	13.8
1989	32	-4	12.5
1990	32.5	-5	13.5
1991	32	-11	12.9
1992	33.2	-4.5	13.8
1993	32.5	-6	13
1994	36.2	-4.4	14.3

b) Precipitazioni (Cremona)

Anno	Millimetri
1985	790
1986	635
1987	786
1988	633
1989	508
1990	805
1991	714
1992	800
1993	775
1994	956

c) Venti (Milano)

Anno	Percentuale sul totale annuo							
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
1985	4	5	17	17	9	30	9	7

LA BOSCARINA
GEOLOGIA APPLICATA – IDROGEOLOGIA - MINING CONSULTING
Dott. Geol. Mario Lunghi
Via Pietro Donati, n° 48 - 26013 Crema (CR)

1986	22	7	13	13	12	17	8	8
1987	26	13	13	12	14	10	7	5
1988	29	10	16	13	13	9	6	3
1989	21	13	15	15	18	11	4	3
1990	16	10	13	16	17	15	4	9
1991	17	10	15	19	17	11	5	7

Da un'analisi dei dati si possono fare le seguenti considerazioni:

1. temperature

Il regime termico è caratterizzato da temperature estive relativamente elevate (32÷33 °C), mentre le minime invernali raggiungono i -10°C con punte di -16°C. Tale variabilità è tipica dell'area padana in generale. Le temperature medie annue calcolate sono piuttosto costanti (12÷14 °C).

2. precipitazioni

Le precipitazioni atmosferiche sono caratterizzate da una variabilità relativamente spiccata, potendo in alcuni anni raggiungere valori di 1000 mm o ridursi parimenti a 500 mm. Anche tale andamento è tipico dell'area padana lombarda.

3. venti dominanti

L'esame dei dati dimostra come nell'area non ci siano quadranti dominanti per quanto riguarda il regime dei venti, spirando (seppure con variazioni stagionali anche cospicue) sia da Nord che da Sud che dai quadranti occidentali ed orientali.

Da rilevare una lieve prevalenza delle correnti provenienti da SE e SW (legate alle circolazioni cicloniche ed anticicloniche a scala globale) o da Nord (legate ai venti di "Phön", tipici dell'area padana).

Inquadramento geologico

Da un punto di vista geologico, l'area si inquadra nel contesto della "media pianura idromorfa", caratterizzata principalmente dalla presenza di unità alluvionali di tipo genericamente sabbioso (anche se notevolmente variabile da zona a zona come sarà illustrato in dettaglio nel seguito), a grado di idromorfia (intendendo con questo termine la interazione dei litotipi con le acque superficiali e/o di falda e le trasformazioni ed alterazioni che ne conseguono) da medio ad elevato.

Unità geologiche principali

Secondo quanto riportato dalle Note Illustrative del Foglio n° 46 "Treviglio" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, il territorio comunale può essere suddiviso in due "domini" geologici principali (vedasi anche Tavola n°1, in allegato):

Depositi fluvioglaciali

Sono costituiti da una serie di terreni (principalmente localizzati ad Est dell'allineamento Nord-Sud che passa attraverso l'abitato di Ricengo), appartenenti all'Unità litostratigrafia denominata "**Diluvium Recente, Auct.**" e che comprende depositi di natura ghiaioso-sabbioso-argillosa costituenti il livello principale della pianura. Tali depositi (di età pleistocenica) mostrano una variabilità litologica notevole, passando da termini più francamente ghiaioso-sabbiosi nella parte settentrionale della provincia di Cremona a termini argilloso-sabbiosi nelle porzioni più meridionali. La distribuzione topografica dei singoli litotipi è quella di una serie di corpi a forma grosso modo lenticolare e dimensioni estremamente variabili, che danno luogo a variazioni litologiche anche repentine. Nel comune di Ricengo tale unità è principalmente rappresentata da sabbie più o meno ghiaiose, a cui si accompagnano di frequente lenticelle metriche di terreni fini ("torbe") caratterizzati da granulometria decisamente inferiore e caratteristiche geotecniche scadenti.

Depositi fluviali

Nella porzione più occidentale del territorio comunale sono presenti due unità litologiche principali, geneticamente legate ai corsi d'acqua principali (nella fattispecie il fiume Serio):

Alluvioni recenti

Sotto questa denominazione sono raggruppati i terreni solo occasionalmente interessati da fenomeni di esondazione del fiume, in concomitanza con eventi di piena eccezionali.

Da un punto di vista litologico si tratta di depositi prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, a grado di evoluzione (inteso come alterazione dei litotipi costituenti originari) generalmente molto basso. Anche in questo caso, come per l'unità fluvioglaciale, possono darsi frequentemente repentine variazioni litologiche, geneticamente legate a strutture fluviali relitte (paleoalvei, meandri abbandonati, etc...).

Alluvioni attuali

Tali terreni costituiscono le parti più prossimali al corso attuale del fiume Serio.

Anche se litologicamente simili all'unità precedente (sabbie ghiaiose e ghiaie s.s.), se ne differenziano per il fatto di essere interessate frequentemente da fenomeni di esondazione (con formazione di zone di erosione e/o di deposizione fluviale) e per un grado di evoluzione litologica ancora minore, caratterizzato dalla scarsa presenza o assenza di suoli di alterazione superficiale e dalla ridotta o nulla trasformazione dei litotipi originari.

Nei decenni passati, tali litologie costituivano la principale fonte di approvvigionamento di inerti per l'edilizia, con l'apertura di numerose cave a cielo aperto.

Pedologia

Per quanto riguarda le unità pedologiche (suoli) presenti in territorio comunale, la principale pubblicazione disponibile è l'atlante pubblicato da ENTE REGIONALE DI SVILUPPO AGRICOLO

(2002). Altre pubblicazioni, caratterizzate da una impostazione maggiormente orientata ad un punto di vista agronomico sono ad es. PROVINCIA DI CREMONA (1997) e PROVINCIA DI CREMONA (1998).

Nel seguito si descriveranno le singole unità pedologiche cartografate sulla base della suddivisione operata in ERSAL (2002), a cui si rimanda per le caratteristiche descrittive ed analitiche di dettaglio. In questa sede si elencheranno le unità cartografate, unitamente ad una descrizione speditiva e ad alcune considerazioni relative al grado di vulnerabilità e/o protezione delle acque sotterranee soggiacenti fornita dai suoli stessi. Si allegano poi le schede descrittive delle singole unità pedologiche, desunte dalla pubblicazione citata (vedasi allegato B).

Ciascuna unità verrà descritta attraverso la seguente “scheda informativa” (per ulteriori particolari si rimanda alla pubblicazione ERSAL di riferimento)

- *Gruppo pedo-paesistico* principale
- *Denominazione* secondo la classificazione USDA (internazionale)
- *Denominazione* secondo la classificazione ERSAL. In allegato sono riportate le schede descrittive ed analitiche di ogni tipologia di suolo descritta
- Breve *descrizione* delle caratteristiche salienti
- *Capacità d'uso dei suoli*. Evidenzia le principali potenzialità e limitazioni dei suoli al fine di un loro utilizzo agro-silvo pastorale (vedasi allegato C)
- *Attitudine allo spandimento agronomico di liquami*. Indica la capacità di trattenere o meno azoto ammoniacale (vedasi allegato C)
- *Attitudine allo spandimento di fanghi di depurazione urbana*. Permette di valutare ad es. la tollerabilità all'accumulo di metalli pesanti contenuti nei fanghi (vedasi allegato C)
- *Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque profonde*. Valuta l'azione che i suoli stessi svolgono, impedendo o limitando l'infiltrazione di sostanze

inquinanti, sia agendo come veri e propri filtri meccanici sia reagendo chimicamente con le sostanze che penetrano nel terreno (vedasi allegato C)

- *Capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque superficiali.* Valuta i caratteri intrinseci del suolo che concorrono a determinare lo scorrimento superficiale (c.d. "runoff") e quindi la capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali (vedasi allegato C)
- *Valore naturalistico.* Individua dei tipi di suoli che presentano peculiarità oppure sono rappresentativi di particolari processi pedologici, o ritenuti avere un particolare significato scientifico-naturalistico (vedasi allegato C)

Nel complesso, i suoli presenti nel territorio del comune di Ricengo possono essere suddivisi in due grandi sottogruppi, direttamente legati alla natura del substrato (vedi Inquadramento Geologico e Tavola n°2).

- Suoli legati al "Livello Fondamentale della Pianura"
- Suoli correlati ai depositi fluviali recenti o attuali

Nel primo gruppo rientrano quei suoli legati alla porzione centrale della pianura con intensi fenomeni di idromorfia, riconducibili all'emergenza delle risorgive e/o alla presenza di una falda subsuperficiale ("media pianura idromorfa"). A questo sottogruppo appartengono quattro unità pedologiche:

Unità P1

- Classificazione USDA: CALCIC USTOCHREPTS
- Classificazione ERSAL: CPB1
- Descrizione: suoli sviluppati in aree marcatamente depresse, legate allo scorrimento delle acque di risorgiva. Drenaggio lento. Tale unità

occupa le principali depressioni e testate legate alla presenza dei fontanili, con drenaggio difficoltoso per la presenza di una falda semipermanente prossima al piano di campagna.

- Capacità d'uso dei suoli: 3
- Attitudine allo spandimento agronomico di liquami: moderatamente adatti
- Attitudine allo spandimento di fanghi di depurazione: moderatamente adatti
- Capacità protettiva nei confronti delle acque sotterranee: moderata
- Capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali: moderata
- Valore naturalistico: basso

Unità P2

- Classificazione USDA: AQUIC HAPLUSTALFS
- Classificazione ERSAL: ISG1
- Descrizione: suoli che occupano le superfici sub-pianeggianti interposte alle principali linee di flusso ed alle zone più stabili, a drenaggio mediocre e lento. Comprendono anche le linee di transizione con l'alta pianura ghiaiosa
- Capacità d'uso dei suoli: 4
- Attitudine allo spandimento agronomico di liquami: non adatti
- Attitudine allo spandimento di fanghi di depurazione: non adatti
- Capacità protettiva nei confronti delle acque sotterranee: bassa
- Capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali: bassa
- Valore naturalistico: moderato

Unità P3

- Classificazione USDA: AQUIC USTOCHREPTS
- Classificazione ERSAL: BVC1
- Descrizione: suoli che appartengono alle superfici subpianeggianti interposte alle principali linee di flusso ed alle zone più stabili, a drenaggio mediocre o lento. Questa unità comprende anche le aree di transizione con l'alta pianura ghiaiosa.
- Capacità d'uso dei suoli: 3
- Attitudine allo spandimento agronomico di liquami: non adatti
- Attitudine allo spandimento di fanghi di depurazione: non adatti
- Capacità protettiva nei confronti delle acque sotterranee: moderata
- Capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali: moderata
- Valore naturalistico: basso

Unità P4

- Classificazione USDA: AQUIC HAPLUSTALFS
- Classificazione ERSAL: BCU1
- Descrizione: suoli delle superfici modali stabili meglio conservate, a morfologia subpianeggiante od ondulata. Drenaggio mediocre a buono.
- Capacità d'uso dei suoli: 2
- Attitudine allo spandimento agronomico di liquami: moderatamente adatti
- Attitudine allo spandimento di fanghi di depurazione: moderatamente adatti
- Capacità protettiva nei confronti delle acque sotterranee: elevata
- Capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali: moderata

- Valore naturalistico: basso

Nel secondo gruppo rientrano quei suoli legati alle piane alluvionali inondabili con dinamica prevalentemente deposizionale, costituite da sedimenti recenti o attuali. A questo sottogruppo appartengono tre unità pedologiche

Unità A1

- Classificazione USDA: FLUVENTIC USTOCHREPTS
- Classificazione ERSAL: PAO1
- Descrizione: suoli che si sviluppano sulle superfici terrazzate delle alluvioni fluviali antiche o medie, stabili e ben drenate, a morfologia sub pianeggiante, delimitate da scarpate erosive evidenti. Comprendono anche quei paleoalvei che non hanno problemi di drenaggio.
- Capacità d'uso dei suoli: 2
- Attitudine allo spandimento agronomico di liquami: adatti
- Attitudine allo spandimento di fanghi di depurazione: moderatamente adatti
- Capacità protettiva nei confronti delle acque sotterranee: moderata
- Capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali: elevata
- Valore naturalistico: basso

Unità A2

- Classificazione USDA: FLUVENTIC USTOCHREPTS
- Classificazione ERSAL: CFC1

- Descrizione: suoli che si sviluppano sulle superfici subpianeggianti corrispondenti alle piane alluvionali delle valli più incise, comprese tra i terrazzi antichi e le fasce maggiormente inondabili limitrofe ai corsi d'acqua, da cui sono generalmente separate da gradini morfologici. Appartengono ai tratti medio-alti dei fiumi dove dominano patterns intrecciati, rettilinei e sinuosi. Si tratta di aree a moderato rischio di inondazione, poco elevate rispetto al letto fluviale od alle aree ad esso limitrofe.
- Capacità d'uso dei suoli: 2÷4
- Attitudine allo spandimento agronomico di liquami: moderatamente-non adatti
- Attitudine allo spandimento di fanghi di depurazione: moderatamente-non adatti
- Capacità protettiva nei confronti delle acque sotterranee: moderata-bassa
- Capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali: elevata
- Valore naturalistico: basso

Unità A3

- Classificazione USDA: TYPIC USTIPSAMMENT
- Classificazione ERSAL: RTO2
- Descrizione: suoli che occupano 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. Si tratta di aree inondabili, adiacenti al letto fluviale.

- Capacità d'uso dei suoli: 4-5
- Attitudine allo spandimento agronomico di liquami: non adatti-poco adatti
- Attitudine allo spandimento di fanghi di depurazione: non adatti
- Capacità protettiva nei confronti delle acque sotterranee: bassa
- Capacità protettiva nei confronti delle acque superficiali: bassa
- Valore naturalistico: basso

Geomorfologia

Il territorio del comune di Ricengo può essere suddiviso, da un punto di vista geomorfologico, in due grandi domini:

- Una parte orientale (comprendente circa i due terzi del comprensorio in esame), priva di caratteri geomorfologici riconoscibili, sia per l'assenza di interferenze con il fiume Serio che per l'intensa attività antropica (agricoltura, rete irrigua secondaria), che ha rimodellato pesantemente l'assetto del territorio;
- Una porzione occidentale, in cui si riconoscono facilmente le tracce della passata evoluzione dell'alveo fluviale e nella quale sono presenti terrazzi morfologici più o meno preservati e tracce di meandri abbandonati, sui quali si è andata ad impostare in seguito la suddivisione degli appezzamenti di terreno ed in parte anche la rete viaria minore. A questo proposito, si può evidenziare come ad es. la strada comunale che da Casale Cremasco prosegue fino a Crema è prevalentemente impostata al di sopra di un antico terrazzo fluviale.

Si tratta in generale di caratteri non molto appariscenti sul terreno (tranne pochi casi, i dislivelli sono nell'ordine del metro) e che si apprezzano maggiormente esaminando le carte topografiche o le foto aeree.

Il confine tra i due domini è posto grosso modo in corrispondenza della strada che, provenendo da Casale Cremasco a Nord, attraversa l'abitato di Ricengo per proseguire poi successivamente nel territorio del comune di Crema.

In generale si può affermare come gli elementi geomorfologici riconoscibili e cartografati siano in maggioranza inattivi, limitandosi quelli ancora in evoluzione (zone in erosione e/o deposizione) alle immediate adiacenze dell'alveo del Serio, che ha un andamento meandriforme marcatamente incassato tra due alte sponde. Tale variabilità (o per meglio dire instabilità) dell'alveo fluviale ha portato alla realizzazione, in tempi successivi, di opere di difesa (arginature, briglie di fondo, etc...) che tuttavia non sempre hanno prodotto gli effetti desiderati. Da una verifica in situ si possono infatti evidenziare diverse situazioni critiche, ancorché localizzate, che pongono in forse anche l'esistenza stessa di alcune delle opere citate (scalzamento di argini e massicciate). Su questi elementi di criticità si tratterà in maggior dettaglio nei capitoli successivi.

Idrografia e idrologia

Il principale elemento idrografico della regione, come si evince anche da un rapido esame della cartografia, è il fiume Serio, che attraversa il comune di Ricengo da Nord a Sud. Esso è caratterizzato, come già evidenziato più sopra, da un andamento spiccatamente meandriforme e da una elevata mobilità dell'alveo, in questi ultimi decenni notevolmente ridotta a causa degli interventi antropici che hanno teso in primo luogo a dotare le sponde di opportune difese (argini in scogliera, briglie, etc...) e secondariamente all'abbassamento generalizzato del fondo alveo, dovuto (almeno secondo alcune fonti, ad es. AUTORITA' DI

BACINO DEL FIUME PO, 1999) al prelievo di inerti (sabbie e ghiaie) direttamente dall'alveo fluviale in tempi passati.

Per queste ragioni, il corso attuale del fiume si sviluppa incassato tra due ripide sponde e con una dinamica morfologica assai ridimensionata, almeno se la si confronta con l'attività passata (testimoniata dalle numerose forme di paleoalveo di cui si è detto in precedenza). Solo in occasione di piene a carattere eccezionale si evidenziano ancora alcune tendenze evolutive del corso fluviale (tagli di meandro, depositi, erosioni, etc...), che vengono più o meno rapidamente obliterate dagli interventi antropici di ripristino.

Da un punto di vista idrologico (regime ed intensità delle portate), il fiume Serio presenta un carattere marcatamente torrentizio, con piene autunno-invernali repentine e periodi estivi di notevole deficit idrico, a cui sopperisce in parte l'interferenza con le falde idriche sotterranee. Queste ultime infatti, come riportato anche in letteratura (vedi ad esempio ASSOCIAZIONE CREMONA AMBIENTE, 1992) nei periodi di minor apporto fluviale subiscono un effetto "drenante" da parte dell'asta fluviale, mentre rivestono un ruolo "scolante" nei casi di maggiori portate del Serio. Questo comporta una variazione nel tempo del regime delle falde che esula dagli scopi del presente studio.

Qui di seguito sono riportati i principali dati idrologici ricavati dalla letteratura

PARAMETRI MORFOMETRICI DEL BACINO IDROGRAFICO RIFERITI ALLA SEZIONE IN ESAME

Area totale del bacino	1033 Km ²
Altezza media del bacino	600 m
Lunghezza dell'asta fluviale	90 Km
Tempo di corrivazione	13.45 ore

MASSIME PORTATE DI PIENA STIMATE

Tempo di ritorno (anni)	Portata di massima piena (m ³ /s)
20	485
50	618
100	704
200	798
500	890
100	998
1000	1222

Per il resto del territorio comunale si registra la presenza di una estesa rete idrografica secondaria (vedi anche Tavola n°3), la cui origine si può ricondurre a due tipologie principali:

- Corsi d'acqua derivanti dal fiume Serio tramite opere di presa (briglie e traverse) in alveo: roggia Babbiona, roggia Malcontenta.
- Corsi d'acqua che traggono origine in tutto o in parte da risorgive (fontanili): roggia Serio Morto, roggia Torriana, roggia Zemìa.

Ambedue le tipologie presentano un marcato andamento N-S e svolgono funzioni sia di conferimento dell'acqua a scopi irrigui che di sgrondo e smaltimento delle portate in eccesso. Tale duplice funzione varia sia a seconda della zona considerata (prevalentemente di apporto nelle parti più settentrionali, di scolo in quelle più meridionali) sia del periodo stagionale e risulta strettamente collegato alle oscillazioni del livello della falda freatica.

I corsi d'acqua minori hanno portata tutto sommato costante, con variazioni legate principalmente ai periodi stagionali di utilizzo e/o manutenzione. La rete secondaria, in prevalenza di origine più o meno indirettamente antropica (che ne ha condizionato il tracciato e le dimensioni) non è scevra di esempi che invece testimoniano una topografia

maggiormente “naturale” (ad es. il corso della roggia Zemina, caratterizzato da marcatissima tortuosità o alcuni corsi minori impostati in corrispondenza degli antichi meandri fluviali). È indubitabile tuttavia come l’assetto attuale sia eredità e testimonianza di una serie di vicissitudini storiche di cui si perde spesso la memoria (per una disamina storica sui corsi d’acqua minori vedasi ad es. PROVINCIA DI CREMONA, 1996).

Aree esondabili

Una perimetrazione del rischio di esondabilità è stata operata in questi ultimi anni, facendo seguito a quanto disposto dalla legge sulla difesa del suolo (legge n° 183 del 18 maggio 1989 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”) da parte dell’Autorità di Bacino del fiume Po anche per quanto riguarda il fiume Serio e più nello specifico per il territorio in esame. Pertanto, nel presente studio, si è utilizzata tale zonazione “di primo approccio”, verificandola sul terreno principalmente sulla base di criteri geomorfologici (presenza di arginature o dislivelli topografici derivanti da terrazzi morfologici, comparazione delle quote topografiche). Il risultato è riportato nella tavola n°3.

Tale perimetrazione individua tre “fasce fluviali” (A, B e C), a suscettibilità progressivamente decrescente, entro le quali si è ritenuto di dover regolamentare sia le destinazioni d’uso del territorio che il tipo di interventi ammissibili. Essa è stata realizzata tramite la simulazione di “idrogrammi sintetici di piena” su cui non ci si sofferma in questa sede, ma che sono ampiamente illustrati nella letteratura specializzata (vedi ad. es. MAIONE e BRATH, 1998).

Quello che è significativo in questa sede sono i “valori di soglia” utilizzati per tale delimitazione e precisamente:

- Fascia fluviale A: area potenzialmente occupata in caso di piena ordinaria. Tempo di ritorno pari a 10 anni.
- Fascia fluviale B: area potenzialmente occupata nel caso di piena. Tempo di ritorno pari a 200 anni.

- Fascia fluviale C: area potenzialmente occupata nel caso di piena catastrofica (assunta con un tempo di ritorno pari o superiore a 500 anni)

Tali fasce, come detto in precedenza, comportano una serie di limitazioni d'uso, qui di seguito descritte.

Fascia di deflusso della piena (Fascia A)

- 1) Nella Fascia A viene perseguito 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) 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 D. Lgs. 5 febbraio 1997, n° 22, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, lettera l;
 - c) 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 successivo comma 3, lettera m;
 - d) le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree, fatta eccezione per gli interventi di bioingegneria forestale e gli impianti di rinaturazione con specie autoctone, per una ampiezza di almeno 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. 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 D. Lgs. 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;

- e) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto;
- f) il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali di qualsiasi genere.

3) Sono per contro consentiti:

- a) i cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree attualmente 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 m³ 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 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, lettera m, del D.Lgs 5 febbraio 1997, n° 22;
 - l) l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n° 22 (o per le quali sia stata presentata 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 dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità valicato 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;
 - m) l'adeguamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.
- 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.
- 5) 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.

Fascia di esondazione (Fascia B)

- 1) Nella Fascia B viene 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.
- 2) Nella Fascia B sono vietati:
 - a) gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;
 - b) 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 D.Lgs. 5 febbraio 1997, n° 22, fatto salvo quanto previsto al precedente punto, comma 3, lettera I relativamente alla fascia fluviale A;
 - 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, oltre agli interventi di cui al precedente punto, comma 3:
 - a) 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;
 - b) 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 dall'art. 38, espresso anche sulla base di

quanto previsto all'art. 38 bis delle Norme Tecniche di attuazione del P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico);

- c) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente;
 - d) 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 D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche e integrazioni;
 - e) 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 art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis delle NTA del P.A.I. (Piano di Assetto Idrogeologico).
- 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.

Area di inondazione per piena catastofica (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 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 agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in 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, per i quali non siano in vigore misure di salvaguardia ai sensi dell'art. 17, comma 6, della L. 183/1989, i Comuni competenti, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, entro il termine fissato del suddetto art. 17, comma 6, ed anche sulla base degli indirizzi emanati dalle Regioni ai sensi del medesimo art. 17, comma 6, sono tenuti a valutare le condizioni di rischio e, al fine di minimizzare le stesse ad applicare anche parzialmente, fino alla avvenuta realizzazione delle opere, gli articoli delle presenti Norme relative alla Fascia B, nel rispetto di quanto previsto dall'art. 1, comma 1, lettera b, del D.L. n°279/2000 convertito, con modificazioni, in L. 365/2000.

Aspetti idrogeologici

Una delle caratteristiche maggiori della pianura Padana è la sua ricchezza di acque, sia superficiali (fiumi, rogge e rete idrografica minore) che sotterranee le quali, in alcuni casi ed in zone particolari, vengono anche a giorno dando origine ai cosiddetti "fontanili".

È noto ormai da tempo come la struttura idrogeologica del sottosuolo padano sia costituita grosso modo da una serie di falde tra loro sovrapposte e separate da setti (orizzonti) impermeabili o semipermeabili di materiale più fine (limi e argille).

Distinguiamo pertanto una falda più superficiale (freatica), interagente con la superficie ed una o più falde profonde separate ed isolate tra loro da orizzonti impermeabili.

Per quanto riguarda il territorio di Ricengo, sulla base dei dati disponibili relativamente ai pozzi idrici denunciati e censiti e dei dati di letteratura (principalmente ASSOCIAZIONE CREMONA AMBIENTE, 1992, PROVINCIA DI CREMONA, 1994, ATLANTE AMBIENTALE DELLA PROVINCIA DI CREMONA, 2010) l'assetto idrogeologico può essere schematizzato come segue:

- Falda freatica, che va dalla superficie fino ad una profondità di circa -30÷-40 metri. Essa è caratterizzata da buoni valori di portata e permeabilità (1×10^{-3} m/s ÷ 1×10^{-4} m/s) e costituisce l'orizzonte preferenziale di emungimento a scopo irriguo. E' separata dalle sottostanti falde artesiane da un orizzonte argilloso di circa 10 metri di spessore, che si interrompe in prossimità delle incisioni fluviali maggiori, in cui si ha un'interazione tra falde sovrapposte ed acque di subalveo.
- Una falda più profonda, posta a profondità di -50÷-70 metri, entro la quale è intestata la maggioranza dei pozzi ad uso idropotabile presenti nella zona (ivi compresi i pozzi che servono le reti di distribuzione idrica dei comuni di Ricengo e Casale Cremasco-Vidolasco e quelli utilizzati dallo stabilimento EGIDIO GALBANI di Casale Cremasco). Tale orizzonte è caratterizzato da una permeabilità lievemente inferiore del precedente (1×10^{-4} m/s fino a 1×10^{-5} m/s), anche se risulta maggiormente protetto da un punto di vista qualitativo.
- Al di sotto e fino a profondità di -100 ÷ -110 metri, le poche perforazioni eseguite hanno individuato solo terreni poco permeabili che non ospitano falde idriche

sfruttabili. La scarsità di dati relativi non permette tuttavia un'analisi esauriente delle caratteristiche idrogeologiche di tale orizzonte.

Le informazioni disponibili (ubicazione, stratigrafia, etc...) dei pozzi censiti sul territorio comunale sono riportate nelle schede in allegato (vedi allegato F).

Pozzi e stratigrafie

Sulla base dei dati ricavati dalle schede di denuncia annuale dei prelievi idrici presentate alla Provincia di Cremona, al Comune di Ricengo e dai riscontri di terreno, si può notare come sul territorio comunale esistano numerosi pozzi, anche se per la grande maggioranza di piccole o piccolissime dimensioni e conseguentemente con portate estratte di entità spesso esigua.

Possiamo vedere infatti come, su base percentuale, i pozzi con portata estratta inferiore a 400 metri cubi annui siano circa il 23% del totale e come la grandissima maggioranza sfrutti le acque della falda freatica (profondità dei filtri variabile da -10 m da p.c. a -40 m da p.c.). Solo in alcuni casi ben precisi (pozzi ad uso idropotabile di recente costruzione o pozzi ad uso zootecnico) la profondità raggiunge -60÷-70 metri (seconda falda).

Per quanto riguarda gli usi delle acque estratte, possiamo osservare come la maggioranza dei pozzi sia destinata all'uso domestico (46 %), intendendo con questo la destinazione ad uso irriguo "privato" (irrigazione dei giardini) e in subordine privato, seguito dall'uso zootecnico (abbeveraggio del bestiame) con il 10%, dall'uso irriguo agricolo (6%) e dagli usi speciali (antincendio, produttivo, etc....) con il 38%.

Per quanto riguarda i volumi di acqua emunta, l'uso agricolo è preminente (60%) con in subordine l'uso produttivo (26%) e zootecnico (4%)

Nel complesso, le portate estratte denunciate ammontano a circa 1.770.000 metri cubi all'anno.

Vulnerabilità e caratterizzazione della falda freatica

Modalità di indagine

Per determinare le caratteristiche (soggiacenza, direzione di flusso e vulnerabilità) della falda freatica, si è operato nel modo seguente:

- È stata misurata l'altezza piezometrica all'interno dei pozzi idrici disponibili che attingessero al livello desiderato mediante ispezione diretta e con l'ausilio di un piezometro portatile. L'accuratezza del livello misurato, sulla base del tipo di strumentazione adottata, è dell'ordine del centimetro;
- Successivamente, tramite opportuno software, i dati ottenuti sono stati interpolati in modo da ottenere una superficie continua, che rappresenta l'involuppo del pelo libero della falda freatica;
- Sempre con lo stesso metodo, si è sottratta in ogni punto (risoluzione spaziale: 10 metri) la quota topografica della superficie alla quota piezometrica calcolata al punto precedente, ottenendo la soggiacenza della falda stessa rispetto al piano di campagna;
- Dai valori puntuali di soggiacenza così ottenuti, si è ricalcolata una nuova superficie di interpolazione che, rappresentata in planimetria, permette di conoscere la profondità del pelo libero della falda freatica sull'intero territorio comunale;
- Quest'ultimo dato è stato utilizzato successivamente per determinare le linee di deflusso principale e la vulnerabilità della falda all'inquinamento, secondo la procedura che si illustrerà nel seguito.

Soggiacenza

Da un esame della cartografia relativa (Tavola n°4), ricavata con le procedure di cui sopra, possiamo individuare zone a diverso grado di soggiacenza per quanto riguarda la falda freatica e precisamente:

- Una zona con falda subaffiorante, posta a Nord e ad est del territorio comunale, che corrisponde grosso modo alla zona di emergenza delle risorgive ed al decorso della rete idrografica minore che da esse trae origine;
- Una zona, anch'essa subaffiorante, adiacente al corso del fiume Serio, che occasionalmente viene a giorno, ad esempio in corrispondenza delle cave di inerti abbandonate;
- Una zona in cui, a causa del decorso altimetrico, la falda raggiunge la profondità di alcuni metri e che è localizzata grosso modo a Sud-Ovest dell'abitato di Ricengo.

Nelle restanti porzioni di territorio, la soggiacenza è generalmente compresa tra -2 e -4 m da p.c., con modeste variazioni stagionali legate alle precipitazioni ed agli apporti irrigui.

In ogni caso, la soggiacenza della falda freatica nel territorio comunale varia da -1.5 m da p.c. (zone con falda subaffiorante) a -6 m da p.c.

È possibile inoltre individuare, a livello generale, uno "spartiacque sotterraneo" che separa una porzione occidentale, interagente più o meno direttamente con il Serio ed una orientale, maggiormente legata al reticolo idrografico che fa capo al sistema dei fontanili. Il confine tra le due zone, a decorso circa Nord-Sud, passa poco più ad Ovest dell'abitato di Bottaiano.

La direzione di scorrimento delle acque di falda è grosso modo da Nord a Sud, in accordo con i dati di letteratura (vedi ASSOCIAZIONE CREMONA AMBIENTE, 1992; ATLANTE AMBIENTALE, 2010). Solo in corrispondenza dei corsi d'acqua principali (primo tra tutti il Serio), si ha una "distorsione" del reticolo piezometrico verso Est o Ovest, in dipendenza anche da periodo stagionale preso in considerazione.

Vulnerabilità della falda

Allo scopo di fornire una valutazione globale del grado di vulnerabilità idrogeologica della falda freatica sull'intero territorio comunale, si è provveduto a combinare i dati di soggiacenza (determinati con la procedura esposta in precedenza) con quelli relativi alle caratteristiche sub-superficiali dei terreni rilevati.

A questo scopo, si è utilizzato il sistema di valutazione parametrica **G.O.D.** (FOSTER, 1987; FOSTER e HIRATA, 1988 a cui si rimanda per una descrizione dettagliata della metodologia) per il calcolo dell'indice di vulnerabilità.

Si è preferito tale metodo in quanto presenta una serie di vantaggi:

- relativa semplicità operativa;
- i dati richiesti sono generalmente di facile reperibilità (tipo di acquifero, litologia della zona insatura, soggiacenza della falda) e disponibili in buon numero per quanto attiene all'area in esame;
- i risultati ottenibili sono relativamente accurati, anche se non viene considerato il possibile effetto di attenuazione del suolo (CIVITA, 1994). Per ovviare a tale inconveniente si è inserito come ulteriore parametro di valutazione la capacità di scambio cationico dei suoli (desunta dalle tabelle analitiche pubblicate sugli studi di carattere agronomico di cui si è parlato in precedenza) distinta qualitativamente in tre categorie (alta, media e bassa). Questo ha permesso di adattare il metodo utilizzato al caso specifico e nel contempo di favorire una valutazione "speditiva" del grado di vulnerabilità del territorio, considerata più confacente allo scopo che ci si prefigge nel presente studio.

Pertanto, per ogni punto dell'area investigata, sono stati ricavati i valori dei quattro parametri di ingresso:

- tipo di falda acquifera (freatica, non confinata);
- litologia dell'insaturo (inteso come porzione di terreno compresa tra la superficie ed il pelo libero della falda), desunta dai dati di letteratura e dalle prove penetrometriche effettuate in loco, che hanno mostrato una litologia relativamente monotona (sabbie e ghiaie), almeno per quanto attiene alle caratteristiche granulometriche dei costituenti;
- tipo di suolo;
- soggiacenza della falda (ricavata dalla Carta Idrogeologica).

Sulla base di tali parametri, è stato calcolato il relativo valore di "Vulnerabilità Intrinseca dell'acquifero" e da questo una carta ad isoipse di eguale "Classe di vulnerabilità" (FOSTER e HIRATA, 1988).

Tali curve individuano una serie di zone caratterizzate da diversa suscettibilità all'inquinamento della falda freatica sottostante e precisamente (vedi Tavola n°4):

- una zona, caratterizzata da valori di soggiacenza compresi tra -5 e -6 metri da p.c., a cui si accompagnano suoli di tipo "fluvioglaciale", caratterizzata da un grado intermedio di vulnerabilità. In tale area sussistono solo modeste limitazioni all'uso e allo spandimento di liquami e reflui zootecnici, data la profondità relativamente elevata della falda freatica e le buone caratteristiche di protezione (intesa come capacità di assorbimento degli inquinanti) dei terreni sub-superficiali;
- una serie di aree, localizzate sia in prossimità del fiume Serio che nelle zone di risorgenza dei fontanili, in cui la vulnerabilità idrogeologica è alta, sia a causa della limitata soggiacenza che della scarsa capacità di protezione dei suoli. In queste aree è consigliabile uno stretto controllo sull'uso dei reflui zootecnici, in vista della loro possibile ripercussione sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee;

- Una zona, posta in adiacenza all'asta fluviale, contraddistinta da vulnerabilità molto elevata, sia a causa della falda subaffiorante che delle caratteristiche intrinseche dei terreni di copertura (scarsa o assente presenza di suoli) che si riflettono in una immediata interazione con le acque di falda e/o superficiali. In tali zone è perlomeno sconsigliabile lo spandimento di reflui zootecnici o fanghi di depurazione.

Nel complesso appare quindi come il territorio in esame risulti caratterizzato da un grado di vulnerabilità nel complesso elevato, in accordo con i dati di letteratura (ad es. ASSOCIAZIONE CREMONA AMBIENTE, 1992; ATLANTE AMBIENTALE, 2010).

Beni geologici

Da un punto di vista naturalistico – paesaggistico, sono stati riscontrati nel comune di Ricengo alcuni elementi che si ritengono meritevoli di salvaguardia e precisamente:

Fontanili.

Il fenomeno delle "risorgive" o "Fontanili" è caratterizzante l'intera pianura lombarda, essendo evidenziato da una fascia (denominata in letteratura "fascia dei fontanili") che decorre in senso E-W dal Piemonte al Trentino.

Tale fascia è contraddistinta dalla venuta a giorno di acque sorgive a temperatura più o meno costante, dovuta all'assetto idrogeologico regionale nel quale si registra il passaggio da termini più grossolani a Nord fino a litotipi più fini a Sud. Tale variazione comporta una diminuzione sostanziale della permeabilità dei terreni attraversati, con la conseguente venuta a giorno dell'acquifero sotterraneo.

Per un inquadramento maggiormente di dettaglio da un punto di vista storico-naturalistico si rimanda alla letteratura (FERRARI e UBERTI, 1979).

Questo fenomeno è stato sfruttato fin dall'antichità per ricavarne acque destinate all'uso irriguo e che attualmente costituiscono ambiti naturalistici di elevato pregio.

La documentazione disponibile (FERRARI e UBERTI, 1979; PROVINCIA DI BERGAMO, 1998 e PROVINCIA DI CREMONA, 2005) è stata integrata e verificata tramite rilievi diretti di campagna nel corso del presente studio.

Nello specifico è stato utilizzata la nomenclatura data dallo studio del 2005 eseguito dalla Provincia di Cremona ed a cui si rimanda per ulteriori particolari.

Nel complesso sono stati individuati i seguenti "sistemi" (intesi come complessi di manufatti per l'emungimento delle acque sotterranee) di fontanili (vedi planimetria in allegato), identificati mediante sopralluoghi sul terreno:

Codice di identificazione fontanile	SIRCHIERA (SIR)
Quota piezometrica	-3,5 m
Stato di conservazione	Buono
Tipo di opere di presa	20 tubi in cemento 10 tubi in ferro
Tipo di fondo	Ghiaioso
Note	

Codice di identificazione fontanile	SINCERA (SIN)
Quota piezometrica	-3,0 m
Stato di conservazione	Discreto
Tipo di opere di presa	Non visibile
Tipo di fondo	Sabbioso
Note	La testa presenta indizi di prosciugamento in atto

Codice di identificazione fontanile	ZEMIA DI RICENGO (ZMR)
Quota piezometrica	-3,0 m

Stato di conservazione	Mediocre
Tipo di opere di presa	2 tubi in cemento 18 tubi in ferro
Tipo di fondo	Ghiaioso fine
Note	Molta vegetazione sulle sponde

Codice di identificazione fontanile	CA' NOVA (CNV)
Quota piezometrica	-3.0 m
Stato di conservazione	Buono
Tipo di opere di presa	5 tubi in cemento
Tipo di fondo	Sabbioso con alghe
Note	Vegetazione sulle sponde ben tenuta

Codice di identificazione fontanile	BARLETTA (BAR)
Quota piezometrica	-3.0 m
Stato di conservazione	Discreto
Tipo di opere di presa	Non visibile
Tipo di fondo	Sabbioso con alghe
Note	Molta vegetazione sulle sponde

Dall'esame della documentazione qui presentata, si può affermare come, rispetto alla situazione degli anni antecedenti (testimoniata dalla bibliografia citata), tali manifestazioni risultino quantomeno ridimensionate per quanto attiene la loro importanza, verosimilmente a causa di prelievi irrigui effettuati nei comuni adiacenti (data la posizione generalmente marginale dei fontanili nel contesto del territorio comunale). Si auspica pertanto una politica di maggiore tutela (sia da un punto di vista di salvaguardia che di manutenzione) da parte dei

soggetti preposti, al fine di preservare tali particolari ambienti naturalistici (si vedano anche le conclusioni contenute nella documentazione citata da ATLANTE AMBIENTALE, 2010).

Nodi idraulici

Lungo la fitta rete irrigua presente le territorio di Ricengo, si rinvengono occasionalmente manufatti regolatori (sistemi di briglie, sfioratori, paratoie e diversivi) di notevole interesse storico-culturale.

Si suggerisce di sottoporre a tutela tali elementi puntuali, che testimoniano una eredità storico-antropica a tutt'oggi ragguardevole (alcuni di essi risalgono almeno al 1600) e pertanto meritevole di salvaguardia.

Terrazzi morfologici

Specialmente nella porzione più occidentale del territorio comunale, sono stati evidenziati numerosi elementi geomorfologici legati alla dinamica dell'alveo fluviale e che in letteratura vanno sotto la denominazione di "terrazzi fluviali".

Si tratta di bruschi dislivelli, visibili sul terreno, con salti generalmente dell'ordine di 1÷2 metri (ma ne esistono anche di 5÷6 metri), che generalmente segnano il confine tra un appezzamento agricolo e l'altro o sui quali si sovrappone la rete viaria a scala locale.

Nella generalità, tali forme sono solitamente ben conservate ed individuabili (vedi Tavola n°1), con caratteristiche di elevato pregio ambientale.

Se ne suggerisce la tutela e soprattutto la salvaguardia da interventi impropri di "sistemazione agronomica" dei fondi agricoli.

Nello specifico (come richiamato nel seguito delle presenti norme) sono da intendersi vigenti le salvaguardie previste dall'art. 16 comma 4 del P.T.C.P. della Provincia di Cremona, per un'estensione di metri 10 misurati sia sopra che sotto l'orlo di scarpata morfologica.

Conclusioni

L'analisi comparata delle caratteristiche geologiche, idrografiche, idrogeologiche e naturalistiche in precedenza esposte, permette di formulare una serie di raccomandazioni, da applicarsi nella politica di pianificazione territoriale comunale .

Classi di esondabilità

Come evidenziato in precedenza, le zone maggiormente suscettibili di esondazione sono le porzioni di territorio poste ad Ovest del terrazzo morfologico che decorre con senso Nord-Sud attraverso l'abitato di Ricengo.

Quando non normato da regolamenti ulteriori, (vincolo idrogeologico, Parco regionale fiume Serio, etc...) si suggerisce la limitazione della modificazione di destinazione d'uso delle aree suddette e precisamente:

- vincolo di inedificabilità e di modifica dello stato dei luoghi per le zone ricadenti nella fascia fluviale "A".
- Vincolo di mantenimento per le fasce B e C, a condizione che le modifiche proposte non vadano ad alterare in maniera significativa l'assetto idrogeologico e geomorfologico e non limitino la capacità di invaso delle zone anzidette. In tali aree dovrà inoltre essere impedita o quantomeno limitata la realizzazione di impianti di cava.

Valgono inoltre le limitazioni d'uso già riportate nelle pagine precedenti, in ottemperanza al P.A.I.

Caratteristiche geotecniche

Per una caratterizzazione dal punto di vista geotecnico del territorio comunale, si è proceduto alla raccolta dei dati relativi ad indagini pregresse di tipo geognostico e geotecnico (i cui dati riassuntivi sono riportati nell'allegato E), al fine di avere una caratterizzazione dal punto di

vista geotecnico dei terreni. Si tratta esclusivamente di prove penetrometriche di tipo dinamico, eseguite con penetrometro tipo MEARDI-DPSH.

Le prove sono state svolte nelle località indicate in planimetria (vedi Tavola n°5) e spinte fino ad una profondità compresa tra -6.0 ed -9.6 metri da p.c. oppure, come d'uso, arrestandosi in presenza di valori di resistenza penetrometrica pari o superiori a 30 colpi/piede.

In allegato sono poi riportati i dati ottenuti sia in forma tabellare che in restituzione grafica dei valori di resistenza alla punta (Rp).

Per una descrizione della metodologia di indagine si rimanda alla copiosa letteratura disponibile in argomento (ad es. CESTARI, 1990).

Le quote s.l.m. delle verticali di prova sono:

- Prova n° 1 la quota 0.0 corrisponde a 86,5 m s.l.m.
- Prova n° 2 la quota 0.0 corrisponde a 85,0 m s.l.m.
- Prova n° 3 la quota 0.0 corrisponde a 88,0 m s.l.m.
- Prova n° 4 la quota 0.0 corrisponde a 89,0 m s.l.m.
- Prova n° 5 la quota 0.0 corrisponde a 89,0 m s.l.m.
- Prova n° 6 la quota 0.0 corrisponde a 89,5 m s.l.m.
- Prova n° 7 la quota 0.0 corrisponde a 87,5 m s.l.m.
- Prova n° 8 la quota 0.0 corrisponde a 89,5 m s.l.m.
- Prova n° 9 la quota 0.0 corrisponde a 89,0 m s.l.m.
- Prova n° 10 la quota 0.0 corrisponde a 88,5 m s.l.m.
- Prova n° 11 la quota 0.0 corrisponde a 87,5 m s.l.m.
- Prova n° 12 la quota 0.0 corrisponde a 88,5 m s.l.m.
- Prova n° 13 la quota 0.0 corrisponde a 86,5 m s.l.m.

Nel complesso, le indagini effettuate hanno mostrato le seguenti caratteristiche:

- Le prove n° 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 (tutte molto simili tra di loro) presentano, dopo i primi -2.5÷-3.0 m da p.c. di terreni di tipo argilloso-limoso con scarse caratteristiche geotecniche (“suolo agricolo”), un substrato di sabbie ghiaiose e ghiaie sabbiose grossolane con valori di $N_{spt_{20}}$ da elevati a molto elevati. Le prove eseguite hanno raggiunto una profondità massima da p.c. di -9.6 m da p.c.
- Le prove n°1, 7, 11, 12 e 13, hanno mostrato invece una situazione in cui si registra la presenza di un consistente spessore (4.0÷5.0 metri) di terreni sabbioso-limoso-torbosi aventi caratteristiche geotecniche mediocri ($N_{spt_{20}}$ 1÷4 colpi). Al di sotto di tale strato e fino ad una profondità di almeno -9.6 metri è stata riscontrata la presenza di terreni sabbiosi e ghiaiosi con buone caratteristiche geotecniche.

Complessivamente si può affermare come, da un punto di vista geotecnico, i terreni indagati siano caratterizzati da valori generalmente discreti di $N_{spt_{20}}$. Le principali problematiche sono date dall'estensione dello strato di suolo alterato in profondità (in particolare nel caso di strutture di una certa importanza) e dalla eventuale presenza di apprezzabili spessori di materiale più scadente (“torbe”, “limi organici”), che possono dare luogo a situazioni critiche ancorché relativamente localizzate.

Vale inoltre la pena sottolineare come, in alcuni casi, la soggiacenza della falda sia talmente esigua da rappresentare un concreto ostacolo per la fattibilità tecnica di determinate opere. A tale proposito si rimanda alla rappresentazione cartografica dei valori di soggiacenza, riportati nella tavola n°4.

Vulnerabilità sismica del territorio comunale

Secondo quanto previsto dalla normativa regionale si è provveduto, sulla base dei dati sopra riportati, ad una valutazione del grado di “vulnerabilità sismica” del territorio, intendendo con questo la possibilità (determinata dalla presenza di eventuali effetti di amplificazione) che un

evento sismico di riferimento possa subire un incremento dei suoi effetti sia sugli edifici che sulla popolazione eventualmente presente.

A seguito dell'Ordinanza P.C.M. n°3274 del 23-03-2003 (che ha riclassificato l'intero territorio nazionale da un punto di vista sismico), il territorio del comune di Ricengo ricade in zona **4**, mentre precedentemente esso non era classificato come "sismico", ai sensi del previgente D.M. 19-03-1982.

A titolo esplicativo, si riporta di seguito una tabella riassuntiva, ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (Ag), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

ZONA SISMICA	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI (AG/G)	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO (AG/G)
1	> 0.25	0.35
2	0.15 ÷ 0.25	0.25
3	0.05 ÷ 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

La valutazione della vulnerabilità è stata eseguita per tutto il territorio comunale, alla scala dello strumento urbanistico (1:5.000) secondo la procedura prevista al punto 1.4 dei "Criteri ed indirizzi per la componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T." emanati dalla Regione Lombardia.

A tale scopo, sono stati presi in esame i seguenti elementi di criticità:

- presenza di litotipi granulari (sabbie, sabbie fini, sabbie limose)
- presenza di falda freatica subaffiorante
- presenza al di sotto del livello di falda di litotipi potenzialmente liquefacibili in condizioni di sollecitazione sismica (limi sabbiosi, sabbie fini)

Dato che il territorio del Comune di Ricengo è totalmente pianeggiante, non sono stati presi in esame effetti dovuti ad instabilità dei versanti.

I vari tematismi sono stati tra di loro incrociati, in modo da identificare la presenza di eventuali zone critiche da un punto di vista della risposta sismica ed in particolare:

- presenza di materiali potenzialmente soggetti a *liquefazione sismica*, nei quali si possono verificare fenomeni di scivolamento e rottura connessi a deformazioni permanenti del suolo. Per terreni granulari sopra falda sono possibili cedimenti a causa di fenomeni di densificazione ed addensamento del materiale, mentre per terreni granulari fini (sabbiosi) saturi d'acqua sono possibili fluimenti o colamenti parziali o generalizzati a causa di fenomeni di liquefazione;
- presenza di materiali potenzialmente soggetti a fenomeni di *amplificazione litologica*, che si verificano quando particolari litologie (prevalentemente di tipo sedimentario) possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse dal terreno, fenomeni di risonanza fra onda sismica incidente e modi di vibrare del terreno e fenomeni di doppia risonanza fra periodo fondamentale del moto sismico incidente e modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

I risultati dell'analisi sono stati riportati in una "Carta della pericolosità sismica locale" (vedasi Tavola n°6, in allegato) estesa a tutto il territorio comunale.

Ai sensi della normativa sopra citata resta inteso come, nel caso di progettazione di costruzioni il cui uso preveda 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 e strategiche importanti, sociali ed essenziali, si dovrà provvedere ad una analisi di tipo semi-quantitativo o quantitativo, volti alla definizione dei parametri di risposta sismica del sito e ad una sua adeguata modellizzazione da un punto di vista di risposta alle sollecitazioni di tipo dinamico. Per una descrizione di dettaglio di tali metodologie si rimanda all'Allegato n°5 della Delibera Regionale di riferimento, citata in precedenza.

Resta in ogni caso obbligatoria, per tutte le tipologie di costruzioni (in ottemperanza a quanto previsto dal D.M. 14-01-2008), la preventiva definizione della categoria sismica di appartenenza del sottosuolo interessato dall'opera in progetto, secondo le categorie previste dall'O.P.C.M. n°3274 del 23-03-2003 ed a cui si rimanda per ulteriori particolari.

Classi di fattibilità geologica

Sulla base della normativa vigente è stata realizzata una "Carta della fattibilità geologica per le azioni di piano" alla scala 1: 5.000 estesa all'intero territorio del Comune di Ricengo (Tavola n°9), suddividendolo in "classi di fattibilità" sulla base dei dati esposti (litologici, geotecnici ed idrogeologici) in precedenza.

Tale classificazione fornisce delle indicazioni generali circa:

- le destinazioni d'uso;
- le cautele da adottare per gli interventi di trasformazione del territorio;
- gli studi e le indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso, che dovranno essere in ogni caso presentati all'atto della richiesta del permesso di costruire o di altra analoga autorizzazione, ai sensi della vigente normativa;
- le opere di riduzione del rischio ed i controlli necessari sui fenomeni eventualmente in atto.

La carta di fattibilità geologica comprende, secondo la normativa vigente, le seguenti quattro classi a limitazione d'uso crescente:

1. **Fattibilità senza particolari limitazioni.** In essa ricadono le aree nelle quali non sussistono specifiche controindicazioni di carattere geologico relativamente all'urbanizzazione od alla modifica di destinazione d'uso delle particelle. In queste aree il terreno possiede buone caratteristiche geotecniche e la presenza della falda idrica è tale da non interferire con il suolo ed il primo sottosuolo. Questa classe non è presente nel territorio del Comune di Ricengo.
2. **Fattibilità con modeste limitazioni** Zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni, in particolare per quanto riguarda la soggiacenza non elevata della falda freatica (-2÷-5 metri da p.c.). Per gli interventi edilizi sono necessari approfondimenti di carattere geologico-tecnico ed idrogeologico in fase esecutiva, finalizzati alla realizzazione di opere di fondazione ed uso del suolo e del sottosuolo (ad es. sistema fognario e di regimazione degli scarichi), che tengano conto delle condizioni rilevate.
3. **Fattibilità con consistenti limitazioni.** Zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso delle aree per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate. In queste aree l'edificazione non può in alcun modo prescindere dall'acquisizione dei dati di cui sopra, che debbono essere i presupposti di una corretta progettazione. Sono individuabili le seguenti categorie:

Classe 3A **Zona di rispetto dei fontanili.** In questa zona (estesa per un raggio di metri 50 all'intorno dei capifonte, in accordo con il vigente P.T.C.P. della Provincia di Cremona) viene perseguito l'obiettivo di salvaguardare i capifonte dei fontanili individuati sul territorio comunale e l'assetto della falda freatica. Pertanto in questa zona non sono consentiti:

- La realizzazione di opere di urbanizzazione e nuova edificazione

- La terebrazione di nuove strutture estrattive
- La realizzazione di scarichi fognari con dispersione al suolo
- La realizzazione di vasche per reflui zootecnici o di serbatoi interrati

Per gli interventi non ricadenti nelle precedenti categorie, dovranno essere eseguite idonee indagini di tipo geologico ed idrogeologico, redatte da Professionista abilitato, che attestino l'assenza di impatti sul recettore soggetto a tutela.

Classe 3B **Zona con falda subaffiorante**. In questa zona sono state evidenziate consistenti limitazioni, legate alla ridotta soggiacenza della falda freatica (inferiore a -2 m da p.c.). Pertanto, in caso di edificazione che preveda la formazione di piani sotterranei o parzialmente interrati dovrà essere puntualmente verificata la soggiacenza delle acque sotterranee, secondo quanto prescritto dalle leggi e regolamenti vigenti.

Classe 3C **Zona inondabile per piene eccezionali**. In questa zona sono state evidenziate consistenti limitazioni legate alla potenziale inondabilità in occasione di piene fluviali aventi carattere straordinario od eccezionale (tempo di ritorno pari o superiore a 200 anni). In questa area, oltre a quanto già prescritto dagli articoli 30, 31, 32, 38, 39 e 41 e dall'allegato 1 della D.G.R. n°7/7365 dell'11-12-2001 "Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del fiume Po (PAI) in campo urbanistico", relativamente alle fasce fluviali, non sono consentiti:

- La formazione di piani interrati
- La realizzazione di vasche per reflui zootecnici e serbatoi interrati

Eventuali deroghe ai punti a) e b) potranno essere concesse esclusivamente a fronte della predisposizione di un apposito studio di tipo idraulico ed idrogeologico (redatto da Professionista abilitato), che individui le soluzioni ottimali per mantenere le condizioni di sicurezza nei confronti della piena di riferimento.

Classe 3D **Zona con caratteristiche geotecniche scadenti**. In questa area è stata evidenziata la diffusa presenza di terreni aventi caratteristiche geotecniche mediocri (torbe, limi ed argille organiche, etc...). Pertanto, gli interventi di nuova edificazione in questa zona non potranno in alcun modo prescindere dalla preventiva esecuzione di dettagliate indagini geologiche e geotecniche volte a determinare:

- Le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione
- I cedimenti attesi o potenziali
- La soggiacenza delle acque di falda

Classe 3E **Zona di rispetto dei corsi d'acqua superficiali**. In questa zona sono state evidenziate consistenti limitazioni, legate alla vicinanza dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico minore così come definito ai sensi della D.G.R. 25 gennaio 2002 n°7/7868 e successive modificazioni. In questa zona, fino alla predisposizione ed approvazione dello studio di identificazione del reticolo idrico minore da parte dell'Autorità comunale, valgono i vincoli disposti dall'art. 96 del R.D. 25 luglio 1904 n°523 fino ad una distanza di metri 10 dall'argine.

4. **Fattibilità con gravi limitazioni**. In questa zona, l'alta pericolosità/vulnerabilità individuata comporta gravi limitazioni relativamente alla modifica delle destinazioni d'uso delle aree. In queste aree non è consentita la nuova edificazione, se non per opere tese al consolidamento od alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.

Per gli edifici esistenti saranno consentiti esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 31, lettere a), b), c) della legge n°457/1978 e sempre che tali interventi siano compresi tra quelli ammessi dal P.A.I. per la fascia fluviale di appartenenza. Si dovranno inoltre fornire indicazioni in merito alle opere di

sistemazione idrogeologica e per i nuclei abitati esistenti, quanto non sarà strettamente necessario provvedere al loro trasferimento, dovranno essere predisposti idonei piani di protezione civile ed inoltre dovrà essere valutata la necessità di predisporre sistemi di monitoraggio geologico che permettano di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni in atto.

Il Comune di Ricengo ha ottenuto, con decreto dell'ATO n°66 del 2 agosto 2007, la riduzione dell'area di rispetto del pozzo a servizio della rete di acquedotto (precedentemente fissata in 200 metri di raggio) fino a farla coincidere con la zona di tutela assoluta (10 metri di raggio). In tale aree permane il divieto assoluto di modifica dello stato dei luoghi, che dovranno essere adibiti esclusivamente ad opere di presa ed a costruzioni di servizio. Inoltre le stesse dovranno essere recintate e provviste di canalizzazione per le acque meteoriche ai sensi delle D.P.R. 236/88 come modificato dell'art. 21 del D.lgs 152/1999 e successive modifiche e integrazioni.

Per gli orli di scarpata morfologica, individuati cartograficamente nella tavola n°1 allegata al presente Studio, valgono le salvaguardie previste dall'art. 16 comma 4 del vigente P.T.C.P. della Provincia di Cremona, che vietano lo sbancamento e l'alterazione dello stato dei luoghi per un'estensione di metri 10 sia a monte che a valle dell'orlo di scarpata.

Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico potranno essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili e dovranno comunque essere puntualmente 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, dovrà essere allegata apposita relazione geologica e geotecnica che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Nel complesso, il territorio comunale si è mostrato in media come a “fattibilità geologica con modeste limitazioni”, anche se con alcune importanti eccezioni.

Tali limitazioni, sulla base di quanto esposto in precedenza, sono dovute essenzialmente a:

- Pericolo accentuato di esondazione (aree adiacenti al corso del fiume Serio e/o comunque poste ad Ovest del terrazzo morfologico principale).
- Elevata vulnerabilità idrogeologica, condizionata a sua volta dalla presenza di suoli poco “ricettivi” (zone di origine fluviale) o dalla falda freatica subaffiorante (zone di risorgenza dei fontanili, zone depresse).

La presenza di uno o di entrambe questi fattori limitanti può condizionare fortemente le possibilità di modificare la destinazione d’uso di porzioni di territorio comunale, arrivando in alcuni casi ad imporre il divieto di alterare lo “statu quo” (classe a fattibilità con gravi limitazioni).

RACCOMANDAZIONI E PRESCRIZIONI DI NATURA GEOLOGICO - APPLICATIVA

Riassumendo tutto quanto fino a qui riportato, si esprimono le seguenti prescrizioni:

- Date le caratteristiche litologiche, pedologiche ed idrogeologiche, si dovrà limitare il più possibile nelle aree di pertinenza fluviale:
 - La modificazione dello stato dei luoghi
 - L’alterazione di elementi morfologici tramite sbancamenti, livellamenti e rettificazioni dei corsi d’acqua secondari
 - L’uso e lo spandimento di reflui zootecnici, fertilizzanti chimici e fanghi di depurazione

- La realizzazione di coltivazioni di inerti “in falda”, così come l’escavazione di laghetti per itticoltura e pesca sportiva dovrà essere impedita, data la generalizzata vulnerabilità idrogeologica del territorio comunale
- La realizzazione di impianti ad elevato impatto inquinante (industrie insalubri, allevamenti intensivi, discariche ed impianti di trattamento rifiuti) dovrà essere limitata o addirittura impedita, quando non ne sia dimostrata tramite apposito studio la non nocività sul sistema acqua–terreno-ambiente circostante. Si suggerisce di assoggettare tali realizzazioni ad una procedura di valutazione di impatto ambientale, secondo le procedure di legge.
- Entro una fascia di metri 50 dalle teste dei fontanili e per i primi 200 metri dell’asta dovrà essere evitata qualsiasi alterazione dello stato dei luoghi, con particolare riguardo alla realizzazione di nuovi pozzi idrici.
- Su tutte le acque pubbliche, così come definite dalla legge 36/1994 e relativo regolamento di attuazione, valgono le disposizioni di cui al R.D. 523/1904 ed in particolare il divieto di edificazione ad una distanza inferiore ai 10 metri dalle sponde, fino all’assunzione da parte dell’Autorità comunale dei provvedimenti di cui ai punti n°3 e 5.1 della D.G.R. 7/7868 del 25-01-2002. Inoltre, ai sensi dell’art. 41 del D.Lgs. 152/1999, è vietata la tombinatura di qualsiasi corso d’acqua.
- La realizzazione di edifici e manufatti su tutto il territorio comunale dovrà essere subordinata ad una indagine preliminare redatta da Professionista abilitato, con particolare riguardo alle zone a fattibilità con “gravi” e “consistenti limitazioni”, in cui dovranno essere esaminate e descritte nel dettaglio le potenziali interferenze delle opere in progetto con le acque sotterranee e/o superficiali e le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, come prescritto nei capitoli specifici oltre che le caratteristiche sismiche degli stessi, in accordo con la normativa sopra ricordata;

- I pozzi idrici di nuova realizzazione, ai fini della salvaguardia del patrimonio idrico, dovranno per quanto possibile attingere dall'acquifero più superficiale, riservando i più profondi all'uso idropotabile ai sensi della legge 36/1994 e del P.T.U.A. della Regione Lombardia. Solo in caso di manifesta carenza potrà essere autorizzata una maggiore profondità di emungimento, sentito il parere delle Autorità preposte alla concessione ed al controllo dei provvedimenti autorizzativi.

BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAZIONE CREMONA AMBIENTE (1992) – Studio idrogeologico della provincia di Cremona.
- AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (1999) – Progetto di piano stralcio per l'assetto idrogeologico (P.A.I.).
- CESTARI (1990) – Prove geotecniche in sito.
- CIVITA (1994) – Le carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento: teoria & pratica.
- ENTE REGIONALE DI SVILUPPO AGRICOLO (2002) – i suoli della pianura cremasca.
- FERRARI - UBERTI (1979) – I fontanili del territorio cremasco. Sorgenti di acque perenni e loro uso in questa parte di Lombardia.
- FOSTER (1987) Fundamental concepts in aquifer vulnerability pollution risk and protection strategy. Atti Int. Conf. Vulnerability of Soil and Grounwaters to pollutants. RIVM Proc. and Int. 38, 68-86.
- FOSTER -HIRATA (1988) Groundwater pollution risk assessment. A Methodology using available data. Pan American Center for Sanit. Engin and Envir. Scienc.
- ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA (1994) – Statistiche meteorologiche. Anni 1984-1991.

- MAIONE – BRATH (1998) – La difesa idraulica dei territori fortemente antropizzati. Atti corso DIIARS Milano.
- PROVINCIA DI BERGAMO (1998) – Carta idrogeologica e dei principali elementi di impatto ambientale della fascia dei fontanili compresa tra i fiumi Adda e Oglio.
- PROVINCIA DI CREMONA (1983) – Le acque di superficie del territorio cremasco.
- PROVINCIA DI CREMONA (1994) – Aspetti idrogeologici del problema della presenza di azoto ammoniacale nelle acque sotterranee della provincia di Cremona.
- PROVINCIA DI CREMONA (1996) – Contributo allo studio delle acque della provincia di Cremona.
- PROVINCIA DI CREMONA (1997) – Carta delle componenti geo-ambientali del territorio cremasco.
- PROVINCIA DI CREMONA (1998) – Catalogo dei suoli cremonesi. Quaderno agro-ambientale n°3.
- PROVINCIA DI CREMONA (2005) – I fontanili della provincia di Cremona
- PROVINCIA DI CREMONA (2010) – Atlante Ambientale – Sito Internet della Provincia di Cremona
- SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA (1969) – Foglio n°46 (Treviglio). Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (1992) Keys to soil taxonomy.