

Regione  
Emilia Romagna



Provincia di  
Bologna



Comune di  
Ozzano dell'Emilia



# PARCO FOTOVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DI POTENZA PARI A 36 MWp NEL COMUNE DI OZZANO DELL'EMILIA (BO).

PROGETTISTA INCARICATO:

Ing. Giovanni Cis  
Tel. 3490737323  
Pec: giovanni.cis@ingpec.eu



Scala

n.d.

Titolo elaborato:

Relazione idrogeologica

Formato

A4

TECNICI COINVOLTI:

Studio acustico:

Arch. Maurizio Cossar

Piazza IV Novembre, 22 - San Donà di Piave (VE)  
info@dbacustica.it

Studio archeologico:

Dott.ssa Ilaria Frontori

Via Santa Margherita, 14 - Cologno Monzese (MI)  
ilaria.frontori@gmail.com

Studio agronomico:

Dott. Matteo Sorrenti - Dott.  
Salvatore D'Agostino

Studio idraulico e geologico:

Dott. Velicogna Alberto

Via G. Carducci, 15 - Seriate (BG)  
a.velicogna@libero.it

CODICE ELABORATO

PROGETTO	CLASSE	TIPO	PROG.
RVFVER30	VIA2	R	26

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	11/23	Prima emissione	AV	AV	AV
01					
02					
03					
04					
05					
06					

Società proponente:

## OPR SUN 23

P.IVA: 13006040961  
PEC: oprsun23srl@pecimprese.it

GESTORE RETE ELETTRICA



P.IVA: 05779661007  
PEC: info@pec.terna.it

PROGETTAZIONE A CURA DI

# RENNVALUE

P.IVA: 05392690284  
PEC: cert@pec.renvalue.it

Prove penetrometriche, indagini geofisiche, prelievo campioni di terreno, prove di carico su piastra, videosppezioni, ricerca cavi, tubazioni e sottoservizi, servizi tecnici a professionisti, imprese e privati. Operiamo in tutta Italia (isole comprese).

www.applisasgeoservizi.com  
a.velicogna@libero.it

seguici  <http://www.facebook.com/Apllisas>



## LAUT ENGINEERING Srl, via San Crispino 106, 35129, Padova (PD) RELAZIONE IDROLOGICA PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO FOTOVOLTAICI

### OZZANO DELL'EMILIA (BO)



Commessa: 84-23 rev01

Data: 17/07/23

Dott.Geol. Alberto Velicogna



*SEDI: (legale e operativa)  
(territoriali)*

*via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)*

Tel: +39 329 2289939

[www.applisasgeoservizi.com](http://www.applisasgeoservizi.com)

e-mail: [a.velicogna@libero.it](mailto:a.velicogna@libero.it)

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

## Sommario

<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>8</b>
<b>3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO GENERALE.....</b>	<b>9</b>
3.1 EVOLUZIONE GEOLOGICA.....	9
3.2 GEOMORFOLOGIA .....	12
3.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO AREA IN OGGETTO.....	12
3.4 TETTONICA.....	16
<b>3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO - IDROMORFOLOGICO .....</b>	<b>18</b>
<b>4. ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO INSISTETE SULL'AREA IN BASE AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE .....</b>	<b>25</b>
4.1. ANALISI VARIANTE DI COORDINAMENTO TRA PGRA E PIANO STRALCIO DEL BACINO RENO .	29
<b>5. CALCOLO DELLA PERMEABILITÀ DEL SITO .....</b>	<b>32</b>
<b>6. MODELLO GEOTECNICO .....</b>	<b>33</b>
6.1. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA .....	35
<b>10.CONCLUSIONI.....</b>	<b>36</b>

*SEDI: (legale e operativa)      via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG)    -    P.IVA : 04755800960*  
*(territoriali)                      viale Europa 68/b 33054    Lignano Sabbiadoro (UD)*

*Tel: +39 329 2289939      www.applisasgeoservizi.com      e-mail: a.velicogna@libero.it*

*Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>*

## PREMESSA

Per incarico della committenza è stata eseguita un'indagine per la caratterizzazione idrogeologica delle aree interessata da un progetto di realizzazione di un "Parco Agrivoltaico" per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile. L'impianto verrà realizzato nel Comune di Ozzano nell'Emilia (BO).

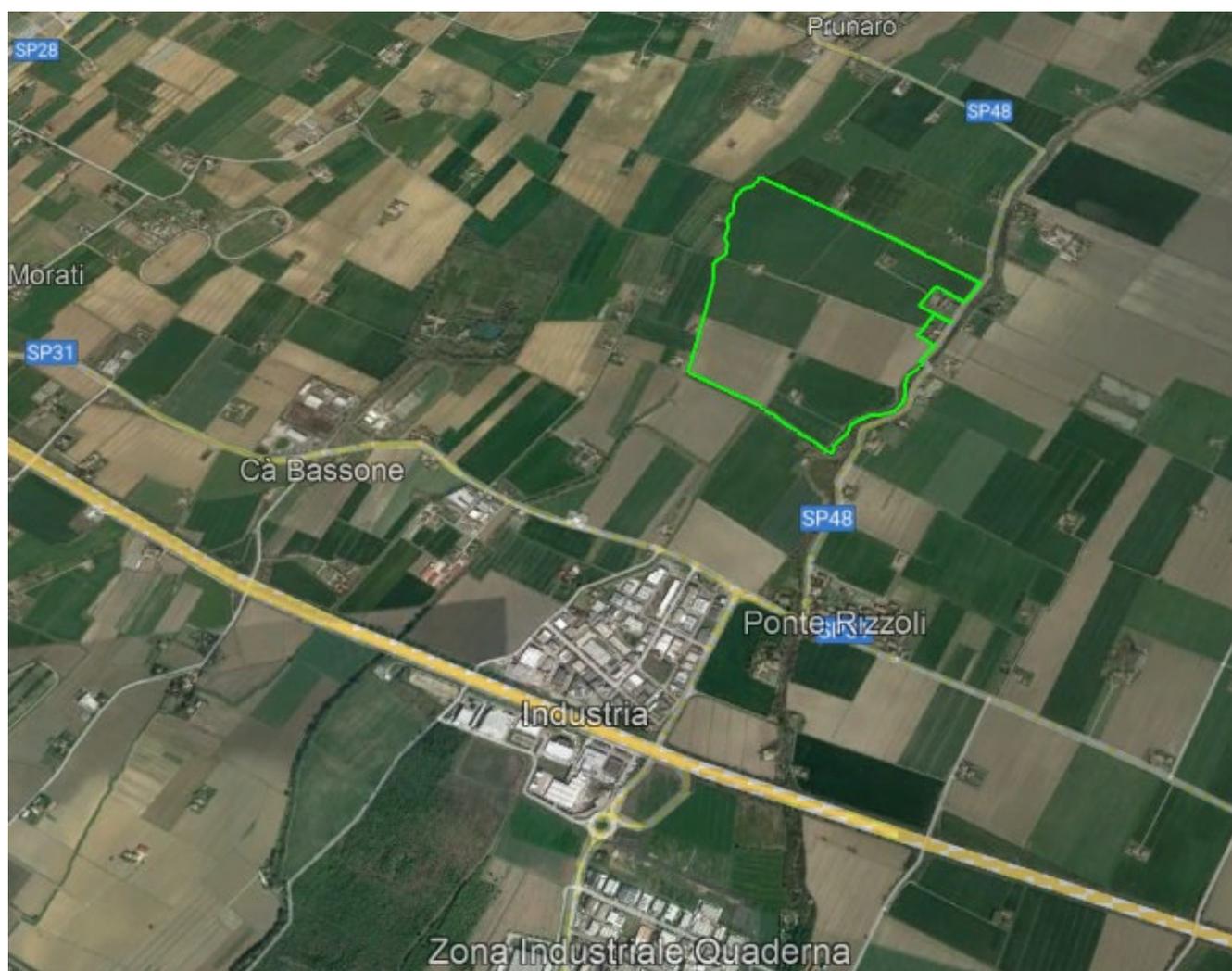


Figura 1 - Immagine satellitare con ubicazione delle opere suddivise in due lotti

Per la caratterizzazione del sottosuolo sono state eseguite le seguenti indagini:

2

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

- n° 2 prove penetrometriche dinamiche
- n° 2 indagini geofisiche con metodologia M.A.S.W.
- acquisizione ed analisi di bibliografia tecnica specifica
- elaborazione del presente documento

Le modalità di esecuzione delle indagini sono descritte in seguito, mentre la loro ubicazione è riportata nella planimetria di seguito riportata.



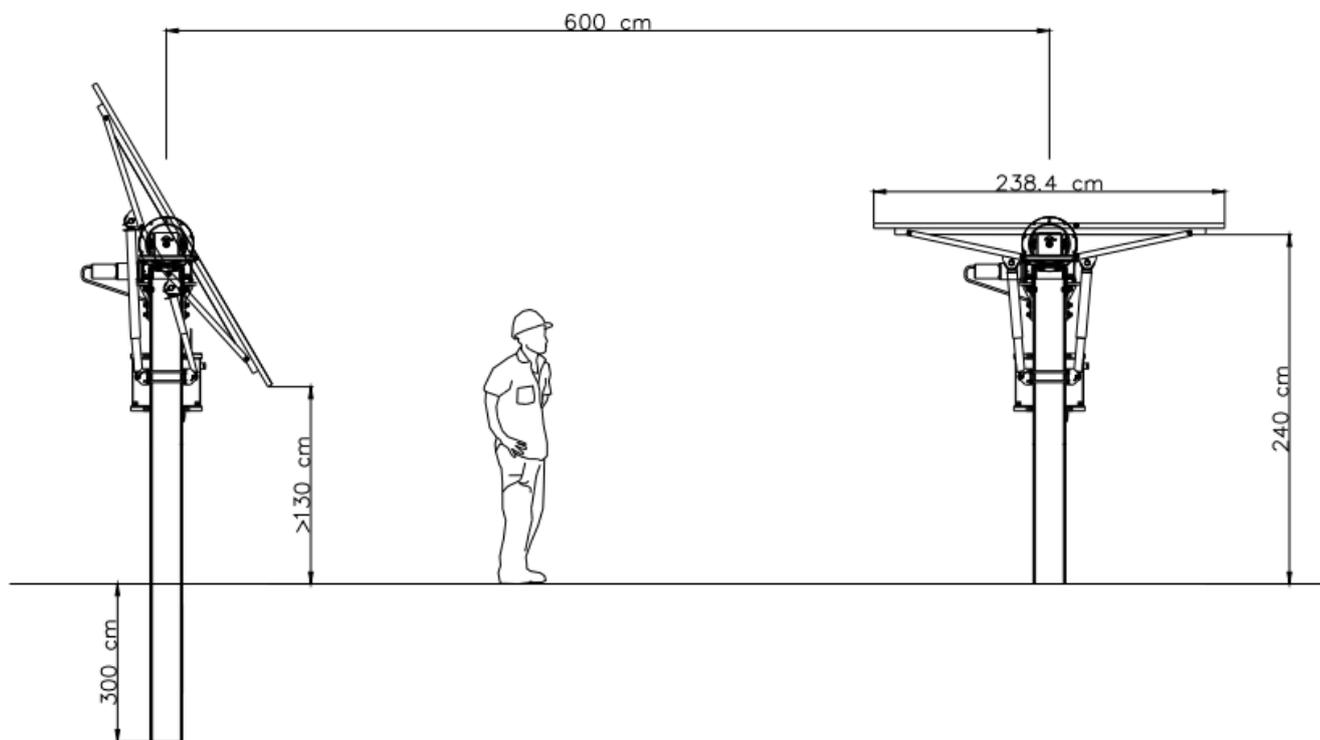
**Figura 2 - Planimetria con ubicazione delle prove eseguite.**

*SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960*  
*(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)*

*Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it*

*Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>*

Al fine di comprendere l'entità e la geometria dell'intervento oggetto del presente elaborato, nella figura seguente, si riporta un dettaglio degli elementi impiegati per la generazione elettrica.



**Figura 3 – Tracke utilizzati nel progetto.**

Nella tabella seguente si riportano le superfici interessate dall'intervento e la loro destinazione d'uso ad intervento realizzato.

*SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960*  
*(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)*

*Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it*

*Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>*

	VALORE
superfici pannelli [mq]	166562,4
Viabilità interna in misto granulometrico stabilizzato [mq]	23447,36
Viabilità interna in terra battuta [mq]	6991,51
Superficie edifici tecnici [mq]	224,93
Superficie verde - fascia arborea mitigazione [mq]	22990,13
Superficie totale [mq]	543153,7
Superficie trasformata [mq]	197226,20

**Figura 4 - Dettaglio superfici interessate dall'intervento.**

Si riporta in seguito una planimetria dettagliata dell'intervento che verrà realizzato.

*SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960*  
*(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)*

*Tel: +39 329 2289939      [www.applisasgeoservizi.com](http://www.applisasgeoservizi.com)      e-mail: [a.velicogna@libero.it](mailto:a.velicogna@libero.it)*

*Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>*



**Figura 5 - planimetria intervento di progetto.**

*SEDI: (legale e operativa)  
(territoriali)*

*via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)*

*Tel: +39 329 2289939*

*www.applisasgeoservizi.com*

*e-mail: a.velicogna@libero.it*

*Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>*

## **1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC 2018);
- Circ. Min. 21/01/2019 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni";
- D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" (NTC 2008);
- Circ. Min. 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche";
- O.P.C.M. 3274/2003 e succ. modd.;
- O.P.C.M. 3519/2006;
- "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" – D.M. 11/03/1988;
- Istruzioni applicative al D.M. 11.03.88 – Circ. Min. LL.PP. 24.09.88 n° 30483;
- "Raccomandazioni A.G.I. riguardanti l'esecuzione e programmazione delle indagini geotecniche" –A.G.I. 1977.

*SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)*

*Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it*

*Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>*

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il territorio del comune di Ozzano dell'Emilia è collocato nella Valle Idice, a Sud-Est della Provincia di Bologna, a pochi chilometri dal capoluogo.

Il territorio della Valle Idice è quello tipico del "margine appenninico", in cui la pianura termina contro i primi declivi appenninici ("Appennino Embrionale"), sepolti sotto i depositi alluvionali padani.

Il Comune ha un'estensione territoriale di 64,94 km<sup>2</sup>, assumendo la forma caratteristica di un rettangolo lungo e stretto, con altitudine di 68 m s.l.m.

Il centro è situato nell'alta pianura emiliana, lungo la via Emilia, fra i torrenti Idice e Quaderna. A monte, lungo la valletta del rio Centonara, sono ubicati i calanchi dell'Abbadessa.



Figura 6: Foto satellitare con ubicazione delle aree d'indagine (da Google Earth)

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

### 3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E GEOLOGICO GENERALE

#### 3.1 EVOLUZIONE GEOLOGICA

1.1.1 – Andamento delle pieghe sepolte, e spessore in chilometri dei sedimenti pliocenici e pleistocenici (tratta da M. Pieri e G. Groppi, 1981. Il Comune è perimetrato con linea continua, i puntini segnano il limite dei depositi marini).

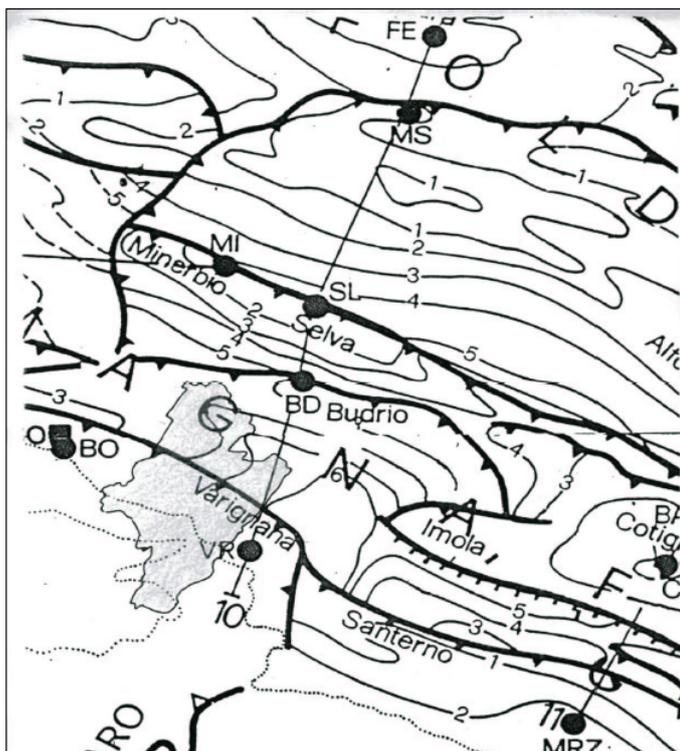


Figura 3: Valle Idice – PSC Valle Idice

In figura 3 è inquadrato il territorio di Valle Idice nel contesto geologico dell'area, dal quale risultano evidenti i rapporti tra catena e pianura, si può notare la presenza di una linea tettonica che scorre nella pianura, subparallela al margine morfologico della collina. Si tratta di una faglia inversa (sovrascorrimento) che disloca la catena e solleva il margine attuale. Questa dislocazione, che

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

costituisce la più interna delle "Pieghie Romagnole", è suturata già nel Pliocene medio superiore a Faenza, mentre al confine orientale dell'Associazione Valle Idice solamente nel Quaternario.

Nel Quaternario medio inferiore, già i primi depositi paralici di margine, in questo quadrante di catena, suturano definitivamente ogni struttura disgiuntiva, ciò è importante anche per comprendere la "storia" sismica dell'area; gli spessori delle facies quaternarie possono superare i 200 metri di profondità, al passaggio verso la pianura.

In questo settore di Appennino, è scomponibile in tre ampie zone, dalla pianura verso l'interno della catena:

1) margine appenninico costituito da una struttura monoclinale in cui le formazioni più recenti hanno disposizione parallela all'asse geografico della catena ed immergono verso la pianura. La disposizione geometrica delle Formazioni geologiche è localmente complicata dalla presenza di diverse linee tettoniche, che dislocano variamente il margine, ed a volte elidono intere unità;

2) immediatamente più a sud successioni epiliguri e formazioni del dominio ligure variamente tettonizzate costituiscono la porzione terminale verso est del fianco settentrionale della grande sinforme pliocenica;

3) ancora più a sud, nel territorio del Comune di Ozzano, è presente la terminazione orientale ed una piccola parte del fianco meridionale della sinforme pliocenica, disposta tra la valle del Lavino e quella dell'Idice, che segna il passaggio dalla collina alla prima montagna appenninica.

La pianura, cela le strutture geologiche della futura catena appenninica. Dunque non vi è discontinuità strutturale tra pianura e appennino. Per la pianura però le unità geologiche marine fortemente sovraconsolidate sono sepolte sotto i depositi continentali alluvionali.

L'evoluzione della pianura olocenica è riconducibile ad un modello semplice, almeno nelle linee generali. I corsi d'acqua appenninici, a valle delle conoidi pedemontane, poco attive durante l'Olocene (ultimi 15.000 anni), oggi prevalentemente in erosione, tendono a proseguire verso il collettore principale su alvei pensili, formati da sedimenti che il corso d'acqua non è più in grado di portare in carico. Nel caso di rotte e tracimazioni, in natura frequente, le acque invadono la pianura circostante depositando dapprima i sedimenti più grossolani nelle vicinanze dell'alveo, più lontano i sedimenti più fini (limi sabbiosi e limi) e nelle conche morfologiche, ove le acque possono rimanere a lungo e decantare, si depositano limi argillosi ed anche argille.

10

*SEDI: (legale e operativa)      via G. Carducci, 15    24068 Seriate (BG)    -    P.IVA : 04755800960*  
*(territoriali)                      viale Europa 68/b    33054    Lignano Sabbiadoro (UD)*

*Tel: +39 329 2289939      www.applisasgeoservizi.com      e-mail: a.velicogna@libero.it*

*Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>*

A seconda delle condizioni di drenaggio locale le acque possono permanere per tempi più o meno lunghi nelle aree esondate, fino a formare paludi e laghi permanenti, presupposto alla formazione di potenti depositi di argille di decantazione e torbe.

La pianura alluvionale avviene perciò sia orizzontalmente, con il giustapporsi di successivi corpi d'alveo, sia verticalmente a causa dei continui cicli di riempimento dei bacini di esondazione. Un immaginario profilo verticale della pianura risulterebbe dunque costituito da un intrecciarsi di lenti sabbiose corrispondenti a corpi d'alveo sepolti (argini naturali) e da sedimenti a tessitura fine, determinati dai riempimenti dei bacini interfluviali di esondazione.

La distribuzione delle litologie di superficie e del primo sottosuolo, così come l'assetto morfologico della pianura, sono quindi strettamente condizionati dai processi geostrutturali profondi (attività delle pieghe romagnole) e di sedimentazione e alla loro disposizione nel tempo. Nella media pianura bolognese, la divagazione degli alvei verso oriente e, in parte, verso nord, la presenza di vaste aree occupate da zone di espansione dei corsi d'acqua superficiali (paludi, acquitrini stagionali) sono dovute alle difficoltà di drenaggio connesse all'evoluzione geostrutturale profonda dell'alto ferrarese ed alla presenza dei rilievi costituiti dai depositi sabbiosi (argini naturali) dei maggiori fiumi: Reno e Po di Primaro.

L'alta pianura, ed in particolare l'ampia area compresa tra il Reno e l'Idice, solcata da numerosi alvei minori, costituisce l'ambito in cui si attua anche l'inversione delle direzioni tendenziali delle divagazioni d'alveo (verso nordovest). La storia evolutiva di questi piccoli alvei non pare però risentire dei medesimi condizionamenti strutturali. Nel bolognese, i corsi d'acqua che trovano origine negli elementi idrografici pedecollinari, hanno decorso condizionato più dai corpi alluvionali depositati dai fiumi maggiori (Reno e Idice - Savena), che da elementi strutturali.

Forse solamente il Savena pare seguire il decorso verso occidente in una fase della sua evoluzione medioevale, ma gli elementi di conoscenza sono troppo scarsi per poter fare affermazioni certe. In tutti i casi la tendenza ad una permanenza così prolungata dell'Idice nel suo alveo preromano (o se si preferisce il suo mancato spostamento verso occidente) permette presumibilmente la conservazione della "centuriazione romana" nei comuni della pianura orientale bolognese. Ecco che allora cause delle divagazioni o delle permanenze degli alvei trovano prove e motivazioni anche nei segni territoriali archeologici ancora ben riconoscibili nel nostro quadrante di pianura.

Per il territorio in esame, nell'ampia zona di apice del conoide e nel fondovalle dei principali corsi d'acqua (T. Idice e T. Savena) sono rappresentati depositi alluvionali Quaternari con discreta componente ghiaiosa e ghiaioso sabbiosa. In particolare la giunzione con la pianura è assicurata dall'ampiezza del conoide Idice – Savena, la cui storia deposizionale (almeno degli ultimi 4 – 6.000 anni) traspare appena dal numero e complessità degli ordini di terrazzi ancora riconoscibili allo sbocco delle valli.

### **3.2 GEOMORFOLOGIA**

La Valle dell'Idice si sviluppa alle spalle di Bologna, in territorio collinare, inciso dall'omonimo torrente. Le arenarie, le marne, le argille scagliose e le rocce ofioliti, raccontano i costanti e lentimovimenti orogenetici che hanno creato e trasformato l'ambiente delle colline bolognesi. Il Contrafforte Pliocenico con la rupe del Monte delle Formiche e le pareti dorate di Pizzano sono testimoni di un antico mare che ricopriva la pianura padana formando un golfo dove il fiume Idice scaricava sabbie e ghiaie. Questi materiali si sono sedimentati e trasformati con la forza delle spinte tettoniche fino ad alzarsi rispetto al livello del mare dove anticamente si erano depositati. L'erosione di queste rocce friabili, ha poi messo in luce queste pareti di arenarie e altre caratteristiche formazioni come i Cattelloni di Pizzano, un insieme di torri e pinnacoli formati da sabbia e fossili marini, in continua trasformazione.

### **3.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO AREA IN OGGETTO**

L'area oggetto di studio è cartografata all'interno del Foglio Geologico n. 221 "Bologna" della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:50.000 (Boni et al., 1970) e le relative note illustrative (Fig.4).

*SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960*  
*(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)*

*Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it*

*Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>*

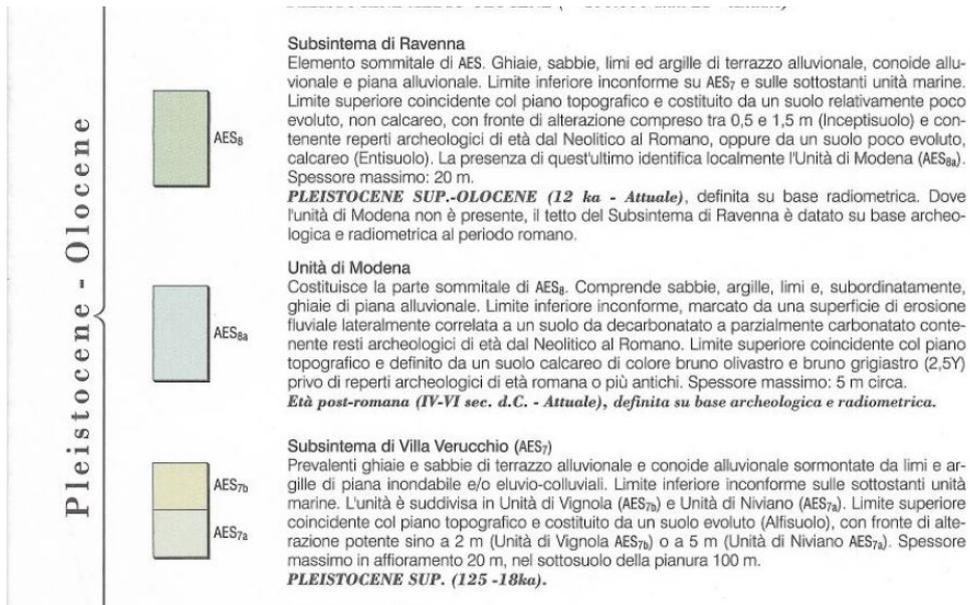
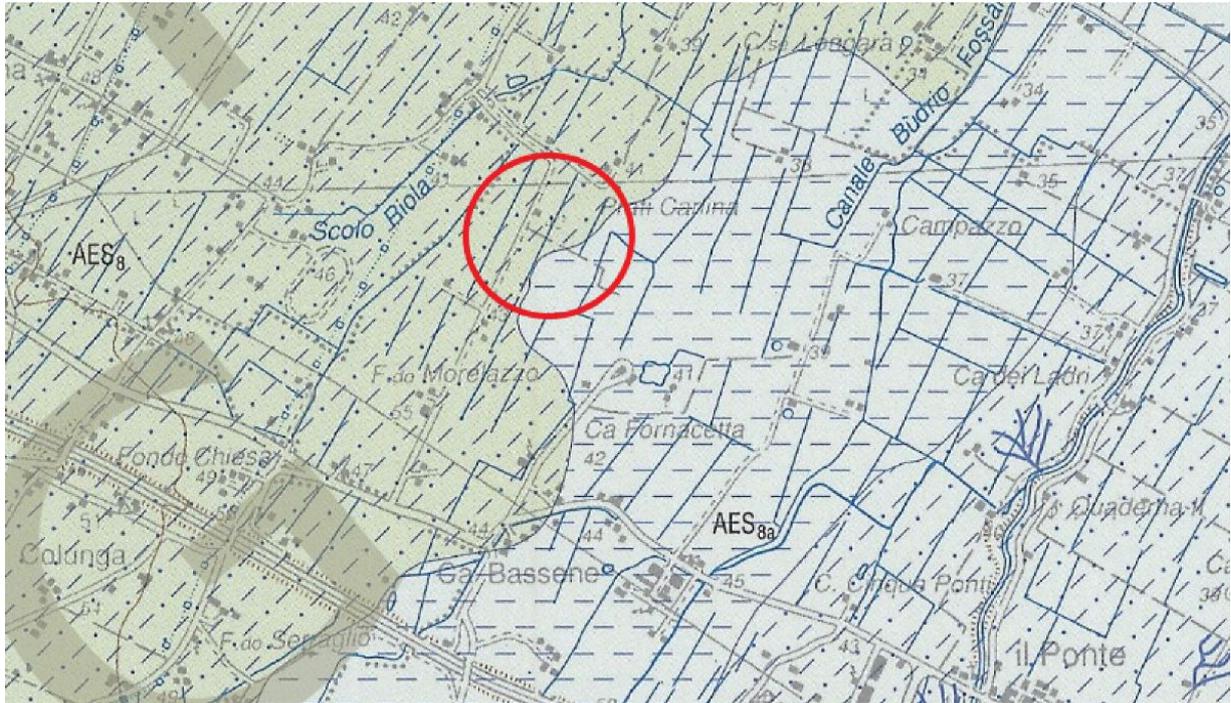


Figura 4: Stralcio carta geologica – scala 1:50.000 – Ispra

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
 (territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

In base alle caratteristiche riscontrate sulla Carta Geologica d'Italia 1:50.000 si ritiene che i terreni nell'area di progetto siano ascrivibili al Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES).

#### Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)

Il Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES) costituisce la porzione superiore del Supersistema Emiliano-Romagnolo e comprende la totalità dei depositi continentali affioranti e lo spessore di AES varia da pochi metri al margine appenninico fino a un massimo di 330 metri nel sottosuolo, in corrispondenza della zona depocentrale.

Nelle porzioni intravallive e di margine appenninico, l'unità è costituita da depositi terrazzati di piana alluvionale intravalliva che appoggiano in discordanza su depositi marini più antichi. Si tratta di ghiaie e sabbie di canale fluviale passanti ad alternanze di argille, limi e sabbie di piana inondabile variamente pedogenizzati.

Questo Sistema è suddiviso in alcune unità stratigrafiche di rango inferiore (subsistemi), riconosciute nelle porzioni intravallive e lungo il margine appenninico emiliano-romagnolo.

Nell'area del Foglio di Bologna sono identificati 4 subsistemi (AES5, AES6, AES7 e AES8); AES5, AES6 ed AES7 affiorano unicamente nel settore intravallivo e allo sbocco dei torrenti appenninici in pianura, mentre AES8 affiora in tutta l'area di pianura.

Nei settori di margine appenninico compresi tra aste fluviali contigue la distinzione di AES in subsistemi non è facilmente eseguibile. Per questo motivo, nei settori di interfluvio si è provveduto a una generica attribuzione dei depositi ad AES, caratterizzata da limi sabbiosi o sabbie limose, con rari livelli più grossolani; le ghiaie, quando presenti, sono fini.

Dal punto di vista morfologico questi depositi sono caratterizzati da una pendenza che tende ad aumentare dalla pianura verso monte. Questo aumento di pendenza non è tuttavia continuo, ma si manifesta attraverso deboli scarpate che fungono da raccordo tra porzioni più pianeggianti. Queste scarpate sono chiaramente connesse con l'evoluzione del reticolo idrografico secondario; per quel che riguarda la loro natura, è possibile che esse riflettano fasi successive del sollevamento del margine appenninico.

L'età della base di AES è attribuita al Pleistocene medio.

- Subsistema di Ravenna (AES8)

È l'elemento sommitale del Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore e comprende la maggior parte dei depositi quaternari affioranti. Nei settori intravallivi e allo sbocco delle valli appenniniche il Subsistema di Ravenna è costituito da depositi di terrazzo alluvionale. I singoli ordini di terrazzo sono separati da scarpate di pochi metri. I depositi di terrazzo sono generalmente costituiti da circa due metri di ghiaie, sovrastati da una copertura limoso-sabbiosa il cui profilo di alterazione pedogenetica può raggiungere circa un metro di spessore. In posizione più distale rispetto allo sbocco delle valli appenniniche, AES8 affiora estesamente e la sua parte sommitale è costituita da depositi sabbioso-limosi di canale, argine e rotta fluviale, organizzati in corpi sedimentari di spessore plurimetrico a geometria prevalentemente nastriforme. Questi fanno transizione laterale a sedimenti prevalentemente argillosi e subordinatamente limosi e sabbiosi di piana inondabile (bacino interfluviale). I corpi ghiaiosi sono rari. Il tetto di AES8, che coincide col piano topografico, presenta suoli a diverso grado di evoluzione, con orizzonte superiore da calcareo (Entisuoli) a non calcareo (Inceptisuoli). I suoli calcarei appartengono ad un'unità (Unità di Modena AES8a) di rango inferiore a quello del subsistema e corrispondente alla parte sommitale del Subsistema di Ravenna.

- Unità di Modena (AES8a)

È costituita da sabbie, limi e argille (con ghiaie molto subordinate) di pianura alluvionale; trattandosi di depositi molto recenti è caratteristica la preservazione delle morfologie deposizionali originarie. Il limite inferiore di AES8a, datato al periodo post-romano, è definito al margine appenninico da una scarpata di terrazzo fluviale. In pianura corrisponde alla superficie di appoggio di depositi alluvionali al di sopra del suolo sviluppatosi in epoca romana. Il limite superiore dell'unità coincide col piano topografico. A differenza dell'area tipo, dove il limite basale di AES8 è marcato da un netto contrasto di facies tra depositi alluvionali di età pleistocenica e sovrastanti depositi di ambiente paralico e marino-marginale riconducibili all'ultimo ciclo trasgressivo-regressivo di età olocenica, nel settore bolognese la base di AES8 è localizzata all'interno di depositi alluvionali ed è per questo meno facilmente riconoscibile di quanto non avvenga per i settori di piana costiera. Considerato il possibile utilizzo, in qualità di ottimo marker stratigrafico, dei corpi ghiaioso-sabbiosi ad elevata estensione laterale situati nella porzione

15

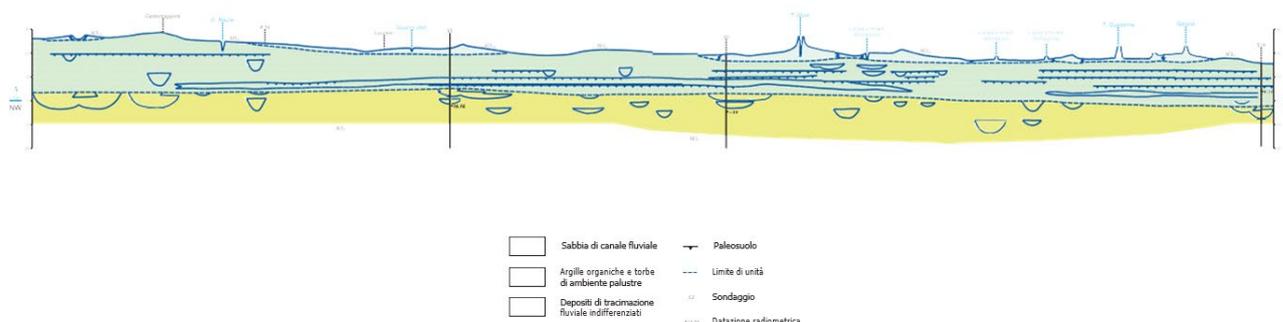
*SEDI: (legale e operativa)      via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG)    -    P.IVA : 04755800960*  
*(territoriali)                      viale Europa 68/b 33054    Lignano Sabbiadoro (UD)*

*Tel: +39 329 2289939              www.applisasgeoservizi.com              e-mail: a.velicogna@libero.it*

*Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>*

sommitale di AES7, in assenza di correlazione fisica con le aree costiere, la base di AES8 viene convenzionalmente posizionata al tetto di tali corpi. La parte inferiore di AES8 si contraddistingue per la presenza di un orizzonte di argille organiche e torbe di ambiente palustre, di colore grigio e localmente nerastro, spesso 2-4 m e caratterizzato da una elevata persistenza laterale. Questo orizzonte, che tende a chiudere a cuneo verso il margine appenninico e ad aumentare di spessore verso la pianura, è localizzato stratigraficamente pochi metri al di sopra dei corpi ghiaioso-sabbiosi al tetto di AES7.

Al di sopra dei depositi palustri, AES8 è dominato da limi, sabbie e argille di piana alluvionale (le singole associazioni di facies di canale, argine, rotta fluviale e piana inondabile sono cartografabili in superficie, ma difficilmente tracciabili in sottosuolo).



**Figura 5: Schema dei rapporti stratigrafici carta geologica 1:100.000 Ispra**

### 3.4 TETTONICA

La formazione della pianura bolognese, nella quale è situato il territorio in esame, è legata all'evoluzione tettonica-sedimentaria del bacino padano.

Nel sottosuolo padano sono state rilevate strutture profonde, sviluppatasi in un lasso di tempo compreso tra il Miocene superiore ed il Pleistocene, geneticamente connesse alla tettonica di embriacazione che ha caratterizzato l'evoluzione strutturale dell'Appennino. I fronti dei sovrascorrimenti sepolti, che interessano le stesse unità litologiche per lo più di origine marina che è possibile osservare

16

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

in affioramento nel margine collinare, sono marcati da pronunciate pieghe anticlinali asimmetriche, vergenti a nord-nordest, con asse orientato mediamente nordovest-sudest, fra le quali si segnalano le pieghe della cosiddetta Dorsale Ferrarese.

Inoltre, troviamo un importante sistema di faglie che esplica tuttora la sua attività a carattere compressivo, noto in letteratura come "sovrascorrimento pedeappenninico": esso costituisce l'elemento morfostrutturale di separazione tra la fascia collinare in sollevamento e l'antistante pianura interessata dalla subsidenza. Il significato cinematico attribuito a tale lineamento concorda con il generale sovrascorrimento degli elementi appenninici al di sopra di quelli padani summenzionati. La pianura bolognese è quindi compresa tra il sistema tettonico del "sovrascorrimento pedeappenninico" ed il fianco meridionale delle pieghe della Dorsale Ferrarese.

Il colmamento del bacino bolognese si è realizzato principalmente in seguito all'attività sedimentaria dei corsi d'acqua appenninici: procedendo dal basso verso l'alto si rinvencono dapprima sedimenti di origine marina, successivamente sedimenti transizionali (lagunari e costieri) ed infine depositi di origine francamente continentale che costituiscono le alluvioni quaternarie. Le variazioni di spessore e dei caratteri deposizionali, registrate dalla successione litostratigrafica, sono riconducibili a fenomeni tettonici e glacio-eustatici che hanno controllato la sedimentazione all'interno del bacino e hanno condizionato la potenzialità deposizionale dei vari corsi d'acqua. Il riempimento del bacino marino ed il successivo passaggio alla sedimentazione continentale non si sono verificati in maniera continua e progressiva, ma sono stati il risultato di eventi tettonico-sedimentari parossistici, separati nel tempo da periodi di forte subsidenza bacinale e movimenti ridotti delle strutture compressive.

*SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)*

*Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it*

*Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>*

### **3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO - IDROMORFOLOGICO**

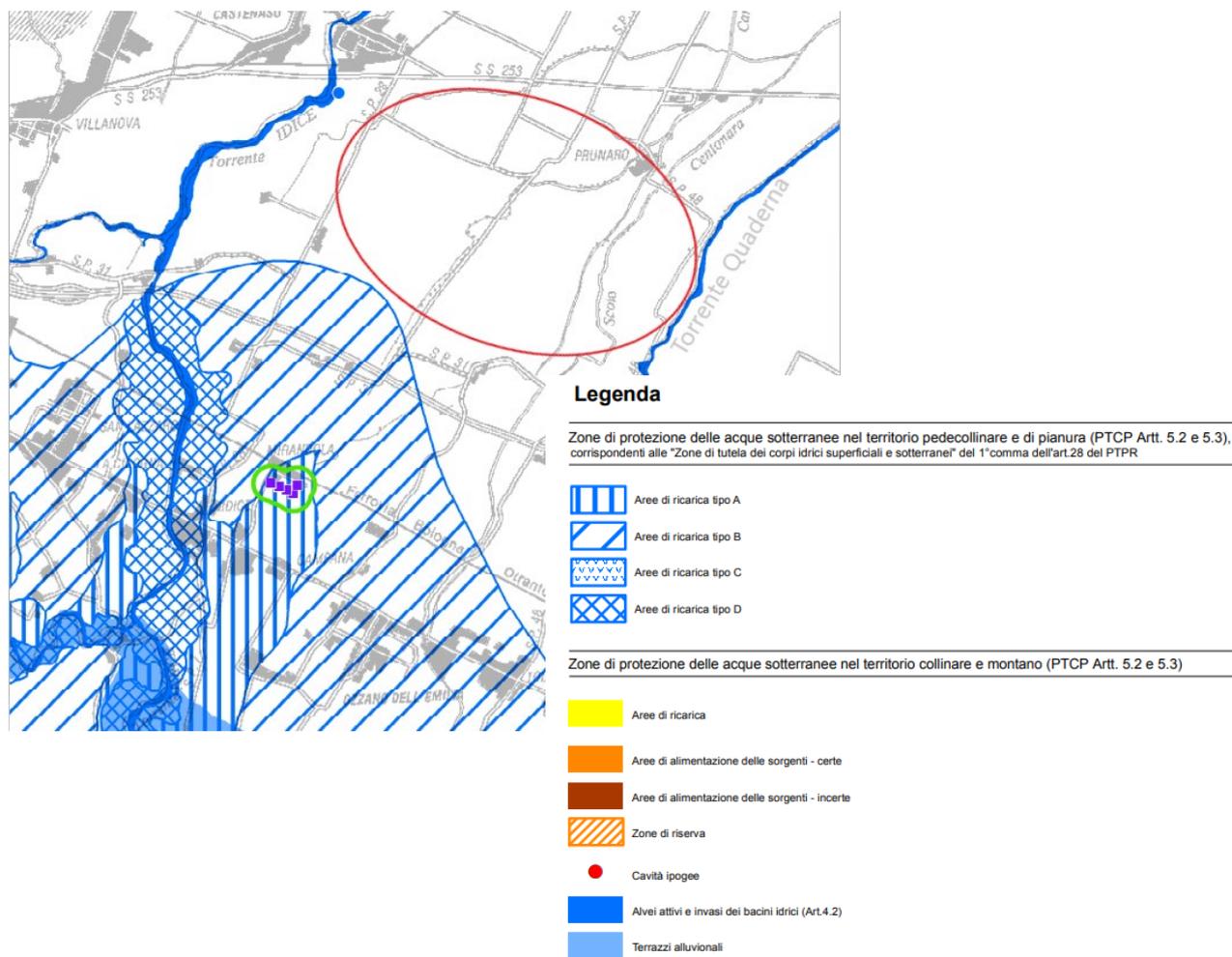
Il reticolo idrografico per la porzione appenninica del territorio provinciale bolognese è costituito da corsi d'acqua che scorrono fino alla fascia pedecollinare con direzione antiappenninica e restando per lo più sub-paralleli tra loro. Il regime dei corsi d'acqua appenninici bolognesi è tipicamente torrentizio con portate massime nei periodi tardo-autunnali, invernali e inizio-primaverili di gran lunga superiori rispetto a quelle dei mesi estivi.

L'alimentazione del reticolo è prevalentemente meteorico pluviale e subordinatamente regolato dalle coltri nevose. La natura prevalentemente impermeabile dei terreni determina nel complesso un equilibrio tra il regime dei deflussi e quello degli afflussi, anche se con caratteristiche peculiari.

I principali bacini idrografici presenti nel territorio provinciale sono:

- Reno
- Samoggia
- Idice
- Sillaro
- Santerno

L'area oggetto di studio è ubicata tra il Torrente Quaderna che lambisce il comune di Ozzano dell'Emilia con un bacino complessivo di 160 km<sup>2</sup> e il bacino montano del Torrente Idice, con una superficie di circa 212 Km<sup>2</sup>, che confluisce nel Fiume Reno. Tale area non ricade nella zona di protezione delle acque sotterranee (Fig.6).



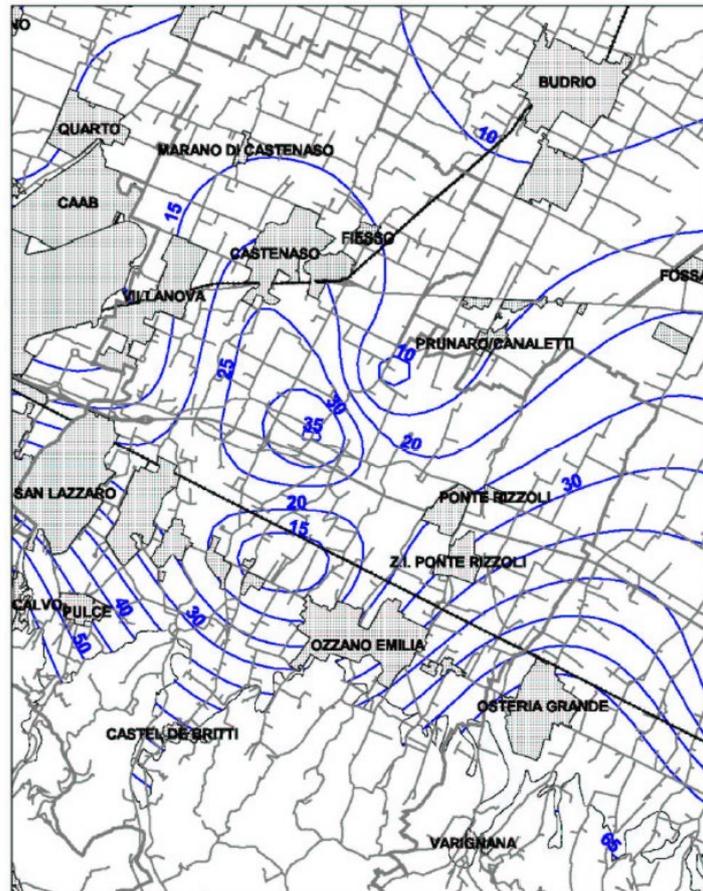
**Figura 6: Carta tutela acque superficiali e sotterranee 1:50.000 - PTCP**

Dal 1976 la Regione Emilia Romagna ha istituito una rete di controllo del livello dinamico delle falde profonde. Vengono ormai da molti decenni raccolti non solamente dati di livello, ma anche informazioni sulla qualità chimica delle acque profonde. Nell'alta e media pianura padana, non vi è una rigida compartimentazione degli acquiferi profondi.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
 (territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>



**Figura 7: Isopiezie del quadrante orientale della pianura bolognese – Arpae**

La Figura 7 riporta le isopiezie ricavate dalla media tra le quattro misure annue relative al 1996 dei punti di controllo regionali per la Provincia di Bologna. La situazione evolutiva regionale vede una sostanziale stabilità dei livelli dinamici tra il 1994 ed il 1999-2000. Si nota il cono di depressione tra Ozzano e S. Lazzaro con quota dinamica di 15 metri slm, ma il disturbo provocato sulla geometria piezometrica è molto più vasto: l'isolinea dei 15 metri che scorreva a Quarto, a nord di Castenaso, presenta qui un grande golfo in corrispondenza di Prunai; l'isopieza dei 30 metri subisce una distorsione verso sud tale da essere ormai parte della configurazione idrogeologica del conoide Idice. La configurazione geometrica del livello dinamico riportata in figura 6 rimane, in sostanza simile (a parte lievi recuperi di quota) almeno per i primi anni 2000, e costituisce la base di comprensione dell'evoluzione dinamica

20

*SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960*  
*(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)*

Tel: +39 329 2289939

[www.applisasgeoservizi.com](http://www.applisasgeoservizi.com)

e-mail: [a.velicogna@libero.it](mailto:a.velicogna@libero.it)

Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>

recente della geometria del tetto piezometrico dell'insieme delle falde profonde nell'alta pianura ad oriente di Bologna.

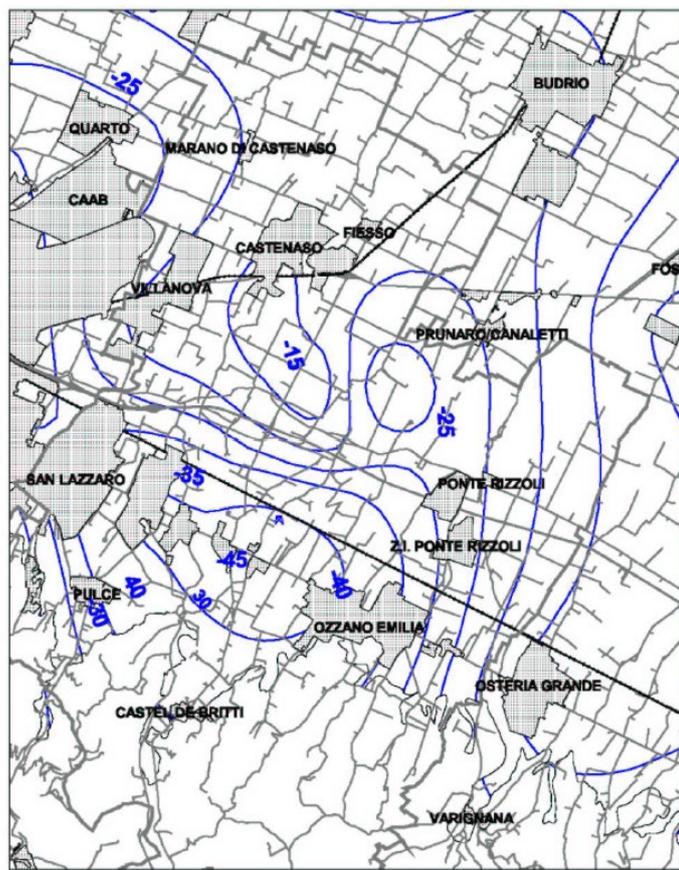
La figura 8 illustra, per lo stesso anno (1996), la soggiacenza media calcolata sui medesimi punti di controllo, le quote riportate nella figura sono relative al piano di campagna del punto di controllo stesso. Questa figura mostra con maggiore evidenza la distorsione della geometria del tetto piezometrico delle falde salienti, in particolare è qui indicata anche la localizzazione del campo di sollevamento di Mirandola. Che è immediatamente a settentrione della quota di maggiore soggiacenza (-45 metri), tra Ozzano e S. Lazzaro. L'andamento circa ovest nordovest – est sudest delle conche di soggiacenza conferma che il limite meridionale del sistema di sovra emungimento degli acquiferi porosi è costituito dal limite geologico e litologico delle formazioni sovraconsolidate del pedecollina. Verso settentrione il campo di moto è deformato in profondità e per una fascia territoriale ampia oltre 10 km.

La distribuzione geografica delle aree di depressurizzazione delle falde profonde del bolognese e dell'alta pianura dell'Idice conferma ampiamente i dati idrogeologici relativi al freatico raccolti, ed in particolare la sua conclusione: l'abbassamento del freatico dell'alta pianura fino alla sua completa scomparsa in determinate aree, è correlato agli eccessivi prelievi dalle falde profonde. Già dal 1995 stato evidenziato il rapporto tra eccesso di sollevato dalle falde salienti e suoi effetti sul freatico, nell'alta pianura bolognese. Anche il decadimento della qualità delle acque sollevate, verificatosi in questi ultimi 10 anni, costituisce una prova non equivocabile del richiamo in profondità delle acque freatiche e delle falde più superficiali.

*SEDI: (legale e operativa)      via G. Carducci, 15    24068 Seriate (BG)    -    P.IVA : 04755800960*  
*(territoriali)                      viale Europa 68/b    33054    Lignano Sabbiadoro (UD)*

*Tel: +39 329 2289939              www.applisasgeoservizi.com              e-mail: a.velicogna@libero.it*

*Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>*



**Figura 8: Soggiacenza del quadrante orientale della pianura bolognese – Arpae**

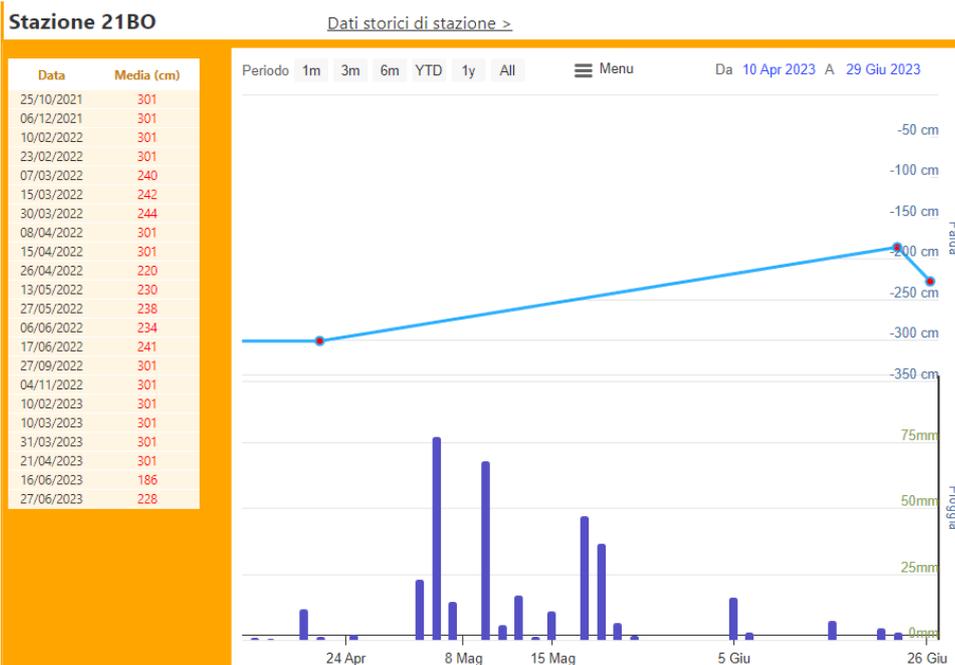
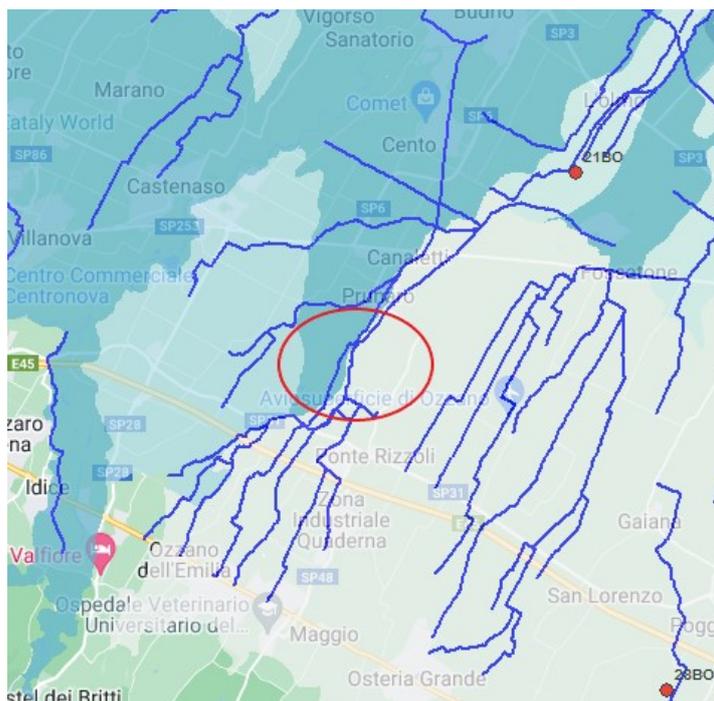
I Comuni della Valle Idice subiscono direttamente gli effetti del prelievo operato dal centro di sollevamento di Mirandola, che interessa le sabbie del conoide Idice-Zena. L'ampiezza dell'area superficiale interessata da questo processo di depressurizzazione delle falde profonde occupa ormai tutto il pedecollina tra Bologna est e Ozzano.

Nella figura 9 vediamo la falda ipodermica rilevati a fine Giugno 2023 nelle stazioni 21BO e 38BO vicine all'area in esame.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>



SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
 (territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 [www.applisasgeoservizi.com](http://www.applisasgeoservizi.com) e-mail: [a.velicogna@libero.it](mailto:a.velicogna@libero.it)

Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>



**Figura 9: Falda superficiale – Arpae**

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
 (territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 [www.applisasgeoservizi.com](http://www.applisasgeoservizi.com) e-mail: [a.velicogna@libero.it](mailto:a.velicogna@libero.it)

Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>

## **4. ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO INSISTETE SULL'AREA IN BASE AGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE**

Per quanto riguarda la classificazione del territorio in base al pericolo di inondabilità dell'area, il territorio della Regione Emilia-Romagna è interessato da tre nuovi Piani: il PGRA del distretto padano, quello del distretto dell'Appennino Settentrionale e quello del distretto dell'Appennino Centrale. Tali piani rappresentano il rischio di alluvione di tutto il territorio della Regione Emilia Romagna.

Il suddetto PGRA ha al suo interno le carte relative alla pericolosità di inondazione dovuta al reticolo principale e secondario dei corsi d'acqua naturali e quelle relative alla pericolosità del reticolo dei canali secondari di pianura (canali di Bonifica).

Per il recepimento del nuovo PGRA nel PSAI, mediante la delibera del C.I. n. 3/1 del 7 Novembre 2016 è stata adottata dalla Regione Emilia Romagna una Variante ai Piani Stralcio di Bacino del Fiume Reno finalizzata al coordinamento tra il PGRA e i piani stessi. Tale variante esorta di fatto i comuni a normare più dettagliatamente quali siano le misure da adottare per ciascuna classe di esondabilità definita dal PGRA. Non esiste di fatto ancora ad oggi un indirizzo normativo più preciso in tal senso.

Il PGRA fornisce una mappatura della pericolosità secondo approcci metodologici differenziati per i diversi ambiti territoriali, di seguito definiti:

- Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP)
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM)
- Reticolo secondario di pianura (RSP)
- Aree costiere e marine (ACM)

Per i diversi ambiti sono stati definiti i seguenti scenari di pericolosità di alluvione:

- P1: aree interessate da alluvione rara
- P2: aree interessate da alluvione poco frequente
- P3: aree interessate da alluvione frequente

Le Norme della Variante di coordinamento tra il PGRA e il PAI invitano le amministrazioni comunali a:

- Per le zone classificate come P2 e P3 a consentire e promuovere interventi adottando misure volte alla riduzione della vulnerabilità dei beni e delle persone esposte; oltre che a tenere

25

*SEDI: (legale e operativa)      via G. Carducci, 15    24068 Seriate (BG)    -    P.IVA : 04755800960*  
*(territoriali)                      viale Europa 68/b    33054    Lignano Sabbiadoro (UD)*

*Tel: +39 329 2289939      www.applisasgeoservizi.com      e-mail: a.velicogna@libero.it*

*Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>*

aggiornati i Piani di emergenza ai fini della Protezione Civile specificando lo scenario d'evento atteso e il modello d'intervento per ciò che concerne il rischio idraulico;

- Per le zone classificate come P1 semplicemente a tenere aggiornati i Piani di emergenza ai fini della Protezione Civile specificando lo scenario d'evento atteso e il modello d'intervento per ciò che concerne il rischio idraulico;

Sostanzialmente le Norme allo stato attuale invitano i comuni, e di conseguenza i progettisti dei vari interventi edilizi, a prendere seriamente in considerazione la classificazione dell'area da un punto di vista del rischio di esondazione, e di promuovere, per le aree classificate come P2 o P3, il non aumento del rischio idraulico limitando la vulnerabilità del nuovo carico urbanistico e dei nuovi beni esposti alle conseguenze di eventuali esondazioni.

Per l'area in esame occorre prendere in considerazione il reticolo principale e il reticolo secondario di pianura.

L'area oggetto di intervento risulta essere classificata come area con livello di pericolosità P2 – Alluvione poco frequente come evidenziato dagli stralci di cartografia di seguito riportati.

*SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)*

*Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it*

*Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>*



Figura 7 - Cartografia aree allagabili.

Si riporta in seguito la legenda relativa alle cartografie sopra riportate.

Scenari di Pericolosità		Legenda	Aree Protette	
	P3 – H (Alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)			Zone Parco
	P2 – M (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)			SIC - ZPS
	P1 – L (Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi)			

Figura 8 - Legenda aree esondabili con relativi tempi di ritorno.

SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

Dopo aver valutato gli elementi di rischio idraulico presenti nell'area in oggetto, si passa ora ad esaminare le relative classi di rischio. Di seguito si riporta un estratto della carta di rischio allagamento relativa al PGRA.



**Figura 9 - Carta di pericolosità da allagamento. PRGA.**

Al fine di comprendere l'estratto di carta di cui sopra, si riporta la relativa legenda. Le aree in oggetto ricadono in R2 – Rischio medio. Eccezion fatta per le zone in cui ricadono delle abitazioni in cui il rischio aumenta alla classe R3 – Rischio elevato. In conclusione risulta doveroso tutelare le opere esistenti con adeguati interventi al fine di non modificare la classe di pericolosità e di rischio attuale.

#### 4.1. ANALISI VARIANTE DI COORDINAMENTO TRA PGRA E PIANO STRALCIO DEL BACINO RENO

Si analizza di seguito la tavola MP6 "Mappa di pericolosità delle aree potenzialmente interessate dal rischio di alluvioni". L'area di intervento ricade in una zona classificata come P2 a pericolo di alluvione poco frequente, confermando quanto già analizzato nelle mappe del PGRA relative al reticolo principale.

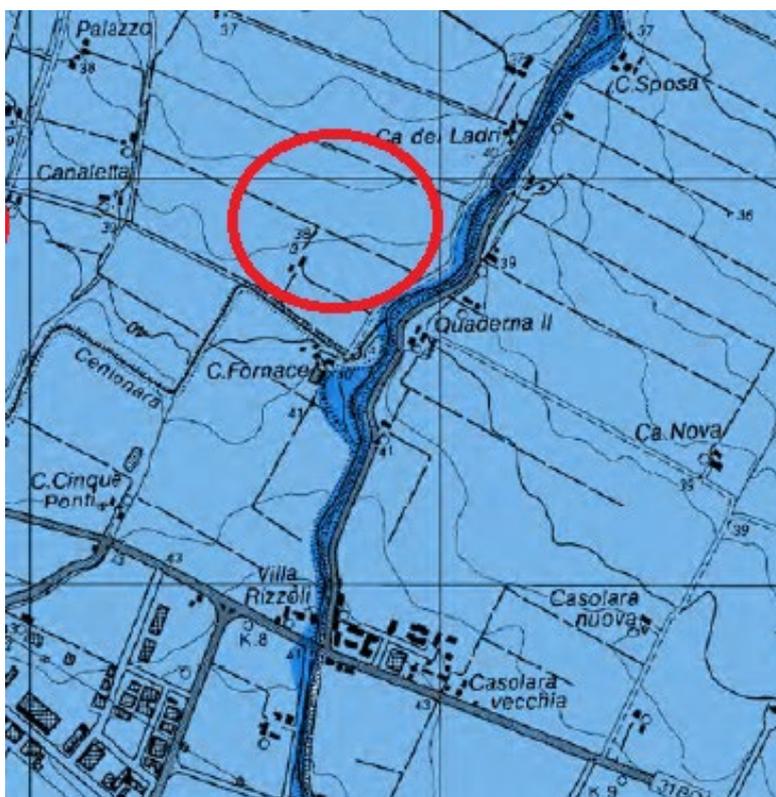


Figura 10 - Mappa di pericolosità delle aree potenzialmente interessate dal rischio alluvioni. Tav MP6

Si riporta in seguito la legenda relativa alla tavola sopra riportata.

**scenari di pericolosità**



**Figura 11 - Legenda relativa alla tavola MP7.**

Stando a quanto sopra riportato ed analizzato si riporta una vista schematica dell'opera di progetto con le relative fasce di rispetto fluviali.



Figura 12 - Vista schematica dell'opera e delle relative fasce di rispetto.

SEDI: (legale e operativa)  
(territoriali)

via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960  
viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)

Tel: +39 329 2289939

[www.applisasgeoservizi.com](http://www.applisasgeoservizi.com)

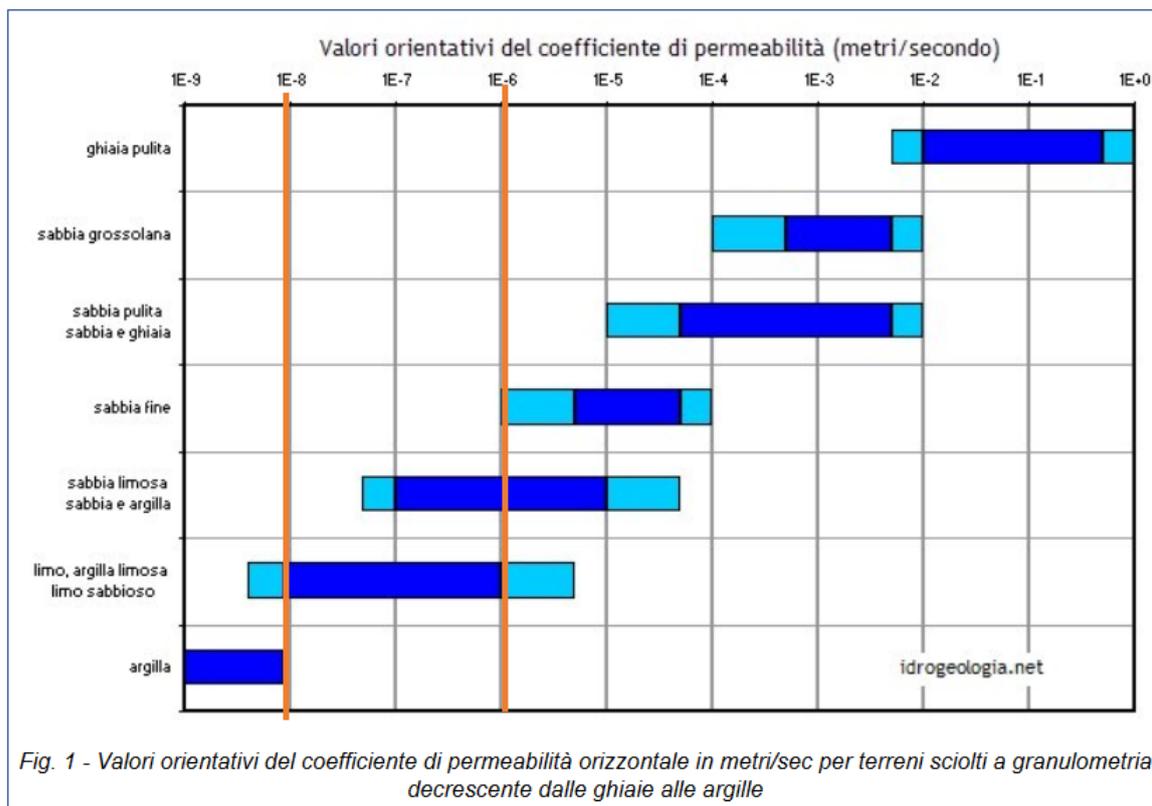
e-mail: [a.velicogna@libero.it](mailto:a.velicogna@libero.it)

Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>

## 5. CALCOLO DELLA PERMEABILITÀ DEL SITO

Al fine di fornire una caratterizzazione esaustiva degli aspetti idrologici del sito in oggetto è stata stimata la permeabilità del terreno.

In base alla granulometria dello stato limoso/sabbioso superficiale, il coefficiente di permeabilità orizzontale  $k_h$  ha valori stimati compresi tra  $10^{-6}$  e  $10^{-8}$ . Cautelativamente si farà riferimento ad un valore di permeabilità rappresentativo per il sito in oggetto pari a  $10^{-7}$  m/s.



## **6. MODELLO GEOTECNICO**

I dati acquisiti sono stati elaborati con l'ausilio del software di calcolo dedicato Fondazio per Windows (versione 6.55 del 2012) al fine di caratterizzare e parametrizzare gli aspetti geotecnici del sottosuolo investigato.

Si rinvia alle tabelle allegate per la ricostruzione di dettaglio del modello geotecnico del sottosuolo stesso.

Per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisicomeccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico (da NTC – D.M. 17/01/2018).

Sulla base dei dati ottenuti dalle prove geognostiche, il terreno investigato può essere schematicamente suddiviso (NB: riferimento piano campagna), dal punto di vista geotecnico, in tre livelli stratigrafici aventi le caratteristiche geotecniche principali di seguito indicate.

Secondo quanto disposto dalle Norme Tecniche, tali parametri meccanici devono essere trattati in maniera statistica, adottando valori a cui sia associata una probabilità di superamento non superiore a 5% (2.3 – NTC2018), ottenendo parametri definiti "caratteristici".

**Esempio:  $\Phi_{\text{nominale}} \text{ (da prove)} = \Phi_{\text{k}} \text{ (caratteristico)}$**

Nella tabella seguente vengono riportati i parametri riscontrati per le prove penetrometriche effettuate. In allegato tutti i risultati delle prove.

**Prova P1**

<b>Ipotesi stratigrafica 1</b>	<b>Profondità (m)</b>	<b>Nspt di riferim. (*)</b>	<b>DR (%) (*)</b>	<b>Ø (°) (*)</b>	<b>Y<sub>s</sub> (T/m<sup>3</sup>) (*)</b>	<b>Y (T/m<sup>3</sup>) (*)</b>	<b>Cu (kPa) (*)</b>
Strato A	Da 0.0 m a 2.8 m circa	7	-	-	-	-	43.1
Strato B	Da 2.8 m a 6.3 m circa	27	61	35	2.03	1.66	-
Strato C	Da 6.3 m a 6.7 m circa	70	93	44	2.19	1.92	-

**Prova P2**

<b>Ipotesi stratigrafica 2</b>	<b>Profondità (m)</b>	<b>Nspt di riferim. (*)</b>	<b>DR (%) (*)</b>	<b>Ø (°) (*)</b>	<b>Y<sub>s</sub> (T/m<sup>3</sup>) (*)</b>	<b>Y (T/m<sup>3</sup>) (*)</b>	<b>Cu (kPa) (*)</b>
Strato A	Da 0.0 m a 3.5 m circa	6	-	-	-	-	37.24
Strato B	Da 3.5 m a 5.8 m circa	27	61	35	2.03	1.66	165.62
Strato C	Da 5.8 m a 6.5 m circa	64	90	43	2.18	1.90	-

dove:

NSPT = numero di colpi SPT correlati

(\*) = vengono assunti cautelativamente come riferimento i valori medi minimi della campagna effettuata

Y (T/m<sup>3</sup>) = peso di volume del terreno

Y<sub>s</sub> (T/m<sup>3</sup>) = peso di volume saturo del terreno

Ø (°) = angolo di attrito efficace

Cu (kg/cm<sup>2</sup>) = coesione non drenata

## 6.1. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA

In base all'interpretazione dei dati di terreno, è possibile ricostruire una probabile successione stratigrafica. In generale è possibile affermare che i terreni presenti in loco sono composti da limo argilloso.

Al fine di rendere più chiara la situazione geologica-geotecnica e per riassumere quanto è stato scritto nei capitoli precedenti si è provveduto ad una ricostruzione, di massima, della probabile situazione stratigrafica usando come riferimento i dati raccolti attraverso le indagini dirette ed indirette effettuate in sito.

<b><i>Ipotesi stratigrafica</i></b>	<b><i>Profondità (m)</i></b>	<b><i>Ø (°)</i></b>	<b><i>Descrizione</i></b>
Strato A	Da 0.0 m a 2.8 m circa	-	Limo sabbioso/argilloso
Strato B	Da 2.8 m a 6.3 m circa	35	Limo sabbioso
Strato C	Da 6.3 m a 6.7 m circa	44	Sabbia e Ghiaia

<b><i>Ipotesi stratigrafica 2</i></b>	<b><i>Profondità (m)</i></b>	<b><i>Ø (°)</i></b>	<b><i>Descrizione</i></b>
Strato A	Da 0.0 m a 3.5 m circa	-	Limo sabbioso/argilloso
Strato B	Da 3.5 m a 5.8 m circa	35	Limo sabbioso
Strato C	Da 5.8 m a 6.5 m circa	43	Sabbia e Ghiaia

## **10.CONCLUSIONI**

- L'area in oggetto è stata analizzata con prove geognostiche e geofisiche al fine di conoscere con maggior dettaglio la zona interessata dall'intervento.

In dettaglio, sono state prese in considerazione:

- n.2 prove penetrometriche dinamiche
- n.2 prove geofisiche di tipo MASW
- Le prove eseguite hanno evidenziato la presenza di acque di falda alla profondità di 3.7 m dal piano campagna alla data dell'esecuzione delle prove.
- Da documentazione bibliografica e raccolta dati di pozzi nell'area di interesse si evidenzia come la falda subisca variazioni stagionali. Per maggior dettaglio, nel capitolo 3, sono riportate le misurazioni dirette nei pozzi limitrofi.
- Dal punto di vista geologico e idrologico si è caratterizzato il terreno in oggetto mediante l'esecuzione di prove in situ, raccolta di dati bibliografici e raccolta di informazioni dai pozzi presenti nella zona.
- La verifica condotta mediante la cartografia tecnica redatta dal PGRA e del PAI ha evidenziato che le aree risultano soggette ad una pericolosità P2 ovvero esondabili con alluvioni poco frequenti caratterizzate da un tempo di ritorno di 100-200 anni.
- La verifica condotta mediante la cartografia tecnica redatta dal PGRA e dal PAI ha evidenziato che la maggior parte delle aree in oggetto risulta ricadere in classe di pericolosità R2 – Rischio medio. Eccezion fatta per le aree in cui sono presenti abitazioni in cui la classe di rischio sale a R3 – Rischio elevato.
- Occorre preservare, per gli edifici adiacenti esistenti, la stessa situazione presente ante operam in termini di pericolosità e di rischio di allagamento.

- L'intervento di progetto, così come riportato nella Figura 5 del presente elaborato, risulta coerente dal punto di vista idraulico con il contesto geologico, idrogeologico e le normative vigenti.
- Non sono individuabili potenziali situazioni di criticità legate alla presenza di acque sotterranee, per le quali risulta necessario subordinare l'attuazione degli interventi progettuali a specifiche prescrizioni di salvaguardia. Inoltre, il sito in esame non è caratterizzato da captazioni di acque sotterranee e/o sorgenti.

Seriate, 17 Luglio 2023

Dott. Alberto Velicogna



*SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960*  
*(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)*

*Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it*

*Facebook: <http://www.facebook.com/Applisas>*

## **BIBLIOGRAFIA**

- Brinch-Hansen, J. [1970] "A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity" The Danish Geotechnical Institute, Bull. n.28, Copenhagen.
- Burland, J.B. e Burbidge, M.C. (1984) "Settlement of Foundations on Sand and Gravel", Glasgow and West of Schotland Association, Centenary Literature
- Per la cartografia: <http://www.isprambiente.gov.it> (cartografia geologica)
- PSC comune Di Ozzano (BO)

*SEDI: (legale e operativa) via G. Carducci, 15 24068 Seriate (BG) - P.IVA : 04755800960*  
*(territoriali) viale Europa 68/b 33054 Lignano Sabbiadoro (UD)*

*Tel: +39 329 2289939 www.applisasgeoservizi.com e-mail: a.velicogna@libero.it*

*Facebook: <http://www.facebook.com/Apllisas>*