

**ISTANZA VIA**  
**Presentata al**  
**Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica**  
**e al Ministero della Cultura**  
**(art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii)**

**PROGETTO**

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN**  
**POTENZA NOMINALE 26,95 MW<sub>p</sub>**

***Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)***

**RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**  
**IIPOTESI AMPLIAMENTO SE**

21-00007-IT-FERRARA\_RS-R18


**PROPONENTE:**

**TEP RENEWABLES (FERRARA PV) S.R.L.**  
**Piazzale Giulio Douhet, 25 – 00143 – Roma**  
**P. IVA e C.F. 16462341005 – REA RM - 1658414**

**GEOLOGO:**


**DOTT.SSA CONCETTA PEREZ**  
**Iscritta all' Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n. 2733 sez. A**

Data	Rev.	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
12/09/2023	0	Emissione per PTO	C. Perez	G. Giombini	F. Rapicavoli

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA          COLLEGATO ALLA RTN          POTENZA NOMINALE 26,95 MWp          Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18          RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI          AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag.</b>	<b>2 di 19</b>

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1</b>	<b>ASSETTO GEOMORFOLOGICO – STRUTTURALE.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>ELEMENTI GEOMORFOLOGICI E IDROGRAFIA SUPERFICIALE .....</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE - AMBIENTALI .....</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>CARTA DEI DISSESTI E PERICOLOSITÀ IDRAULICA.....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE ..</b>	<b>18</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAZIONI GEOMORFOLOGICO-TECNICHE CONCLUSIVE .....</b>	<b>19</b>

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 26,95 MWp Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag.</b>	<b>3 di 19</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione espone i risultati dello studio geologico, geomorfologico, idrogeologico, a supporto del progetto di realizzazione dell'ampliamento della Stazione Elettrica a Ferrara per un impianto di generazione elettrica con utilizzo della fonte energetica rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

Il progetto prevede tre aree, situate nel territorio comunale di Ferrara, dove ipotizzare la realizzazione dell'ampliamento della Stazione Elettrica.

Lo studio è stato commissionato alla sottoscritta Geologo Dr.ssa Concetta Pérez (O.R.G.S. n°2733 sez. A) dalla Soc. TEP RENEWABLES (Italia) S.r.l., la quale è una società del Gruppo TEP Renewables con sede legale in Gran Bretagna, ha uffici operativi in Italia, Cipro e USA, e sarà finalizzato alla ricostruzione dei rapporti stratigrafici tra le singole unità litotecniche costituenti il suolo di fondazione e alla loro caratterizzazione geotecnica e sismica, in fase esecutiva, secondo la nuova normativa vigente.

Scopo del presente lavoro è quello di individuare ed analizzare, l'assetto geologico, geomorfologico, idrogeologico e geo-meccanico, dei tre terreni ipotizzati per l'installazione dell'ampliamento della Stazione Elettrica, accertando se nei siti di progetto esistono caratteristiche geomorfologiche tali da garantire la stabilità dei manufatti da realizzare.

Lo studio geologico e idro-geomorfologico eseguito ha permesso di potere effettuare:

1. Rilevamento geologico di dettaglio, in scala 1: 25.000, al fine di ricostruire la successione litostratigrafica, la struttura, la giacitura e la natura dei litotipi che costituiscono, la suddetta area;
2. Indagine dell'assetto geomorfologico delle aree in studio al fine di potere accertare eventuali fenomeni di instabilità sia in atto che potenziali;
3. Valutazione delle caratteristiche idrogeologiche dei litotipi per accertare la eventuale presenza di falda freatica sotterranea che può comportare, variazioni delle caratteristiche geo-meccaniche dei terreni e risposte sismiche locali diversificate (es.: variazione di amplificazione sismica);
4. Valutazione delle interferenze con il Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico per i bacini di rilievo regionale (P.A.I.);
5. Considerazioni fisico-meccaniche del substrato per identificare i parametri geo-meccanici del terreno di fondazione.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 26,95 MWp Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag.</b>	<b>4 di 19</b>

## 2 INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO DELL'IMPIANTO

L'area interessata dall'istallazione dell'impianto si colloca nella parte nord-orientale della pianura Emiliano Romagnola nel territorio comunale di Ferrara, situato sulla sponda sinistra del Po di Volano immerso nella pianura orientale del territorio comunale di Ferrara, posto altimetricamente a quota media di 3,5 mt s.l.m. I siti in esame rientrano all'interno del Foglio 185 "Ferrara" prodotto dall'Istituto Geografico Militare in scala 1: 50.000.

Il P.R.G. del comune di Ferrara colloca i terreni interessati dalle opere di progetto in zona a destinazione urbanistica - agricola.

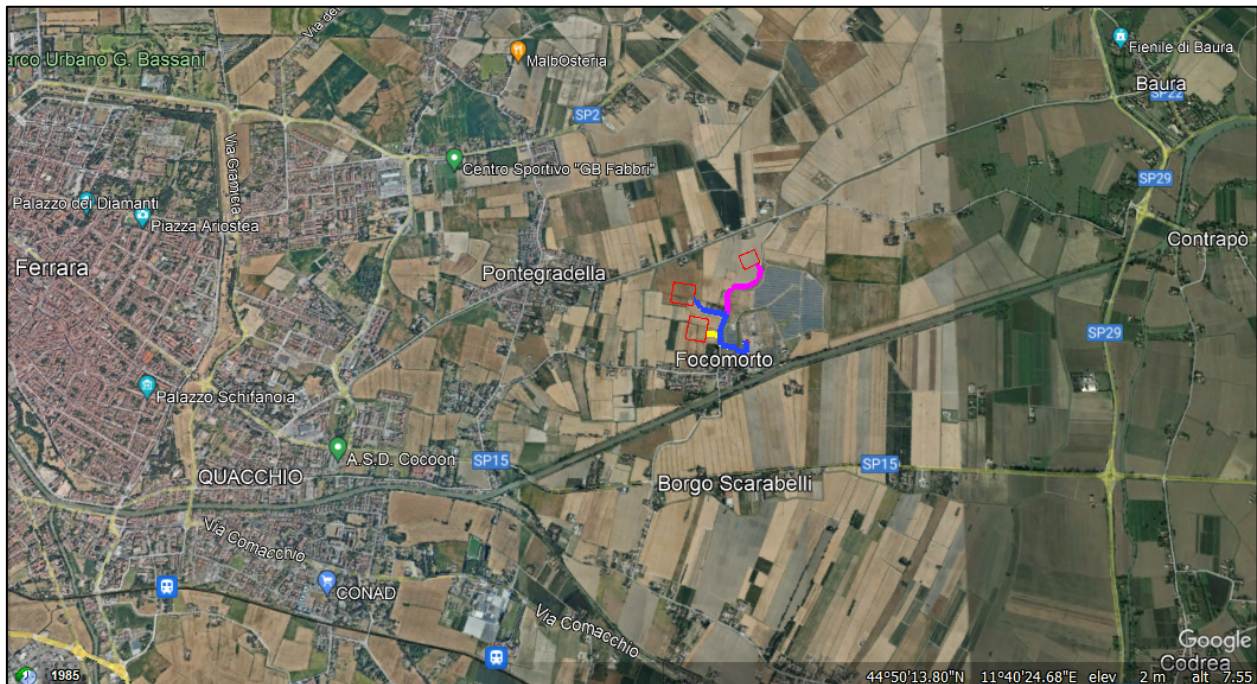


Figura 2.1: Inquadramento territoriale dei tre siti ipotizzati per l'istallazione della Stazione Elettrica

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 26,95 MWp Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag.</b>	<b>5 di 19</b>

### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

#### 3.1 ASSETTO GEOMORFOLOGICO – STRUTTURALE

L'assetto geologico e strutturale dell'intero territorio della provincia di Ferrara per essere pienamente compreso va visto considerando sia il substrato roccioso che la coltre alluvionale di copertura proveniente dall'erosione della catena alpina e degli Appennini.

Il substrato roccioso costituisce il margine della struttura nord appenninica costituitasi a partire dalla fine del Mesozoico, con l'avvicinamento del margine Europeo a quello Insubro-appenninico, e con il formarsi delle prime catene montuose nel Cretaceo – Eocene tramite sovrascorrimenti pedo-appenninici attivi dal tardo Miocene ad ora, espressione di un ambiente compressivo a ventaglio imbriciato il cui scollamento principale si trova alla base delle successioni mesozoiche.

La sedimentazione, avvenuta contemporaneamente agli eventi tettonici, è stata di ambiente marino nel Pleistocene medio e inferiore, influenzata da variazioni eustatiche legate al succedersi delle fasi glaciali e interglaciali per effetto delle quali, anche grazie ai significativi apporti di materiale durante le fasi interglaciali, la costa con il tempo si spostava progressivamente verso l'interno. In seguito alla regressione wurmiana dell'ultima glaciazione si ha l'apporto di una sedimentazione continentale di ambito fluviale governata prevalentemente dalle diverse divagazioni del Fiume Po.

L'area in studio ricade nella porzione orientale del territorio comunale di Ferrara ed è impostata su sedimenti olocenici di origine alluvionale legati all'azione di deposito dei rami secondari del Po. Il sottosuolo è costituito da alternanze di sabbie medio-fini, sabbie limose e limi sabbiosi, corrispondenti ai sedimenti di alveo e argine dei corsi d'acqua, ed argille limose o limi argillosi con anche locali livelli di torba depositatisi nelle aree inter-bacinali.

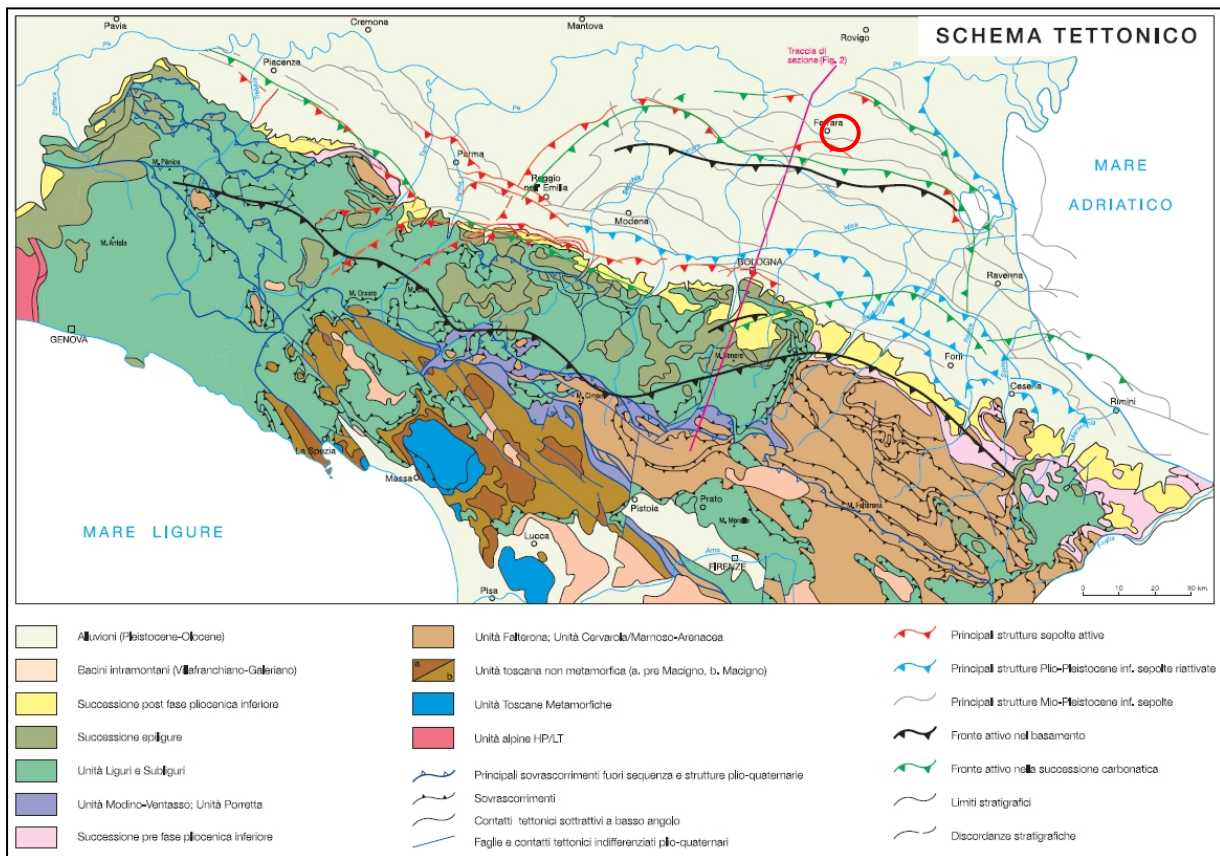


Figura 3.1: Schema tettonico dell'Appennino settentrionale (da Boccaletti et alii 2004), il cerchiato rosso identifica l'area di indagine.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 26,95 MWp Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag.</b>	6 di 19

Tali sedimenti sono la conseguenza della fase di accumulo detritico di tipo prevalentemente fluviale, contraddistinti da granulometrie eterogenee e da spessori notevolmente variabili sia verticalmente che arealmente.

Dal punto di vista geomorfologico nell'area Ferrarese sono riscontrabili diverse morfologie relitte attribuibili ad antichi apparati fluviali presenti nella zona la cui espressione odierna è rappresentata da paleoalvei, ovvero letti e argini fluviali non più attivi, conoidi di deiezione (ventagli di rotta) strutture legate alla rottura degli argini in occasione di eventi di piena e le "paleovalli", ovvero le aree interfluviali depresse dove la sedimentazione era legata alla decantazione delle acque che invadevano tali aree durante le esondazioni dei corsi d'acqua.

La deposizione di tipo fluviale, avvenuta in modo non uniforme, ha avuto come conseguenza diretta una estrema eterogeneità granulometrica dei sedimenti, sia in senso verticale che areale, per cui l'assetto stratigrafico della zona risulta abbastanza complesso.

In epoca olocenica e storica l'area oggetto di studio era interessata da una fitta rete idrografica i cui corsi d'acqua erano liberi di espandere le proprie acque di piena nelle zone circostanti: nelle sponde naturali dell'alveo e nelle aree immediatamente circostanti (aree di più alta energia idrodinamica) erano depositati i materiali più grossolani trasportati in sospensione, mentre i sedimenti più fini si distribuivano lontano, nelle aree situate tra un alveo e l'altro (acque di esondazione caratterizzate da bassa energia di trasporto).

Nel territorio in esame si possono quindi distinguere entro i primi 20 m di profondità tre *ambienti morfologici - deposizionali* principali:

1. *Ambiente dei paleoalvei*, caratterizzato dalla presenza di corpi sabbiosi inclusi in macro-strati di terreni fini. Tali corpi sabbiosi, talvolta affioranti, spesso sepolti, si sviluppano linearmente seguendo i corsi degli alvei fluviali attivi o estinti; generalmente sono sormontati da decimetri di fanghi di chiusura dei canali.

2. *Ambiente dei bacini interfluviali*, costituito dalle aree di sedimentazione delle frazioni più fini. Tale ambiente è caratterizzato dalla prevalenza di argille inorganiche, argille limose, limi argillosi laminati, argille organiche, con frequenti intercalazioni torbose.


3. *Ambiente di transizione* dalle zone di paleoalveo a quelle dei bacini inter-fluviali, caratterizzato da alternanze di materiali fini e lenti sabbiose.

I depositi di epoca olocenica superficiali insistono su depositi sabbiosi di età fine- Pleistocene/primo-Olocene (ambienti di steppa-taiga glaciale di media pianura) diffusi con continuità in tutto il territorio comunale, più superficiali a nord, dove il tetto delle sabbie glaciali si trova tra i 18 m e i 25 m di profondità, più approfonditi a sud, dove il tetto si spinge fino ad oltre 30 m.

Gli ambienti morfologici - deposizionali descritti sono ben evidenziati nella Carta Geologica riportata a pag. 9. Le informazioni contenute nella carta sono sostanzialmente riferibili alla superficie; oltre alla caratterizzazione litologica dei depositi superficiali essa riporta la suddivisione in ambienti deposizionali. I materiali più grossolani (sabbie) si sono concentrati nelle aree di paleoalveo e nelle loro immediate vicinanze, mentre i terreni a grana fine si sono depositati nelle zone più distanti.

La distribuzione litologica dei sedimenti più superficiali (primi 80 cm dal piano campagna locale) è anch'essa legata alla dinamica delle divagazioni fluviali del reticolo idrografico che caratterizzava la zona.

*Di seguito, vengono descritti i termini litologici affioranti nell'area in esame.*

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 26,95 MWp Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag.</b>	<b>7 di 19</b>

### 3.2 CARATTERISTICHE LITOSTRATIGRAFICHE DELLE AREA DI PROGETTO

In un intorno significativo rispetto alle aree interessate dalle tre ipotesi progettuali in oggetto è stato eseguito un rilievo geologico di superficie finalizzato alla individuazione dei caratteri litologici, geomorfologici e strutturali dei terreni presenti, supportato dai dati bibliografici esistenti.

Il rilevamento geologico di superficie congiuntamente ai risultati scaturiti da indagini geognostiche effettuate su luoghi vicini alle area in esame ha portato al riconoscimento delle seguenti unità litostratigrafiche: di seguito si descrivono le caratteristiche litologiche, giaciture, strutturali e mineralogiche delle unità lito-geologiche rilevate in ciascuna area, descritte dal livello litologico di copertura verso il basso, rappresentati nella colonna litostratigrafica di seguito allegata:


#### *- Depositi di copertura eluviale/colluviale terrosa*

In superficie è presente, con spessori modesti, una copertura di alterazione di aspetto terroso di origine agraria e/o detritico eluviale costituita da materiali a grana medio fina di natura sabbioso limosa e argilla limosa. Lo spessore di questo strato di copertura, in queste zone, varia dell'ordine di 0,80- 1,00 m da p.c. presenta una consistenza media per fenomeni di essiccamento, tipico degli strati superficiali, con variazioni volumetriche a ciclo stagionale.

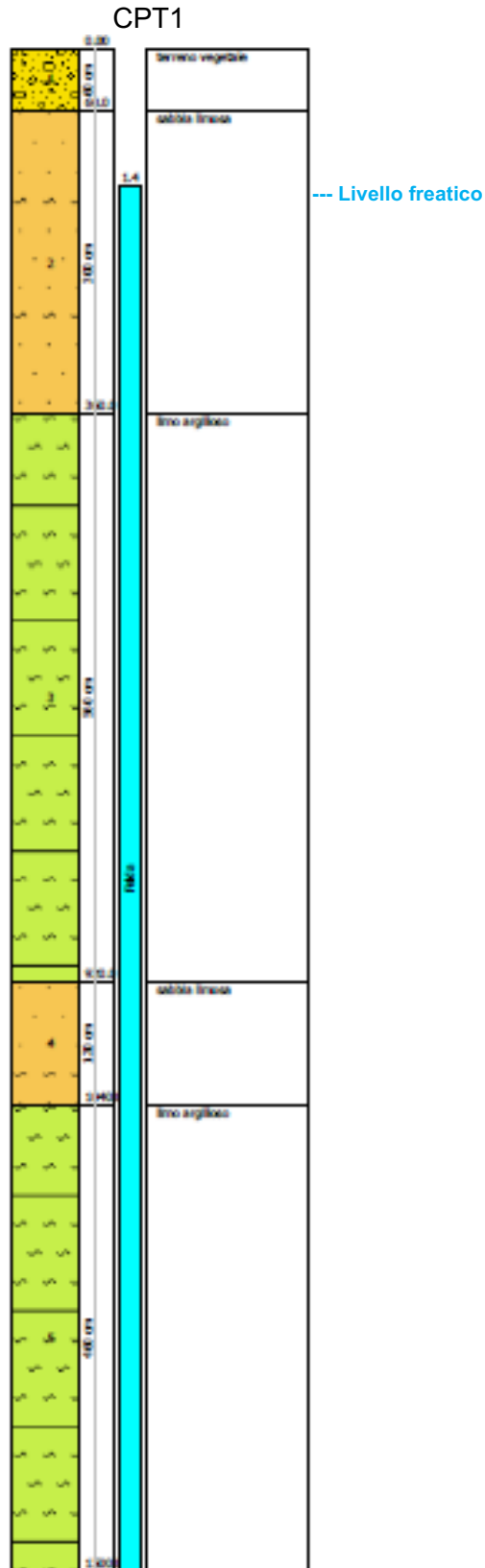
#### *- Alluvioni fluviali e lacustri di piana interalvea (Pleistocene- Olocene)*

Le litologie presenti nel sottosuolo sono abbastanza omogenee, costituite da alternanze di sabbie medio-fini, limi sabbiosi e argille limose, con locali livelli di torba. - rilevate dalle prove CPT spinte fino a profondità di 15 mt da p.c. effettuate in aree non lontane dai siti in esame -.


Si fa presente la criticità geotecnica che sorge su questi ambienti morfologico deposizionali di bacino inter-fluviale, dove ci ritroviamo, (Ambiente di tipo 2) riguardante la presenza diffusa di lenti di torba e/o di materiale organico, che producono cedimenti totali e differenziali di notevole entità e cedimenti di consolidazione molto differiti nel tempo.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA</b> <b>COLLEGATO ALLA RTN</b> <b>POTENZA NOMINALE 26,95 MWp</b> <b>Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18</b> <b>RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI</b> <b>AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag.</b>	<b>8 di 19</b>

**COLONNA LITOSTRATIGRAFICA RAPPRESENTATIVA**  
 - Scala originale 1:67 -











	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 26,95 MWp Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag.</b>	<b>9 di 19</b>







**CARTA GEOLOGICA DEL COMUNE DI FERRARA – scala 1:36.000  
REGIONE EMILIA ROMAGNA**




**Bassa piana alluvionale e deltizia del Po**

-  Sabbie di riempimento di canale fluviale
-  Sabbie e sabbie limose di riempimento di canale fluviale
-  Limi con sabbie di argine e ventaglio da rotta
-  Limi con sabbie di piana interalvea
-  Argille e argille limose di piana interalvea
-  Argille e argille organiche di depressione interalvea




**Piana alluvionale di fiumi appenninici**

-  Sabbie limose di riempimento di canale fluviale
-  Sabbie e limi di riempimento di canale fluviale
-  Limi sabbiosi di riempimento di canale fluviale
-  Limi con sabbie di argine e ventaglio da rotta
-  Argille e argille limose di piana interalvea
-  Argille e argille organiche di depressione interalvea



**Elementi in evoluzione geomorfologica**


-  Sabbie limose di riempimento di canale in evoluzione del Po

**Elementi lineari**

-  Strutture fluviali da accrezione laterale
-  Canale da rotta fluviale
-  Asse di paleoalveo sepolto

**Strutture tettoniche sepolte**

-  Sovrascorrimento e faglia inversa
-  Retroscorrimento

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 26,95 MWp Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag.</b>	<b>10 di 19</b>

#### 4 ELEMENTI GEOMORFOLOGICI E IDROGRAFIA SUPERFICIALE

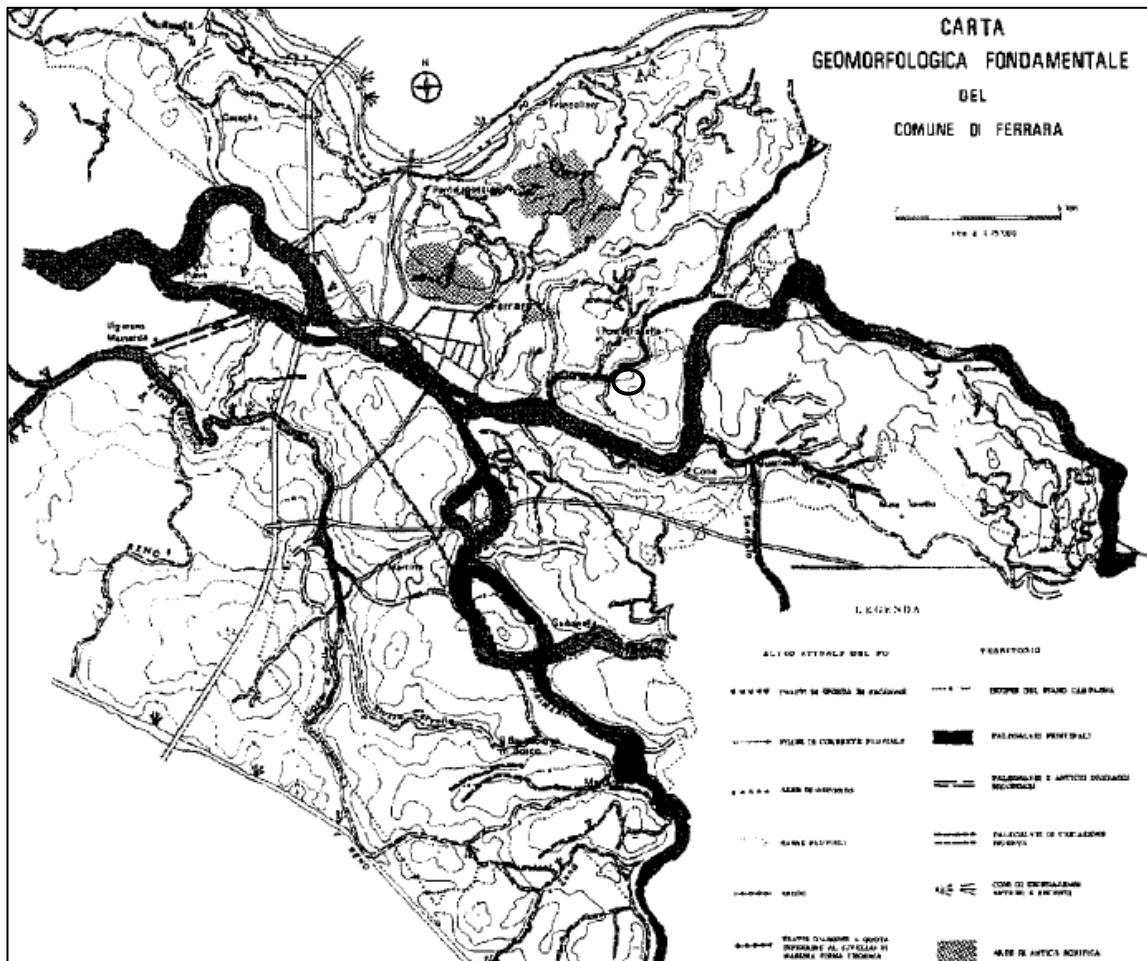
I terreni in studio, ipotizzati per la realizzazione dell'ampliamento della Stazione Elettrica, sono situati sulla sponda sinistra del Po di Volano e immersi nella pianura orientale del territorio comunale di Ferrara, tutti e tre presentano un paesaggio con immense distese pianeggianti tipico di ambiente deposizionale di bacino inter-fluviale costituita da depositi a tessitura fine come sabbie limose, miscela di sabbia e argille limose talora di natura organica/torbosa tipici degli ambienti deposizionali a bassa energia che caratterizzano le aree inter-fluviali della pianura in esame.

I terreni in osservazione fanno parte di una vasta pianura fluviale dove storicamente risulta essere stata interessata da aree di palude e modificata fino all'assetto attuale dal dinamismo fluviale che ha come corso principale il Po di Volano.

Le aree oggetto d'intervento progettuale rientrano in un paesaggio morfologico pianeggiante ad andamento regolare interrotte da canali e fossi di irrigazione, all'interno delle quali non si riscontrano fenomenologie particolari, situate ad una quota altimetrica media di circa mt +3,5 s.l.m.

Dal punto di vista geomorfologico, come si evince dalla cartografia di seguito riportata in stralcio (fig. 5.1), il territorio, dove rientrano i terreni oggetto di studio, risulta caratterizzato dalla principale presenza del paleoalveo del Po di Volano (diversivo del Volano), sul quale scorre l'alveo attuale che interessa il confine comunale Sud-occidentale. Strutture meno rilevanti tipo paleoalvei di ubicazione incerta e certa, nascono dal Po di Volano ed interessano il territorio comunale esternamente dalle aree edificate e perimetralmente ai terreni in esame.

Pertanto, attualmente le aree in studio, da un rilevamento geomorfologico di superficie, non risultano interessate da evidenti processi morfogenetici in atto, tali da comprometterne la stabilità.



	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 26,95 MWp Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag.</b>	<b>11 di 19</b>

## 5 CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE - AMBIENTALI

L'area in esame dal punto di vista idrografico rientra nella porzione orientale del sottobacino idrografico del Delta del Po.

In epoca olocenica e storica l'area oggetto di studio era interessata da una fitta rete idrografica i cui corsi d'acqua erano liberi di espandere le proprie acque di piena nelle zone circostanti: nelle sponde naturali dell'alveo e nelle aree immediatamente circostanti (aree di più alta energia idrodinamica) erano depositati i materiali più grossolani trasportati in sospensione, mentre i sedimenti più fini si distribuivano lontano, nelle aree situate tra un alveo e l'altro (acque di esondazione caratterizzate da bassa energia di trasporto).

In virtù da quanto è emerso dalle indagini raccolte ed effettuate per il presente lavoro, è possibile definire l'assetto idrogeologico del Comune Ferrarese caratterizzato da un acquifero freatico libero alimentato sia direttamente per infiltrazione delle precipitazioni atmosferiche che dalle filtrazioni nel sottosuolo di acque superficiali provenienti dal reticolo idrografico e quindi fortemente influenzato da condizioni climatiche che ne favoriscono forti escursioni prossima al piano campagna in periodi molto piovosi e forte riduzione in periodi siccitosi (la profondità della falda freatica normalmente può oscillare fra profondità comprese da 1.0 a 4.0 metri dal piano campagna).

L'acquifero freatico risulta caratterizzato da terreni a granulometria variabile passanti da limi argillosi e limi sabbiosi a sabbie limose. Variabilità rilevata sia lungo la verticale della colonna stratigrafica che orizzontalmente nell'intero terreno progettuale indagato.

L'esecuzione delle opere di bonifica, ed in particolare la diffusa rete di canali di scolo con a capo importanti impianti idrovori, impongono un regime perennemente disturbato alla falda freatica (vedi anche figura 6.2). In altri termini il sistema acquifero più superficiale risente delle precipitazioni dirette, del condizionamento della rete idrica consortile e dei prelievi effettuati mediante pozzi.

L'irrigazione dei terreni agricoli avviene a pioggia o mediante innalzamento dei livelli idrici nei canali. I canali di scolo, che allontanano le acque convogliandole agli impianti idrovori, hanno quindi funzione promiscua. In tale contesto il regime della falda freatica è perennemente disturbato in quanto soggetto, oltre che agli apporti meteorici, ai contributi alterni delle esigenze della rete consortile.

Prendendo in considerazione la natura geo-litologica dei terreni affioranti, pur tenendo conto dell'estrema variabilità che la permeabilità può presentare anche all'interno di una stessa unità litologica, si è cercato di definire tale parametro per le formazioni affioranti nell'area in studio. A tal fine il complesso idrogeologico affiorante nell'area in esame in base al tipo e al grado di permeabilità che possiede rientra nella classe dei "Terreni poco permeabili o impermeabili" caratterizzata da terreni essenzialmente plastici appartenenti alla facies pelitica-arenacea, costituita da argille sabbiose-siltose, ricoperte da argille torbiditiche, *presenta caratteristiche di bassa permeabilità con un coefficiente di permeabilità K valutabile tra  $10^{-4}$  e  $10^{-7}$  cm/s (Fig. 5.2).*

Nel dettaglio possiamo caratterizzare la permeabilità dei terreni interessati dalle fondazioni dell'impianto di generazione elettrica da realizzare in:

**Un primo livello** più superficiale di copertura, di spessore circa 1,00 m (Formazione eluviale rimaneggiata), a permeabilità medio-bassa con **K** valutabile  $10^{-2}$  -  $10^{-4}$ ; esso è granulometricamente ascrivibile nel campo delle sabbie argillose con ghiaie.

**Il secondo livello stratigrafico** più profondo presenta una permeabilità molto variabile da bassa a molto bassa con **K** valutabile  $10^{-4}$  e  $10^{-7}$ ; Granulometricamente il range di quest'ultimo varia dalle sabbie fini alle siltiti.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 26,95 MWp Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag.</b>	<b>12 di 19</b>

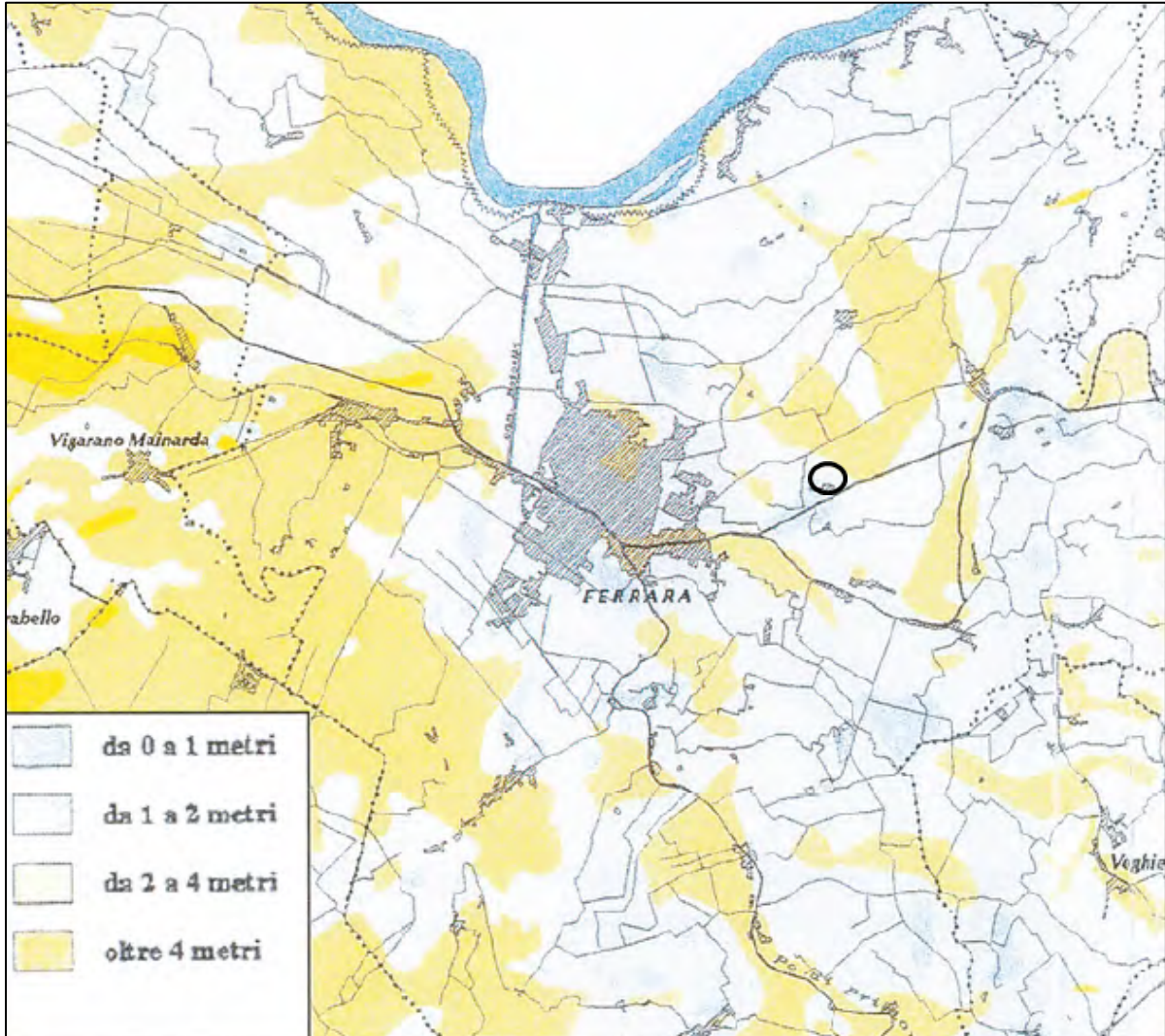


Figura 5.1: Stralci Carte Isobate della freatica della provincia di Ferrara

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 26,95 MWp Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag.</b>	<b>13 di 19</b>

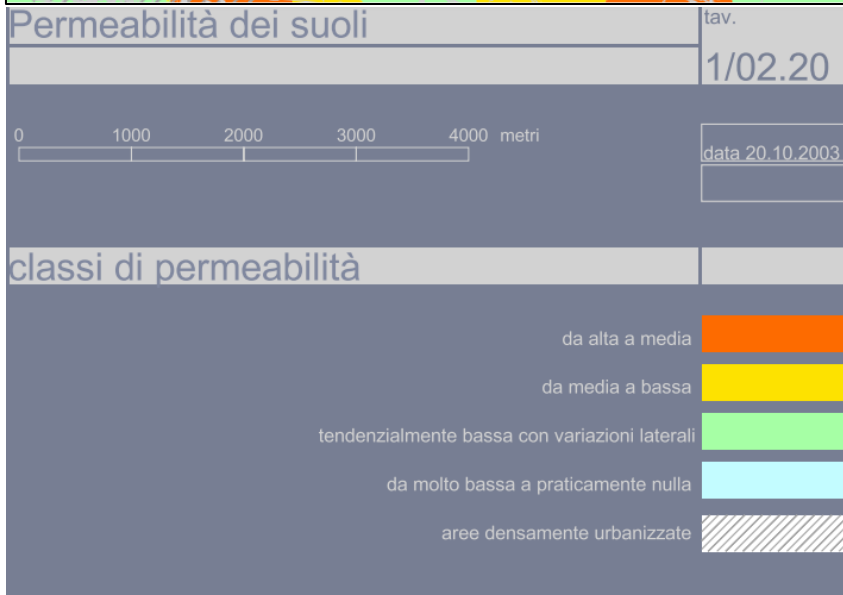
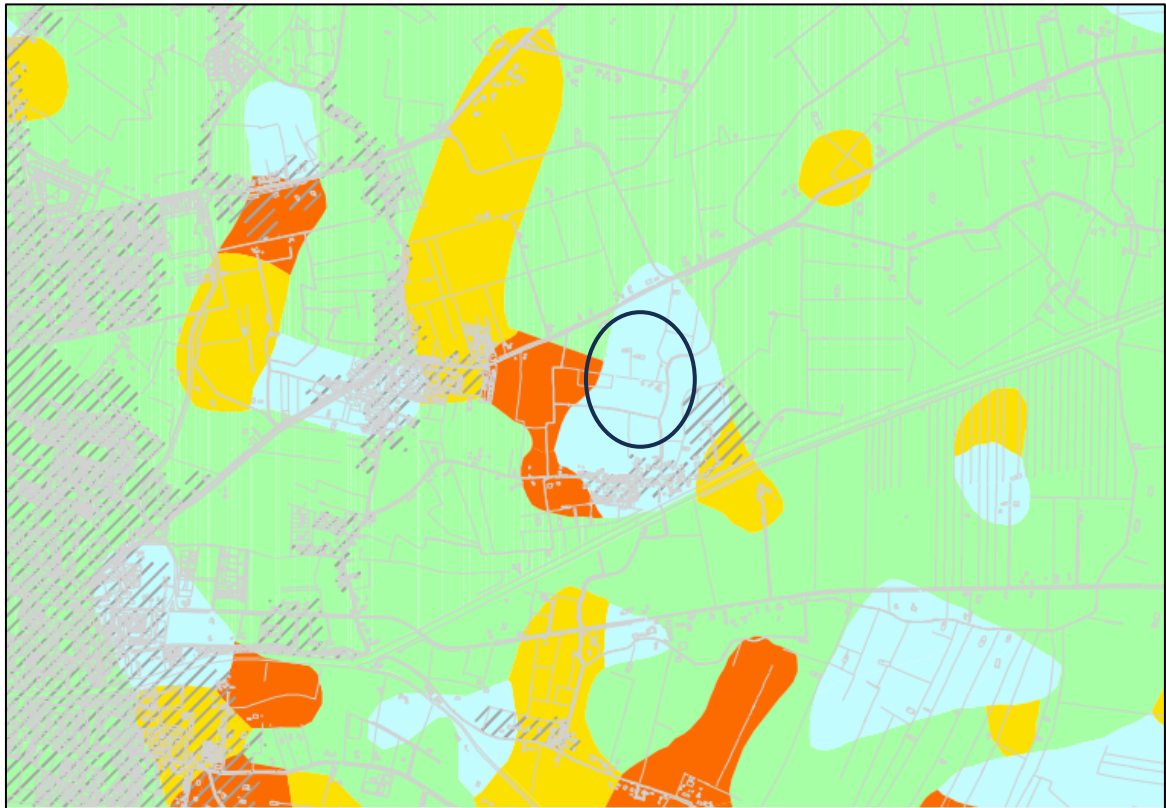



Figura 5.2: Stralcio Carta della permeabilità dei suoli della provincia di Ferrara

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 26,95 MWp Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag.</b>	14 di 19

## 6 CARTA DEI DISSESTI E PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, di seguito denominato Piano Stralcio o Piano o P.A.I., redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter, della L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/98, convertito con modificazioni dalla L. 267/98, e dall'art. 1 bis del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni dalla L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idrogeologico del territorio emiliano.

Con il P.A.I. viene così effettuata la perimetrazione delle aree a pericolosità e a rischio, in particolare, dove la vulnerabilità si connette a gravi pericoli per le persone, le strutture ed infrastrutture ed il patrimonio ambientale e vengono altresì definite le norme di salvaguardia.

Tutto ciò al fine di pervenire ad una puntuale definizione dei livelli di rischio e fornire criteri e indirizzi indispensabili per l'adozione di norme di prevenzione e per la realizzazione di interventi volti a mitigare od eliminare il rischio. Il Piano è suscettibile di aggiornamento a seguito di variazioni succedutesi nel tempo o a nuovi studi che dimostrino un diverso assetto del territorio, così come indicato nelle Norme di Attuazione.


L'area in esame appartenente al territorio comunale di Ferrara rientra nell'area territoriale del sottobacino idrografico del Delta del Po. (Fig. 6.1)

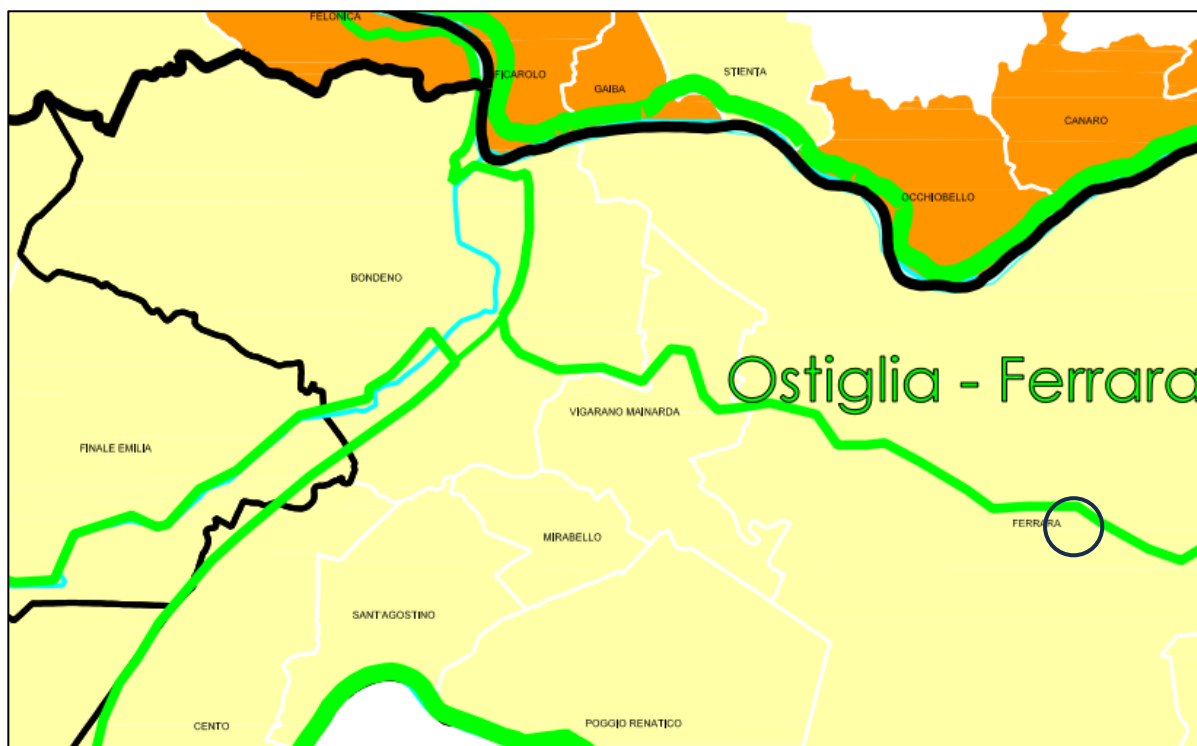
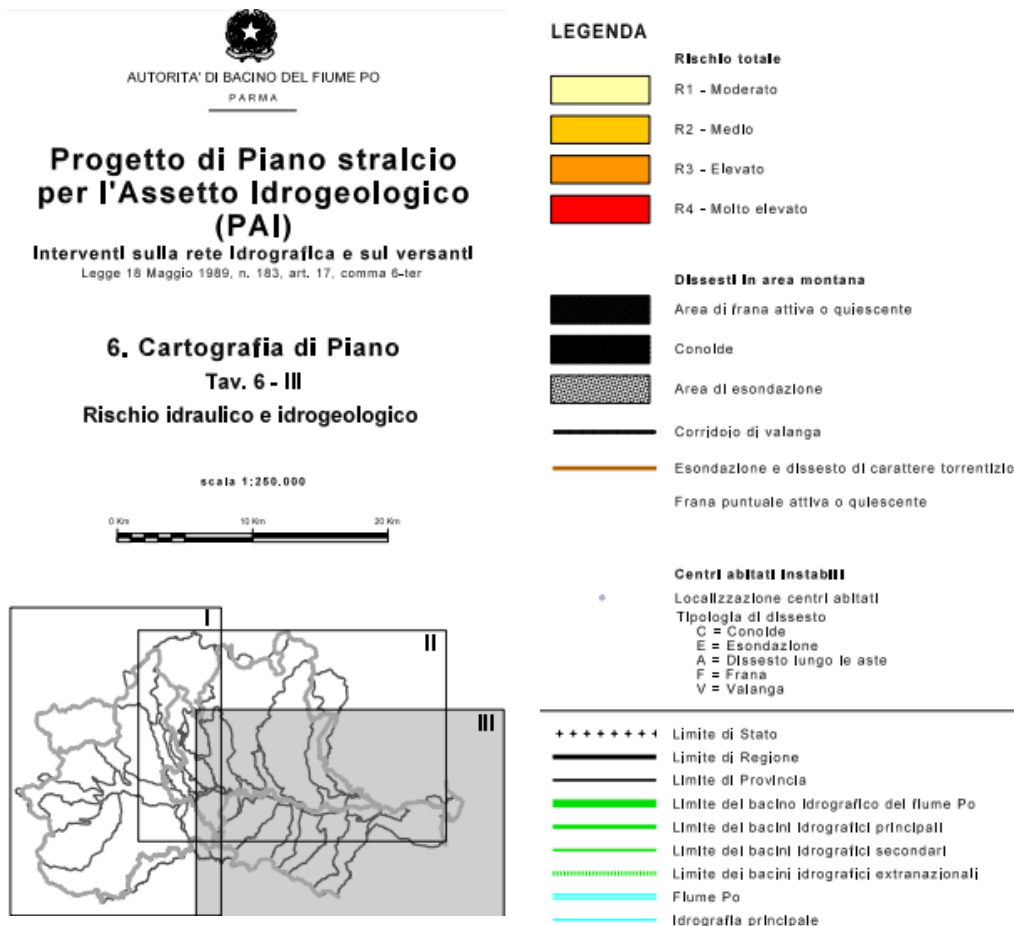
Dalle carte riprodotte in tale studio e relativamente alla *Carta del Rischio Idraulico e Idrogeologico e dei Dissesti, tavola n° 6 - III del P.A.I. "Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico"* in cui ricadono tutti i terreni in esame, interessati dalle opere dell'impianto fotovoltaico, si osserva una morfologia tipicamente pianeggiante all'interno delle quali non si riscontrano fenomenologie particolari, risulta essere mappata all'interno di un'area a rischio idraulico R1 moderato così come riportato dai rilievi effettuati dal vigente P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico) della Regione Emiliana, di seguito riportata.

Il "Piano Stralcio delle Fasce Fluviali" (PSFF) del bacino del Fiume Po (PAI), approvato con D.P.C.M. 24 maggio 2001 e modificato da successive Varianti, delimita tre fasce fluviali; Fascia di deflusso della piena (Fascia A), Fascia di esondazione (Fascia B) e Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), quest'ultima costituita dalla porzione di territorio esterna alla Fascia B, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi. Nella Tav. 3 del P.A.I. a pag. 23 si evidenzia che l'area interessata dall'impianto fotovoltaico si trova sul limite esterno della fascia fluviale C del bacino del fiume Po (vedi Fig. 6.2: Schema esplicativo per la definizione delle fasce fluviali)

L'intera area oggetto d'intervento è esclusa da zone soggette a vincolo paesaggistico.

L'area in esame è soggetta a Vincolo sismico ai sensi della Legge n. 64 del 2/02/1974; Oltre a quanto descritto ai punti precedenti, sull'area non gravano altri vincoli di natura storico architettonica, idrogeologica, o altri vincoli previsti da leggi.

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 26,95 MWp Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev.</b> 0
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag.</b> 15 di 19





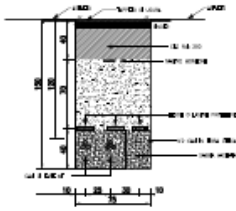


	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 26,95 MWp Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev. 0</b>
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag. 17 di 19</b>

## SEZIONE TIPICA VIE CAVO INTERRATO

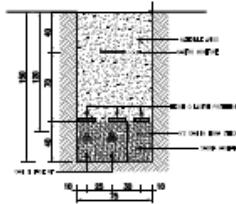
SEZIONE TIPICA VIE CAVO  
SU STRADE ASFALTATE \*

SEZIONE TIPO "DA"



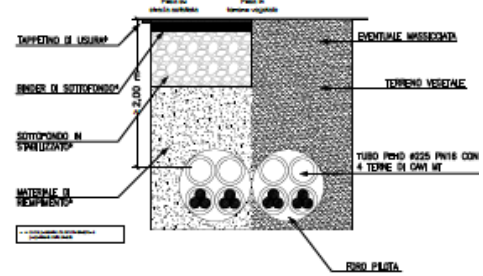
SEZIONE TIPICA VIE CAVO  
SU STRADE STERRATE \*

SEZIONE TIPO "D"



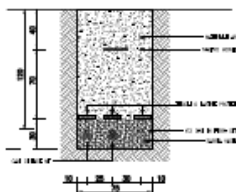
SEZIONE TIPICA PERFORAZIONE  
TELEGUIDATA A TRIFOGLIO \*

SEZIONE TIPO "TOC"

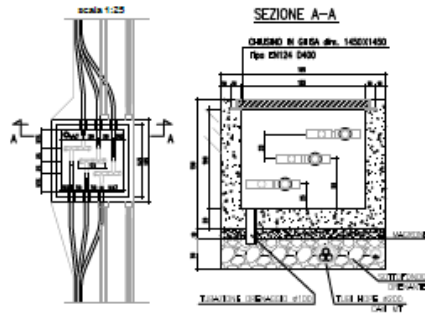


SEZIONE TIPICA VIE CAVO  
SU STRADE STERRATE \*

SEZIONE TIPO "B"



SEZIONE TIPICA VIE CAVO  
POZZETTO SEZIONABILE



(\* ) DISEGNI NON IN SCALA

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 26,95 MWp Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	Rev.	0
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI AMPLIAMENTO SE</b>	Pag.	18 di 19

## 7 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DEL TERRENO DI FONDAZIONE


I terreni, direttamente interessati dall'Impianto di fotovoltaico, sono caratterizzati da affioramenti di litotipi terrigeni composte da argille limose e limo sabbiosi provenienti da sedimenti alluvionali depositatesi in ambiente di bassa energia idrodinamica prevalentemente coesivi.

Per la caratterizzazione geotecnica delle *Unità Litotecniche* riscontrate si è fatto ricorso, all'esperienza consolidata dello scrivente su morfologie e litologie analoghe ai terreni in oggetto e per avere preso visione di numerosi fronti di scavo e sezioni presenti nell'area di progetto comparati con i risultati acquisiti dalle prove penetrometriche statiche di tipo meccaniche (C.P.T) in fit congiunto con le indagini di sismica passiva eseguite in aree limitrofe, al fine di definire le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche del suolo di fondazione interessato dalle opere di progetto. Dall'elaborazione dei risultati scaturiti dalle indagini geognostiche effettuate su luoghi non lontani dalle aree in studio è stato possibile ricostruire il profilo litostratigrafico e geotecnico del substrato (vedi colonna Litostratigrafica di seguito allegata) e quantificare le caratteristiche geo-meccaniche dei terreni attraversati suddividendoli ad intervalli a comportamento omogeneo per quanto riguarda la resistenza meccanica, per ogni intervallo vengono forniti i parametri geotecnici caratteristici ai sensi del D.M. del 17.01.2018, riferibili alla coesione, l'angolo di attrito interno ed al peso di volume, che il progettista dovrà tenere conto in sede di scelta di progetto:

### ***Parametri geo-meccanici medi ricavate da C.P.T.***

I dati riportati fanno riferimento ai valori minimi desunti dall'indagine eseguita, ridimensionati in funzione dell'indice di consistenza dei vari strati attraversati.

Profondità (m)	Modulo di deformazione drenato - $E'_{ed}$ (Mpa)	Angolo di attrito ( $\Phi'$ )	Comportamento geotecnico	Coesione non drenata ( $c_u$ ) (K/Pa)	Peso unità di volume saturo (sat.) $t/m^3$
<b>0,00 – 0,80:</b> Terreno vegetale costituito da colture di copertura alterata	....	...	....	....	<b>1.70</b>
<b>0,80 - 3,60:</b> Sabbia limosa mediamente cementato- livello poco addensato		<b>30°</b>	<b>incoerente</b>	<b>0.00</b>	<b>1.96</b>
<b>3,60 - 9,20:</b> Livello stratigrafico costituito dal limo argilloso - livello addensato	<b>4.6</b>	<b>0°</b>	<b>coesivo</b>	<b>59.8</b>	<b>1.92</b>
<b>9,20 - 10,40:</b> Sabbia limosa		<b>26°</b>	<b>incoerente</b>	<b>0.00</b>	<b>2.10</b>
<b>10,40 - 15,00:</b> Materiali a grana medio-fine di natura limo argillosa	<b>4.7</b>	<b>0°</b>	<b>coesivo</b>	<b>79.4</b>	<b>1.95</b>

	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE 26,95 MWp Località Spinazzino - Comune di Ferrara (FE)</b>	<b>Rev.</b>	<b>0</b>
	<b>21-00007-IT-FERRARA_RS-R18 RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA - IPOTESI AMPLIAMENTO SE</b>	<b>Pag.</b>	19 di 19

## 8 CONSIDERAZIONI GEOMORFOLOGICO-TECNICHE CONCLUSIVE

Esaminate le caratteristiche geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche dei luoghi ipotizzati per la realizzazione dell'ampliamento della Stazione Elettrica nel territorio comunale di Ferrara, si esprime parere favorevole di fattibilità geologica e idro-geomorfologica per la realizzazione delle opere in progetto nelle tre aree ipotizzate, in quanto da un rilevamento geomorfologico di superficie, le aree oggetto d'intervento progettuale rientrano in un paesaggio morfologico pianeggiante ad andamento regolare interrotto da canali e fossi di irrigazione, all'interno delle quali non si riscontrano fenomenologie particolari, di conseguenza si ritengono idonee all'istallazione della Stazione Elettrica in progetto.

In sede progettuale particolare attenzione dovrà essere posta nella posa delle fondazioni, infatti, dovrà necessariamente essere asportata l'intera copertura di alterazione della sottostante formazione, ovvero quegli orizzonti litologici che sono largamente influenzati dalle variazioni meteorologiche stagionali e dunque soggetti ad alterazione ed a perdita di resistenza meccanica, fino ad appoggiare le strutture fondali sugli orizzonti più integri, dove si iniziano a rilevare buone caratteristiche fisico meccaniche *i cui valori nel dettaglio sono riportati nel capitolo precedente "7" dedicato alla geotecnica, valori che l'ingegnere progettista potrà utilizzare per la scelta della fondazione più consona da adottare, in fase esecutiva, per le opere di progettazione strutturali.*

Termini Imerese, lì 20/09/2023

Dott.ssa Geol. Concetta Pérez