

REGIONE LOMBARDIA  
PROVINCIA DI CREMONA  
COMUNE DI MONTE CREMASCO



Piano di Governo del Territorio  
COMPONENTE GEOLOGICA, IDROGEOLOGICA E  
SISMICA

**RELAZIONE GEOLOGICA DI PIANO**

**INDICE:**

1. INTRODUZIONE	Pg 3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	Pg 3
3. CARATTERISTICHE CLIMATICHE	Pg 4
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E PEDOLOGICO	Pg 11
5. IDROGRAFIA SUPERFICIALE	Pg 24
6. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE GENERALI	Pg 27
7. SITUAZIONE IDROGEOLOGICA LOCALE	Pg 32
8. BILANCIO IDRICO	Pg 34
9. POZZI IDRICI PUBBLICI E PRIVATI	Pg 36
10. PIEZOMETRIA DELLA FALDA SUPERFICIALE	Pg 37
11. VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE	Pg 38
12. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI	Pg 41
13. SINTESI DEGLI ELEMENTI VALUTATIVI TERRITORIALI	Pg 41
14. VINCOLI ESISTENTI	Pg 42
15. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO	Pg 61
16. FATTIBILITA' GEOLOGICA	Pg 73

## **1. INTRODUZIONE**

La LR n° 12 del 11-03-2005 "*Legge per il Governo del Territorio*" e la DGR n°8/1566 del 22-12-2005 "*Criteri ed indizi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio*" e sue successive modifiche richiedono periodicamente la revisione dello studio geologico già a corredo del vigente PGT comunale.

Per quanto riguarda il Comune di Monte Cremasco esso è stato originariamente redatto dal Dott. Geol. Soregaroli Alberto nel gennaio 2009 ed approvato con Deliberazione della Giunta Comunale in data 23/09/2010.

Il presente studio, redatto in conformità al disposto normativo sopra richiamato, ha previsto le seguenti fasi:

- Esame critico del precedente studio;
- Analisi dei dati disponibili in bibliografia;
- Analisi della cartografia disponibile;
- Rilievo ed acquisizione dati in sito;
- Analisi dei dati relativi ad indagini geognostiche eseguite sul territorio comunale;
- Sintesi degli elementi ambientali raccolti;
- Definizione della pericolosità sismica locale;
- Attribuzione alle diverse parti di territorio delle classi di fattibilità geologica per le azioni di piano e definizione delle relative prescrizioni geologiche.

## **2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

Il territorio del Comune di Monte Cremasco si colloca nell'ambito della pianura Nordoccidentale cremonese. Esso si estende su un'area di circa 2.35 Km<sup>2</sup>, confinando a Nord il Comune di Palazzo Pignano a, Sud con il Comune di Crespiatica, a Sud-Est con il Comune di Vaiano Cremasco ed infine ad Ovest e Nord-Ovest con il Comune di Dovera.

La morfologia è pianeggiante, l'elevazione massima (88 m s.l.m.) è situata in corrispondenza dell'estremità Nord-occidentale del territorio comunale, mentre quella minima (78 m s.l.m.) di quella meridionale, al confine con il Comune di Crespiatica. Il gradiente topografico ha direzione NW-SE e risulta pari al 3‰.

L'abitato di Monte Cremasco si concentra nella parte centro-orientale del territorio. Nella restante parte sono ubicati esclusivamente centri isolati a bassa densità abitativa. Le attività di tipo industriale ed artigianale sono concentrate a Nord, in fregio alla ex SS. N° 591.

### **3. CARATTERISTICHE CLIMATICHE**

Le principali fonti di dati relative al clima, relativamente al territorio del Comune di Monte Cremasco e zone limitrofe sono:

- Dati delle stazioni termo-pluviometriche di Cremona nel periodo 2010-2020 reperiti dal sito Internet dell'Istat;
- Velocità e direzione del vento nei mesi di ottobre e novembre 2023, reperiti dal sito Internet di Arpa "LIRIS";
- Serie di precipitazioni giornaliere riferite alla rete meteo ARPA per il periodo 1997-2007, relativamente alla stazione meteorologica di Rivolta d'Adda;
- Coefficienti pluviometrici relativi al territorio del Comune di Monte Cremasco, disponibili sul sito Internet dell'Arpa e così riassumibili:

- Piovosità media per località: 917 mm/anno;

- Coefficienti pluviometrici:

- A1 – Coefficiente pluviometrico orario: 28.01

- N – Coefficiente di scala: 0.283

- GEV – Parametro alpha: 0.2841

- GEV – Parametro kappa: -0.0546

- GEV – Parametro epsilon: 0.8196

I dati disponibili possono essere riassunti come nelle tabelle che seguono:

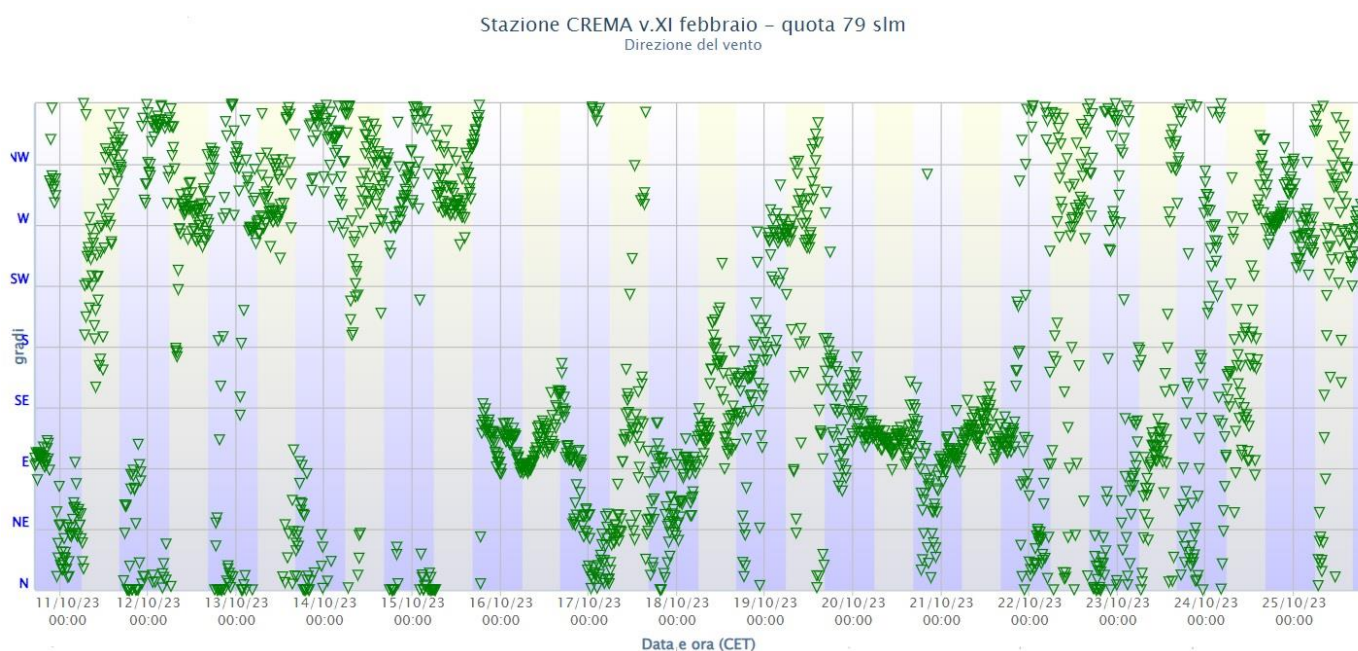
- Precipitazioni medie annuali (Cremona);

Anno	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
mm	1256.5	592.3	592.1	1168.2	995.8	477.4	675.4	551.6	911.2	854.0	542.6

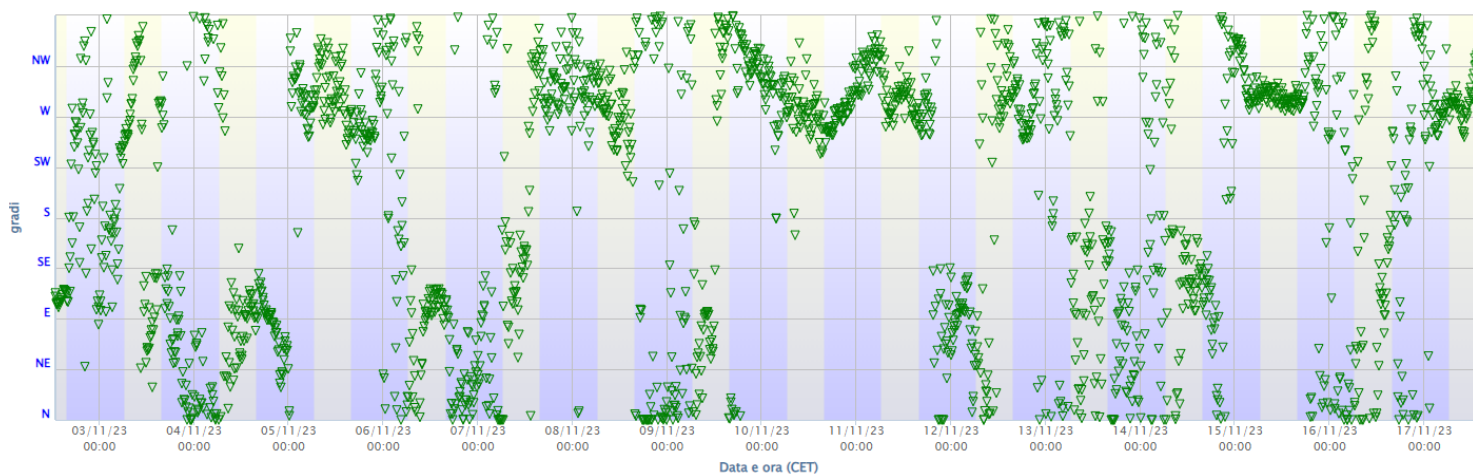
- Temperature medie annuali (Cremona);

Anno	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
°C	13.4	14.5	14.7	14.1	15.0	14.7	14.4	15.6	15.5	15.5	15.4

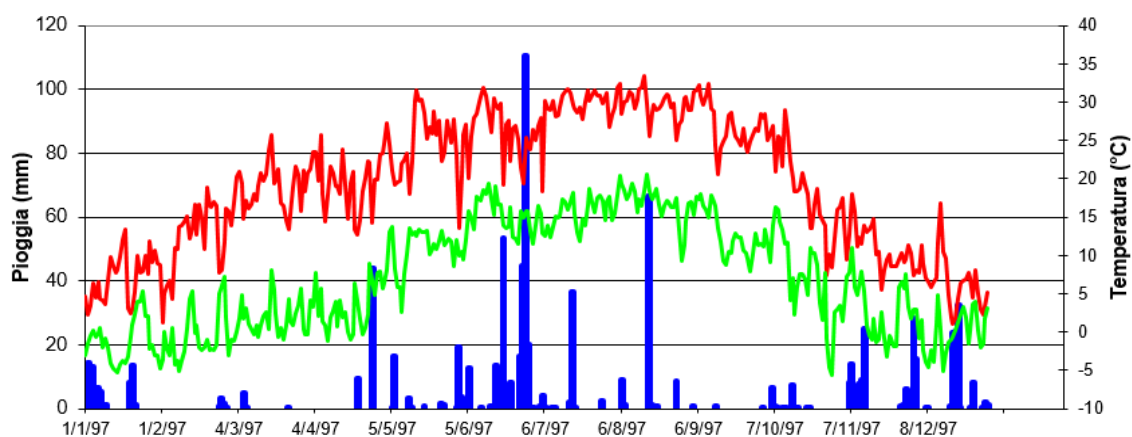
- Direzione e velocità del vento (Crema);



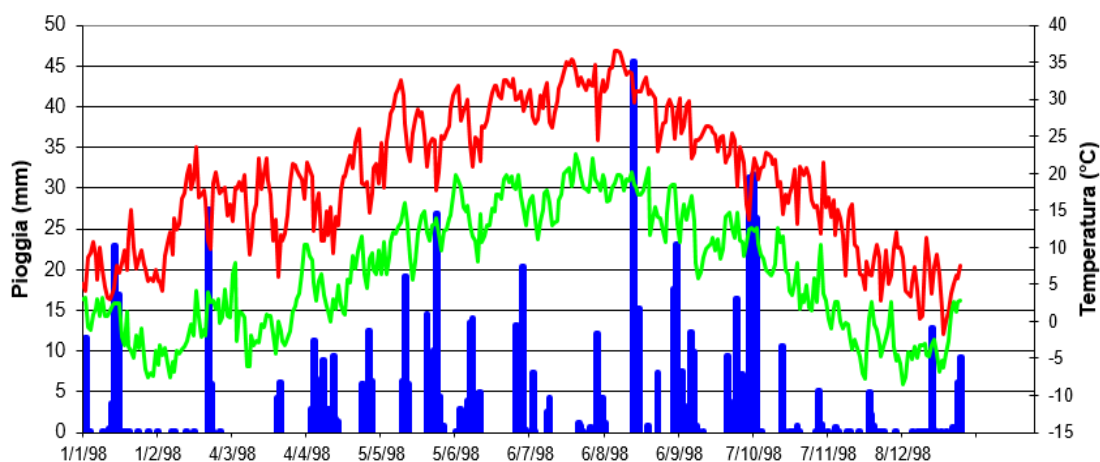
Stazione CREMA v.XI febbraio – quota 79 slm  
Direzione del vento



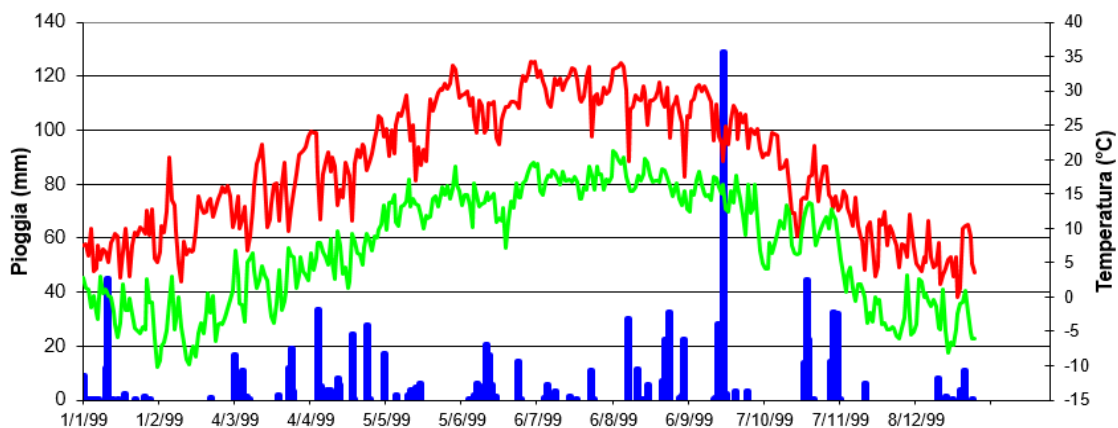
Precipitazioni giornaliere riferite alla rete meteo ARPA:



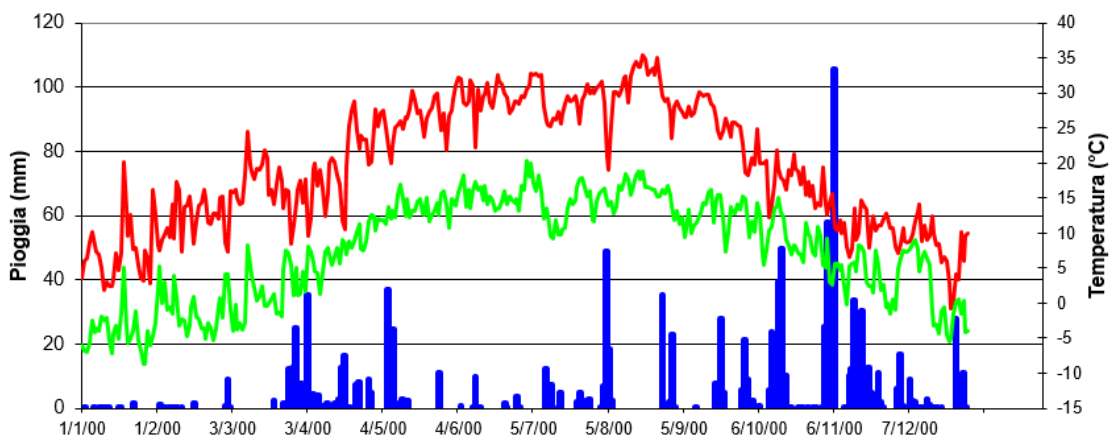
*Precipitazioni giornaliere anno 1997*



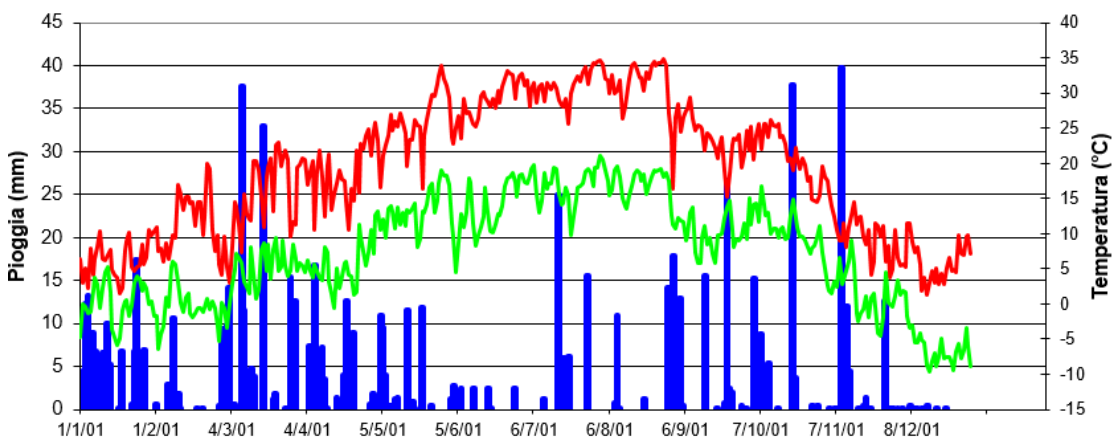
*Precipitazioni giornaliere anno 1998*



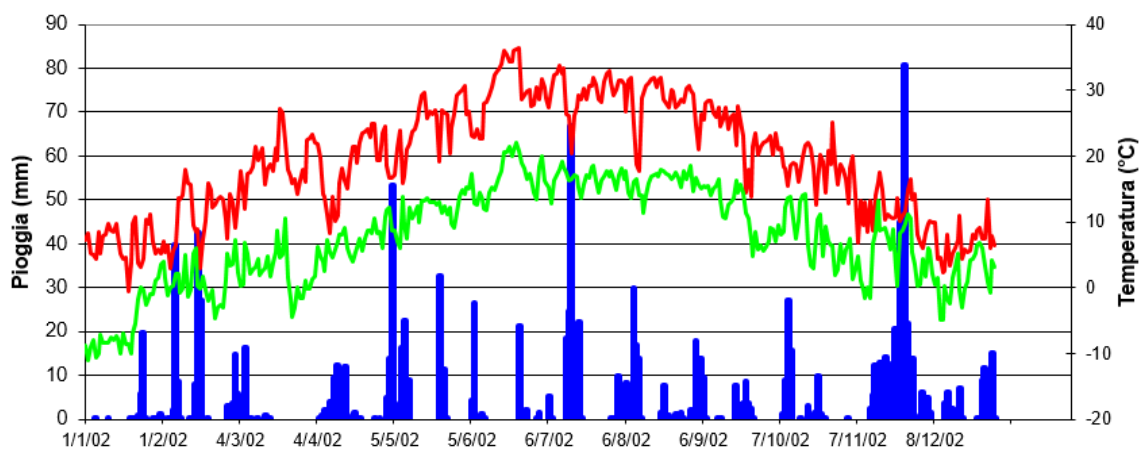
*Precipitazioni giornaliere anno 1999*



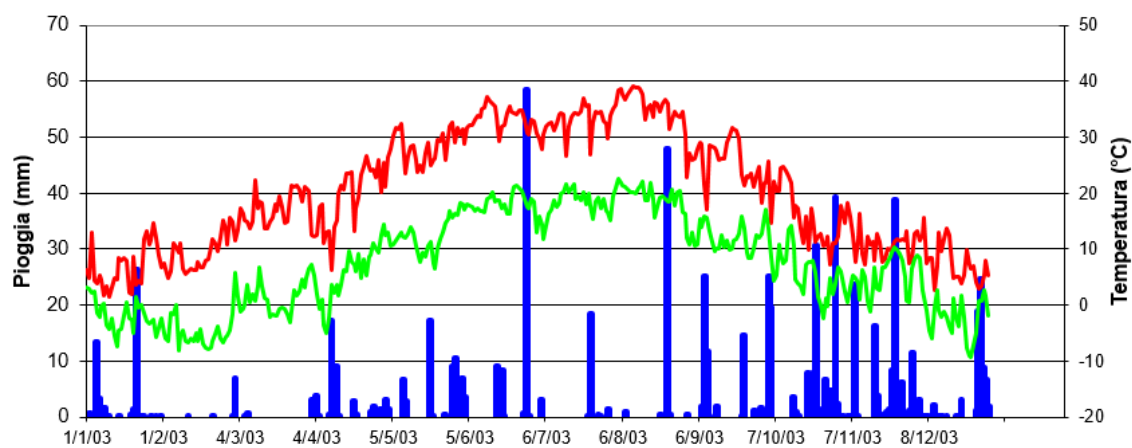
*Precipitazioni giornaliere anno 2000*



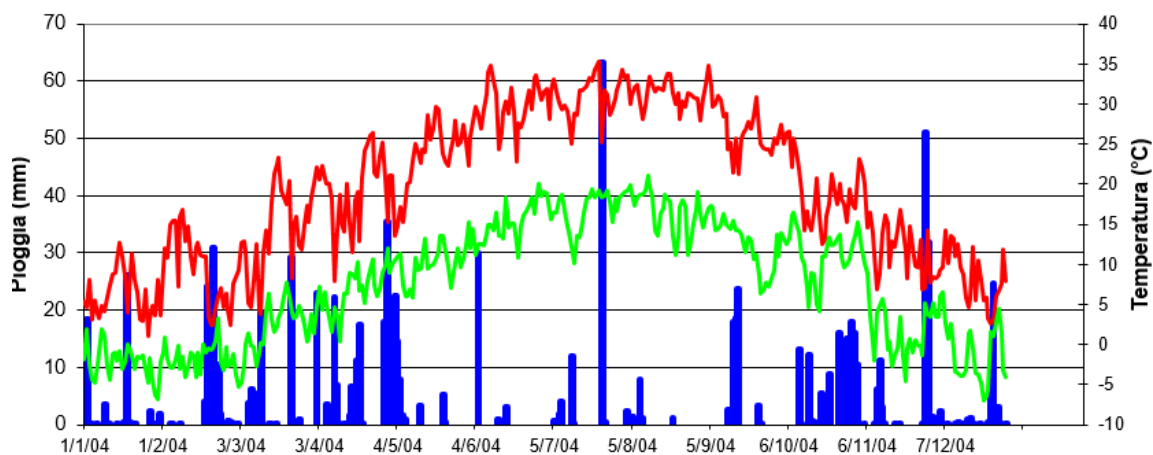
*Precipitazioni giornaliere anno 2001*



*Precipitazioni giornaliere anno 2002*

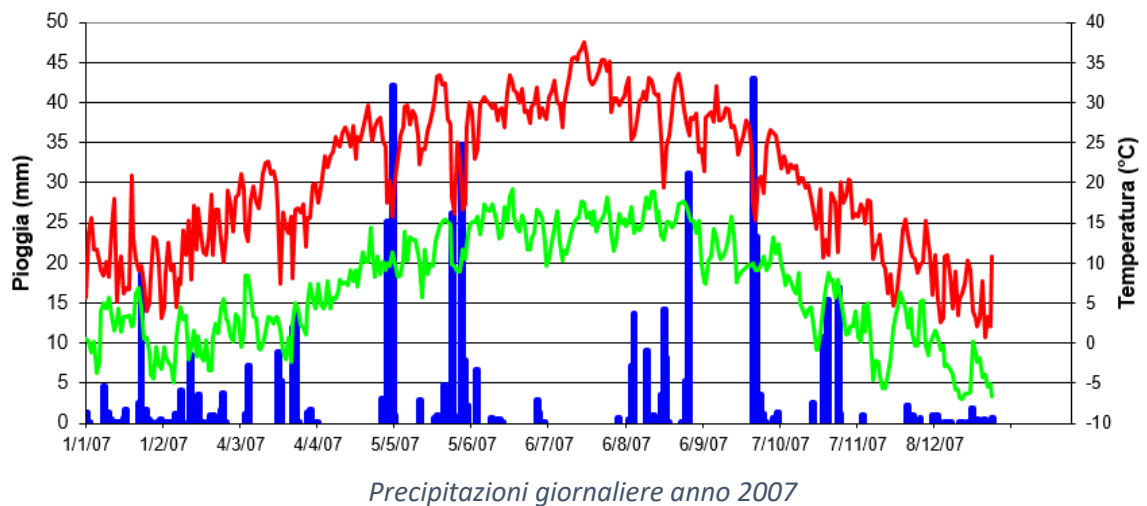
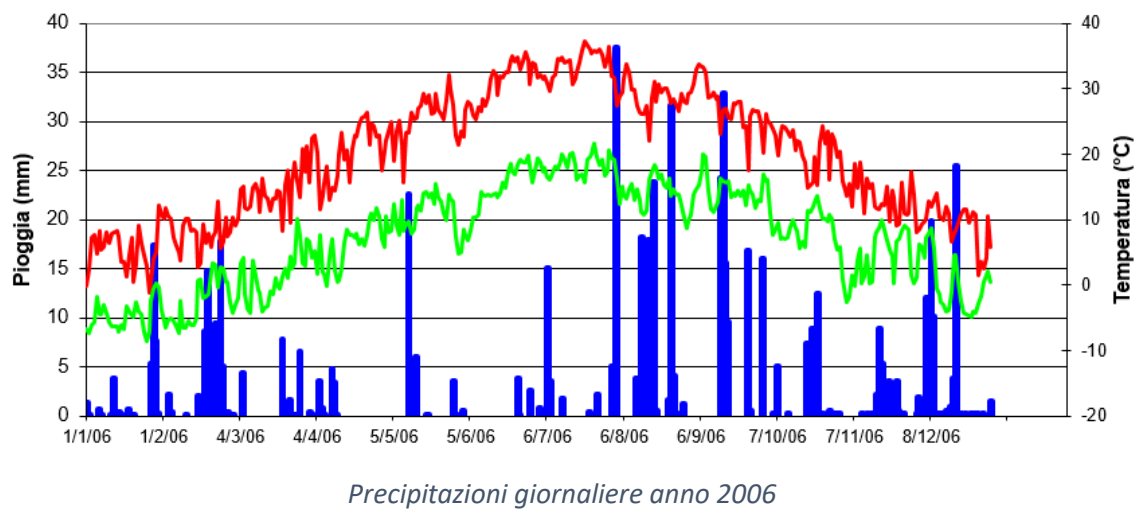
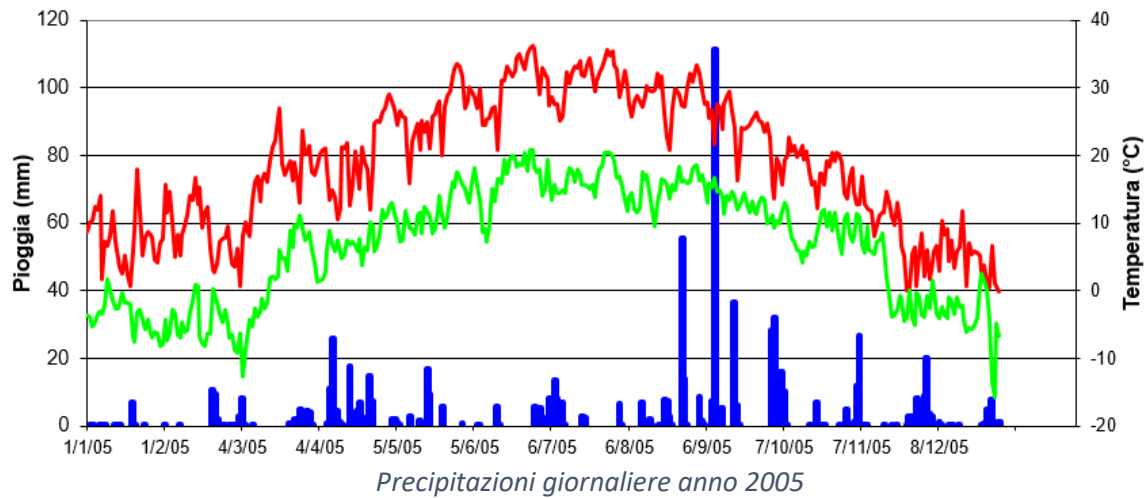


*Precipitazioni giornaliere anno 2003*



*Precipitazioni giornaliere anno 2004*





L'analisi delle varie serie di dati sopra elencate porta ad esprimere le seguenti conclusioni:

- Le precipitazioni manifestano la distribuzione tipica della Pianura Padana, con due massimi pluviometrici in autunno ed in primavera e con precipitazioni modeste nella stagione estiva, ad esclusione del massimo relativo del mese di agosto;
- In generale le precipitazioni sono di intensità relativamente modesta, soprattutto se confrontate con i valori dell'evapotraspirazione potenziale (calcolati con la metodologia proposta da Thornthwaite), che rappresentano le quantità di umidità del suolo sia in forma di acqua evaporata dal terreno che d'acqua traspirata dalla vegetazione e/o dalle colture agrarie. A questo proposito, le quantità di acqua persa per evapotraspirazione raggiungono valori molto elevati nella stagione estiva, proprio quando le piogge sono di minima quantità;
- Per quanto riguarda le temperature dell'aria il valore medio annuale è pari a 14,8 °C;
- Per quanto riguarda i venti, la zona in argomento è caratterizzata da correnti prevalentemente di bassa intensità (inferiore a 2 m/s per il 90% del tempo) con lunghi periodi di calma. La direzione dei venti prevalenti è da Ovest, Ovest-Nordovest ed Est, Est-Sudest. In particolare, durante la stagione invernale sono prevalenti i venti da Ovest mentre in estate ed autunno quelli da Est.

## **4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E PEDOLOGICO**

### ***INQUADRAMENTO GEOLOGICO***

Da un punto di vista geologico, l'area si inquadra nel contesto della "media pianura idromorfa", caratterizzata dalla presenza di unità alluvionali sabbioso-ghiaiose (anche se notevolmente variabili 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, separati da una serie di scarpate morfologiche (vedasi anche Tavola n°1, in allegato):

### ***DEPOSITI FLUVIOGLACIALI***

Sono costituiti dai terreni che si trovano nella parte orientale del comune, appartenenti all'Unità litostratigrafica denominata "***Diluvium Recente Auct.***" e che comprende depositi di natura ghiaioso – sabbioso -argillosa costituenti il livello principale della pianura, di età pleistocenica. Tali depositi 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 Monte Cremasco tale unità è principalmente rappresentata da sabbie più o meno ghiaiose, a cui si accompagnano di frequente lenticelle metriche di terreni fini ("torbe"), caratterizzate da granulometria decisamente inferiore e caratteristiche geotecniche scadenti.

### **DEPOSITI FLUVIALI**

Nella porzione più occidentale del territorio comunale è presente un'unità litologica geneticamente legata ai corsi d'acqua principali (nella fattispecie il fiume Adda) denominata **Alluvioni attuali**. Litologicamente è rappresentata da sabbie e sabbio ghiaiose s.s. con scarsa evoluzione litologica (scarsa presenza od assenza di suoli di alterazione superficiale, ridotta o nulla trasformazione dei litotipi originari).

### **INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

L'assetto geomorfologico del territorio comunale di Monte Cremasco è il risultato sia degli eventi glaciali e fluvioglaciali di età quaternaria che di quelli tipicamente alluvionali di età molto più recente, legati alle divagazioni del fiume Adda.

Possiamo pertanto individuare:

- Delle zone di "alto" geomorfologico, legate agli eventi glaciali e fluvioglaciali che hanno interessato tutto l'areale padano in età quaternaria. Esse occupano la parte più orientale del territorio comunale. Il passaggio è caratterizzato da evidenti scarpate morfologiche, in alcuni punti con dislivelli anche di diversi metri.
- Una zona relativamente più ribassata in posizione occidentale all'interno del territorio comunale, occupata dalla valle del fiume Adda. Tale area è caratterizzata da un andamento morfologico ed altimetrico relativamente uniforme.

### **INQUADRAMENTO PEDOLOGICO**

Da un punto di vista pedologico, secondo quanto pubblicato da ERSAL ("*I suoli del cremasco*", 2002) il territorio del Comune di Monte Cremasco può essere suddiviso nelle seguenti unità fisiografiche:

- **LF**: Porzione meridionale della pianura caratterizzata da aree sufficientemente stabili, per la presenza di un'idrografia organizzata di tipo meandriforme. È costituita esclusivamente da sedimenti fluviali fini, privi di pietrosità in superficie e di scheletro nel suolo ("Bassa pianura sabbiosa");
- **V-VT**: Valli alluvionali corrispondenti ai piani di divagazione dei corsi d'acqua attivi o fossili rappresentanti il reticolo idrografico olocenico. Occupano superfici terrazzate,

costituite da "Alluvioni antiche e medie", delimitate da scarpate d'erosione e variamente rilevate rispetto alle pianure alluvionali (Olocene antico).

A livello di maggior dettaglio, sempre secondo la pubblicazione (*ERSAL, 2002*, cit.) di riferimento possiamo individuare le seguenti unità cartografiche.

### **SISTEMA LF**

- **Unità LF2:** superfici modali stabili pianeggianti o lievemente ondulate, intermedie tra le aree più rialzate (dossi) e quelle depresse (conche e paleoalvei).
  - **Sottounità LF1.1:** aree ondulate o subpianeggianti di forma generalmente allungata, lievemente rialzate e con tracce di erosione idrica superficiale. Comprendono aree rialzate di alcuni metri rispetto al livello fondamentale della pianura, delimitate a tratti da scarpate erosive.
    - **Unità cartografica 26-GLZ1:** suoli molto profondi, scheletro assente, tessitura media, reazione subacida, saturazione bassa, non calcarei, drenaggio buono.  
Classificazione USDA: ULTIC HAPLUSTALFS FINE, LOAMY, SILTY, MIXED, MESIC.  
Classe di capacità d'uso: II s.  
Attitudine allo spandimento dei liquami: adatti.  
Attitudine allo spandimento dei fanghi di depurazione: moderatamente adatti.  
Capacità qualitativa delle acque profonde: moderata.  
Capacità qualitativa delle acque superficiali: elevata.  
Valore naturalistico: basso.
    - **Unità cartografica 27-GM02:** suoli molto profondi, scheletro assente, tessitura moderatamente grossolana. Reazione neutra in superficie e subalcalina in profondità, saturazione alta, non calcarei, drenaggio buono.

Classificazione USDA: TYPIC HAPLUSTALFS COARSE, LOAMY, SILTY, MIXED, MESIC.

Classe di capacità d'uso: II s.

Attitudine allo spandimento dei liquami: poco adatti.

Attitudine allo spandimento dei fanghi di depurazione: non adatti.

Capacità qualitativa delle acque profonde: moderata.

Capacità qualitativa delle acque superficiali: elevata.

Valore naturalistico: basso.

### **SISTEMA V-VT**

- **Unità VT1:** terrazzi fluviali stabili, delimitati da scarpate erosive evidenti a morfologia pianeggiante ed ondulata, comprendenti antiche linee di drenaggio (paleoalvei) lievemente ribassate ed affrancate dall'idrografia.

- **Sottounità VT 1.1:** superfici stabili pianeggianti e lievemente ondulate, interessate da un reticolo superficiale non attivo, ma che dà luogo a modesti deflussi occasionali con substrati sabbiosi, sabbioso-limosi, ghiaiosi.

- **Unità cartografica 32-PAO 1:** suoli moderatamente profondi, limitati da substrato scheletrico, scheletro assente, tessitura da media a moderatamente grossolana, reazione alcalina, saturazione alta, calcarei, drenaggio buono.

Classificazione USDA: AQUIC HAPLUSTALFS FINE, LOAMY OVER SANDY-SKELETAL, MIXED, MESIC.

Classe di capacità d'uso: II s.

Attitudine allo spandimento dei liquami: moderatamente adatti.

Attitudine allo spandimento dei fanghi di depurazione: moderatamente adatti.

Capacità qualitativa delle acque profonde: moderata.

Capacità qualitativa delle acque superficiali: elevata.

Valore naturalistico: basso.

- **Unità cartografica 33-PAO 2:** Suoli moderatamente profondi, limitati da substrato scheletrico, scheletro assente, tessitura da media a moderatamente grossolana, reazione alcalina, saturazione alta, calcarei, drenaggio buono.  
Classificazione USDA: AQUIC USTOCHREPTS, FINE LOAMY OVER SANDY-SKELETAL, MIXED, MESIC.  
Classe di capacità d'uso: II s.  
Attitudine allo spandimento dei liquami: adatti.  
Attitudine allo spandimento dei fanghi di depurazione: moderatamente adatti.  
Capacità qualitativa delle acque profonde: moderata.  
Capacità qualitativa delle acque superficiali: elevata.  
Valore naturalistico: basso.
- **Sottounità VT 2.1:** superfici depresse, sede di deflussi superficiali, caratterizzate dalla presenza di risorgive e da condizioni di spiccata idromorfia per falda permanentemente profonda o moderatamente profonda. Uso del suolo prevalente: seminativo.
  - **Unità cartografica 37-CZR 1:** suoli moderatamente profondi, limitati da substrato scheletrico, scheletro abbondante, tessitura da media a moderatamente grossolana, reazione subalcalina, saturazione alta, moderatamente calcarei, drenaggio moderatamente rapido.  
Classificazione USDA: MOLLIC USTIFLUVENT, LOAMY-SKELETAL, MIXED (CALCAREOUS), MESIC.  
Classe di capacità d'uso: III s.  
Attitudine allo spandimento dei liquami: moderatamente adatti.  
Attitudine allo spandimento dei fanghi di depurazione: poco adatti.  
Capacità qualitativa delle acque profonde: bassa.  
Capacità qualitativa delle acque superficiali: elevata.  
Valore naturalistico: basso.

- **Unità VT4:** superfici variamente inclinate corrispondenti alle scarpate erosive che delimitano i solchi vallivi (terrazzi fluviali), sovente modellati dall'intervento antropico. Comprendono le vallecole dei corsi d'acqua minori (anche a carattere torrentizio) che formano incisioni a fondo acuto nell'ambito dei rilievi morenici, dei terrazzi antichi e del livello fondamentale della pianura in corrispondenza dei livelli morfo altimetrici più consistenti.
  - **Sottounità VT 4.1:** superfici moderatamente acclivi appartenenti alle incisioni torrentizie a fondo acuto del livello fondamentale della pianura, tributari e della valle dell'Adda.
    - **Unità cartografica 38-GBA 1:** Suoli molto profondi, scheletro assente, tessitura da moderatamente grossolana a grossolana, reazione da subalcalina ad alcalina, saturazione alta, scarsamente calcarei, drenaggio moderatamente rapido.  
Classe di capacità d'uso: II s.  
Attitudine allo spandimento dei liquami: poco adatti.  
Attitudine allo spandimento dei fanghi di depurazione: non adatti.  
Capacità qualitativa delle acque profonde: bassa.  
Capacità qualitativa delle acque superficiali: elevata.  
Valore naturalistico: basso.

### ***CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE***

Da un punto di vista geomorfologico il territorio del comune di Monte Cremasco è conseguente all'evoluzione geologica dello stesso, come più sopra delineata.

Sono riconoscibili due unità geomorfologiche sul territorio comunale: il Livello fondamentale della pianura (l.f.d.p.) ad Est e la depressione valliva del fiume Adda ad Ovest, separate tra loro da scarpate morfologiche, i cui dislivelli sono stati sensibilmente levigati dall'attività antropica.

L'abitato è prevalentemente impostato sul l.f.d.p., nella parte settentrionale, mentre il restante edificato (parte meridionale) è collocato ai piedi della scarpata morfologica.



Gli elementi riportati nella tavola 1 sono stati desunti dalla letteratura (Studio geologico di PGT previgente, PTCP della Provincia di Cremona, basi dati vettoriale della Regione Lombardia) e successivamente verificati sul terreno.

## **5. IDROGRAFIA SUPERFICIALE**

Il comune di Monte Cremasco (come accade frequentemente nella pianura padana) è interessato dalla presenza di una diffusa rete idrografica, costituita da corsi d'acqua sia di origine naturale sia artificiale e che ha subito in alcuni casi importanti modifiche e variazioni, le quali ne hanno modificato pesantemente l'andamento e l'assetto piano altimetrico.

I corsi d'acqua principali presenti sul territorio comunale sono i seguenti:

- Roggia Benzona
- Roggia Migliavacca

L'intero territorio comunale si trova al di fuori dalle aree esondabili individuate dalla competente Autorità di Bacino dato che storicamente, i corsi d'acqua non hanno mai presentato alcuna criticità idraulica rilevante.

Per una descrizione dettagliata dei corsi d'acqua sopra elencati si rimanda allo Studio per la definizione del reticolo idrico minore, predisposto dal comune di Monte Cremasco od alla copiosa letteratura disponibile (ad esempio BASSI, 1983 LE ACQUE DI SUPERFICIE DELLA PROVINCIA DI CREMONA, PROVINCIA DI CREMONA 2023 - ATLANTE AMBIENTALE).

## **6. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE GENERALI**

È noto come la Pianura Padana sia particolarmente ricca di acque (sia superficiali che sotterranee) utilizzate a vario titolo fin dai tempi più remoti.

È altrettanto noto come la consistente produzione agricola (che ne fa il maggior distretto agro-zootecnico a livello nazionale) sia vincolata in modo imprescindibile alla disponibilità di risorsa idrica per uso irriguo e zootecnico, così come gli agglomerati urbani e quelli industriali richiedono acqua per gli usi potabili e produttivi.

Gran parte di tale fabbisogno viene derivato dal sottosuolo tramite perforazioni, che in alcuni casi arrivano a diverse centinaia di metri e che vanno ad interessare una serie di "acquiferi" tra di loro variamente sovrapposti.

In particolare, in questa sede verrà illustrata in dettaglio la struttura idrogeologica della Provincia di Cremona, che tuttavia non può essere considerata isolatamente rispetto ai territori circostanti.

Tale area risulta inoltre particolarmente interessante in quanto è stata oggetto, in tempi relativamente recenti, di uno studio promosso dalla amministrazione Provinciale, volto a stabilirne un «modello» ed un conseguente "regolamento" di gestione, per un suo uso sostenibile a medio-lungo termine.

Sulla base dei dati relativi a parecchie migliaia di pozzi e perforazioni di cui si dispone, possiamo suddividere il sottosuolo in una serie di acquiferi, tra di loro separati da orizzonti meno permeabili. Tali acquiferi hanno spessori e potenzialità tra loro molto diverse e subiscono un'analoga variazione anche in senso areale.

Possiamo pertanto individuare:

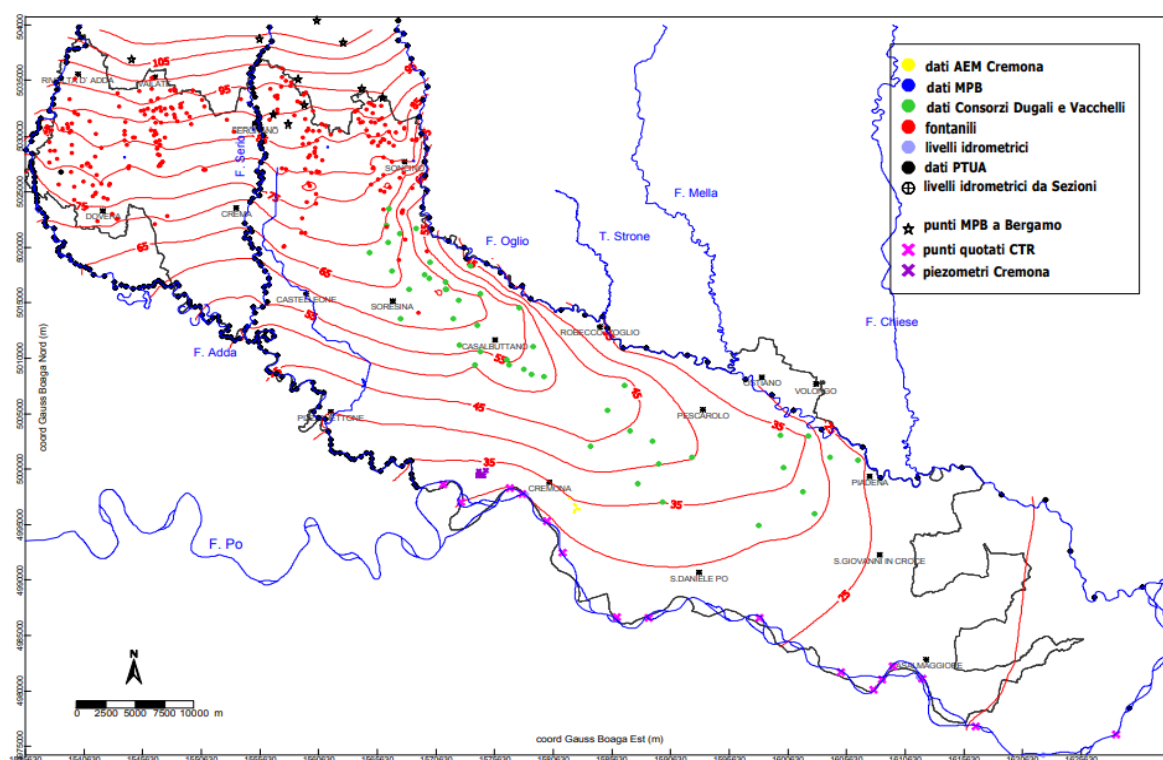
- Un acquifero superficiale (c.d. "prima falda");
- Un acquifero intermedio;
- Un acquifero profondo.

La quota alla quale sono presenti acque salmastre si aggira attorno ai 500 metri e costituisce il limite idrogeologico entro il quale è possibile reperire acque adatte per il consumo umano.

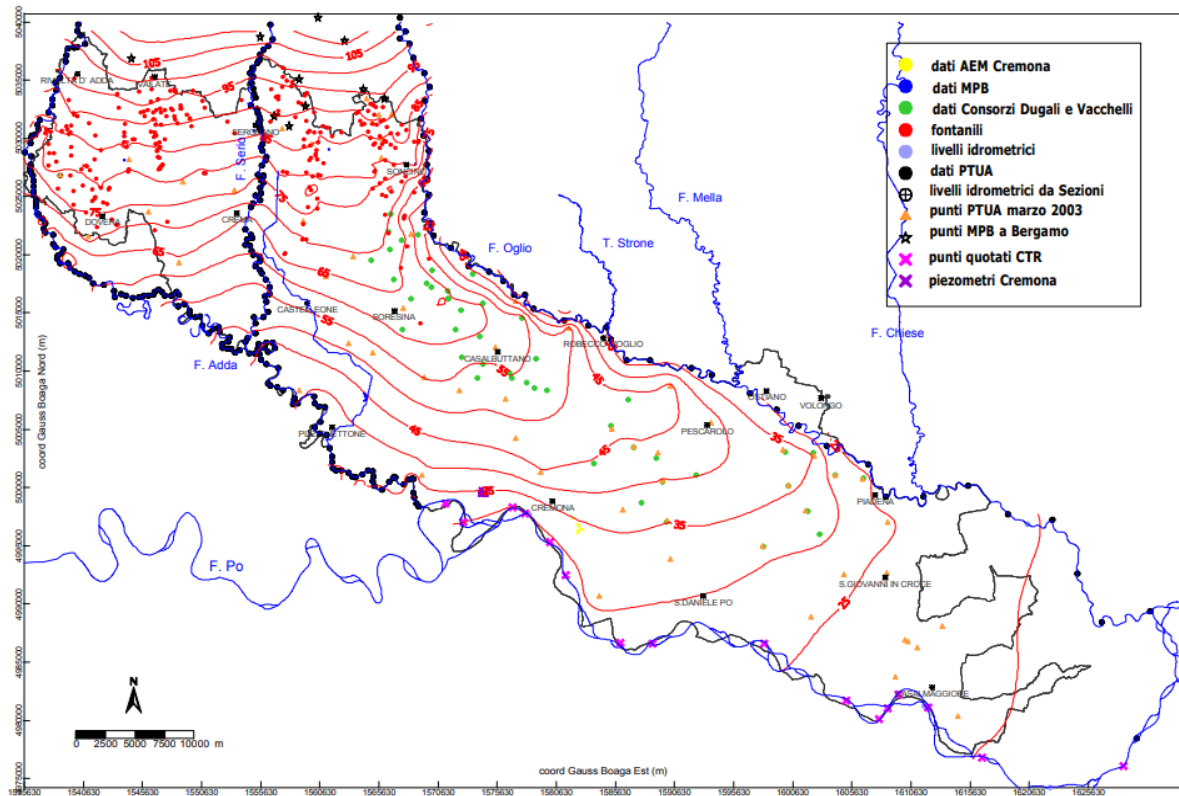
Esistono due tipi principali di acquiferi:

- Acquifero freatico (o non confinato). Il livello dell'acqua è in equilibrio con la pressione atmosferica e l'acquifero è limitato solo inferiormente da uno strato impermeabile;
- Acquifero artesiani (o confinato): la falda è in pressione ed il livello può raggiungere e superare il piano di campagna. L'acquifero è delimitato sia superiormente che inferiormente da strati impermeabili.

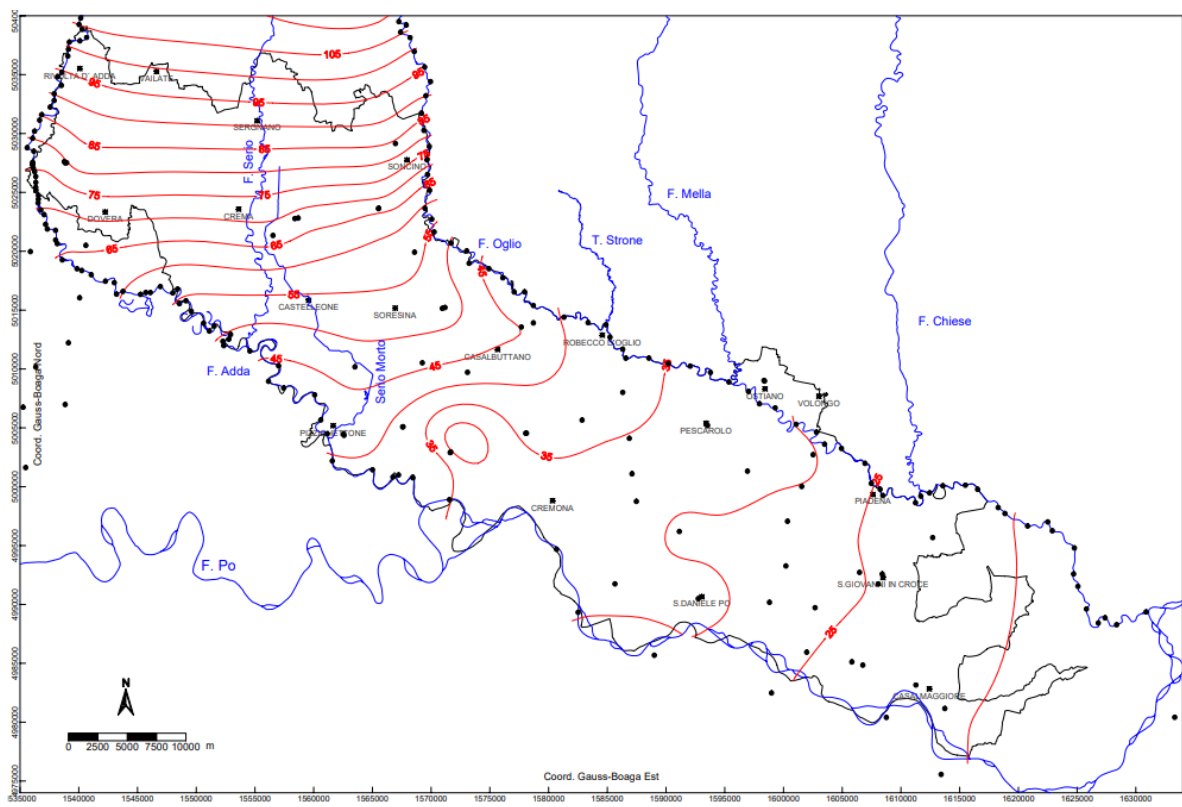
La Provincia di Cremona (PROVINCIA DI CREMONA ATLANTE AMBIENTALE, 2023) ha pubblicato mappe con la ricostruzione del livello piezometrico del primo e del secondo acquifero, sulla base di campagne di misura effettuate su di un elevato numero di pozzi a caratteristiche note.



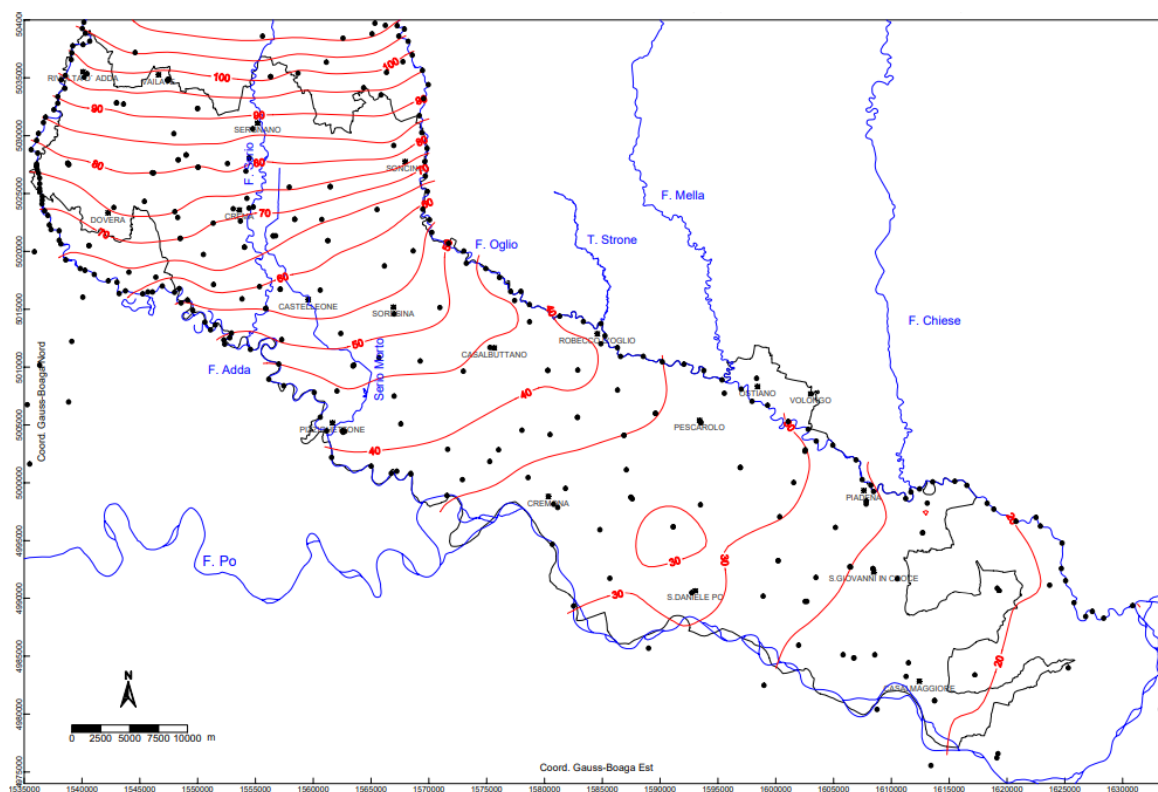
*Curve isopiezometriche dell'acquifero freatico (stagione estiva; equidistanza 5 m)*



*Curve isopiezometriche dell'acquifero freatico (stagione invernale; equidistanza 5 m)*



*Curve isopiezometriche dell'acquifero semiconfinato (stagione estiva; equidistanza 5 m)*



*Curve isopiezometriche dell'acquifero semiconfinato (stagione invernale; equidistanza 5 m)*

La Regione Lombardia nel 2006 (e successivamente nel 2016) ha redatto il “**Piano di tutela delle Acque**” (PTUA), come strumento di gestione della risorsa idrica a livello regionale.

Tale Piano prevede:

- La definizione di 4 gruppi acquiferi (A, B, C e D);
- Le regole d'uso delle risorse idriche “tradizionali” e “pregiate”, dove per queste ultime vige l'obbligo di essere utilizzate esclusivamente a scopo potabile;
- L'utilizzo dell'acquifero più superficiale per una molteplicità di scopi (irrigazione, usi industriali, condizionamento e riscaldamento di edifici);
- Il monitoraggio quali-quantitativo degli acquiferi.

Relativamente alla Provincia di Cremona, il PTUA del 2006 è stato integrato e revisionato nel 2007 sulla scorta del modello idrogeologico provinciale sopra richiamato, poi sostanzialmente riconfermato in quello del 2016.

Infatti, nel 2007 la Provincia di Cremona ha promosso la predisposizione di un “modello idrogeologico” del suo territorio, al fine di:

- Fornire un bilancio afflussi-deflussi a livello globale;
- Consentire la definizione corretta (a revisione del PTUA regionale) della quota di base degli acquiferi principali presenti sul territorio provinciale;
- Verificare a scala di dettaglio le zone in crisi per eccesso di prelievo e consentire l'adozione di adeguate strategie di gestione della risorsa idrica.

Questo modello ha portato anche alla formulazione di “scenari” ipotetici nei quali è stata simulata:

- L'assenza di metodi di irrigazione “a scorrimento”;
- L'uso efficiente della risorsa idrica.

Paradossalmente, una delle conclusioni principali a cui è giunta l'applicazione del modello, sopra richiamato è stata che il quadro ambientale “tradizionale” (e quindi anche l'esistenza stessa di un diffuso sistema di fontanili, tipico della pianura padana) è sostenuto fondamentalmente dalla presenza di una capillare rete irrigua superficiale e dall'irrigazione tradizionale “a scorrimento”, che permette in ultima analisi la ricarica dell'acquifero più superficiale.

È evidente come la disponibilità della risorsa idrica per i diversi usi (potabile, industriale, agricolo, etc..) sia legata ad una corretta gestione della domanda, che deve essere commisurata sia alla capacità di ricarica dei diversi acquiferi che alle loro caratteristiche qualitative.

Questo ha portato, dopo un periodo di eccesso di prelievo nel periodo compreso tra il 1950 ed il 1990, ad una stabilizzazione della quantità di acqua prelevata (in particolare per gli usi industriali) ed in alcuni casi (ad es. area di Milano) ad una inversione di tendenza.

Attualmente, sia la Regione Lombardia (con il PTUA) che le singole amministrazioni provinciali hanno emanato degli strumenti normativi (in particolare la Provincia di Cremona)

che hanno permesso di fare un bilancio tra prelievi e capacità degli acquiferi, in modo tale da consentirne la gestione a lungo termine.

È evidente (in particolare per la Provincia di Cremona) la stretta connessione tra il quadro ambientale e l'attività antropica, che non sempre risultano in contrasto tra di loro, come già sopra sottolineato.

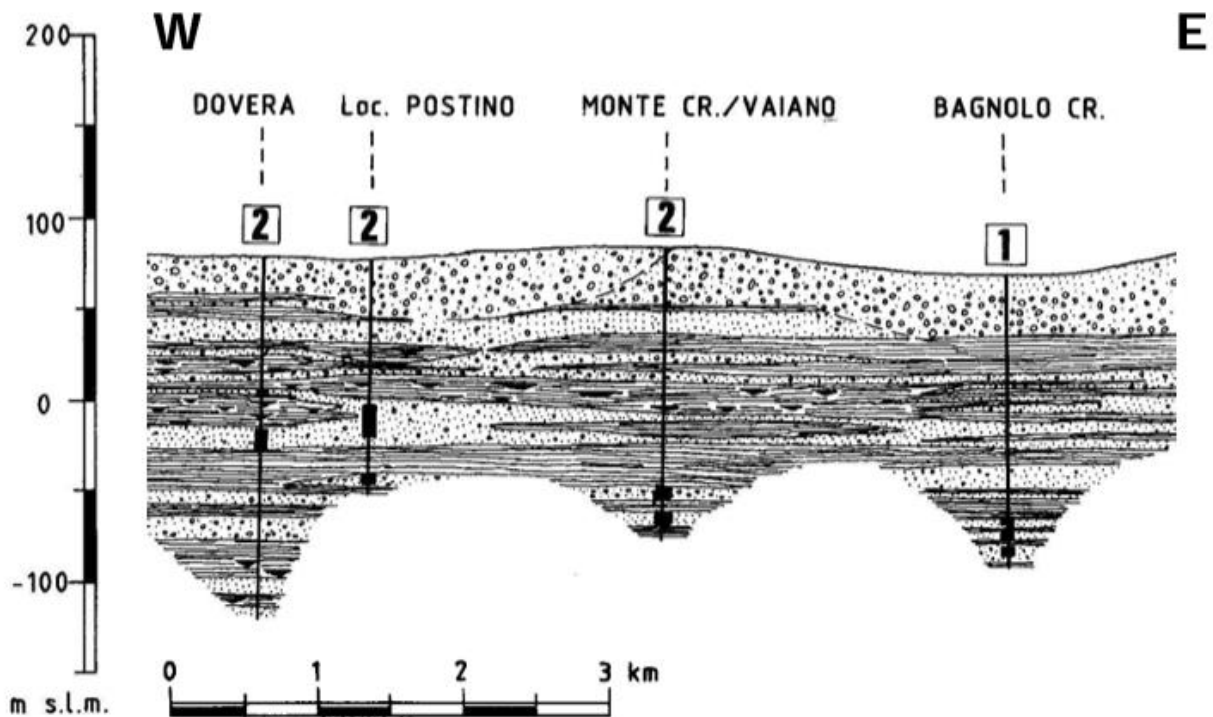
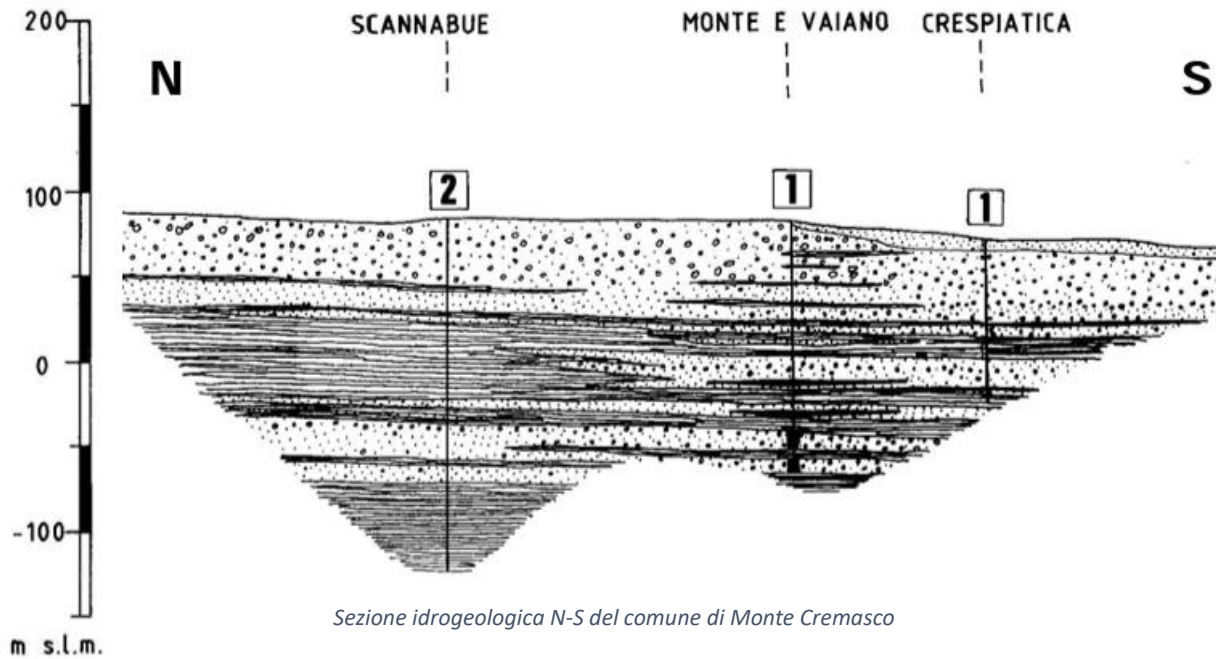
## **7. SITUAZIONE IDROGEOLOGICA LOCALE**

Nell'insieme la zona oggetto di indagine è caratterizzata da una sequenza di acquiferi sovrapposti, tipica delle aree di pianura, di seguito sommariamente descritta.

Procedendo dal p.c. verso il basso, possiamo distinguere le seguenti litologie:

- da m -0 a m -70 circa da p.c., sabbie e ghiaie sabbiose caratterizzate da permeabilità elevata (pari a circa  $5 \times 10^{-5}$  m/s). Questo strato è generalmente la sede della falda freatica la cui superficie è posta (relativamente all'area in esame) a circa -4.0 metri da p.c., risentendo in ogni caso di escursioni in relazione all'andamento delle precipitazioni atmosferiche e degli apporti irrigui. Occasionalmente sono presenti lenti di materiale relativamente poco permeabile (limi e limi sabbiosi) a scarsa persistenza laterale;
- da m -70 a m -80 da p.c. strati argille più o meno limose pressoché impermeabili di estensione e spessore variabili;
- da m -80 fino a m 100 circa da p.c., sabbie medie con ghiaietto mediamente permeabili, delimitate da strati più spessi di argilla, che costituiscono un acquifero artesianico di buone potenzialità;
- da m -100 a m -140 da p.c., limi e limi argillosi;
- da m -100 a m -140 da p.c., acquifero artesianico sfruttato a scopo idropotabile dai pozzi a servizio dell'acquedotto consortile.

L'assesto idrogeologico a grande scala è evidenziato nelle sezioni idrogeologiche esemplificative riportate sul sito istituzionale della Provincia di Cremona (ATLANTE AMBIENTALE – PROVINCIA DI CREMONA, 2023).





## **8. BILANCIO IDRICO DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE**

Come in precedenza riportato già la Regione Lombardia, con l'entrata in vigore del Piano Regionale di Tutela ed Uso della Acque (PTUA) nel 2006, ha operato un primo bilancio idrico a livello quantitativo ed un monitoraggio delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque appartenenti ai diversi gruppi acquiferi.

Successivamente la Provincia di Cremona (in occasione dello studio di revisione del PTUA per il territorio di propria competenza) ha rivisto nel dettaglio tale bilancio idrico, suddividendo i comuni del territorio cremonese in diverse categorie.

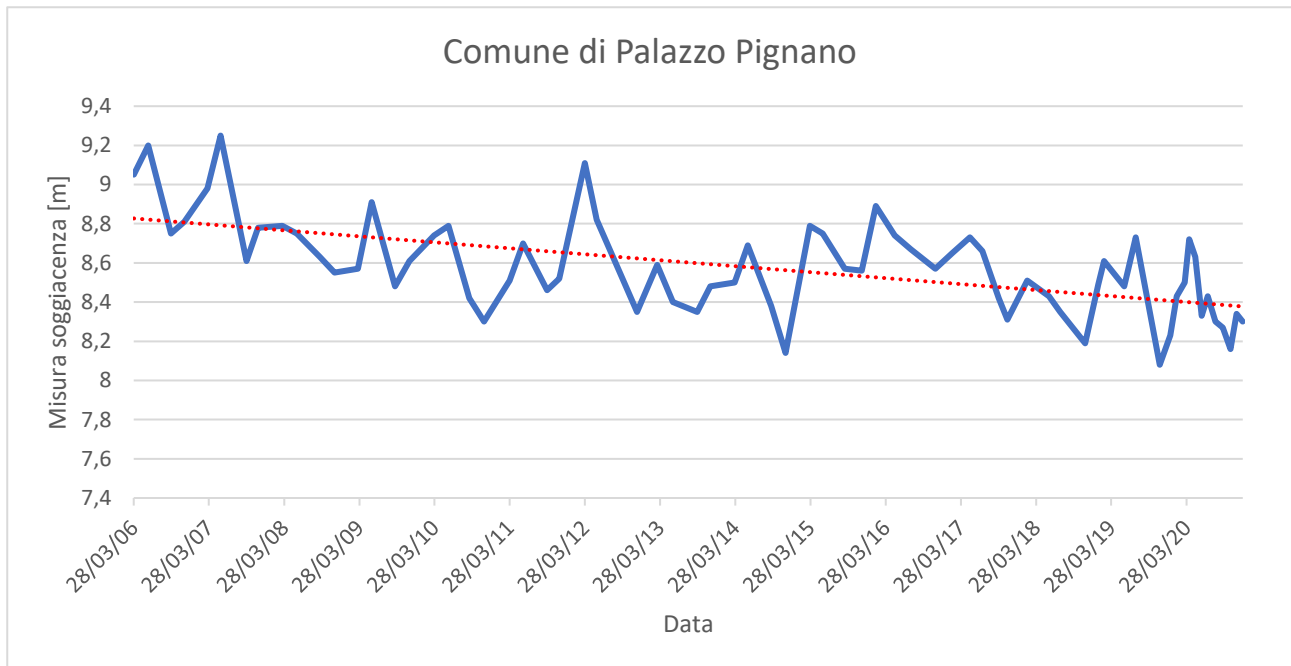
Nello specifico il comune di Monte Cremasco appartiene al settore denominato **ADDA-OGGIO**, dove si assiste ad un significativo squilibrio tra prelievi attuati e volumi idrici prelevabili in condizioni di sostenibilità, per cui nuove concessioni vengono definite ammissibili solo prevedendo efficaci azioni di ricarica artificiale della falda.

Nuove concessioni di derivazione relative a pozzi con portata di concessione superiore o uguale a 10 l/s (per acque sotterranee poste al di sopra della superficie di separazione tra la porzione superficiale e quella profonda del sistema acquifero come definite nel PTUA vigente) ed a 1 l/s (per acque sotterranee poste al di sotto della superficie di separazione tra la porzione superficiale e quella profonda del sistema acquifero come sopra definite) da realizzarsi nel Comune di Monte Cremasco sono sostenibili, a condizione che il concessionario attui un prelievo con modalità e tempistica (approvate contestualmente al rilascio della concessione) che consentano la ricarica della falda. Per derivazioni la cui portata superi i limiti sopra richiamati dovrà essere installato almeno un piezometro dotato di misuratore automatico del livello idrico, che consenta di controllare la risposta nel tempo della falda allo scopo di monitorare l'andamento tendenziale del livello freatico dei vari acquiferi.

La Regione Lombardia ha predisposto una rete di piezometri di monitoraggio, che periodicamente sono oggetto di misure del livello freatico.

Qui di seguito viene riportato l'andamento grafico del livello freatico relativo all'acquifero più superficiale realizzato utilizzando le serie misurate nel vicino comune di Palazzo Pignano (dal 2006 al 2020), in mancanza di punti di controllo specifici presenti sul territorio indagato.

Come si può vedere l'andamento del livello piezometrico negli anni oggetto di monitoraggio risulta in lieve diminuzione.



*Andamento del livello piezometrico negli anni 2006 ÷ 2020 per il comune di Palazzo Pignano*

## 9. POZZI PUBBLICI E PRIVATI

È stato fatto (sulla base dei dati presenti sull'Atlante Ambientale di Cremona) un censimento dei pozzi dotati di concessione presenti sul territorio del comune di Monte Cremasco, graficamente riportati nella tavola n° 4 allegata al presente studio.

Solamente del pozzo acquedottistico è stato possibile reperire la stratigrafia ed i relativi dati tecnico-costruttivi (che sono stati riportati nelle schede dell'Allegato A) mentre dei restanti è nota esclusivamente la posizione, in quanto trattasi di strutture estrattive in genere molto vecchie e quindi prive presso gli archivi provinciali di gran parte delle informazioni salienti.

Un esame dei dati relativi ai pozzi di cui si dispone di informazioni indica che:

- USI: l'uso prevalente (60%) è quello zootecnico, legato alle zone prive di collegamento alla rete di acquedotto consortile. I restanti usi sono del tutto sporadici e legati a situazioni particolari.
- PROFONDITA': anche in questo caso si ha la netta prevalenza di pozzi a moderata profondità (20 ÷ 30 metri), che vanno ad interessare solo l'acquifero più superficiale. Nel seguito si riporta una tabella riassuntiva dei dati reperiti presso l'Ufficio Derivazioni della Provincia di Cremona, relativamente alle utenze idriche.

N°	Nome	Profondità (m)	Uso
1	AZ. AGR. BERTAZZOLI F.LLI	/	/
2	AZ. AGR. BERTAZZOLI F.LLI	/	/
3	CARROZZERIA ALCHIERI E SPOLDI	25	Altri usi
4	RISTORANTE PATRINI	/	Altri usi
5	SOC. MONTE di Bolzoni F.s.n.c	28	Altri usi
6	NUOVA FRIGOTECNICA CREMASCA s.a.s.	24	Altri usi
7	PLASTIFER n.s.c.	24	Irriguo
8	POLASTRI ALESSANDRO	18	Zootecnico
9	LUCCA GIULIO e DAVIDE	15	Zootecnico
10	GATTI ROBERTO	15	Irriguo
11	GATTI ROBERTO	15	Irriguo
12	CREDITO COOP. INTERPROV. LOMBARDO s.r.l.	20	Altri usi
13	FUSARI IMPERATORE GIUSEPPE	20	Zootecnico
14	MIGLIORATI ANDREA, FRANCESCO ed ANGELO	18	Zootecnico
15	BERTAZZOLI CAMILLO E F.LLI	20	Zootecnico
16	MIGLIORATI ANDREA, FRANCESCO ed ANGELO	24	Zootecnico

## **10. PIEZOMETRIA DELLA FALDA SUPERFICIALE**

Allo scopo di ricavare l'andamento della superficie piezometrica relativa all'acquifero più superficiale (in quanto più direttamente interferente con i potenziali interventi sul territorio) si è proceduto come segue:

- recupero presso la competente Provincia di Cremona dei dati relativi alle concessioni di derivazione presenti sul territorio comunale;
- esecuzione di sopralluoghi per la verifica delle caratteristiche dei singoli pozzi;
- esecuzione (quando possibile) di misure di livello all'interno dei pozzi con freatimetro portatile (precisione 0.5 cm);
- esecuzione di misure di livello in corrispondenza dei punti di venuta a giorno della falda freatica (es. zone umide, fontanili, laghi di cava, ecc...);
- quotatura dei punti di misura mediante apparecchiatura GPS per il calcolo della superficie di interpolazione;
- la superficie così calcolata è stata trasposta in una tavola (Carta idrogeologica, n° 4) in forma di isoipse quotate.

L'esame dei risultati mostra come l'andamento freatico del territorio comunale sia rappresentato da un gradiente regionale ad andamento Nord-Sud, tipico della provincia cremonese in generale (vedasi anche PROVINCIA DI CREMONA, ATLANTE AMBIENTALE 2023).

## **11. VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO SUPERFICIALE**

Allo scopo di fornire una valutazione globale del grado di vulnerabilità idrogeologica della falda freatica sull'intero territorio comunale, (da intendersi come "la suscettibilità delle acque sotterranee a subire un peggioramento della loro qualità a causa dell'inquinamento prodotto da attività antropiche" (BACHMAT e COLLIN 1987)), si è provveduto a combinare i dati di soggiacenza (determinati con la procedura esposta in precedenza) con quelli relativi alle caratteristiche geologiche 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 del relativo 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 pedologico 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 ed allo stesso tempo consentire una valutazione "speditiva" del grado di vulnerabilità del territorio, considerata più confacente allo scopo che ci si prefigge nel presente studio, rispetto ad altri metodi parametrici più complessi (ad es. DRASTIC, per una cui illustrazione dettagliata si rimanda a CIVITA, 1994, *cit.*) ma nei quali l'elevato numero di parametri richiesti spesso non è disponibile o noto solamente in modo approssimativo.

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 indagini geotecniche di cui si dispone relativamente al territorio in esame, che hanno mostrato una litologia relativamente monotona (sabbie e ghiaie), almeno per quanto attiene alle caratteristiche granulometriche dei costituenti;

- tipo di suolo (ricavato dalla pubblicazione ERSAL di riferimento) e relativa capacità di scambio cationico;
- 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 soggiacente e precisamente (vedi Tavola n°4):

- una zona posta nella parte nordorientale del territorio comunale (caratterizzata da valori di soggiacenza compresi tra -5 e -7 metri da p.c.), a cui si accompagnano suoli di tipo "fluvioglaciale" ed ai quali è stato attribuito un grado intermedio di vulnerabilità. In tale area sussistono solo modeste limitazioni all'uso ed allo spandimento di liquami e reflui zootecnici, data la profondità relativamente elevata falda freatica e le buone caratteristiche di protezione (intesa come capacità di assorbimento di potenziali inquinanti) dei suoli soprastanti;
- una zona, la quale occupa gran parte del territorio, 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 ragione della loro possibile ripercussione negativa sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee;

Nel complesso appare quindi come il territorio in esame risulti caratterizzato da un grado di vulnerabilità nel complesso moderata, in accordo con i dati di letteratura (ad es. ASSOCIAZIONE CREMONA AMBIENTE, 1992; ATLANTE AMBIENTALE PROVINCIA DI CREMONA, 2023).

## **12. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI**

Allo scopo di fornire una prima caratterizzazione da un punto di vista geotecnico del territorio in argomento sono stati reperiti i risultati di indagini geotecniche pregresse, eseguite dallo scrivente sul territorio comunale. La posizione delle indagini è riportata nella tavola 5 ed i diagrammi relativi alle prove (principalmente indagini penetrometriche di tipo dinamico DPSH) allegati alla presente relazione (vedasi Allegato B).

Con l'eccezione dei primi metri di terreno di alterazione si tratta in generale di materiale sabbioso e sabbioso-ghiaioso nel complesso ben addensato, con buone caratteristiche geotecniche.

## **13. SINTESI DEGLI ELEMENTI VALUTATIVI TERRITORIALI**

Riassumendo gli elementi di rilevanza ambientale fino ad ora individuati, possiamo affermare quanto segue:

- Da un punto di vista geologico i terreni presenti nel territorio del comune di Monte Cremasco sono di tipo sabbioso-ghiaioso.
- La soggiacenza della falda superficiale è generalmente limitata a 3÷4 metri dal p.c. Di conseguenza la vulnerabilità idrogeologica del primo acquifero è generalmente compresa tra un valore "moderato" ed "elevato", anche se la presenza in superficie di suoli aventi caratteristiche pedologiche adatte costituisce un elemento di protezione non trascurabile.
- I pozzi presenti sul territorio comunale emungono quasi tutti dall'acquifero più superficiale, se si eccettua quello a servizio dell'acquedotto consortile.
- I corsi d'acqua presenti sul territorio sono quasi tutti di origine antropica o comunque rettificati ed arginati.

## **14. VINCOLI ESISTENTI**

### ***SINTESI VINCOLI COMUNALI***

Sul territorio del comune di Monte Cremasco (come riportato graficamente nella tavola n° 7) sono presenti i seguenti elementi di vincolo, derivanti dalle norme sovra ordinate nazionali, regionali e provinciali:

- **Zona di tutela assoluta delle captazioni idropotabili** (D.Lgs 152/2006). Estesa per un raggio di 10 metri dalla testata dei pozzi a servizio dell'acquedotto consortile.

In questa area sono vietati:

- La dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- L'accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- Lo spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di 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;
- La dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- Le aree cimiteriali;
- L'apertura di cave che possano essere in connessione idrogeologica con la falda;
- L'apertura di pozzi, ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano;
- La gestione di rifiuti;
- Lo stoccaggio di sostanze chimiche pericolose e di sostanze radioattive;
- I centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- I pozzi perdenti;
- Il pascolo e la stabulazione del bestiame.

Per gli insediamenti o le attività preesistenti (ad eccezione delle aree cimiteriali) sono adottate le misure per il loro allontanamento ed in ogni caso deve essere garantita la loro messa in sicurezza.



- **Fascia di rispetto dei terrazzi geomorfologici**, estesa per 10 metri dal ciglio della scarpata, come disposto dall'art 16 delle Norme Tecniche del Piano Territoriale di Coordinamento Paesaggistico della Provincia di Cremona.

In queste aree sono vietati interventi e trasformazioni che alterino i caratteri morfologici, paesaggistici e naturalistici di tali elementi tutelati. 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, 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.

Sono consentiti quegli interventi di natura non edificatoria (quali ad esempio attività di cava, di piscicoltura e/o pesca sportiva, le bonifiche agricole o comunque gli interventi estrattivi in fondi agricoli), che non portino alla perdita dei riferimenti significativi del disegno territoriale originario ed 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 interesse pubblico non altrove ubicabili, a fronte di interventi di parziale compensazione naturalistica, da definire sulla base delle caratteristiche del territorio, alla natura dell'intervento ed ai criteri di sostenibilità previsti dal PTCP vigente ed in particolare all'Appendice D "*Individuazione dei contenuti minimi dei PGT sugli aspetti sovracomunali*".

Nel caso in cui dovessero essere riscontrate delle difformità alla scala del singolo intervento tra quanto previsto a livello cartografico e quanto rilevabile, dovrà essere fornita una relazione puntuale ad opera di un tecnico abilitato (Geologo), che giustifichi la rimodulazione e/o la cancellazione del vincolo.

- **Aree adiacenti ai corsi d'acqua soggette a vincolo idrogeologico** ai sensi del RD n° 523/1904 per un'estensione di 10 metri dalle sponde, ridotta a 5 metri per i tratti compresi

nei centri abitati o tombinati. Per tali aree la norma prevede un elenco di attività vietate, consentite o soggette ad autorizzazione preventiva così riassumibili:

**- Attività soggette a semplice nulla osta:**

Le attività consentite, soggette a semplice nulla osta, sono quelle che utilizzano la zona di argine pubblico esclusivamente per la viabilità pubblica o privata. È necessario verificare in questo caso che non siano introdotte alterazioni al regime dell'alveo (art. 59 R.D. n° 523/1904).

Sono inoltre consentite le seguenti attività:

- interventi di manutenzione dell'alveo intesi come rimozione di tutto ciò che ostacola il regolare deflusso delle piene, rimozione dei rifiuti solidi o di materiale non naturale e delle ramaglie trasportate dalla corrente;
- taglio di vegetazione arbustiva ed arborea a rischio di sradicamento;
- interventi di ripristino della capacità idraulica nei tratti canalizzati ed in corrispondenza delle opere di attraversamento, taglio di vegetazione arbustiva ed arborea, pulizia dell'alveo a seguito dell'accumulo di materiale solido che ostacoli il regolare deflusso, protezione delle fondazioni delle pile dai fenomeni di scalzamento;
- pulizia dei tratti tombinati, con eliminazione dei materiali litoidi e vegetali ostacolanti o paralizzanti il regolare deflusso delle acque;
- mantenimento/manutenzione delle sponde ed argini mediante taglio delle ramaglie per l'alleggerimento della copertura vegetale, al fine di evitare l'ostruzione dell'alveo per crollo e di consentire la formazione di sottobosco;
- cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree coltivate;
- interventi di manutenzione delle sponde, dei versanti direttamente correlati agli alvei e delle opere di consolidamento per il mantenimento delle condizioni di stabilità e di protezione del suolo da fenomeni di erosione accelerata, tramite interventi di ingegneria naturalistica;
- interventi di rinaturazione, intesi come ripristino ed ampliamento delle aree a vegetazione spontanea autoctona.

**- Attività soggette a specifico permesso o autorizzazione**

Sono le attività previste dagli art.97 e 98 del R.D. n° 523/1904 ed in particolare:

- la formazione di pennelli, chiuse ed opere similari all'interno dell'alveo dei fiumi e delle rogge allo scopo di facilitare l'accesso e l'esercizio dei porti natanti e dei ponti di barche;
- la formazione di ripari a difesa delle sponde che si avanzano entro gli alvei, oltre le linee che fissano la normale larghezza;
- i dissodamenti dei terreni boscati e cespugliati laterali ai fiumi e corsi d'acqua a distanza inferiore a 10 metri dal ciglio di sponda (od in alternativa dalla linea a cui giungono le acque in regime ordinario), ferme restando le disposizioni di cui all'art.95 R.D. 523/1904;
- le piantagioni dei territori soggetti ad esondazione, quando si trovino di fronte ad un abitato minacciato da fenomeni di erosione, ovvero in un territorio esposto al pericolo di disalveamenti;
- la formazione di rilevati di salita o discesa sul corpo degli argini, allo scopo di garantire accesso a beni, abbeveratoi, guadi e passaggi di fiumi e corsi d'acqua;
- la ricostruzione (anche senza variazione di posizione e di forma) delle chiuse stabili e degli incili delle derivazioni, di ponti, ponti-canali, botti sotterranee ed opere similari esistenti negli alvei dei fiumi e corsi d'acqua, scolatori pubblici e canali demaniali;
- l'estrazione di ciottoli, ghiaia, sabbia ed altre materie del letto dei fiumi, corsi d'acqua e canali, fatti salvi i casi previsti dalla normativa vigente;
- nuove costruzioni nell'alveo dei corsi d'acqua od altre opere stabili, finalizzate alla derivazione da ponti, ponti-canali e botti sotterranee, ivi comprese le modifiche di quelle già esistenti;
- la costruzione di nuove chiaviche di scolo che intersechino gli argini e la demolizione delle esistenti.

**- Attività consentite:**

- ripristino di protezioni spondali e/o di difesa in alveo deteriorate;
- ripristino e manutenzione di reti di scolo e di drenaggio superficiale;
- realizzazione di recinzioni discontinue e non permanenti, con modalità tali da garantire l'accessibilità al corso d'acqua;
- realizzazione di nuovi attraversamenti infrastrutturali che non comportino ostacolo al normale deflusso delle acque e comunque corredati da uno studio di compatibilità idraulica per portate con tempi di ritorno 100 anni;
- livellamento di terreni esclusivamente a fini agricoli.

**- Attività vietate**

Le attività vietate sono quelle previste nell'art. 96 R.D. n° 523/1904 e nello specifico riguardano le seguenti tipologie di opere:

- la formazione di pescaie, chiuse, pietraie ed altre opere per l'esercizio della pesca con le quali si alteri il corso naturale delle acque, quando non già autorizzate mediante apposita concessione;
- le piantagioni che si inoltrino entro l'alveo dei fiumi e corsi d'acqua in modo tale da restringere la sezione e creare ostacolo al libero deflusso delle acque;
- lo sradicamento e/o la distruzione delle ceppaie degli alberi che sostengono le rive dei corsi d'acqua per una distanza orizzontale non inferiore e a 10 metri dalla linea a cui arrivano di norma le acque. Questa prescrizione vale solo per il reticolo primario, mentre per quello secondario la proibizione è relativa esclusivamente alla vegetazione presente sulle sponde dei corsi d'acqua;
- la piantagione di essenze vegetali sulle sponde e sugli argini dei corsi d'acqua ad una distanza inferiore a 4 metri dal ciglio di sponda stesso, nonché i movimenti di terreno;
- lo scavo di terreno e la realizzazione di edifici a meno di 10 metri dal ciglio di sponda degli argini. Tale distanza può essere ridotta fino a 5 metri in zone individuate come urbanizzate od urbanizzabili all'interno del Piano di Governo del Territorio;

- qualunque opera od attività che possa alterare lo stato, la forma, le dimensioni, la resistenza e le caratteristiche prestazionali a cui sono destinati gli argini, sponde, loro accessori e relativi manufatti attinenti (ad es. opere di regolazione idraulica);
- variazioni ed alterazioni delle difese di sponde ed argini dei corsi d'acqua ed ai manufatti attinenti;
- il pascolo e la permanenza di bestiame sugli argini, scarpate e sponde dei corsi d'acqua;
- l'apertura di cave, fontanili e la terebrazione di pozzi ad una distanza tale da recare danno o diminuzione delle acque scorrenti o che costituiscano indebita sottrazione di acque;
- qualunque opera in alveo o sulle sponde dei corsi d'acqua, tale che possa nuocere alla sicurezza ed all'esercizio dei porti natanti e dei ponti di barche;
- lo stabilimento di molini natanti e/o pontoni galleggianti nei corsi d'acqua.

È vietata la copertura dei corsi d'acqua, ai sensi del D. Lgs. n° 152/2006, a meno che non sia imposta da ragioni di tutela della pubblica incolumità. In ogni caso la proposta dovrà essere corredata da studio idraulico-geologico che ne attesti la compatibilità ed il corretto dimensionamento nei confronti delle portate scorrenti nello specifico tratto di corso d'acqua interessato.

Inoltre, non sono consentiti, entro una fascia di 10 metri dalle sponde come sopra definite (ridotta a 5 metri nelle zone urbanizzate od urbanizzabili individuate nel Piano di Governo del Territorio), ai sensi del R.D. n° 523/1904:

- la realizzazione di strutture trasversali (recinzioni permanenti e continue, muretti di contenimento) che possano ridurre od ostacolare il deflusso delle acque;
- la realizzazione di strutture interraste (box, cantine, ecc...), in quanto a rischio di allagamento;
- la realizzazione di pozzi disperdenti, serbatoi sopra terra ed interrati di carburante;

- l'effettuazione di scavi e riporti, se non finalizzati al mantenimento e miglioramento del regime idrico locale;
- i nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché ampliamento degli impianti esistenti, fatto salvo l'adeguamento degli stessi alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali;
- i nuovi impianti di smaltimento, recupero e raccolta rifiuti;
- la realizzazione di pozzi idrici.

## **15. ANALISI DEL RISCHIO SISMICO**

### ***INQUADRAMENTO SISMICO***

L'analisi della sismicità (intesa come distribuzione spazio-temporale dei terremoti avvenuti nel tempo in una determinata area) costituisce il primo tassello negli studi di valutazione della pericolosità sismica di base. Infatti, trattandosi di modelli probabilistici, le caratteristiche sismo-tettoniche e le modalità di rilascio dell'energia sismica registrate in passato consentono la messa a punto di modelli che descrivano l'attività sismica futura e dunque permettano di stimare i livelli di accelerazione attesi.

Dalla consultazione dei cataloghi sismici redatti dall'Istituto di Geofisica e Vulcanologia per gli studi di pericolosità risulta che l'area di Monte Cremasco è stata caratterizzata da eventi sismici piuttosto sporadici e di intensità massima NF.

Dal catalogo DBMI15 - database utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15) aggiornato al maggio 2015 (a cura di M. LOCATI *et al.*) - sono state estrapolate le osservazioni macrosismiche relative al comune di interesse tramite risultati strumentali.

Per territorio in esame le località epicentrali per eventi che hanno prodotto i maggiori risentimenti/danni (osservazioni macrosismiche) provengono da zone appartenenti alle province limitrofe (Bresciano, Bergamasco) come evidenziato nelle due tavole riportate di

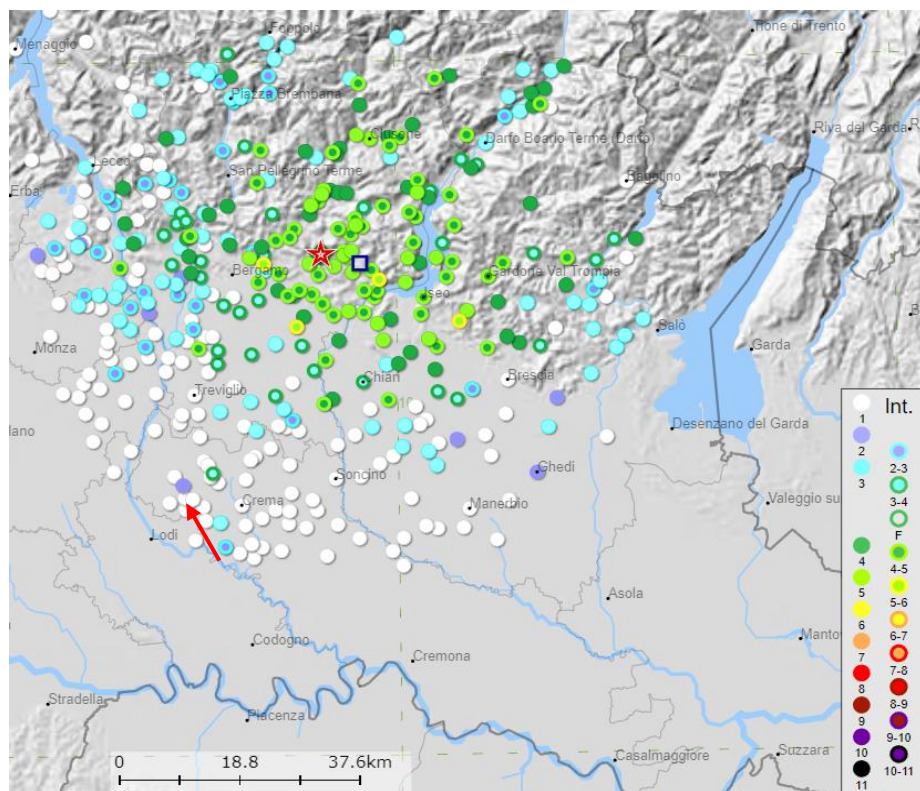
seguito, tratte dal CPTI15 presente sul sito Internet dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

**1995 ottobre 29 13:00:27.69**  
**Lago d'Iseo**

EqID 19951029\_1300\_000

	Lat	Lon	Orig. ep.	Io	Mw	ErMw	Orig. mag.	Profond.
★ CPTI15	45.723	9.849		5-6	4.35 ± 0.08		Wmim	32.5
▣ Macro	45.709	9.927	bx0	5-6	4.35 ± 0.10		bxn	
◊ Instr	45.723	9.849	CSTI1.1		4.36 ± 0.15		Pry_mlmsmb	32.5

PlaceID	Località	Sc	Lat	Lon	Int
IT_11442	Missaglia		45.708	9.336	NF
IT_18935	Monte Cremasco		45.373	9.573	NF
IT_18939	Montodine		45.286	9.709	NF
IT_11507	Morterone		45.875	9.481	NF
IT_18941	Moscazzano		45.293	9.681	NF
IT_14995	Mozzanica		45.476	9.692	NF
IT_13565	Ornago		45.598	9.420	NF
IT_16569	Orzinuovi		45.402	9.924	NF
IT_16579	Orzivecchi		45.420	9.962	NF
IT_15044	Osio Sopra		45.629	9.588	NF

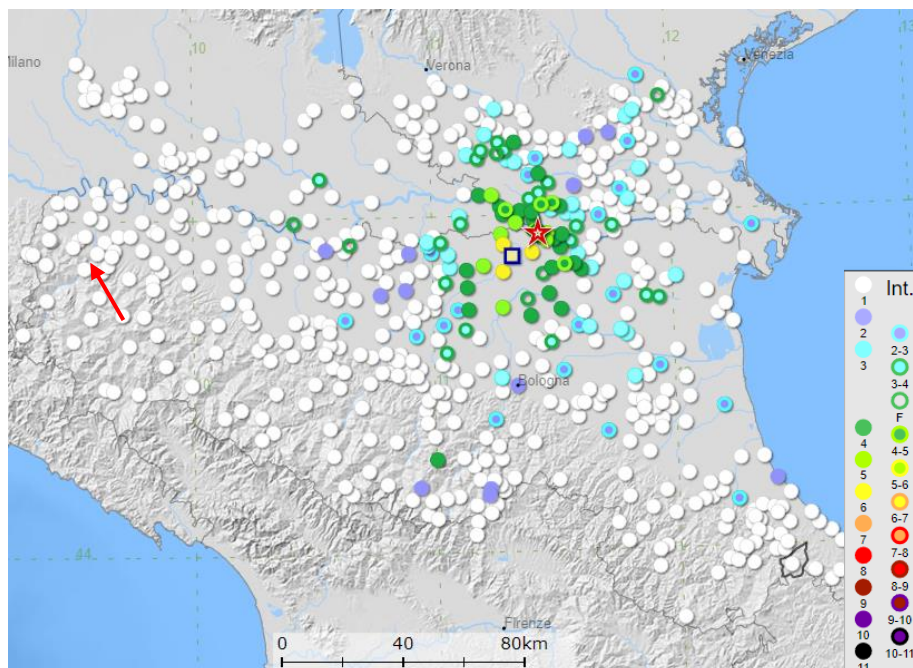


**1986 dicembre 06 17:07:19.77**  
**Ferrarese**

EqID 19861206\_1707\_000

	Lat	Lon	Orig. ep.	Io	Mw	ErMw	Orig. mag.	Profond.
★ CPTI15	44.947	11.444		6	4.43 ± 0.08		Wmim	23.5
▣ Macro	44.879	11.334	bx0	6	4.54 ± 0.10		bxn	
◇ Instr	44.947	11.444	CSI1.1		4.15 ± 0.16		Pry_mlmmb	23.6

PlaceID	Località	Sc	Lat	Lon	Int
IT_29053	Montagnana		45.232	11.466	NF
IT_38262	Montale		44.575	10.908	NF
IT_18935	Monte Cremasco		45.373	9.573	NF
IT_37615	Montecchio Emilia		44.699	10.448	NF
IT_36404	Montechiarugolo		44.693	10.422	NF
IT_38697	Montecreto		44.248	10.718	NF
IT_41897	Montefiore Conca		43.889	12.611	NF
IT_42183	Monteqelli		43.979	12.247	NF



La "Carta della Pericolosità Sismica" del territorio nazionale riporta il valore dell'accelerazione orizzontale massima ( $A_g$ ) che ha la probabilità di essere superata almeno una volta nei prossimi 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni) e per la quale il territorio del Comune di Monte Cremasco ricade in **zona 4**.



I parametri sismici significativi previsti dalla norma per le diverse zone sismiche sono sinteticamente riportati nella tabella seguente.

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

### ***ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA***

L'analisi della pericolosità sismica locale è basata sui contenuti della Deliberazione di Giunta Regionale 30 novembre 2011 – n. IX/2616 *"Aggiornamento dei 'Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di 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 D.G.R. 28 maggio 2008, n. 8/7374"*, pubblicata sul BURL n. 50 Serie ordinaria del 15 dicembre 2012.

In sostanza la D.G.R. afferma che le particolari condizioni geologiche e geomorfologiche di una zona (effetti locali) possono influenzare (in occasione di eventi sismici) la pericolosità sismica di base, producendo effetti diversi che devono essere considerati nella valutazione generale della pericolosità sismica dell'area. Tali effetti vengono distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti. Da qui la necessità di giungere ad una corretta identificazione della categoria sismica a cui appartiene il terreno presente in una determinata area.

In funzione delle caratteristiche del terreno presente si distinguono due grandi gruppi di effetti locali:

- quelli di sito o di amplificazione sismica locale;

- quelli dovuti ad instabilità (la descrizione di questi ultimi viene tralasciata, perché non pertinente al territorio indagato).

Gli *effetti di sito* o di *amplificazione sismica locale* interessano tutti tipi di terreno in quanto inducono modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza che un moto sismico (terremoto di riferimento, relativo ad una formazione rocciosa di base chiamata "*bedrock*"), può subire durante l'attraversamento degli strati di terreno sovrastanti il *bedrock* stesso, a causa dell'interazione delle onde sismiche con le particolari condizioni locali.

Essi si distinguono in due gruppi, che possono essere anche contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- **effetti di amplificazione topografica**, si verificano quando le condizioni locali siano rappresentate da morfologie superficiali più o meno articolate e da irregolarità topografiche in generale. Tali condizioni favoriscono la focalizzazione delle onde sismiche in prossimità della cresta del rilievo, a seguito di fenomeni di riflessione sulla superficie libera e di interazione fra il campo d'onda incidente e quello diffratto. Se l'irregolarità topografica è rappresentata dal substrato roccioso (*bedrock*, senza la presenza al tetto di terreno) si verifica un puro effetto di amplificazione topografica, mentre nel caso di rilievi costituiti da materiali non rocciosi l'effetto amplificatorio è la risultante dell'interazione (difficilmente separabile) tra l'effetto topografico e quello litologico di seguito descritto;

- **effetti di amplificazione litologica**: si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte (bacini sedimentari, chiusure laterali, corpi lenticolari, eteropie ed interdigitazioni, gradini di faglia, etc.) e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie con determinate proprietà meccaniche. Tali condizioni 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. A livello pratico questo comporta il fatto che un sisma della medesima intensità strumentale (registrata in

corrispondenza del *bedrock*) possa in realtà caratterizzarsi nel suo percorso verso la superficie per effetti più o meno distruttivi, a seconda che l'evento sismico subisca più o meno effetti di amplificazione locale.

Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", pubblicata sulla G.U. n. 105 dell'8 maggio 2003 Supplemento ordinario n. 72, vengono individuate in prima applicazione le zone sismiche sul territorio nazionale. Secondo l'O.P.C.M. n. 3274/2003 il comune di Monte Cremasco è classificato in zona sismica 3 come già sottolineato in precedenza. Tale Ordinanza è in vigore dal 23 ottobre 2005 per gli aspetti inerenti alla classificazione sismica, e di tale classificazione la Regione Lombardia ha preso atto con D.G.R. n. 14964 del 7 novembre 2003.

Dal punto di vista della normativa tecnica associata alla nuova classificazione sismica dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica, per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici è regolata dal D.M. 14 gennaio 2008 "*Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni*", pubblicato sulla G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008, che sostituisce il precedente D.M. 14 settembre 2005. Successivamente il D.M. è stato aggiornato per alcuni aspetti con il Decreto del 17 gennaio 2018 "*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*".

### **ANALISI DELLA SISMICITÀ DEL TERRITORIO**

Nell'Allegato 5 della Suddetta D.G.R. 30.11.2011 n. IX/2616 è riportata la metodologia per la valutazione dell'amplificazione sismica locale, in adempimento a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008, dal D.M. 17.01.2018, dalla D.G.R. n. 14964 del 7.11.2003 e dal D.D.U.O. n. 19904 del 21.11.2003. Essa si fonda sull'analisi di indagini dirette e prove sperimentali effettuate su alcune aree campione della Regione Lombardia, i cui risultati sono contenuti in uno "Studio-Pilota" redatto dal Politecnico di Milano – Dip. di Ingegneria Strutturale, disponibile sul Portale istituzionale della Regione Lombardia ([www.regione.lombardia.it](http://www.regione.lombardia.it)) nella sezione Territorio e urbanistica – Difesa del Territorio – Componente geologica nella pianificazione.

Tale metodologia prevede tre livelli di approfondimento, in funzione della zona sismica di appartenenza e degli scenari di pericolosità sismica locale, di seguito definiti. Si specifica a questo proposito che, ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018, la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione non è più valutata riferendosi ad una zona sismica territorialmente definita, bensì sito per sito, secondo i valori riportati nell'Allegato B al citato Decreto Ministeriale.

La Suddivisione del territorio in zone sismiche (ai sensi dell'OPCM 3274/03) individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento da attuare in fase pianificatoria. I livelli di approfondimento sono come di seguito definiti:

- **1° livello:** riconoscimento delle aree passibili di amplificazione sismica sulla base sia di osservazioni geologiche (cartografia di inquadramento) che di dati di letteratura. Questo livello, obbligatorio per tutti i Comuni, prevede la redazione della "*Carta della pericolosità sismica locale*", nella quale deve essere riportata la perimetrazione areale (e lineare per gli eventuali scenari Z3a, Z3b e Z5) delle diverse situazioni-tipo, riportate nella Tabella 1 dell'Allegato 5, in grado di determinare gli effetti sismici locali (aree a pericolosità sismica locale - PSL) di cui alla tabella seguente:

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE	CLASSE DI PERICOLOSITÀ SISMICA
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – Livello di approfondimento 3°
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazioni particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	H2 – Livello di approfondimento 3°
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)	H2 – Livello di approfondimento 2°
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite-arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	H2 – Livello di approfondimento 2°
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	H2 – Livello di approfondimento 3°

- **2° livello:** prevede una caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi per gli scenari perimetrati nella carta di pericolosità sismica locale, in grado di fornire una stima della risposta sismica dei terreni in termini di valore del **Fattore di Amplificazione** ( $F_a$ ). L'applicazione del 2° livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale ( $F_a$ : calcolato superiore ai valori di soglia forniti dal Politecnico di Milano) per ogni comune della Lombardia. Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di 3° livello ovvero, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore. Il 2° livello è obbligatorio (per i Comuni ricadenti nelle zone sismiche 2 e 3), negli scenari PSL individuati attraverso il 1° livello, suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5) interferenti con l'urbanizzato e/o con le aree di espansione urbanistica. Per i Comuni ricadenti in zona sismica 4 tale livello deve essere applicato negli scenari PSL Z3 e Z4, nel caso di costruzione di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al D.D.U.O. n. 19904 del 21 novembre 2003, ferma restando la facoltà dei Comuni di estenderlo anche alle altre categorie di edifici. Per le aree a pericolosità sismica locale caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1 e Z2 della Tabella 1 dell'Allegato 5) non è prevista l'applicazione degli studi di 2° livello, ma il passaggio diretto a quelli di 3° livello. Non è necessaria la valutazione quantitativa al 3° livello di approfondimento dello scenario inerente le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisicomeccaniche molto diverse (zone Z5), in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzioni a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo. Nell'impossibilità di ottenere tale condizione, si dovranno prevedere opportuni accorgimenti progettuali, atti a garantire la sicurezza dell'edificio in progetto.
- **3° livello:** prevede la definizione degli effetti di amplificazioni tramite indagini ed analisi più approfondite. Al fine di poter effettuare le analisi di 3° livello, la Regione

Lombardia ha predisposto due banche dati (rese disponibili sul Geoportale della Regione Lombardia), il cui utilizzo è dettagliato nell'Allegato 5 della D.G.R. di riferimento. Tale livello si applica in fase progettuale nei seguenti casi:

- quando, a seguito dell'applicazione del 2° livello, si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari PSL caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche (zone Z3 e Z4 della Tabella 1 dell'Allegato 5);
- in presenza di aree caratterizzate da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione (zone Z1e Z2) per tutte le tipologie di edifici nelle zone sismiche 2 e 3, mentre in zona sismica 4 solo nel caso di costruzione di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al D.D.U.O. n. 19904 del 21 novembre 2003. Nel caso di sovrapposizione di più scenari sul medesimo ambito territoriale si dovrà procedere con il grado di approfondimento più cautelativo.

Gli approfondimenti di 2° e 3° livello non devono essere eseguiti in quelle aree che (per situazioni geologiche, geomorfologiche e ambientali o perché sottoposte a vincolo da particolari normative) siano considerate inedificabili, fermi restando tutti gli obblighi derivanti dall'applicazione di altra normativa specifica. Le aree a pericolosità sismica locale individuate devono essere riportate nella carta di fattibilità con appositi retini "trasparenti", distinguendo quelle con  $F_a$  maggiore al valore soglia comunale da quelle con  $F_a$  minore.

Tale sovrapposizione non comporta quindi un automatico cambio di classe di fattibilità, ma fornisce indicazioni su dove poter utilizzare (in fase di progettazione) lo spettro di risposta elastico previsto dal D.M. 17 gennaio 2018, oppure dove sia necessario realizzare preventivamente gli studi di 3° livello, ferma restando la possibilità di utilizzare i parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la categoria di suolo superiore.

## **RISULTATI DELL'ANALISI SISMICA LOCALE**

**Analisi di 1° livello:** L'esame dei caratteri geomorfologici, litostratigrafici, idrografici, idrogeologici, idraulici e geotecnici relativi al territorio comunale di Monte Cremasco ha permesso di evidenziare sulla CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE (TAV. 6) gli scenari di pericolosità sismica locale.

In pratica tutto il territorio comunale rientra nello scenario z4a "*zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi*", che implica effetti di amplificazioni litologica e geometrica.

Sulla stessa CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE in scala 1:10.000 (TAV. 6) sono stati evidenziati con appositi retini gli scenari di PSL (suddetti z4a), ovvero 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, 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, modi di vibrare del terreno e della sovrastruttura.

**Analisi di 2° livello:** L'analisi di 2° livello consiste nella caratterizzazione semi-quantitativa degli effetti di amplificazione attesi per l'area in oggetto e si concretizza nella stima della risposta sismica dei terreni in termini di *Fattore di amplificazione* (Fa). Gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati (validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e morfologiche) e sono utilizzati per zonare l'area di studio in funzione del valore di Fa.

La valutazione del fattore Fa, tenuto conto delle caratteristiche dell'area in esame (zona sub-pianeggiante), viene condotta per uno scenario suscettibile di amplificazione di tipo litologico o stratigrafico. In pratica viene "quantificato" l'effetto delle condizioni litostratigrafiche locali in grado di modificare l'intensità delle onde sismiche generate da un terremoto. La procedura prevede il confronto del valore di Fa caratteristico del sito rispetto al valore di Fa caratteristico del territorio comunale in cui l'area è inserita. Tale valore (detto "di soglia") è contenuto in un apposito elenco redatto dalla Regione Lombardia, come illustrato nel seguito.

Il procedimento per la determinazione dei valori di Fa si riferisce a quanto contenuto ed indicato nell'Allegato 5 della D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616.

Per il comune di Monte Cremasco, i valori di Fa di soglia riferiti all'intervallo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D e E) sono i seguenti, mutuandoli dai valori forniti dalla Regione Lombardia nelle pubblicazioni sopra citate:

COMUNE	INTERVALLO	Valori soglia			
		B	C	D	E
MONTE CREMASCO	0.1 - 0.5	1,4	1.8	2.2	1.9
MONTE CREMASCO	0.5 – 1.5	1.7	2.4	4.1	3.0

I due intervalli di periodo nei quali viene calcolato il valore di Fa sono stati scelti in funzione del periodo proprio delle tipologie edilizie presenti più frequentemente nel territorio regionale: in particolare l'intervallo tra 0.1-0.5 s si riferisce a strutture relativamente basse, regolari e piuttosto rigide, mentre l'intervallo tra 0.5-1.5 s si riferisce a strutture più alte e più flessibili.



La stima degli effetti litologici specifici (Allegato 5 della D.G.R. 30 novembre 2011 – n. IX/2616) prevede l'impiego di abachi di riferimento e richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia prevalente dei materiali presenti nel sito;
- stratigrafia del sito;
- andamento delle Vs con la profondità fino a valori  $\geq 800$  m/s;
- spessore e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche.

Questo consente la predisposizione di un modello geofisico-geotecnico del sottosuolo e l'identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

## **16. FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO**

In considerazione degli elementi precedentemente riportati ed in ottemperanza a quanto previsto dalla Delibera Regionale di riferimento, il territorio del Comune di Monte Cremasco può essere suddiviso in diverse **Classi di fattibilità geologica** (trasposte graficamente nella tavola n° 9 a cui si rimanda), dove con tale definizione si intendono delle porzioni omogenee (per caratteristiche e problematiche geologiche) di territorio, sottoposte a specifici vincoli di natura geologica, idrogeologica, geotecnica e/o sismica che ne condizionano le possibilità di utilizzo e ne descrivono puntualmente le criticità e gli elementi da valutare in ordine ad una loro eventuale trasformazione urbanistica.

Pertanto, sono state definite le seguenti classi di fattibilità:

### **- Classe 1 – Fattibilità geologica senza particolari limitazioni**

Zone 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.

Tale classe di fattibilità non è presente sul territorio in esame.

**- Classe 2 – Fattibilità geologica 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 ( $-2 \div -5$  metri da p.c.). Per gli interventi edilizi sono necessari approfondimenti di carattere geologico-tecnico ed idrogeologico in fase esecutiva sulla base delle norme vigenti, 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.

**- Classe 3 – Fattibilità geologica 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 per una corretta progettazione. Sono individuabili le seguenti sottocategorie:

**Classe 3A - 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 interrati o parzialmente interrati dovrà essere puntualmente verificata la soggiacenza delle acque sotterranee, secondo quanto prescritto dalle leggi e regolamenti vigenti. Nel caso in cui (nonostante le indagini preliminari sito-specifiche abbiano puntualmente confermato la potenziale interferenza tra il livello di falda e le opere in progetto) si decida comunque la realizzazione di opere al di sotto di tale quota, il richiedente dovrà sottoscrivere apposita dichiarazione di responsabilità, nel quale attesta di avere adeguatamente tenuto in conto di tale problematica.

**Classe 3B- 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, oltre a quanto previsto dallo 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.

**Classe 4 – Fattibilità geologica 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. Quando non sia 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.

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 redatta ai sensi delle norme vigenti 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:

- Elevata vulnerabilità idrogeologica, condizionata a sua volta dalla presenza di suoli poco "ricettivi" (zone di origine fluviale) o dalla falda freatica sub-affiorante (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 "status quo" (classe a fattibilità con gravi limitazioni).

Crema (CR), 20/11/2023

DOTT. GEOL. LUNGI MARIO



## **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.).
- PROVINCIA DI CREMONA ATLANTE AMBIENTALE, 2023.
- SOREGAROLI, RELAZIONE GEOLOGICA DI PIANO, (2009).
- CESTARI (1990) – Prove geotecniche in sito.
- CIVITA (1994) – Le carte della vulnerabilità degli acquiferi all’inquinamento: teoria & pratica.
- DONATI DE’ CONTI (1873), Idrologia storica delle due rogge Archetta e Borromea.
- ENTE REGIONALE DI SVILUPPO AGRICOLO (2002) – I suoli della pianura cremasca.
- 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.
- INGV – sito Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, 2023.
- IRIS – ARPA LOMBARDIA (webgis 2023).
- 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.
- BASSI (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 (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.