

Paolo BasileCN = Basile Paolo
C = IT

DISEGNI DI RIFERIMENTO					
CODIFICA		DESCRIZIONE			
LOGOS REN	CLIENTE				
NOTE					
					
B	Revisione	SINTECNICA	D.Barbarigo	E.Sonno	15/11/2023
A	Prima emissione	SINTECNICA	D.Barbarigo	E.Sonno	25/10/2023
Rev.	Descrizione	Preparato	Controllato	Approvato	Data
INDICE DELLE REVISIONI					
 		Impianto	PASCOLO SOLARE MACCABOVE		
		Cliente			
		Titolo	RELAZIONE GEOLOGICA		
Commessa	N° documento	Nome file			REV
6201	AV.MAN.DE.AM.R.049	AV.MAN.DE.AM.R.049_Relazione_Geologica			B
DOCUMENTO DI PROPRIETA' LOGOS REN srl - RIPRODUZIONE VIETATA SENZA AUTORIZZAZIONE					

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO	3
2	MODELLAZIONE GEOLOGICA	6
2.1	ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE	6
2.1.1	ASSETTO GEOLOGICO DELL'AREA DI STUDIO	9
2.2	ASSETTO GEOMORFOLOGICO E DISSESTI	16
2.3	ASSETTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO	20
3	MODELLAZIONE SISMICA	30
4	MODELLAZIONE GEOTECNICA.....	38
4.1	CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO	38
5	CONCLUSIONI.....	42

1 INTRODUZIONE E SCOPO DEL LAVORO

La presente relazione geologica, geotecnica e sismica è stata predisposta nell'ambito della procedura di VIA per la realizzazione dell'impianto Agrivoltaico avanzato denominato "Pascolo Solare Maccabove" che la società EDPR Centro Italia PV S.r.l., intende realizzare nel territorio comunale di Manciano (GR).

Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto agrivoltaico, che combinerà il pascolo ovino coltivato ad erba medica con un impianto FV costituito da 2.964 stringhe di moduli con struttura 1P da 24 moduli per stringa, per un totale di 71.136 moduli fotovoltaici, da installare su un'area di circa 70 ettari, per una potenza nominale di 44,46 MWp, e sarà affiancato da un sistema di accumulo a batteria da 16 MW.

Il sito identificato per la realizzazione del progetto risulta ubicato in un'area rurale, localizzata al confine tra la Regione Toscana e la Regione Lazio e risulta facilmente accessibile tramite la SP67 "Strada Provinciale Campigliola". L'area si colloca a circa 16 km di distanza da Manciano (GR) ed a circa 9 km di distanza da Montalto di Castro (VT).

Nel dettaglio, l'impianto agrivoltaico sarà così costituito da:

- n. 2.964 stringhe di tracker montati su pali alti 2 metri, con altezza minima da terra dei moduli fotovoltaici di 1,3 metri e con pitch di 6 metri;
- un sistema di accumulo di energia a batteria da 16 MW (BESS); tale opera sarà collocata all'interno dell'area dell'impianto agrivoltaico di progetto;
- opere di connessione alla rete elettrica, che prevedono:
 - la connessione in alta tensione (AT) in antenna a 132 kV sulla sezione 132 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra – esci dalla linea RTN a 380 kV "Montalto – Suvereto";
 - la realizzazione di un cavidotto MT interrato che giungerà ad una nuova sottostazione di utenza 30/132 kV (SSU) ubicata a circa 560 metri di distanza dall'area di impianto, da cui partirà il cavidotto AT, della lunghezza di circa 3,1 km per la connessione alla nuova SE 380/132 kV della RTN in località Maccabove;
- opere afferenti alla RTN consistenti in:
 - una Sottostazione di trasformazione 380/132 kV denominata "Maccabove" ubicata nel Comune di Manciano;
 - raccordi a 380 kV in entra – esce che collegheranno la SE Maccabove alla linea RTN esistente Montalto – Suvereto.

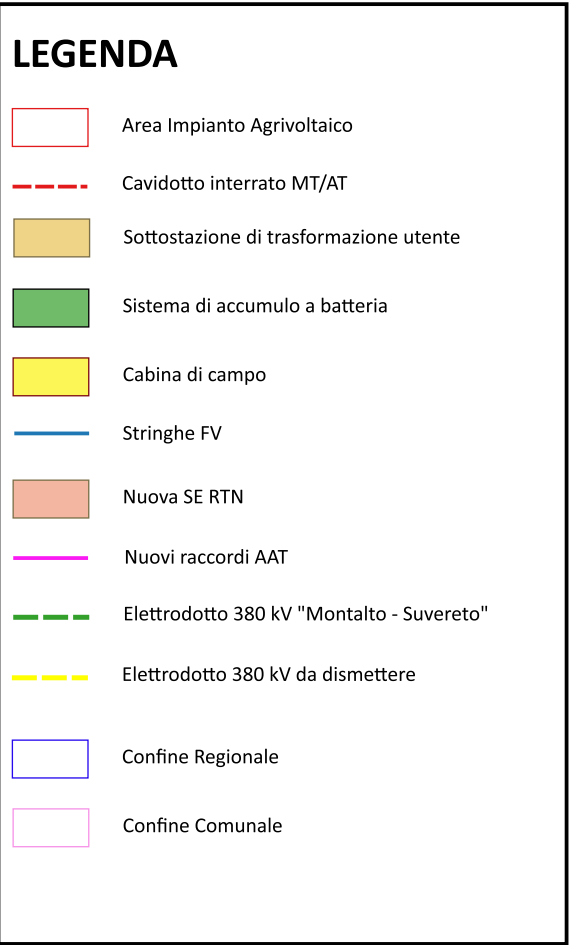
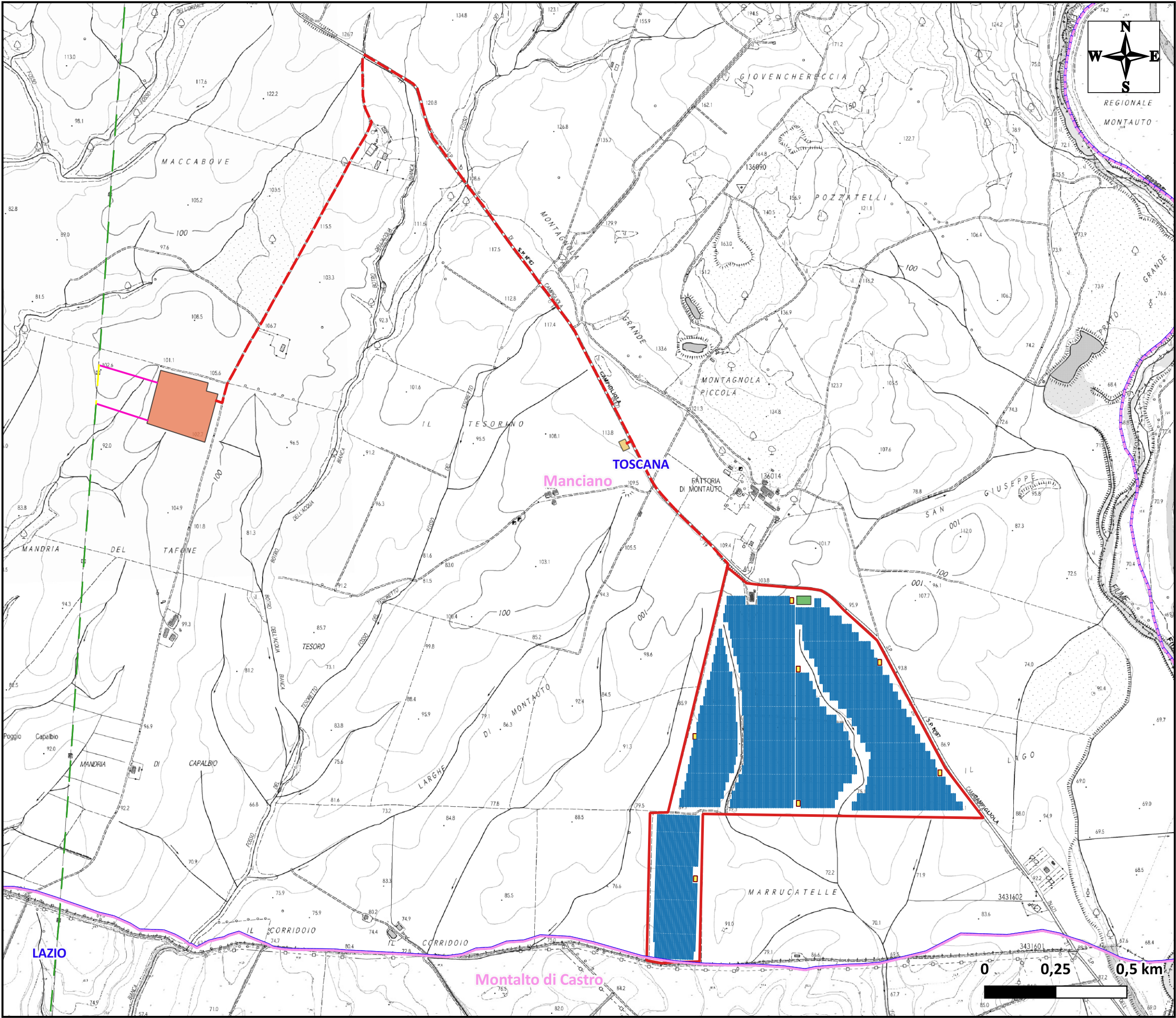
Per maggiori dettagli sulle opere si rimanda alla Relazione Tecnica Generale; l'ubicazione delle opere è riportata in Figura 1.a

La caratterizzazione geologica, geotecnica e sismica è stata condotta attraverso l'utilizzo di dati di bibliografici derivanti da indagini effettuate su terreni analoghi a quelli affioranti nell'area oggetto di intervento.

Le elaborazioni di carattere geologico o geotecnico sono state condotte sulla base della normativa vigente in materia, facendo riferimento alle norme e prescrizioni di cui D.M. 17/01/2018 (Norme Tecniche per le Costruzioni) e alla relativa circolare esplicativa del C.S.LL.PP. n. 7/2019 (Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018), tenuto conto delle istruzioni tecniche per le zone soggette a rischio sismico, definite con D.G.R.T. 431/2006 e s.m.i., di cui al D.P.G.R. 36/R/2009 e s.m.i. e delle condizioni di pericolosità e fattibilità definite dal D.P.G.R. 5/R/2020, di cui allo strumento urbanistico in vigore, in ottemperanza alle norme del P.T.C. della Provincia, e della L.R. 1/2005.

Inoltre, la presente relazione è redatta ai sensi del regolamento di attuazione della LRT 39/2000 e successive modificazioni di cui al D.P.G.R. n.48/R/2003 per il rilascio del nullaosta del "Vincolo Idrogeologico".

Figura 1.a Localizzazione del Progetto su CTR (Regione Toscana e Regione Lazio)



2 MODELLAZIONE GEOLOGICA

2.1 ASSETTO GEOLOGICO STRUTTURALE REGIONALE

L'assetto geologico-strutturale della Toscana meridionale, nella quale ricade l'Area di Studio, è il risultato della sovrapposizione della tettonica distensiva terziaria, legata all'attività del bacino tirrenico, sulla porzione più interna dell'edificio a pieghe e sovrascorrimenti delle catena Appenninica (Figura 2.1.a). Segue a partire dal Miocene una tettonica distensiva, correlata all'apertura del Bacino Tirrenico. Le strutture della tettonica compressiva e quelle della tettonica distensiva miocenica sono state dislocate da faglie dirette di età Plio-Pleistocenica, ad orientazione preferenziale NNW-SSE, che hanno dato origine a depressioni strutturali colmate dalla sedimentazione continentale e marina durante il Neogene e Quaternario. Le principali depressioni tettoniche sono state infine dislocate da strutture di trasferimento (transfer faults) orientate SW-NE.

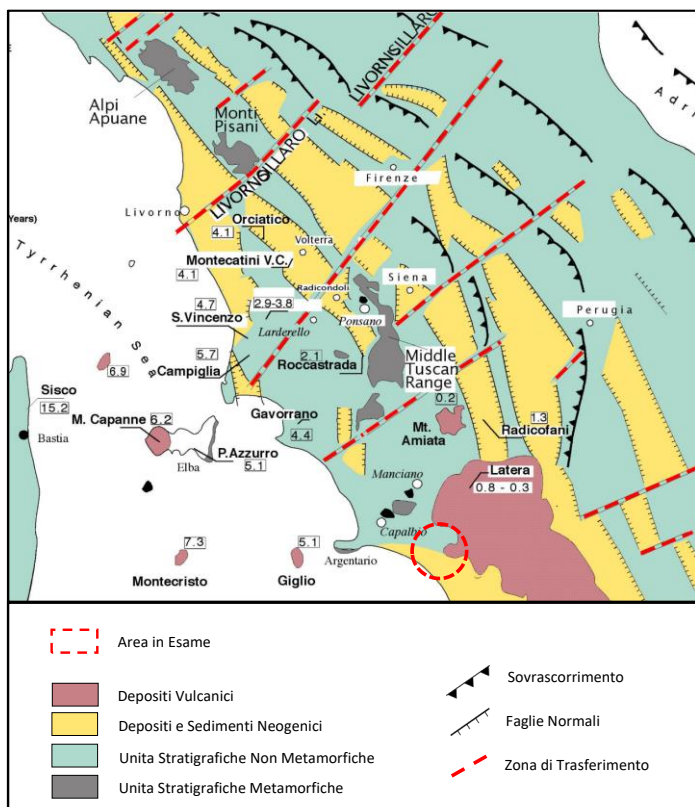


Figura 2.1.a

Schema geologico strutturale della parte interna dell'Appennino Settentrionale (modificata da Martini e Saggi, 1993)

Conseguentemente a questa fase distensiva segue lo sviluppo del vulcanismo che ha caratterizzato il Lazio settentrionale con l'identificazione di una serie di distretti vulcanici (Distretto Cimino, Distretto Vicano e Distretto Vulsino) con attività prevalentemente esplosiva.

In particolare l'area è caratterizzata dalla presenza del Distretto Vulcanico Vulsino, e le opere in progetto si collocano al margine occidentale dello stesso.

La struttura vulcanica principale del distretto è rappresentata dalla vasta conca del Lago di Bolsena (collocata ad Est di Manciano), interpretata come un ampio bacino di collasso, il cui sprofondamento è stato controllato da sistemi di faglie a carattere regionale.

L'intera area dei Monti Vulsini è quasi completamente coperta da depositi effusivi alcalino-potassici prodotti dall'intensa e prolungata attività vulcanica del Complesso vulcanico stesso (da 600 a 100 ka).

Il substrato sedimentario è costituito dai depositi neo-autoctoni post -orogenetici dal Miocene superiore al Pleistocene, che ricoprono le formazioni flyschoidi delle Unità Liguri e le successioni carbonatiche mesozoiche della Serie Toscana (Figura 2.1.b).

La stratigrafia generale dell'area può essere così ricostruita:

- Formazioni vulcaniche del distretto Vulsino (Pleistocene);
- Depositi post-orogenetici costituiti da conglomerati, sabbie e argille (Miocene superiore – Pleistocene);
- Flysch ligure (Cretaceo – Eocene);
- Formazioni carbonatiche e arenarie calcaree del Dominio Tosco – Umbro (Mesozoico – Cenozoico).

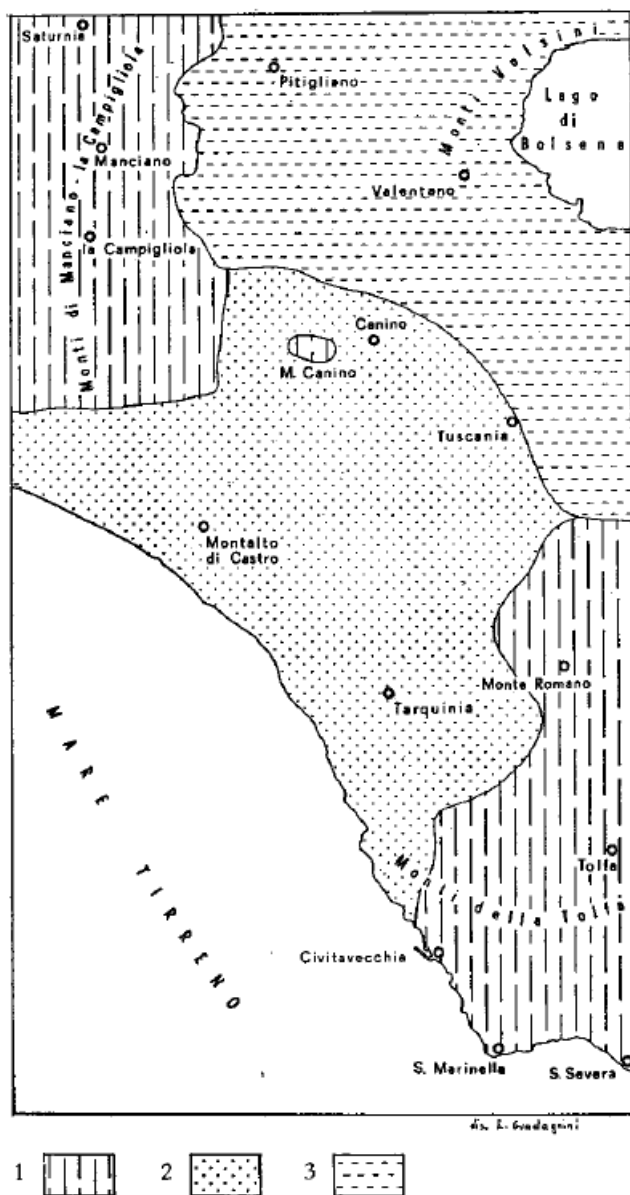


Figura 2.1.b

Schema Geologico dei Fogli 136-142 (1. Aree delle formazioni della Serie Toscana e del flysch prevalenti; 2. Area delle formazioni neogeniche e quaternarie prevalenti; 3. Area delle formazioni vulcaniche prevalenti) – Note illustrative della carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

Nel dettaglio, nell'area di studio affiorano estesamente le successioni dei depositi neogenici le quali, rispetto alle opere in progetto, si estendono verso Sud e verso Est e Sud-Est, in un'area compresa tra i Monti di Manciano-Campigliola e i Monti della Tolfa, i quali rappresentano degli alti strutturali, mentre la zona tettonicamente depressa tra il Lago di Bolsena ed il mare rappresenta una depressione tettonica all'interno della quale è avvenuta una sedimentazione marino-continentale dal Neogene al Quaternario (Figura 2.1.b).

I depositi vulcano-clastici appartenenti al Complesso vulcanico sopra menzionato nell'area di studio risultano limitati, in quanto l'area oggetto di intervento è ubicata al margine più

occidentale dell'estensione dei prodotti vulcanici del complesso Vulsino. Questi, quando presenti, si rinvengono in discordanza al di sopra dei depositi pliocenici.

Sono presenti nell'area di interesse e nelle vicinanze affioramenti di travertino pleistocenico.

Infine a Nord e a Nord-Ovest dell'area di intervento sono presenti le formazioni della Serie Toscana e del flysch, afferenti ai Monti di Manciano – la Campigliola, ovvero le formazioni più antiche affioranti nell'area di intervento (Figura 2.1.b). Questi rappresentano nel quadro tettonico regionale degli alti strutturali, bordati da faglie dirette ad alto angolo, a direzione appenninica.

Le caratteristiche morfologiche dell'area in esame, sono fortemente condizionate dalla natura delle rocce affioranti e dai processi, endogeni ed esogeni, che si sono succeduti ed avvicinati.

Le forme del rilievo sono strettamente connesse alla natura argillitica dei depositi neogenici e delle piroclastiti.

La morfologia dell'area di studio è sub-pianeggiante con pendii dolci, con quote variabili da 103 a 75 m.s.l.m. caratterizzata dalla presenza di incisioni vallive poco pronunciate, che raccolgono le acque meteoriche durante gli eventi piovosi principali.

2.1.1

ASSETTO GEOLOGICO DELL'AREA DI STUDIO

In Figura 2.1.1.a e in Figura 2.1.1.b si riporta uno stralcio dalla Carta Geologica Regionale alla scala 1:10.000 dalla cui consultazione emerge che gli interventi si collocano su depositi di diversa età ed origine.

La successione stratigrafica che caratterizza l'area di studio può essere schematizzata come segue, in ordine dai depositi più recenti:

Depositi Olocenici:

- bna: Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali);
- ea: Depositi lacustri, lagunari, palustri, torbosi e di colmata indifferenziati.

Depositi del Pleistocene Medio-Superiore:

- f1b: Travertini e calcari continentali;
- bnb: Depositi alluvionali terrazzati (Ghiaie, sabbie e limi dei terrazzi fluviali);
- e3b: Depositi palustri.

Rocce magmatiche ed epiclastiche:

- PIR: Piroclastiti di colore variabile di Bolsena-Latera (Cineriti della Badia di Collesalveti). Nella carta geologica d'Italia in scala 1:100.000, Foglio 136 "Tuscania", sono descritte come: "sabbie

più o meno argillose, conglomerati gialli e rossastri ed argille (in facies marina e luoghi salmastra) con materiale vulcanico” (Pleistocene-Olocene).

Figura 2.1.1.a Estratto della Carta Geologica Regionale della Regione Toscana (scala 1:10.000). L'area delimitata dal rettangolo blu è riportata in Figura 2.1.1.b

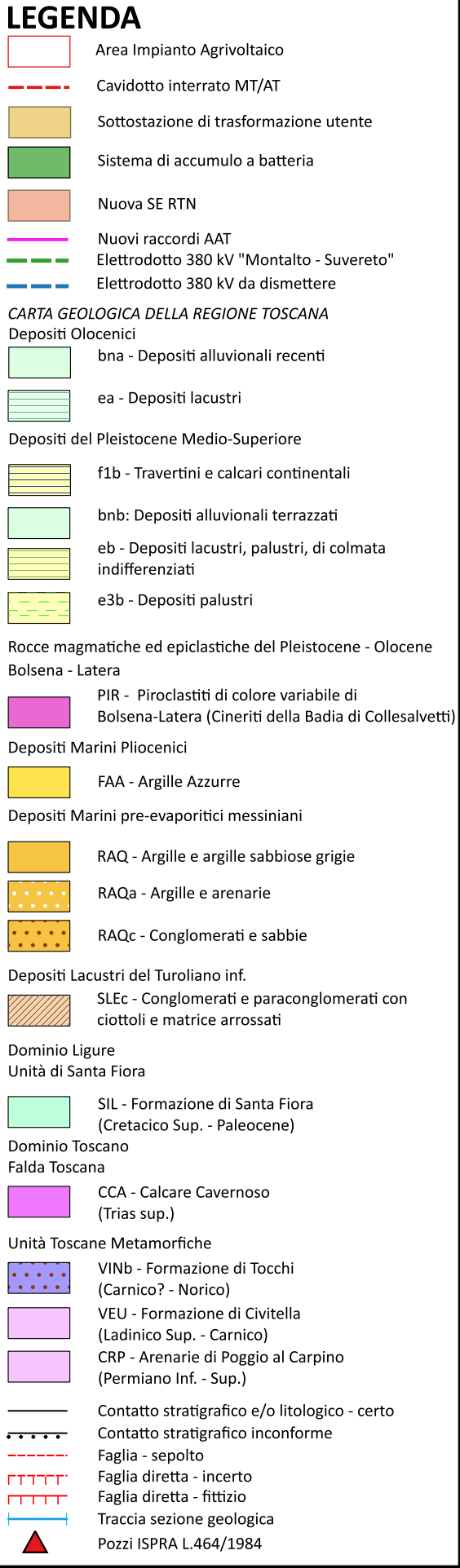
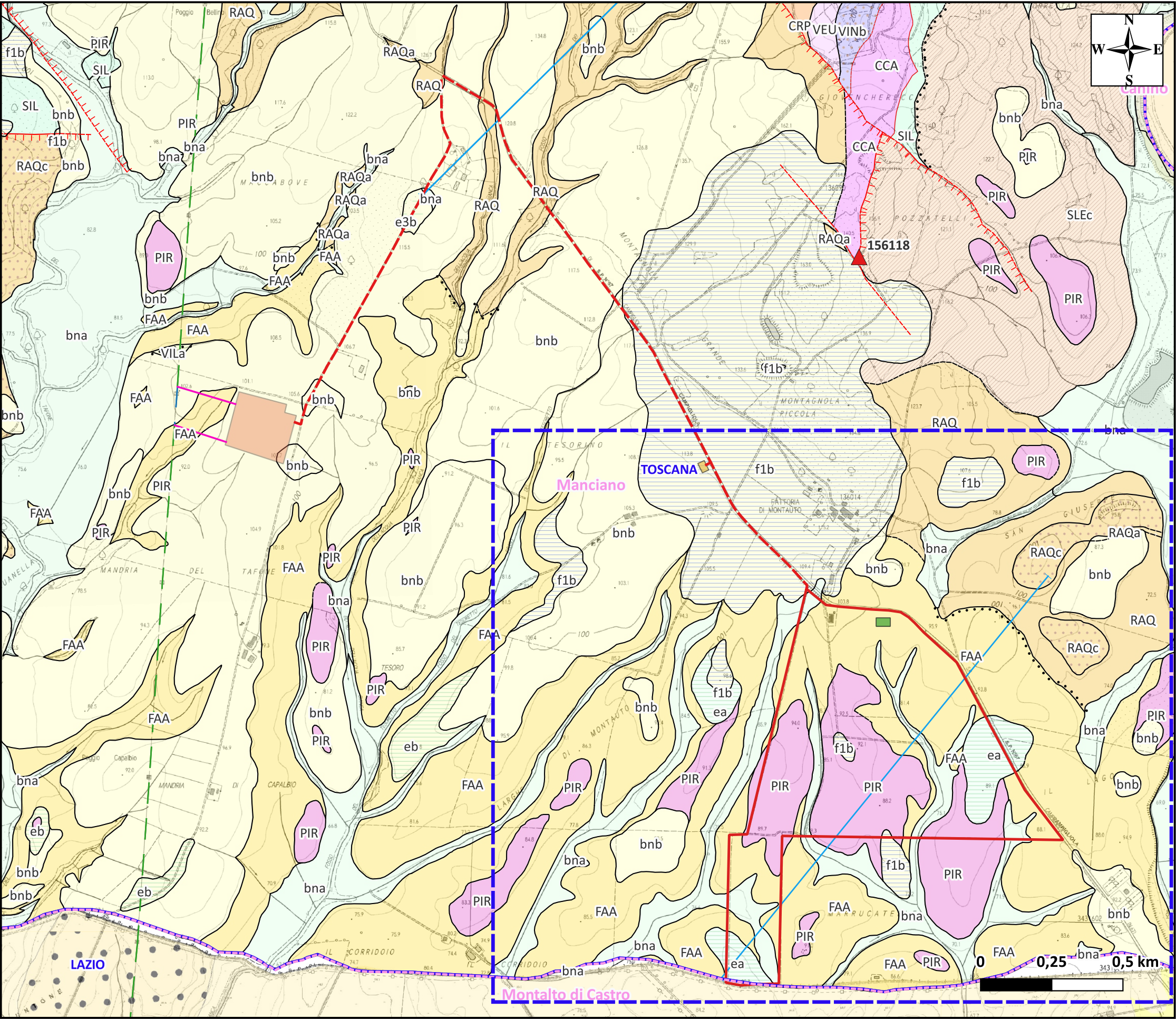
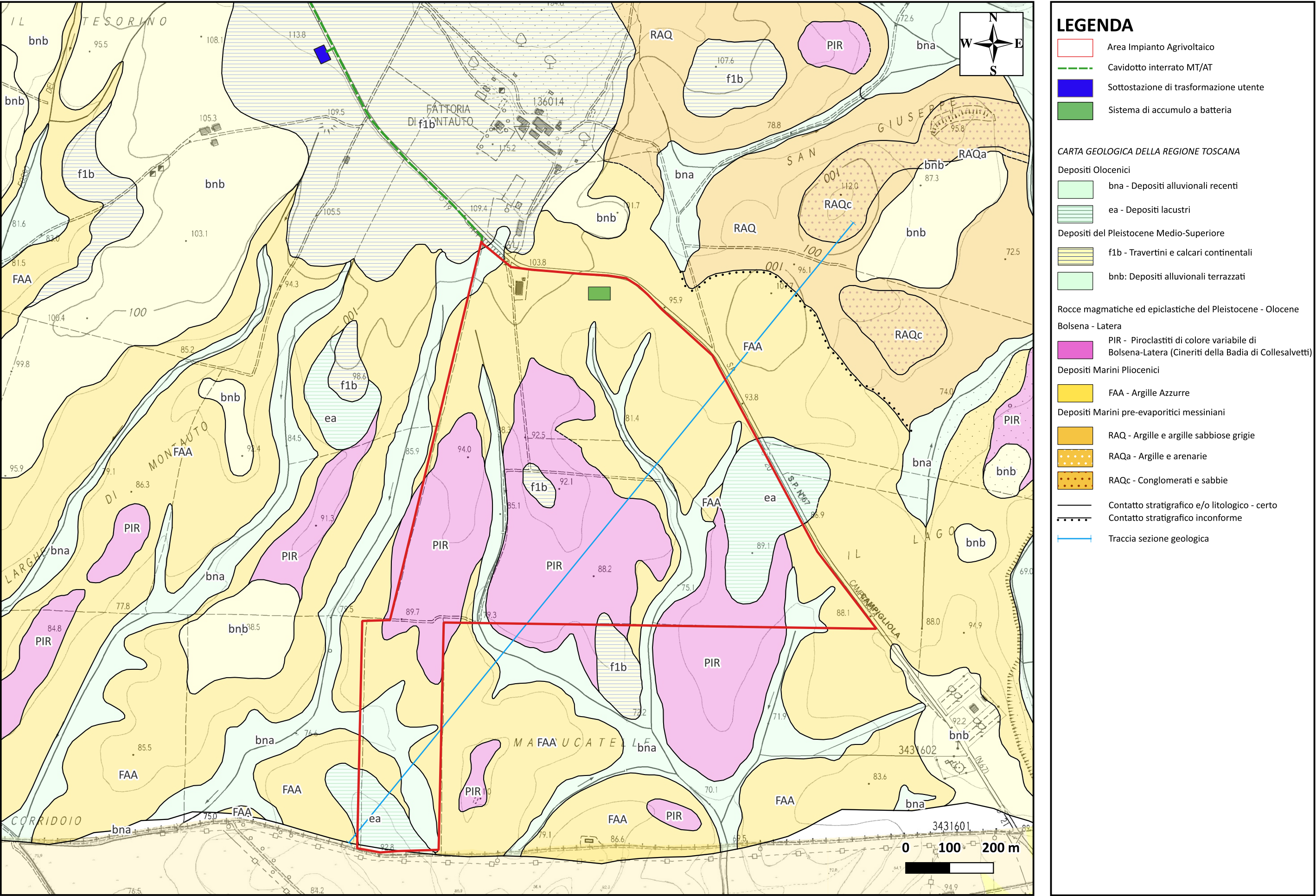


Figura 2.1.1.b Zoom di Figura 2.1.1.a sulle opere principali - Estratto Carta Geologica Regionale (scala 1:10.000)



Depositi Marini Pliocenici:

- FAA: Argille Azzurre (Argille e argille siltose grigio-azzurre localmente fossilifere).

Depositi Marini pre-evaporitici messiniani:

- RAQ: Argille e argille sabbiose grigie;
- RAQa: Argille e arenarie;
- RAQc: Conglomerati e sabbie.

Dalla visione della Carta Geologica Regionale, nell'area dell'impianto agrivoltaico affiorano le Argille Azzurre (FAA), i travertini pleistocenici ("f1b"), le piroclastiti ("PIR"), i depositi palustri ("e3b") e le alluvioni recenti ("bna").

Il cavidotto interrato interessa lungo il suo percorso i travertini pleistocenici ("f1b"), i depositi alluvionali terrazzati ("bnb"), i depositi del messiniano ("RAQ") ed una piccola lente di depositi palustri ("e3b").

La sottostazione di utenza SSU è localizzata in corrispondenza dei travertini pleistocenici ("f1b"), mentre la SE della RTN ed i relativi raccordi AAT sono ubicati in corrispondenza dell'affioramento dei depositi alluvionali terrazzati ("bnb").

Nell'immagine seguente (Figura 2.1.1.c), sono ben riconoscibili gli affioramenti di Argille Azzurre ("FAA") nell'area di intervento, caratterizzate dal colore grigio-azzurro dei depositi.



Figura 2.1.1.c

Ortofoto dove è ben visibile la presenza delle Argille Azzurre nell'area di intervento (da Geoscopio Regione Toscana).

La stratigrafia prevista nell'area oggetto di studio, è riassunta nella sezione geologica schematica riportata nella figura seguente (Figura 2.1.1.d), tratta dal Progetto CARG della Regione Toscana, la cui traccia è riportata in Figura 2.1.1.b.

Al di sotto delle alluvioni recenti ("bna") in corrispondenza dei corsi d'acqua e dei depositi vulcanici pleistocenici ("PIR"), sono presenti le argille plioceniche ("FAA", Argille Azzurre) ampiamente esposte nell'area in esame. Lo spessore esatto dei depositi vulcanici non è direttamente stimabile in quanto non sono presenti dati diretti nell'area di intervento.

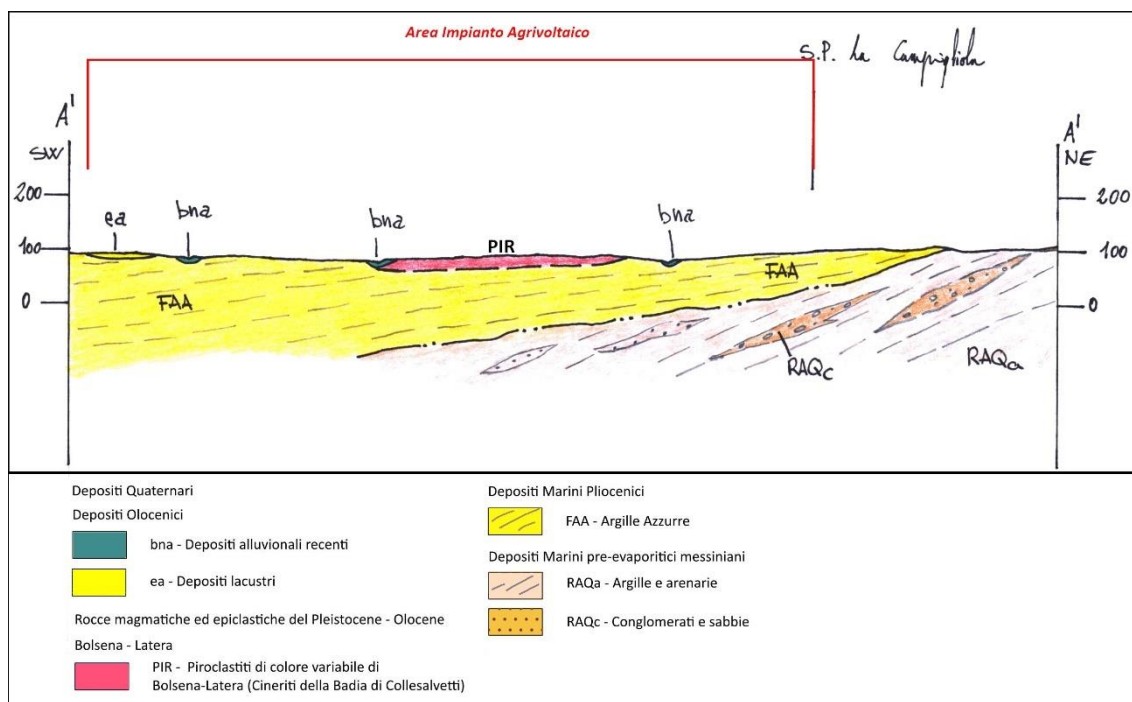


Figura 2.1.1.d

Sezione Geologica nell'area oggetto di intervento (da Progetto CARG Regione Toscana, con modifiche). La traccia è riportata in Figura 2.1.1.b

Nelle immagini che seguono si riportano alcune foto dei luoghi:



Figura 2.1.1.e *Particolare dell'area di progetto.*



Figura 2.1.1.f *Particolare dell'area di progetto.*

2.2

ASSETTO GEOMORFOLOGICO E DISSESTI

L'aspetto morfologico dell'area di progetto è legato sia alle caratteristiche litologiche delle formazioni affioranti, sia agli eventi tettonici che hanno influenzato i caratteri evolutivi e le forme delle strutture.

La morfologia generale è variabile e dominata dalla presenza di un'ampia morfologia sub pianeggiante con dolci colline impostata sui depositi neogenici argillitici, alle cui spalle sono presenti i rilievi su cui affiorano le formazioni afferenti alla Serie Toscana ed ai Flysch.

Un altro elemento morfologico molto importante è legato al vulcanismo pleistocenico che ha plasmato una vasta area ad Est di quella di progetto, costituita da un plateau vulcanico sub-pianeggiante. Il plateau, con morfologia dolcemente ondulata, è solcato da numerosi alvei torrentizi, ad andamento prevalente Nord-Est verso Sud-Ovest, che si innestano su una superficie a pendenza generalmente modesta, localmente interrotta dai versanti acclivi presenti in prossimità delle incisioni di corsi d'acqua minori.

I principali corsi d'acqua presenti nell'area di intervento sono il Fiume Fiora ed il Fosso del Tafone, che si estendono in direzione Nord-Sud.

L'area di impianto, in cui saranno installati i moduli fotovoltaici, gli inverter e la batteria di accumulo, è caratterizzata da quote variabili tra 75 e 103 m.s.l.m., con una pendenza massima del 12 % in aree molto ristrette prossime agli impluvi qui presenti, mentre la pendenza generale dell'area è compresa tra il 3 e il 6 %.

La SSU di progetto è ubicata ad una quota di circa 113 m.s.l.m., mentre la SE della RTN ad una quota di 102,7 m.s.l.m..

Al fine di verificare la presenza di dissesti nell'area interessata dalle opere di progetto è stata consultata la cartografia del PAI del Bacino Interregionale del Fiume Fiora (il più prossimo all'area di intervento, anche se di fatto l'area di progetto risulta esterna ad atti di pianificazione settoriale), il catalogo degli eventi di piena storici del Progetto Aree Vulnerabili Italiane (AVI), l'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI), la Banca Dati Geomorfologica della Regione Toscana, ed il Piano Strutturale del Comune di Manciano (GR).

Dalla consultazione di questi documenti e Piani risulta che l'area interessata dalle opere è in generale caratterizzata da stabilità geomorfologica (si veda Figura 2.2.a).

In particolare:

- le aree a pericolosità geomorfologica individuate sulla cartografia del PAI risultano esterne a tutte le opere in progetto;

- dall'analisi delle schede allegate al progetto AVI è stata riscontrata l'assenza storica di dissesti nelle aree interessate dagli interventi in progetto;
- è presente una piccola frana per scivolamento quiescente all'interno dell'area dell'impianto agrivoltaico cartografata nella banca dati del Progetto IFFI;
- la stessa frana, unita ad una seconda sempre di modesta entità, sono cartografate dalla Regione Toscana nel Database Geomorfologico (descritte come "frane quiescenti per colamento"); per quanto riguarda il cavidotto interrato, questo interessa marginalmente una frana quiescente a movimento complesso. Si precisa che le frane appena descritte presenti nel Database Geomorfologico risultano, come specificato anche dagli autori, non verificate;
- nel Piano Strutturale del Comune di Manciano, l'intera area dell'impianto agrivoltaico (dove saranno installati i moduli fotovoltaici, gli inverter e la batteria di accumulo) ricade in aree classificate a pericolosità da media (G.2) a bassa (G.1); la nuova SSU ricade in un'area classificata a pericolosità media (G.2); il tracciato dell'elettrodotta insiste su aree a diversa pericolosità geomorfologica, ma trattandosi di un'opera interrata che corre lungo strade esistenti, non andrà in alcun modo a gravare sulla stabilità dei versanti; infine la SE della RTN ricade in un'area classificata a pericolosità bassa (G.1) (Figura 2.2.b).

Dall'analisi della cartografia del Vincolo Idrogeologico consultabile sul servizio Geoscopio della Regione Toscana è emerso che il tratto finale del cavidotto interrato e la SE della RTN ricadono in un'area soggetta a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923, per cui la presente relazione costituisce la documentazione necessaria all'ottenimento del nullaosta al suddetto vincolo.

Per la realizzazione del cavidotto, i movimenti di terra corrispondono alle opere di scavo necessarie alla posa in opera del cavidotto e successivo reinterro con lo stesso materiale precedentemente scavato, i quali risultano estremamente contenuti, senza aggravio dei carichi in superficie né tantomeno modifica della morfologia e relativo deflusso superficiale e profondo delle acque.

Figura 2.2.a Carta della Pericolosità Geomorfológica da: Banca Dati IFFI; Database Geomorfológico Regione Toscana; PAI FIORA

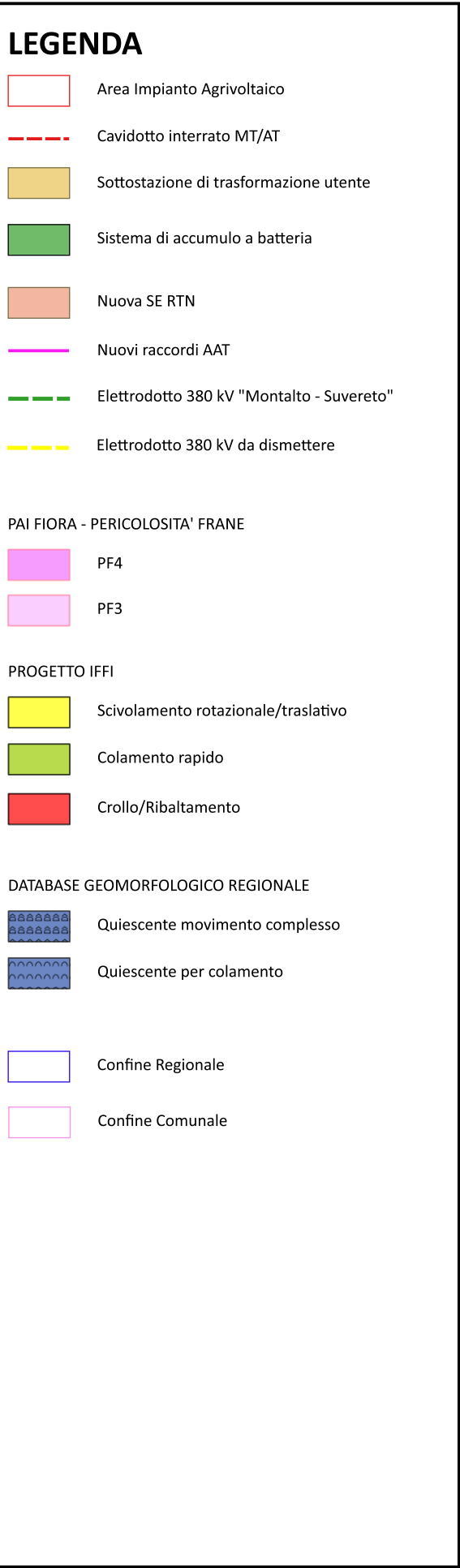
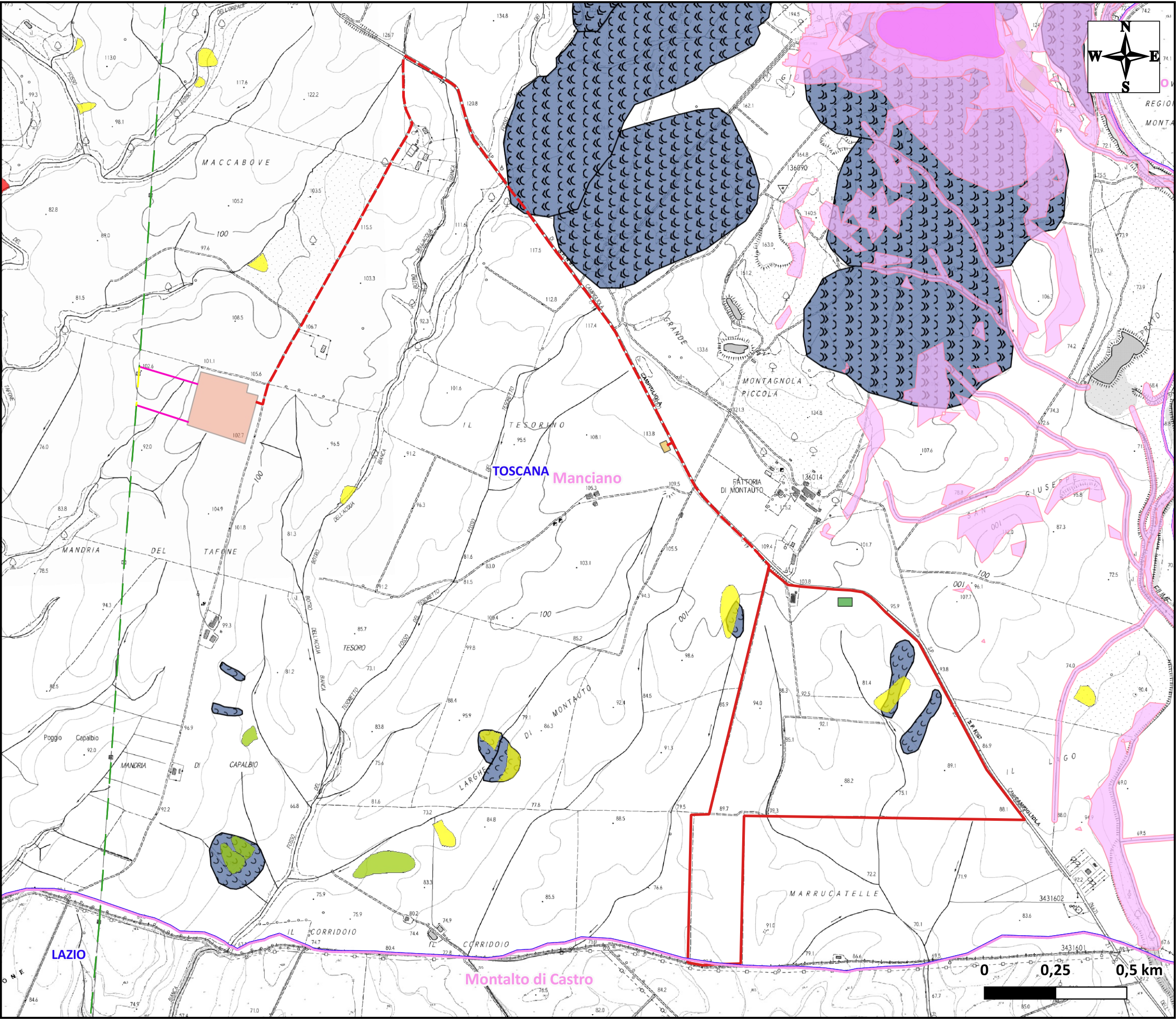
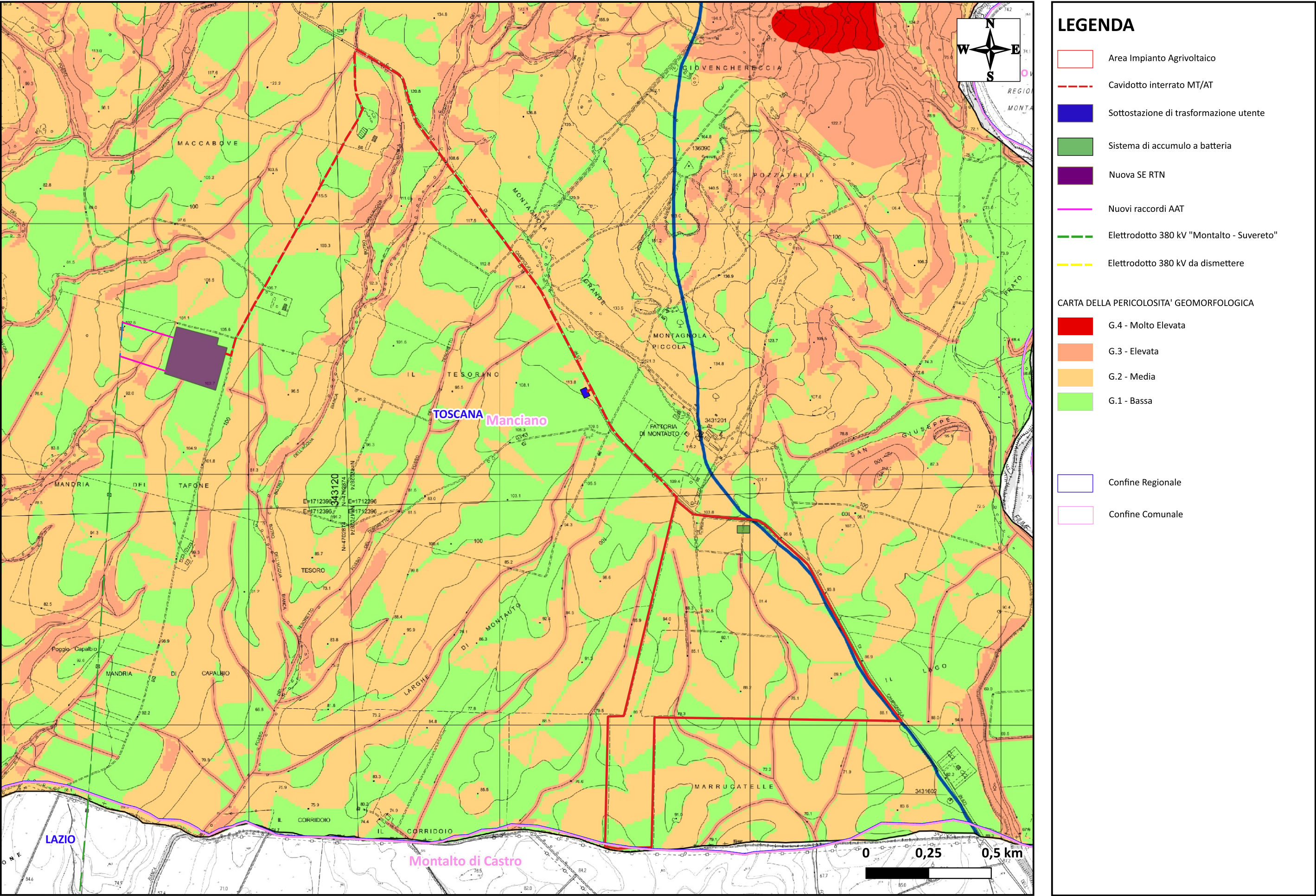


Figura 2.2.b Estratto della Carta della Pericolosità Geomorfologica dal Piano Strutturale del Comune di Manciano (GR)



2.3 ASSETTO IDROLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Le opere in progetto rientrano all'interno del Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale. Per quanto riguarda il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), la situazione pianificatoria non è chiara, in quanto l'area in esame risulta esclusa sia dalla pianificazione dei Bacini Laziali, la cui cartografia si ferma al confine regionale del Lazio, sia dalla pianificazione del Bacino Interregionale del Fiume Fiora. L'area interessata dall'istallazione dell'impianto agrivoltaico e delle opere accessorie è esterna al perimetro del Bacino del Fiume Fiora in s.s., ricadendo nel bacino secondario del Fiume Tafone, anche se l'area di intervento sembrerebbe comunque far parte della Unit of Management (UoM) del Bacino del Fiume Fiora, la cui cartografia è la più prossima all'area di intervento.

L'area in esame risulta esterna a qualsiasi atto di pianificazione settoriale, quali PAI e PGRA, sia relativamente al Bacino Interregionale del Fiume Fiora sia dei Bacini Laziali.

Il sito in progetto è ubicato in destra orografica del Fiume Fiora il quale è localizzato a circa 800 metri in direzione Est, rispetto alle opere da realizzare. In questa zona sono presenti dei corsi d'acqua afferenti al reticolo idrografico secondario a carattere stagionale, che risultano fortemente influenzati dall'andamento delle precipitazioni. I corsi d'acqua sono tutti verosimilmente impostati in corrispondenza di elementi tettonici.

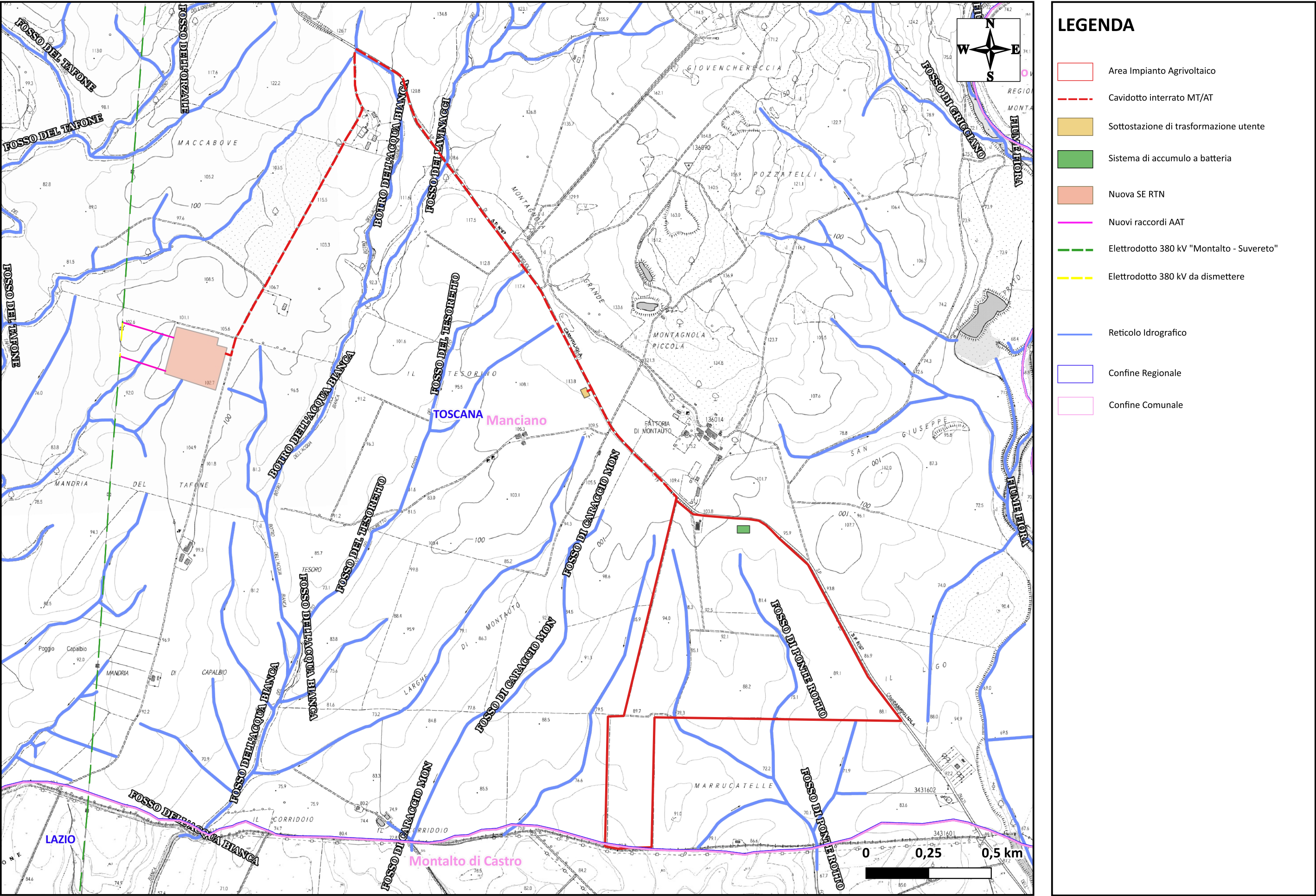
In Figura 2.3.a sono riportati i corpi idrici superficiali presenti nell'area di interesse.

All'interno dell'area interessata dall'istallazione dell'impianto agrivoltaico sono presenti i seguenti corsi d'acqua:

- Fosso di Ponte Rotto;
- Fosso senza nome (TS77767).

Le opere in progetto saranno istallate a 10 metri dalle sponde dei corsi d'acqua secondo la normativa vigente (Regio Decreto 8 maggio 1904 n. 368).

Figura 2.3.a Corpi Idrici superficiali in prossimità delle opere principali



Procedendo da Est verso Ovest (Figura 2.3.a), i corsi d'acqua più prossimi alle opere in progetto (esclusi quelli già elencati interni all'area dell'impianto agrivoltaico) sono:

- Fiume Fiora;
- Fosso senza nome (TS77721);
- Fosso senza nome (TS77823);
- Fosso senza nome (TS77722);
- Fosso senza nome (TS77707);
- Fosso senza nome (TS77475);
- Fosso senza nome (TS77426);
- Fosso senza nome (TS77510);
- Fosso senza nome (TS77843);
- Fosso senza nome (TS77831);
- Fosso di Caraccio Mon;
- Fosso senza nome (TS77762);
- Fosso senza nome (TS77453);
- Fosso del Tesoretto;
- Fosso dei Lavinacci;
- Botro dell'Acqua Bianca;
- Fosso senza nome (TS77293);
- Fosso senza nome (TS77234);
- Fosso senza nome (TS77522);
- Fosso senza nome (TS77601);
- Fosso dell'Orzale;
- Fosso dei Pratacci;
- Fosso del Tafone.

Per quanto riguarda le opere di connessione elettrica, dalla medesima figura si può osservare che il cavidotto interrato lungo il suo sviluppo attraversa i seguenti corsi d'acqua:

- Fosso dei Lavinacci;
- Botro dell'Acqua Bianca.

Per quanto riguarda le modalità di attraversamento dei corsi d'acqua si rimanda alla documentazione progettuale.

Al Piano Strutturale del Comune di Manciano è allegata la "Carta delle aree allagabili" (redatta ai sensi del DPGRT 26/R/07), dove vengono individuate *"le aree potenzialmente inondabili in prossimità dei corsi d'acqua di cui all'elenco allegato che possono essere necessarie per gli eventuali interventi di regimazione idraulica tesa alla messa in sicurezza degli insediamenti. Tale ambito corrisponde alle aree a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a due metri sopra il piede esterno d'argine o, in mancanza, il ciglio di sponda. Il limite esterno di tale ambito è determinato dai punti di incontro delle perpendicolari all'asse del corso d'acqua con il terreno alla*

quota altimetrica come sopra individuata e non potrà comunque superare la distanza di metri lineari 300 dal piede esterno dell'argine o dal ciglio di sponda"

In corrispondenza dell'area dell'impianto agrivoltaico sono presenti aree allagabili classificate come "Area di Fondovalle", che all'interno del P.S. sono definite come *"vaste porzioni di territorio, anche lontane dai principali corsi d'acqua, che hanno probabilità di essere allagate a causa di molteplici fattori quali, la mancanza di drenaggio oppure, la concentrazione dei deflussi alla base dei versanti"*.

Direttamente correlabile con la mappa delle aree allagabili è la "Carta delle aree a pericolosità idraulica" (redatta ai sensi del DPGRT 26/R/07), dove, negli stessi areali individuati nella precedente cartografia, vengono invece indicati i diversi livelli di pericolosità idraulica (Figura 2.3.d). All'interno dell'area dell'impianto agrivoltaico la maggior parte delle aree individuate a pericolosità idraulica ricade nella classe I.3 (pericolosità idraulica elevata) e solo piccole aree risultano classificate I.2 (pericolosità idraulica media).

Al fine di valutare la compatibilità idraulica delle opere da realizzare, è stata redatta apposita Relazione Idrologica per la verifica dell'effettiva estensione delle aree potenzialmente allagabili con Tempo di Ritorno (TR) pari a 200 anni (si veda documento AV.MAN.DE.CI.R.004), di cui di seguito si riporta una sintesi.

Per tale verifica è stata effettuata una modellazione 2D con il codice di calcolo HEC-RAS che ha restituito in prima battuta la perimetrazione delle aree allagabili con tempo di ritorno pari a 200 anni (Figura 2.3.b). Di tale elaborazione si è tenuta conto per la definizione del layout di impianto previsto a progetto.

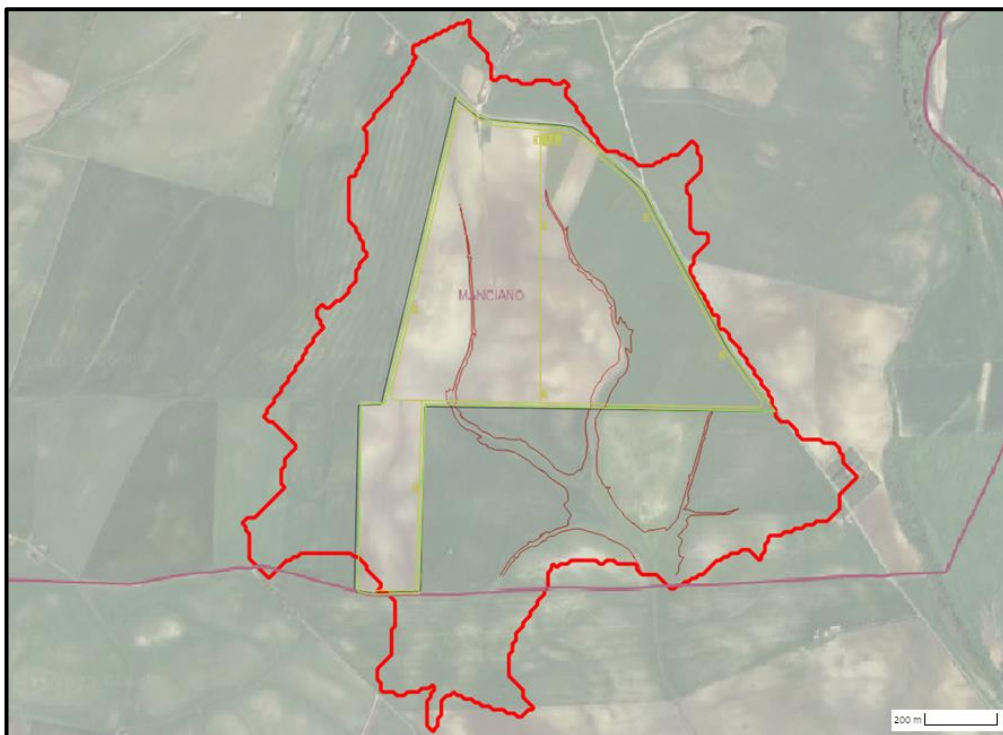


Figura 2.3.b Aree allagabili allo stato attuale con TR=200 anni.

Di seguito, si riporta la cartografia relativa alle aree allagabili allo stato di progetto con TR=200 anni (Figura 2.3.c), da cui si evince che le zone che presentano una profondità della lama d'acqua pari o superiore a 0.5 m sono limitate a fasce prossime agli assi dei corsi d'acqua presenti sull'impianto, ricalcando di fatto le previsioni svolte con l'analisi dello stato attuale (Figura 2.3.b).

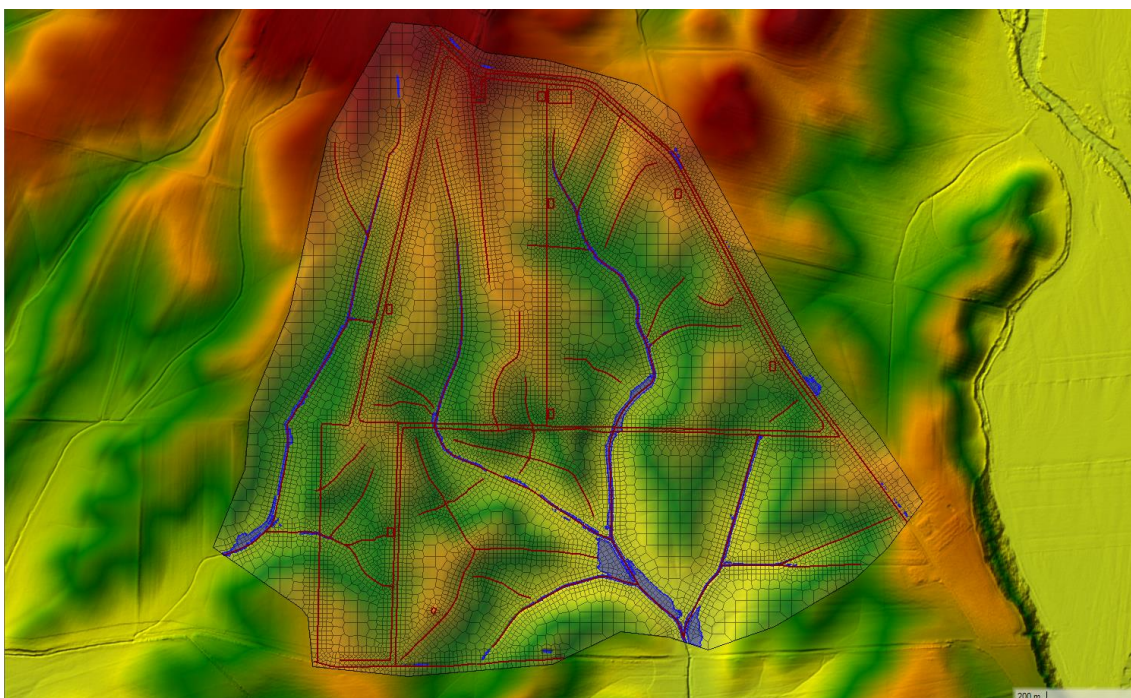


Figura 2.3.c **Aree allagabili allo stato di progetto con TR=200 anni e battente superiore a 50 cm.**

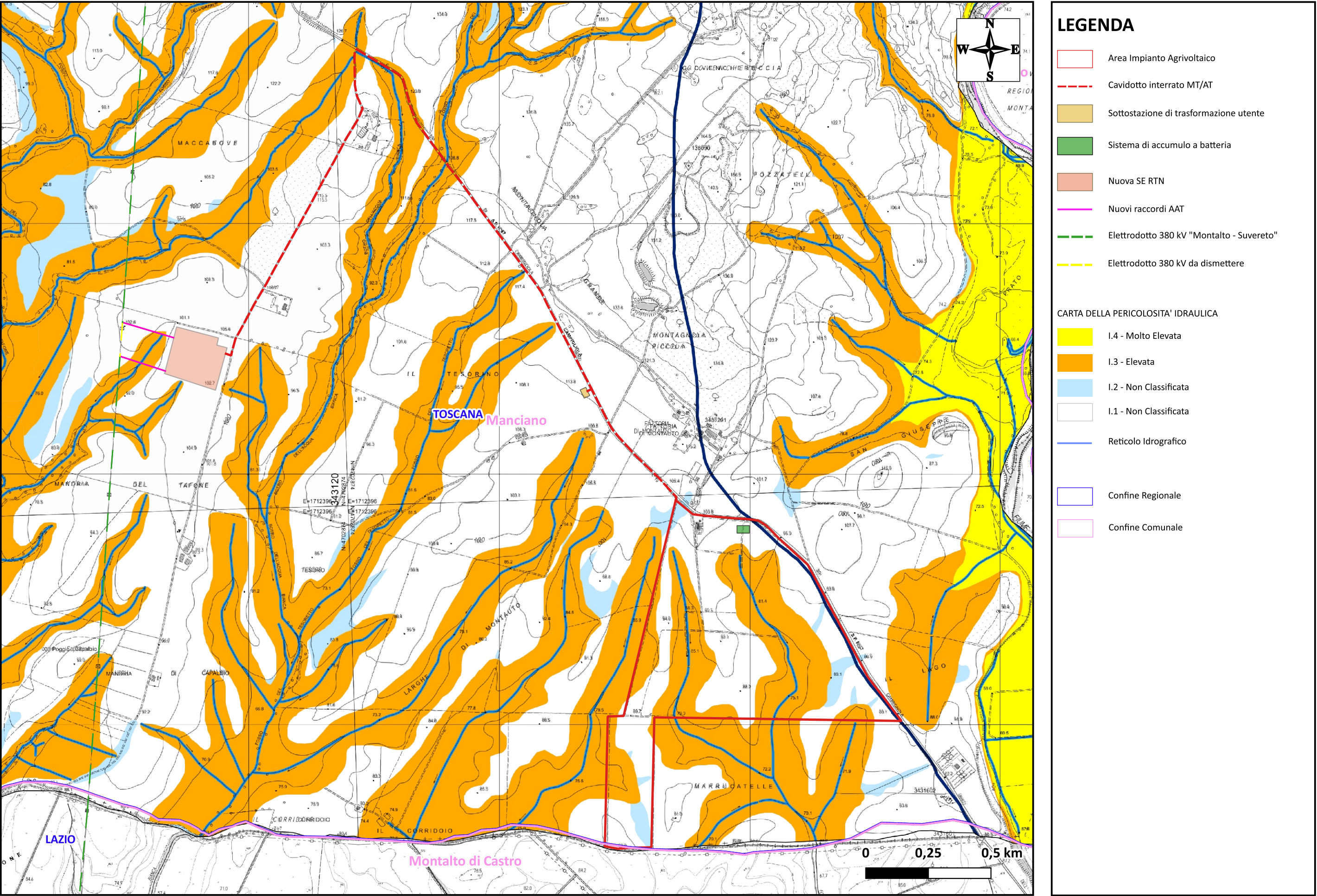
I risultati ottenuti dallo studio mostrano sostanzialmente che lo scenario considerato è caratterizzato da un deflusso generalmente concentrato in corrispondenza del reticolo idrografico, seguendo le naturali pendenze del terreno, considerate anche le pendenze che caratterizzano le aste idrauliche di riferimento. In particolare si rileva che le sezioni indagate risultano in grado di smaltire sufficientemente le portate in arrivo, senza particolari rischi sul territorio circostante e con aree esondabili di ampiezza contenuta e limitata alle zone prossime ai corsi stessi.

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione idrologica e di compatibilità Idraulica (documento AV.MAN.DE.CI.R.004).

Lungo il tracciato dell'elettrodotto interrato sono presenti corsi d'acqua afferenti al reticolo idrografico minore classificate come I.3 (pericolosità idraulica elevata). Per queste ultime, si ricorda che il tracciato dell'elettrodotto corre lungo la viabilità esistente e che questo sarà interamente interrato, anche in corrispondenza delle aste fluviali del reticolo minore, per le quali è previsto un attraversamento in sotterraneo, che non crea quindi ostacolo in caso di un eventuale piena, non andando quindi in nessun modo ad aumentare il rischio idraulico della zona.

La nuova SSU, la nuova SE della RTN e la batteria di accumulo sono ubicate al di fuori di aree a pericolosità idraulica.

Figura 2.3.d Estratto della Carta della Pericolosità Idraulica dal Piano Strutturale del Comune di Manciano (GR)



Dal punto di vista idrogeologico, è stata consultata la “Carta Idrogeologica e delle aree con problematiche idrogeologiche ai sensi del DPGRT 26/R/07” del Piano Strutturale (PS) del Comune di Manciano. Alle litologie affioranti nella Carta Geologica di Figura 2.1.1.a è stata assegnata una permeabilità sulla base dei litotipi prevalenti. All’interno dell’impianto agrivoltaico le permeabilità attribuite alle litologie affioranti sono (Figura 2.3.e):

- AF: permeabilità elevata per fratturazione, assegnata ai travertini pleistocenici (“f1b”), i quali però nell’area di intervento occupano un’area limitata a soli 0,5 ettari;
- BP: permeabilità bassa per porosità, assegnata ai depositi palustri olocenici (“ea”);
- MP: permeabilità media per porosità, assegnata ai depositi alluvionali (“bna”) e alle piroclastiti (“PIR”);
- MBP: permeabilità molto bassa per porosità, assegnata alle argille plioceniche (“FAA”).

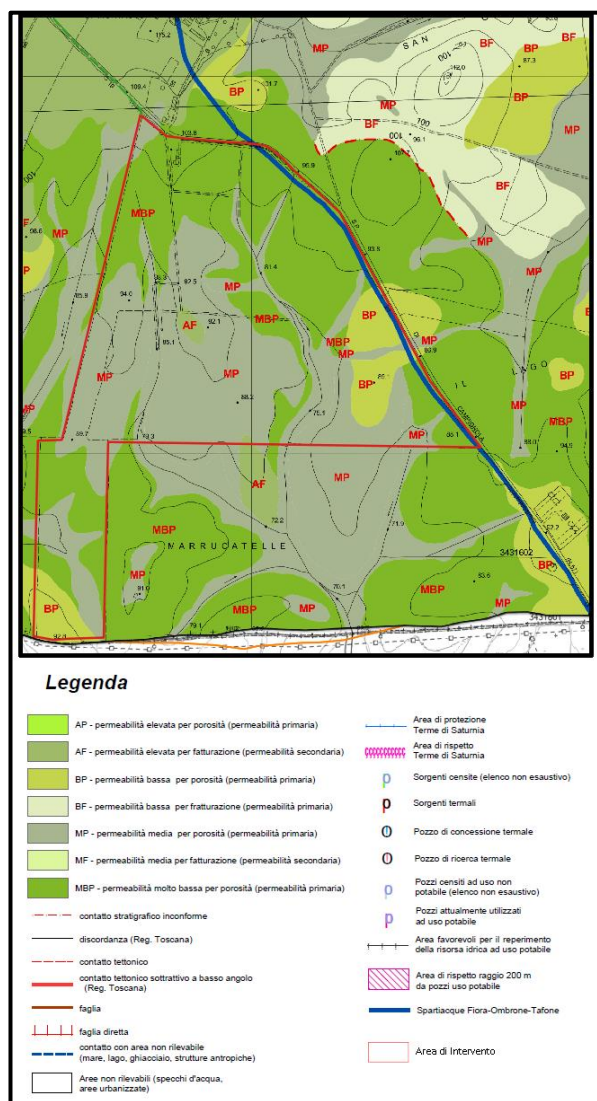


Figura 2.3.e

Estratto della “Carta Idrogeologica e delle aree con problematiche idrogeologiche ai sensi del DPGRT 26/R/07” del Piano Strutturale del Comune di Manciano, zoom sull’area dell’impianto agrivoltaico.

Nella Carta Idrogeologica del Piano Strutturale (Figura 2.3.f) non sono riportate sorgenti in un raggio di 5 km dalle opere in progetto. E' segnalata la presenza di un pozzo (per scopi non idropotabili) a Nord dell'area dell'impianto agrivoltaico, in corrispondenza della placca di travertino qui affiorante, a circa 1,3 km di distanza, di cui però non sono riportate altre informazioni.

È stato inoltre consultato l'archivio nazionale delle indagini di sottosuolo (Legge 464/1984) che ha consentito di individuare l'ubicazione dei pozzi per acqua censiti dall'ISPRA con profondità maggiore di 30 m.

L'unico pozzo censito nelle vicinanze dell'area di intervento (identificato con il codice 156118, la cui ubicazione è visibile in Figura 2.1.1.a e Figura 2.3.f), localizzato a circa 1,1 km in direzione Nord rispetto all'impianto agrivoltaico, ha raggiunto la profondità di 60 metri, ma non ha rinvenuto la falda nei livelli conglomeratici presenti a fondo foro. Nella tabella di seguito se ne riporta la stratigrafia.

Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Descrizione litologica
0	6	6	Terreno agricolo marrone argilloso-limoso
6	30	24	Roccia calcarea molto fratturata e fetida alla percussione
30	60	30	Conglomerato siliceo argilloso con filladi grigio scuro

Tabella 2.3.a *Stratigrafia Pozzo ISPRA (codice 156118)*

Si evidenzia che la stratigrafia del pozzo ISPRA 156118 è influenzata dalla presenza in affioramento della Falda Toscana e delle Unità metamorfiche, essendo ubicato in prossimità dei Monti di Manciano-Campigliola, mentre l'area di studio è collocata all'interno di un bacino sedimentario pliocenico.

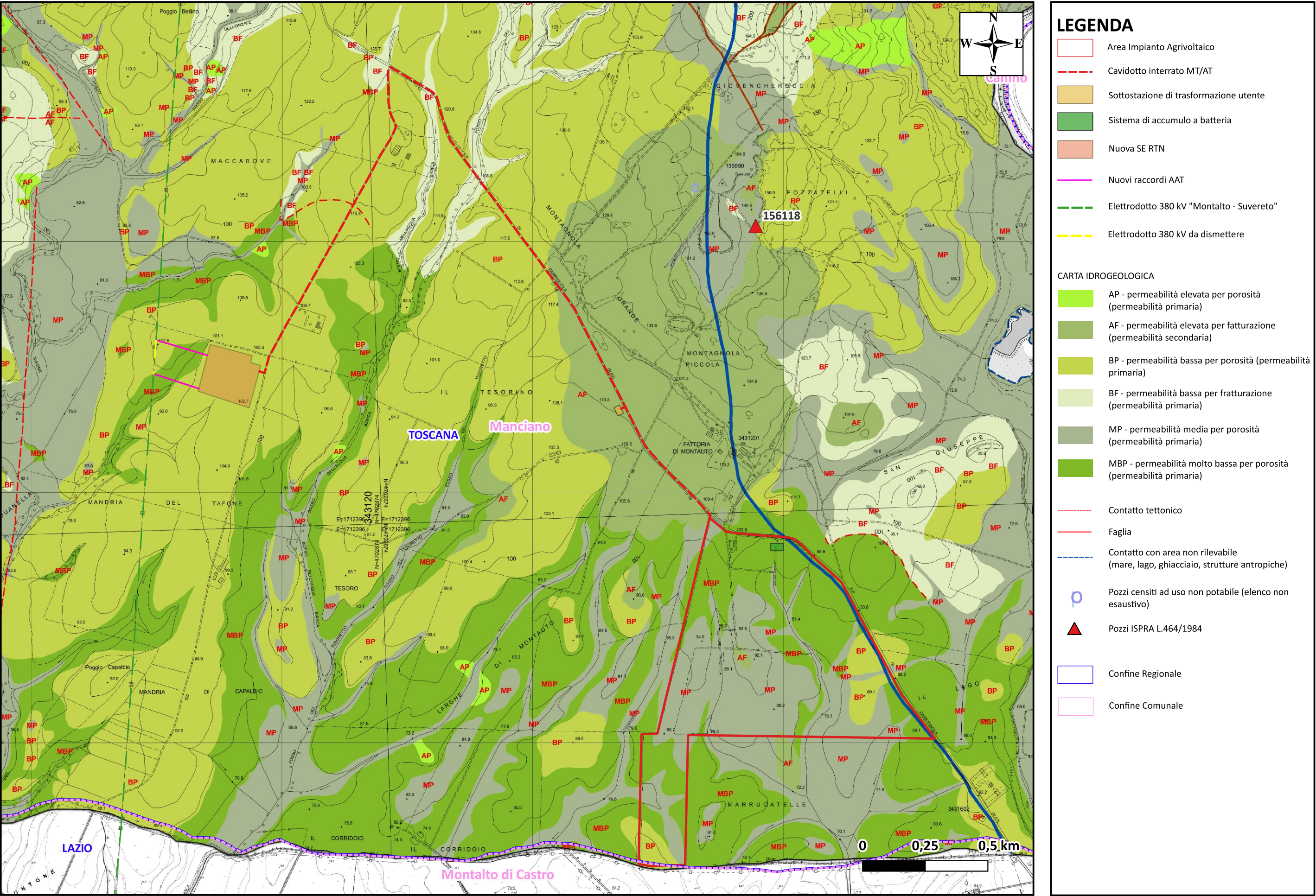
E' stata infine consultata la "Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio" (scala 1:100.000), Foglio 4, per quanto riguarda il territorio immediatamente a Sud delle opere in progetto. La Carta mostra la presenza di acquiferi alluvionali a bassa permeabilità, in cui la falda è rinvenuta a 60 metri di profondità, in alluvioni ghiaiose, sabbiose ed argillose.

Dalle informazioni reperite, è possibile affermare che:

- vista la bassa permeabilità delle litologie affioranti e la presenza delle stesse nel sottosuolo (Argille Azzurre),
- vista l'assenza di sorgenti e di captazioni antropiche,
- vista la "Carta Idrogeologica del territorio della Regione Lazio" (scala 1:100.000), Foglio 4, per quanto riguarda il territorio posto immediatamente a Sud dell'area oggetto di studio,

si può ragionevolmente affermare che nell'area di studio non è presente una falda superficiale.

Figura 2.3.f Estratto della “Carta Idrogeologica e delle aree con problematiche idrogeologiche ai sensi del DPGRT 26/R/07” del Piano Strutturale del Comune di Manciano



3 **MODELLAZIONE SISMICA**

Con Deliberazione GRT n.421 del 26/05/2014 è stato approvato un aggiornamento della classificazione sismica regionale, relativo all'Allegato 1 (elenco dei comuni) e all'Allegato 2 (mappa) della Deliberazione GRT n. 878 dell'8 ottobre 2012.

L'aggiornamento è derivato dalla fusione di 14 comuni toscani, con conseguente istituzione dal 01/01/2014 di 7 nuove amministrazioni comunali.

Contestualmente agli aggiornamenti di cui sopra, la Deliberazione GRT n.421/2014 ha determinato la cessazione d'efficacia della Deliberazione GRT n.841 del 26/11/2007 "Approvazione dell'elenco aggiornato dei comuni a maggior rischio sismico della Toscana". La progressiva riduzione negli ultimi 10 anni dei comuni classificati in zona sismica 2 e il corrispondente aumento del numero di comuni inseriti nell'elenco dei Comuni a Maggior Rischio Sismico della Toscana, ha fatto venir meno le condizioni per mantenere all'interno della zona sismica 2 la distinzione dei Comuni a Maggior Rischio Sismico.

Questa operazione, inoltre, è stata ritenuta opportuna poiché i moderni criteri nazionali di stima della pericolosità sismica (O.P.C.M. 3519/2006 e NTC 2008), peraltro già recepiti dal 2012 nella classificazione sismica regionale, consentono la determinazione puntuale di tale parametro (approccio "sito-dipendente"), permettendo in tal modo di discriminare a livello regionale le aree a maggior pericolosità sismica.

In Figura 3.a si riporta uno stralcio della classificazione sismica della Regione Toscana.

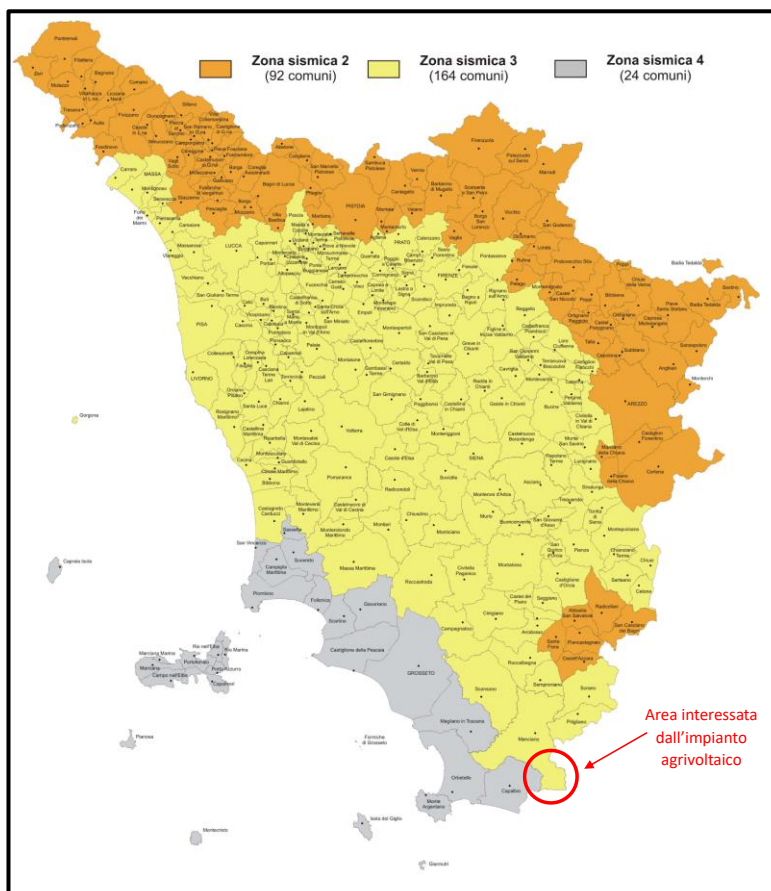


Figura 3.a *Mapa di aggiornamento della classificazione sismica della Regione Toscana (Deliberazione GRT n.421/2014)*

Come visibile dalla figura il Comune di Manciano (GR) è classificato come Zona 3 (Zona con pericolosità sismica media). Le zone sismiche sono suddivise sulla base del valore dell'accelerazione orizzontale massima (a_g) su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni. La Zona sismica 3 indica una accelerazione orizzontale compresa tra 0,05 e 0,15g.

Con l'entrata in vigore della nuova normativa sismica (D.M. 17/01/2018), le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire da una "pericolosità sismica di base" dei siti di costruzione che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

L'azione sismica di progetto, in base alla quale valutare il rispetto dei diversi "stati limite" presi in considerazione, viene definita partendo dalla "pericolosità di base" del sito di intervento che rappresenta l'elemento essenziale di conoscenza per la determinazione dell'azione sismica.

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che in un fissato lasso di tempo, in un detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. In base a quanto riportato nelle NTC, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "periodo di riferimento" VR , legato alla "vita nominale" dell'edificio in progetto VN ($VR = VN \times Cu$ dove Cu è il

coefficiente d'uso legato alla categoria dell'edificio), e la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" **PVR**.

I caratteri del moto sismico sul sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti dalla distribuzione sul territorio nazionale delle seguenti grandezze, sulla base delle quali sono compiutamente definite le forme spettrali per la generica **PVR**.

- **ag** = accelerazione massima al sito;
- **Fo** = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **TC*** = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Il valore di **ag** viene desunto direttamente dalla pericolosità di riferimento, attualmente fornita dall'INGV, mentre **Fo** e **TC*** vengono calcolati in modo che gli spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento forniti dalle NTC approssimino al meglio i corrispondenti spettri di risposta elastici in accelerazione, velocità e spostamento derivanti dalla pericolosità di riferimento.

Tali valori devono essere espressi in funzione del Periodo di Riferimento (**V_R**) per l'azione sismica delle costruzioni in oggetto la classe dell'intervento è la II, $V_R \geq 50$ anni.

Lo scuotimento del suolo così individuato deve essere corretto per tenere conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e della morfologia di superficie (con la determinazione della categoria di sottosuolo specifica del sito e dei coefficienti di amplificazione topografica **ST** e stratigrafica **Ss**).

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, in assenza di specifiche analisi, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, di seguito riportate (Tabella 3.a). Per l'identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità. Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali.

Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

Tabella 3.a *Categorie di sottosuolo che permette l'utilizzo dell'approccio semplificato (NTC 2018)*

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie S1 ed S2 di seguito indicate (Tabella 3.b) è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tabella 3.b *Categorie aggiuntive di sottosuolo (NTC 2018).*

Infine deve essere presa in considerazione la situazione topografica locale (Tabella 3.c).

Tutte le opere costituenti l'impianto agrivoltaico considerando che la superficie topografica presenta un'acclività modesta rientrano in categoria T1 (Superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media non superiore a 15°).

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 3.c *Categorie Topografiche (Tabella 3.2.III delle NTC 2018)*

Parametri Sismici

Nella tabella seguente vengono riassunti i dati di ingresso legati alla tipologia costruttiva dell'opera in progetto.

Tipo di costruzione	2 - Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali.
Vita Nominale V_n	≥ 50 anni
Classe d'Uso	1
Coefficiente d'Uso C_u	0,7
Vita o Periodo di riferimento $V_r = V_n \times C_u$	35

Tabella 3.d *Dati per il calcolo dei parametri sismici*

Partendo da questi dati, dalle valutazioni legate alle caratteristiche stratigrafiche dell'area in oggetto che portano alla determinazione del fattore riduttivo **Ss** pari a 1,5, una volta definiti i nodi del reticolo sismico di riferimento, arriviamo alla definizione dei parametri sismici di seguito riportati.

Di seguito si riporta il file di output ottenuto con l'utilizzo dell'interfaccia Geostru PS Advanced (<https://geoapp.eu/parametrisismici2018/>).

I dati di output ottenuti sono da ritenersi indicativi sia per l'area dell'impianto agrivoltaico sia per la sottostazione di utenza SSU.

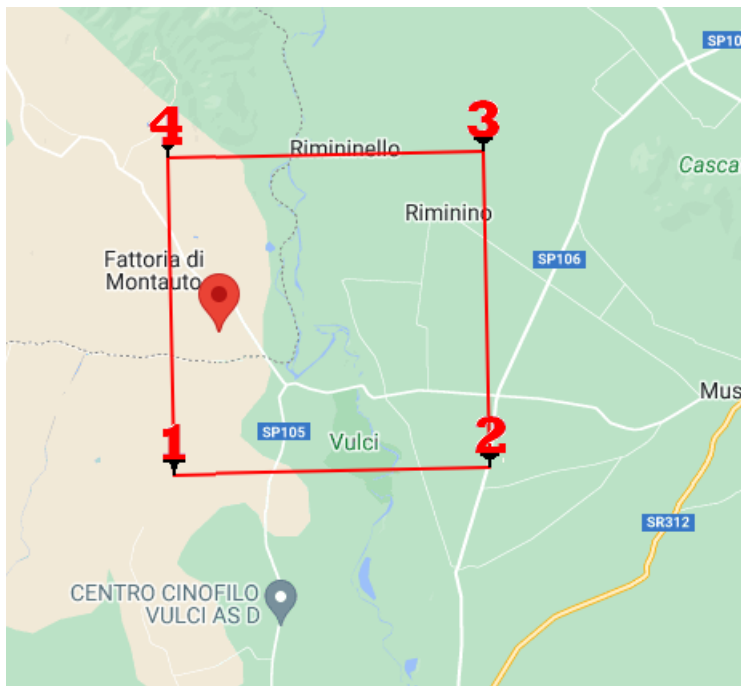
Sito in esame.

latitudine: 42,441696

longitudine: 11,603323

Classe: 1

Vita nominale: 50



Siti di riferimento

Sito 1 ID: 26057 Lat: 42,4192 Lon: 11,5936 Distanza: 2626,142

Sito 2 ID: 26058 Lat: 42,4203 Lon: 11,6613 Distanza: 5319,181

Sito 3 ID: 25836 Lat: 42,4703 Lon: 11,6599 Distanza: 5623,448

Sito 4 ID: 25835 Lat: 42,4692 Lon: 11,5921 Distanza: 3192,954

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 35anni

Coefficiente cu: 0,7

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %

Tr: 30 [anni]

ag: 0,035 g

Fo: 2,555

Tc*: 0,215 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %

Tr: 35 [anni]

ag: 0,037 g

Fo: 2,554

Tc*: 0,224 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %

Tr: 332[anni]

ag: 0,083 g

Fo: 2,587

Tc*: 0,283 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %

Tr: 682[anni]

ag: 0,104 g

Fo: 2,602

Tc*: 0,291 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500

Cc: 1,740

St: 1,000

Kh: 0,010

Kv: 0,005

Amax: 0,507

Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500

Cc: 1,720

St: 1,000

Kh: 0,011

Kv: 0,005

Amax: 0,539

Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500

Cc: 1,590

St: 1,000

Kh: 0,025

Kv: 0,012

Amax: 1,220

Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500

Cc: 1,580

St: 1,000

Kh: 0,038

Kv: 0,019

Amax: 1,533

Beta: 0,240

Rischio Liquefazione

Il fenomeno di liquefazione interessa terre sabbiose fini sature (monogranulari e con buona classazione del sedimento), in depositi naturali o in accumuli artificiali, che nel corso di un evento sismico subiscono una forte riduzione della resistenza al taglio, a seguito della quale il terreno può scorrere o fluire, nel caso di un pendio, o assestarsi nel caso di una giacitura orizzontale.

Come descritto nel modello geologico, il sottosuolo relativo alle opere in oggetto è caratterizzato dalla presenza di argille a comportamento coesivo, con una consistenza medio-elevata, e da piroclastiti prevalentemente arenacee e siltitiche; inoltre, in base ai dati idrogeologici disponibili per l'area, non si suppone la presenza di una falda superficiale.

Pertanto, in base a quanto disposto dal D.M del 14/01/2018 e s.m.i., in tali circostanze la verifica a liquefazione può essere omessa.

4 MODELLAZIONE GEOTECNICA

4.1 CARATTERIZZAZIONE DEL TERRENO

Di seguito verranno analizzate le condizioni geotecniche afferenti ai terreni presenti nell'area dell'impianto agrivoltaico in progetto. La caratterizzazione geotecnica del terreno è stata ottenuta analizzando e incrociando le informazioni provenienti dai dati bibliografici derivanti da indagini effettuate su aree con terreni, depositi e formazioni affioranti analoghe a quelle presenti nell'area oggetto di intervento. I dati di letteratura disponibili forniscono un'indicazione di massima circa le caratteristiche geotecniche dei suoli sui quali andranno posizionati i moduli fotovoltaici di tipo tracker e le opere accessorie.

Al di sopra delle formazioni riconosciute sulla Carta Geologica di Figura 2.1.1.a sono presenti suoli che vengono utilizzati a scopi agricoli per agricoltura di tipo intensivo, per i quali si stima uno spessore minimo compreso tra i 30 e i 50 centimetri.

Ognuna delle formazioni affioranti all'interno dell'area dell'impianto agrivoltaico ha un diverso comportamento litotecnico che varia con le proprietà intrinseche dei terreni. La caratterizzazione litologico-tecnica riportata di seguito deriva dal Piano Strutturale del Comune di Manciano, "Carta litologica-tecnica" ai sensi del DPGRT 26/R/07 (Figura 4.1.a):

- I depositi olocenici ("bna" e "ea") ricadono nella categoria "Depositi a comportamento tendenzialmente incoerente" (rapporto granulare/coesivo >1), e sono classificati come C1B "Materiale con grado di addensamento basso o nullo". I depositi alluvionali sono rinvenuti solamente in corrispondenza delle vallecicole relative ai corsi d'acqua presenti, che non saranno interessate dall'installazione dei moduli fotovoltaici;
- I travertini pleistocenici ("f1b") sono classificati tra i materiali lapidei (A1) a composizione calcarea;
- I depositi marini pliocenici ("FAA") ricadono nella categoria "Depositi a comportamento tendenzialmente coesivo" (rapporto granulare/coesivo <1), e sono classificati come C2A "Materiali a consistenza medio-elevata". Questi terreni sono solitamente ben riconoscibili dal colore grigio/azzurro;
- Infine le piroclastiti ("PIR"), ricadono nella categoria "Alternanze di litotipi diversi, con rapporto argillitico/lapideo > 1 , e sono classificati come B1A "Strati a consistenza lapidea prevalentemente arenacei con intercalazioni siltitiche".

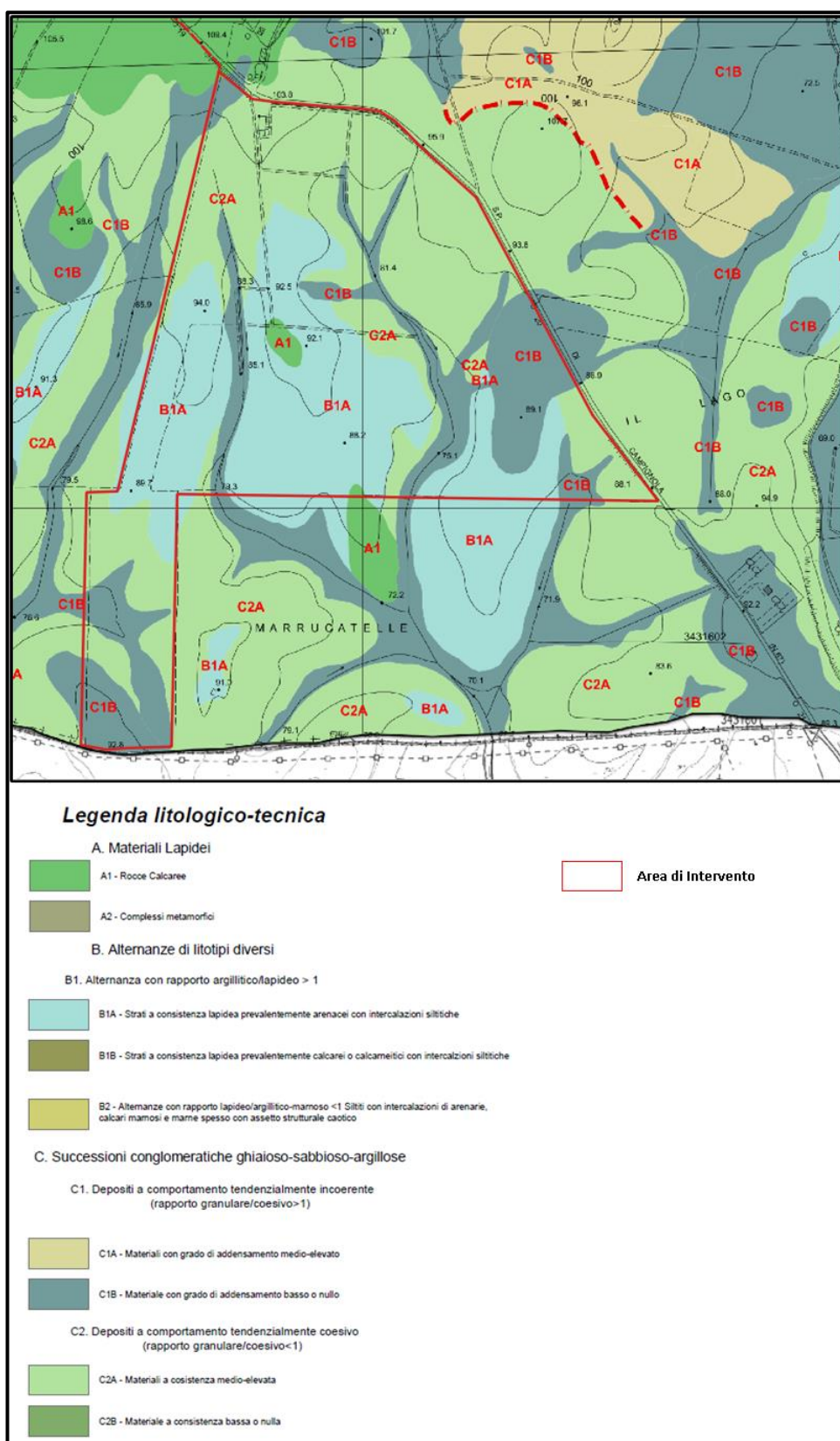


Figura 4.1.a

Estratto della Carta litologico-tecnica ai sensi del DPGR 26/R/07 del Piano Strutturale del Comune di Manciano.

Dall'analisi della carta litologico-tecnica comunale si evince quindi che:

- le Argille Azzurre (FAA), sono caratterizzate da comportamento coesivo, con una consistenza medio-elevata;
- le piroclastiti (PIR), sono descritte come alternanze di depositi prevalentemente arenacei e siltitici.

Ulteriori informazioni riguardo ai parametri geotecnici dei terreni presenti all'interno dell'area interessata dall'istallazione dei moduli fotovoltaici provengono da prove penetrometriche dinamiche e da prove penetrometriche SPT sulle stesse formazioni, provenienti da dati di letteratura.

Per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica delle piroclastiti (PIR), si riportano i dati relativi alle indagini svolte su un analogo terreno costituito da piroclastiti del Complesso Vulcanico Vulsino, afferenti alla Formazione di Pitigliano (PIT), costituite da ceneri e pomici. I risultati delle penetrometrie sono sintetizzati nel seguente modello geotecnico di sottosuolo, caratterizzato dalla presenza di 3 stati a comportamento incoerente, i cui parametri sono sintetizzati nella tabella seguente:

Parametri	Terreno 1	Terreno 2	Terreno 3
Nspt	6,76	16,07	52,10
Profondità base (m)	-	-	-
Peso per unità di volume γ (t/m ³)	1,43	1,55	1,87
Densità relativa (%)	27,75	40,87	70,42
Angolo di attrito ϕ (°)	25,4	28,1	38,4
Modulo di Young (Mpa)	5,31	12,61	9,86
Modulo Edometrico (Mpa)	6,91	9,86	30,66
Modulo di Poisson	0,34	0,32	0,25

Tabella 4.1.a *Parametri Geotecnici del terreno riferiti alle piroclastiti*

Si riportano di seguito i dati relativi alla caratterizzazione geotecnica di depositi coesivi pliocenici, tra i quali si annoverano le Argille Azzurre ("FAA"). I risultati delle penetrometrie sono sintetizzati nel seguente modello geotecnico di sottosuolo, caratterizzato dalla presenza di 2 stati a comportamento coesivo, costituiti da argille e limi, e un livello calcarenitico, i cui parametri sono sintetizzati nella tabella seguente:

Parametri	Terreno 1	Terreno 2	Terreno 3
Nspt	-	-	-
Profondità base (m)	-	-	-
Peso per unità di volume γ (t/m ³)	2,04	2,04	2,45
Coesione efficace (kPa)	15	25	0
Coesione non drenata (kPa)	35	300	1000
Angolo di attrito ϕ (°)	23	26	35
Modulo Edometrico (Mpa)	1,1 – 7,6	17–20	-

Tabella 4.1.b *Parametri Geotecnici del terreno riferiti ai depositi pliocenici coesivi*

5 CONCLUSIONI

La presente relazione è relativa alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e sismiche nell'area dove è prevista l'installazione dell'impianto agrivoltaico "Manciano", realizzata consultando fonti bibliografiche su aree analoghe.

Per quanto riguarda l'area interessata dall'installazione dei moduli fotovoltaici, dalla modellizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica dell'area è emerso quanto segue:

- dal punto di vista geologico l'area è caratterizzata principalmente dai depositi vulcanici legati all'attività vulcanica dei Monti Vulsini e subordinatamente dalla presenza dei depositi neogenici;
- dal punto di vista geomorfologico l'area è sub- pianeggiante con pendii dolci, con quote variabili da 103 a 75 m.s.l.m. caratterizzata dalla presenza di incisioni vallive poco pronunciate che raccolgono le acque meteoriche durante gli eventi piovosi principali. Sulla base dell'analisi della cartografia del PAI del Bacino Interregionale del Fiume Fiora, della cartografia IFFI, del Database Geomorfologico Regionale e della Carta della Pericolosità Geomorfologica del Piano Strutturale comunale non sono emerse criticità geomorfologiche;
- dal punto di vista idrogeologico le opere non ricadono all'interno di corpi acquiferi e non risulta dai dati a disposizione la presenza di una falda superficiale;
- dal punto di vista idraulico dalla consultazione della Carta della Pericolosità Idraulica del Piano Strutturale comunale è emerso che nell'area dell'impianto agrivoltaico sono presenti aree a pericolosità elevata (I.3); per questo aspetto è stata redatta apposita Relazione idrologica e di compatibilità Idraulica (documento AV.MAN.DE.CI.R.004), per la verifica delle aree allagabili allo stato attuale e di progetto con TR=200 anni. Sulla base di questa elaborazione è derivato lo studio del layout di impianto previsto a progetto.

Dalla modellazione sismica è emerso quanto segue:

- il territorio comunale di Manciano (GR) rientra nella zona 3 caratterizzata da un'accelerazione di picco (a_g) su terreno rigido compresa tra valori $0,05 \leq a_g \leq 0,15$ con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni secondo la Mappa della Zonizzazione Sismica della Regione Toscana;
- sulla base della modellazione sismica semplificata realizzata con l'utilizzo dell'interfaccia Geostru PS Advanced, il sottosuolo modellato appartiene cautelativamente alla categoria di sottosuolo di tipo C "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori

di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s" e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s, secondo il D.M. 17.01.18;

Infine dalle modellizzazioni geotecniche è emerso quanto segue:

- la caratterizzazione dei terreni è stata ottenuta incrociando le informazioni provenienti dalla Carta Litologico-Tecnica del Piano Strutturale del Comune di Manciano con quelle derivanti dalle prove penetrometriche dinamiche eseguite (DPSH) su terreni analoghi a quelli affioranti nell'area in cui saranno installati i moduli fotovoltaici, derivanti da dati bibliografici;
- al di sopra delle formazioni litoidi (travertini e piroclastiti) è presente un suolo ben sviluppato in quanto utilizzato a scopi agricoli;
- i dati geotecnici bibliografici reperiti per le formazioni affioranti nell'area di intervento, sono tali da non costituire impedimento alla realizzazione delle opere in esame.

Per quanto riguarda inoltre le opere di connessione alla RTN anche su queste è stata eseguita una sola caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica di superficie, dalla quale non è emersa grande differenza rispetto a quanto evidenziato sopra relativamente ai moduli fotovoltaici. In particolare, date le modalità costruttive del cavidotto interrato MT/AT e l'assenza di dissesti geomorfologici in atto non si ravvisano criticità. La stessa valutazione è valida per la sottostazione di utenza SSU e per la SE della RTN.

Il materiale derivante dagli sbancamenti sarà gestito in conformità a quanto previsto dal D.P.R. 120/2017 e D.L.gs. 152/2006.

Per quanto riguarda l'infissione dei pali sui quali saranno montati i moduli fotovoltaici, e per quanto riguarda la struttura fondale del sistema di accumulo a batteria, delle cabine e delle sottostazioni, si suggerisce di raggiungere i terreni con le caratteristiche geotecniche migliori descritte nel testo.

Pertanto sulla base delle ricostruzioni effettuate, si può affermare una fattibilità complessiva da un punto di vista geologico, geomorfologico e idrogeologico, in quanto gli interventi in progetto non comportano un turbamento dell'assetto idrogeologico né alterano le condizioni di stabilità dei versanti interessati, per cui le opere si dichiarano fattibili.

In fase di progettazione esecutiva si raccomanda la realizzazione di indagini geognostiche in sito, quali prove penetrometriche dinamiche, indagini sismiche di tipo MASW ed in più un sondaggio a carotaggio continuo fino alla profondità di 15/30 m con prelievo di campioni indisturbati e relative indagini di laboratorio sugli stessi, in corrispondenza dei due principali litotipi affioranti, le argille azzurre (FAA) e le piroclastiti (PIR).

Queste consentiranno infatti di aggiornare e implementare il modello geologico attualmente ricostruito esclusivamente mediante dati bibliografici.