

**COMUNE DI CAMISANO**  
**PROVINCIA DI CREMONA**  
**REGIONE LOMBARDIA**



## **DOCUMENTO DI PIANO**

**Allegato 2**

**STUDIO GEOLOGICO**

### **RELAZIONE GEOLOGICA**

*Ai sensi dell'art. 57 della Legge Regionale 12/2005*

ADOZIONE	del .....	CON DELIBERA C.C.	N° .....
APPROVAZIONE	del .....	CON DELIBERA C.C.	N° .....
PUBBLICAZIONE	del .....	SUL B.U.R.L.	N° .....

Il Sindaco

Il Segretario Comunale



**Dott. Geologo**

**LUCA GIORGI**

Via Enrico Toti, 3 - 27058 Voghera (PV)

Tel. /Fax. 0383 62257

Coordinazione generale:

**Dott. Architetto**

**LUCIANO MARIO AIOLFI**

**Variante Generale**

**Piano di Governo  
del Territorio PGT**





## INDICE

<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
• <b>1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E AMBIENTALE</b>	<b>5</b>
• <b>2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE</b>	<b>8</b>
• <b>3. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA</b>	<b>16</b>
• <b>4. ANALISI E VALUTAZIONI DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO</b>	<b>17</b>
• <b>5. ZONAZIONE AI FINI EDIFICATORI</b>	<b>24</b>

## PREMESSA

La presente Relazione costituisce l'elaborato illustrativo delle indagini e considerazioni geologico-applicative connesse alla progettazione del Piano di Governo del Territorio del Comune di Camisano, in ottemperanza a quanto disposto dall'art. 57 della Legge Regionale del 11 marzo 2005, n° 12 ed alla DGR n. IX/2616 del 30/11/2011 "Aggiornamento dei criteri ed indirizzi relativi alla componente geologica idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio".

Il citato documento normativo prescrive le linee guida metodologiche, che si fondano su due successive fasi operative:

Fase di analisi, che consiste nell'acquisizione dei dati geolitologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici esistenti e nel loro eventuale apposito rilevamento integrativo in sito. Tale fase permette di realizzare una cartografia di inquadramento, che essenzialmente riporta i locali elementi geologici, geotecnici, idrogeologici di interesse ai fini edificatori ed una cartografia di caratterizzazione sismica che riporta l'analisi di primo livello svolta ai sensi della DGR 8/1566.

A questa fase di studio si accompagna il rilievo del sistema di vincoli di carattere idrogeologico ed ambientale

Fase di sintesi e proposte, a sua volta articolata in due distinti momenti, che si concretizzano nell'elaborazione dei seguenti documenti cartografici:

- carta di sintesi che, con i dati precedentemente acquisiti ed elaborati, presenta una zonazione del territorio per aree omogenee sotto l'aspetto della pericolosità, essenzialmente sotto il profilo del dissesto idrogeologico in atto o potenziale ovvero della vulnerabilità idrogeologica.

- carta di fattibilità geologica per le azioni di piano che, desunta dalla precedente, propone una zonazione del territorio in funzione delle limitazioni dovute allo stato di pericolosità e di rischio geologico e idrogeologico.

In accordo con le linee guida della citata normativa, il lavoro è iniziato con una ricerca bibliografica di documenti sia editi che inediti ed è poi proseguito con l'interpretazione delle fotografie aeree zenitali e con il rilevamento geomorfologico di superficie.

In particolare nella fase di rilevamento di campagna ci si è avvalsi di un supporto cartografico ottenuto dal rilievo aerofotogrammetrico appositamente svolto e della cartografia regionale (C.T.R. alla scala 1/10.000), mentre per le definizioni di tipo geopedologico, geotecnico ed idrogeologico ci si è avvalsi di studi ed interpretazioni pregressi e del supporto dell'Ufficio tecnico del Comune, nonché degli Uffici regionali e dipartimentali.

Gli elaborati cartografici sono estesi all'intero territorio comunale, al fine di ottenere una configurazione complessiva sulla base degli elementi geomorfologici, idrogeologici ed ambientali rilevati anche in funzione di eventuali varianti future.

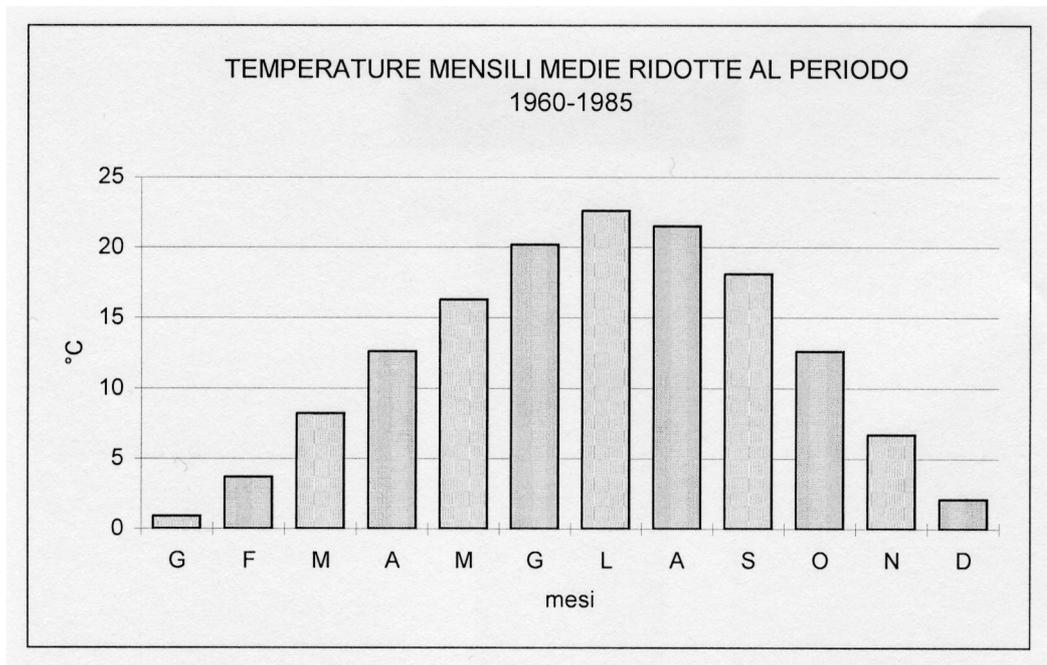
## 1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ED AMBIENTALE

L'abitato di Camisano è situato nella pianura cremonese settentrionale; il territorio comunale trova la sua collocazione nei riferimenti cartografici regionali (CTR C6c2 e C6c3) ed IGM (F° 46 II NO Fontanella).

Allo stato attuale, l'abitato ed il territorio di Camisano mantengono la struttura urbana conseguita nel XIX secolo, con la presenza di estese superfici interessate da colture agricole rotazionali e di pioppicoltura.

La caratterizzazione climatica del comune, inquadra il territorio in un clima da *subumido* a *umido* ed alla varietà *secondo mesotermico*, con oltre il 50% dell'efficienza termica concentrata nei mesi estivi. Si riportano di seguito i dati relativi a studi climatici territoriali effettuati da R. Rossetti e M. Tortelli ("Esempio di microclima della Pianura Padana" – Atti Ticinensi Scienze della Terra n. 34 -1994).

### TEMPERATURE



I valori minimi mensili sono inferiori allo zero nei mesi invernali, con una punta di  $-9,2^{\circ}\text{C}$  nel mese di gennaio. Anche i mesi di novembre e marzo fanno registrare minimi inferiori a  $0^{\circ}\text{C}$  con rispettivamente,  $-1,7^{\circ}\text{C}$  e  $-3,7^{\circ}\text{C}$ .

I valori massimi si registrano nei mesi di giugno, luglio e agosto, con valori rispettivamente di 28,9°C, 28,2°C e 28,3°C.

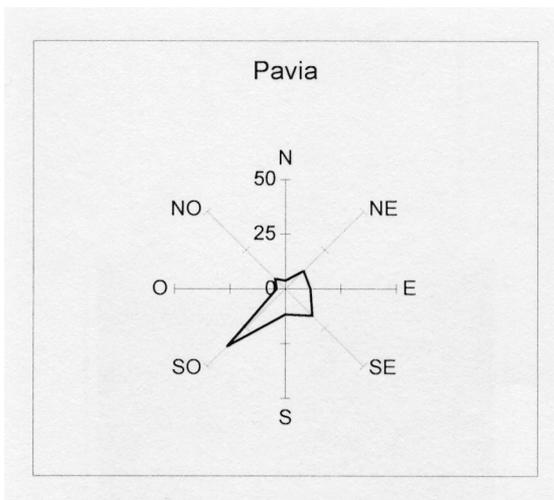
## PLUVIOMETRIA

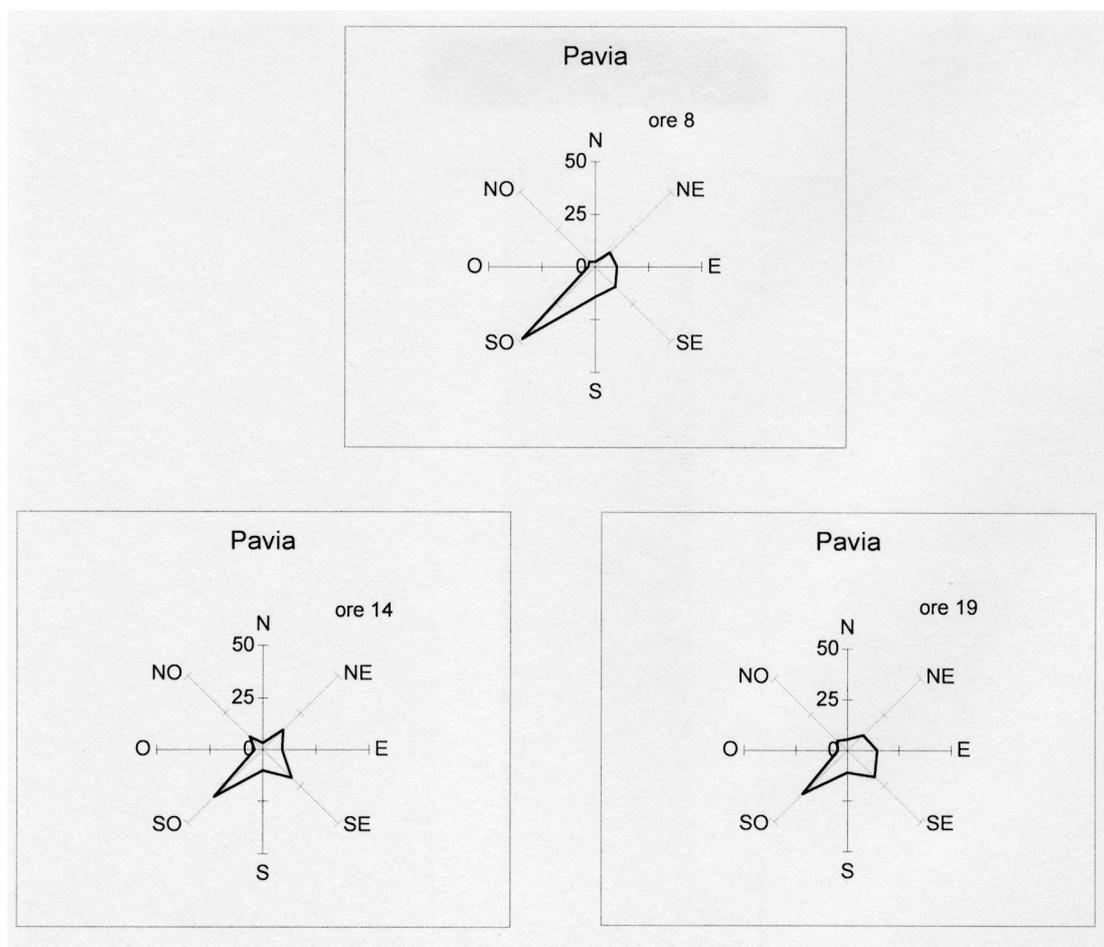
Le precipitazioni annuali variano nella zona da un minimo di 600 mm ad un massimo di 800 mm con picchi che eccezionalmente toccano i 900 mm in positivo ed i 500 mm in negativo.

## VENTI

Per l'analisi di questo parametro climatico è stato possibile utilizzare soltanto i dati di direzione dei venti della stazione di Pavia e riferiti al periodo 1960-1974.

Nelle figure sono rappresentate le medie annuali e orarie della direzione del vento, espresse in percentuale e suddivise per settori.





La velocità del vento riportata nella tabella seguente è maggiore nei mesi primaverili ( $>2\text{m/s}$ ), con punte di  $10\text{m/s}$  nel mese di aprile, mentre risulta ridotta nel periodo autunnale ( $1-1,5\text{m/s}$ ).



## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Per meglio comprendere l'assetto strutturale sepolto della pianura cremonese si rimanda alla locale configurazione litostratigrafica del sottosuolo, ove si rileva la presenza di una coltre di depositi continentali di spessore variabile disposti a copertura delle formazioni di genesi marina, definite da peculiari strutture morfo-tettoniche costruite dalle ultime fasi dell'orogenesi alpina, protrattesi sino all'era quaternaria e caratterizzate da opposte vergenze.

Per la relativa posizione esterna nei confronti dei retrostanti tratti di catene emerse ed in funzione del reciproco orientamento, gli alti morfo-strutturali descritti hanno determinato e condizionato lo sviluppo dei sedimenti continentali sovrastanti, sia in senso verticale che areale, attraverso fasi deposizionali verificatesi solo all'avvenuto colmamento delle adiacenti depressioni morfo-strutturali, mentre nel periodo di lacuna deposizionale le porzioni sommitali degli alti erano sottoposte ad intensi processi erosivi subaerei e di mare sottile che hanno dato origine a spianate assimilabili alle platee di erosione marina.

La scarpata esterna delle platee, dotata di acclività antitetica rispetto alle superfici di accavallamento tettonico, funge da limite di separazione e discordanza fra le formazioni marine costituenti lo zoccolo dislocato degli alti strutturali ed i depositi fluvio-glaciali che hanno colmato le depressioni antistanti e, attraverso un processo di over-lapping, le spianate sommitali sino al completo seppellimento.

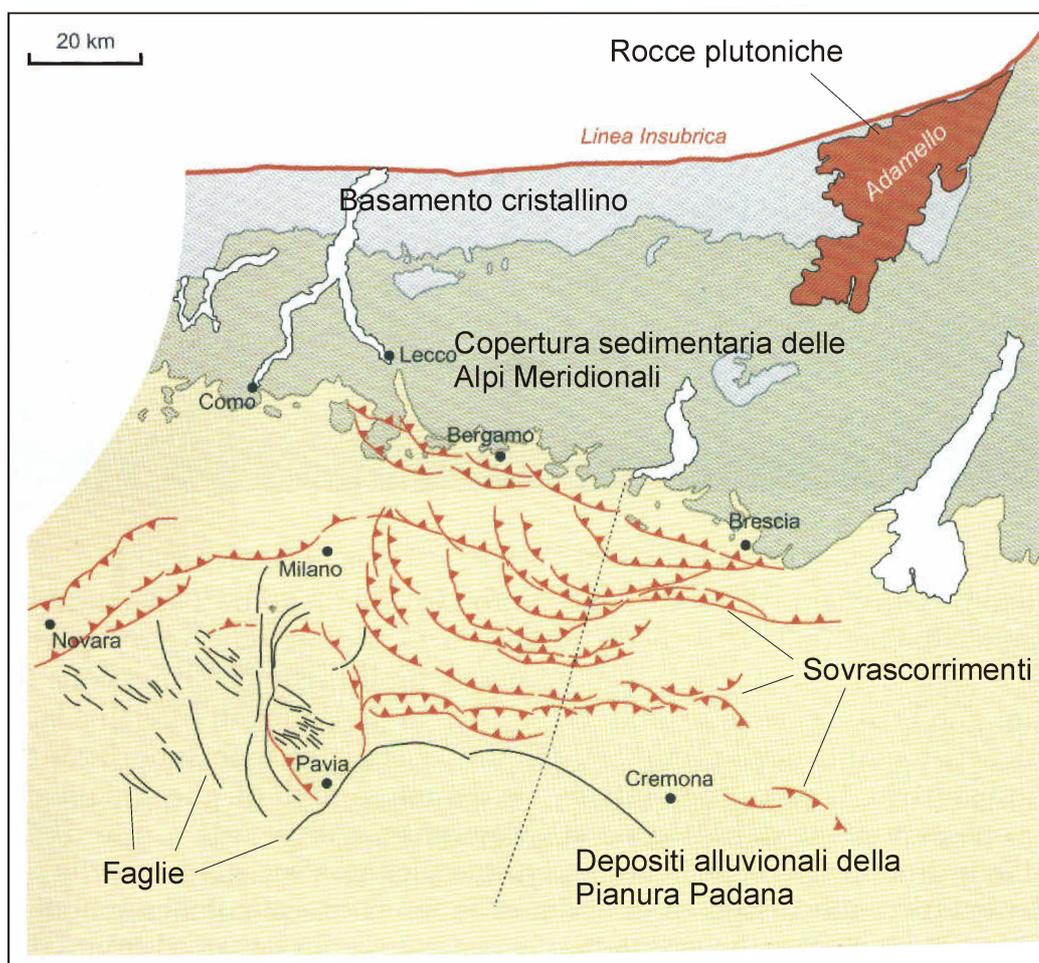
**L'assetto tettonico del basamento terziario** al di sotto della coltre alluvionale quaternaria, è interessato dalle complesse strutture scoperte dalle ricerche petrolifere.

La figura di seguito riportata mette in evidenza la posizione e l'andamento di vari elementi strutturali (accavallamenti e pieghe) esistenti nel sottosuolo della pianura lombarda a nord del Po. Queste strutture sepolte consistono prevalentemente in sistemi di pieghe sud-vergenti ad orientamento ONO-ESE, caratterizzate da ripetuti fenomeni di ondulazione assiale, e da sovrascorrimenti. La comparsa di tali strutture è riferibile ad una fase tettonica di età pliocenica media, dal momento che i sedimenti più recenti coinvolti nella deformazione raggiungono il Pliocene medio-superiore (circa 2 milioni di anni fa) e le strutture stesse sono ricoperte in discordanza dai sedimenti plio-pleistocenici marini.

Studi recenti (Burrato, Ciucci e Valensise, 2001) vogliono dimostrare che l'attività tettonica (sollevamenti e abbassamenti) di alcune di queste importanti strutture sepolte può in-

fluenzare l'andamento dell'idrografia superficiale, estremamente sensibile ai cambiamenti dei gradienti topografici indotti dall'attività tettonica.

Sebbene gran parte di queste strutture siano sede di deformazioni continue ed essenzialmente asismiche, è comunque possibile che alcune di esse, oltre ad essere attive, siano anche sismogenetiche. Questa considerazione è giustificata dal fatto che esistono evidenti correlazioni tra la presenza di anomalie idrografiche superficiali, indotte dalle strutture sepolte e importanti terremoti storici (Soncino del 1802) localizzati in queste zone. Non è da escludere che queste importanti strutture sepolte abbiano contribuito in modo decisivo al processo di diversione fluviale del fiume Serio, avvenuto tra l'XI ed il XIV sec (V. Ferrari, 1992).



## 2.1 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO

Il territorio comunale di Camisano si colloca entro il livello fondamentale della pianura padana, impostato sui terreni che costituiscono il terrazzo Wurmiano, ossia l'insieme dei sedimenti continentali che ha colmato le preesistenti depressioni originate dalla fase interglaciale erosiva Riss-Wurm con il sovralluvionamento delle antiche superfici, ad esclusione di taluni lembi residuali (dossi).

I cicli fluvio-glaciali, di cui il Wurm rappresenta l'ultima fase, corrispondono al periodo quaternario di alluvionamento successivo al Villafranchiano e coincidono con l'alternarsi di pulsazioni climatiche calde e fredde, correlabili direttamente con le azioni di avanzamento ed arretramento delle fronti glaciali con apporto ed accumulo di sedimenti durante i cicli freddi (glaciali o stadiali) e terrazzamento erosivo durante i periodi caldi (interglaciale o interstadiale).

Nell'ambito della fase Wurmiana sono stati distinti più cicli stadiali (Wurm 1,2,3) di cui al primo (Wurm 1), corrispondente alla massima espansione glaciale, è attribuibile il maggior apporto di sedimenti e quindi la prevalente azione di colmamento e seppellimento delle antiche depressioni interglaciali, mentre i cicli successivi avrebbero operato l'apporto di modeste coltri detritiche, producendo principalmente dei terrazzi di erosione nella superficie principale.

Per questo motivo, il livello fondamentale della pianura centro-settentrionale si presenta come una conoide terrazzata con superfici blandamente ondulate, vergenti verso S-SE, assimilabili in gran parte al livello del ciclo wurmiano principale, mentre i terrazzi inferiori determinano morfologie a tratti depresse, comunque marginali arealmente rispetto alla superficie fondamentale.

## 2.2 SUOLI

Per quanto riguarda le unità pedologiche (suoli) presenti in territorio comunale, la principale pubblicazione di riferimento è l'atlante pubblicato dall'ENTE REGIONALE DI SVILUPPO AGRICOLO (ERSAF, 2002).

In generale la zona rientra nell'ambito definito come **Media Pianura Idromorfa**.

La media pianura idromorfa, che caratterizza circa l'8% del territorio cremonese, costituisce l'ambiente in cui, a causa della diminuzione di permeabilità dovuta alla riduzione granulometrica dei sedimenti, la falda freatica emerge alla superficie del suolo o permane a scarsa profondità. Chiamata anche zona delle risorgive, è delimitata a nord dalla linea ideale che congiunge i primi fontanili e a sud dal loro organizzarsi in corsi d'acqua permanenti, strutturati secondo un reticolo idrografico di tipo meandriforme.

In questo ambiente la pedogenesi è condizionata dai processi di rideposizione dovuti alle acque correnti o stagnanti e, soprattutto, dalla saturazione idrica del suolo a diverse profondità e per periodi più o meno lunghi (nei suoli della provincia la falda è quasi sempre presente attorno al metro o anche più in superficie).

L'idromorfia è più evidente presso le depressioni corrispondenti alle testate dei fontanili, mentre assume un minor rilievo nelle superfici subpianeggianti e relativamente stabili che costituiscono il corpo principale di questo ambito morfologico.

I suoli presenti hanno tessitura media o più grossolana, frequentemente con scheletro anche abbondante, con reazione tipicamente da neutra ad alcalina.

Entro questo contesto principale, si riporta la classificazione dei suoli rilevabili all'interno dei confini comunali.

#### 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.

#### Unità P2

- Classificazione USDA: AQUIC USTOCHREPTS
- Classificazione ERSAL: SRZ1
- Descrizione: suoli che occupano le principali depressioni e testate legate alla presenza dei fontanili, con drenaggio difficoltoso (ma superiore all'unità P1) per la presenza di una falda semipermanente prossima al piano di campagna.

#### 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.

#### 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.

•

### 2.3 CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEL SOTTOSUOLO

Dalle ultime osservazioni e studi svolti sull'argomento (Geologia degli acquiferi padani della Regione Lombardia, 2002), si definisce unità idrostratigrafica un corpo geologico di notevole estensione areale che costituisce un corpo geologico complesso, formato da gruppi di strati con geometrie e caratteri petrofisici variabili ma caratterizzati da una genesi sedimentologica comune.

L'individuazione delle Unità Idrostratigrafiche (UIS), consente di studiare l'idrodinamica sotterranea locale considerando ciascuna Unità idraulicamente isolata dalle altre.

Da queste definizioni sono state riconosciute quattro UIS fondamentali, denominate Gruppo Acquifero A, B, C, databili al Pleistocene sup. e medio, e D (Pleistocene inf. o Villafranchiano) e suddivise sulla base del volume complessivo degli acquiferi utili in ciascuna Unità e sullo spessore, continuità ed estensione areale del livello acquifero o impermeabile posto alla base di ciascuna di esse.

Dalle sezioni litostratigrafiche in possesso (vedi sezione) relative alla zona, si nota come le prime due UIS (Gruppi Acquiferi A e B) si collochino entro i depositi continentali caratterizzati da una permeabilità media molto elevata; entro queste, l'alternanza di sedimenti sabbioso-ghiaiosi e delle intercalazioni argillose determinano il cosiddetto sistema acquifero delimitato superiormente ed inferiormente dagli acquitardi.

L'analisi delle stratigrafie a disposizione mostrano i possibili rapporti geometrici che intercorrono fra le diverse UIS, come riportato nella sezione seguente.



## **CARATTERISTICHE DEGLI ACQUIFERI**

La falda superiore, a carattere freatico, grazie al grado di permeabilità dei sedimenti superficiali che consente la ricarica diretta, presenta un livello mediamente molto prossimo alla superficie del piano campagna.

Le condizioni idrogeologiche generali che vedono la falda freatica seguire direzioni di deflusso da NNO verso SSE con un gradiente idraulico  $I = 0,0015$ , seguendo in generale lo schema della pianura padana settentrionale che contempla un sistema drenante convergente verso l'asta fluviale del Po. Le prerogative tessiturali dei sedimenti che ospitano l'acquifero superficiale evidenziano elevati valori di permeabilità ( $k = 10^{-3} / 10^{-4}$  cm/sec) e trasmissività ( $1,3 \text{ m}^2/\text{sec} < T < 4,9 \text{ m}^2/\text{sec}$ ); ne consegue un elevato potenziale di ricarica diretta dalla superficie topografica incrementato dai cicli meteorici stagionali. I gruppi acquiferi B e C sono isolati dal gruppo A da una serie di livelli argillosi discontinui arealmente che conferiscono alle falde un debole carattere di artesianità.

Il campo di moto dei corpi idrici più profondi segue orientazioni diverse, accentuate dalle discontinuità strutturali presenti alla base della successione villafranchiana e tali ostacoli di natura morfo-strutturale inducono a ritenere che le acque presenti in detti acquiferi siano caratterizzate da tempi di rinnovamento estremamente lunghi: il rallentamento del deflusso delle acque profonde, a regime artesiano o semi-artesiano è confermato dall'elevato tasso di mineralizzazione, con alti tenori in Ferro, Manganese ed Ammoniacca che talora oltrepassano le soglie di potabilità previste dalla normativa vigente, originati dal contatto delle acque con depositi torbosi frequenti nella sequenza fluvio-lacustre.

## **PROPRIETA' DINAMICHE DEGLI ACQUIFERI**

Il gruppo acquifero superiore (A) è fortemente vulnerabile dal percolato superficiale, a causa dello scarso grado di protezione offerto dai suoli e dal primo sottosuolo, definiti da un grado di permeabilità medio o elevato derivante dalla composizione tessiturale.

Il gruppo acquifero B presenta un discreto grado di protezione costituito dalla presenza a tetto di un livello impermeabile argilloso la cui estensione areale non è certa, ma che

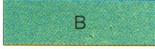
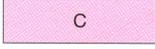


dalle stratigrafie a disposizione pare avere una certa continuità nel settore geografico di pertinenza.

Non si conoscono le potenzialità del gruppo acquifero C ma è presumibile, dalle stratigrafie a disposizione, che esso abbia un più spiccato carattere di artesianità ed un maggiore grado di protezione.

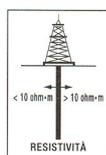


## UNITÀ IDROSTRATIGRAFICHE

 A	Gruppo Acquifero A
 B	Gruppo Acquifero B
 C	Gruppo Acquifero C
 D	Gruppo Acquifero D
	Gruppo Acquifero saturo d'acqua salmastra/salata
	Limite di Gruppo Acquifero o di importante Unità Stratigrafica
	Limite tra Sistema Acquifero e Sistema Acquitardo
	Limite acqua dolce/salmastra
	Barriera di permeabilità regionale

## PRINCIPALI LITOLOGIE

	Depositi porosi-permeabili
	Argille e limi
	Livello saturo d'acqua dolce
	Livello saturo d'acqua salmastra/salata



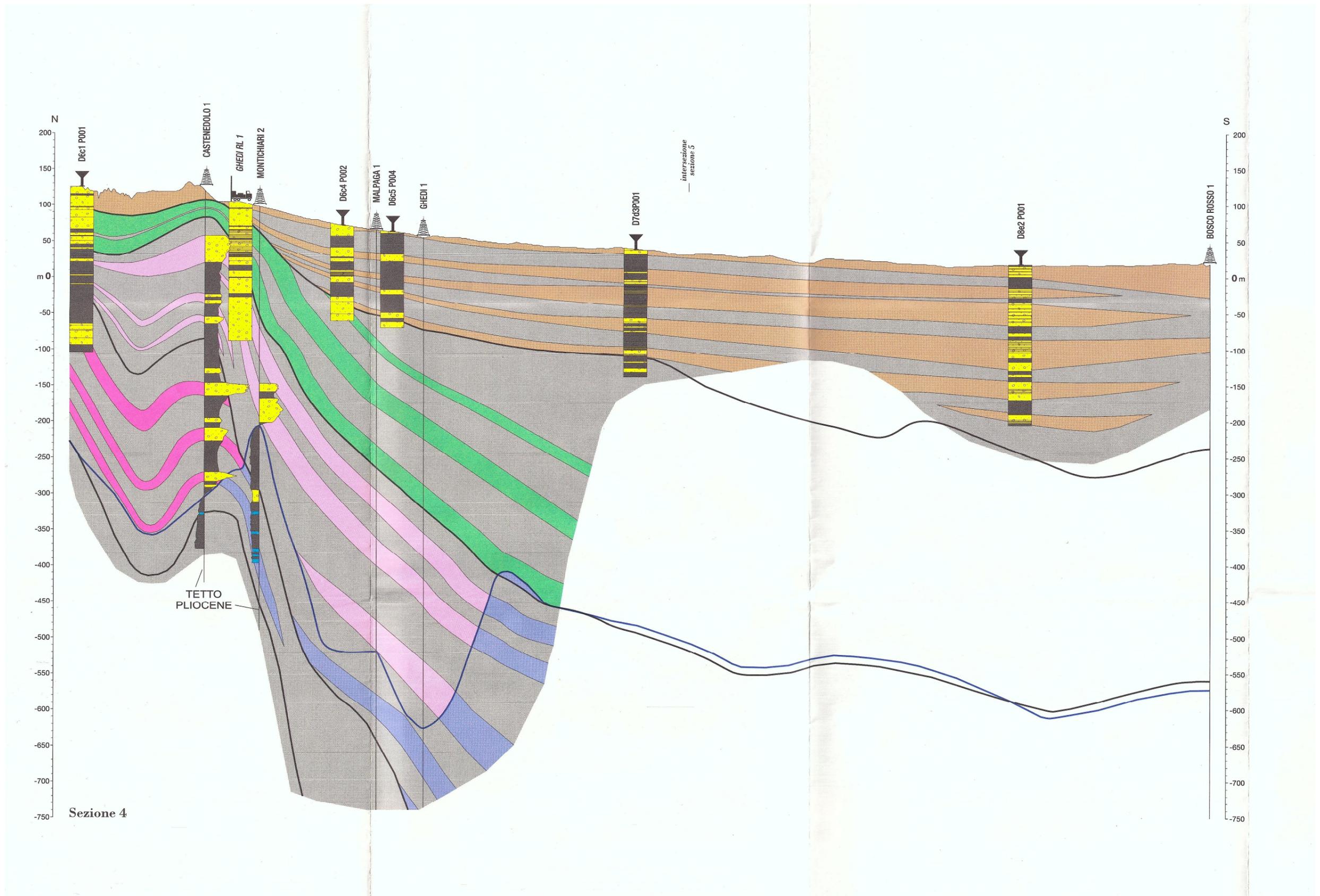
Pozzo Agip



Sondaggio geognostico



Pozzo per acqua



## **RISORSE IDRICHE DI SUPERFICIE**

Il territorio di Camisano presenta un aspetto peculiare dato dalla presenza di diverse teste di fontanile, in parte di origine naturale, che costituiscono un fattore ambientale di spicco nell'ambito della pianura alto-cremonese. L'emergenza della falda consente l'alimentazione delle aste dei corsi d'acqua utilizzati prevalentemente a scopo irriguo, sebbene la portata sia fortemente condizionata dallo stato di manutenzione delle teste.

Per maggiori dettagli inerenti le caratteristiche idrologiche e naturalistiche dei fontanili si rimanda allo studio specifico eseguito nel 2008.

## **3. CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA**

I suoli ed il sottosuolo del territorio comunale di Camisano offrono poche differenziazioni sia per quanto riguarda la composizione litologica che per quanto concerne le prerogative geotecniche dei terreni; si tratta infatti di sedimenti in prevalenza incoerenti, dove le più marcate difformità sono costituite dalle lenti di materiale argilloso-limoso presenti, con spessori modesti ed in discontinuità areale, entro i sedimenti a prevalente componente sabbiosa e sabbioso-ghiaiosa.

Sommariamente è possibile attuare la seguente suddivisione:

### **ZONA 1 (LF 1)**

Aree facenti parte della superficie principale della pianura definite dalla presenza di spessori di suolo ridotti o assenti, spesso sabbiosi, caratterizzati da notevole permeabilità e vulnerabilità nei confronti del percolato superficiale;. La natura granulare e incoerente dei primi livelli del suolo, ma anche del sottosuolo più profondo, ad esclusione di locali intercalazioni argillose discontinue arealmente, consente in genere l'applicazione di indici di carico idonei per le fondazioni dirette dei manufatti di nuova costruzione.

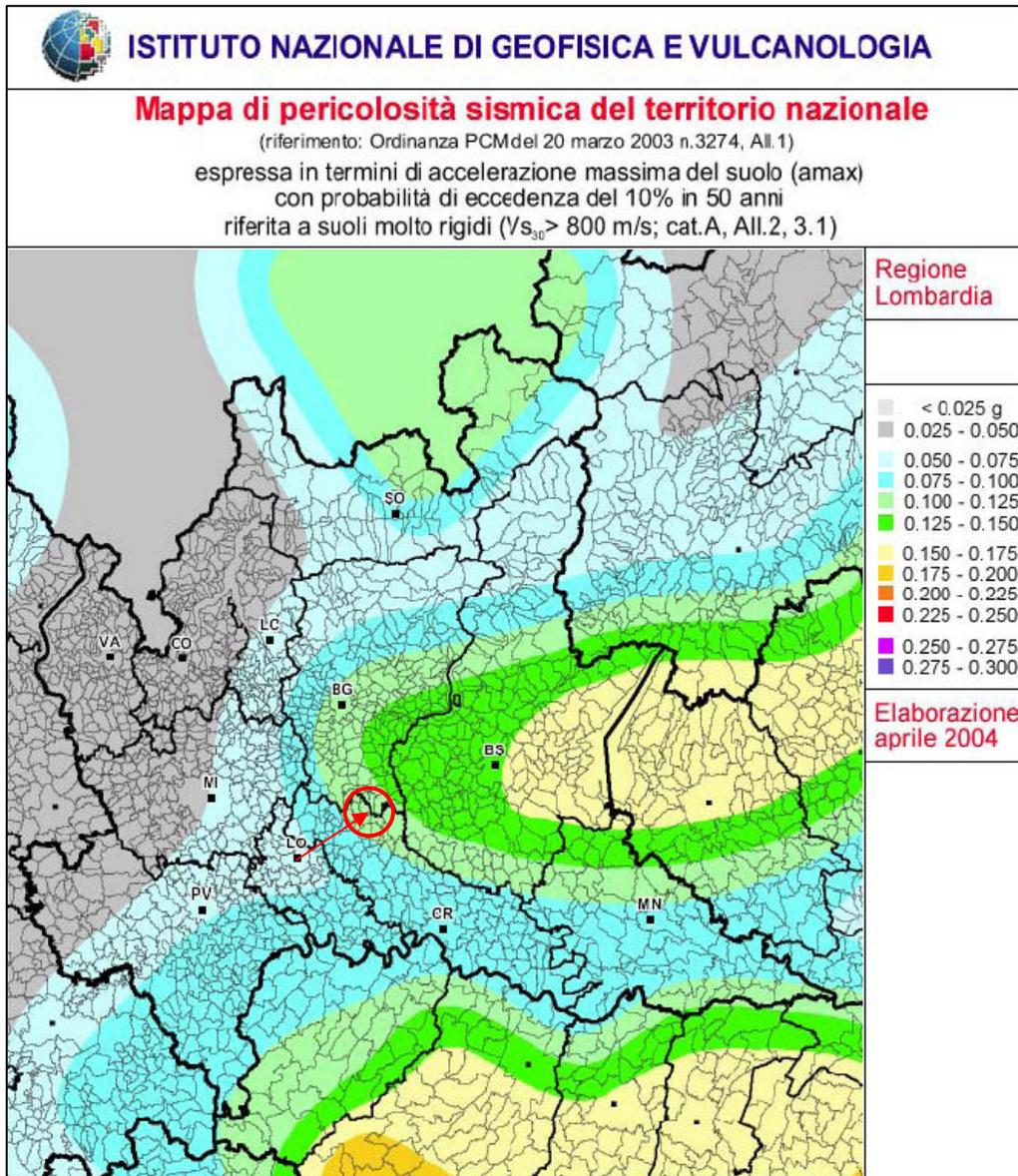
## **ZONA 2 (LF 2)**

Corrisponde a quelle zone morfologicamente depresse dove i suoli sono caratterizzati da forte idromorfia, con presenza della falda costantemente entro 1 metro di profondità, e drenaggio lento o impedito. E' presumibile che entro i primi livelli del sottosuolo si rilevino strati comprimibili di natura limoso-argillosa i quali, per il costante grado di saturazione, riducono i valori degli indici di carico unitari per le fondazioni degli edifici di nuova realizzazione a termini non elevati, mentre la posizione molto superficiale della superficie freatica e l'impossibilità di un rapido drenaggio pongono seri problemi nella realizzazione degli scavi, per quanto concerne l'angolo di parete ed il relativo mantenimento.

## **4. ANALISI E VALUTAZIONI DEGLI EFFETTI SISMICI DI SITO**

Il comune di Camisano è censito nella Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20 marzo 2003 come appartenente alla zona 4, cioè inserito nella classe di minima sismicità e con una accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta elastico con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni inferiore al valore di  $a_g/g < a_{0,05}$ .

Gli studi effettuati da gruppi di ricerca (INGV, 2004) hanno permesso di elaborare una "Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale", espressa in termini di accelerazione massima del suolo ( $a_{max}$ ), riferita a suoli molto rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s).



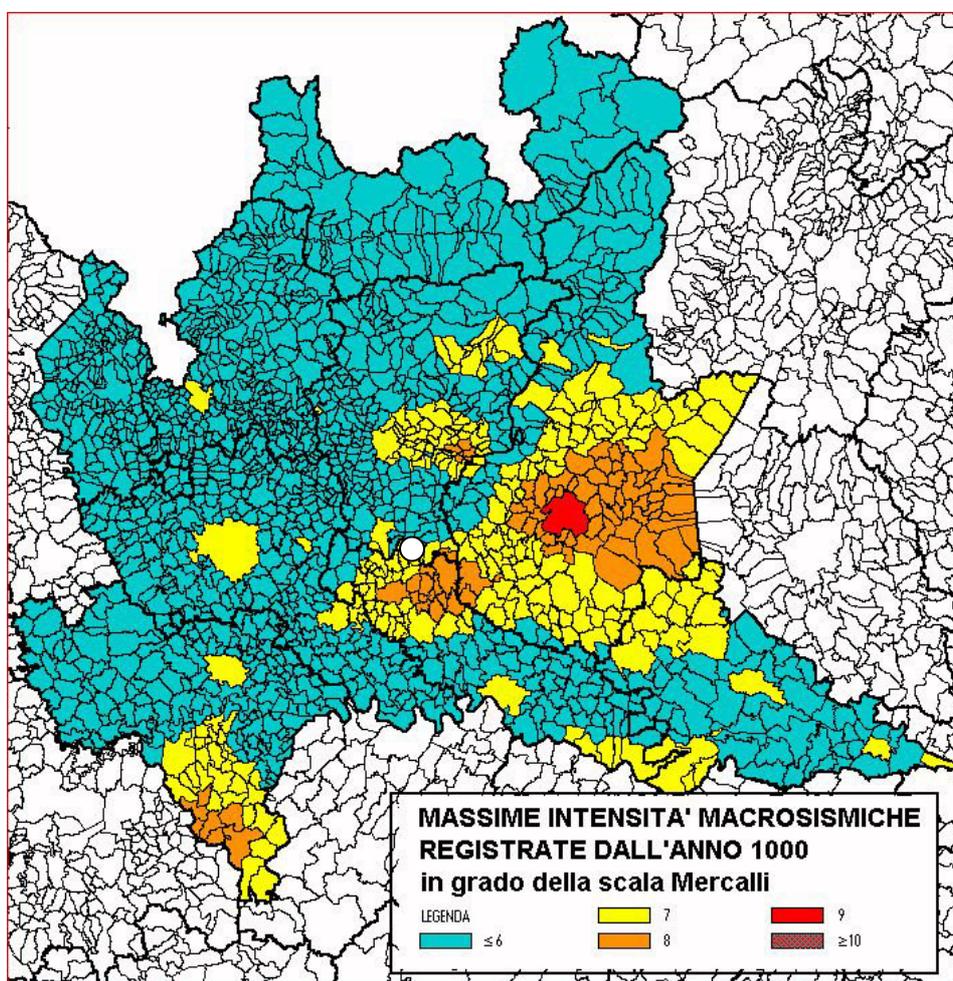
**Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale – Regione Lombardia**

Le zone sono state determinate sulla base dei valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, secondo lo schema di Tabella 1:

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [a <sub>g</sub> /g]
1	> 0,25
2	0,15 - 0,25
3	0,05 - 0,15
4	< 0,05

**Tabella 1:** zone sismiche

In termini di intensità macrosismica il territorio di Camisano risente parzialmente degli effetti epicentrali dell'area bresciana-veronese, come riportato nella figura che segue.



Con DGR 8/1566 del 22-12-2005 la Regione Lombardia ha imposto l'obbligo a tutti i Comuni di verificare la pericolosità sismica del proprio territorio, fornendo una linea guida (allegato 5) per la stesura di tale studio.

Il primo passo consiste nell'individuazione delle aree passibili di amplificazione sismica, basandosi su diversi scenari, proposti nella seguente tabella:

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2a	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco ad-densati, depositi altamente compressibili, ecc.)	Cedimenti
Z2b	Zone con depositi granulari fini saturi	Liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite -arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide del-tizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Per riassumere si riporta lo schema di approfondimento e le fasi di applicazione in zona sismica 4.

## 1° LIVELLO

In base alle conoscenze in possesso dello scrivente e ad una approfondita analisi della geologia e geomorfologia del territorio del Comune di Camisano risulta che si è in presenza degli scenari, Z4a e Z2b.

Tali scenari sono riportati nella carta della pericolosità sismica di base.

## 2° LIVELLO

**Dalla DGR IX/2616 del 30/11/2011**

*Il 2° livello si applica a tutti gli scenari qualitativi suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4). La procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e for-*

*nisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore 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. Il valore di Fa si riferisce agli intervalli di periodo tra 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s: 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 procedura di 2° livello fornisce, per gli effetti litologici, valori di Fa per entrambi gli intervalli di periodo considerati, mentre per gli effetti morfologici solo per l'intervallo 0.1-0.5 s: Questa limitazione è causata dall'impiego, per la messa a punto della scheda di valutazione, di codici di calcolo di tipo bidimensionale ad elementi di contorno, che sono risultati più sensibili all'influenza del moto di input nell'intervallo di periodo 0.5-1.5 s.*

**La procedura di 2° livello è obbligatoria nella progettazione di edifici di interesse pubblico o strategico (vedi elenco seguente).**

**Elenco degli edifici e delle opere di competenza regionale (art. 2 comma 3 O.P.C.M. n. 3274).**

(...”edifici di interesse strategico e delle opere infrastrutturali la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile - edifici e opere infrastrutturali che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso”...).

Premesse.

Il seguente elenco fa espressamente riferimento al documento illustrato durante la riunione tecnica preliminare tenutasi a Roma il 15 luglio 2003 presso il Dipartimento di Protezione Civile cui hanno partecipato i rappresentanti delle Regioni.

Un primo elenco delle opere di competenza statale era stato inviato dal Dipartimento della Protezione Civile al Presidente della Conferenza dei Presidenti delle Regioni e delle Province autonome con nota del 4 luglio 2003 prot. n.DPS/SSN/0028552.

Un secondo elenco delle opere di competenza statale è stato diffuso dal Dipartimento della Protezione Civile con nota del 2 ottobre 2003 n. DPC/VC/8842686. Tale elenco, pur con qualche precisazione, non differisce di molto da quello precedentemente predisposto.

## 1. EDIFICI ED OPERE STRATEGICHE

Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza regionale, la cui funzionalità durante gli eventi sismici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile.

### EDIFICI

- a) Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione regionale (\*).
- b) Edifici destinati a sedi dell'Amministrazione provinciale (\*).
- c) Edifici destinati a sedi di Amministrazioni comunali (\*).
- d) Edifici destinati a sedi di Comunità Montane (\*).

- e) Strutture non di competenza statale individuate come sedi di sale operative per la gestione delle emergenze (COM, COC, ecc).
- f) Centri funzionali di protezione civile.
- g) Edifici ed opere individuate nei piano di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza.
- h) Ospedali e strutture sanitarie, anche accreditate, dotati di Pronto Soccorso o di dipartimenti di emergenza, urgenza e accettazione.
- i) Sedi Aziende Unità Sanitarie Locali (\*\*).
- j) Centrali operative 118.

## 2. EDIFICI ED OPERE RILEVANTI

Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.

### EDIFICI

- a) Asili nido e scuole, dalle materne alle superiori.
- b) Strutture ricreative, sportive e culturali, locali di spettacolo e di intrattenimento in genere.
- c) Edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui all'allegato 1, elenco B, punto 1.3 del decreto del Capo del Dipartimento di Protezione Civile, n.3685 del 21 ottobre 2003.
- d) Strutture sanitarie e/o socio-assistenziali con ospiti non autosufficienti (ospizi, orfanotrofi, ecc.).
- e) Edifici e strutture aperti al pubblico destinate alla erogazione di servizi, adibiti al commercio (\*\*\*) suscettibili di grande affollamento.  
(\* ) Prioritariamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza.  
(\*\*) Limitatamente gli edifici ospitanti funzioni/attività connesse con la gestione dell'emergenza.  
(\*\*\*) Il centro commerciale viene definito (d.leg. n. 114/1998) quale una media o una grande struttura di vendita nella quale più esercizi commerciali sono inseriti in una struttura a destinazione specifica e usufruiscono di infrastrutture comuni e spazi di servizio gestiti unitariamente. In merito a questa destinazione specifica si precisa comunque che i centri commerciali possono comprendere anche pubblici esercizi e attività paracommerciali (quali servizi bancari, servizi alle persone, ecc.).

### OPERE INFRASTRUTTURALI

- a) Punti sensibili (ponti, gallerie, tratti stradali, tratti ferroviari) situati lungo strade «strategiche» provinciali e comunali non comprese tra la «grande viabilità» di cui al citato documento del Dipartimento della Protezione Civile nonché quelle considerate «strategiche» nei piani di emergenza provinciali e comunali.
- b) Stazioni di linee ferroviarie a carattere regionale (FNM, metropolitane).
- c) Porti, aeroporti ed eliporti non di competenza statale individuati nei piani di emergenza o in altre disposizioni per la gestione dell'emergenza.
- d) Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica.
- e) Strutture non di competenza statale connesse con la produzione, trasporto e distribuzione di materiali combustibili (oleodotto, gasdotti, ecc.).
- f) Strutture connesse con il funzionamento di acquedotti locali.
- g) Strutture non di competenza statale connesse con servizi di comunicazione (radio, telefonia fissa e portatile, televisione).
- h) Strutture a carattere industriale, non di competenza statale, di produzione e stoccaggio di prodotto insalubri e/o pericolosi.
- i) Opere di ritenuta di competenza regionale.



In termini di valori di  $V_s$ , da utilizzare nella procedura di 2° livello si è fatto riferimento alla tabella sotto riportata, estratta dall'allegato 5 della DGR n. 8/1566 del 22/12/2005 e DGR n. 8/7374 del 28/05/2008 e DGR n. IX/2616 del 30/11/2011.

DATI	ATTENDIBILITA'	TIPOLOGIA
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici ( $V_s$ )	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

Livelli di attendibilità da assegnare ai risultati ottenuti dall'analisi

### 3° LIVELLO

#### **Dalla DGR IX/2616 del 30/11/2011**

*Il 3° livello si applica in fase progettuale agli scenari qualitativi suscettibili di instabilità (Z1b e Z1c), cedimenti e/o liquefazioni (Z2), per le aree suscettibili di amplificazioni sismiche (morfologiche Z3 e litologiche Z4) che sono caratterizzate da un valore di  $F_a$  superiore al valore di soglia corrispondente così come ricavato dall'applicazione del 2° livello. Per le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (Z5) non è necessaria la valutazione quantitativa, in quanto è da escludere la costruzione su entrambi i 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. I risultati delle analisi di 3° livello saranno utilizzati in fase di progettazione al fine di ottimizzare l'opera e gli eventuali interventi di mitigazione della pericolosità.*

Il terzo livello di analisi può essere sostituito dall'utilizzo dei parametri di progetto previsti dalla normativa nazionale per la zona sismica superiore (ZONA SISMICA 3 nel caso del Comune di Camisano).

## **5. ZONAZIONE AI FINI EDIFICATORI**

### **5.1 CRITERI DI FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO**

La suddivisione del territorio comunale ai fini edificatori è stata attuata seguendo un criterio di valutazione areale delle condizioni geomorfologiche, idrogeologiche, sismiche ed ambientali riscontrate, avvalendosi dei dati litostratigrafici e geotecnici a disposizione; la zonazione così effettuata, è da ritenersi mediata fra le condizioni di fattibilità puramente geotecnica (caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione) e quelle idrogeologiche ed ambientali puntuali e dell'intorno considerato.

La delimitazione delle aree di fattibilità geologica, è coordinata con la zonazione effettuata sulla carta di sintesi e della pericolosità sismica locale.

Con riferimento alla cartografia allegata, si riporta di seguito la suddivisione per classi di edificabilità riferita all'intero comprensorio comunale.

#### **CLASSE 2**

Aree dove si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geotecnico e idrogeologico limitati al singolo progetto e all'immediato intorno, al fine di verificare le eventuali disomogeneità geotecniche areali dei terreni di fondazione dei nuovi fabbricati e di identificare le corrette tipologie fondazionali adottabili in relazione all'entità dell'intervento, predisponendo quando necessario eventuali opere di bonifica e sistemazione che non dovranno incidere negativamente sulle aree limitrofe.



### **CLASSE 3**

Aree nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni alla modifica delle destinazioni d'uso dei terreni principalmente riconducibili all'assetto idrogeologico degli stessi e corrispondenti agli ambiti di antico scorrimento dei corsi d'acqua, ove si riscontrano condizioni di saturazione superficiale.

L'utilizzo di queste zone sarà pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine preliminari per acquisire una maggiore conoscenza geologico-tecnica dell'area di intervento e del suo intorno, mediante indagini geognostiche, prove in situ e di laboratorio, eventualmente supportate da studi tematici specifici, in particolare idrogeologici, idraulici, ambientali e pedologici, per valutare la compatibilità delle nuove opere con l'assetto esistente, in modo da non modificare o interferire, se non a scopo migliorativo o integrativo con l'equilibrio idrogeologico esistente.

Entro i limiti della classe 3 andrebbero inclusi solo gli interventi edificatori integrati con il paesaggio circostante, comprese le opere di riqualificazione ambientale volte alla fruizione degli spazi da parte della comunità, oppure i fabbricati rurali necessari allo sviluppo delle attività agricole. Fra le attività possibili non si esclude la creazione di ambiti estrattivi, purchè il progetto preveda un recupero ambientale degli stessi mirato alla creazione di quegli ambienti acquatici e palustri rinverditi che richiamino il paesaggio fluviale originario e costituiscano al tempo stesso un'area di svago e ricreazione.

La realizzazione di strade dovrà essere accompagnata da un progetto che evidenzi la compatibilità geotecnica e idrogeologica dell'intervento ed illustri le prospettive di impatto ambientale e le opere preposte alla mitigazione delle potenziali fonti di inquinamento, visivo ed acustico.

### **CLASSE 4**

Aree ove dovrà essere esclusa qualsiasi nuova opera di edificazione. Entro questi ambiti potranno essere realizzati interventi volti al consolidamento ed alla sistemazione idrogeologica dei siti, mentre per gli edifici esistenti saranno consentiti interventi così come de-

finiti dall'art. 27 comma 1 lettere a),b),c) della L.R. 12/05. L'eventuale realizzazione di opere pubbliche e di interesse pubblico che non prevedano la presenza continuativa e temporanea di persone dovrà essere valutata puntualmente dall'autorità Comunale, previa presentazione di studio geologico e geotecnico che dimostri la compatibilità degli interventi previsti con la situazione di grave rischio idrogeologico.

Alla classe 4 sono ascritte le fasce di vincolo idrogeologico dalle sponde dei corsi d'acqua e le aree di tutela dei fontanili.

Voghera, gennaio 2013

Dott. Geol. Luca Giorgi

Iscr. Ordine Geologi della Lombardia n° 814