



## **Agenzia Interregionale per il fiume Po**

**PC-E-13-MD "PNRR M2C2-I4.1 Progettazione e  
realizzazione del lotto funzionale della ciclovia  
turistica Nazionale VENTO, da Fossadello a  
Cremona - Completamento della Tratta E1  
Finanziato dall'Unione Europea, NextGenerationEU**

### **Relazione Geologica**

R.2110/11

Arese, 2 ottobre 2023

**Dott. Massimo Luca Schinelli**



*Massimo Luca Schinelli*



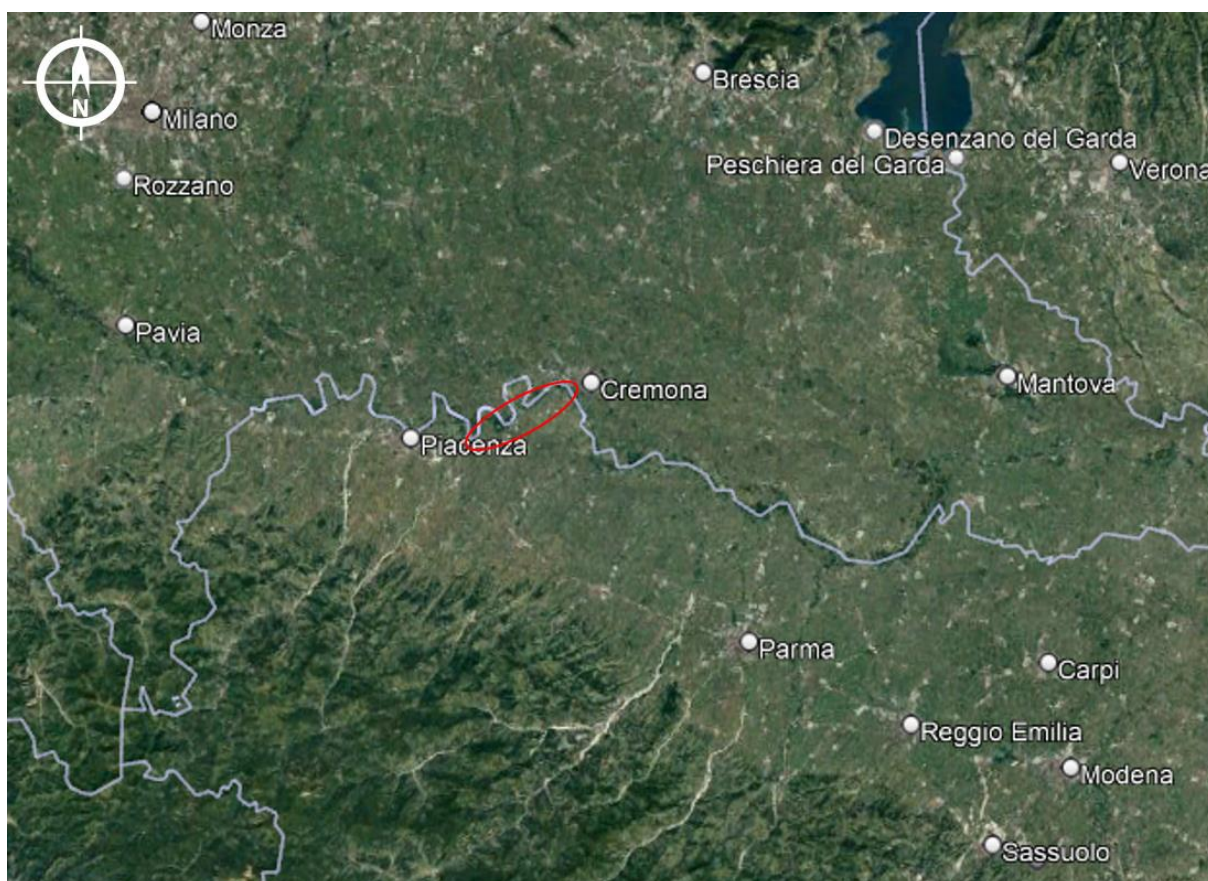
## **INDICE**

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. UBICAZIONE DELL'AREA DI STUDIO .....</b>	<b>6</b>
<b>4. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>8</b>
<b>5. ASSETTO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>25</b>
<b>6. IDROLOGIA.....</b>	<b>40</b>
<b>7. VINCOLI E FATTIBILITÀ GEOLOGICA .....</b>	<b>43</b>
7.1 Vincoli e pericolosità.....	43
8.2 Fattibilità .....	51
<b>8. ASPETTI SISMICI.....</b>	<b>61</b>
8.1 Pericolosità sismica locale .....	64
<b>9. MODELLO STRATIGRAFICO .....</b>	<b>73</b>
<b>10. CONCLUSIONI .....</b>	<b>83</b>

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione geologica ha lo scopo di descrivere gli aspetti geologici e sismici dell'area in cui è previsto l'ammodernamento della ciclovia turistica Vento. Essa si snoda lungo il corso del Fiume Po. In particolare la presente relazione è riferita al tratto che si sviluppa al Torrente Nure in località Fossadello in destra del fiume Po fino all'attraversamento del fiume a Cremona.

L'ammodernamento della ciclovia è stato progettato dall'AIPO (Agenzia Interregionale per il fiume Po) a seguito della stesura del Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica sviluppato a livello interregionale.

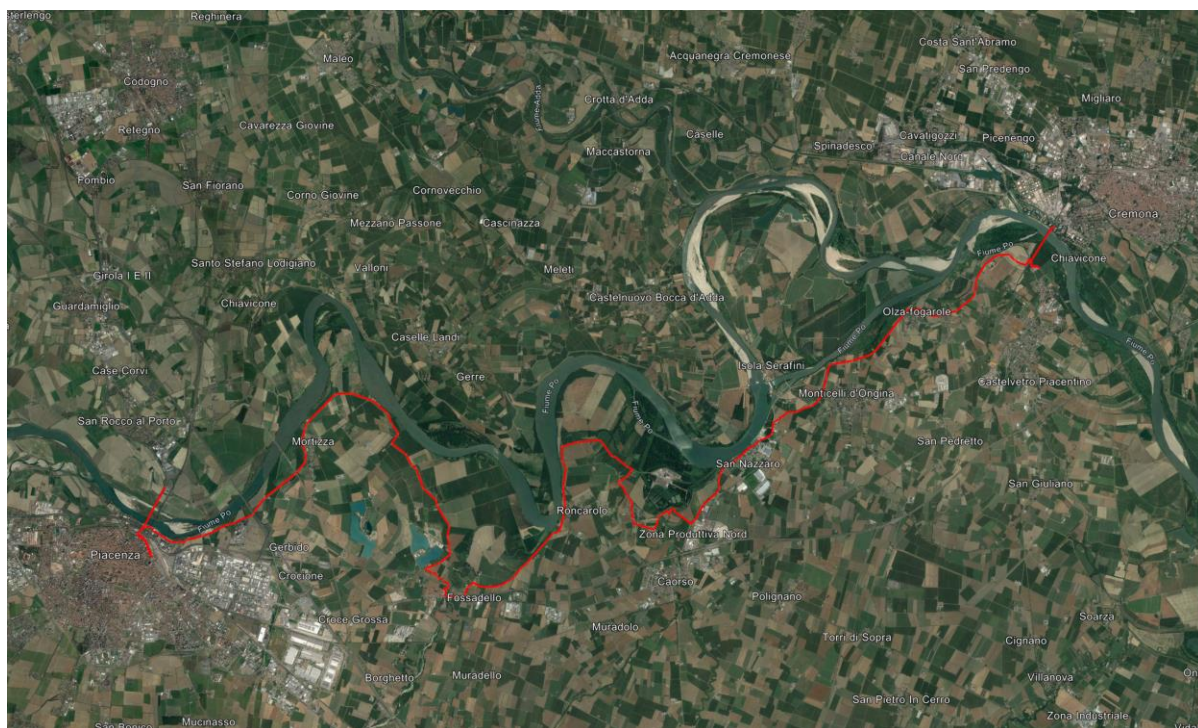


**Figura 1.1. Ortofotografia con ubicazione dell'area in esame in rosso.**

## 2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Il progetto in questione prevede l'ammodernamento della pista ciclabile "Ciclovento" con tratta da Piacenza a Cremona. La lunghezza del percorso totale è di circa 45 km e si sviluppa lungo l'argine principale meridionale del Fiume Po.

In particolare la presente relazione fa riferimento al tratto orientale della pista ciclabile, secondo il progetto PC-E-13-MD "PNRR M2C2-I4.1 Progettazione e realizzazione del lotto funzionale della ciclovia turistica Nazionale Vento, da Fossadello a Cremona - Completamento della Tratta E1 Finanziato dall'Unione Europea NextGenerationEU"



**Figura 2.1. Fotografia aerea con la traccia completa della ciclovia tra Piacenza e Cremona.**





***Figura 3.2. Fotografia aerea con il dettaglio della tratta E1, da Fossadello a Cremona, oggetto del presente studio.***

### 3. UBICAZIONE DELL'AREA DI STUDIO

L'area oggetto di studio è situata lungo il corso del Fiume Po, al confine tra l'Emilia Romagna e la Lombardia, in corrispondenza delle province di Piacenza e Cremona, come indicato nella seguente figura.



**Figura 3.1. Stralcio con indicazione dei limiti regionali ed in rosso l'area di interesse.**

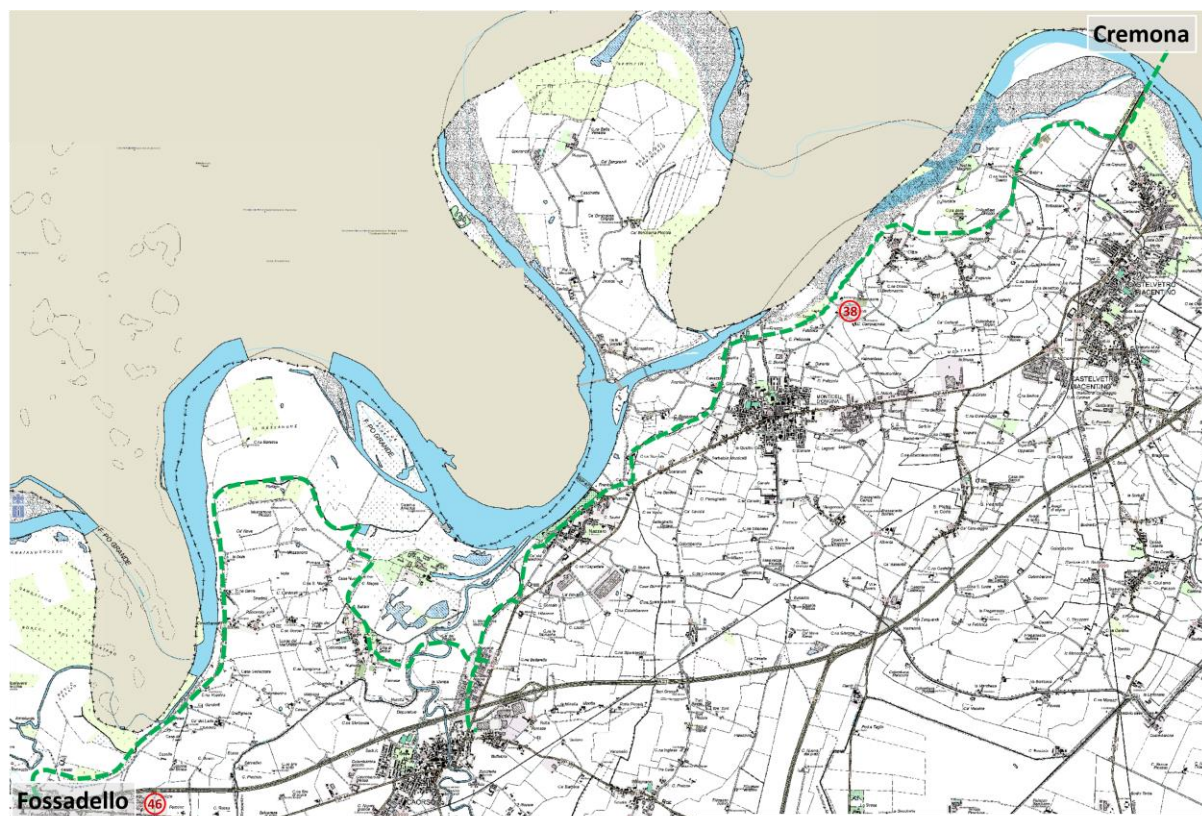
Come si nota dalla figura sopra riportata, nel tratto di interesse del presente lavoro, la pista ciclabile si snoda lungo il corso del Fiume Po' dalla Provincia di Piacenza, ove si snoda per la gran parte dell'estensione, fino ad entrare a Cremona. Ricadendo perciò in massima parte nel territorio regionale dell'Emilia Romagna e per un brevissimo tratto in Lombardia.



In particolare è interessata la sponda in destra idrografica del fiume, lungo la quale si susseguono, da ovest a est, i comuni di Caorso, Monticelli d'Ongina, Castelvetro Piacentino ed infine Cremona, unico comune in sinistra idrografica.

Le porzioni dei territori comunali compresi nel tratto interessato dalla pista ciclabile sono storicamente dedicate ad uso agricolo.

L'area di interesse è sub-pianeggiante essendo situata sulla pianura alluvionale del fiume Po. In dettaglio, la quota altimetrica del piano campagna lungo la traccia orientale della ciclovia va indicativamente da un minimo di 32 a un massimo di 46 m s.l.m.



**Figura 3.2. Stralcio carta topografica regionale con punti quotati, scala 1:25.000, traccia della ciclabile in verde (Geoportale Emilia Romagna).**



#### **4. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO**

Sulla base della storia geologica evolutiva del territorio in esame, esso fa parte della pianura padana e della regione appenninica settentrionale, che è stata soggetta ad alterne fasi di compressione e stasi tettoniche, provocate dalle interazioni tra la placca africana e la placca euroasiatica e, più in dettaglio, dalle microplacche dell'Arco Appenninico Settentrionale e Adriatica.

In particolare, a partire dall'Oligocene superiore è iniziata la formazione della catena dell'Appennino settentrionale attraverso il meccanismo di sovrascorrimento della microplacca dell'Arco Appenninico Settentrionale a scapito di quella Adriatica e della sua copertura sedimentaria, che ha instaurato un processo di deformazione continentale polifasica.

Nell'ambito di tale processo, si possono riconoscere due stadi compressivi principali:

- primo stadio compressivo: si sviluppa dall'Oligocene superiore al Pliocene inferiore, durante il quale è definita la strutturazione dell'arco dell'Appennino Settentrionale (stadio collisionale) e, in zona antistante (avanfossa padana), la delineazione del bacino perisuturale padano – adriatico (Bally e Snelson 1980); all'inizio del Pliocene questo bacino costituiva un grande golfo invaso dalle acque marine (propaggine occidentale del Mare Adriatico), limitato a nord dalle Alpi, a sud-ovest dagli Appennini e a nord-est dalle Dinaridi (Catena montuosa della Jugoslavia);
- secondo stadio compressivo: si sviluppa a partire dal Pliocene medio (circa 5,0 MA) in poi coinvolgendo anche il margine meridionale del bacino perisuturale padano nel processo di strutturazione della catena appenninica (in senso geografico dal margine appenninico settentrionale fino a circa l'asse del Fiume Po); il processo deformativo del margine meridionale del bacino perisuturale si sviluppa attraverso la formazione di sovrascorrimenti, faglie, duplicazioni e pieghe, in parte sepolte dalle

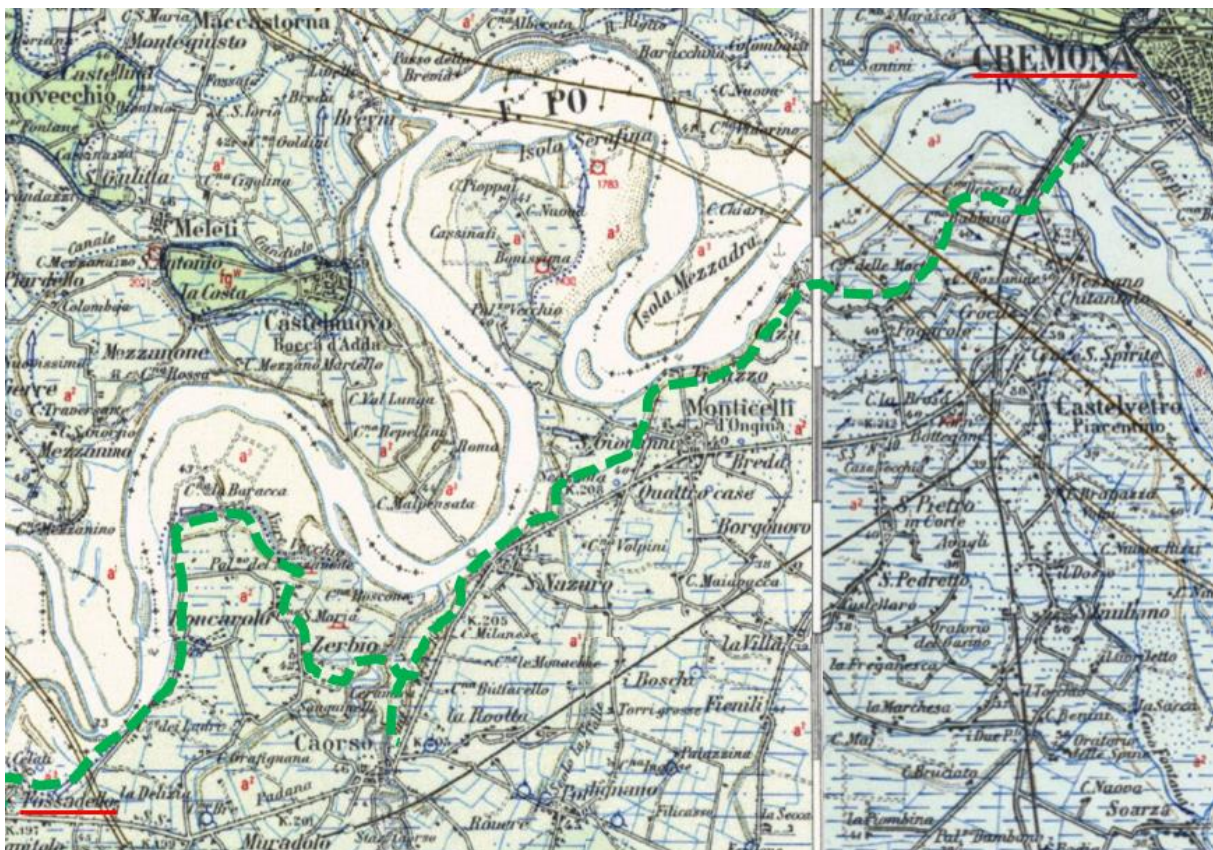


coperture alluvionali quaternarie e in parte evidenti lungo il margine morfologico appenninico settentrionale.

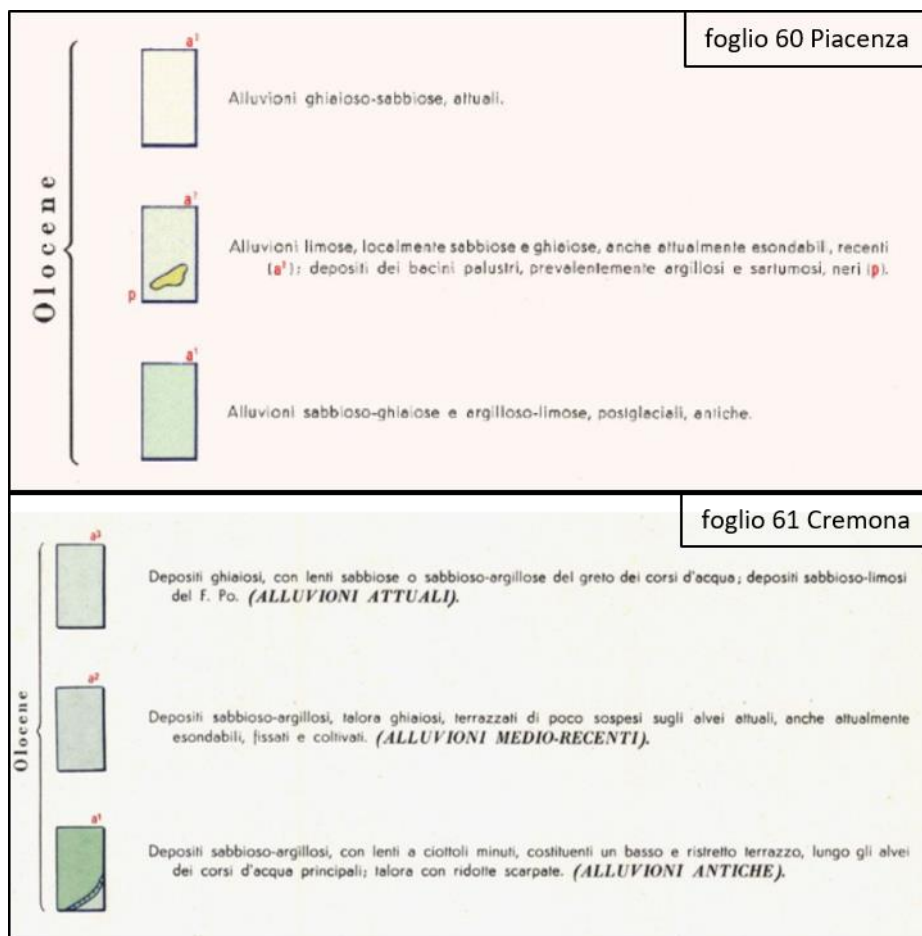
Nell'epoca quaternaria, successivamente al pleistocene medio, la crescente estensione di terre emerse soggette ad erosione consentì ai corsi d'acqua alpini ed appenninici di colmare di sedimenti il bacino padano conferendone l'attuale assetto e morfologia.

Dalla cartografia si evince che il settore in esame è modellato interamente su formazioni superficiali di età quaternaria, costituite da depositi alluvionali del periodo postglaciale (Olocene medio) che hanno colmato il bacino padano.

Di seguito viene mostrato uno stralcio delle carte geologiche dell'area di interesse.



**Figura 4.1. Estratto delle C.G.I. scala 1:100.000, fogli 60 "Piacenza" e 61 "Cremona"; tratto della ciclabile in verde. Per la legenda si veda la figura successiva.**



**Figura 4.2. Estratto della legenda delle C.G.I. scala 1:100.000, fogli 60 "Piacenza" e 61 "Cremona" sopra riportata per l'area in esame.**

Come si nota dalla legenda sopra riportata, il territorio in esame è caratterizzato da depositi costituiti prevalentemente da alluvioni ghiaioso-sabbiose e limose del fiume Po.

In dettaglio, i depositi affioranti nell'area in esame sono stati attribuiti dal Servizio Geologico Regionale al Dominio Padano Adriatico.

Si tratta di quella serie di unità cosiddette "Neoautoctone", ovvero sedimentate posteriormente alle principali fasi orogenetiche dell'Appennino Settentrionale; hanno carattere regressivo, con sabbie e peliti torbiditiche alla base, seguite da un prisma sedimentario fluvio-deltizio, progradante, ricoperto al tetto da depositi continentali.



Dal punto di vista gerarchico si distinguono 2 sequenze principali denominate come segue, secondo la terminologia delle U.B.S.U.:

- Supersintema del Quaternario Marino, costituito da depositi di ambiente marino;
- Supersintema Emiliano-Romagnolo, costituito da depositi di ambiente continentale.

Il Supersintema del Quaternario Marino può essere ulteriormente suddiviso in 3 cicli progradazionali (dal più antico al più recente):

- Alloformazione del Torrente Stirone (Qm1) – (Pliocene superiore - Pleistocene inferiore);
- Alloformazione di Costamezzana (Qm2) - (Pleistocene inferiore – medio);
- Allomembro del Quaternario Marino 3 (Qm3) - (Pleistocene medio).

Il Supersintema Emiliano Romagnolo può essere ulteriormente suddiviso in 2 sistemi principali (dal più antico al più recente):

- Sintema (o Alloformazione) Emiliano Romagnolo inferiore - (Pleistocene medio);
- Sintema (o Alloformazione) Emiliano Romagnolo superiore - (Pleistocene medio - Olocene).

Il **Supersintema del Quaternario Marino**, sedimentato tra il Pliocene superiore e il Pleistocene inferiore, è costituito da terreni paralic e marini depositi al di sopra di una superficie di discontinuità regionale.

L'Alloformazione del Torrente Stirone (Sintema del Quaternario Marino 1) è costituita da depositi paralic e marini composti da due litofacies in parte eteropiche. Il limite basale è netto e discordante con il Supersintema del Pliocene Medio-Superiore o con altri domini tettonici.

Il limite basale è marcato dalla presenza di un livello calcarenitico di spessore plurimetrico ("calcarenite fossilifera"), rappresentante uno strato guida nei profili sismici; è interpretato come deposito residuale corrispondente alla



migrazione dell'antica linea di costa al di sopra della superficie di inconformità basale del Supersistema del Quaternario Marino (Di Dio et al. 1997).

1. Litofacies AT**S**b: prevalentemente sabbiosa, localmente associata a ghiaie e peliti fossilifere. Le sabbie sono organizzate in corpi plurimetrici, di notevole estensione laterale, costituiti da strati sabbiosi, gradati e amalgamati e da strati sabbiosi con laminazione piano parallela e hummocky. Sono comuni i livelli ricchi di resti conchigliari. Talora si incontrano corpi ghiaioso-sabbiosi con tessitura ben selezionata, che mostrano strutture di embriciatura e laminazione obliqua. Questi corpi sono intercalati da livelli pelitici o sabbioso pelitici di spessore decametrico: depositi paralicci e di fronte deltizio.
2. Litofacies AT**S**a: prevalentemente fine, costituita da peliti sovente bioturbate e con presenza di fossili marini. Si intercalano strati sottili di sabbie fini, gradati, talvolta con detrito conchigliare alla base e con laminazione piano-parallela oppure di tipo hummocky. Eccezionalmente, intercalati alle peliti, si possono rinvenire livelli con ghiaie e ciottoli in matrice pelitica: depositi di prodelta, piattaforma e scarpata sottomarina.

L'Alloformazione di Costamezzana (Sistema del Quaternario Marino 2) è costituita grossolanamente da 3 associazioni di facies, sovrapposte ciclicamente e giustapposte, che individuano, nel complesso, un prisma sedimentario costiero con tendenza regressiva e progradante verso nord, nord-ovest:

1. depositi prossimali di delta-conoide: sabbie e ghiaie argillose in strati spessi, frequentemente gradati e amalgamati, con intercalati livelli argillosi sottili, discontinui, biancastri, sterili, alternate a banconi argilloso-limosi con livelli ricchi in resti vegetali lignitizzati;
2. depositi lagunari: sabbie medio-fini in strati sottili e medi con laminazione piano-parallela oppure di tipo hummocky, intercalate a limi argillosi verdi, debolmente bioturbati, contenenti talora macrofaune oligotipiche;





3. depositi di delta-conoide ad alta energia fluviale e marina: sabbie, sabbie ghiaiose e subordinatamente ghiaie ciottolose in strati massivi o con una gradazione diretta poco sviluppata e comunque sovente mascherata dalle frequenti amalgamazioni tra strati successivi che possono inglobare clasti pelitici di dimensioni anche metriche. Frequenti anche la stratificazione obliqua a grande scala e le laminazioni trattive. La matrice delle ghiaie è costituita sempre da sabbia medio grossolana.

Il contatto di base è erosivo o netto e discordante sull'Alloformazione del Torrente Stirone o sul Supersintema del Pliocene Medio-Superiore.

Il Sintema del Quaternario Marino 3 è rappresentato da un prisma sedimentario costiero con tendenza regressiva e progradante verso nord, nord-ovest. Si tratta di limi sabbiosi in strati spessi e molto spessi con intercalazioni sabbiose, d'ambiente litorale; in subordine da ghiaie solitamente alterate, in corpi discontinui a geometria lenticolare, d'ambiente deltizio con locale sviluppo di livelli torbosi e da limi argillosi d'ambiente lagunare.

Il **Supersintema Emiliano Romagnolo**, depostosi a partire da circa 800.000 anni BP, è costituito da terreni continentali, sedimentati al di sopra di una superficie di discontinuità regionale.

In corrispondenza di Piacenza lo spessore di tali sedimenti continentali è di circa 200 metri.

L'Alloformazione Emiliano-Romagnola Inferiore (LES), depostasi probabilmente tra circa 800.000 e 450.000 anni BP (Pleistocene medio), è un'unità sedimentata in ambiente di piana alluvionale durante un prolungato periodo di subsidenza regionale.

Il contatto di base è netto e discordante, talora erosivo, sull'Allogruppo Quaternario Marino.

La successione stratigrafica è caratterizzata da limi e limi argillosi prevalenti di colore grigio-azzurro, talora con screziature giallo-ocracee di ossidazione, con



intercalazioni ghiaiose le quali, in corrispondenza dei paleo-apparati fluviali principali (Tebbia e Nure) possono diventare predominanti.

Sono frequenti i livelli ricchi in sostanza organica (prevalentemente frustoli carboniosi) e con presenza di gasteropodi continentali: depositi di piana alluvionale e localmente di conoide alluvionale distale.

In corrispondenza di Piacenza l'Alloformazione Emiliano-Romagnola Inferiore presenta una potenza di circa 60 m.

L'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore (UES) è un'Unità alluvionale prevalentemente grossolana, di età Pleistocene medio – Olocene.

Il limite di tetto è rappresentato dalla superficie topografica, mentre il contatto di base è netto e discordante sull'Alloformazione Emiliano-Romagnola Inferiore e su tutte le altre unità più antiche.

L'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore è suddivisa in cinque allomembri, che dal più recente a quello più antico sono:

1. Allomembro di Ravenna (AES8): Pleistocene superiore - Olocene; post circa 20.000 anni B.P;
2. Allomembro di Villa Verucchio (AES7): Pleistocene superiore;
3. Allomembro di Agazzano (AES3): Pleistocene medio;
4. Allomembro di Maiatico (AES2): Pleistocene medio;
5. Allomembro di Monterlinzana (AES1): Pleistocene medio.

L'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore nel territorio in esame è caratterizzata da due direzioni di progradazione: la prima, assiale, est-vergente, originata dal Fiume Po; la seconda, trasversale, nordest-vergente, originata dai sistemi di alimentazione appenninica. Sulla base delle direzioni di progradazione possono essere individuate le seguenti classi di sistemi deposizionali:

1. pianura pedemontana ad alimentazione appenninica; si estende dal margine morfologico dell'Appennino Settentrionale fino all'Autostrada Torino – Piacenza e poco oltre, lungo l'asse del F. Tebbia e fino all'Autostrada Milano Bologna e poco oltre in corrispondenza del T. Nure;



2. pianura alluvionale ad alimentazione assiale (paleoPo); caratterizza le aree rivierasche del Fiume Po per una fascia d'estensione di circa 1 – 2 km e poco oltre;

I suddetti sistemi deposizionali, in profondità si presentano interdigitati tra loro in relazione al tasso di apporto sedimentario, alle oscillazioni eustatiche del livello marino e alle fasi di attività e stasi tettonica, che nel corso del riempimento del bacino padano hanno determinato la continua variazione del centro di deposizione bacinale.

L'attuale assetto geomorfologico dell'area in esame è il risultato dell'effetto combinato di alterne vicende climatiche di varia intensità, lente deformazioni tettoniche ed interventi antropici, che si sono imposti negli ultimi millenni ed hanno direttamente interagito sulla rete idrografica.

Alcuni studi (Braga & Cerro 1988) hanno messo in luce come questa peculiarità geomorfologica derivi dalla struttura geologica profonda dell'area, dalle recenti dinamiche tettoniche, e dalla vistosa dinamicità storica dei meandri del Po. All'altezza di Cremona, infatti, si eleva trasversalmente all'asta del Po un "alto strutturale", creatosi in seguito alle spinte tettoniche compressive che hanno interessato l'area, che avrebbe funzionato come "ostacolo idraulico", alternato alla zona retrostante dove è presente una marcata depressione subsidente che avrebbe portato a una minore inclinazione nel letto di scorrimento del Po.

Nella zona più a valle, il Po presenta un alveo poco profondo, largo quasi un chilometro, dove l'acqua scorre molto lentamente soprattutto da quando, nel 1972 venne realizzato il gigantesco sbarramento idroelettrico di Isola Serafini. La rapida evoluzione geomorfologica di quest'area viene tracciata con chiarezza nelle diverse carte antiche, grazie alle quali è possibile ricostruire i cambiamenti avvenuti negli ultimi due secoli.

È importante sottolineare che le evoluzioni geomorfologiche tardo ottocentesche sono successive all'inondazione particolarmente catastrofica avvenuta nel 1872, che portò nei territori limitrofi al Po grandi distruzioni e modificazioni nelle morfologie dell'alveo.

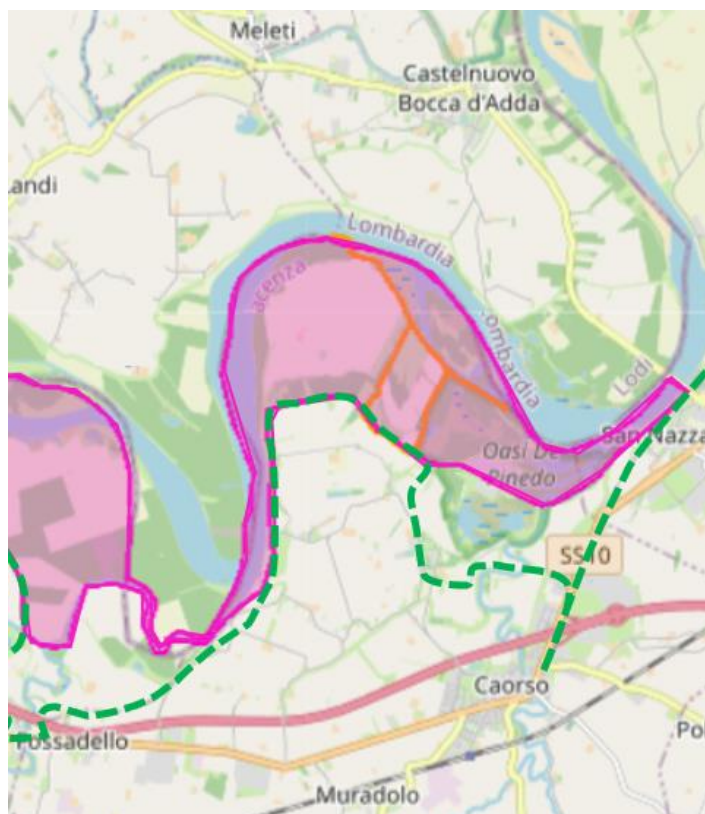


Sono da considerare anche le variazioni nell'uso del suolo dei terreni occupati o rioccupati dal fiume, come pure, nella fascia dei meandri, la totale scomparsa di alcuni insediamenti ben segnalati dalla toponomastica. I tanti toponimi Mezzani, Mezzano o Mezzanone ricorrono sin dal medioevo per indicare le isole che si formavano a margine del Po, immerse a quell'epoca in un paesaggio dominato da canali, depositi sabbiosi e vaste aree paludose tra le quali si estendevano gli originari boschi di pianura.

In particolare il tratto del Po interessato dal presente lavoro, è segnato da accentuati meandri, unici per ampiezza e lunghezza in tutto il corso del fiume. Vista l'importanza scientifico-culturale la zona è stata nominata geosito ed è in parte compresa all'interno di una più ampia area dichiarata (D.G.R. 258/2016) di notevole interesse pubblico paesaggistico ai sensi del Codice dei Beni culturali e del paesaggio (art.136 del Decreto Legislativo n. 42/2004).

Di seguito si mostra uno stralcio della carta escursionistica predisposta on-line dalla Regione Emilia-Romagna in cui è evidenziata l'area dei meandri che rientrano nel geosito e la pista ciclabile che ne costeggia il perimetro in un tratto del comune di Caorso.





***Figura 4.3. Stralcio di carta escursionistica regionale con perimetrazione del geosito in fuxia e la tratta della ciclabile tratteggiata in verde.***

Si riporta di seguito il montaggio della cartografia "Disciplina Urbanistico edilizia dei centri urbani e del territorio rurale" fornita dal RUE del comune di Caorso.



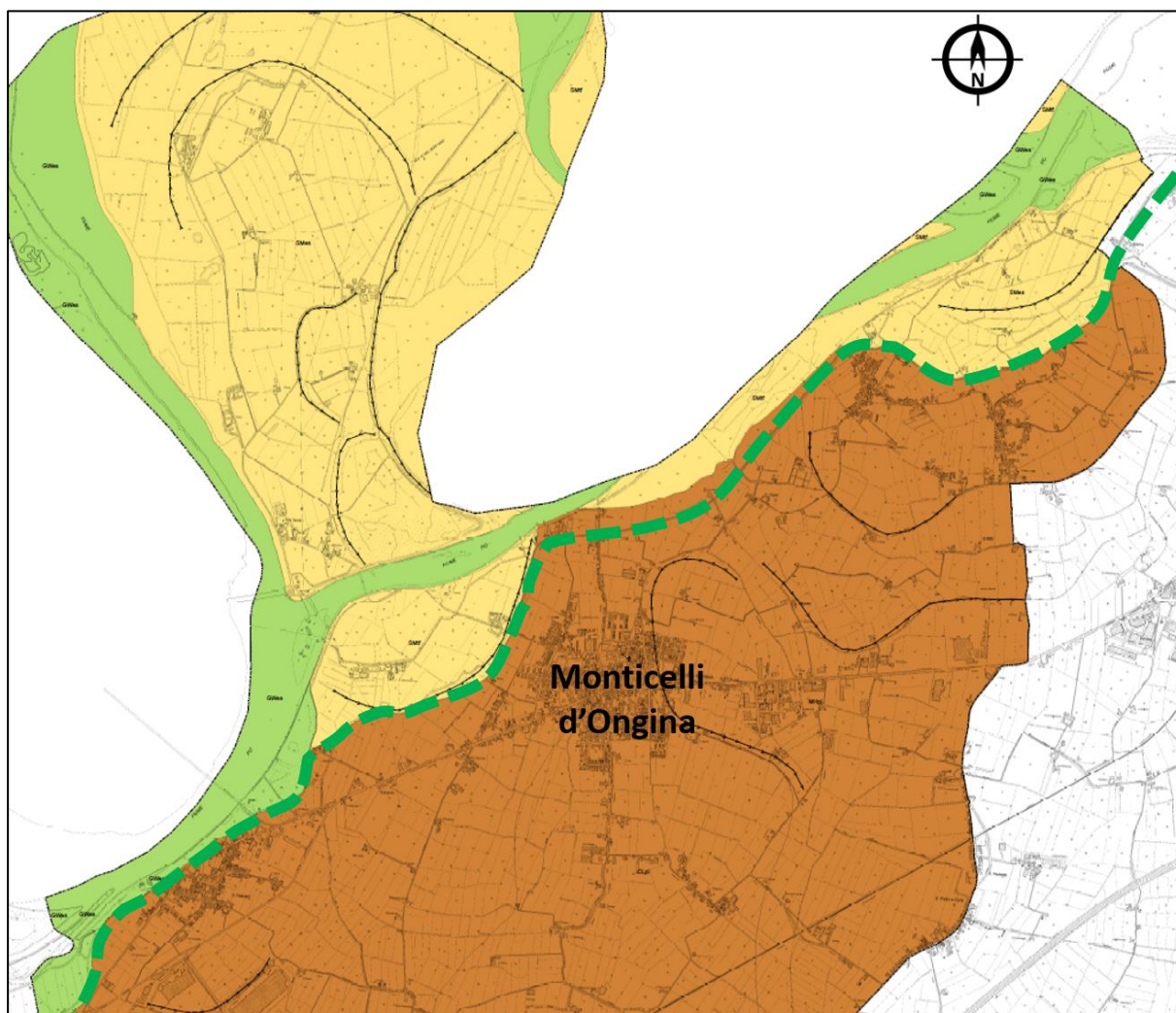
**Figura 4.4. Montaggio della cartografia "Disciplina Urbanistico edilizia dei centri urbani e del territorio rurale" scala 1:2.000 del RUE del comune di Caorso e stralcio di legenda; tratto della ciclabile in arancione.**

Dalla figura sopra riportata di nota che la traccia della pista ciclabile, all'interno del comune di Caorso, ricade in aree agricole di rilievo paesaggistico, aree agricole periurbane, aree destinate alla produzione agricola, e in minima parte in aree urbanizzate.

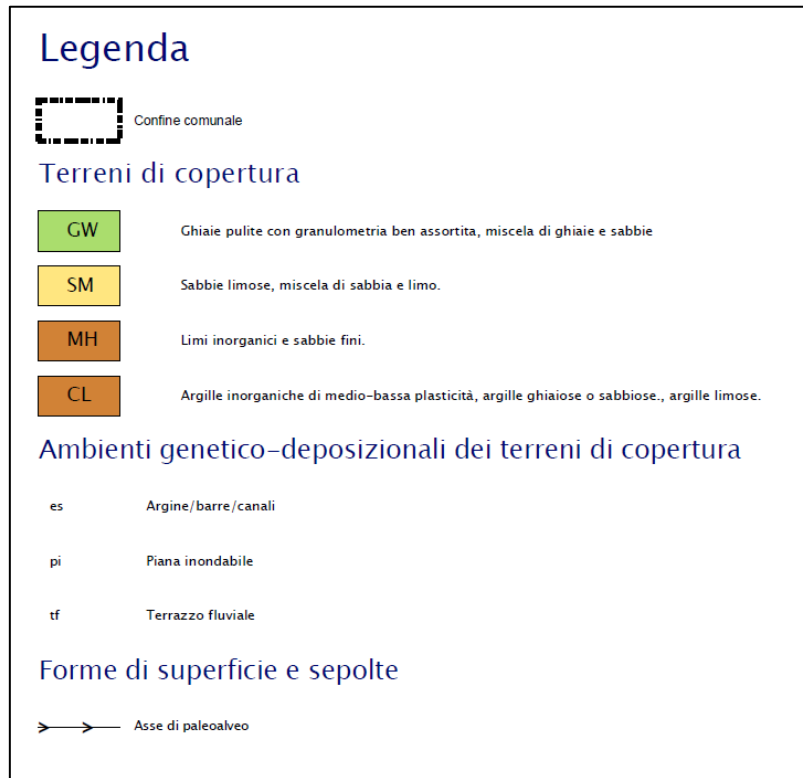
Riguardo al comune di Monticelli d'Ongina, il PSC comunale fa riferimento al PTCT della provincia di Piacenza, che ai fini della tutela del reticolo idrografico e in coerenza con gli obiettivi della pianificazione sovraordinata, persegue l'obiettivo generale della protezione delle aree di pertinenza fluviale e della prevenzione e mitigazione del rischio idraulico, contemperando la necessità di consentire l'evoluzione naturale dei processi fluviali, di salvaguardare la risorsa idrica e di conservare e valorizzare gli elementi e i luoghi di pregio naturalistico, paesaggistico e storico - culturale presenti nelle aree fluviali, compatibilmente

con le esigenze di sicurezza degli insediamenti esistenti e con l'attività antropica.

In dettaglio si riporta di seguito uno stralcio della carta geologico – tecnica comunale.



**Figura 4.5. Stralcio della "Carta geologico – tecnica", scala 1:10.000, comune di Monticelli d'Ongina; tratto della ciclabile in verde. Per la legenda si veda la figura successiva.**

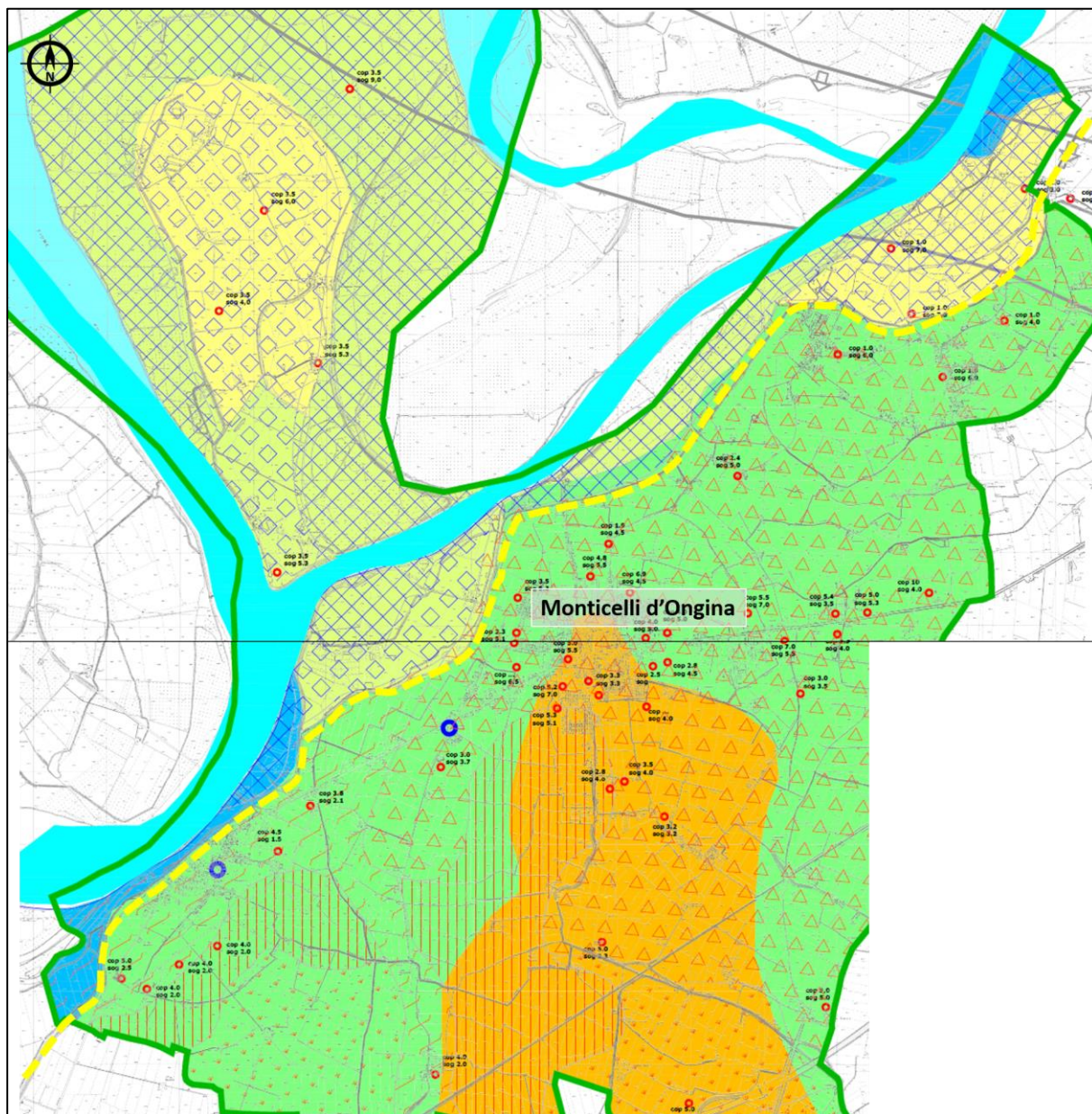


**Figura 4.6. Legenda della "Carta geologico – tecnica", comune di Monticelli d'Ongina.**

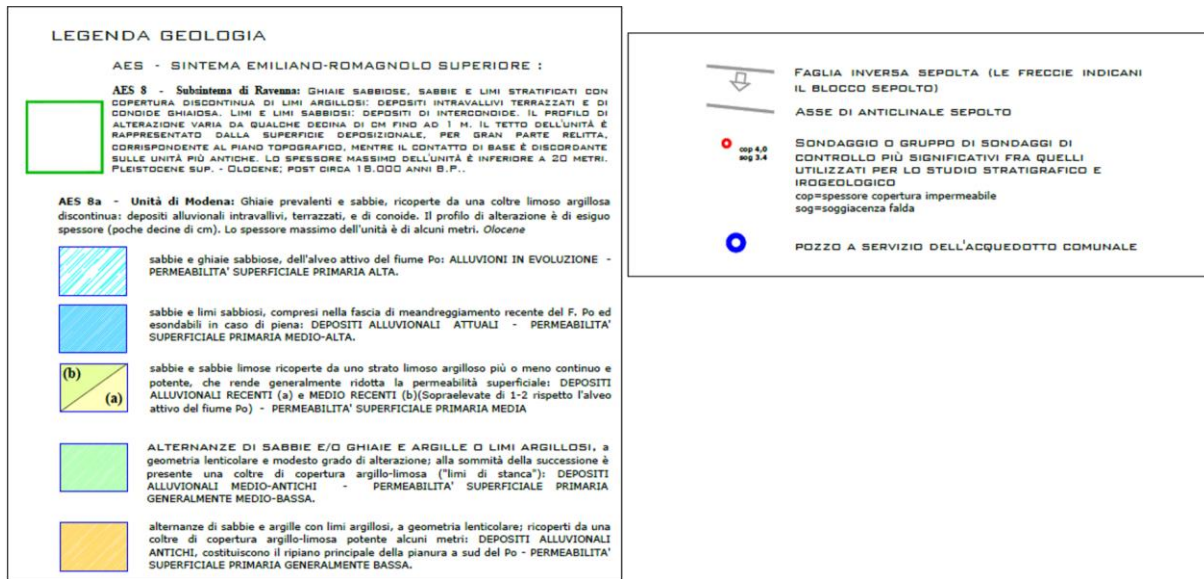
Dalla cartografia sopra riportata, si evince come la traccia della ciclabile ricada al limite tra le litologie "limi inorganici e sabbie fini", "argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose" con le litologie "ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaie e sabbie" e "sabbie limose, miscela di sabbia e limo".

Il PSC comunale riporta inoltre la cartografia "Litogeologia superficiale e suoli", come mostrato di seguito.





**Figura 4.7. Stralcio della cartografia "Litogeologia superficiale e suoli", scala 1:20.000 (PSC del comune di Monticelli d'Ongina), tratto della ciclabile in giallo. Per la legenda si veda la figura successiva.**

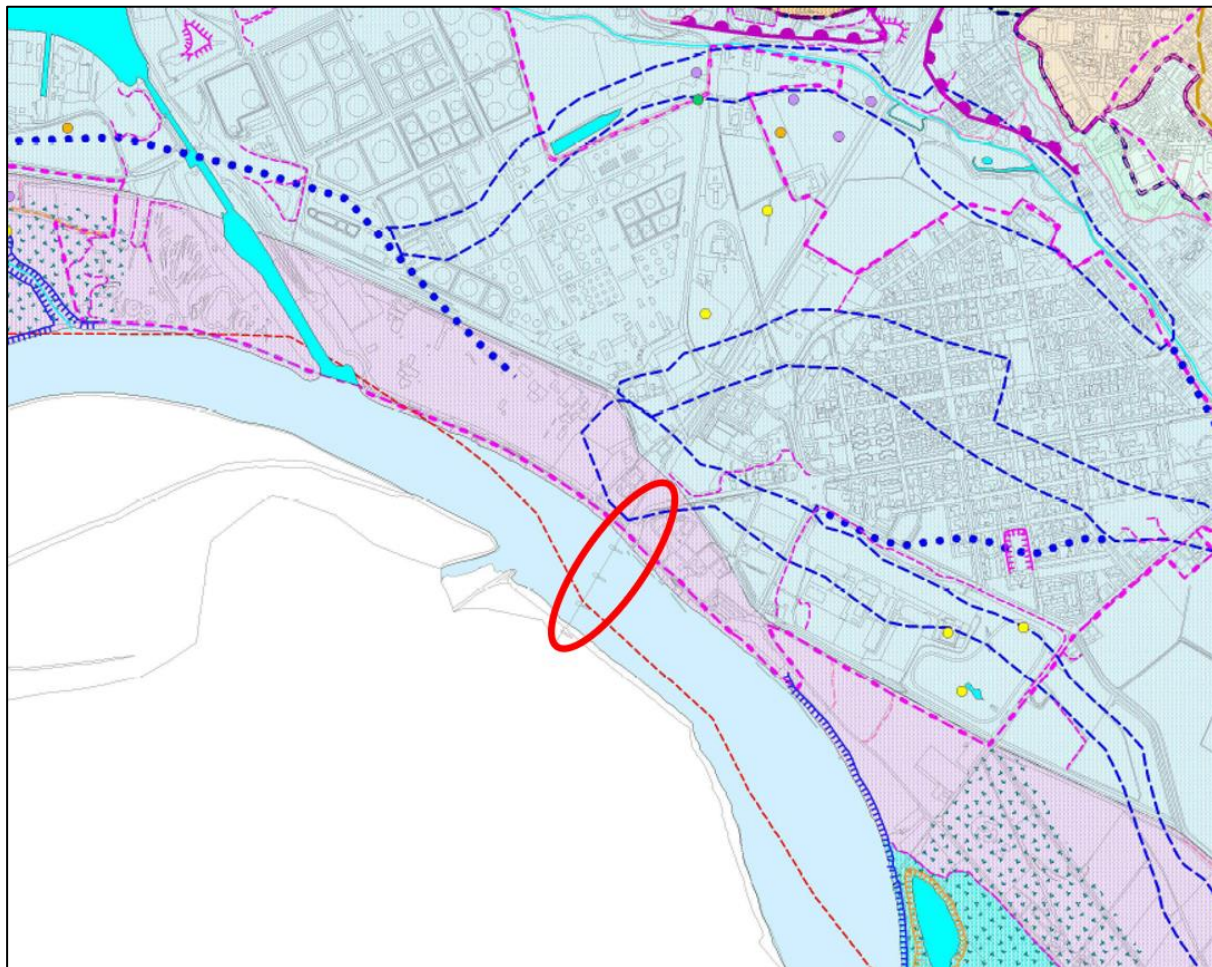


**Figura 4.8. Stralcio della legenda della carta "Litogeologia superficiale e suoli", scala 1:20.000 (PSC del comune di Monticelli d'Ongina).**

Dalle figure precedenti si evince che, il tratto della ciclabile nel comune di Monticelli d'Ongina, ricade al limite tra diverse litologie, come mostrato in precedenza.

Riguardo al territorio del comune di Cremona di seguito si riporta uno stralcio della Carta della geopedologia e geomorfologia estratta dal PGT comunale.





**Figura 4.9. Estratto della "Carta della geopedologia e geomorfologia" del PGT di Cremona; in rosso l'area in cui ricade la pista ciclabile.**



**Figura 4.10. Stralcio della legenda della "Carta della geopedologia e geomorfologia" del PGT di Cremona sopra riportata.**

Come si evince dalle figure sopra riportate, per quanto riguarda il territorio del comune di Cremona, ovvero l'ultimo tratto del tracciato della ciclabile, esso ricade in una porzione ristretta di territorio. I terreni sono costituiti da unità sabbiose-limose dell'argine del fiume Po; la morfologia è degradante fino al letto del fiume.



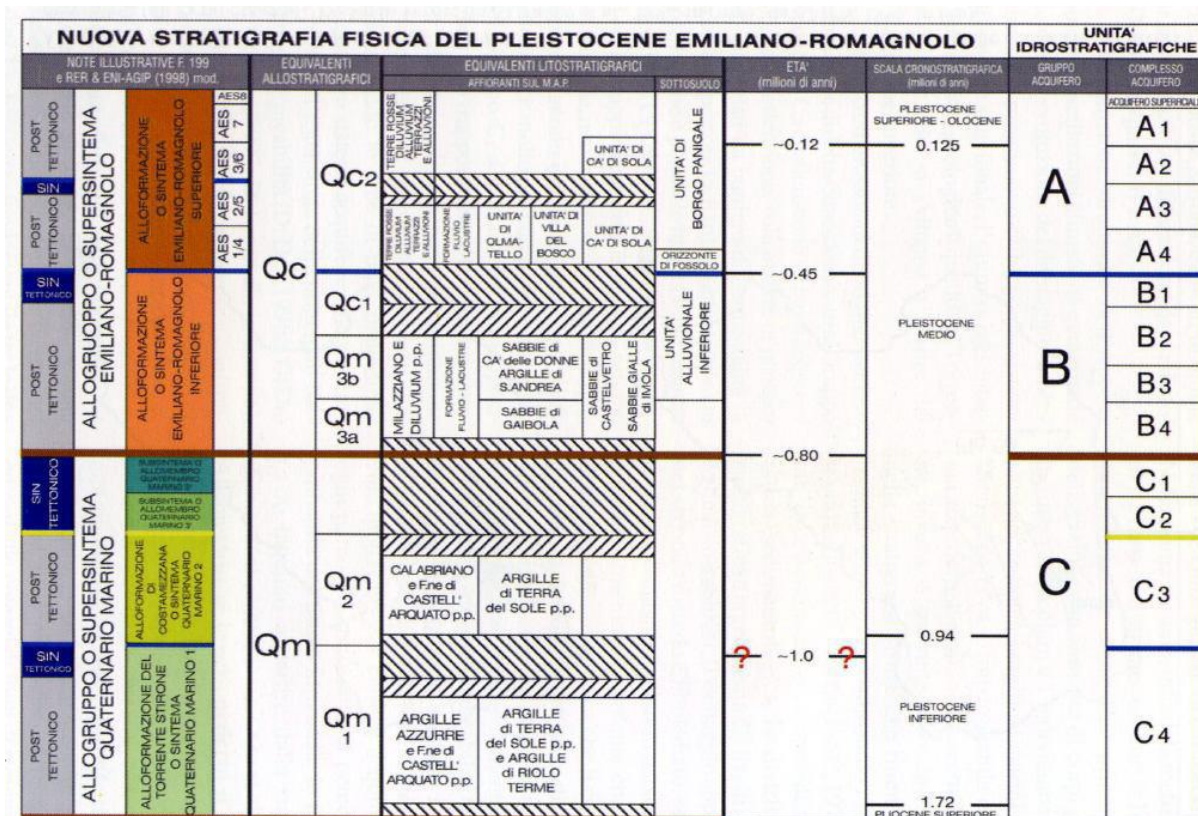
## 5. ASSETTO IDROGEOLOGICO

I sistemi acquiferi e le barriere di permeabilità regionali (sistemi acquitardi) costituiscono le unità base dell'idrostratigrafia per la regione Emilia Romagna. Insieme più o meno complessi di sistemi acquiferi e barriere di permeabilità regionali possono essere accorpati in unità idrostratigrafiche di rango gerarchico crescente fino a comprendere l'intero bacino idrogeologico.

Nello studio del bacino idrogeologico della pianura emiliano-romagnola, il Servizio Geologico della Regione Emilia-Romagna ha utilizzato una particolare sottoclasse d'unità idrostratigrafiche, denominate UNITA' IDROSTRATIGRAFICO - SEQUENZIALI (Regione Emilia-Romagna, ENI-AGIP, 1998). Le caratteristiche peculiari delle Unità Idrostratigrafico-Sequenziali (UIS) sono le seguenti:

1. sono costituite da una o più unità stratigrafiche a limiti discontinui (limiti di discontinuità stratigrafica), denominate sequenze deposizionali, sensu Mitchum et Al. (1977);
2. comprendono in posizione basale e/o sommitale una barriera di permeabilità regionale.

La figura seguente illustra il quadro geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola, in cui si inserisce l'area di studio.



**Figura 5.1. Schema geologico-stratigrafico e idrostratigrafico del Bacino Pleistocenico della Pianura Emiliano-Romagnola.**

Le Unità Idrostratigrafico-Sequenziali (UIS) di rango superiore sono tre, denominate Gruppi Acquiferi A, B e C, a loro volta suddivise in 12 UIS, gerarchicamente inferiori, denominate Complessi Acquiferi.

Esse affiorano estesamente sul margine meridionale del bacino idrogeologico della pianura emiliano-romagnola per poi immergersi verso nord al di sotto dei sedimenti depositati dal Fiume Po e dai suoi affluenti negli ultimi 20.000 anni, contenenti sistemi acquiferi quasi sempre freatici, di scarsa estensione e potenzialità (Complesso Acquifero Superficiale o A0).

I corpi geologici che fungono da acquiferi sono costituiti da sedimenti ghiaiosi e sabbiosi di origine deltizia, litorale e alluvionale depositi dai paleo-fiumi appenninici e dal Paleo-fiume Po a partire da circa 1 milione di anni fa (nella provincia di Piacenza). Ciascun gruppo acquifero è idraulicamente separato,



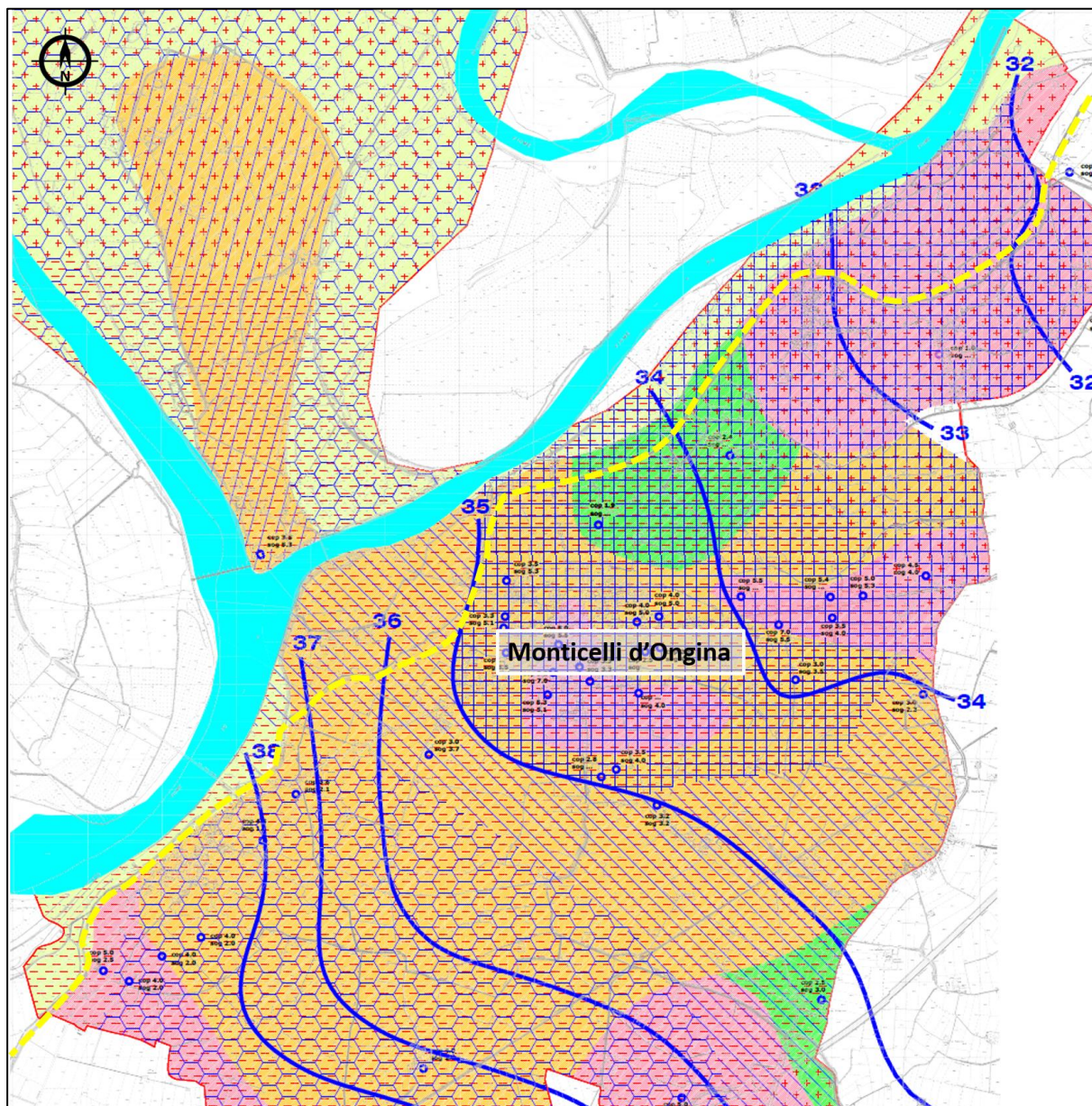
almeno per gran parte della sua estensione, da quelli sovrastanti e sottostanti, grazie a barriere di permeabilità regionali.

Al suo interno ogni gruppo acquifero è composto da serbatoi acquiferi sovrapposti e giustapposti, parzialmente o totalmente isolati tra loro, suddivisi in complessi e sistemi acquiferi.

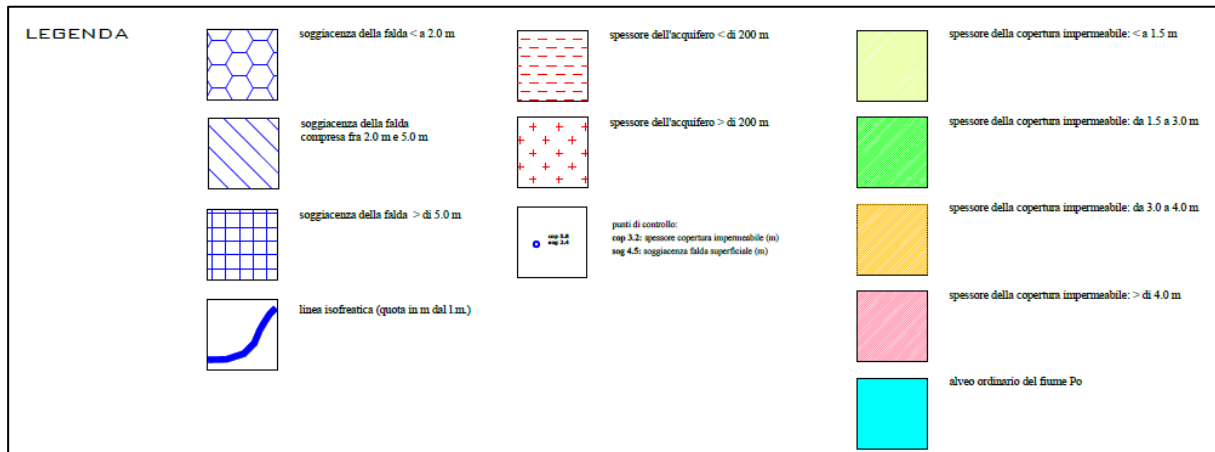
Le principali barriere di permeabilità in senso orizzontale sono costituite da corpi geologici decametrici, a prevalente granulometria fine, interpretabili come sistemi deposizionali interdeltizi o di interconoide e bacino interfluviale, che si giustappongono a sistemi deposizionali deltizi, di conoide alluvionale e fluviali, ricchi in materiali grossolani.

Riguardo al comune di Monticelli d'Ongina si riporta di seguito, la carta idrogeologica proposta dal PSC comunale.





**Figura 5.2. Stralcio della carta idrogeologica, scala 1:20.000, PSC del comune di Monticelli d'Ongina; tratto della pista ciclabile in giallo. Per la legenda si veda la figura successiva.**

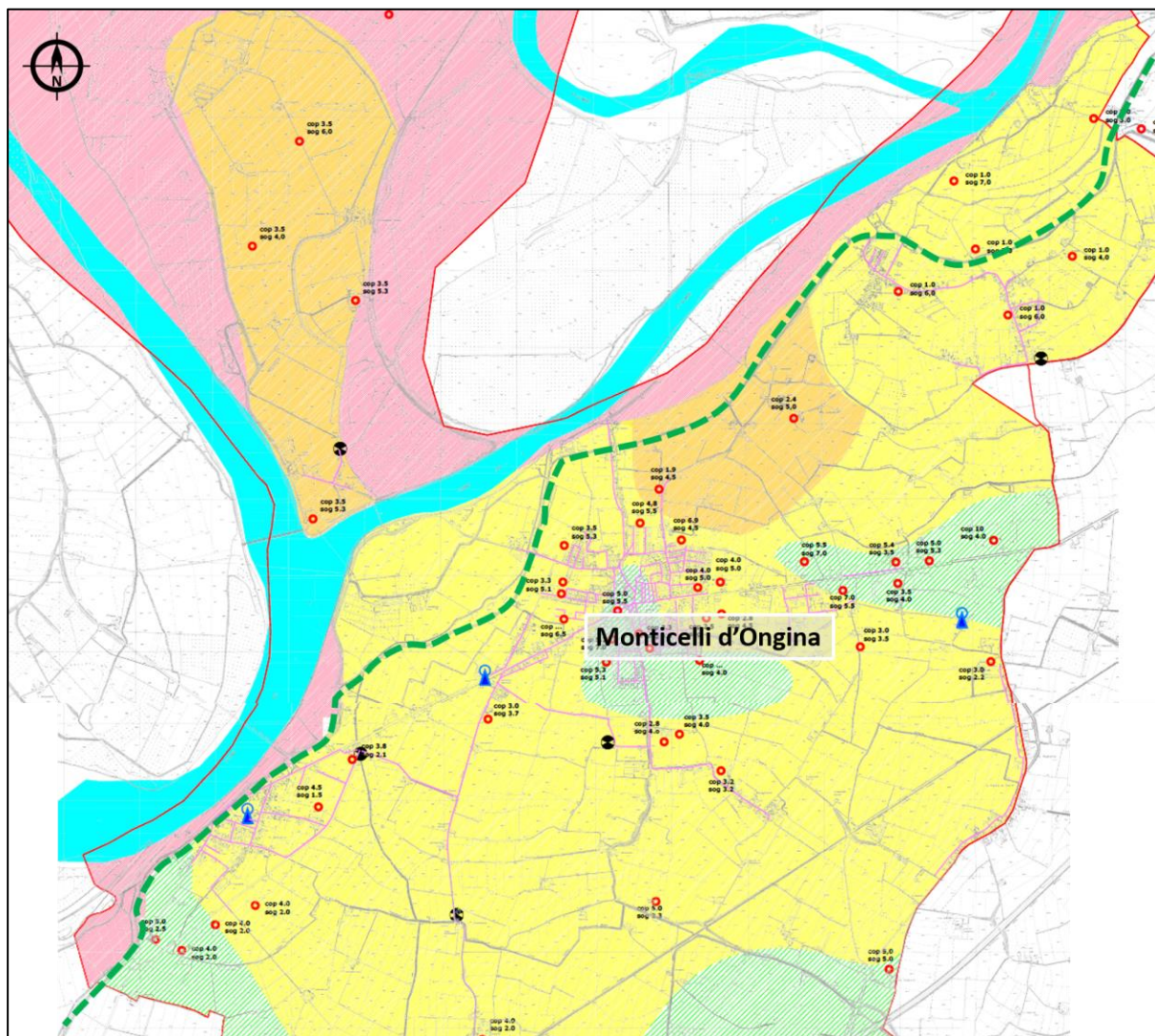


**Figura 5.3. Legenda della carta idrogeologica, scala 1:20.000, PSC del comune di Monticelli d'Ongina.**

Dalle figure precedenti si evince che, seguendo la traccia della ciclovia e proseguendo da sud-ovest verso nord-est, la soggiacenza della falda si approfondisce, passando da meno di 2 metri a più di 5 metri di profondità dal piano campagna su cui poggia l'argine; le linee isofreatiche indicano che la superficie freatica si approfondisce; e lo spessore dell'acquifero aumenta.

La vulnerabilità idrogeologica viene espressa nella cartografia di dettaglio riportata di seguito.





**Figura 5.4. Stralcio della Carta della vulnerabilità idrogeologica, scala 1:20.000, PSC del comune di Monticelli d'Ongina; tratto della pista ciclabile in verde. Per la legenda si veda la figura successiva.**



**Figura 5.5. Legenda della Carta della vulnerabilità idrogeologica, scala 1:20.000, PSC del comune di Monticelli d'Ongina.**

Dalle figure sopra riportate si nota che la traccia della pista ciclabile ricade in porzioni di territorio a vulnerabilità media e alta, e per altri tratti, al limite tra vulnerabilità bassa ed elevata. La vulnerabilità è strettamente legata alla composizione dei terreni, quindi alle loro caratteristiche di permeabilità, ed alla loro connessione con la falda acquifera.

Per quanto riguarda l'ultimo tratto della ciclovia, ricadente nella regione Lombardia, sulla base delle informazioni stratigrafiche esistenti e di alcuni sondaggi eseguiti nella zona, ci si riferisce ad una revisione della stratigrafia idrogeologica del sottosuolo padano effettuato dalla regione, attraverso il riconoscimento e la definizione di 4 unità idrostratigrafiche, definite Gruppi Acquiferi A, B, C e D.

La separazione dei Gruppi Acquiferi è stata effettuata su base sedimentologica e grazie alla correlazione con dati stratigrafici di pozzi e sondaggi della pianura. La descrizione dei Gruppi Acquiferi è sinteticamente riportata di seguito, escluso il più profondo (Gruppo D), che a Pianengo inizia a meno di 200 m di profondità, in ambiente di acqua dolce, mentre a Cremona si colloca a profondità tre volte maggiore, in ambiente di acqua salmastra/salata:

Gruppo A - lo spessore del gruppo è pari a circa 180 – 200 m nell'area di Cremona, in rapida diminuzione verso nord;

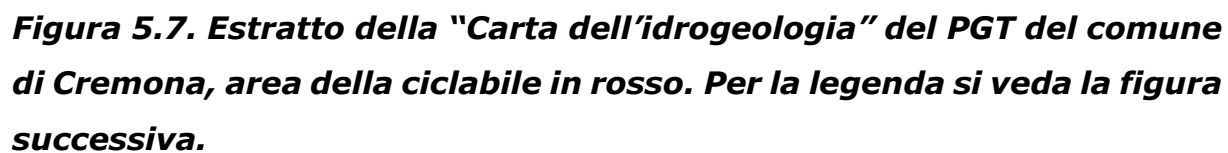
Gruppo B - ha uno spessore di circa 250 m a Cremona, rappresentato da prevalenti sabbie separate in tre principali acquiferi da zone di semipermeabilità o minima permeabilità di 5 – 10 m di spessore;

Gruppo C - appena raggiunto a Cremona a 350 – 400 m di profondità, è rappresentato da sedimenti permeabili, presumibilmente di sabbie molto fini, alternati ad argille/limi di ambiente transizionale.

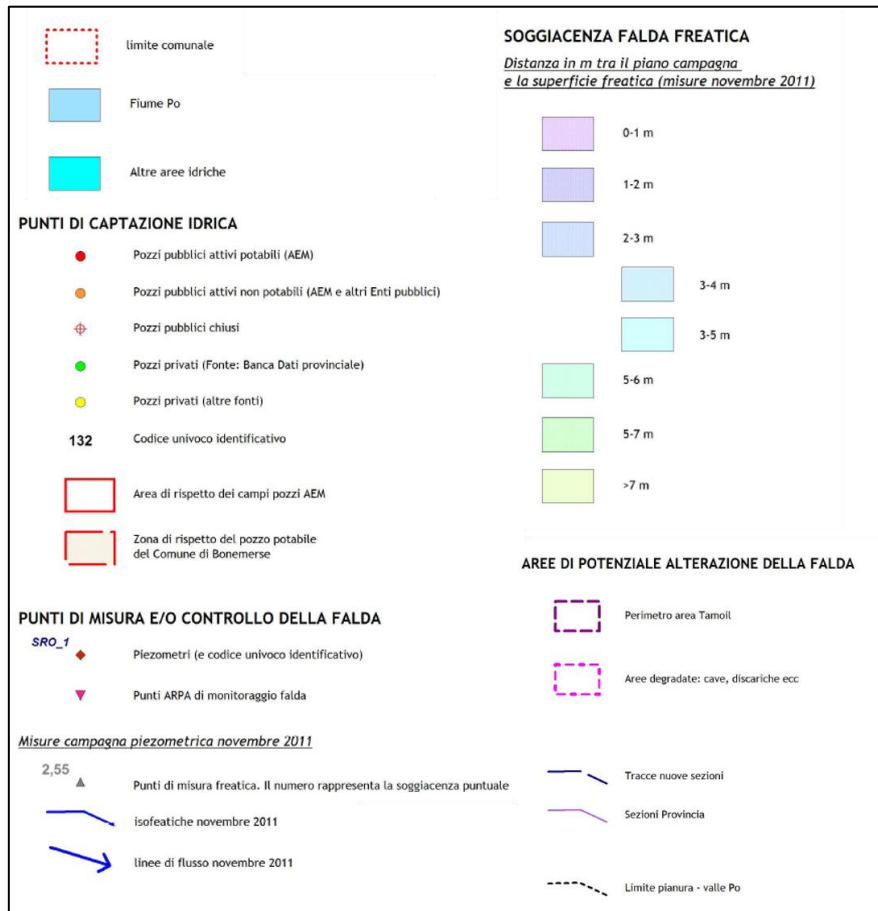
Unità Idrostratigrafica gruppo acquifero	Età (MA)	Scala Cronostratigrafica (MA)
<b>A</b>	~ 0.45	Pleistocene superiore — 0.125 —
<b>B</b>		Pleistocene medio
<b>C</b>	~ 0.65	
	~ 0.8	— 0.89 —
<b>D</b>	~ 1.6	Pleistocene inferiore
	1.73	— 1.73 —
Acquitrando basale		Pliocene medio superiore

**Figura 5.6. Schema dei Gruppi Acquiferi, PGT Cremona**





**Figura 5.7. Estratto della "Carta dell'idrogeologia" del PGT del comune di Cremona, area della ciclabile in rosso. Per la legenda si veda la figura successiva.**



**Figura 5.8. Legenda della "Carta dell'idrogeologia" del PGT del comune di Cremona.**

La carta idrogeologica nel suo complesso evidenzia un diverso comportamento della falda nelle aree ad est e a nord della città edificata, rispetto a quelle a ovest e sud – ovest.

In quest'ultimo settore il flusso idrico è diretto verso SSO o S con gradienti elevati, variabili tra 0,3 e 0,7%; mentre i settori nord, est e sud – est sono caratterizzati da gradienti più modesti variabili tra 0,1 – 0,2%.

Nella zona di pianura a nord della città si evidenzia una dorsale che modifica le direzioni di flusso da SSO a SSE; procedendo verso est e sud, si assiste ad una contro-rotazione delle direzioni di flusso, che tornano orientarsi verso S e verso SSO.

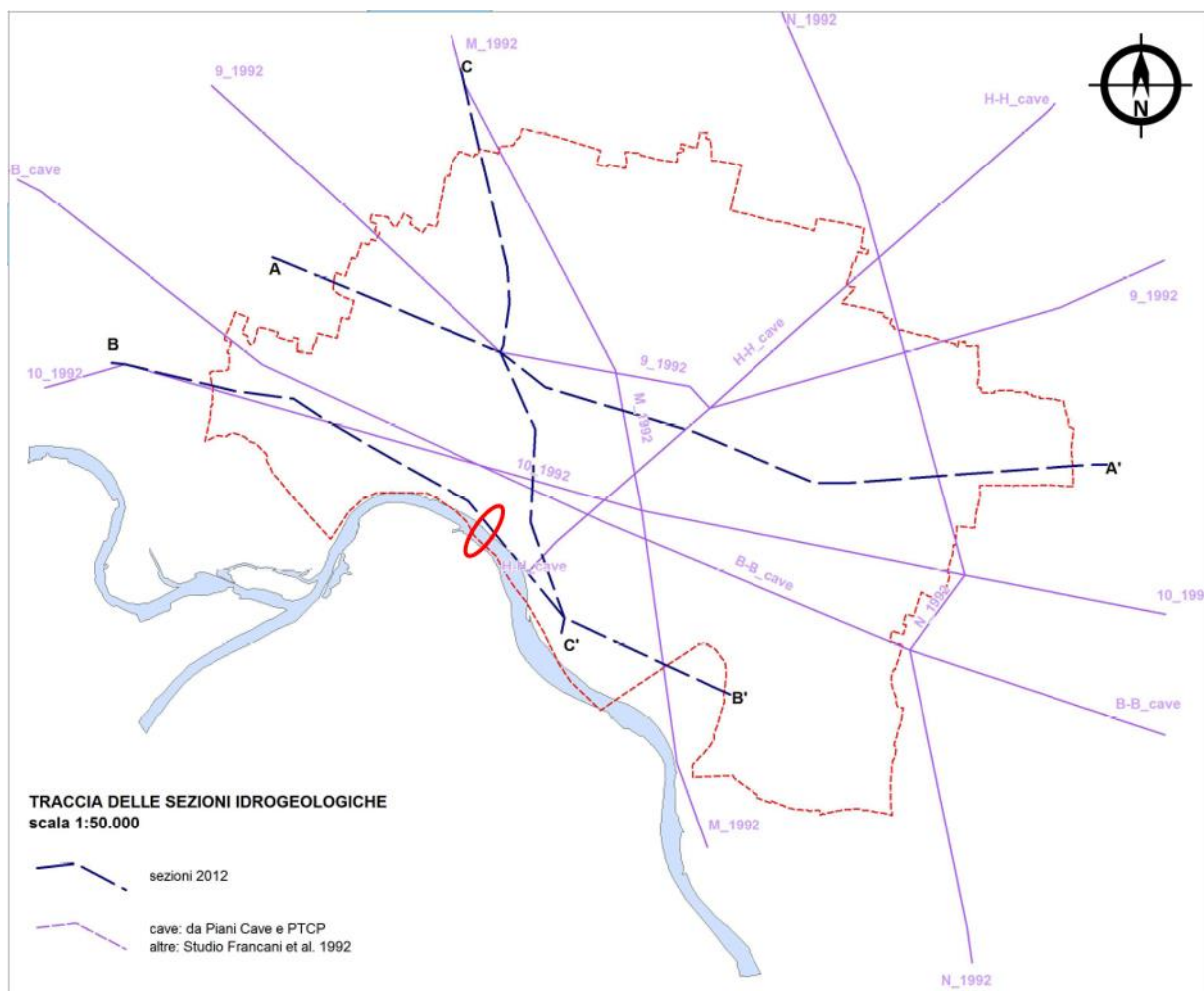


Questa situazione sarebbe indicativa di una relazione stretta tra le acque del Po e la prima falda superficiale, che si comporta solidalmente con il flusso idrico del fiume diretto verso SE.

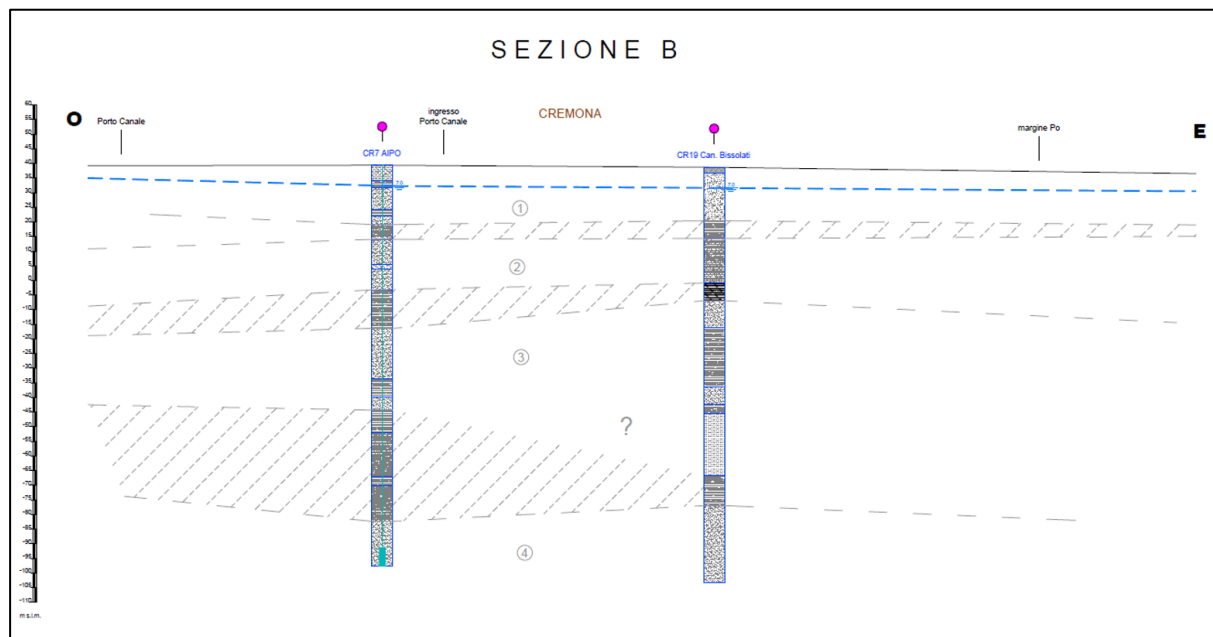
La relazione tra falda freatica e fiume è tradizionalmente intesa come prevalente drenaggio del fiume sull'acquifero, caratteristica che si evidenzia con isofreatiche parallele al fiume e con gradiente verso l'asse di questo.

Naturalmente le relazioni tra falda superficiale e fiume dipendono dal livello idrometrico di questo al momento delle osservazioni. La situazione descritta risponde alla situazione di moderata piena fluviale.

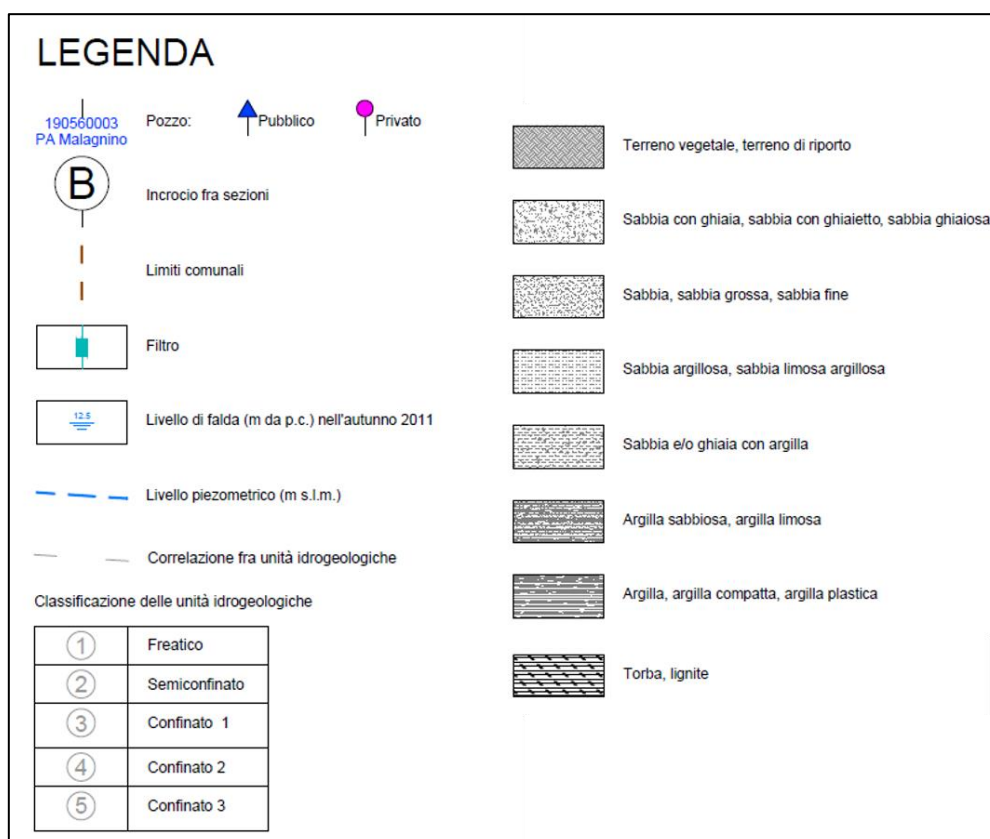
Tra le sezioni idrogeologiche del PGT di Cremona è stata considerata la sezione B del 2012, in quanto la più prossima all'area di interesse del presente lavoro. Essa corre per buona parte lungo la valle del Po di cui evidenzia alcuni caratteri idrogeologici importanti.



**Figura 5.9. Traccia delle sezioni idrogeologiche del PGT del comune di Cremona, area della ciclabilabile in rosso.**



**Figura 5.10. Estratto della sezione idrogeologica B, PGT del comune di Cremona. Per la legenda si veda la figura successiva.**



**Figura 5.11. Legenda delle sezioni idrogeologiche del PGT del comune di Cremona.**



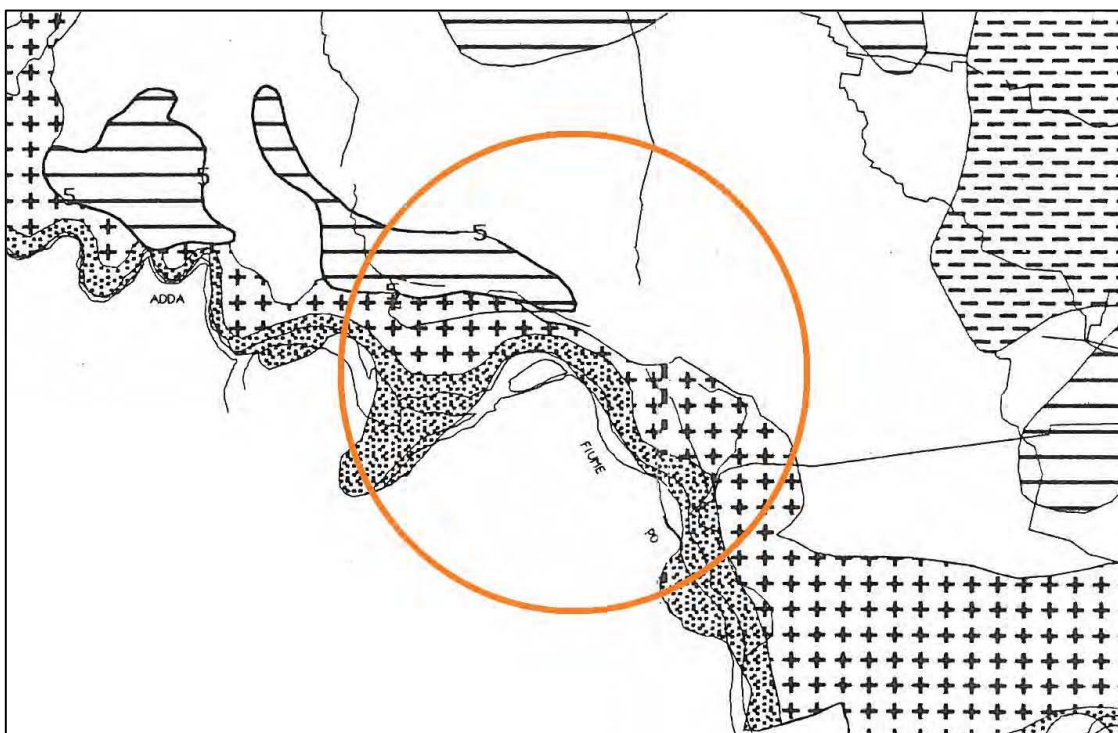
Dalle figure sopra riportate si evince che la quota piezometrica si attesta a 7 metri di profondità dal piano campagna durante il periodo autunnale del 2011.

Nell'area in esame sono presenti quattro unità idrogeologiche, in successione dalla più superficiale alla più profonda, che vanno da un acquifero freatico, a semiconfinato, a confinato.







Per quanto riguarda la vulnerabilità degli acquiferi, nel PGT del comune di Cremona si fa riferimento al lavoro di Beretta et al. (1992) e alla "Carta della vulnerabilità intrinseca", estesa a tutta l'area della Provincia di Cremona., che utilizza 5 classi di vulnerabilità, da "bassa" a "estremamente elevata".

I parametri considerati sono: litologia di superficie, profondità del tetto delle ghiaie, suddivisione tra falde libere e in pressione.

Le classi più vulnerabili corrispondono a falda idrica poco profonda e presenza di sabbie e ghiaie in superficie o a meno di 10 m di profondità. Queste situazioni (vulnerabilità "estremamente elevata" ed "elevata") interessano l'intero fondovalle del Po a Cremona.



**Figura 5.12. Carta della vulnerabilità intrinseca (Beretta et al. 1992), in arancione l'area comunale di Cremona.**

CARTA DELLA VULNERABILITA' INTRINSECA				
	Classe	Protezione	Prof.tetto ghiaie (m dal p.c.)	Soggiacenza (m dal p.c.)
	ESTREMAMENTE ELEVATA	Ghiaia	0 m	<1 m
	ELEVATA	Ghiaia e sabbia	<10 m	<5 m
	ALTA	Sabbia e ghiaia con limi sporadici	<10 m	<5 m
	MEDIA	Sabbia e limo Ghiaia, sabbia e limo	10-20 m 10-20 m	<5 m >5 m
	BASSA	Limo e argilla	>20 m	>5 m
	SOGGIACENZA DELLA FALDA (m dal p.c.)			

**Figura 5.13. Legenda della Carta della vulnerabilità intrinseca (Beretta et al. 1992).**



## 6. IDROLOGIA

L'andamento altimetrico dell'area evidenzia forti correlazioni con la distribuzione del reticolo idrografico. Sono riconoscibili, infatti, anche a distanze relativamente elevate dall'attuale tracciato dei corsi d'acqua, antichi paleoalvei con andamento parallelo alle principali direttrici idrografiche.

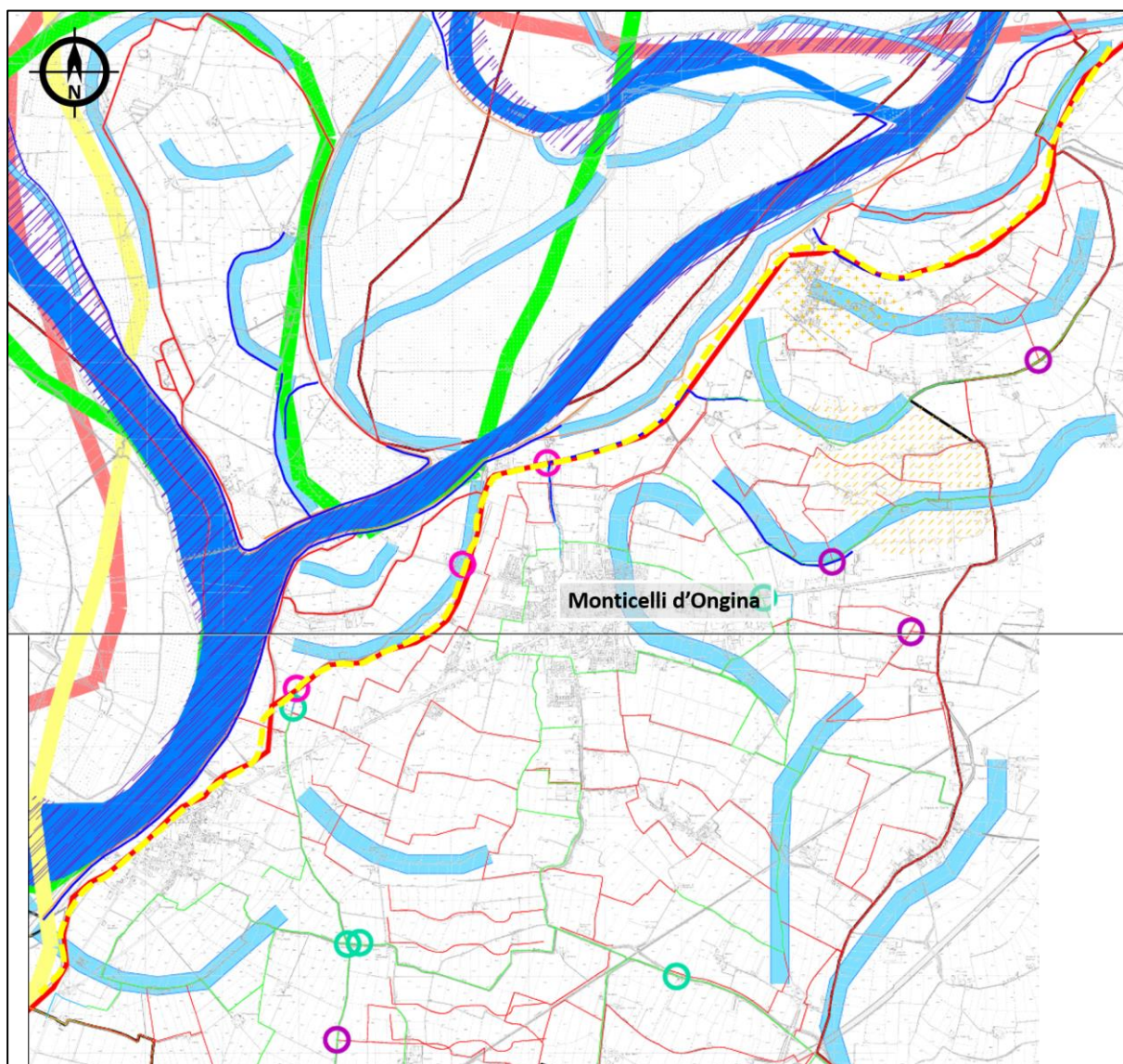
In particolare per il Fiume Po sono individuabili paleoalvei recenti, medio-recenti ed antichi fino a 2 Km a sud dell'attuale tracciato. Allo stato attuale la dinamica morfologica delle zone perifluviali, non più alimentata dalla naturale divagazione del Fiume Po, ristretto entro le aree golenali da imponenti strutture arginali, è caratterizzata solamente da una notevole attività sin-morfogenetica, indotta dal processo di consolidazione degli strati di terreno costituenti il sottosuolo.

Altro significativo aspetto evidente nella piana pedemontana, è la tessitura del sistema idrografico minore ampiamente modificata e estesa nel corso del periodo storico dalle opere di bonifica agraria.

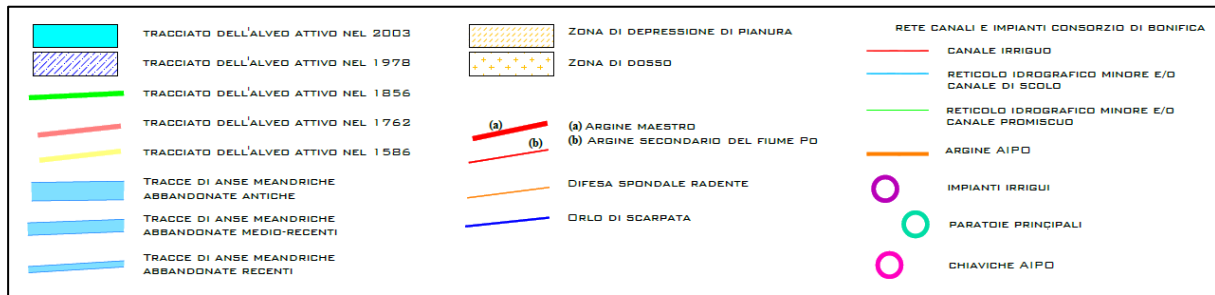
La rete idrografica minore è infatti rappresentata da una fitta serie di cavi, canali e fossi artificiali frutto degli interventi di miglioramento fondiario operati al fine di assicurare ai terreni agricoli un sufficiente e regolare drenaggio nei periodi di pioggia ed un'adeguata dotazione di acque irrigue nei mesi asciutti.

Il comune di Monticelli d'Ongina fa riferimento al reticolo principale provinciale, in cui il PTCP di Piacenza individua tre distinte fasce fluviali, denominate A, B e C, a loro volta suddivise in specifiche zone fluviali. Le fasce fluviali corrispondono ad aree inondate o inondabili, con frequenza attesa decrescente dalla fascia A alla fascia C, che sono destinate al deflusso delle portate ordinarie e di piena e all'invaso dei volumi di piena. Le zone fluviali interne alle fasce sono riconosciute sulla base di specifici caratteri di tipo idraulico-geomorfologico, naturalistico, paesaggistico, storicoculturale e delle condizioni d'uso. Le fasce e le zone fluviali sono rappresentative dell'assetto attuale della regione fluviale, comprensivo degli elementi e dei luoghi storicamente connessi a tale ambiente, e dell'assetto progettuale, riferito alle condizioni ottimali di funzionalità e sviluppo delle diverse componenti del sistema.

In dettaglio si riporta lo stralcio della carta geomorfologica e idrografica del PSC comunale:



**Figura 6.1. Stralcio della Carta geomorfologica e idrografica, scala 1:20.000, PSC del comune di Monticelli d'Ongina; tratto della ciclabile in giallo. Per la legenda si veda la figura successiva.**



**Figura 6.2. Legenda della Carta geomorfologica e idrografica, scala 1:20.000, PSC del comune di Monticelli d'Ongina.**

Dalle figure sopra riportate si nota che la traccia della ciclovia, corre lungo l'argine maestro del fiume Po.

Per il territorio comunale di Cremona, il reticolo idrografico drena le acque superficiali secondo la direzione imposta dall'andamento morfologico del terreno e, seppur oggetto di innumerevoli modifiche ed interventi antropici, mantiene una direzione prevalente nord – ovest - sud – est.

L'insieme dei corsi d'acqua nelle aree edificate si presenta come una rete idrica collegata tramite innumerevoli opere di presa, scolmatori, confluenze, derivazioni, in buona parte gestiti dall'uomo.





## 7. VINCOLI E FATTIBILITÀ GEOLOGICA

Nel presente capitolo vengono analizzati i vincoli, la fattibilità geologica e la pericolosità relativa alle alluvioni per le aree in cui ricade la pista ciclabile oggetto di studio. Le verifiche sono state eseguite in relazione ai contenuti dei seguenti documenti:

- Piano Territoriale di coordinamento Provinciale (PTCP), provincia di Piacenza;
- Piani Strutturali Comunali (PSC) regione Emilia Romagna, strumento di programmazione unitaria;
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di bacino del Fiume Po;
- Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA), regione Emilia Romagna e Lombardia;
- Piano Strutturale Comunale (PSC) e Piano Regolatore Generale (PRG) del comune di Monticelli d'Ongina;
- Piano di Governo del Territorio (PGT) del comune di Cremona.

### 7.1 Vincoli e pericolosità

Il RUE del comune di Caorso fa riferimento al PSC regionale, al Piano Territoriale di coordinamento Provinciale (PTCP), e al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di bacino del Fiume Po.

Essi individuano le fasce di tutela fluviale A, B e C suddivise in:

Fascia fluviale A (Fascia di deflusso. Invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua), articolata in:

- Zona A1 – Alveo attivo o invaso;
- Zona A2 – Alveo di piena;
- Zona A3 – Alveo di piena con valenza naturalistica.

Nella fascia A è obiettivo prioritario assicurare, compatibilmente con le condizioni di sicurezza degli insediamenti e delle infrastrutture esposti, il deflusso della piena di riferimento e il mantenimento o il recupero delle



condizioni di equilibrio idraulico e geomorfologico dell'alveo, affinché venga favorita l'evoluzione naturale del corso d'acqua in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni dei manufatti nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra. Sono quindi ammessi e favoriti, conformemente alle direttive tecniche di settore, gli interventi di salvaguardia della dinamica fluviale e di mitigazione del rischio idraulico, oltre che gli interventi di conservazione degli spazi naturali e loro riqualificazione nel caso in cui risultino degradati.

Fascia fluviale B (Fascia di esondazione. Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua), articolata in:

- Zona B1 – Zone di conservazione del sistema fluviale;
- Zona B2 – Zone di recupero ambientale del sistema fluviale;
- Zona B3 – Zona ad elevato grado di antropizzazione (non presente sul territorio).

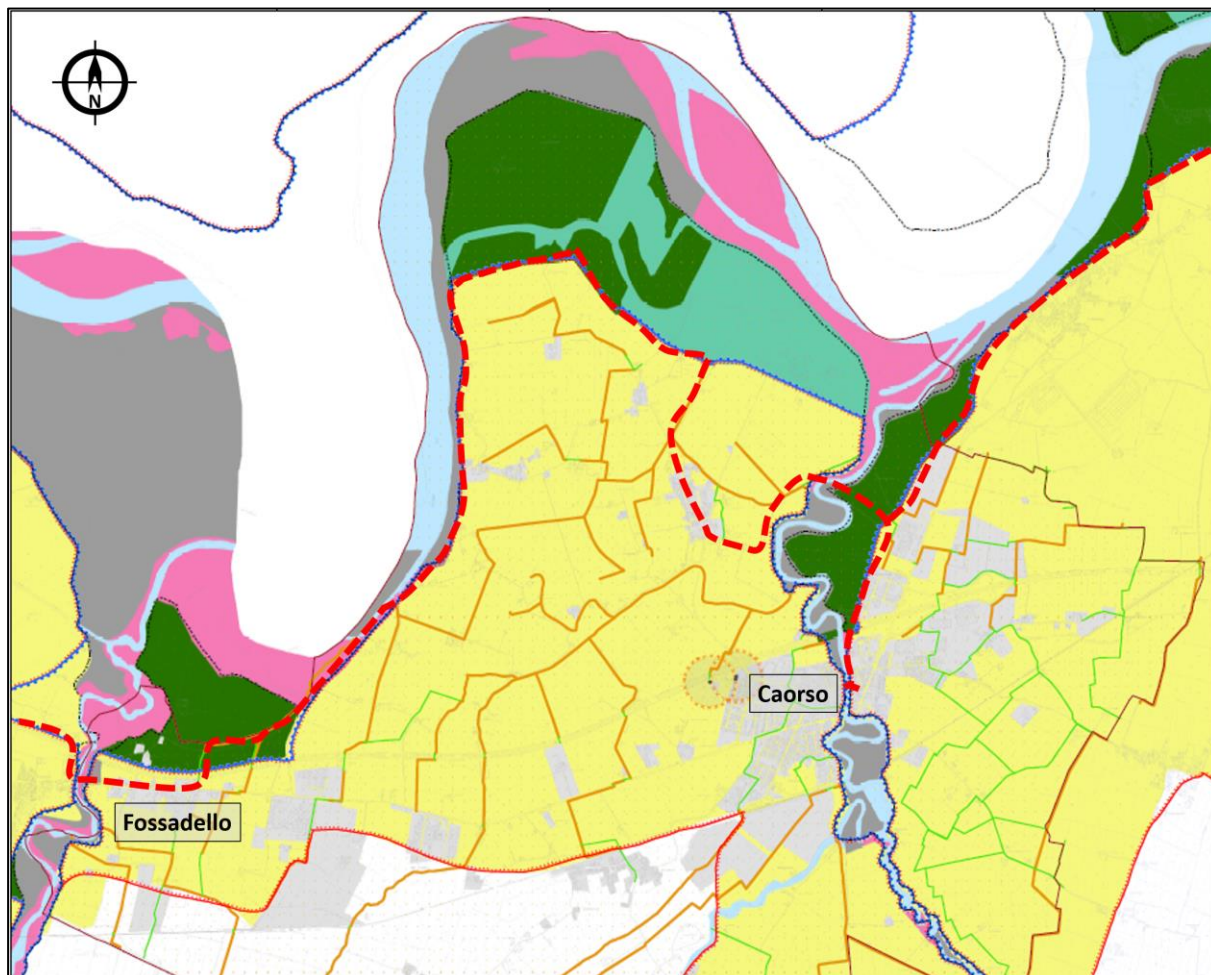
Nella fascia B è obiettivo prioritario mantenere e ottimizzare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali del contenimento e della laminazione delle piene, conservare e migliorare le caratteristiche naturali e ambientali del sistema fluviale. Sono quindi ammessi e promossi, compatibilmente con le esigenze di ufficiosità idraulica, interventi di riqualificazione e rinaturazione.

Fascia fluviale C (Fascia di inondazione per piena catastrofica. Zone di rispetto dell'ambito fluviale), articolata in:

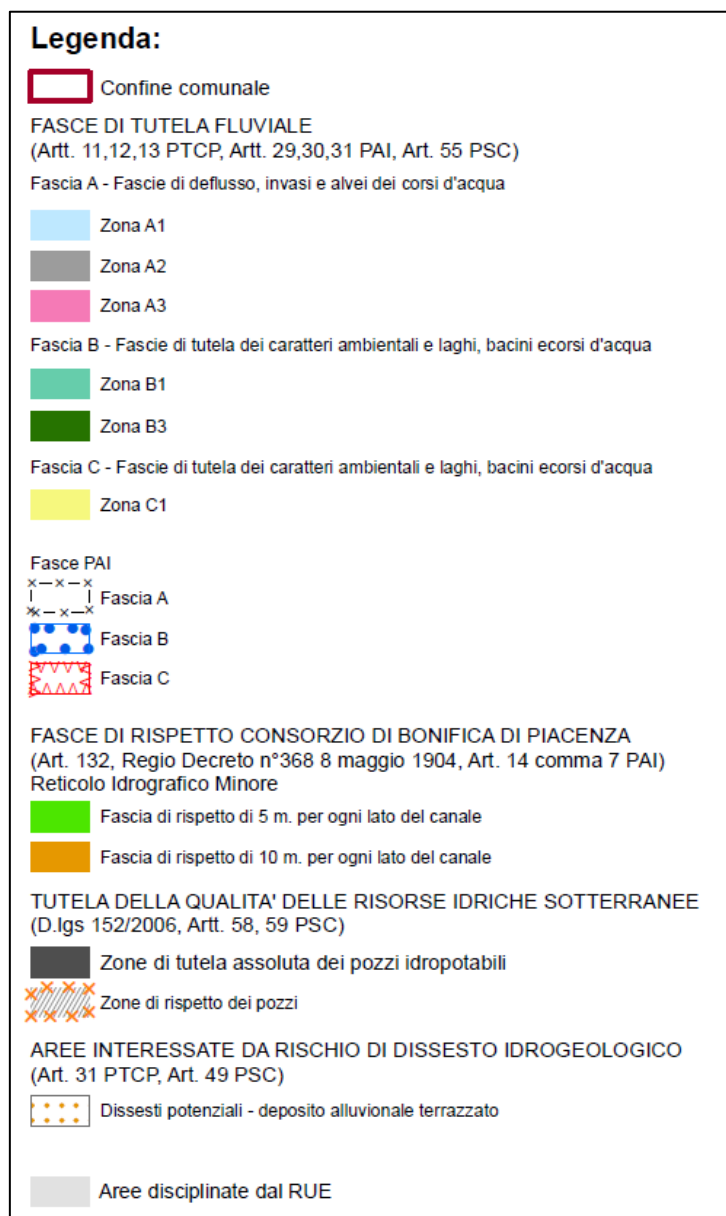
- Zona C1 – Zona extrarginale o protetta da difese idrauliche;
- Zona C2 – Zona non protetta da difese idrauliche.

L'obiettivo prioritario è quello di conseguire un livello di sicurezza adeguato alle popolazioni e il territorio rispetto al grado di rischio residuale, anche con riferimento all'adeguatezza delle eventuali difese idrauliche, e di recuperare l'ambiente fluviale, principalmente tramite specifici piani e progetti di valorizzazione.

Di seguito si riporta uno stralcio della "Carta dei vincoli idraulici e idrogeologici" del RUE del comune di Caorso.



***Figura 7.1.1. Estratto della "Carta dei vincoli idraulici e idrogeologici" del RUE del comune di Caorso, tratto della pista ciclabile in rosso. Per la legenda si veda la figura successiva.***



**Figura 7.1.2. Legenda della "Carta dei vincoli idraulici e idrogeologici" del RUE del comune di Caorso.**

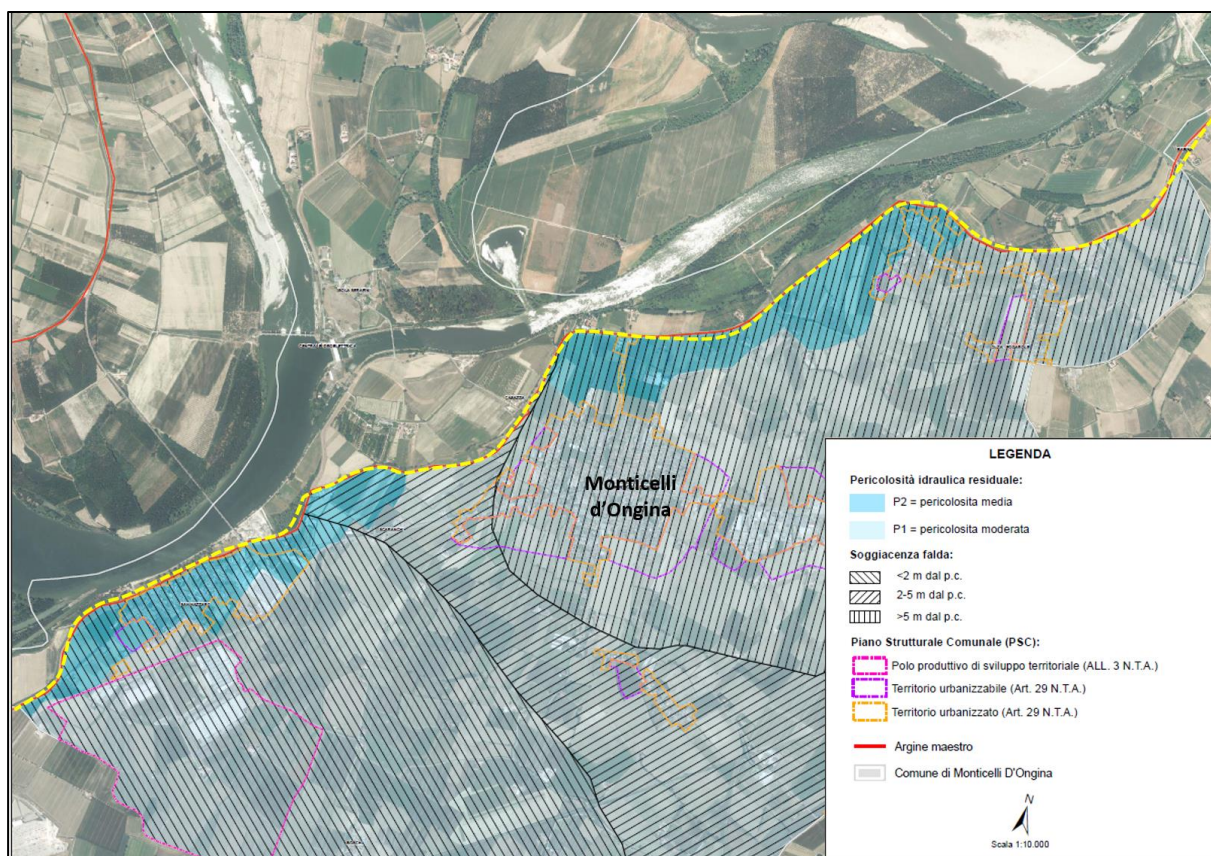
Dalle figure precedenti si rileva che la tratta della pista ciclabile ricade nelle fasce di tutela fluviale individuate dal PSC regionale, dal PTCP e dal PAI, in particolare lungo la Fascia A "fascia di deflusso, invasi e alvei di corsi d'acqua", e lungo le fasce B e C "fasce di tutela dei caratteri ambientali e laghi, bacini e corsi d'acqua". Inoltre la fascia di territorio attraversata dalla ciclabile ricade per lo più lungo le fasce A, B e C del PAI.



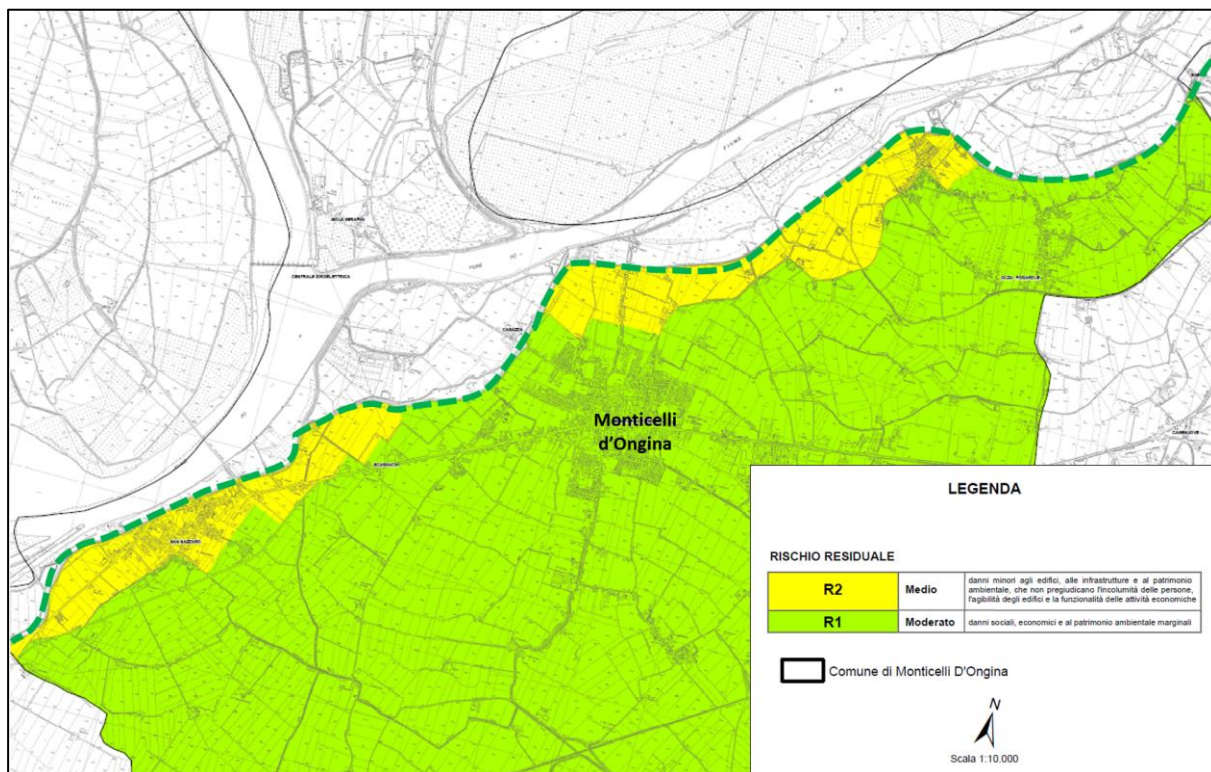
Facendo riferimento alle fasce di rispetto del Consorzio di Bonifica di Piacenza, vengono attraversati anche alcuni tratti del reticolo idrografico minore, ricadenti nelle fasce di rispetto di 5 e 10 metri per ogni lato del canale.

Tutta l'area ricade all'interno delle zone interessate da rischio di dissesto idrogeologico (PTCP e PSC), con dissesti potenziali in depositi alluvionali terrazzati.

Per quanto riguarda il comune di Monticelli d'Ongina si fa riferimento al PRG comunale. Di seguito si riportano uno stralcio della cartografia "pericolosità idraulica residuale" e uno stralcio della carta del rischio idraulico residuale.



**Figura 7.1.3. Stralcio della cartografia "pericolosità idraulica residuale" con legenda, scala 1:10.000 del PRG comune di Monticelli d'Ongina; tratto della pista ciclabile in giallo.**



**Figura 7.1.4. Stralcio della cartografia "rischio idraulico residuale" con legenda, scala 1:10.000 del PRG comune di Monticelli d'Ongina; tratto della pista ciclabile in verde.**

Dalle figure soprariportate si evince che la tratta della pista ciclabile, per il comune di Monticelli d'Ongina, si colloca lungo l'argine maestro del fiume Po, e ricade in aree a pericolosità media e moderata P2 e P1 e con rischio residuale medio e moderato R2 e R1, le quali vengono descritte come di seguito:

**AREE A PERICOLOSITÀ RESIDUALE MODERATA: P1** - con rischio residuale R-1 moderato. Non esistono vincoli ostativi all'edificazione, ma è prioritaria la realizzazione di un sistema di preannuncio di piena, collegato alle previsioni condotte da AIPO e dagli organismi di Protezione Civile, in grado di fornire con sufficiente anticipo l'indicazione di precursori di piena per le operazioni di protezione civile legate alle funzioni di allertamento, monitoraggio in corso di piena; prevenzione del rischio.

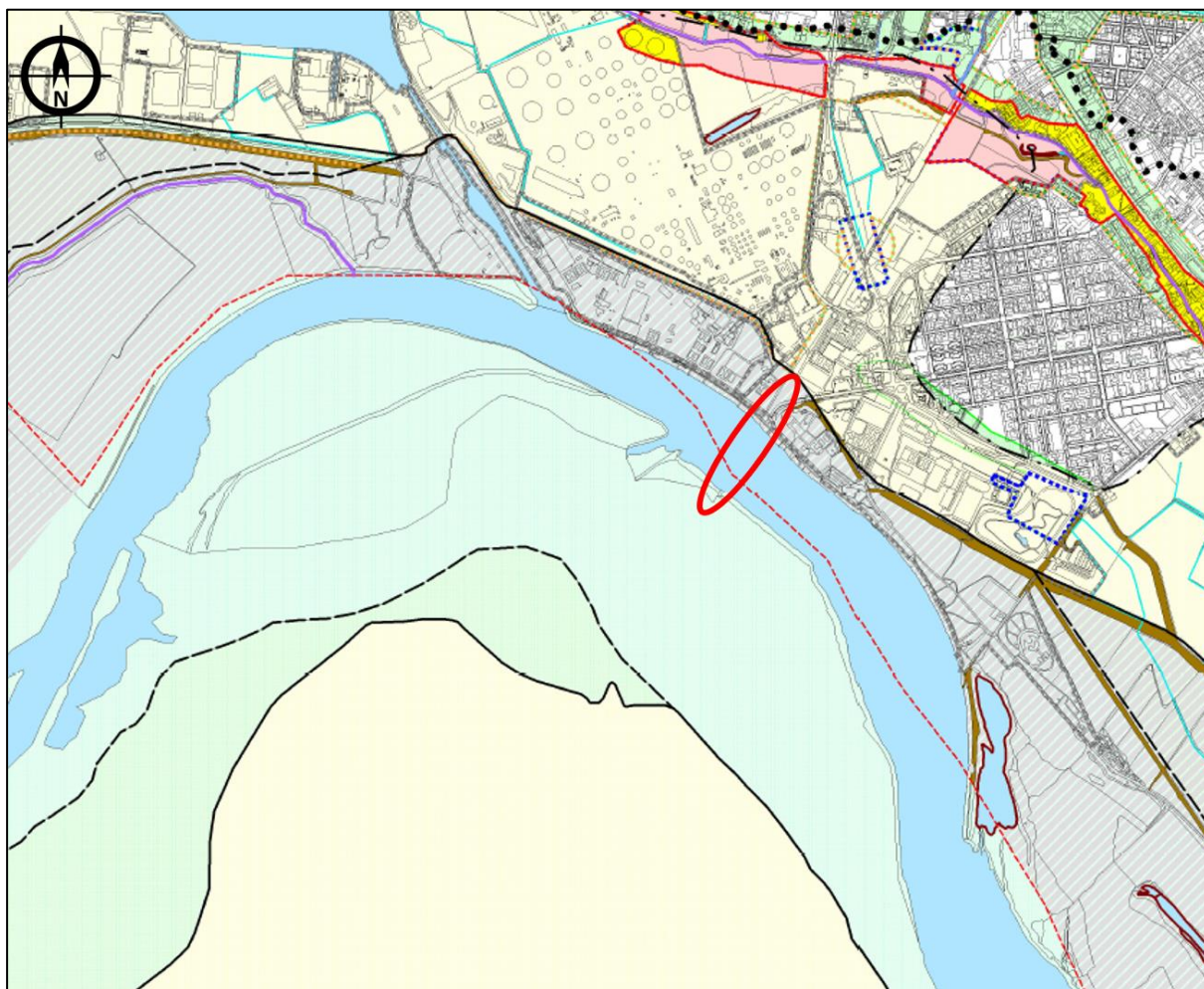


AREE A PERICOLOSITÀ RESIDUALE MEDIA: P2 - con rischio residuale R-2 medio. Non esistono vincoli ostativi all'edificazione, ma l'edificabilità è subordinata alla prescrizione che non siano realizzati locali seminterrati adibiti a funzioni di parcheggio, garage o comunque alla localizzazione di impianti o di apparecchiature vulnerabili e comunque è vietata la realizzazione di opere che possano interferire e/o compromettere con le opere di idrauliche esistenti. È inoltre prioritaria la realizzazione di un sistema di preannuncio di piena, collegato alle previsioni condotte da AIPO e dagli organismi di Protezione Civile, in grado di fornire con sufficiente anticipo l'indicazione di precursori di piena per le operazioni di protezione civile legate alle funzioni di allertamento, monitoraggio in corso di piena; prevenzione del rischio.

Per quanto riguarda l'ultimo tratto della pista ciclabile, ricadente nel comune di Cremona, si riporta uno stralcio della cartografia "idrografia e rischio idraulico" del PGT comunale, il quale fa riferimento al PAI e al PGRA.

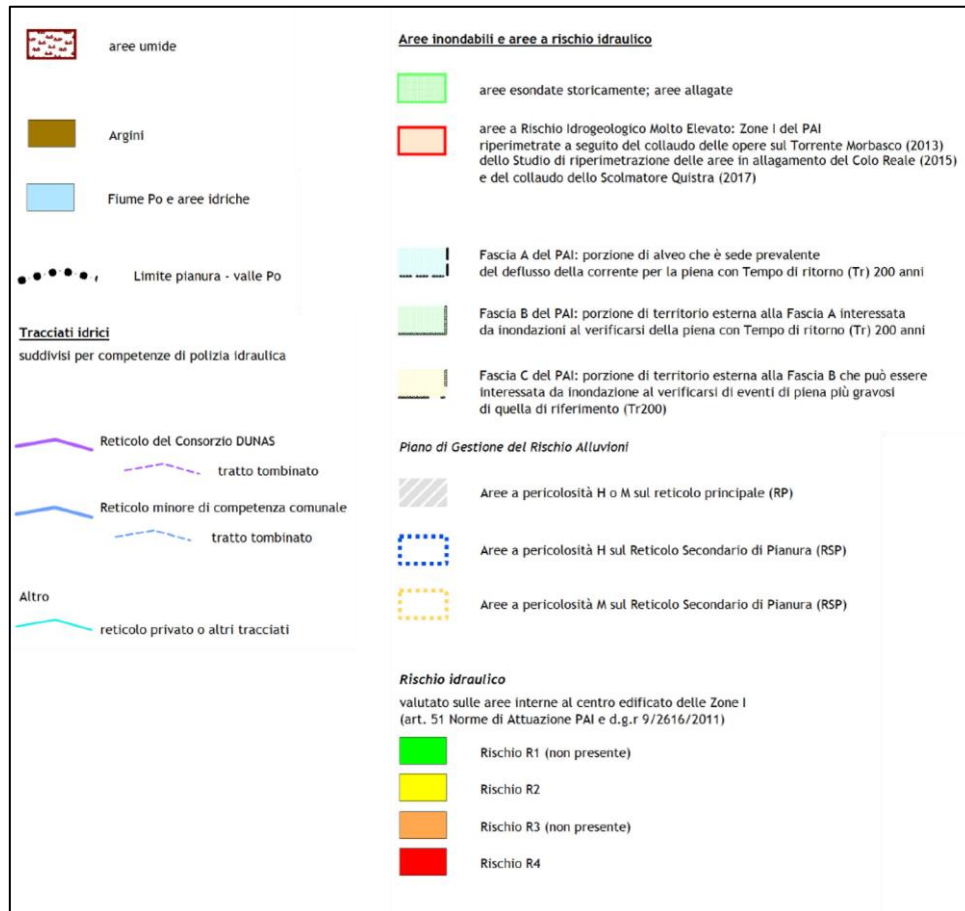
Un'estesa porzione delle aree attigue ai corsi d'acqua afferenti all'abitato di Cremona è attualmente classificata come "territori di pianura potenzialmente interessati da inondazioni per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o uguale a 50 anni" e, quindi, a rischio idrogeologico molto elevato, secondo il Piano stralcio di assetto idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino del Fiume Po L. 267/1998.





**Figura 7.1.5. Stralcio della cartografia "Idrografia e rischio idraulico" scala 1:10.000 del PGT comune di Cremona; area della ciclabile in rosso. Per la legenda si veda la figura successiva.**





**Figura 7.1.5. Legenda della cartografia "Idrografia e rischio idraulico" del PGT comune di Cremona.**

Dalle figure precedenti si evince che la tratta della pista ciclabile, nella ristretta area interessata dalla ciclovie, nel comune di Cremona, ricade in area a pericolosità H o M sul reticolo principale (PGRA).

## 7.2 Fattibilità

Le analisi geologiche per la fattibilità permettono di verificare che i diversi processi di urbanizzazione riguardino zone geologicamente idonee, che le variazioni indotte sull'ambiente non costituiscano pericolo per gli stessi insediamenti e che queste non arrechino danni irreversibili alle risorse naturali.

Per quanto riguarda il comune di Monticelli d'Ongina, si fa riferimento al PSC comunale, che distingue e definisce diverse zone di tutela: fascia A, B e C.



In particolare la fascia A è definita dall'alveo o canale che è sede prevalente del deflusso della corrente di piena oppure, nel caso dei laghi e dei bacini, dall'area corrispondente all'invaso.

La fascia A è suddivisa nelle seguenti zone:

- a. zona A1, alveo attivo oppure invaso nel caso di laghi e bacini;
- b. zona A2, alveo di piena;
- c. zona A3, alveo di piena con valenza naturalistica.

Nella fascia A è obiettivo prioritario assicurare, compatibilmente con le condizioni di sicurezza degli insediamenti e delle infrastrutture esposti, il deflusso della piena di riferimento e il mantenimento o il recupero delle condizioni di equilibrio idraulico e geomorfologico dell'alveo, affinché venga favorita l'evoluzione naturale del corso d'acqua in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni dei manufatti nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra. Sono quindi ammessi e favoriti, conformemente alle direttive tecniche di settore, gli interventi di salvaguardia della dinamica fluviale e di mitigazione del rischio.

Nella fascia A sono consentiti i seguenti interventi e attività, che devono comunque assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di deflusso, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche e con la funzionalità delle opere di difesa esistenti a tutela della pubblica incolumità in caso di piena:

(...)

- g. il completamento delle opere pubbliche o di interesse pubblico in corso, purché interamente approvate alla data di adozione del PTPR;
- h. la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico ed attrezzature di utilità collettiva, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili e previste in strumenti di pianificazione nazionali, regionali o provinciali, qualora la normativa ne preveda la pianificazione, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche essenziali dell'ecosistema fluviale, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso né limitino in modo significativo la capacità di invaso e che non concorrano ad incrementare



il carico insediativo, evitando tracciati paralleli al corso l'approvvigionamento idrico, degli impianti a rete per lo smaltimento dei reflui, dei sistemi tecnologici per la produzione di energia idroelettrica e il trasporto dell'energia, che abbiano rilevanza meramente locale, in quanto al servizio della popolazione di non più di un Comune ovvero di parti della popolazione di due Comuni confinanti, con le esclusioni ed i limiti di cui al successivo Art. 100;

i. la realizzazione delle infrastrutture stradali, degli impianti per le telecomunicazioni e per sportivi e del tempo libero, nonché la localizzazione di percorsi e spazi di sosta pedonali o per mezzi di trasporto non motorizzati, purché in condizioni di sicurezza idraulica;

(...)

s. le attività escursionistiche e del tempo libero;

(...)

La fascia B è definita dalla porzione di territorio esterna alla fascia A interessata da inondazioni al verificarsi dell'evento di piena con tempo di ritorno di 200 anni, secondo il significato indicato nella Relazione del PTCP vigente.

La fascia B è suddivisa nelle seguenti zone:

- a. zona B1, di conservazione del sistema fluviale;
- b. zona B2, di recupero ambientale del sistema fluviale;
- c. zona B3, ad elevato grado di antropizzazione.

Nella fascia B è obiettivo prioritario mantenere e ottimizzare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali del contenimento e della laminazione delle piene, conservare e migliorare le caratteristiche naturali e ambientali del sistema fluviale. Sono quindi ammessi e promossi, compatibilmente con le esigenze di officiosità idraulica, interventi di riqualificazione e rinaturazione, che favoriscano:

- a. la riattivazione dei processi evolutivi naturali dell'alveo e la ricostituzione di ambienti umidi naturali;
- b. il ripristino e l'ampliamento delle aree a vegetazione spontanea, allo scopo di favorire, ove possibile, gli equilibri ambientali e idrogeologici;
- c. il recupero dei territori perifluviali ad uso naturalistico e ricreativo.



Il Comune di Monticelli d'Ongina, in sede di formazione e adozione del PSC, ha recepito la fascia B, suddivisa nelle zone B1, B2 e B3.

Fatto salvo quanto specificamente previsto per le singole zone fluviali, nella fascia B sono ammessi:

a. tutti gli interventi e le attività consentiti nella fascia A, salvo quelli diversamente disciplinati dalle lettere successive del presente comma;

(...)

f. le strade poderali ed interpoderali purché realizzate con pavimentazioni non impermeabili, le piste di esbosco, comprese le piste frangifuoco e di servizio forestale, nonché le attività di esercizio e di manutenzione delle predette opere, nei limiti stabiliti nelle leggi nazionali e regionali vigenti nel sistema delle aree forestali e boschive;

(...)

i. la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di rischio esistente e con lo stato ambientale e paesaggistico dei luoghi.

La fascia C è definita dalla porzione di territorio esterna alla fascia B interessata da inondazioni per eventi di piena eccezionali, secondo il significato indicato nella relazione del Piano.

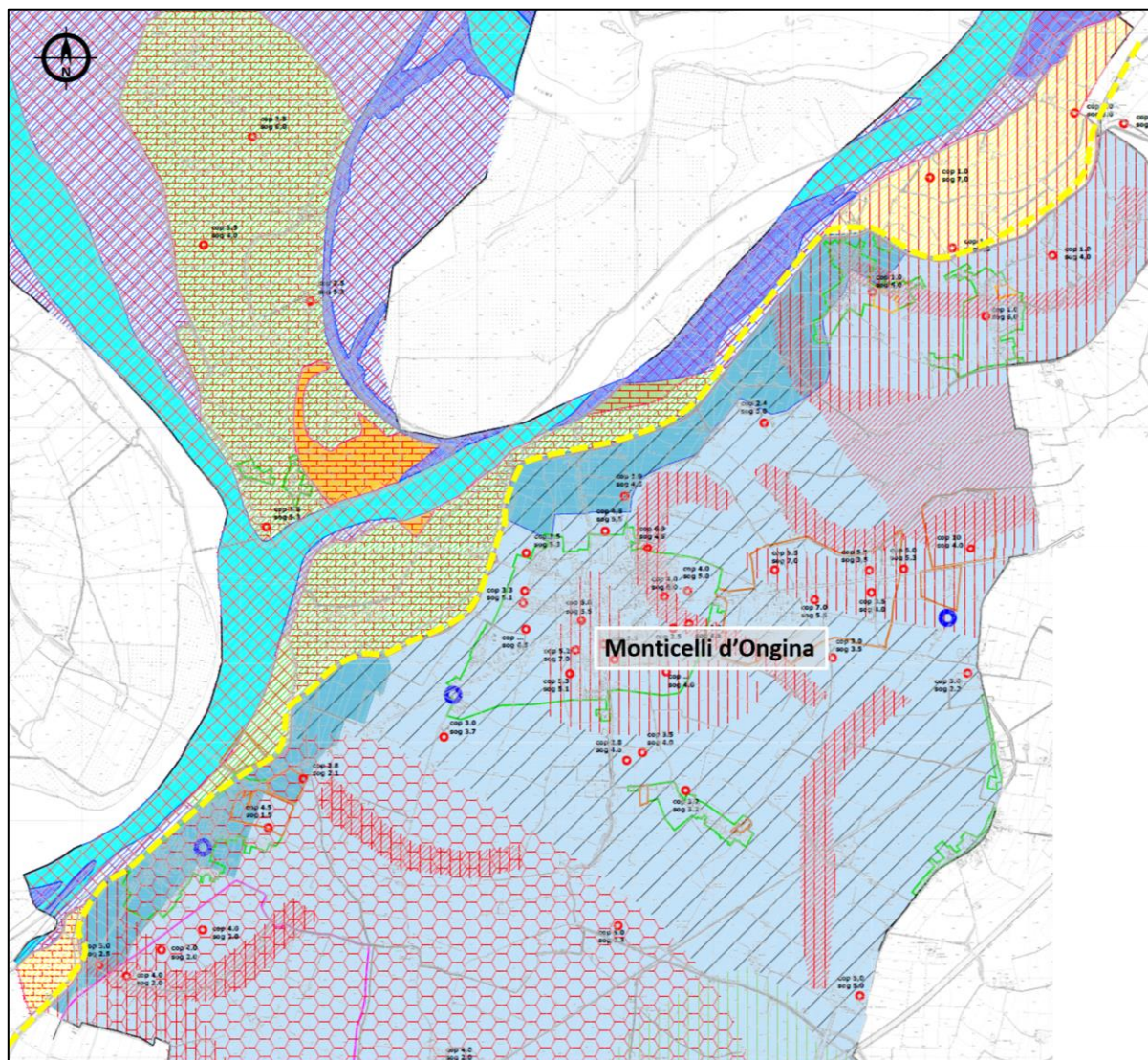
La fascia C si articola nelle seguenti zone:

a. zona C1, extrarginale o protetta da difese idrauliche;

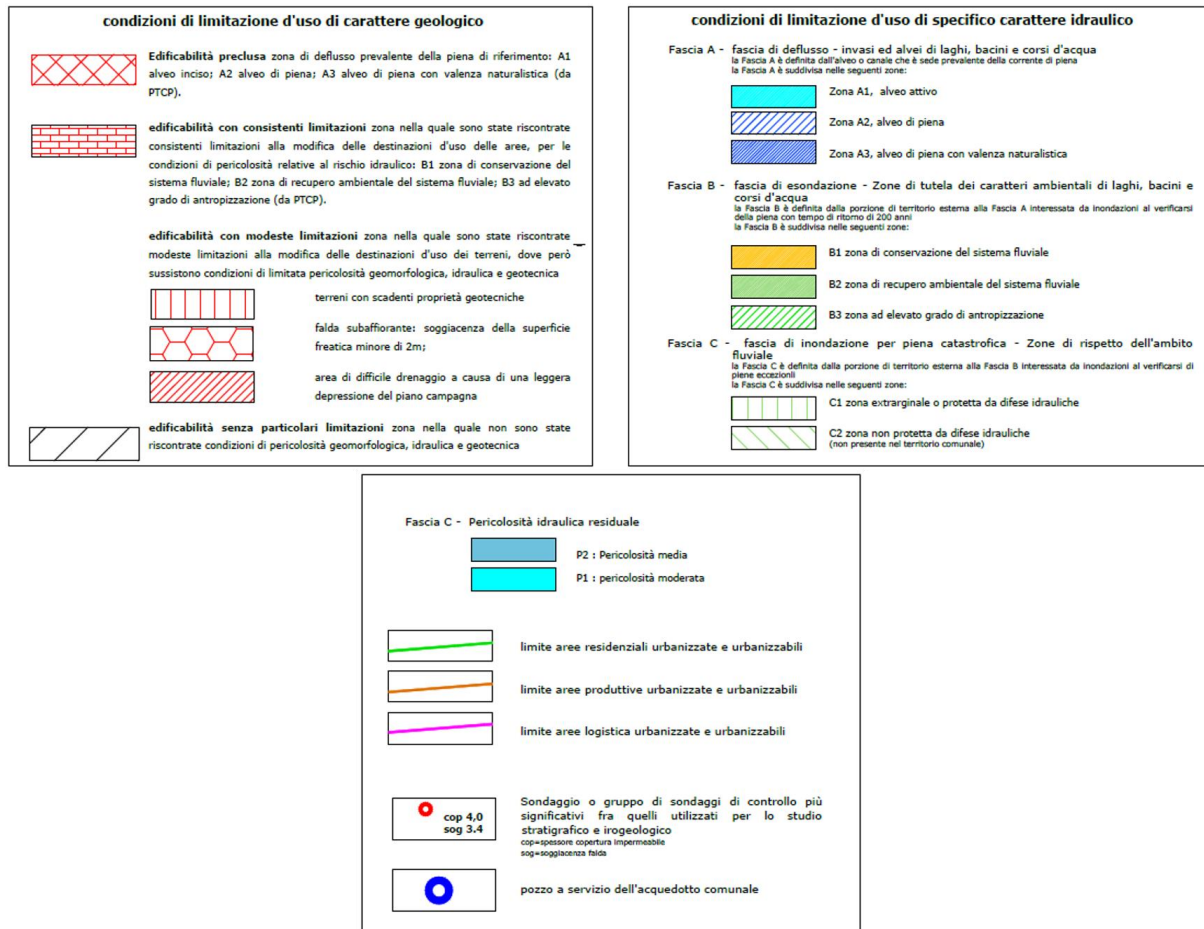
b. zona C2, non protetta da difese idrauliche.

Nella fascia C l'obiettivo prioritario è quello di conseguire un livello di sicurezza adeguato alle popolazioni e il territorio rispetto al grado di rischio residuale, anche con riferimento all'adeguatezza delle eventuali difese idrauliche, e di recuperare l'ambiente fluviale, principalmente tramite specifici piani e progetti di valorizzazione.





**Figura 7.2.1. Stralcio della cartografia "Limitazioni d'uso di carattere geologico ambientale" scala 1:20.000 del PSC comune di Monticelli d'Ongina; tratto della pista ciclabile in giallo. Per la legenda si veda la figura successiva.**



**Figura 7.2.2. Legenda della cartografia "Limitazioni d'uso di carattere geologico ambientale" scala 1:20.000 del PSC comune di Monticelli d'Ongina.**

Dalla cartografia sopra riportata, si evince che la traccia della pista ciclabile ricade ai limiti tra tutte le tipologie di condizioni di limitazioni d'uso di carattere geologico, quali: edificabilità preclusa, con consistenti limitazioni, con modeste limitazioni e senza particolari limitazioni.

Riguardo le condizioni d'uso di specifico carattere idraulico, la ciclovia ricade a tratti ai limiti delle Zona A2 (alveo di piena) e A3 (alveo di piena con valenza naturalistica), e B3 (zona ad elevato grado di antropizzazione).

In dettaglio si tratta della Zona A (fascia di deflusso - invasi ed alvei di laghi, bacini e corsi d'acqua); e della zona B (fascia di esondazione - zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi d'acqua).



In particolare, nell'alveo di piena, zona A2, oltre a quanto consentito per la fascia A, sono ammessi, compatibilmente con le condizioni di rischio idraulico: (...)

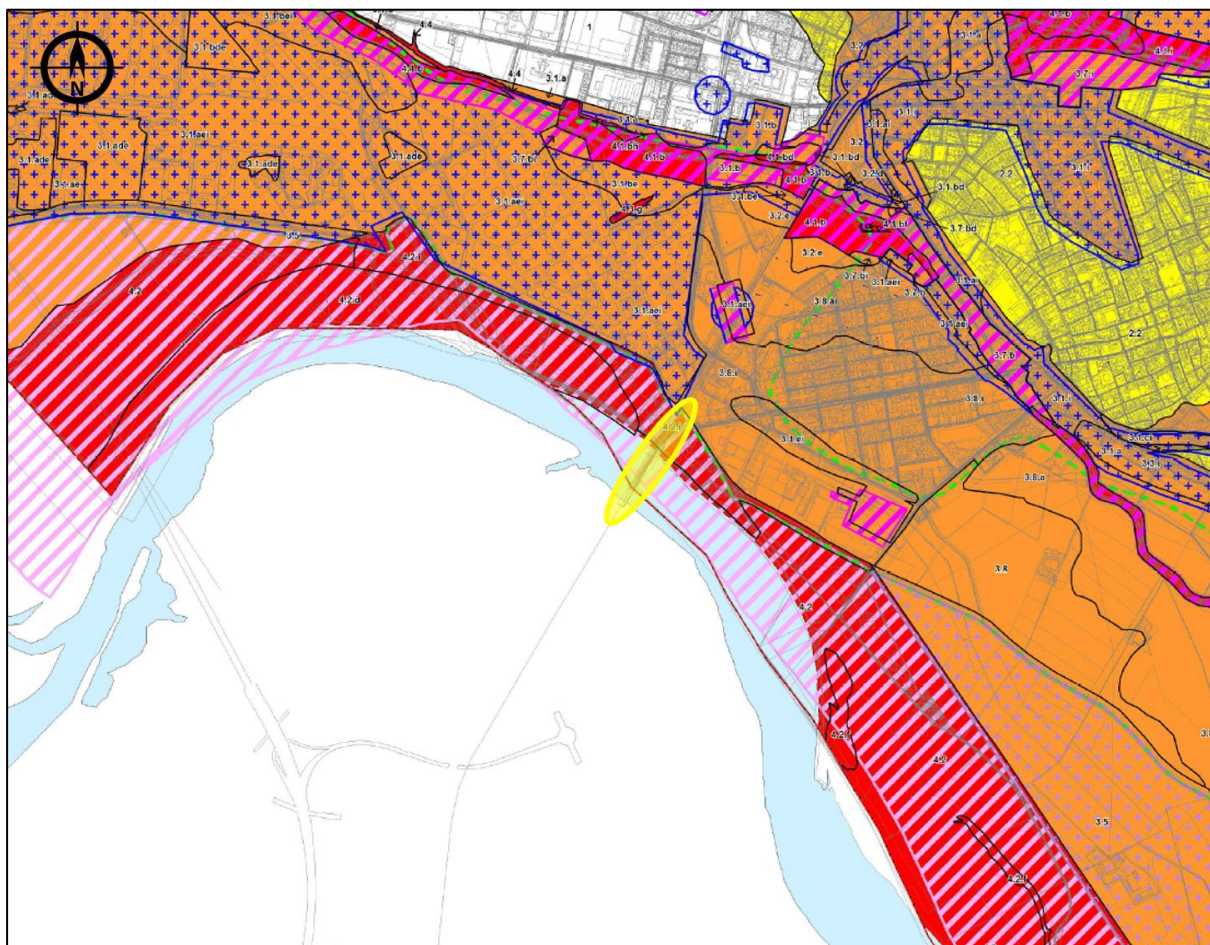
g. la riqualificazione e il potenziamento degli impianti per lo sport ed il tempo libero esistenti a gestione pubblica o privata, purché connessi con l'ambiente fluviale ma in sicurezza idraulica e nel rispetto ed in armonia con il sistema ambientale, escludendosi in ogni caso l'ampliamento dei campeggi.

Nell'alveo di piena con valenza naturalistica, zona A3, oltre agli interventi non consentiti per le zone A1 e A2, non è ammessa l'introduzione in qualsiasi forma di specie animali selvatiche e vegetali spontanee non autoctone, o comunque nocive per l'ambiente acquatico, né l'installazione di sostegni per elettrodotti e di impianti per le telecomunicazioni in genere, mentre sono ammesse le attività di cui alle lettere a., b., d., i., j. di cui al comma 2 dell'Art. 18 del PTCP, purché non in contrasto con la disciplina generale della fascia A e realizzate preservando le condizioni di sicurezza idraulica.

Nella zona B3 vale quanto disposto nella fascia B.

Riguardo al comune di Cremona, si fa riferimento al PGT comunale e si riporta lo stralcio della carta "confronto tra fattibilità geologica e pericolosità idraulica".










**Figura 7.2.3. Stralcio della fattibilità geologica, scala 1:10.000 del PGT comune di Cremona; area della ciclabile in giallo. Per la legenda si veda la figura successiva.**





<b>Classe 1 - fattibilità senza particolari limitazioni</b> Aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e /o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le costruzioni (D.M. 14/01/2008 e s.m.i.)  <b>Colore bianco</b> 1	<b>Classe 4 - fattibilità con gravi limitazioni</b> Presenza di gravi limitazioni all'uso a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrato, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza del sito. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) della L.R. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica. Eventuali infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico possono essere realizzate solo se non altrimenti localizzabili (art. 21 delle Norme di Fattibilità geologica)
<b>Classe 2 - fattibilità con modeste limitazioni</b> Zone con modeste limitazioni all'uso a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa (art. 10 delle Norme di Fattibilità geologica)  <b>Colore giallo</b> 2.1 Aree con falda idrica mediamente presente tra 3 e 5 m dalla superficie 2.2 aree urbane con scavi e riporti storici di spessore plurimetrico e natura non precisata e/o forte alterazione dei terreni  <b>Classe 3 - fattibilità con consistenti limitazioni</b> Zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'uso a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa (art. 13 delle Norme di Fattibilità geologica)  <b>Colore arancione</b> 3.1 Aree esondabili o allagabili 3.2 Aree con falda prossima alla superficie (entro 3 m da p.c.) 3.3 Zone con substrati a caratteri geotecnici scadenti; aree con paleomeandri; zone con probabile presenza di sedimenti organici 3.4 Aree con riempimenti o riporti di natura o caratteri litotecnici non noti, e falda mediamente compresa nei primi 5 m 3.5 Aree in Fascia B del PAI 3.6 Cave e laghi di cava non naturalizzati ricompresi nella sottoclasse 4.1, specifica "I" 3.7 Aree delle Zone I a pericolosità idraulica H1-H2-H3 interne al centro edificato 3.8 Aree a tergo del sistema arginale del Po, in gran parte ricidenti in fascia C del PAI, potenzialmente allagabili in caso di eventi eccezionali	<b>Colore rosso</b> 4.1 Zona I: zona a rischio idrogeologico molto elevato 4.2 Fascia A del PAI 4.3 Aree umide (aree con ristagno idrico, bodri, aree idriche con valenza naturalistica) 4.4 Scarpe di raccordo tra superfici a quota diversa, con dislivello superiore a 4 m e pendenza elevata (superiore a 30%)  <b>PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI</b>  <b>Reticolo Principale (RP)</b>  P1/L Aree potenzialmente interessate da alluvioni rare  P2/M Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti  P3/H Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti  <b>Reticolo Secondario di Pianura (RSP)</b>  P2/M Aree potenzialmente interessate da alluvioni poco frequenti  P3/H Aree potenzialmente interessate da alluvioni frequenti

**Figura 7.2.4. Legenda della cartografia "Idrografia e rischio idraulico" del PGT comune di Cremona.**

Dalle figure sopra riportate si deduce che la ristretta area della pista ciclabile che ricade all'interno del territorio comunale di Cremona, rientra in zone a Classe 3 e 4.

#### Classe 3 – fattibilità con consistenti limitazioni:

zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'uso a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuale, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Nello specifico la zona interessata rientra in area 3.8: area a tergo del sistema arginale del Po, in gran parte ricadenti in fascia C del PAI, potenzialmente allagabili in caso di eventi eccezionali.

#### Classe 4 – fattibilità con gravi limitazioni:

l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'uso a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa



qualsiasi nuova edificazione, ivi comprese quelle interrato, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti.



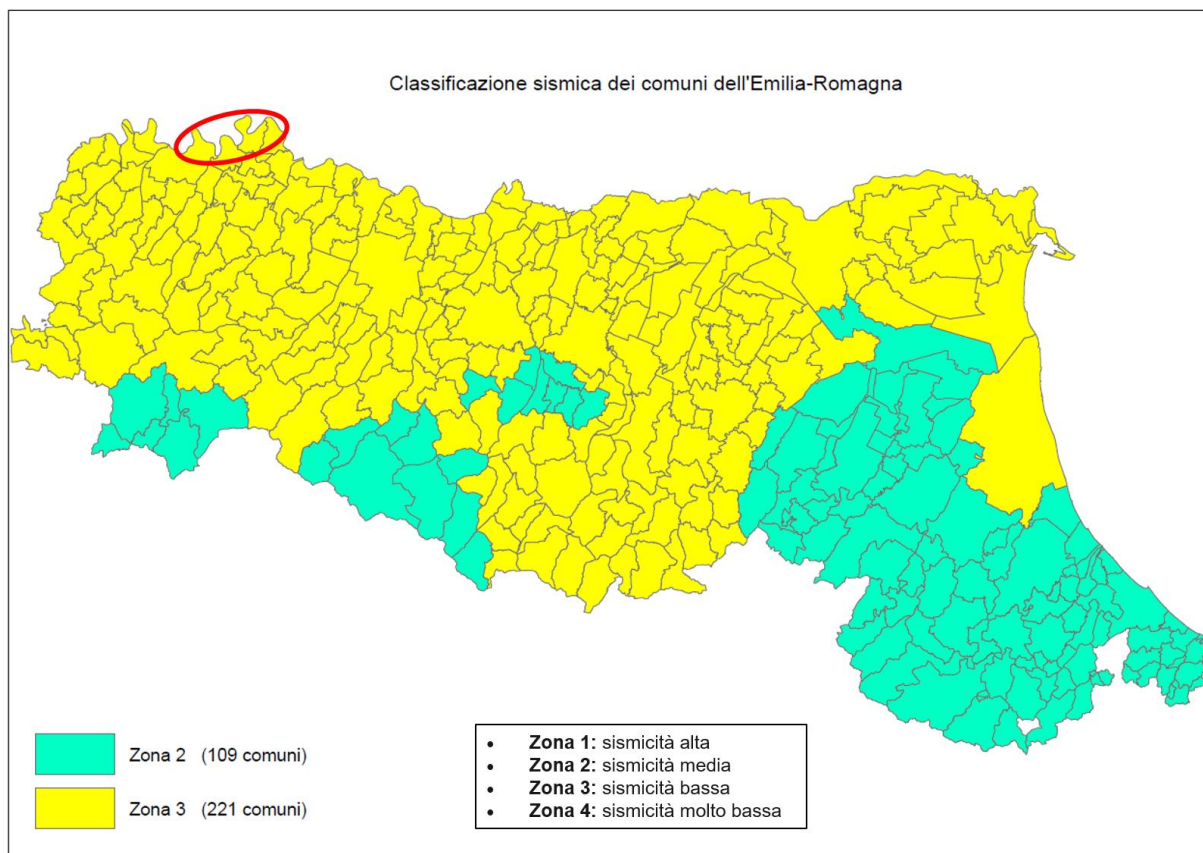
## **8. ASPETTI SISMICI**

La classificazione sismica costituisce un riferimento tecnico-amministrativo per graduare l'attività di controllo dei progetti e la priorità delle azioni e misure di prevenzione e mitigazione del rischio sismico.

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla base degli studi effettuati dal Servizio Sismico Nazionale (S.S.N.) e dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (G.N.D.T.), ha suddiviso il territorio nazionale in 4 classi con livelli decrescenti di pericolosità sismica.

La regione Emilia Romagna ha aggiornato la classificazione sismica regionale con la delibera DGR n. 146 del 06/02/2023; stabilendo che nel territorio regionale sono presenti 109 comuni ricadenti in Zona 2, e 221 comuni ricadenti in Zona 3.

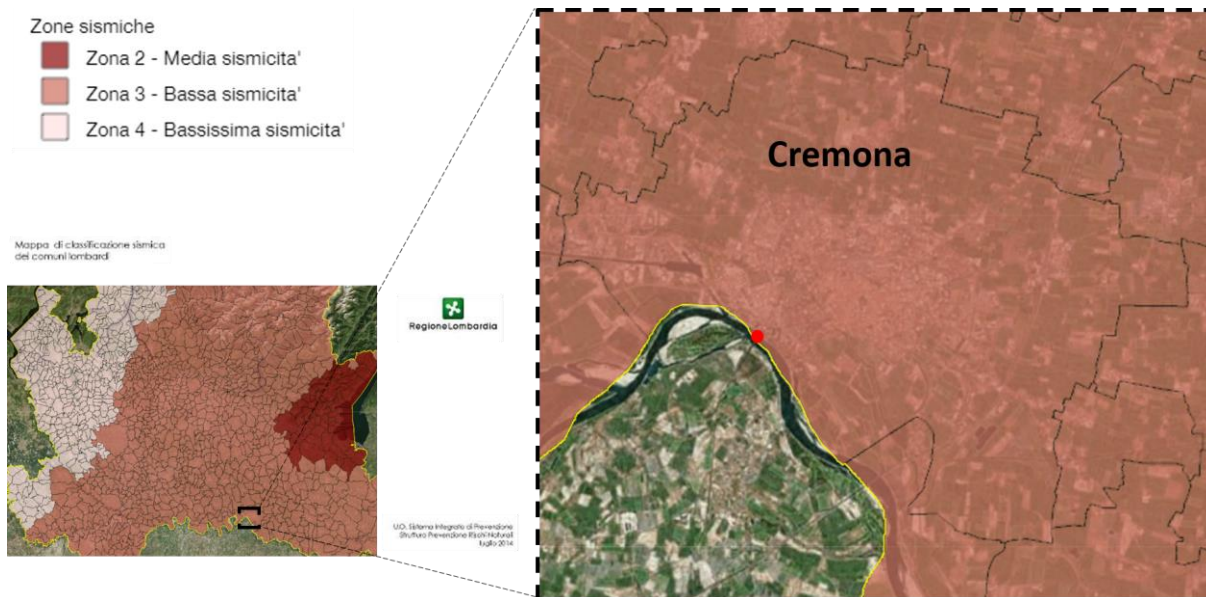
In dettaglio, tutti i comuni interessati dal presente lavoro, ricadono in Zona 3 a sismicità bassa, come mostrato nella figura seguente.



**Figura 8.1. Carta della Classificazione sismica dei comuni dell'Emilia Romagna, area interessata in rosso.**

Per quanto riguarda la regione Lombardia, la classificazione sismica del territorio è stata fatta in base alla delibera regionale n.2129 dell'11 luglio 2014, nella quale si evince che alla zona 2 (media sismicità) appartengono 57 Comuni; alla zona 3 (bassa sismicità) 1025 Comuni; alla zona 4 (bassissima sismicità) 445 Comuni.

Nel caso del presente lavoro, l'unico comune lombardo che ricade nel tratto della pista ciclabile è il comune di Cremona, il quale è classificato in Zona 3 - Bassa sismicità, in riferimento al valore della sollecitazione sismica di base, come riportato nelle figure seguenti.



**Figura 8.2. Carta della Classificazione sismica dei comuni lombardi con l'area comunale di Cremona e il posizionamento dell'area in esame in rosso.**

In particolare, in base alla classificazione sismica dei comuni lombardi, il comune di Cremona presenta un valore di accelerazione massima del suolo pari a 0,083g.

www.dati.lombardia.it						▼ MENU
Classificazione sismica dei comuni lombardi						
ISTAT	PROVINCIA	COMUNE	ZONA	AgMax		
03019034	CR	CREDERA RUBBIANO	3	0,0810737		
03019035	CR	CREMA	3	0,100821		
03019036	CR	CREMONA	3	0,0838097		
03019037	CR	CREMOSANO	3	0,092514		
03019038	CR	CROTTA D'ADDA	3	0,0801183		

**Figura 8.3. Stralcio della Classificazione sismica dei comuni lombardi con valori di accelerazione massima del suolo; in rosso è evidenziato il valore per il Comune di Cremona.**





## 8.1 Pericolosità sismica locale

La pericolosità sismica di base è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ( $a_g$ ) in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR. Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$ : accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_o$ : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T^*C$ : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La Provincia di Piacenza è soggetta ad un'attività sismica bassa, indotta da alcuni terremoti storicamente documentati con epicentro nell'ambito del territorio provinciale, e di riflesso dagli eventi più intensi provenienti dalle province limitrofe. Dall'esame delle registrazioni dei terremoti, riportati nella specifica letteratura divulgativa, si evince che la sismicità si concentra per lo più nel settore settentrionale.

Di seguito si riporta una tabella che rappresenta le zone sismiche assegnate ai comuni della provincia di Piacenza per le normative edilizie. Alcuni comuni erano inseriti nella zona 4 di classificazione sismica, mentre, a seguito della deliberazione della Giunta Regionale n.1164 del 23 luglio 2018, sono stati inseriti in zona sismica 3.

Comune	Zona Sismica	Comune	Zona Sismica
Agazzano	3*	Gragnano Trebbiense	3*
Alseno	3	Gropparello	3
Alta Val Tidone	3/4	Lugagnano Val d'Arda	3
Besenzone	3	Monticelli d'Ongina	3*
Bettola	3	Morfasso	3
Bobbio	3	Ottone	3
Borgonovo Val Tidone	3*	PIACENZA	3*
Cadeo	3	Pianello Val Tidone	3*
Calendasco	3*	Piozzano	3*
Caorso	3*	Podenzano	3
Carpaneto Piacentino	3	Ponte dell'Olio	3
Castel San Giovanni	3*	Pontenure	3
Castell'Arquato	3	Rivergaro	3
Castelvetro Piacentino	3*	Rottofreno	3*
Cerignale	3	San Giorgio Piacentino	3
Coli	3	San Pietro in Cerro	3
Corte Brugnatella	3	Sarmato	3*
Cortemaggiore	3	Travo	3
Farini	3	Vernasca	3
Ferriere	3	Vigolzone	3
Fiorenzuola d'Arda	3	Villanova sull'Arda	3
Gazzola	3*	Zerba	3
Gossolengo	3*	Ziano Piacentino	3*

(\*) Comune passato dalla zona sismica 4 alla zona sismica 3 con deliberazione della Giunta Regionale n.1164 del 23 luglio 2018.

**Tabella 8.1.I. Classificazione sismica dei comuni della provincia di Piacenza.**

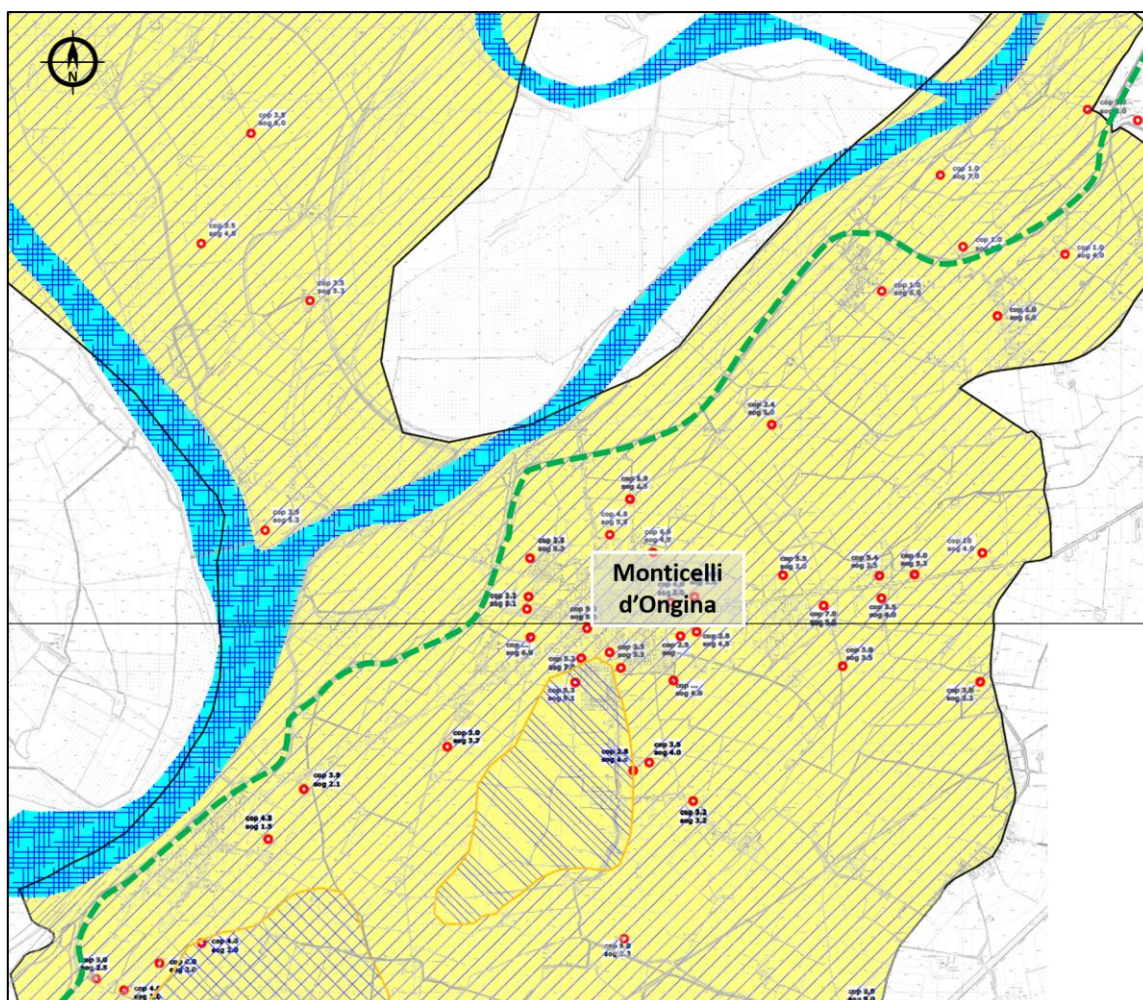
Nella tabella sopra riportata sono stati evidenziati i quattro comuni della regione Emilia Romagna, interessati dalla pista ciclabile oggetto di studio; tutti e quattro ricadono in zona sismica 3 a seguito dell'aggiornamento della normativa del 2018.

Per quanto riguarda il comune di Caorso, esso era inserito nella zona 4 di classificazione sismica, secondo quanto disposto dalla deliberazione della

Giunta regionale n. 1435 del 21 luglio 2003; mentre a seguito della deliberazione sopracitata del 2018, è stato inserito in zona sismica 3.

Inoltre il RUE comunale riporta che per quanto riguarda il rapporto con la disciplina per la riduzione del rischio sismico, si fa riferimento alla circolare regionale PG/2010/0194001 del 29/07/2010 recante il "Vademecum sulle procedure di vigilanza e controllo delle costruzioni ai fini della riduzione del rischio sismico (Titolo IV della L.R. n. 19 del 2008)".

Per quanto riguarda il comune di Monticelli d'Ongina, si riporta di seguito lo stralcio della carta "Effetti sismici attesi" del PSC comunale.



**Figura 8.1.1. Estratto della cartografia "Effetti sismici attesi", scala 1:20.000, PSC del comune di Monticelli d'Ongina, tratto della pista ciclabile in verde. Per la legenda si veda la figura successiva.**



LEGENDA						
<div> <div></div> <p>Aree non suscettibili di effetti sismici locali (tema non presente nel territorio comunale)</p> </div>						
<p>Aree suscettibili di potenziali effetti di amplificazione, liquefazione e cedimenti: II livello di approfondimento</p>						
<div> <div></div> <p><b>Classe D: depositi alluvionali sabbiosi e sabbie limose</b>, a grado di consistenza medio - medio basso, passanti verso il basso a sabbie miste a ghiaia e ghiaietto. Effetti di sito: amplificazione per caratteristiche litologiche</p> </div>						
<div> <div></div> <p><b>Classe D: depositi alluvionali argillosi</b>: limo, argille limose e limi argillosi, a grado di consistenza elevato, con uno spessore superiore a 3 m, passanti verso il basso a sabbie miste a ghiaia e ghiaietto con alto grado di alterazione e frequenti intercalazioni limoso argillose lenticolari e torba. Effetti di sito: amplificazione per caratteristiche litologiche.</p> </div>						
<div> <div></div> <p><b>Classe D: depositi alluvionali ghiaiosi</b> miste a sabbia e ghiaietto con intercalazioni limoso argillose lenticolari ricoperti da sabbie limose e limi argillosi, a grado di consistenza elevato - molto elevato, con uno spessore di norma inferiore a 5m. Effetti di sito: amplificazione per caratteristiche litologiche .</p> </div>						
<div> <div></div> <p><b>Classe S: depositi alluvionali sabbiosi e sabbie limose</b> , a grado di consistenza basso, con uno spessore di circa 5/6 m, passanti verso il basso a sabbie miste a ghiaia e ghiaietto. Effetti di sito: amplificazione per caratteristiche litologiche, potenziale liquefazione/consolidazione, cedimenti</p> </div>						
<div> <div></div> <p>Aree suscettibili di potenziali effetti di instabilità per le quali è richiesta un'analisi approfondita: III livello di approfondimento (tema non presente nel territorio comunale)</p> </div>						
<div> <div> <div>cop 5.3 sog 5.1</div> </div> <p>punti di controllo [cop 3.2: spessore copertura impermeabile (m)] [sog 4.5: soggiacenza falda superficiale (m)]</p> </div>						
CLASSE	EFFETTI DI SITO					LIVELLO DI APPROFONDIMENTO (RIF. DELIB.A.L. N.112/2007)
	amplificazione litologica	amplificazione topografica	instabilità di versante	cedimenti	liquefazione	
<b>F1i</b>	X	X	X			III
<b>F1</b>	X		X			III
<b>F2i</b>	X	X	X			III
<b>F2</b>	X		X			III
<b>Di</b>	X	X	X			III
<b>Si</b>	X	X	X		X	III (categoria Di se si esclude il rischio di liquefazione)
<b>Ci</b>	X	X	X	X		III (categoria Di se si esclude il rischio di cedimenti)
<b>S</b>	X				X	III (II, categoria D, se si esclude il rischio di liquefazione)
<b>C</b>	X			X		III (II, categoria D, se si esclude il rischio di cedimenti)
<b>T</b>	X					II (III, categoria Di, in caso di inclinazione critica degli eventuali orizzonti di alterazione/fratturazione di spessore > 5m)
<b>I</b>		X				II (III, categoria Di, in caso di orizzonti di alterazione/fratturazione di spessore > 5m)
<b>D</b>	X					II
<b>R</b>						I (II, categoria D, in caso di orizzonti di alterazione/fratturazione di spessore > 5m)

**Figura 8.1.2. Legenda della cartografia "Effetti sismici attesi", scala 1:20.000, PSC del comune di Monticelli d'Ongina.**

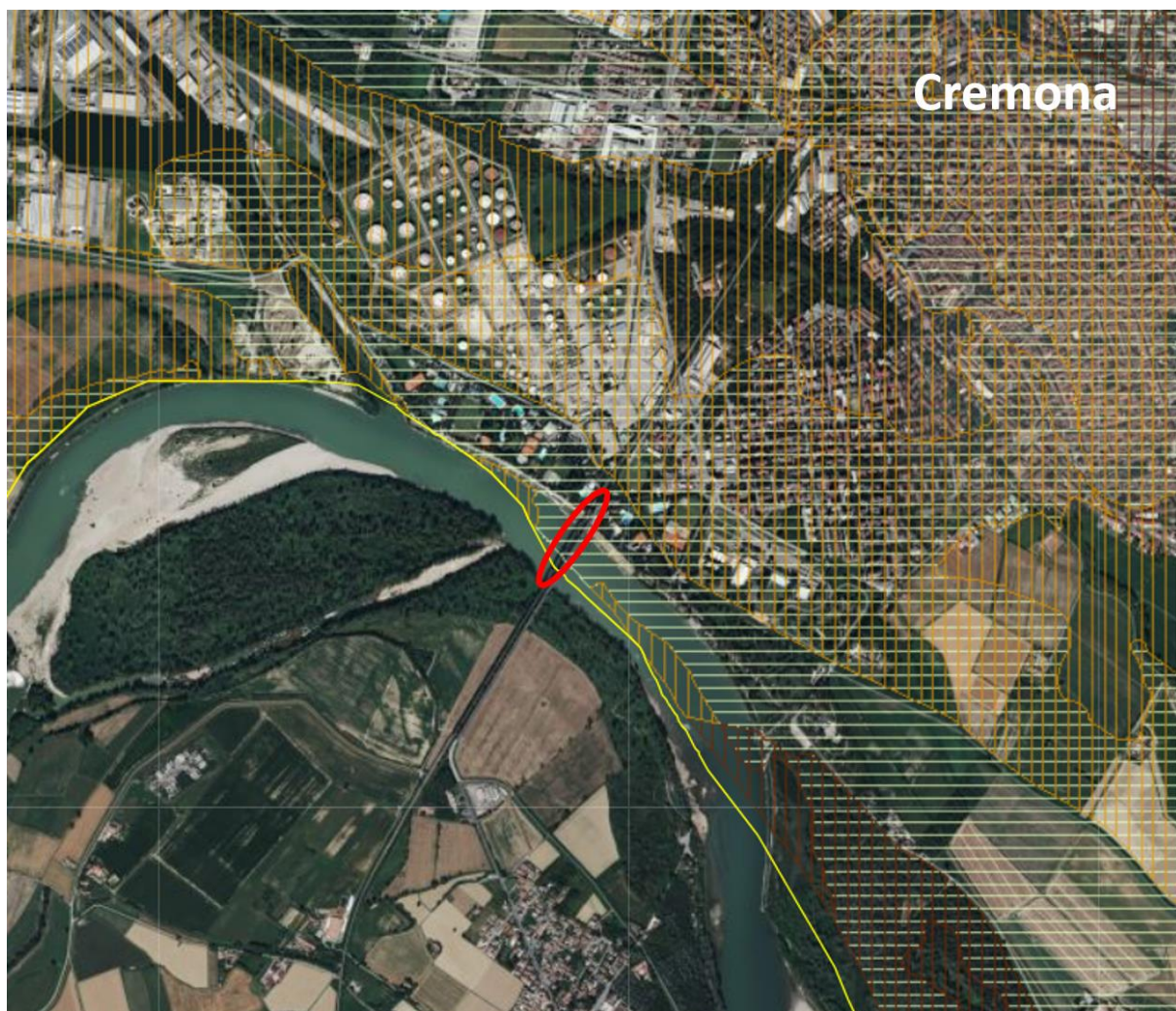


Dalle figure sopra riportate si evince che la ciclovia ricade in “aree suscettibili di potenziali effetti di amplificazione, liquefazione e cedimenti”, in particolare in Classe D - depositi alluvionali sabbiosi e grado di consistenza medio-medio basso, passanti verso il basso a sabbie miste a ghiaia e ghiaietto; effetti di sito amplificazione per caratteristiche litologiche.













Riguardo al comune di Cremona, interessato dall’ultimo tratto della ciclovia, la carta della pericolosità sismica locale individua le aree che, per effetto delle condizioni geologiche e geomorfologiche di sito, possono dar luogo a variazioni dei parametri della pericolosità sismica di base producendo effetti di amplificazione sismica e/o di instabilità.

Di seguito si riporta uno stralcio della “Carta della pericolosità sismica locale” estratto dal portale della Regione Lombardia.





***Figura 8.1.3. Stralcio della "Carta della pericolosità sismica locale" dal portale della Regione Lombardia (area in esame cerchiata in rosso). Per la legenda si veda la figura successiva.***

Pericolosità sismica locale	Z2b - Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti
Z3a - Zona di ciglio H>10m	 Z2b
 Z3a	Z3a - Zona di ciglio H>10m
Z3b - Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo	 Z3a
 Z3b	Z3b - Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo
Z5 - Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	 Z3b
 Z5	Z4a - Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi
NV	 Z4a
 nv	Z4b - Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide delizio-lacustre
Z1a - Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	 Z4b
 Z1a	Z4c - Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi
Z1b - Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	 Z4c
 Z1b	Z4d - Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine pluvio-colluviale
Z1c - Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	 Z4d
 Z1c	Z5 - Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse
Z2a - Zona con terreni di fondazione saturi particolarmente scadenti	 Z5
 Z2a	NV
	 nv

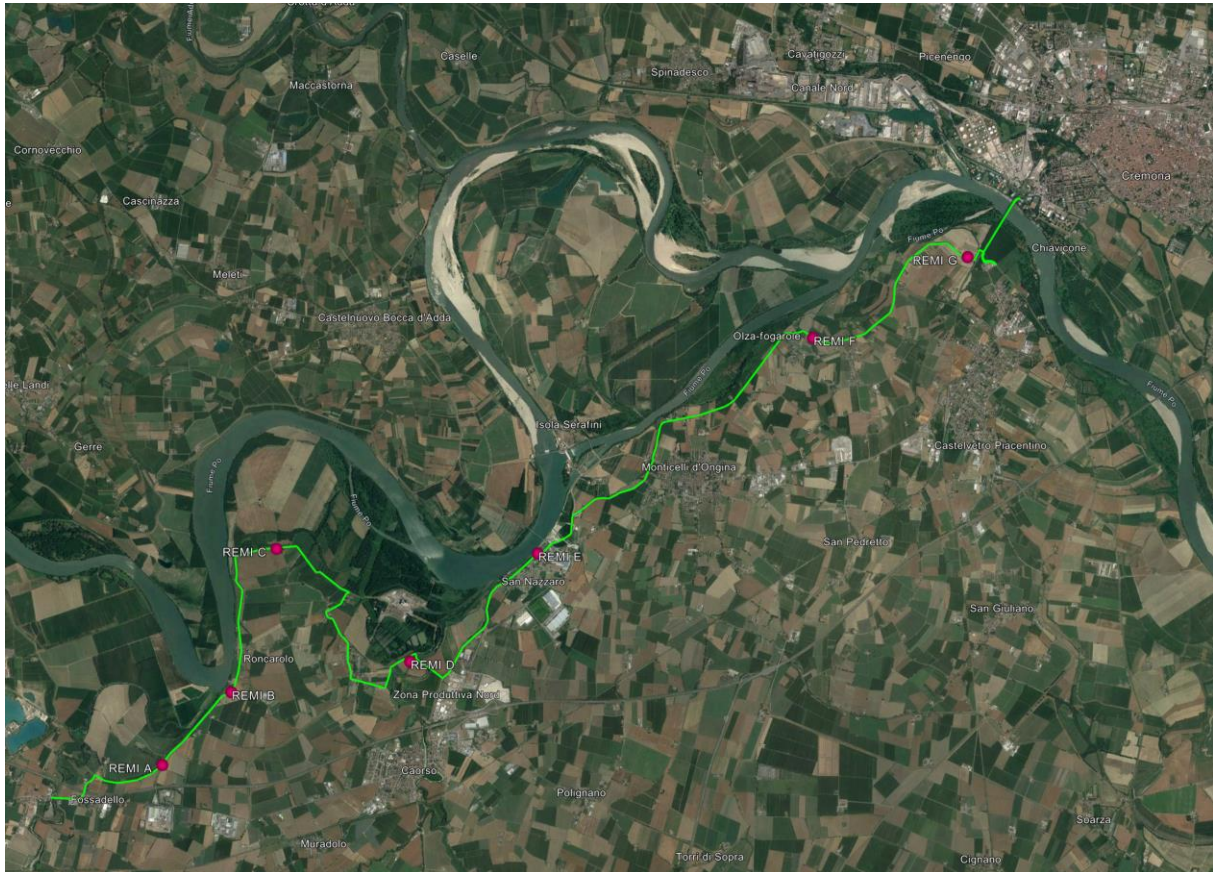
**Figura 8.1.4. Legenda della carta della pericolosità sismica locale dal portale della Regione Lombardia (si veda la figura precedente).**

Dall'elaborazione della Regione Lombardia sopra riportata, si nota che l'area interessata dall'ultimo tratto della pista ciclabile, ricade nella zona "Z4a - zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi".

Lungo il tracciato della pista ciclabile oggetto del presente documento, vale a dire la porzione Fossadello si sviluppa fino a Cremona, sono state eseguite 7 prove sismiche con il metodo ReMi. Tutte le prove sismiche hanno fornito valori della velocità equivalente  $V_{seq}$  compresi tra 215 m/s e 268 m/s, vale a dire, in tutti i casi il sottosuolo in corrispondenza del tratto di pista ciclabile studiato ricade nella **categoria sismica C** in base alle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni. La figura 8.1.5 mostra la posizione delle prove eseguite e la tabella seguente riporta i valori delle velocità sismiche equivalenti calcolate in corrispondenza di ciascuna di queste prove.



Per il dettaglio dei risultati delle prove sismiche eseguite su questa tratta di pista ciclabile si fa riferimento alla specifica relazione geotecnica redatta a corredo della presente relazione geologica



**Figura 8.1.5 Prove sismiche ReMi eseguite lungo il tracciato della pista ciclabile compreso tra Fossadello e Cremona. I risultati sono sintetizzati nella tabella seguente.**



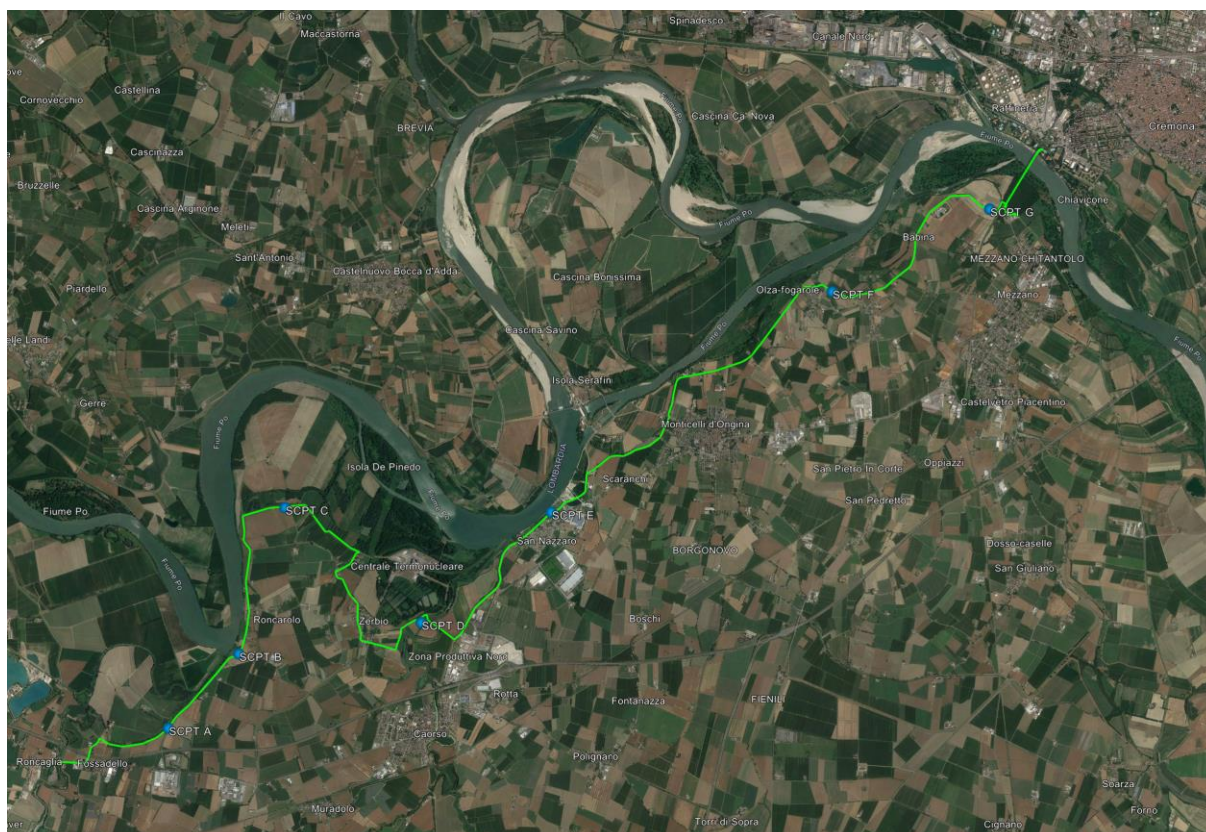
<b>Indagini sismiche ReMi</b>					
<b>Ciclovía Vento - Tratta Fossadello-Cremona</b>					
<b>Test</b> -	<b>Coordinate UTM</b>		<b>Quota</b> <b>(m s.l.m.)</b>	<b>Vs<sub>eq</sub></b> <b>(m/s)</b>	<b>Categoria</b> <b>(NTC 2018)</b>
	<b>Est (m)</b>	<b>Nord (m)</b>			
<b>ReMi A</b>	564787.91	4988696.99	49.21	267.51	C
<b>ReMi B</b>	565879.61	4989869.38	48.94	241.68	C
<b>ReMi C</b>	566578.63	4992160.48	44.91	238.90	C
<b>ReMi D</b>	568733.08	4990388.50	42.00	228.09	C
<b>ReMi E</b>	570753.48	4992133.45	42.42	255.50	C
<b>ReMi F</b>	575123.08	4995621.92	42.73	214.60	C
<b>ReMi G</b>	577579.93	4996936.36	36.82	226.70	C

***Tabella 8.1.I Sintesi dei risultati delle prove sismiche ReMi eseguite nel tratto di pista ciclabile compreso tra Fossadello e Cremona. Per la posizione dei test si veda la figura precedente. In tutti i casi la Vseq corrisponde a Vs<sub>30</sub> poiché il substrato sismico si trova al disotto dei 30 m di profondità.***



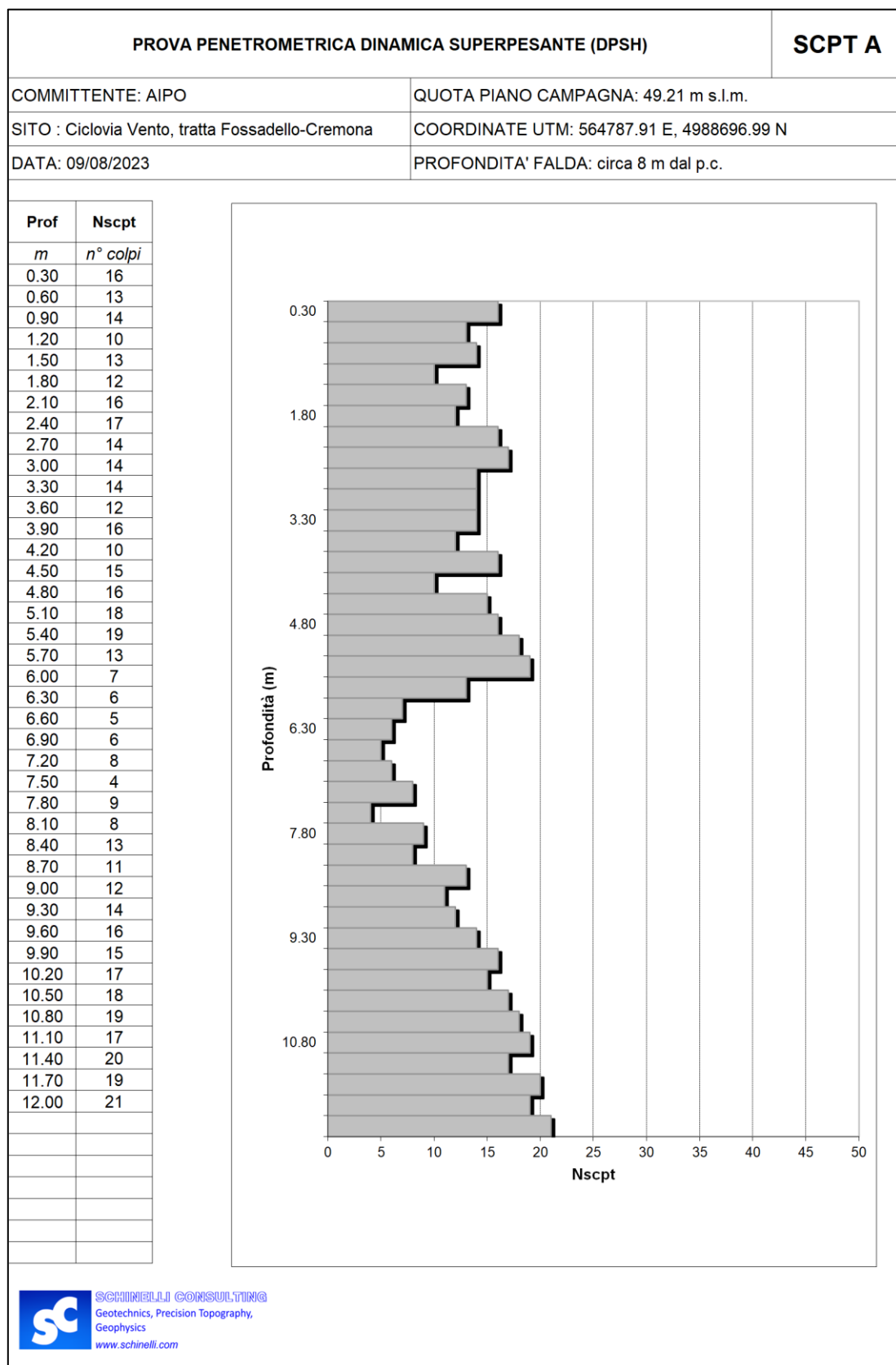
## 9. MODELLO STRATIGRAFICO

La tratta di ciclovia che si analizza in questo documento e che si sviluppa da Fossadello a Cremona è stata investigata in modo specifico, oltre che con le prove sismiche descritte nel capitolo precedente, mediante l'esecuzione di 7 prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH (SCPT A – SCPT G), la cui posizione è riportata nella figura che segue.

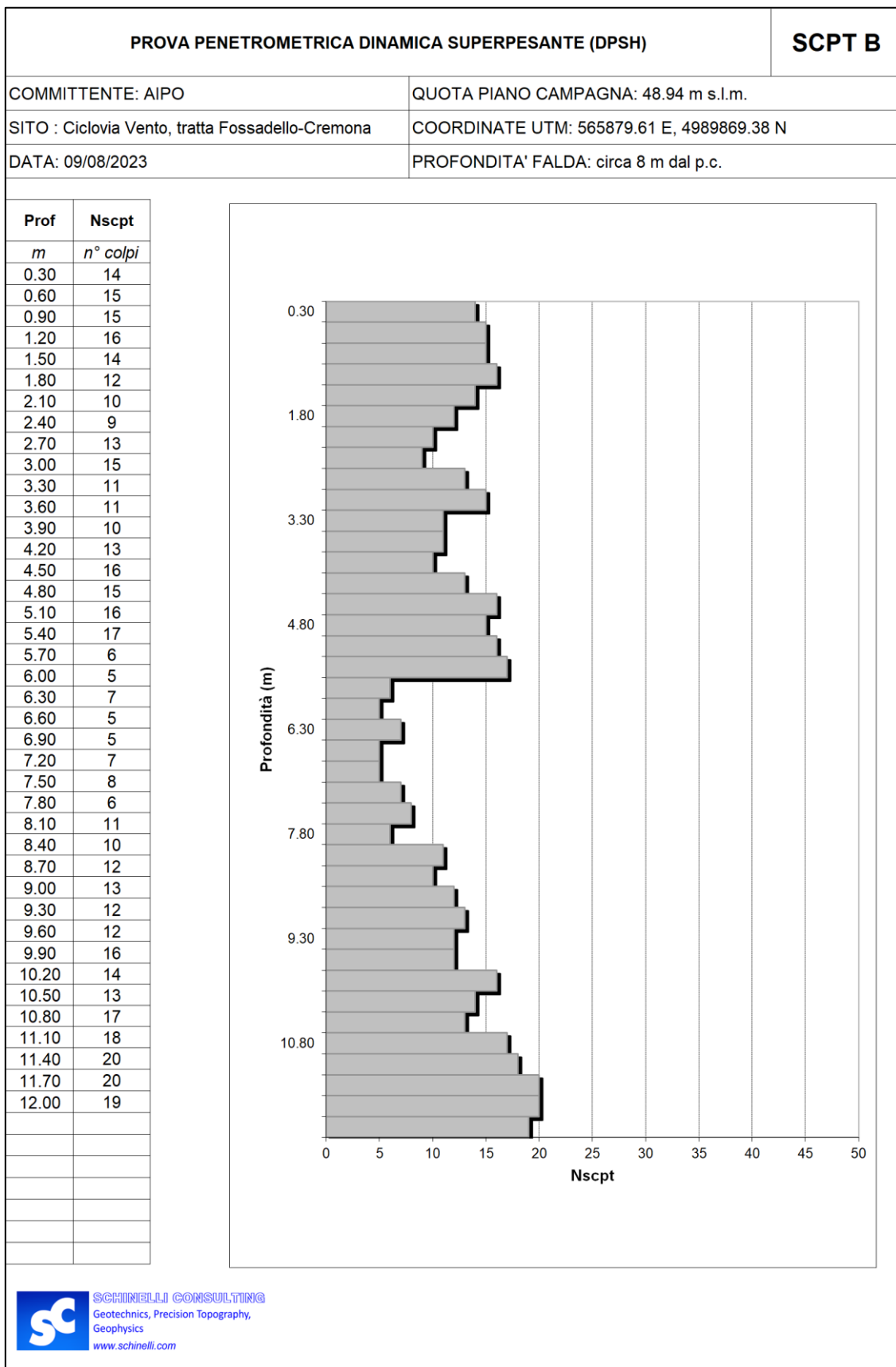


**Figura 9.1. Prove penetrometriche superpesanti (SCPT A – SCPT G) eseguite lungo il tracciato della pista ciclabile compreso tra Fossadello e Cremona.**

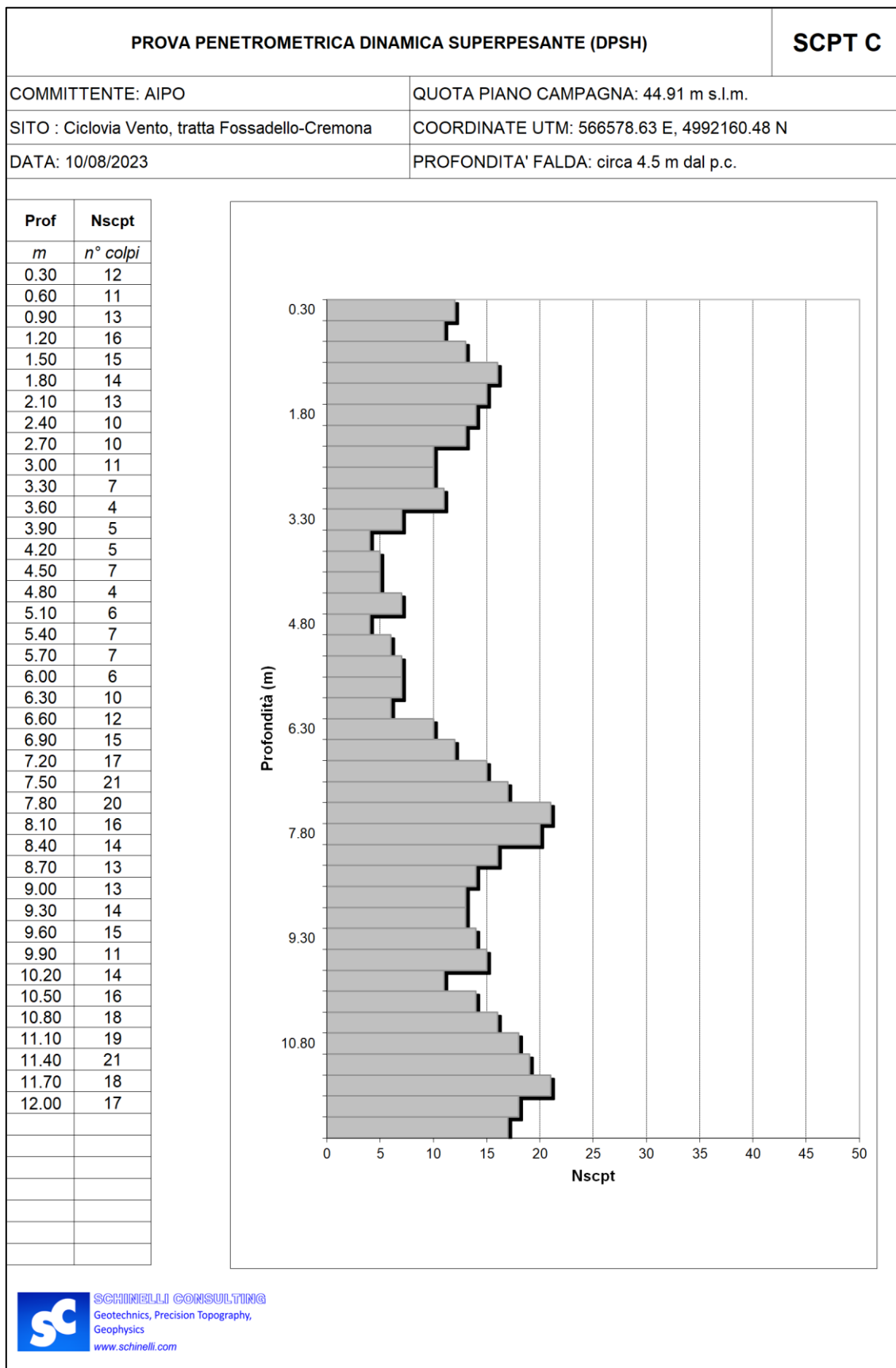
Nelle figure che seguono si riportano i risultati sia in forma analitica sia sotto forma di grafici per le prove suddette. Tutte le prove sono state eseguite con penetrometro superpesante Pagani secondo lo standard DPSH con maglio da 63.5 kg, altezza di caduta 750 mm, con punta conica con area 20 cm<sup>2</sup> ed angolo 90°. Per il dettaglio dei parametri ricavati dall'elaborazione delle prove SCPT si rimanda alla relazione geotecnica redatta a corredo del progetto e della presente relazione geologica.



**Figura 9.2. Risultati della prova penetrometrica superpesante SCPT A.**

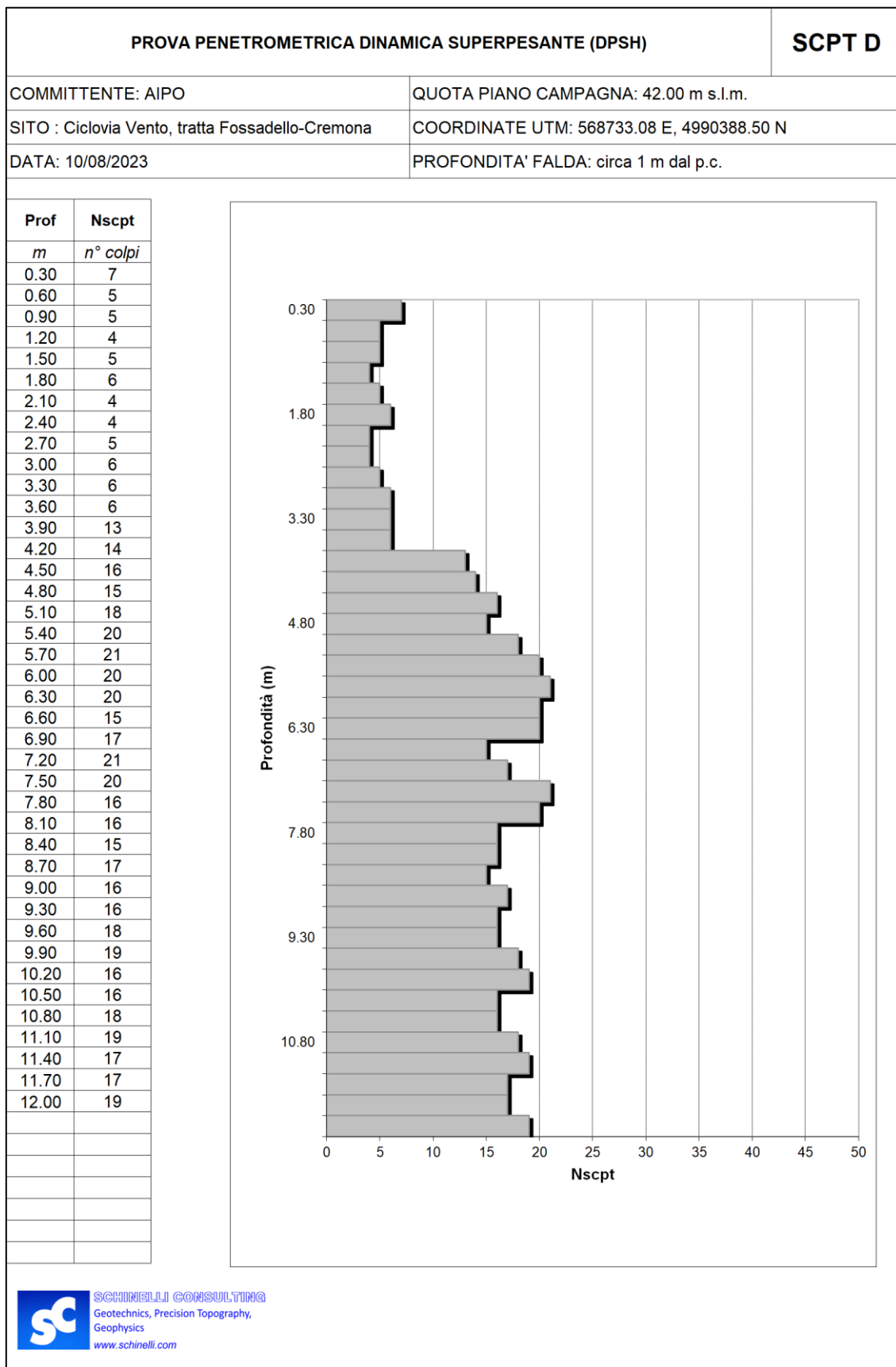


**Figura 9.3. Risultati della prova penetrometrica superpesante SCPT B.**

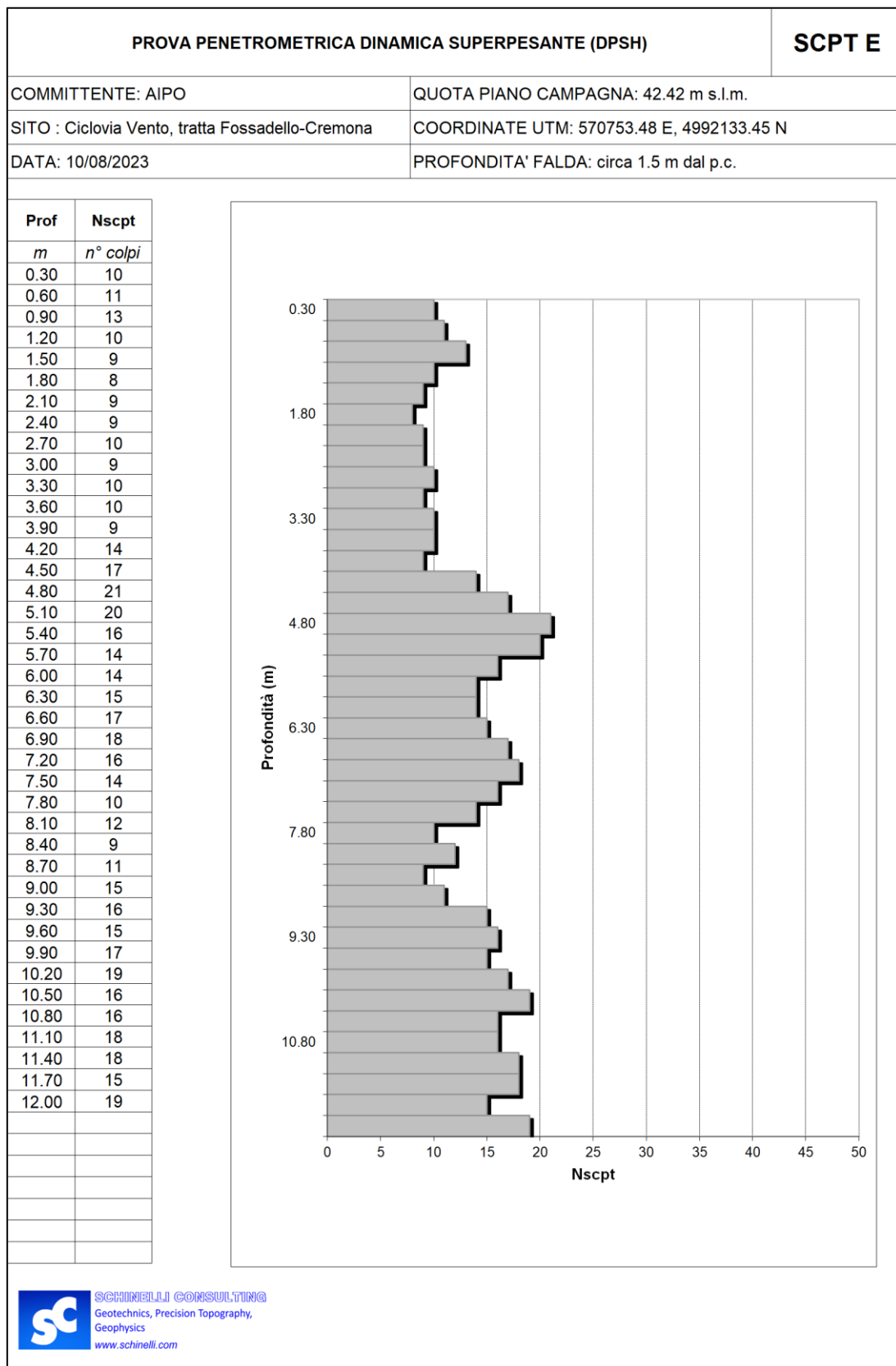


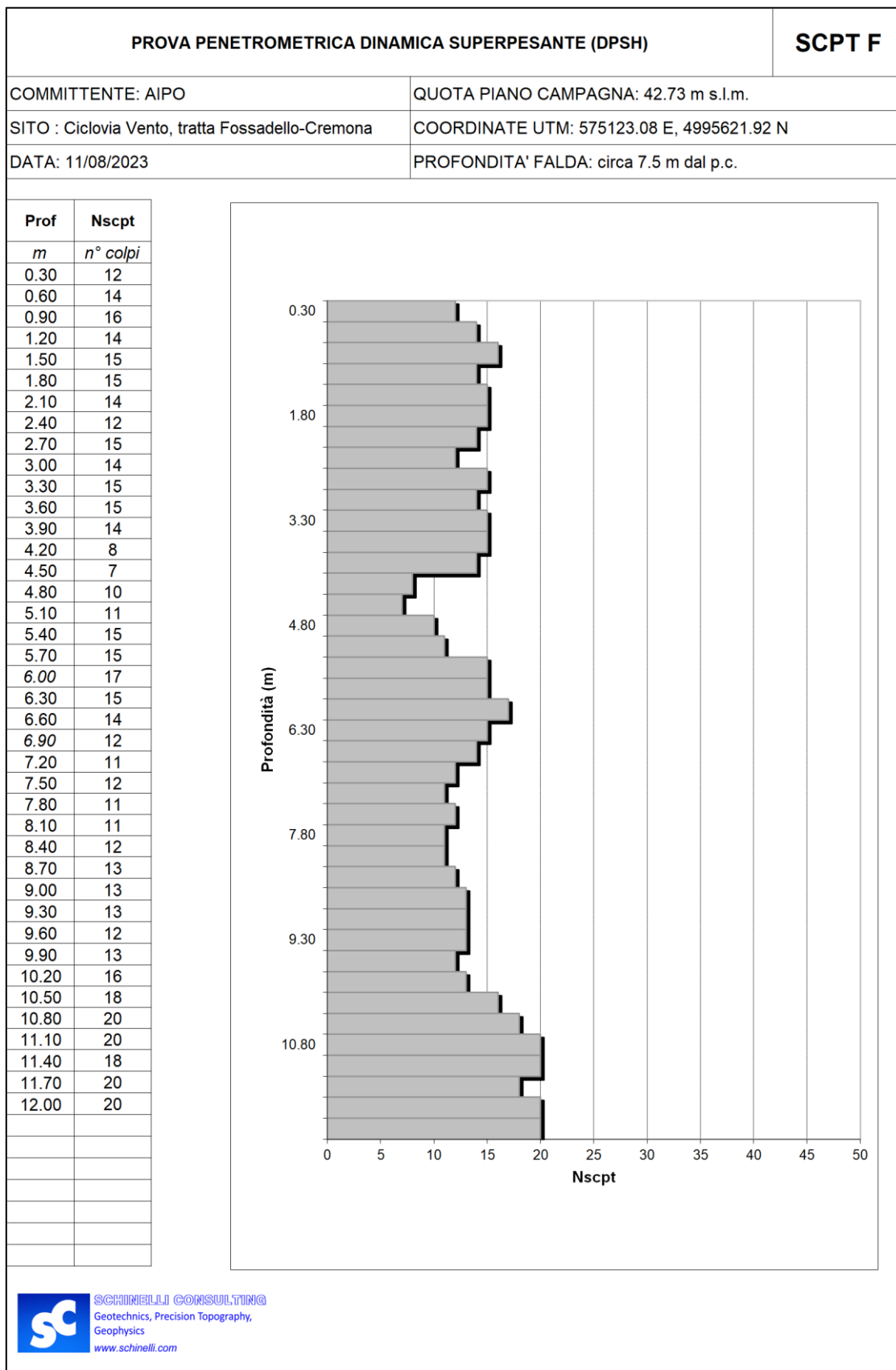
**Figura 9.4. Risultati della prova penetrometrica superpesante SCPT C.**



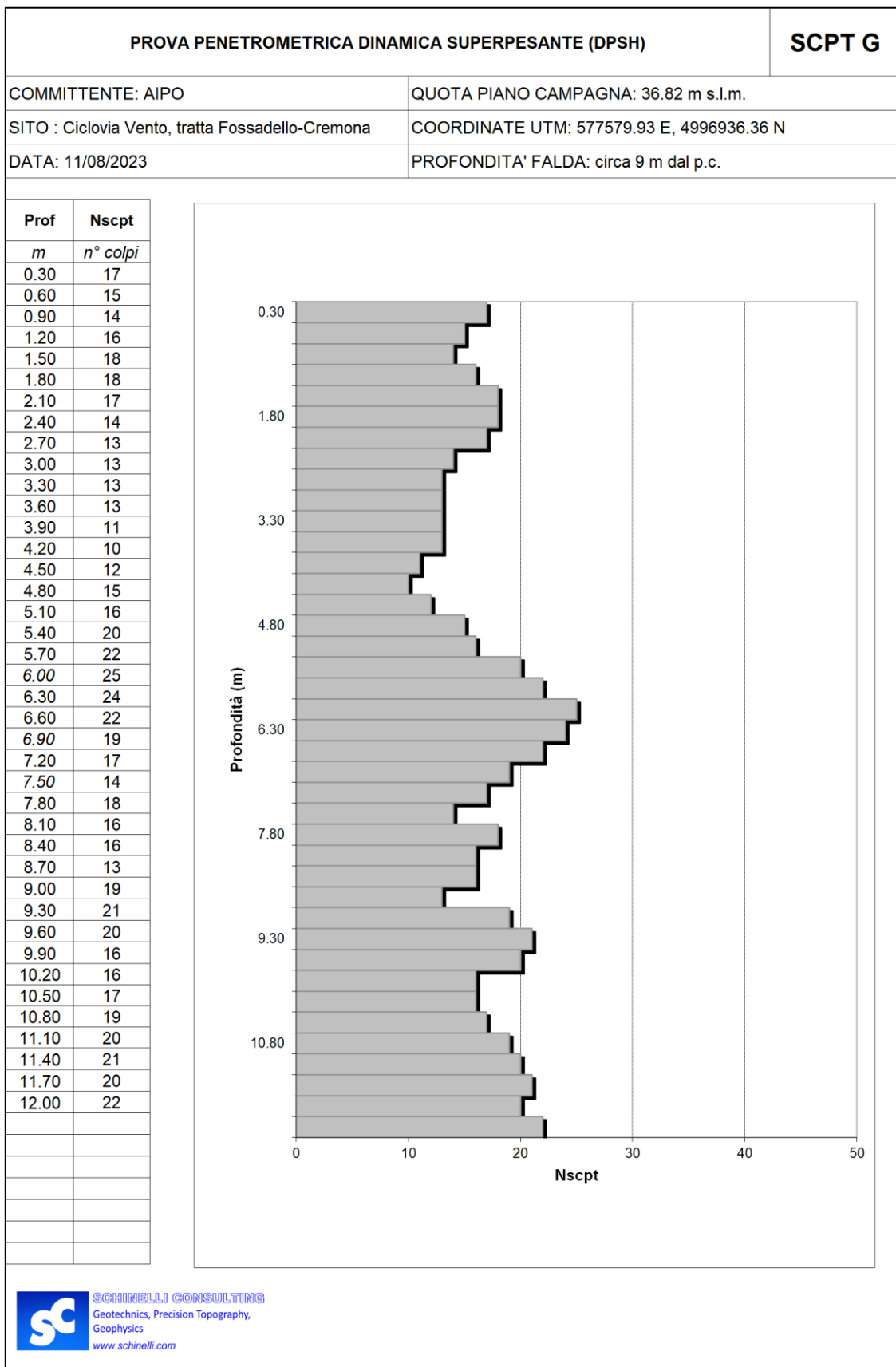


**Figura 9.5. Risultati della prova penetrometrica superpesante SCPT D.**

**Figura 9.6. Risultati della prova penetrometrica superpesante SCPT E.**



**Figura 9.7. Risultati della prova penetrometrica superpesante SCPT F.**



**Figura 9.8. Risultati della prova penetrometrica superpesante SCPT G.**





Dai risultati delle prove penetrometriche e sulla base dei dati riportati sui piani di governo del territorio dei comuni interessati dal tratto di ciclovia in esame, nonché dall'analisi delle prove e sondaggi reperibili per le aree su cui insiste la ciclovia si può sintetizzare un assetto stratigrafico medio per l'area di progetto come riportato di seguito.

Livello A: Corpo del rilevato dell'argine maestro del Po. Costituito da materiali di riporto selezionati di origine antropica con granulometria fine, da argillosa a limoso-sabbiosa. In tutte le aree investigate il terreno che costituisce l'argine presenta un grado di compattazione da medio ad elevato. Lo spessore del materiale del rilevato, a partire dalla sommità dell'argine, dove si sviluppa in gran parte la pista ciclabile, è compreso tra circa 3.5 m e m 5.5 m. Questo livello, a seconda delle zone, si sviluppa tra le quote assolute di circa 49.5 m s.l.m. e 38.5 m s.l.m.

Livello B: Questo deposito non è sempre presente sebbene si sviluppi, con spessori piuttosto limitati, in buona parte dell'area di studio. E' un terreno a grana fine, limoso argilloso, a tratti con sabbia in tenori variabili. Questo terreno ha un comportamento coesivo ed ha caratteristiche di compattezza medie. Il livello suddetto, quando è presente ed a seconda delle zone, si può rinvenire a quote assolute che variano mediamente da circa 43 m s.l.m. a circa 38 m s.l.m.

Livello C: E' costituito da sabbie passanti a sabbie limose, a tratti debolmente argillose. Il deposito in questione ha un comportamento granulare. Il grado di addensamento di questi sedimenti, che si sono depositati in ambienti di energia da media a medio-bassa, è generalmente medio o medio-alto. Questi terreni, a seconda delle aree, si rinvenivano a quote assolute comprese tra circa 40.5 m s.l.m. e 28 m s.l.m.

Livello D: i terreni di questo deposito sono quelli con caratteristiche meccaniche migliori tra quelli interessati dall'indagine e che nella media presentano più



elevate caratteristiche di resistenza rispetto agli strati superiori. Sono stati intercettati solo parzialmente dalle prove penetrometriche, ma vengono individuati con facilità mediante le prove sismiche. Sono i depositi a comportamento granulare che contribuiscono principalmente a portare su valori piuttosto elevati le velocità delle onde sismiche di taglio nell'area in esame. Sono presenti, a seconda delle zone, al disotto dei 30-28 m s.l.m. ed hanno caratteristiche di rigidezza che aumentano in modo piuttosto regolare con la profondità.



## 10. CONCLUSIONI

La presente relazione ha analizzato e descritto i caratteri geologici, idrogeologici e sismici del territorio ove è previsto l'ammodernamento della ciclovia turistica Vento, nel tratto che si sviluppa dal Torrente Nure in località Fossadello in destra del fiume Po fino all'attraversamento del fiume a Cremona. L'estensione lineare della porzione di ciclovia considerata è pari a circa 26.5 km. La porzione di tracciato di ciclovia a cui si riferisce questa relazione ricade per la gran parte in Emilia Romagna, in provincia di Piacenza, e solo per l'ultimo breve tratto a Cremona, in Lombardia.

Il territorio su cui si sviluppa il percorso della pista ciclabile in esame ha morfologia pianeggiante con quote del piano campagna originario comprese tra circa 32 m s.l.m. e 46 m s.l.m.

Dal punto di vista geologico i terreni che affiorano nella zona di studio sono depositi sedimentari di età quaternaria, di natura alluvionale, originati dalle deposizioni fluviali del Po. Le sabbie sono le tipologie granulometriche più frequenti e sono alternate in modo subordinato a ghiaie, limi ed argille.

Dal punto di vista morfologico l'ambiente è di tipo fluviale e perifluviale, modellato in gran parte dall'azione del fiume, i cui meandri hanno divagato ed hanno modellato il territorio in modo significativo. Importante è anche l'influenza antropica sull'attuale morfologia, poiché in epoca storica il fiume è stato regimato e le aree golenali sono state delimitate dagli attuali argini. E' proprio sull'argine maestro in destra idrografica che si sviluppa la maggior parte del percorso della ciclovia oggetto di studio.

Dal punto di vista idrogeologico la ciclovia, nella porzione considerata dal presente rapporto, si sviluppa su territori caratterizzati da acquiferi freatici poco profondi. La soggiacenza della falda si approfondisce spostandosi da sudovest a nordest lungo il tracciato della ciclovia. In particolare la profondità della falda, rispetto al livello del terreno su cui poggia l'argine, passa da meno di 2 metri nella parte sudoccidentale a più di 5 metri nella parte nordorientale



del tracciato. Gli acquiferi sono contraddistinti da vulnerabilità da media ad elevata lungo la gran parte del tracciato e solo localmente, dove sono presenti depositi fini in superficie, la vulnerabilità è classificata bassa.

Dal punto di vista dei vincoli, l'area su cui insiste la tratta di pista ciclabile in esame è contraddistinta da un sistema vincolistico incentrato sia sulla conservazione del sistema fluviale, sia sul conseguimento della sicurezza adeguata per la popolazione e per il territorio, come descritto nel dettaglio nel capitolo 7, al quale si rimanda.

La non trascurabile presenza dei vincoli si ripercuote sulla limitata fattibilità degli interventi. Bisogna comunque sottolineare che il progetto della ciclovia, al quale si fa riferimento per i dettagli, non prevede modifiche degne di nota della situazione attuale dell'argine e del territorio circostante. In particolare è previsto essenzialmente il rifacimento del manto, l'integrazione e la variazione della segnaletica, nonché limitati allargamenti dell'attuale porzione asfaltata. Pertanto gli interventi previsti per l'ammodernamento non andranno a variare lo stato di fatto dell'argine e dei territori sui quali si snoda il percorso.

Non sono neppure previste nel progetto nuove strutture né attraversamenti o sottopassaggi di nuova realizzazione. Pertanto, ferma restando la vincolistica che agisce sul sito, si può affermare che l'ammodernamento della ciclovia nella tratta tra Fossadello e Cremona risulta compatibile con la vincolistica e le limitazioni di fattibilità vigenti.

Considerando ora gli aspetti sismici, tutti i territori comunali attraversati dalla porzione della ciclovia oggetto del presente studio rientrano in zona 3, caratterizzata da bassa sismicità. Gli effetti di amplificazione possibili sono localmente a carattere stratigrafico, come riportato in dettaglio nel paragrafo 8.1. Lungo la tratta oggetto di studio sono state eseguite 7 prove sismiche con tecnica ReMi. Le suddette prove hanno fornito risultati della velocità sismica equivalente ( $V_{seq}$ , ovvero  $V_{S30}$  per i casi in esame) compresi tra 215 m/s e 266 m/s, pertanto il sottosuolo lungo l'intera tratta di ciclovia esaminata rientra



nella categoria sismica C sulla base delle Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti.

Per concludere si può affermare che, in base ai risultati dello studio eseguito e considerando le caratteristiche del territorio e degli interventi previsti dal progetto, non sussistono controindicazioni di carattere geologico per l'ammodernamento della pista ciclabile Vento nella tratta compresa tra Fossadello e Cremona.

**SCHINELLI CONSULTING**



*Massimo Luca Schinelli*

**(Dott. Massimo Luca Schinelli)**