

RELAZIONE IDROGEOLOGICA

IMPIANTO DI PRODUZIONE DA FONTE SOLARE "VIGARANO MAINARDA" DA INSTALLARE NEL COMUNE DI VIGARANO MAINARDA (FE)

00	11/2025	Prima emissione	MP	RM	RC
REV	DATA	DESCRIZIONE	BY	CHK	APP

"Il presente documento è di proprietà di Grid Shape s.r.l. – via Quattro Novembre, 2 – 35123 Padova (Italia). Tutti i diritti su questo documento, sulle immagini, sui disegni e sui testi sono riservati. È severamente vietato cedere, copiare, utilizzare e/o divulgare il presente documento e/o il suo contenuto a terzi. I trasgressori verranno perseguiti"

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3. DEFINIZIONE TERRITORIALE	5
3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	5
3.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	8
4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	10
4.1. IDROGRAFIA	14
5. INDAGINI IN SITO	16
5.1. PLANIMETRIA DELL'INTERVENTO	16

1. Premessa

Il progetto in esame è collocato presso il Comune di Vigarano Mainarda, in Provincia di Ferrara. Nella Figura seguente si riporta la posizione del sito su ortofoto.



Figura 1: Ortofoto impianto di progetto

L'impianto di progetto risulta occupare una superficie catastale di 51,8 ha ubicato catastalmente al foglio 24, mappali 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 16 – 17 – 21 – 25 – 26 – 27 – 28 – 29 – 30 – 31 – 32 – 41 – 42 – 46 – 54 – 73 – 76 – 77 – 78 – 79 – 81 – 82 – 83 – 93 – 94 – 97 – 98 – 99 – 100 – 101 – 102 – 103 – 106 – 107 – 108 – 109 – 110 – 111 – 115 – 116 – 118 – 119 – 120 – 126 – 127 – 128 – 135 – 136 – 137 – 138 – 139 – 143 – 144 – 149 – 150 – 151 – 155 – 174 – 173 – 176 – 178 – 180 – 182 – 184 – 186.

L'area di progetto è localizzata nel comune di Vigarano Mainarda in provincia di Ferrara, con coordinate: latitudine 44.846128,11 e longitudine 11.452254.

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

- n° 8 prove penetrometriche dinamiche DPSH
- n° 1 indagine geofisica con metodologia M.A.S.W.
- n° 2 prove di permeabilità tipo LEFRANC
- n.°1 prova H.V.S.R.

2. Normativa di riferimento

La normativa di interesse specifico per la presente relazione è la seguente:

- 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.

3. Definizione territoriale

3.1. Inquadramento Geologico e Geomorfológico

L'Alto Ferrarese comprende sei comuni: Bondeno, Poggio Renatico, Cento, Vigarano Mainarda, Sant'Agostino e Mirabello (ordinati secondo la loro estensione), per una superficie territoriale complessiva pari a 413,42 kmq. Il territorio dell'Alto Ferrarese occupa la parte occidentale della Provincia di Ferrara. Il confine meridionale, che separa l'Alto Ferrarese dalla Provincia di Bologna, è costituito dal Fiume Reno; il limite settentrionale corrisponde in parte al territorio provinciale di Mantova (Lombardia) ed in parte al corso del Fiume Po, confine tra le Province di Ferrara e Rovigo (Veneto); il confine orientale è rappresentato dal Territorio Comunale di Ferrara mentre quello occidentale è ripartito tra i territori Provinciali di Mantova, Modena e Bologna.

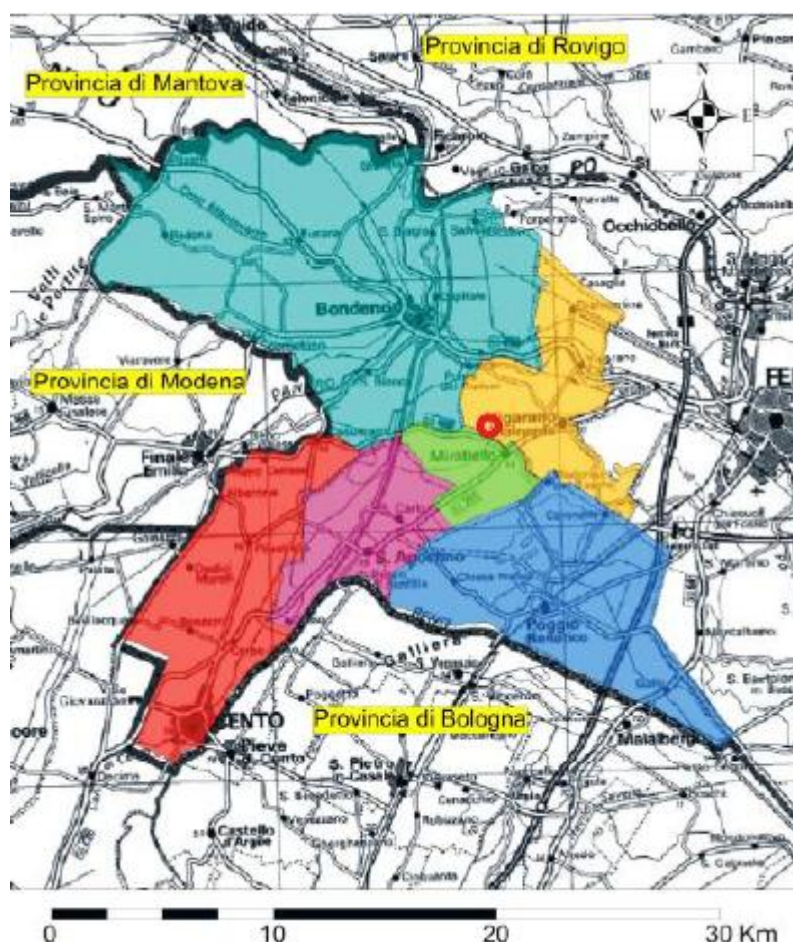


Figura 2 – I sei comuni dell'Alto Ferrarese

Il territorio comunale di Vigarno Mainarda è parte della porzione più orientale della Provincia di Ferrara e si sviluppa in un'area di bassa pianura alluvionale formata da depositi fluviali, sia di

provenienza appenninica che padana. La parte centro-meridionale del territorio comunale è dominata da depositi del fiume Reno, mentre quella settentrionale è costituita da sedimenti di Po.

I corpi sedimentari affioranti a meridione sono di età recente, in quanto depositati dal Reno dopo il XV secolo, i sedimenti settentrionali sono invece più antichi e sono stati deposti dal Po tra il periodo romano e quello medievale. La morfologia del territorio è caratterizzata da un articolato microrilievo, costituito da dossi fluviali e corpi di argine naturale che sfumano nei sedimenti di ampie depressioni interalvee. I terreni topograficamente più rilevati si rinvencono nelle aree centro-meridionali, con quote variabili tra i 16 ed i 10 m. Le aree settentrionali sono invece topograficamente depresse, con quote spesso prossime ai 4 m al di sopra il livello del mare. Particolarmente marcato appare il dosso dell'alveo del Reno, che, da Cento, procede sino a Vigarano Mainarda, per poi piegare a sud -est e successivamente aprirsi a formare un sistema di canali distributori di un delta interno, formati durante il XVII secolo, a partire dallo sfondamento arginale del 1604. Assai ben visibile appare anche il dosso fluviale del Po di età romana e medievale, che provenendo da Bondeno con direzione ovest - est, attraversa l'abitato di Vigarano Pieve e prosegue poi verso Ferrara. Questa struttura dossiva separa l'area meridionale, dominata dai depositi appenninici, da quella più settentrionale costituita da sedimenti del Po. Nel territorio di Vigarano, non si osservano forme legate a depositi fluviali di età preromana, in quanto tali sedimenti sono sempre sepolti nel sottosuolo.

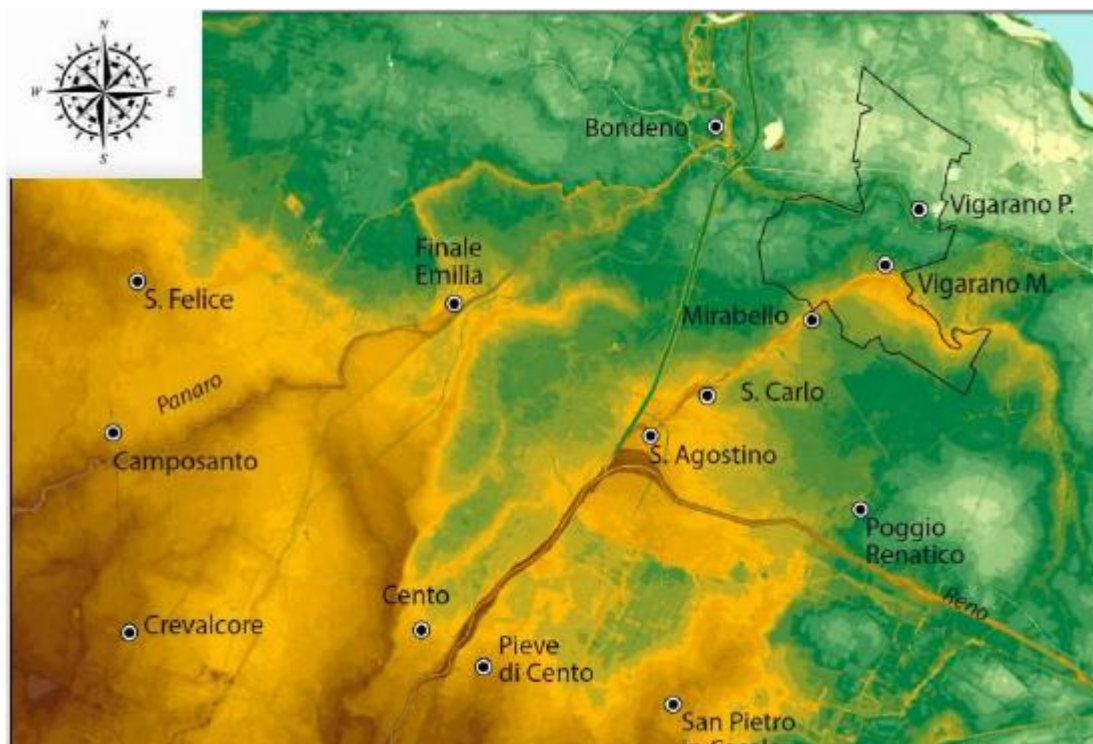


Figura 3 – Modello altimetrico LIDAR (dati Regione Emilia-Romagna). Estremamente evidenti appaiono il dosso del Reno allungato in direzione sudovest - nordest tra Mirabello e Vigarano Mainarda e il dosso fluviale del Po, di età romana e medievale, che attraversa Vigarano Pieve. Altrettanto evidenti risultano le depressioni interalvee (in verde) che caratterizzano le porzioni settentrionali del territorio comunale.

3.2. Inquadramento geologico generale

L'area ricade all'interno del Foglio 75 MIRANDOLA alla scala 1: 100.000 della Carta Geologica d'Italia.

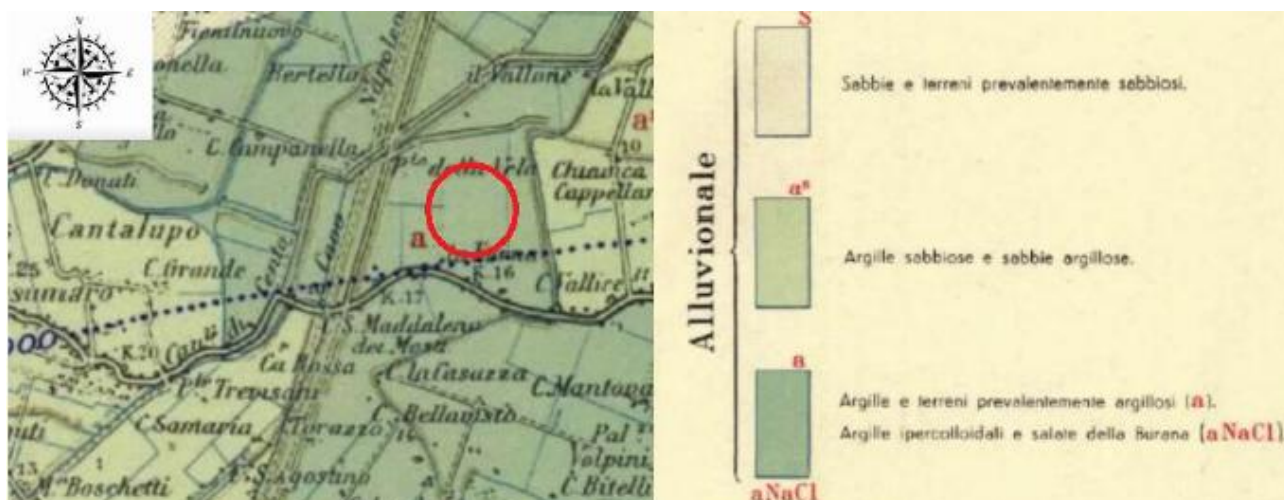


Figura 4 – Stralcio del foglio 75 MIRANDOLA, 1: 100.000 della Carta Geologica d'Italia

In questo settore della Pianura Padana affiorano esclusivamente sedimenti fluviali olocenici di derivazione appenninica.

I sedimenti di età Pleistocenica, più antichi, sono ovunque sepolti mentre quelli più superficiali hanno età storica anche molto recente, in genere successiva al XV secolo d.C. I sedimenti di bassa pianura alluvionale sono stati depositi da fiumi di provenienza appenninica ed anche dal Po, che nel tempo hanno assai frequentemente cambiato corso, sia a causa di fattori di controllo esterni, in particolare quelli climatici e tettonici, sia per fattori interni alla dinamica fluviale.

I canali fluviali, infatti, tendono spontaneamente, a divagare lateralmente, soprattutto in sistemi tendenzialmente pensili come quelli dell'area indagata. Questo insieme di concause comporta che la deposizione sedimentaria della pianura avvenga sia verticalmente, sia orizzontalmente, con il giustapporsi laterale di successivi corpi d'alveo. L'effetto di questa evoluzione è un complesso intreccio di corpi a tessitura prevalentemente sabbiosa, corrispondenti ad antichi alvei, e di sedimenti fini, limoso-argillosi, spesso ricchi in torbe e resti organici, cor-

rispondenti ai depositi delle aree interfluviali. Questa evidenza si manifesta in superficie attraverso un articolato microrilievo, costituito da dossi fluviali allungati e più o meno sinuosi e zone depresse interalvee.

Territorio di Vigarano Mainarda: nella porzione centro settentrionale prevalgono sedimenti da argilloso-sabbiosi ad argilloso-limosi, mentre nella porzione centro meridionale prevalgono miscele ternarie di argillalimo-sabbia intercalate a miscele binarie di ogni sorta; corpi sabbioso-argillosi sono presenti a Nord di Madonna Boschi e ad Est di Vigarano Pieve.

Come è visibile dalla Fig.8, l'area in esame è interessata principalmente da terreni di natura alluvionale a componente argillosa.

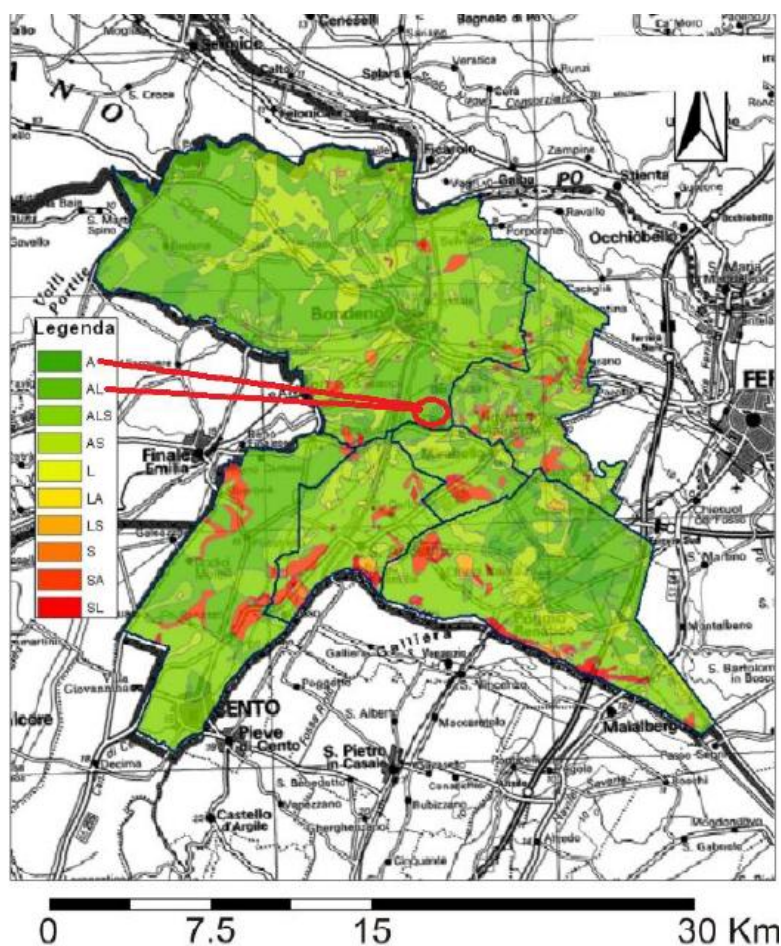


Figura 5 – Carta litologica dell'Alto Ferrarese (da Amministrazione Provinciale di Ferrara)

4. Inquadramento idrogeologico

Il territorio comunale di Vigarano Mainarda si colloca nella porzione centro-occidentale della pianura ferrarese, all'interno del Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola e, più specificamente, nell'ambito del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po elaborato dall'Autorità Distrettuale del Fiume Po.

Il comune rientra nel bacino idrografico Burana-Volano-Canal Bianco, un sistema idraulico di rilevanza sovracomunale che convoglia le acque verso il mare Adriatico tra la foce del Po di Goro e la foce del Reno. All'interno di questo ampio contesto idrografico, Vigarano Mainarda ricade nel Bacino principale di scolo "Cembalina", che interessa un settore significativo della provincia di Ferrara comprendente, oltre a Vigarano, i territori di Mirabello, Sant'Agostino, San Martino, Montalbano e Bondeno. Le acque meteoriche e di scolo vengono raccolte dallo Scolo Aldrovandi e successivamente convogliate attraverso la Fossa Cembalina fino al Po di Primaro, con recapito finale nel sistema deltizio del Po.

Il territorio in passato era caratterizzato da valli e paludi estese, soggette a inondazioni stagionali e a condizioni di marcata instabilità idraulica. Oggi, a seguito delle opere di bonifica storicamente avviate e tuttora in evoluzione, è completamente regolato da una rete artificiale di scolo, distribuzione e irrigazione, affidata alla gestione del Consorzio di Bonifica Renana. Tale rete è articolata in un reticolo principale, costituito da canali emissari e scolmatori di maggiore portata (come il Canale di Burana e il Po di Volano), e in un reticolo secondario e terziario di scoli minori e canali aziendali che garantiscono il drenaggio diffuso e l'irrigazione delle superfici agricole.

La gerarchia dei bacini di scolo prevede un'organizzazione in bacini principali, sottobacini di primo e secondo livello, i cui deflussi confluiscono infine nei vettori idraulici esterni di ordine superiore. Questa complessa infrastruttura idraulica non ha solo finalità agricole e di protezione idraulica, ma assolve anche funzioni ambientali rilevanti: contribuisce alla ricarica della falda freatica superficiale, riduce i fenomeni di intrusione del cuneo salino lungo i corsi d'acqua e le falde profonde, mitiga i rischi di subsidenza che interessano vaste aree della pianura ferrarese e garantisce il mantenimento del deflusso minimo vitale, indispensabile alla tutela degli ecosistemi acquatici e delle funzioni ecologiche connesse.

Dal punto di vista geologico e stratigrafico, il sottosuolo di Vigarano Mainarda rientra nella sequenza sedimentaria tipica della pianura alluvionale e deltizia del Po, caratterizzata da potenti successioni di materiali depositati nel corso del Quaternario.

Procedendo dal margine appenninico verso nord, il quadro geologico evolve dalle conoidi alluvionali grossolane fino ai depositi più fini della pianura distale e deltizia, con una progressiva diminuzione della permeabilità dei terreni superficiali.

La stratigrafia viene comunemente suddivisa in tre principali Gruppi Acquiferi:

- il Gruppo A, costituito da depositi alluvionali recenti sabbioso–ghiaiosi ad elevata permeabilità, che formano acquiferi freatici superficiali;
- il Gruppo B, composto da sedimenti più antichi sabbiosi e ghiaiosi intercalati ad argille, che ospitano acquiferi confinati e semiconfinati di rilevante potenzialità;
- il Gruppo C, attribuito a depositi marino–costieri quaternari con sabbie e limi discontinui, in cui gli acquiferi sono profondi, più frammentati e con circolazione idrica complessa.

In questo contesto, Vigarano Mainarda si colloca in una zona tipicamente multistrato, con presenza di falda freatica superficiale e diversi livelli idrici confinati.

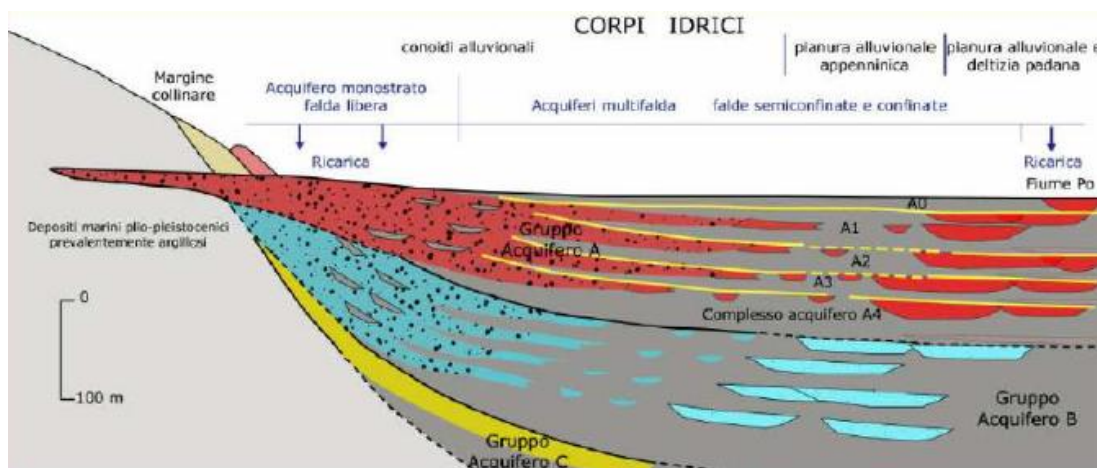


Figura 6 – Schema dei corpi idrici e delle unità idrostratigrafiche nel sottosuolo della pianura Emiliano-Romagnola

La falda freatica, posta a profondità ridotte, si trova a quote comprese fra circa 3,4 m s.l.m. nel territorio comunale e 16,6 m s.l.m. nell'area più elevata di Cento, con un gradiente piezometrico generalmente orientato verso nord-est. Essa è in diretto contatto con la superficie ed è pertanto molto vulnerabile a contaminazioni di origine agricola, urbana e industriale. Al di sotto si trovano falde confinate e semiconfinate, separate da spessi pacchi limo-argillosi che riducono la permeabilità verticale, le quali costituiscono un'importante riserva idropotabile per l'intero comprensorio.

Dalla carta della falda ipodermica dei suoli della pianura dell'Emilia-Romagna si evince che la falda nei territori in esame si trova a profondità comprese fra 201 cm e 300 cm.

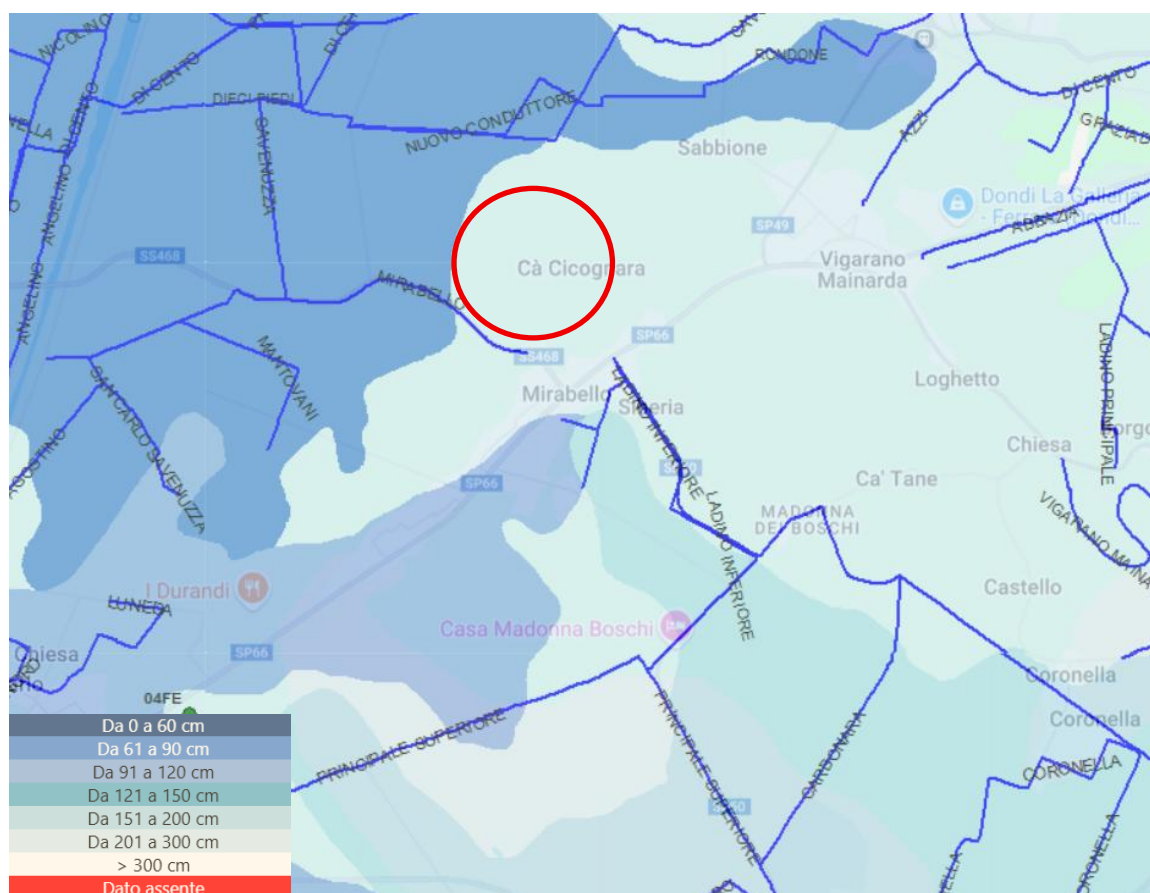


Figura 7 – Estratto Carta della Falda ipodermica nei suoli della pianura dell'Emilia-Romagna - Profondità rilevata dalla rete regionale di monitoraggio

Dal punto di vista idrologico, il territorio comunale si inserisce in un sistema fortemente condizionato dalla presenza del fiume Po e del fiume Reno, che delimitano rispettivamente a nord e a sud l'assetto idrografico provinciale.

Il Canale di Burana e il Po di Volano rappresentano gli assi principali del deflusso artificiale, mentre numerosi scoli e fossati aziendali garantiscono il drenaggio capillare. La rete idrica artificiale è utilizzata non solo per lo smaltimento delle acque meteoriche e di bonifica, ma anche per l'irrigazione agricola, la ricarica delle falde e, in parte, per la navigazione interna. L'apporto idrico proviene in larga misura dal fiume Po, da cui le acque vengono derivate per gravità durante i mesi estivi (maggio–settembre), integrato in caso di necessità da impianti idrovori distribuiti nel territorio.

4.1. Idrografia

Nell'area prossimale alle aree di intervento, scorrono vari canali e condotti che fanno parte del cosiddetto Bacino Burano – Volano del Canal Bianco.

Nella zona ad ovest, a circa 3 km dall'area di interesse, scorre il Canale Napoleonico che è l'elemento idrografico principale nelle zone limitrofe.

Più vicino alla zona di studio invece sono presenti svariati canali e scoli che favoriscono il deflusso dell'acqua, alcuni esempi sono lo scolo Canalazzo-Savenuzza che scorre a Ovest dell'area, lo scolo Mirabello che scorre a Sud dell'area, il canale Cavo Tassone che scorre a Nord dell'area e tanti altri scoli e canali che sono rappresentati nella figura 9 dove è presentato un dettaglio della zona a Nord del sito.

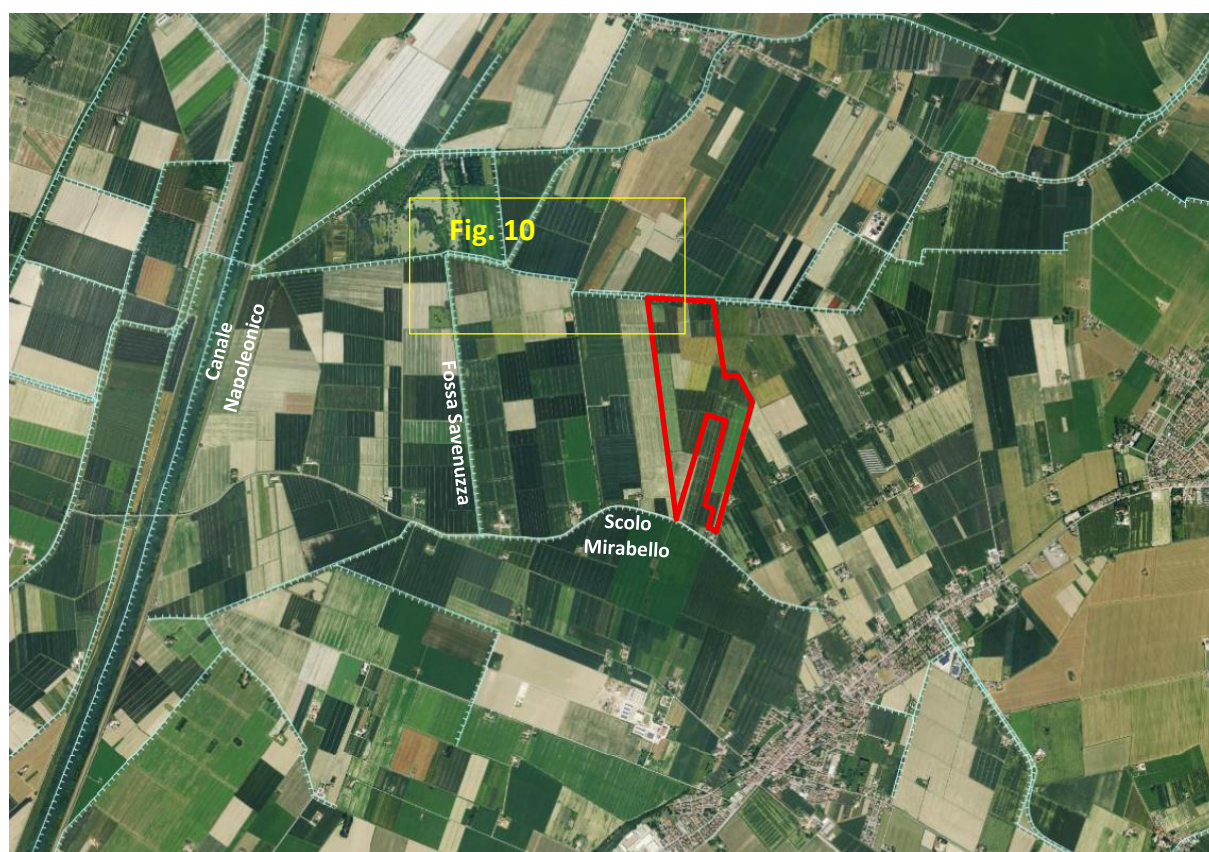


Figura 8 – Estratto carta del reticolo idrografico – Geoportale Emilia-Romagna

5. Indagini in sito

5.1. Planimetria dell'intervento

In Figura 10 si riporta l'ubicazione delle indagini eseguite rispetto all'area di progetto dell'impianto.

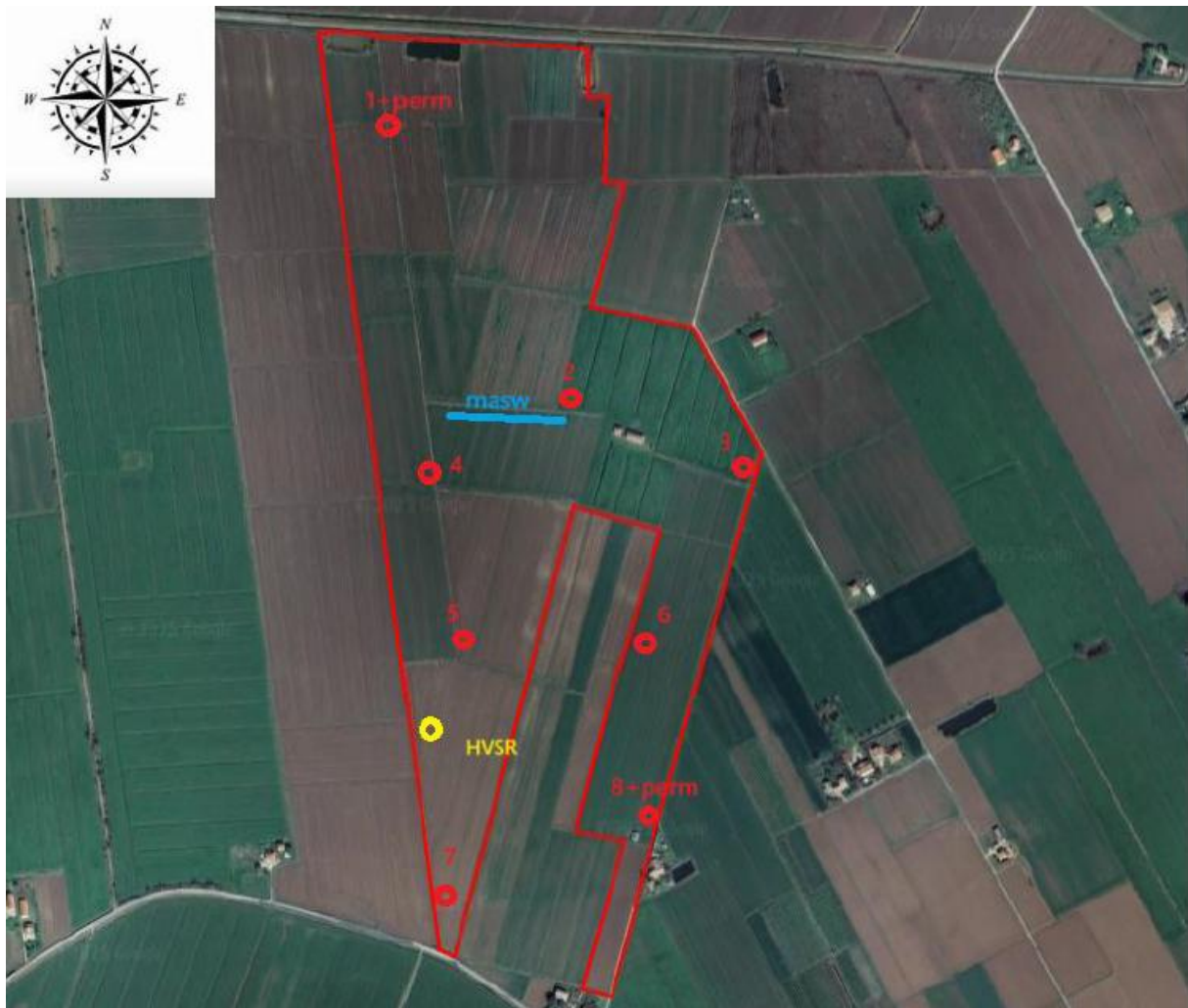


Figura 10 – Estratto foto con ubicazione delle indagini eseguite

In Tabella 1 si riportano le caratteristiche delle esplorazioni eseguite e la profondità della falda in sito.

DENOMINAZIONE SONDAGGIO	METODO D'ESECUZIONE	PROFONDITÀ D'ESECUZIONE (m DA P.C.)	PROFONDITÀ FALDA DA P.C. (M)
P1	Prova penetrometrica dinamica	10.20 m	-2.20
P2	Prova penetrometrica dinamica	7.20 m	-2.20
P3	Prova penetrometrica dinamica	6.20 m	-2.20
P4	Prova penetrometrica dinamica	6.20 m	-2.20
P5	Prova penetrometrica dinamica	6.20 m	-2.20
P6	Prova penetrometrica dinamica	6.20 m	-2.20
P7	Prova penetrometrica dinamica	6.20 m	-2.20
P8	Prova penetrometrica dinamica	6.20 m	-2.20
P9	Prova penetrometrica dinamica	6.20 m	-2.20

Tabella 1 - Caratteristiche dei sondaggi eseguiti