

PROPONENTE:



SOCIETA' APPARTENENTE AL GRUPPO



Progetto Definitivo

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI ACCUMULO DI ENERGIA CON POTENZA DI IMMISSIONE 100MW E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE NEL COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE)

TITOLO ELABORATO

Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica ai sensi delle NTC 2018 e smi

CODICE ELABORATO

SCALA

FOGLIO

FORMATO

2.01a

-

116

A4-A3

00	23/03/2026	1° emissione	AM	AA	AA
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	REVISIONATO	APPROVATO

Progettazione e coordinamento	 Oiko Energy S.r.l. Via Monte Pagano 41, 65124 Pescara (PE) www.oikoenergy.it info@oikoenergy.it	Studio Archeologico	Dott. Eugenio Di Valerio Via Ticino 6, 65015 Montesilvano (PE) tel. 3200633765 eugenio.divalerio@gmail.com
Progettazione Elettrica	Ing. Francesco Giancola Via Monte Pagano 41, 65124 Pescara (PE) www.oikoenergy.it f.giancola@oikoenergy.it	Studio Geologico e di compatibilità idraulica	Dott. Geol. Alessandro Mascitti Via Turati 2, 63074 San Benedetto del Tronto (AP) tel. 3497545862 alessandromascitti@gmail.com
Progettazione Strutturale	Ing. Davide Cicchini Via XX Settembre 19, 65125 Pescara (PE) www.tarazed.it d.cicchini@tarazed.it	Prevenzione Incendi e Studio Acustico	Ing. Riccardo Occhiuto Viale Suzzani 92, 20162 Milano (MI) tel. 3392379601 riccardo.occhiuto@ingpec.eu
Studio Paesaggistico	Envex Srl Via Salvatore Tommasi, 65126 Pescara (PE) tel. 3277655030 info@envex.it	Progettazione opere idrauliche	Dott. Ing. Sergio Ciampolillo Via Turati 2, 63074 San Benedetto del Tronto (AP) tel. 0735431388 cubeinfo@pec.it

"PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI ACCUMULO DI ENERGIA CON POTENZA DI IMMISSIONE 100MW E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE NEL COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE)"

Proponente : GELSOMINO SRL

REDAZIONE / PROGETTISTA:

gae | studio
geology architecture engineering

Via Turati,2
63074 - San Benedetto del Tronto (AP)
- Italy
(+39) 0735 431388
MAIL: info@cubeinfo.itemail:
gaestudio.it@gmail.com

TIMBRO E FIRMA PROGETTISTA:



TITOLO ELABORATO:

**Relazione geologica, geomorfologica, geotecnica e sismica
ai sensi delle NTC 2018 e smi**

CODICE ELABORATO:

2.01

FORMATO

A4-A3

Nr. EL.:

1

FASE:

PROGETTO DEFINITIVO

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima emissione	23/03/2026	A.M.	A.M.	A.M.
01					
02					
03					
04					

 geology architecture engineering	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	2 di 115

Sommario

1	PREMESSA.....	4
1.1	Scopo dell'elaborato	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	INQUADRAMENTO ED UBICAZIONE	6
4	CARATTERISTICHE GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICHE ed IDROGEOLOGICHE.....	12
4.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	12
4.2	INQUADRAMENTO STRUTTURALE	16
4.2.1	SCHEMA MORFOTETTONICO	18
4.3	BIOSTRATIGRAFIA E CRONOSTRATIGRAFIA	22
4.4	ASSETTO GEOMORFOLOGICO E STABILITA' DEI VERSANTI	36
	CARTA DTM con curve di livello (equidistanza 2m)	59
	CARTA PENDENZE con curve isopenienze (in gradi sessagesimali)	60
	CARTA DELLE ESPOSIZIONI (da analisi DTM)	61
5	CARATTERISTICHE SISMO-STRATIGRAFICHE.....	62
6	INDAGINI GEOGNOSTICHE E RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA E CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA.....	64
6.1	Caratterizzazione Litotecnica da SPT in foro	70
6.2	Caratterizzazione Litotecnica da analisi di laboratorio	74
6.3	Sintesi Stratigrafica e Litotecnica.....	75
7	INDAGINE GEOFISICA.....	76
7.1	Indagine Sismica a rifrazione SR.....	76
7.2	Indagine Sismica in foro (Down-Hole).....	79
8	CORREZIONE STATISTICA PARAMETRI GEOTECNICI	82
9	ANALISI SISMICA	83
9.1	SISMICITA'	83
9.2	Caratterizzazione Sismica dell'area.....	85
9.3	Sismicità e Storia Sismica.....	86
9.4	Pericolosità Sismica	88
9.5	STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA	92
10	ANALISI SISMOTETTONICA E RISCHIO SISMICO	97
10.1	Mappa dei forti terremoti degli ultimi 150 anni.....	97
10.2	Valutazione del potenziale sismogenetico	98
10.3	Probabilità per il verificarsi di grandi eventi sismici in Italia	103
10.4	Storia sismica (Database Macrosismico Italiano 2016 - DBMI15).....	104
10.5	Storia sismica area di Città Sant'Angelo.....	105
10.6	CONSIDERAZIONI	108
10.7	ANALISI AZIONE SISMICA DI PROGETTO	108
11	VALUTAZIONE DEL POTENZIALE O PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE	111
12	VALUTAZIONI E CONCLUSIONI	114

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	3 di 115

Elenco delle Figure

Figura 1 : Inquadramento su base CTR e Ortofoto Colore Abruzzo (Scala 1:5k).....	6
Figura 2 : Inquadramento su base satellitare Google Hybrid (scala 2.5k).....	6
Figura 3 - Ubicazione dell'area del Foglio 351 "Pescara" nell'ambito dell'area pedemontana e costiera abruzzese (vista tridimensionale da sud, da DEM passo 90m, NASA-SRTM, FARR et alii, 2007).	12
Figura 4 - Bacini idrografici dell'area del Foglio 351 Pescara.....	13
Figura 5 : Schema dell'Appennino Centrale.....	14
Figura 6 : Schema dei rapporti stratigrafici - Foglio 351.....	15
Figura 7 : Schema Geologico Semplificato dell'Abruzzo (L. D'Alessandro et alii, 2005).....	16
Figura 8 : Schema strutturale del settore esterno dell'Appennino centrale (modificato da BOLIS et alii, 2003).	17
Figura 9 : Sezione geologica schematica attraverso il fronte della catena appenninica.....	18
Figura 10 : Schema delle evidenze geomorfologiche di tettonica dell'area del Foglio 351.	19
Figura 11 : Schema dei terrazzi alluvionali dell'area del Foglio 351.....	20
Figura 12 : Schema degli elementi strutturali presunti, dedotti dall'analisi morfotettonica e dei terrazzi alluvionali dell'area del Foglio 351.	21
Figura 13 : Log di Loc. Piane Maglierici, riferibile alle argille e conglomerati di Ripa Teatina. a) Log stratigrafico; b) parte bassa dell'affioramento descritto nel Log.....	23
Figura 14 : Sezione geologica schematica attraverso il fronte della catena appenninica.....	24
Figura 15 : Panoramica del versante settentrionale del F.so Cerrano; sullo sfondo l'abitato di Mutignano. Sul versante affiorano le diverse associazioni della formazione di Mutignano.	24
Figura 16 : Log stratigrafico schematico della formazione di Mutignano.	25
Figura 17 : Distribuzione plano-altimetrica dei terrazzi alluvionali (T1-T4) e della piana alluvionale attuale (pa) nei principali bacini dell'area del Foglio 351 Pescara. DX e SX indicano la presenza dei depositi sul versante destro e sinistro della valle; a.s.f.(m) indica l'altezza in metri sul fondovalle attuale; q.(m) indica la quota in metri sul livello del mare. (*) Il versante destro, sudorientale, della valle del F. Foro non rientra nell'area del Foglio.	30
Figura 18 : Correlazioni tra le unità distinte nei depositi del Quaternario continentale.....	30
Figura 19 : Schema morfo-litostratigrafico delle unità distinte nei depositi post-orogenici del Quaternario continentale.....	31
Figura 20 : Valle del F. Fino, sinistra idrografica in corrispondenza della confluenza con il F. Tavo (105 m s.l.m.). a) Log dei depositi conglomeratici e sabbiosi riferibili al sintema di Valle Majelama, subsintema di Villa Oliveti. b) Nella parte bassa del deposito si osserva la forte eterogeneità granulometrica, con ciottoli che vanno da qualche millimetro a più di dieci centimetri, blandamente embricati. La matrice è sabbiosa da scarsa a abbondante.	32
Figura 21 : Valle del F. Fino, sinistra idrografica in corrispondenza della confluenza con il F. Tavo (105 m s.l.m.). Depositi conglomeratici riferibili al sintema di Valle Majelama, subsintema di Villa Oliveti. Nella parte bassa si osservano strati e lenti conglomeratici debolmente cementati, che passano bruscamente verso l'alto a un intervallo sabbioso.	33
Figura 22 : Valle del F. Fino (a ovest di Congiunti, 40 m s.l.m.). I depositi alluvionali olocenici affiorano in appoggio sul substrato costituito dall'associazione pelitico-sabbiosa della formazione di Mutignano (FMTa). La parte bassa è costituita da lenti di ghiaie più o meno grossolane (G), con lenti di sabbie e limi (L-S); la parte alta è costituita da sabbie laminate (S).	34
Figura 23 : Valle del F. Fino all'estremità occidentale del Foglio (65 m s.l.m.). I depositi alluvionali olocenici affiorano con uno spessore di pochi metri e il corso d'acqua incide e mette in affioramento il substrato costituito dall'associazione pelitico-sabbiosa della formazione di Mutignano (FMTa).	35
Figura 24 : Caprara d'Abruzzo. Alla base di un versante argilloso, impostato nei depositi della formazione di Mutignano (FMTa), la coltre eluvio-colluviale è costituita da un cuneo di depositi limoso sabbiosi con rari ciottoli e livelli ghiaiosi, clinostratificati con orizzonti a diverso grado di alterazione e a diversa granulometria.	35
Figura 25 : a) Immagine a rilievo ombreggiato dell'area del Foglio 351 Pescara. b) Schema dell'acclività dell'area del Foglio 351 Pescara.	36
Figura 26 : Profilo topografico trasversale alle valli dei principali corsi d'acqua del Foglio 351 Pescara; le linee tratteggiate verticali indicano la posizione del corso d'acqua, le frecce indicano la posizione degli spartiacque.	37
Figura 27 : Versanti a calanchi presenti diffusamente nell'area settentrionale del Foglio. a) Fosso Cerrano, versante a sud dell'abitato di Mutignano; b) Fosso del Gallo, a est dell'abitato di Atri.	39
Figura 28 : Dettaglio Carta delle Pendenze su base DTM con isolinependenze in gradi e reticolo idrografico (evidenziata isopendenza 4°) ...	41
Figura 29 : Carta Geomorfologica dell'area di intervento (rielaborazione Qgis su base satellitare).....	41
Figura 30 : Carta delle Pendenze su base DTM con isolinependenze in gradi e reticolo idrografico.....	42
Figura 31 : Ubicazione indagini reperite e consultate limitrofe all'area di intervento.....	62
Figura 32 : Stralcio Carta delle MOPS da MZS 3° livello.....	63
Figura 33 : Zone Sismiche.....	83
Figura 34 : Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale.....	84
Figura 35 : Profilo altimetrico area di intervento N-S (PENDENZA MEDIA 5%).....	93
Figura 36 : Profilo altimetrico area di intervento E-W (PENDENZA MEDIA 3,5-4,9%).....	93

ALLEGATO :

Fascicolo indagine geognostica reperita e consultata : "Studio Geologico Tecnico INSEDIAMENTO PRODUTTIVO IN LOCALITÀ SANT'AGNESE" - Dott. Geol. Silvio Cavallucci (2012) – BARBERINI SpA.

 geology architecture engineering	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	4 di 115

1 PREMESSA

Il presente elaborato costituisce lo studio di ordine geologico-geomorfologico-geotecnico-sismico relativo al "PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI ACCUMULO DI ENERGIA CON POTENZA DI IMMISSIONE 100MW E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE NEL COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE)" con sviluppo di n.1 impianto distinto e denominato :

- Gelsomino S.r.l. con potenza installata pari a 100 MWp e delle relative opere di connessione alla rete con SE.

Altresì l'iniziativa risulta parallela ad altra di medesima natura e tipologia sull'area immediatamente adiacente con impianto BESS previsto anche in questo caso con potenza inferiore pari a 50 MWp (rif. Alloro S.r.l.). Nelle cartografie che seguono verranno per completezza riportati entrambi gli areali di impianto che fanno comunque capo alla medesima connessione alla rete e SE in progetto pur se con due distinti stalli e complessivamente relativi al medesimo GRUPPO SOCIETARIO : CARLO MARESCA SpA.

1.1 Scopo dell'elaborato

Il presente documento, costituisce l'analisi geologica-stratigrafica-geotecnica e sismica a supporto della PROGETTAZIONE DEFINITIVA.

Scopo del presente studio è caratterizzare puntualmente il quadro geologico-stratigrafico, geomorfologico, geotecnico e sismico, sulla base delle analisi geologiche derivanti dai piani comunali e da studi di approfondimento tecnico (MZS) del Comune di Città Sant'Angelo ed acquisire il maggior numero di dati sulle principali caratteristiche idrogeologiche, geologiche e geotecniche dei terreni sui quali verranno operati gli interventi; tutto ciò al fine di ottenere una modellazione geologica-geotecnica-sismica del sito oggetto di intervento preliminare.

A tal fine lo studio è stato sviluppato attraverso:

- l'acquisizione dei dati cartografici e bibliografici esistenti per l'area in esame;
- reperimento e consultazione dei dati relativi all'archivio geognostico regionale con specifiche indagini geognostiche differenziate per tipologia relative all'area di interesse;
- dati ed analisi relativi ai vari studi di MZS del comune interessato nei vari livelli di analisi;
- il rilevamento geologico e geomorfologico di superficie esteso ad un intorno significativo rispetto al sito di intervento;
- l'elaborazione di tutti i dati raccolti per riconoscere e valutare i lineamenti geologici e geomorfologici essenziali, finalizzata alla costruzione del modello geologico definitivo;
- la caratterizzazione geotecnica del terreno costituente il volume significativo del sottosuolo;
- analisi ed elaborazioni GIS su base DTM-LIDAR in merito alla configurazione morfologica-topografica del sito.

Inoltre si farà riferimento in particolare ai seguenti studi e rapporti:

- "Studio Geologico Tecnico INSEDIAMENTO PRODUTTIVO IN LOCALITÀ SANT'AGNESE" - Dott. Geol. Silvio Cavallucci (2012) – BARBERINI SpA.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente documento è stato elaborato secondo la seguente normativa di riferimento:

- Decreto Ministeriale del 6 settembre 1994 "Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n° 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto" ("DM 6/9/94");
- Decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36 "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti" ("D.Lgs. 36/03").
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137" ("D.Lgs. 42/04").

 gae studio geology architecture engineering	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	5 di 115

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" ("D.Lgs. 152/06").
- Decreto Legislativo 163/2006 e s.m.i. "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle Direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE".
- Decreto Ministeriale 27 settembre 2010 "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005" (D.M. 27/9/10).
- Legge Regionale 29 novembre 1996, n. 35 "Costituzione dell'Autorità' di Bacino Regionale in attuazione della legge 18 maggio 1989, n. 183 e successive modificazioni ed integrazioni" e s.m.i. ("LR 183/96").
- D.P.R 207/2010 recante il Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE.
- D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni"
- Circ. C.S.LL.PP. 2 febbraio 2009 n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.14 gennaio 2008.
- O.P.C.M. 3274 del 20/03/2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e succ. m. e i.
- Legge 2 febbraio 74 n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche" e succ. m. e i.
- Legge Regionale 27 aprile 98 n. 7 "Disciplina per le costruzioni ricadenti in zone sismiche. Snellimento delle procedure in attuazione dell'art. 20 della Legge 10 dicembre 1981, n. 741".
- D.M. LL.PP. 11/03/1988. 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni" e s.m.i..

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL		Codice Elaborato: 2.01
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA		Data: 23/03/2026
			Revisione: 00
			Pagina: 6 di 115

3 INQUADRAMENTO ED UBICAZIONE

L'area di intervento ricade nel Comune di Città Sant'Angelo (PE) in loc. Sant'Agnese individuabile nella porzione sommitale di un versante dalle modeste pendenze e delimitata a sud dal Fiume Fino, ad ovest dal Fosso Cesta e ad est dal Fosso Mammoccio.

Sulla Carta in scala 1:100'000 l'area di intervento interessa il foglio 141 "PESCARA", mentre sulla carta IGM 50k interessa il foglio 351 "Pescara" e sulla CTR in scala 1:10'000 ricade sul foglio 351090 mentre alla scala 1:5'000 ricade sui fogli 351091 e 351094.

Le quote altimetriche risultano prossime a 125-134m slm.

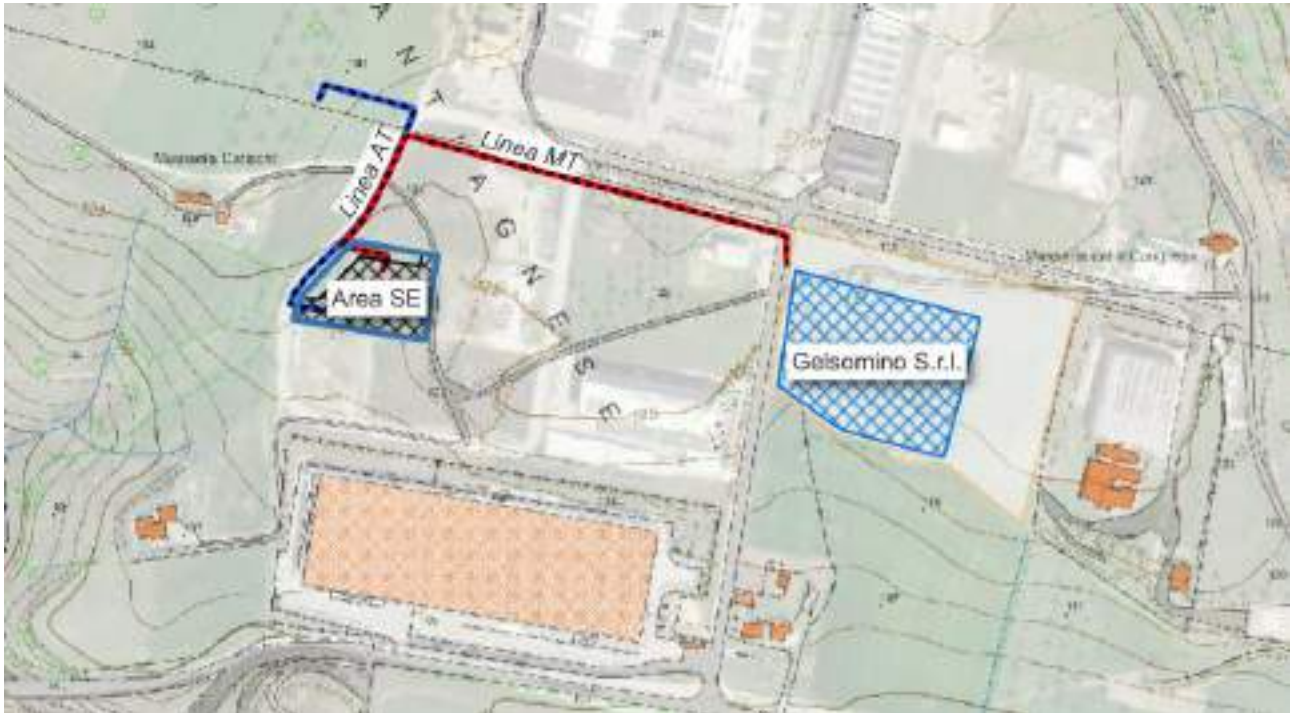


Figura 1 : *Inquadrimento su base CTR e Ortofoto Colore Abruzzo (Scala 1:5k)*



Figura 2 : *Inquadrimento su base satellitare Google Hybrid (scala 2.5k)*

STRALCIO CARTA I.G.M. 25k su base OSM – scala 1:25'000

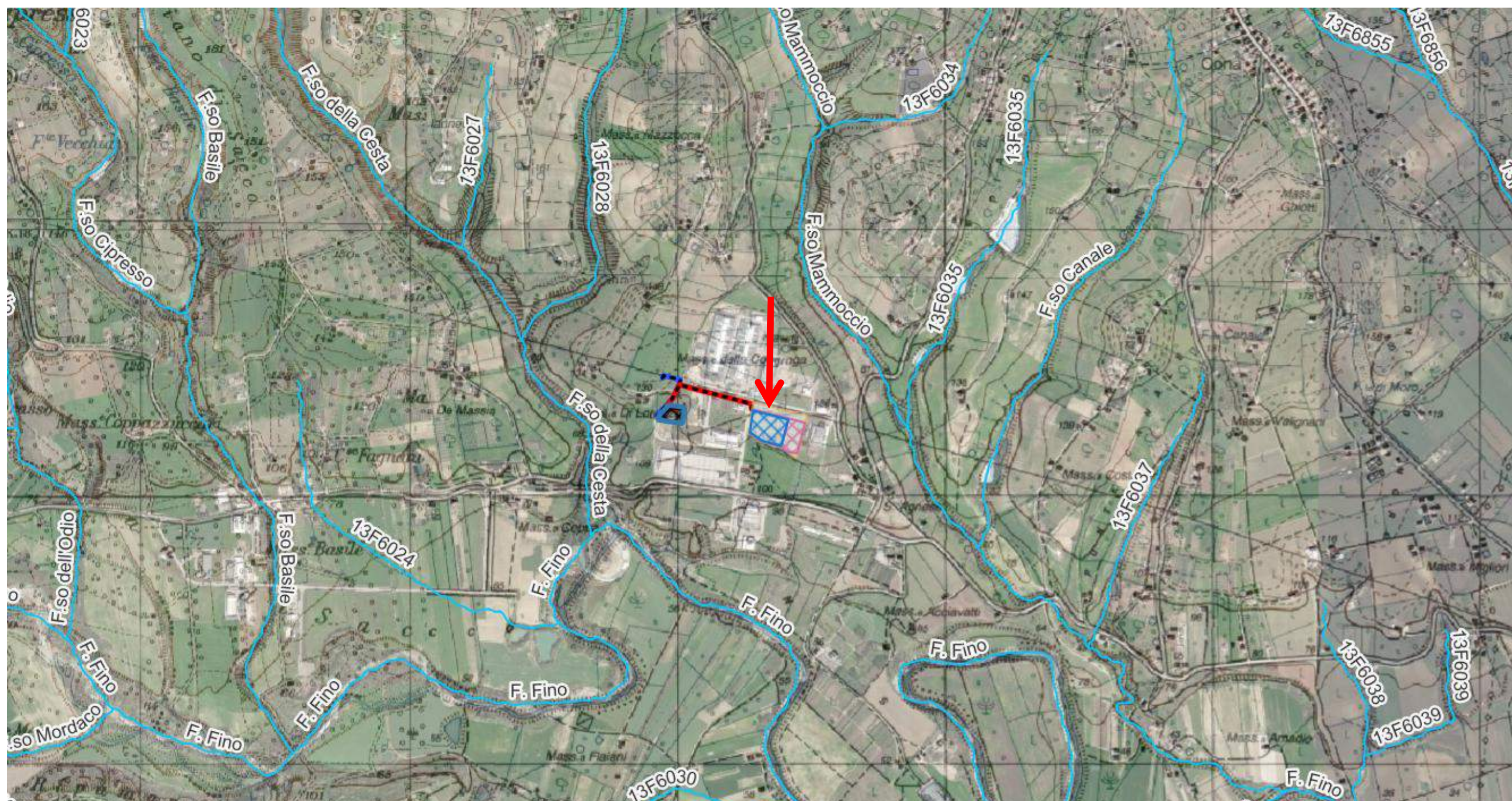
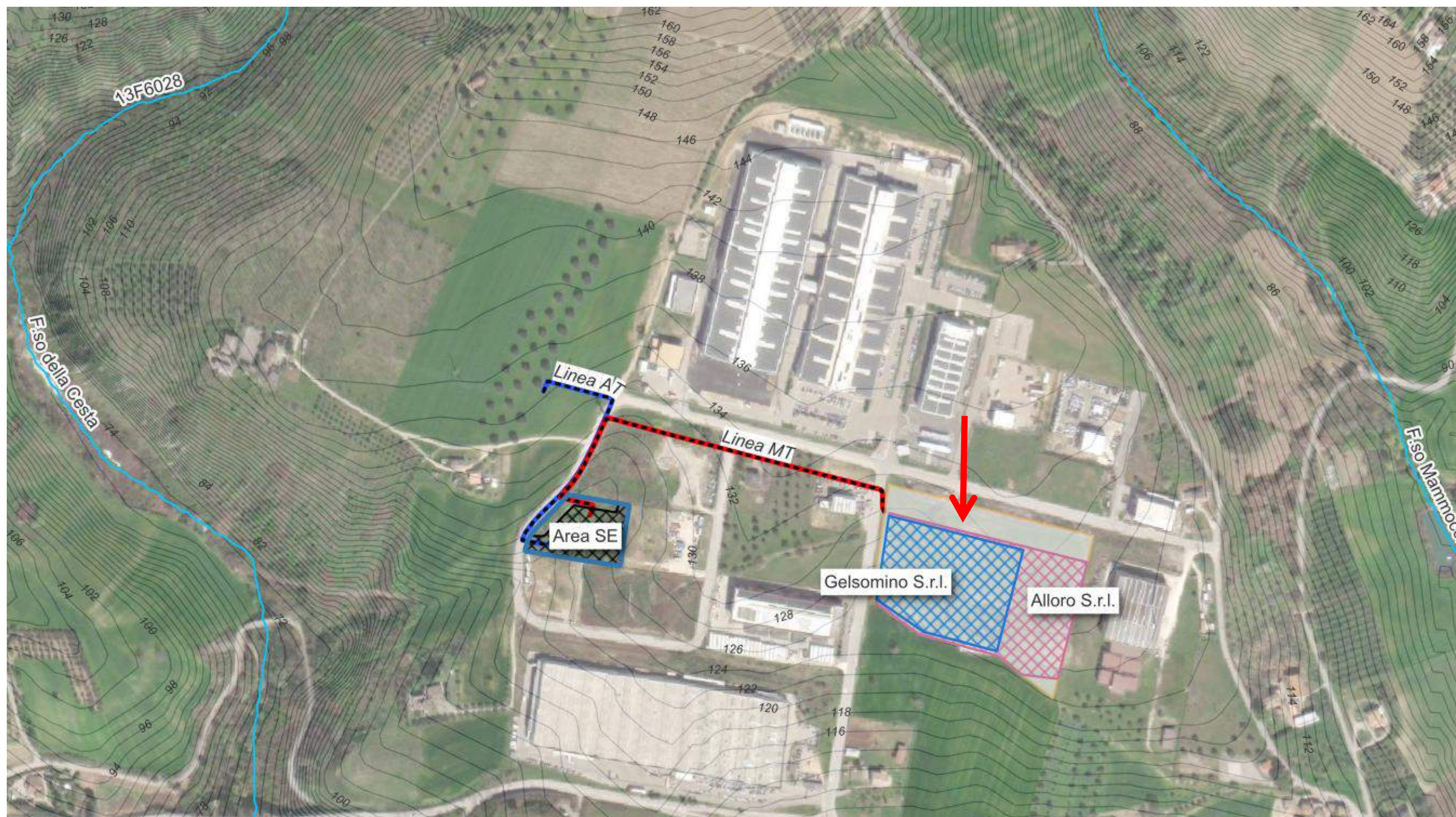
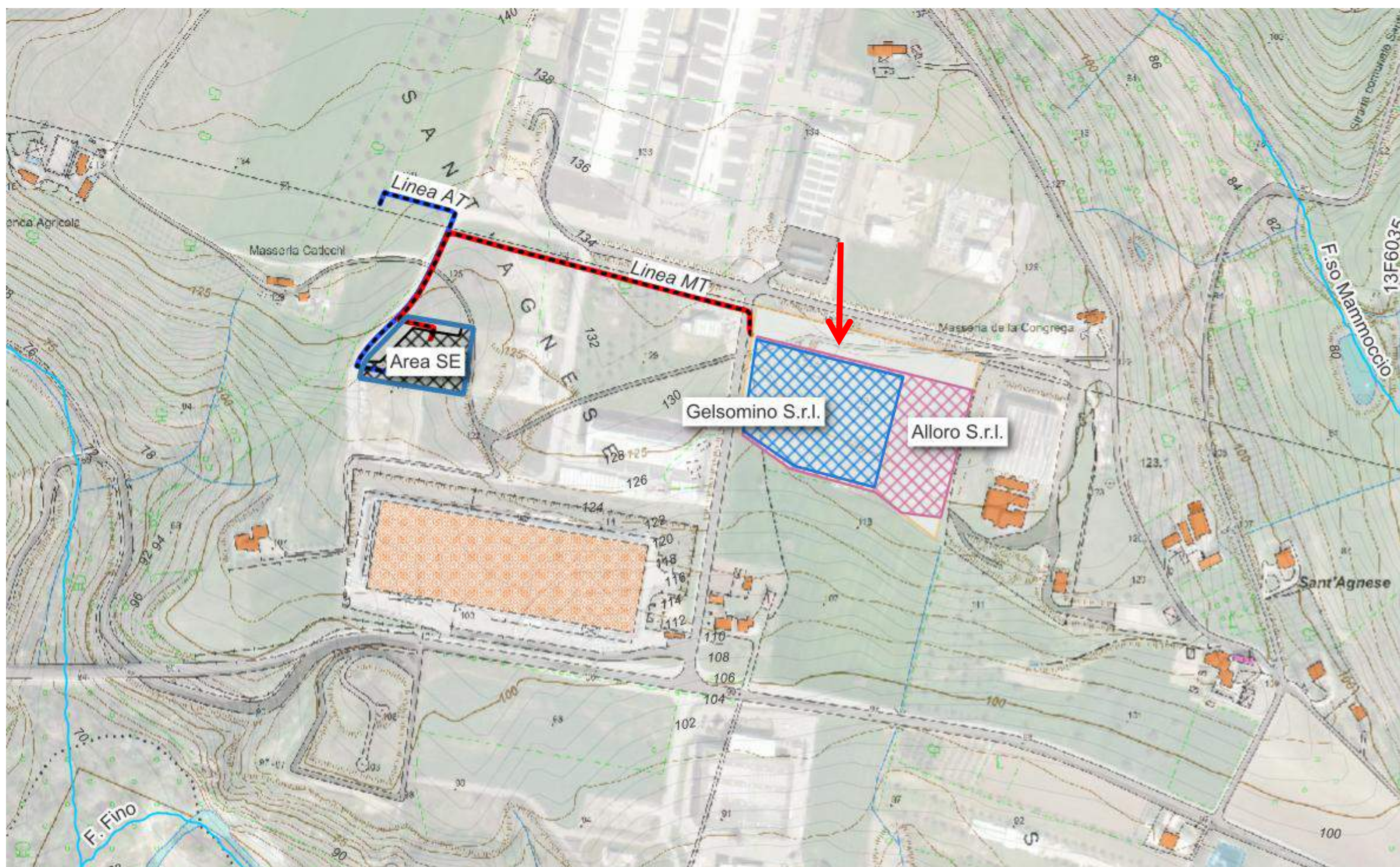


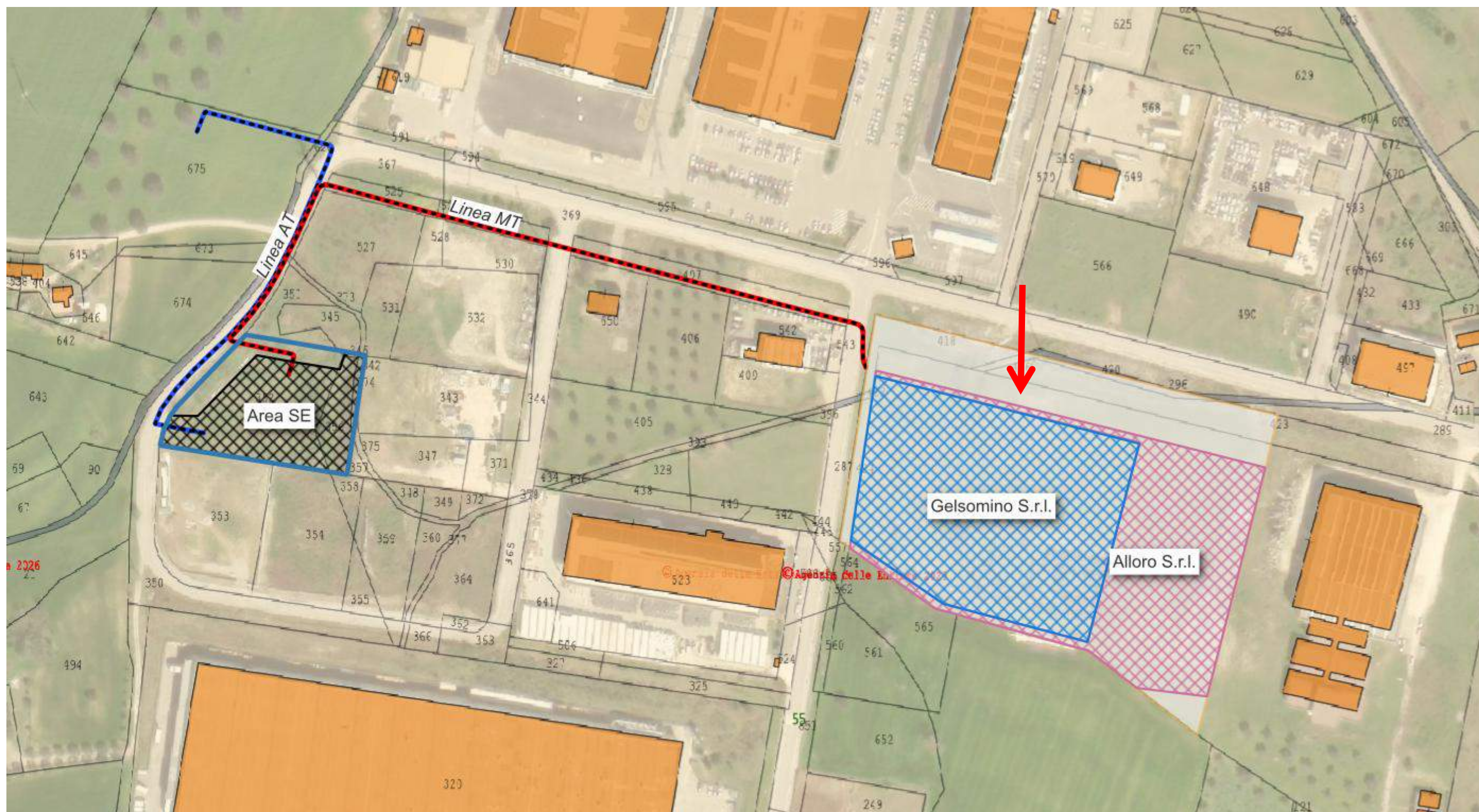
Immagine Satellitare ESRI su base CTR 10k Regione Abruzzo – scala 1:10'000



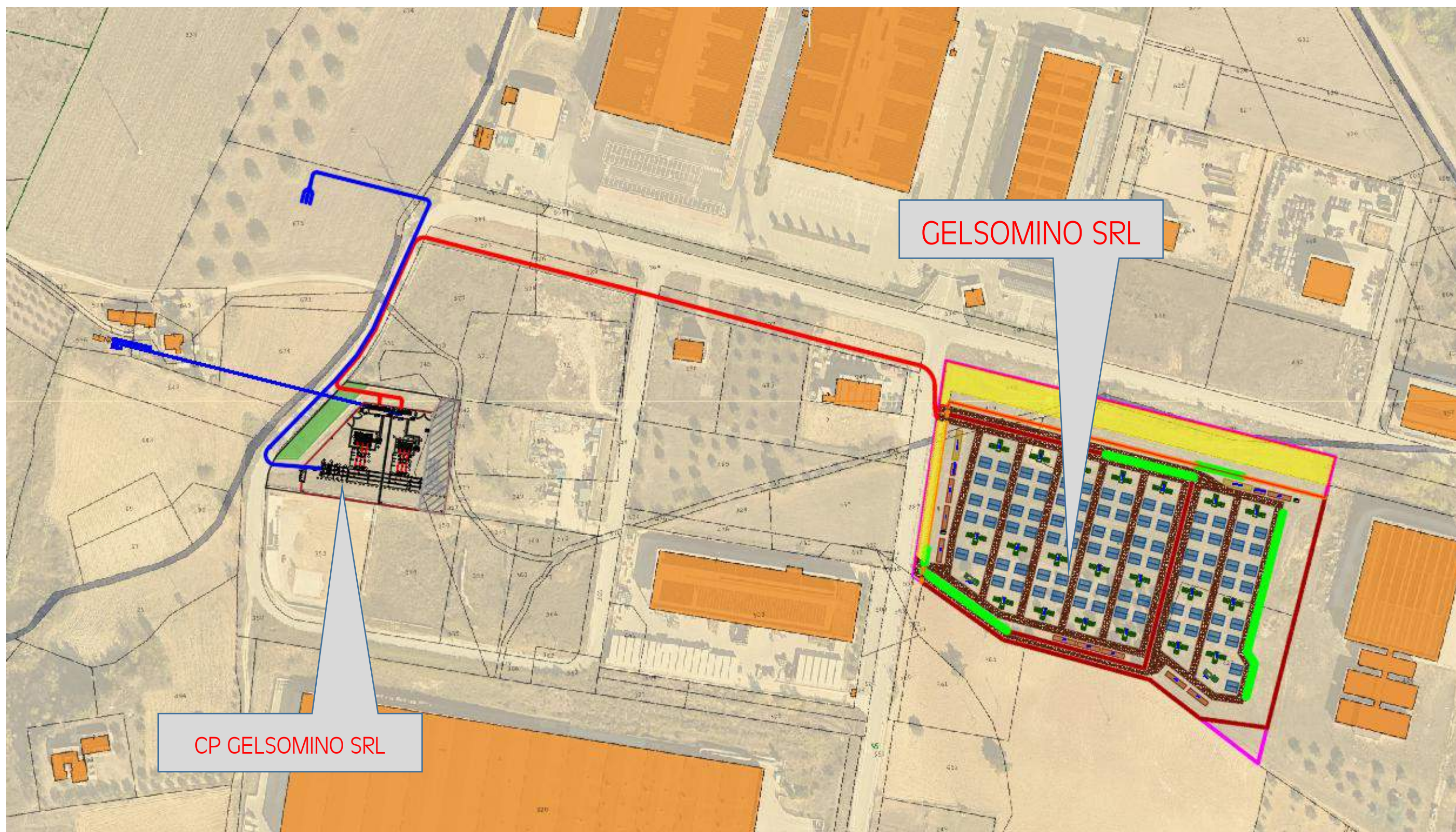
Open Street Map su CTR 5k Regione Abruzzo – scala 1:5'000



CTR 5k con Catastale – scala 1:2'500



Vista Satellitare e Catastale con Layout di Impianto e SE (Iniziativa BESS ALLORO Srl e BESS GELSOMINO Srl)



	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	12 di 115

4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICHE

ed

4.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Le cartografie geologiche di riferimento per l'area in esame e per la regione Abruzzo sono costituite dalla "Carta Geologica d'Italia" e dalla "Carta geologica dell'Abruzzo" di L. Vezzani & F. Ghisetti, entrambe a scala 1:100.000 e risalenti al secolo scorso.

La cartografia più recente, ma incompleta, è la "Carta Geologica d'Italia" del Progetto CARG a cura dell'ISPRA, a scala 1:50.000.

Per il territorio di Città Sant'Angelo sono quindi disponibili il:

1. foglio 141 (Pescara) della Carta Geologica d'Italia, rilevato nel 1960-62 e pubblicato nel 1963;
2. foglio Est della Carta geologica dell'Abruzzo, pubblicato nel 1998;
3. foglio 351 del Progetto CARG (https://progetto-carg.isprambiente.it/cartografiaCARG/download/fogli/cartageologica/351_PESCARA.pdf).

Il Foglio 351 Pescara (Carta Topografica d'Italia, scala 1:50000) è situato sulla costa adriatica nella porzione centrale del litorale Abruzzese (Fig. 1) e comprende le basse valli di alcuni dei principali fiumi abruzzesi: il Fiume Pescara, il Torrente Piomba, i fiumi Fino, Tavo e Saline e il Fiume Alento e, infine, l'area di foce del Fiume Foro.

L'area del Foglio è inclusa completamente nel Foglio 141 Pescara della Carta Topografica d'Italia alla scala 1:100.000. Dal punto di vista amministrativo è compreso nella Regione Abruzzo e rientra, da N verso S, nel territorio delle province di Teramo, Pescara e Chieti, rispettivamente nei comuni di Pineto, Atri, Silvi, Città Sant'Angelo, Montesilvano, Collecervino, Picciano, Pescara, Loreto Aprutino, Moscufo, Spoltore, Pianella, Cepagatti, San Giovanni Teatino, Chieti, Francavilla, Torrevicchia Teatina.

Il presente studio si basa sull'analisi della cartografia ufficiale sopra descritta, facendo però specifico riferimento alla Carta Geologica d'Italia del progetto CARG che, oltre ad essere la più recente e ad aver usufruito di un rilevamento di campagna su base topografica a scala 1:10.000.

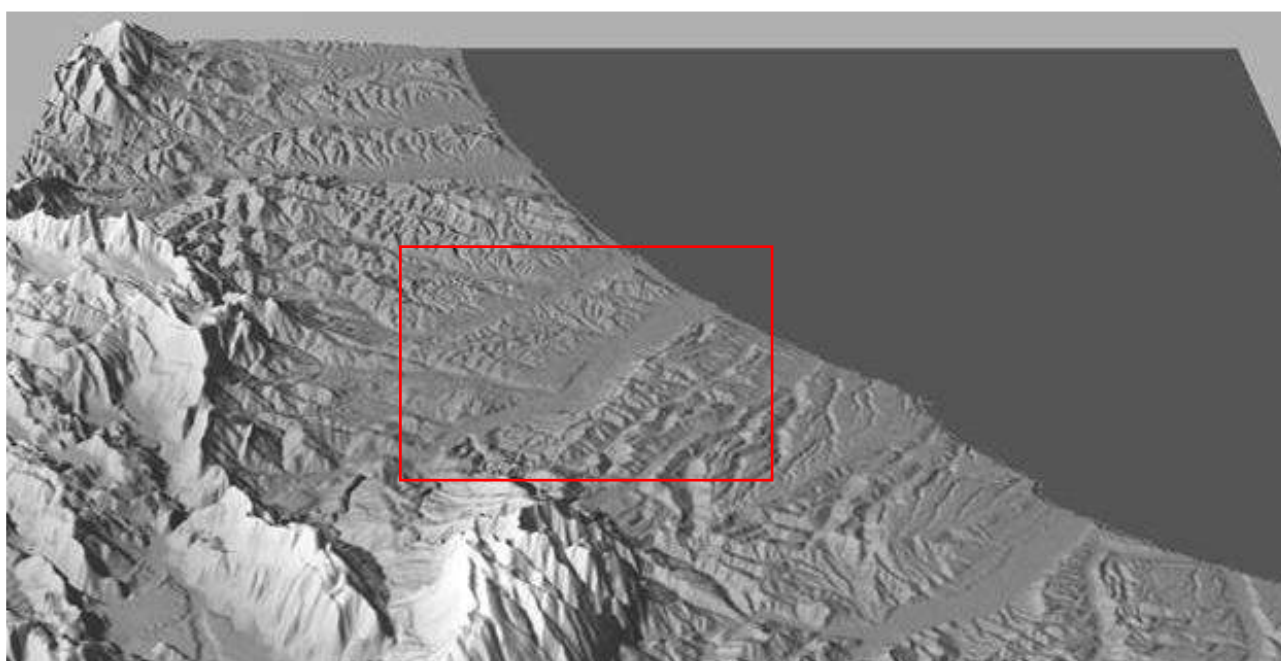


Figura 3 - Ubicazione dell'area del Foglio 351 "Pescara" nell'ambito dell'area pedemontana e costiera abruzzese (vista tridimensionale da sud, da DEM passo 90m, NASA-SRTM, FARR et alii, 2007).

gae studio <i>geology architecture engineering</i>	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL		Codice Elaborato: 2.01
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA		Data: 23/03/2026
			Revisione: 00
			Pagina: 13 di 115

Il paesaggio è caratterizzato dai rilievi collinari, compresi tra le valli dei principali corsi d'acqua, che si sviluppano fino a quote massime di circa 300-350 m nell'area nordoccidentale (Mutignano, Città Sant'Angelo) e fino a quote di 150-250 m nel settore centrale (Montesilvano Colle, Spoltore, Cappelle sul Tavo, Moscufo) e sudorientale (San Giovanni Teatino).

Dal punto di vista idrografico l'area del Foglio rientra in quattro bacini idrografici della regione abruzzese (T. Piomba, fiumi Tavo-Fino-Saline, F. Pescara, F. Alento), in minima parte nel bacino del F. Foro (estremità sud-orientale) e infine in una serie di bacini minori, che drenano direttamente nel litorale, o di zone intrabacinali; tutti i bacini rientrano nell'Autorità di Bacino dei bacini regionali della Regione Abruzzo.

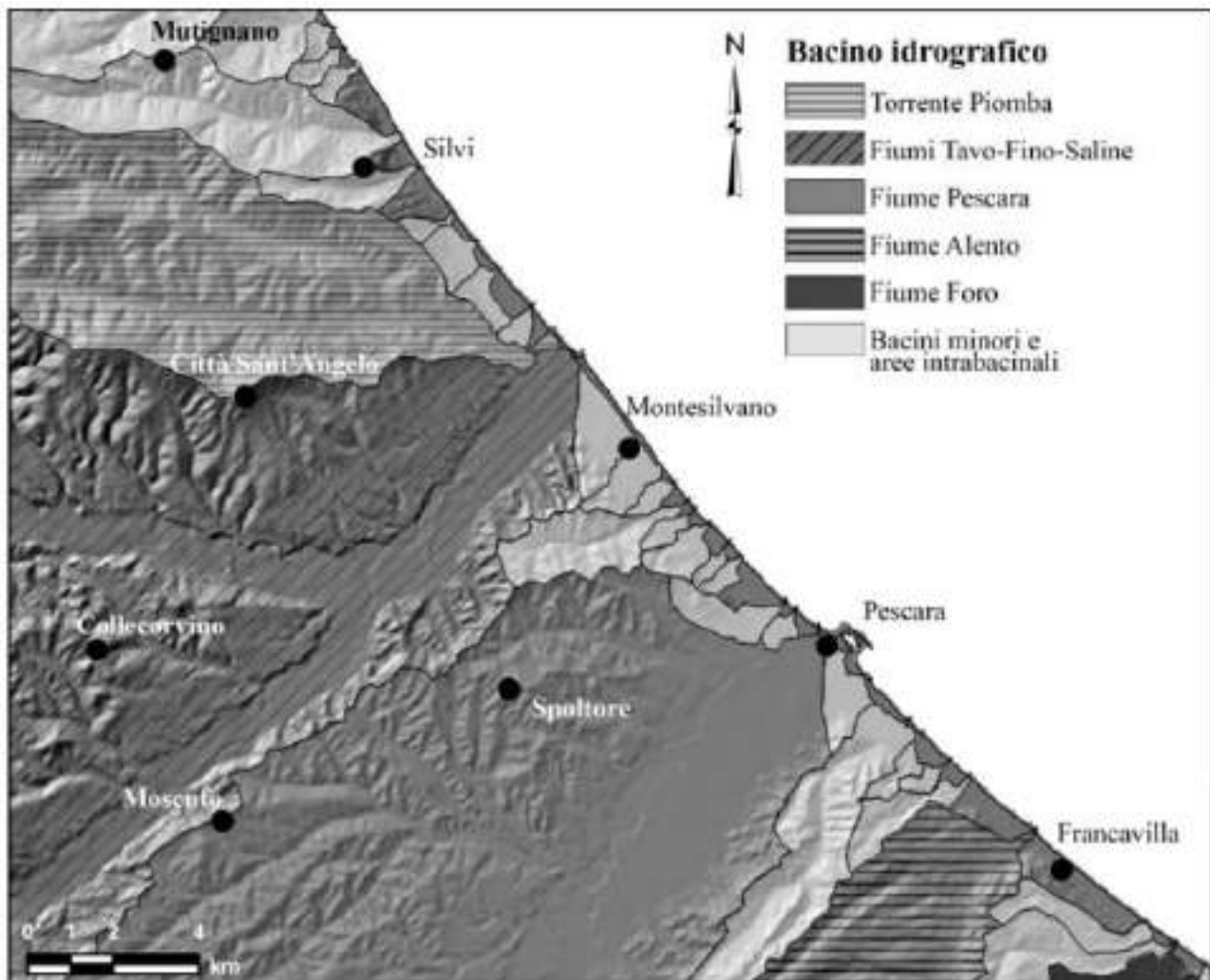


Figura 4 - *Bacini idrografici dell'area del Foglio 351 Pescara.*

gae studio <i>geology architecture engineering</i>	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato: 2.01
		Data: 23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione: 00
		Pagina: 14 di 115

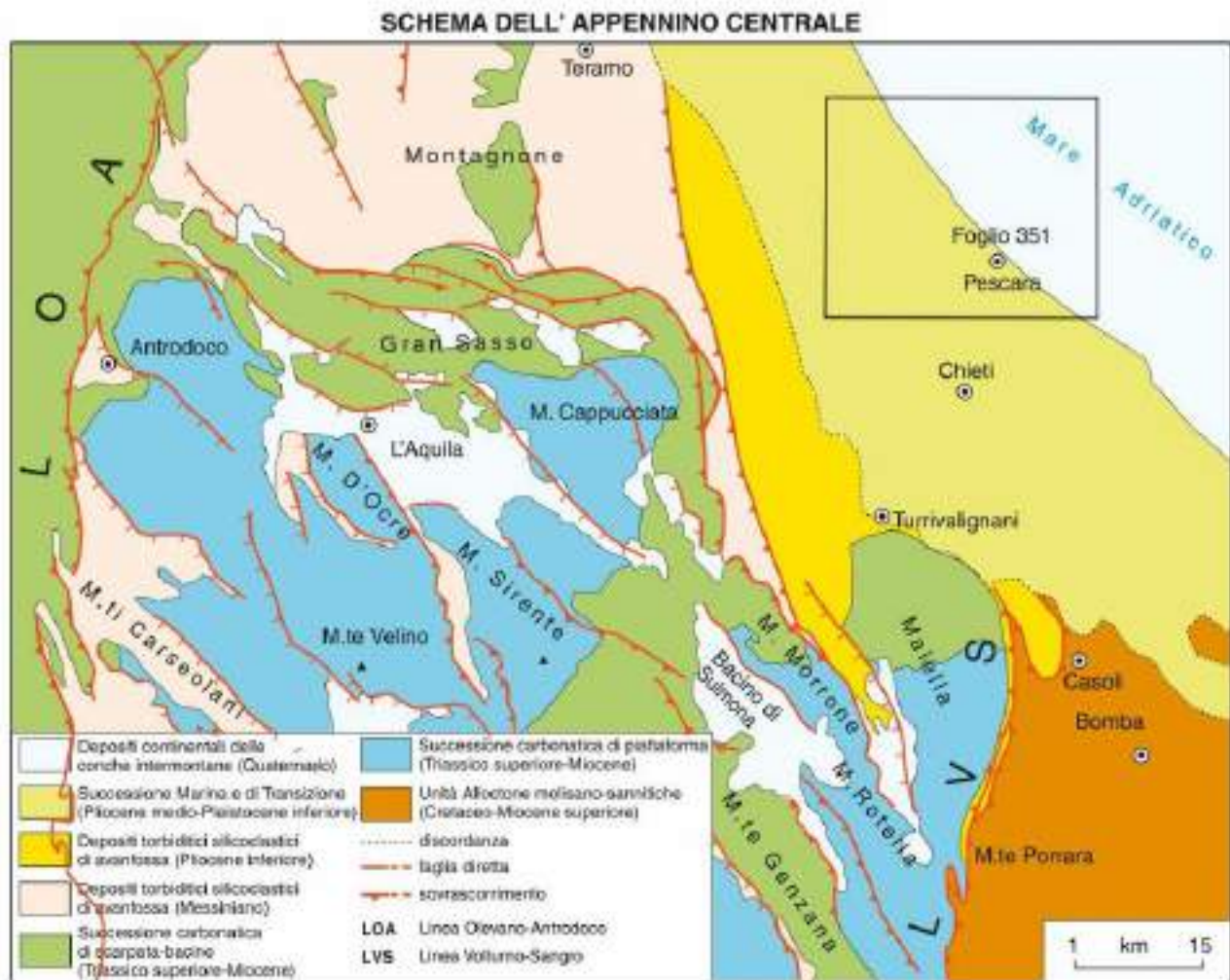


Figura 5 : Schema dell'Appennino Centrale

Dal punto di vista litologico, la sequenza è caratterizzata da una alternanza di argille illitico montmorillonitiche, argille marnose (con carbonati chimici e clastici), arenarie e sabbie (quarzoso feldspatiche) che si chiude al tetto con episodi clastici più grossolani costituiti da ghiaie eterometriche, in matrice sabbiosa, o cementate.

In linea generale, la successione possiede caratteristiche abbastanza omogenee, anche se a luoghi sono presenti numerose eteropie di facies in relazione soprattutto all'accelerata evoluzione del bacino durante il Pliocene inferiore, medio e superiore ed al controllo tettonico sinsedimentario operato da elementi tettonici paralleli e trasversali all'asse del depocentro principale.

In discontinuità sul substrato, già fortemente deformato in età Miocene superiore (Messiniano), il ciclo deposizionale inizia nel Pliocene inferiore con sequenze argilloso-marnose, più o meno siltose, attribuibili all'associazione di facies emipelagiche di piattaforma sommersa che evolvono rapidamente ad alternanze di peliti arenacee ed argille marnose che si depongono invece secondo meccanismi di correnti di torbida e risedimenti per slumping profondi. Nel Pleistocene la sequenza deposizionale prosegue con prevalente sedimentazione di argille grigio-azzurre, a luoghi siltose, cui si intercalano saltuariamente episodi sabbiosi e conglomeratici. Il bacino di sedimentazione va lentamente colmandosi diacronicamente con lo spostamento delle linee di riva verso Est con cui si attua la generale regressione nel Pleistocene inferiore.

Con riferimento alla cartografia del Progetto CARG si può precisare che il substrato geologico del territorio è costituito in netta prevalenza dall'associazione pelitico-sabbiosa della Formazione di Mutignano (FMT) del Pliocene superiore-pleistocene p.p., con affioramento, prevalente, dell'associazione sabbioso-conglomeratica (FMTd) e, subordinato, dell'associazione sabbioso-pelitica (FMTc). L'associazione pelitico-sabbiosa (FMTa) è affiorante solo in piccoli lembi.

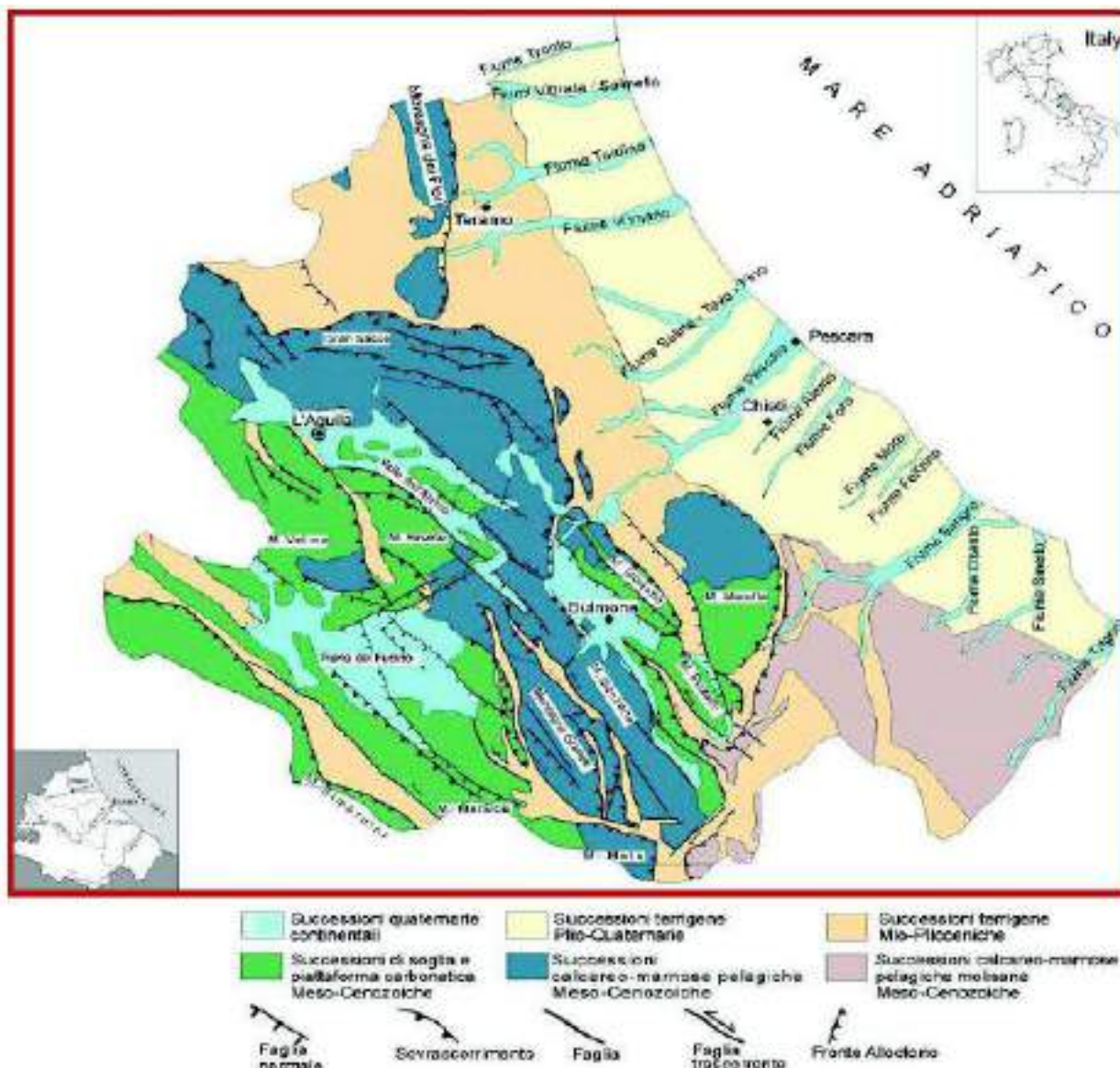


Figura 7 : Schema Geologico Semplificato dell'Abruzzo (L. D'Alessandro et alii, 2005)

4.2 INQUADRAMENTO STRUTTURALE

Il Foglio Pescara copre il settore più orientale dell'area abruzzese esterna. I depositi affioranti corrispondono alla successione silicoclastica del Pliocene superiore - Pleistocene inferiore (formazione di Mutignano), in concordanza al di sopra dei depositi del Pliocene medio-superiore p.p. (DONZELLI, 1997; CRESCENTI, 1971a; CASNEDI et alii, 1981; CANTALAMESSA et alii, 1986a; SCISCIANI et alii, 2000; CALAMITA et alii, 2002). I depositi affioranti si collocano temporalmente dopo l'ultima fase di migrazione verso l'avampaese del fronte deformativo e del depocentro torbiditico pliocenico. Dai dati di sottosuolo, è possibile riconoscere, dal punto di vista strutturale, la presenza di alcuni allineamenti (Figg. 8-9). Muovendosi da O verso E si individuano:

- 1) L'allineamento strutturale Villadegna-Cellino si sviluppa ad est del Flysch di Teramo (BRAMBATI, 1969; GHISSETTI et alii, 1994) e comprende una successione sedimentaria che va dai carbonati pelagici meso-cenozoici ai depositi silicoclastici del Pliocene inferiore; tale struttura, sul fianco esterno, è caratterizzata da terminazioni onlap dei terreni del Pliocene medio e superiore appartenenti al Bacino di Atri e rappresenta l'allineamento strutturale più interno (CRESCENTI et alii, 1980; CASNEDI, 1991a,b).
- 2) Il Bacino di Atri, corrispondente al depocentro principale posto fra l'anticlinale Villadegna-Cellino e la Struttura Costiera (CRESCENTI et alii, 2004); in tale depocentro si registra il massimo sviluppo della successione silicoclastica relativa al Pliocene inferiore e medio.

- 3) La Struttura Costiera, delimitante ad est il Bacino di Atri, rappresenta il fronte esterno della catena ed è costituita da un sistema di anticlinali orientate in direzione N-S e NNW-SSE che corrono circa parallele alla linea di costa al di sotto della copertura sedimentaria recente. Tali strutture, a differenza del fronte deformativo più interno, sono caratterizzate da un livello di scollamento superficiale, corrispondente alle evaporiti messiniane e solo la copertura silicoclastica pliocenica risulta deformata (CASNEDI & SERAFINI, 1994). Faglie normali di età messiniano-pliocenica interessano la rampa d'avampaese adriatica al di sotto della Struttura Costiera (CALAMITA et alii, 2001; CARRUBA, 2001; MILIA, 2002; CRESCENTI et alii, 2004).
- 4) L'avampaese Adriatico si estende ad est della Struttura Costiera e risulta solo marginalmente deformato durante la fase finale dell'evoluzione plio-pleistocenica; esso si sviluppa principalmente nel settore off-shore. Discontinuità stratigrafiche, successioni sedimentarie via via più condensate e onlap in progressiva migrazione verso est caratterizzano questo settore, delimitato ad ovest dalla Dorsale Medio Adriatica.

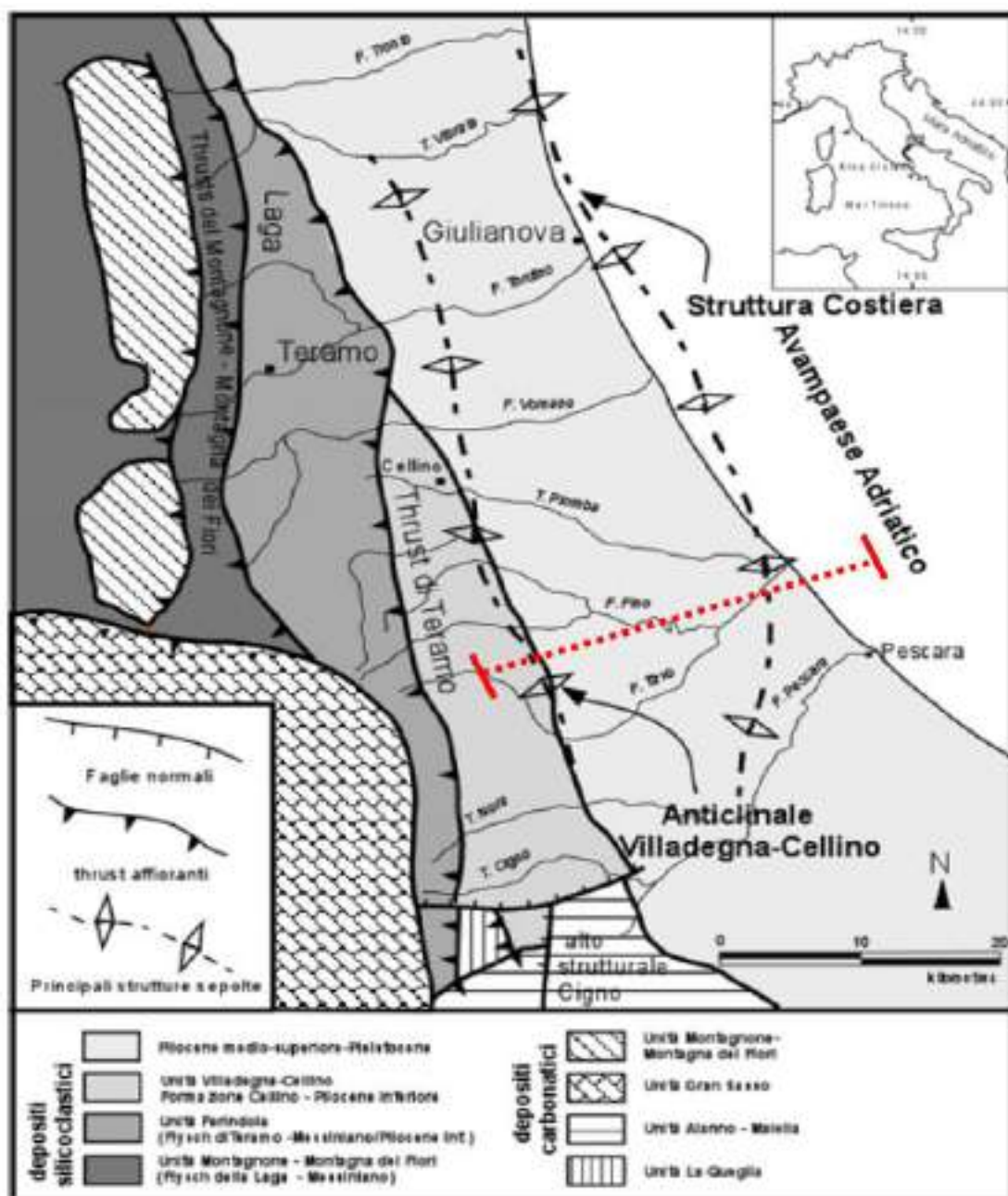


Figura 8 : Schema strutturale del settore esterno dell'Appennino centrale (modificato da BOLIS et alii, 2003).

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL		Codice Elaborato: 2.01
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA		Data: 23/03/2026
			Revisione: 00
			Pagina: 18 di 115

La fase di segmentazione del depocentro principale in depocentri minori avviene in concomitanza della crescita della Struttura Costiera, databile al Pliocene inferiore terminale (ORI et alii 1991; CASNEDI & SERAFINI, 1994; CRESCENTI et alii, 2004). Da questo momento, fino al top del Pliocene superiore, le successioni sedimentarie registrano un generale decremento dei tassi di subsidenza tettonica e mostrano una progressiva tendenza shallowing upward. Questi caratteri possono essere riferiti ad un contesto evolutivo di bacino di piggy-back (Fig. 9).

A partire dal Pliocene superiore si impostano condizioni di mare basso, come evidenziato dalla presenza di sistemi di shoreface in corrispondenza della Struttura Costiera che raggiungono la loro massima espressione durante il Pleistocene (ORI et alii, 1986). I depositi registrano una fase di transizione tra un periodo durante il quale l'architettura delle successioni era controllata da intensa attività tettonica (con sollevamenti a scala locale e la progressiva migrazione del depocentro verso l'avampaese adriatico) e un periodo durante il quale le successioni risultano dominate da importanti variazioni climatiche e da flessurazione a scala regionale (DRAMIS, 1993; CENTAMORE & NISIO, 2003).

Per effetto di questo fenomeno, che ha avuto intensità progressivamente maggiore verso l'interno della catena, i depositi postorogeni del versante adriatico hanno assunto un caratteristico assetto monoclinale con immersione verso est-nord est (DUFAURE et alii, 1989), con pendenza progressivamente decrescente in senso O-E.

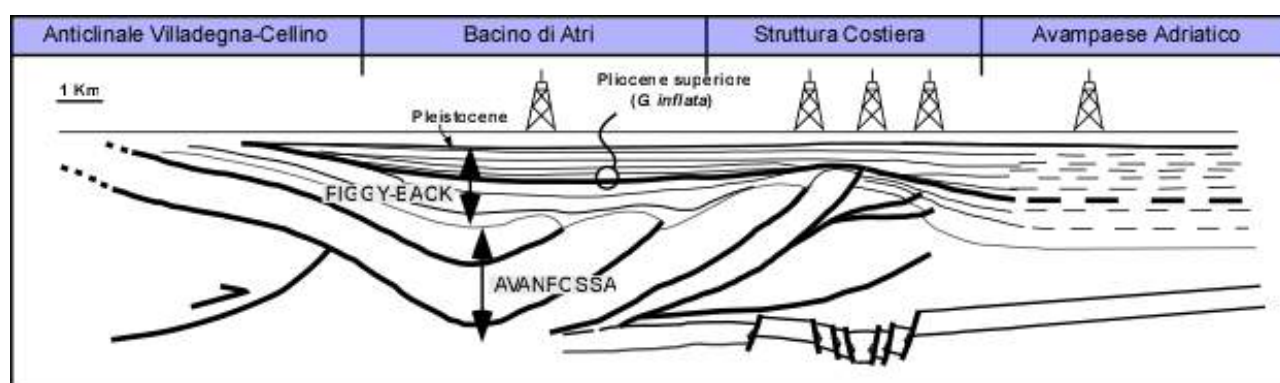


Figura 9 : *Sezione geologica schematica attraverso il fronte della catena appenninica*

4.2.1 SCHEMA MORFOTETTONICO

Lo schema morfotettonico dell'area del Foglio è stato realizzato come supporto e integrazione al rilevamento della successione del Quaternario continentale e per fornire una base per l'analisi delle relazioni tra tettonica, evoluzione morfostrutturale e depositi continentali quaternari. In esso sono infatti, mappate le evidenze geomorfologiche di tettonica, la loro distribuzione e le relazioni con i depositi continentali quaternari, che consentono di ipotizzare la presenza e il ruolo di elementi tettonici che non presentano evidenze geologiche di superficie e non sono rilevabili sulla base della semplice analisi di terreno.

Nello schema di figura 10 sono riportati i principali elementi geomorfologici relativi essenzialmente a crinali, versanti, valli e corsi d'acqua, che rappresentano indizi di tettonica conformemente a quanto indicato dagli autori che si sono occupati di tale tematica, particolarmente nell'area pedemontana adriatica (AMBROSETTI et alii, 1976; PANIZZA & CASTALDINI, 1987; COLTORTI et alii, 1991; CICCACCI et alii, 1992; CENTAMORE et alii, 1996; COLTORTI et alii, 1996; CURRADO & FREDI, 2000; LUPIA PALMIERI et alii, 2001; D'ALESSANDRO et alii, 2008; DELLA SETA et alii, 2008).

In primo luogo si osserva che le valli dei corsi d'acqua principali sono marcatamente asimmetriche, come già annotato nei Cenni di geomorfologia, sia per quanto riguarda l'estensione e l'articolazione dei versanti (Fig. 45), sia per quanto riguarda la distribuzione dei terrazzi alluvionali (Fig. 46). In particolare il versante destro delle valli è sempre poco esteso (da meno di cento metri a 1-2 km), acclive, marcatamente rettilineo, a direzione SO-NE (F. Tavo, F. Saline, F. Pescara) o ONO-ESE (F. Fino), ed è caratterizzato dalla presenza di confluenze contromonte a direzione da ESE-ONO a SE-NO. I versanti sinistri sono in tutti i casi (F. Fino, F. Tavo, F. Saline, F. Pescara) molto ampi, poco acclivi, fittamente solcati da vallette secondarie e da un reticolo idrografico sviluppato; sono interessati da evidenti indizi di morfotettonica e caratterizzati dalla presenza di ampi terrazzi alluvionali.

 gae studio <i>geology architecture engineering</i>	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	19 di 115

La distribuzione delle evidenze geomorfologiche di tettonica si presenta differenziata nelle diverse aree del foglio (Fig. 10). Nel settore settentrionale (F. Fino, T. Piomba) si individua l'intersezione di elementi a direzione NNO-SSE (valli rettilinee, gomiti fluviali, faccette triangolari e localmente confluenze contromonte) e elementi a direzione ONO-ESE (valli rettilinee, gomiti fluviali); meno frequenti sono gli elementi a direzione NE-SO. Questo settore è, inoltre, caratterizzato dalla diffusa presenza di forme calanchive e da scarpate a influenza strutturale legate essenzialmente all'erosione selettiva in corrispondenza dei termini sabbioso-conglomeratici della formazione di Mutignano.

Nel settore centrale (F. Tavo, F. Saline, F. Pescara) si osservano valli rettilinee a direzione SO-NE e NO-SE (meno frequenti le direzioni O-E e N-S) e crinali rettilinei circa paralleli alle valli. È presente, inoltre, una serie di valli decapitate a decorso da NE verso SO. Sia nelle valli secondarie che sul versante sudorientale della valle del F. Tavo, si individuano sistematicamente confluenze contromonte che si innestano con direzione ESE-ONO nelle valli principali a deflusso SO-NE e in alcuni casi interrompono il decorso marcatamente rettilineo del versante stesso.

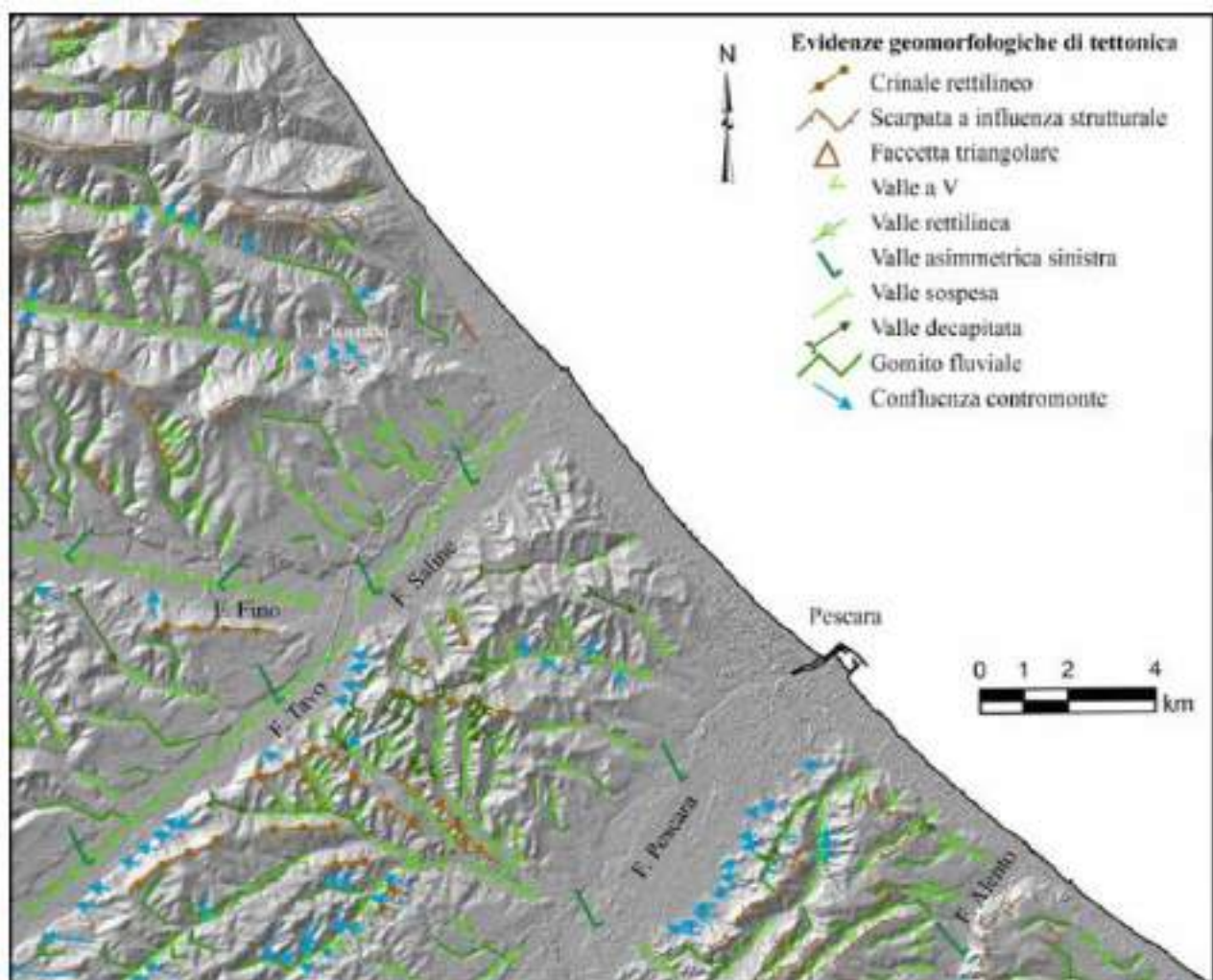


Figura 10 : Schema delle evidenze geomorfologiche di tettonica dell'area del Foglio 351.

Nel settore sudorientale (F. Pescara, F. Alento) sono presenti prevalentemente valli rettilinee a direzione SO-NE, gomiti fluviali a direzione da SO-NE a ONO-ESE. Sul versante SE della valle del F. Pescara, come nel caso del F. Tavo, è presente una serie di confluenze contromonte a direzione tra E-O e ESE-ONO. In questo settore sono presenti, come nel settore settentrionale, scarpate a influenza strutturale impostate sui termini sabbioso-conglomeratici della formazione di Mutignano (FMTd).

In figura 11 è riportato uno schema dei terrazzi alluvionali del Foglio; l'età dei diversi ordini di terrazzi (da T1 a T5) si riferisce alla sedimentazione dei relativi depositi alluvionali sulla base di quanto indicato nella Legenda e nel capitolo della Stratigrafia.

Il confronto tra lo schema degli indizi di morfotettonica (Fig. 10) e lo schema dei terrazzi alluvionali (Fig. 11) consente di evidenziare gli effetti del sollevamento regionale e della tettonica locale. Il sollevamento, dopo l'emersione e la chiusura della sedimentazione marina, ha determinato la formazione delle valli e l'approfondimento del reticolo idrografico registrati dalla successione dei terrazzi alluvionali. Sulla base degli indizi di morfotettonica è possibile ipotizzare la presenza di elementi tettonici, principali e secondari, a diversa direzione (Fig. 12) e i relativi rapporti di antecedenza e stimare in prima approssimazione il ruolo in termini di età e di influenza nell'evoluzione geomorfologica.

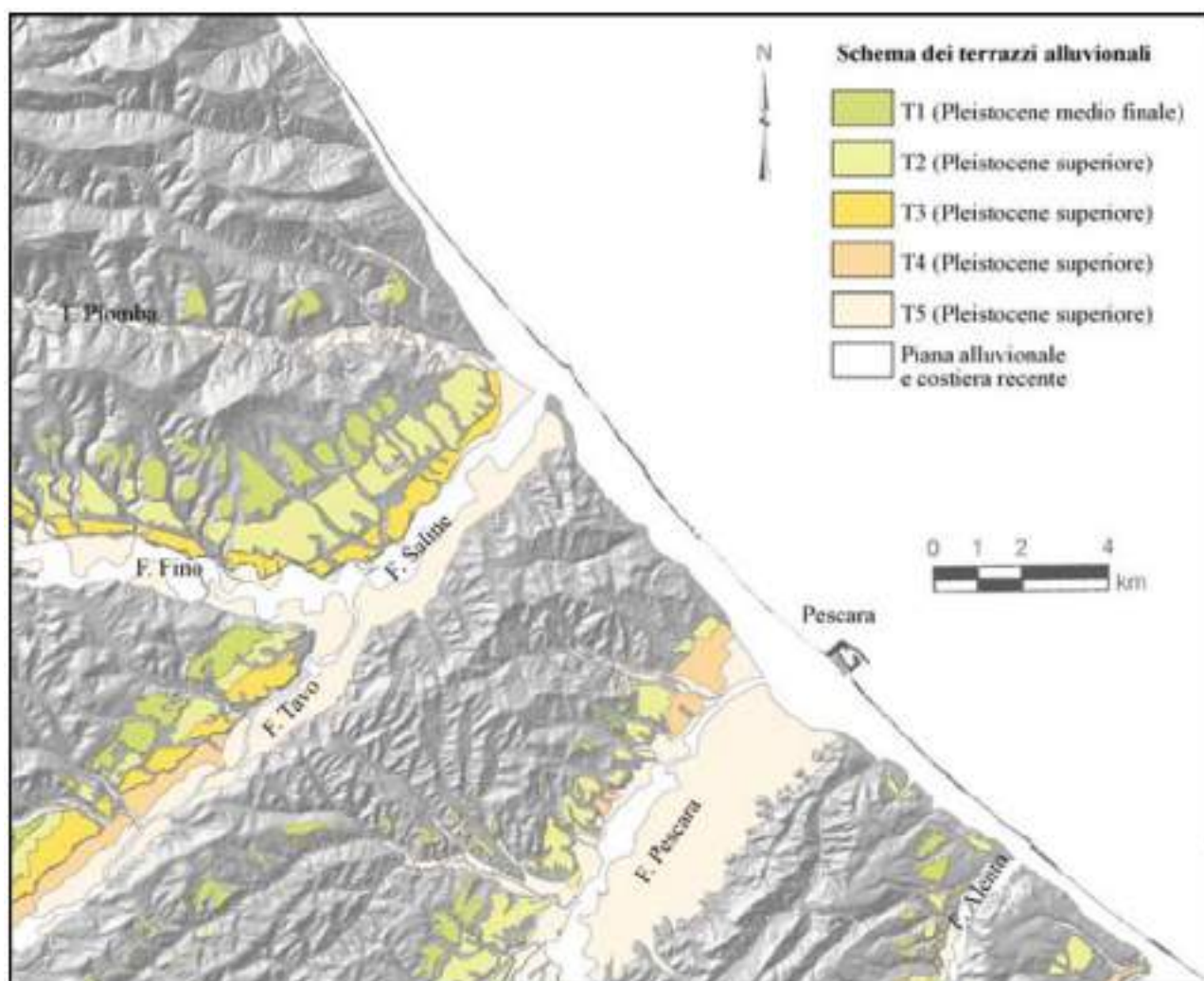


Figura 11 : *Schema dei terrazzi alluvionali dell'area del Foglio 351.*

I principali elementi tettonici dedotti sono a direzione SO-NE; sono gli elementi più antichi e hanno controllato la disposizione dei diversi ordini di terrazzi fino a tutto il Pleistocene medio. Questi si ritiene siano in parte ereditati da elementi tettonici precedenti che interessavano il substrato marino plio-pleistocenico, come anche indicato per i settori settentrionali dell'area abruzzese (FARABOLLINI et alii, 2004; DELLA SETA et alii, 2008).

Elementi a direzione NO-SE e ONO-ESE intersecano i precedenti e hanno avuto, probabilmente, un ruolo tra il Pleistocene medio finale e parte del Pleistocene superiore. I principali indizi di morfotettonica sviluppati lungo tali direzioni (valli rettilinee e gomiti fluviali) dissecano, infatti, i terrazzi più antichi (fino almeno al

gae studio <i>geology architecture engineering</i>	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato: 2.01
		Data: 23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione: 00
		Pagina: 21 di 115

Pleistocene medio finale); le più ampie valli rettilinee sono, invece, interessate da depositi alluvionali riferibili al Pleistocene superiore (T4-T5) (T. Piomba, versante NE del F. Tavo, versante NE del F. Pescara). Gli elementi a direzione NO-SE e ONO-ESE sembrano quindi aver controllato il modellamento delle valli rettilinee e dei gomiti fluviali sui versanti nordoccidentali dei principali corsi d'acqua e delle confluenze contromonte presenti nei versanti sudorientali delle valli del Tavo e del Pescara. Lungo la valle del F. Fino e nel settore centrale, tali elementi hanno inoltre determinato la decapitazione di vallecole a direzione NO-SE, anche molto sviluppate, e di vallecole a direzione NE-SO. Solo nel caso dell'elemento che borda la valle del F. Fino, questo sembra aver avuto un ruolo già in precedenza, in concomitanza con gli elementi a direzione SO-NE.

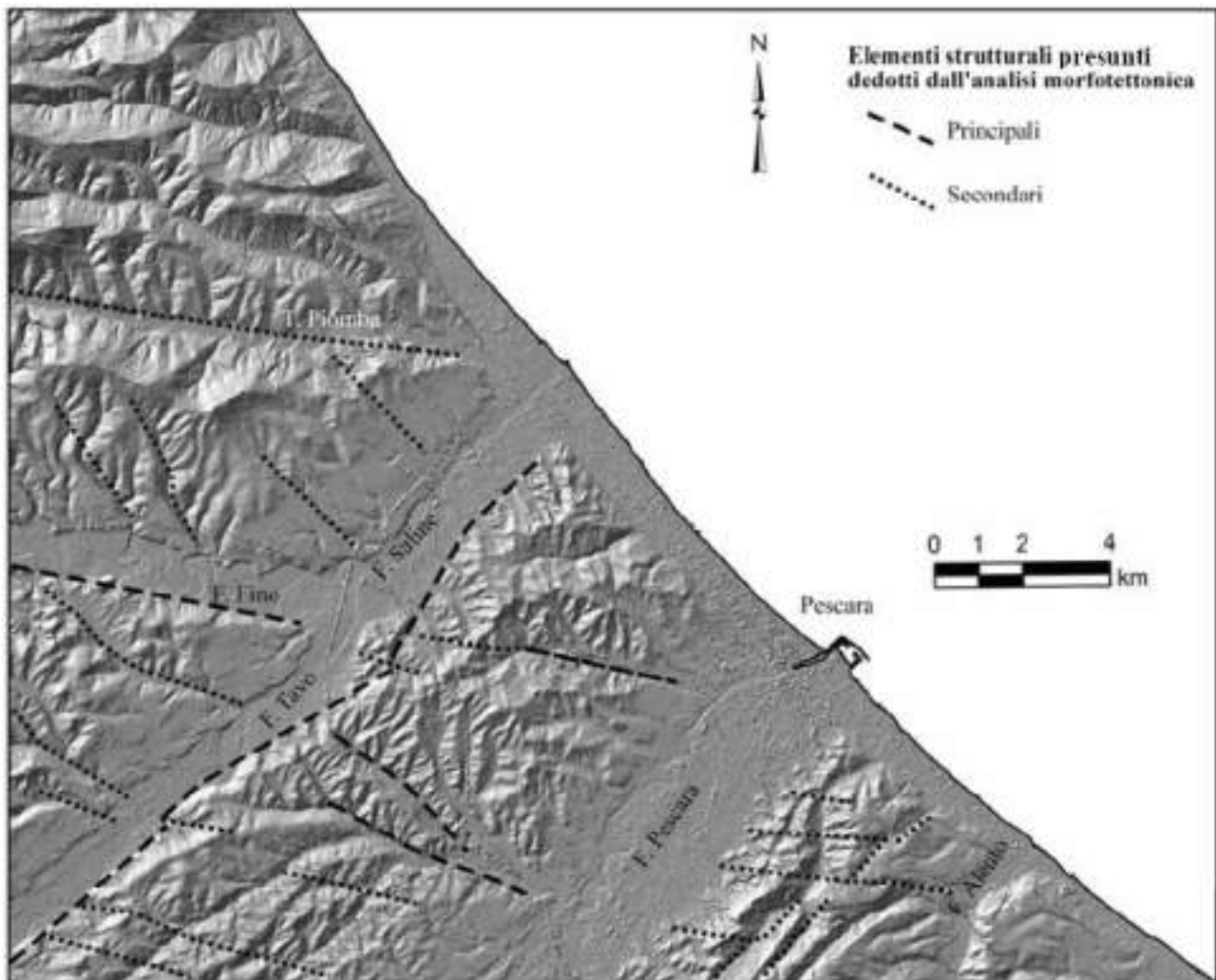


Figura 12 : *Schema degli elementi strutturali presunti, dedotti dall'analisi morfotettonica e dei terrazzi alluvionali dell'area del Foglio 351.*

 geology architecture engineering	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	22 di 115

4.3 BIOSTRATIGRAFIA E CRONOSTRATIGRAFIA

SUCCESSIONE DI TRANSIZIONE DAL MARINO AL CONTINENTALE DEL PLIOCENE - PLEISTOCENE p.p.

- **Argille e conglomerati di Ripa Teatina (RPT)**

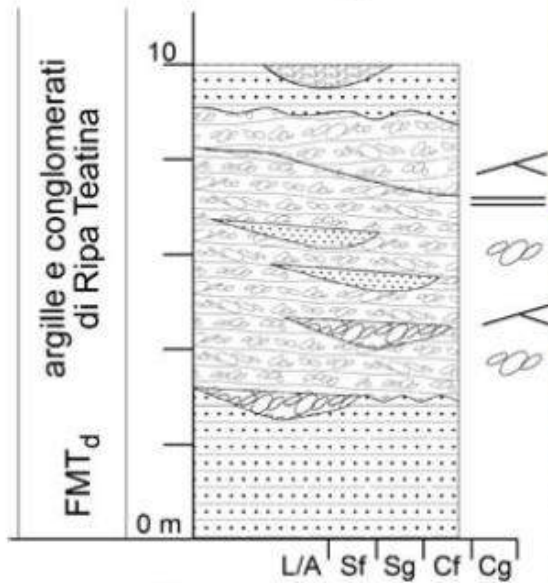
Quest'unità affiora in lembi di limitata estensione in corrispondenza dello spartiacque tra i principali corsi d'acqua (F. Pescara, fiumi Tavo-Fino-Saline, T. Piomba); è molto più diffusa nei settori meridionali, nell'area del Foglio 361 Chieti, dove è stata definita.

Nell'area del Foglio Pescara è costituita da conglomerati poligenici, prevalentemente calcarei, raramente silicei o arenacei, eterometrici da centimetrici a decimetrici. I depositi sono clastosostenuti con matrice sabbiosa biancastra che talora può divenire abbondante fino ad avere rari livelli fangosostenuti. Sono generalmente disposti in assetto massivo o con stratificazione pianoparallela (Fig. 13). Localmente si intercalano lenti di sabbie canalizzate di estensione metrica, lenti di ghiaie centimetriche clinostatificate, di ampiezza fino a decametrica, e lenti di ghiaie grossolane decimetriche e pluridecimetriche, di ampiezza metrica; tali elementi permettono di attribuire i depositi, almeno in parte, ad un ambiente fluviale. Al tetto sono presenti livelli e lenti di sabbie e limi calcarei biancastri.

- La base è costituita dalla superficie erosiva, ondulata per la presenza di paleocanali, a contatto con i termini più recenti della formazione di Mutignano. Il tetto è costituito da una superficie deposizionale profondamente rimodellata; si osservano lenti di ghiaie riferibili a paleocanali e orizzonti eluvio-colluviali di spessore variabile.
- Lo spessore è in genere di pochi metri e raramente supera i 10 m.

La collocazione stratigrafica, compresa tra i termini più recenti della successione marina e i termini più antichi della successione continentale, consente di attribuire tale unità al PLEISTOCENE medio p.p.

Località: Piane Maglierici



SIMBOLOGIA

- Conglomerati stratificati, con clasti sub arrotondati
- Sabbie
- Arenarie e sabbie
- Conglomerati in paleocanali
- Stratificazioni pianoparallele
- Stratificazioni incrociate
- Clasti embricati

GRANULOMETRIA

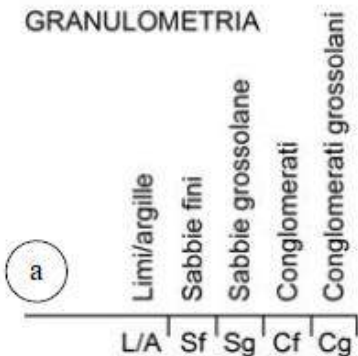


Figura 13 : Log di Loc. Piane Maglierici, riferibile alle argille e conglomerati di Ripa Teatina. a) Log stratigrafico; b) parte bassa dell'affioramento descritto nel Log

 gae studio <i>geology architecture engineering</i>	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	24 di 115

FORMAZIONE DI MUTIGNANO - PLIOCENE SUPERIORE-PLEISTOCENE p.p.

La formazione di Mutignano rappresenta la totalità della successione marina del Pliocene superiore-Pleistocene affiorante nel Foglio. I termini della formazione di Mutignano sono riferibili ad ambienti che vanno dall'offshore allo shoreface. La loro organizzazione verticale individua un chiaro trend coarsening e thickening upward, interpretabile come una fase di progradazione degli ambienti deposizionali verso le aree bacinali, con tendenza al colmamento del depocentro plio-pleistocenico.

Le esposizioni naturali migliori si hanno soprattutto nell'area settentrionale, in corrispondenza delle forme calanchive dei versanti meridionali delle valli del T. Piomba, F.so del Gallo, F.so Cerrano, F.so del Sabbione (Fig. 14) così come lungo le scarpate morfologiche dei rilievi sommitali presenti in diverse aree del Foglio, oltre che nelle scarpate di cave e nei tagli stradali dove è possibile osservare alcuni aspetti importanti di questa formazione.

I depositi dell'associazione pelitico-sabbiosa della formazione di Mutignano (FMTa) dominano in misura prevalente il paesaggio collinare dell'intero Foglio e in particolare la parte centrale, corrispondente alla Sez. III Spoltore. Essi rappresentano i depositi marini del Pliocene superiore-Pleistocene più giovani affioranti al disotto delle coperture quaternarie continentali.

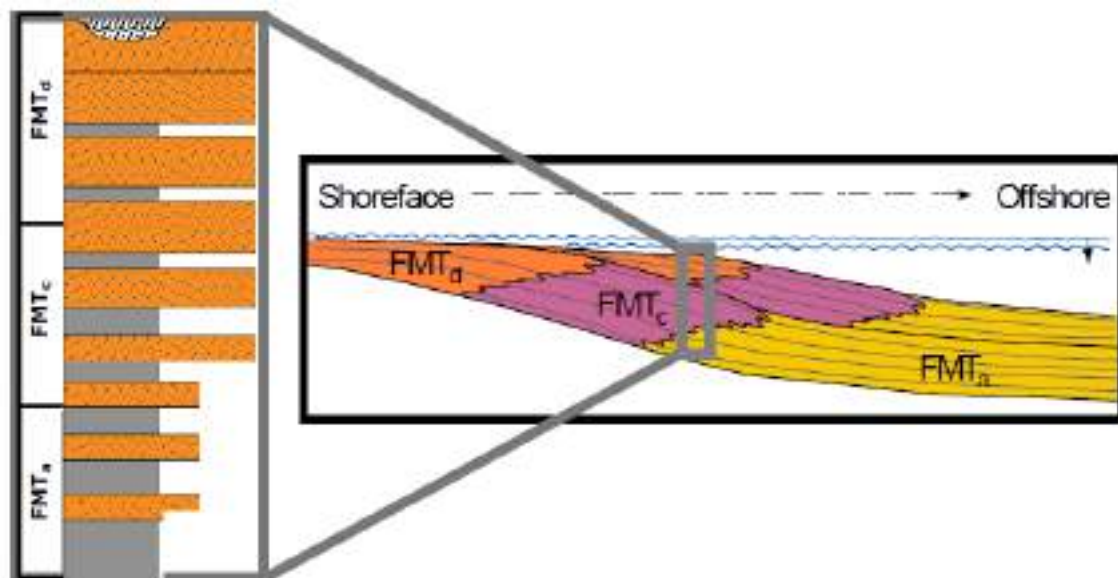


Figura 14 : *Sezione geologica schematica attraverso il fronte della catena appenninica*



Figura 15 : *Panoramica del versante settentrionale del F.so Cerrano; sullo sfondo l'abitato di Mutignano. Sul versante affiorano le diverse associazioni della formazione di Mutignano.*

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL		Codice Elaborato: 2.01
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA		Data: 23/03/2026
			Revisione: 00
			Pagina: 25 di 115

Al di sopra dell'associazione FMTa, in corrispondenza della parte alta delle dorsali collinari, sono presenti i termini dell'associazione sabbioso-pelitica (FMTc), affioranti estesamente nei settori settentrionali e centrale del Foglio, e i depositi dell'associazione sabbioso-conglomeratica (FMTd), che chiudono il ciclo marino del Pliocene superiore - Pleistocene e che sono preservati in misura maggiore nelle aree centrali e meridionali del Foglio. Questi ultimi sono distribuiti irregolarmente e a quote differenti sulla sommità dei colli, come quelli presenti tra 390 e 150 m nella Sez. IV Montesilvano (Mutignano, Mad.na delle Grazie, C.le Pelato, C.le S. Anna, C.le Terremoto, Silvi Paese, Pianacce, S. Martino, Colle S. Giovanni, Colle di Sale, Cas.o Razzi, Città S. Angelo e C.le Belvedere), tra 220 e 90 m nella Sez. III Spoltore (Spoltore, C.le Arena, Colle Caprino, Montesilvano Colle) e tra 210 e 80 m nella Sez. II Pescara (C.le Orlando, Colle Grande, S. Silvestro, Piane Moretto, C.le Tavoletta).

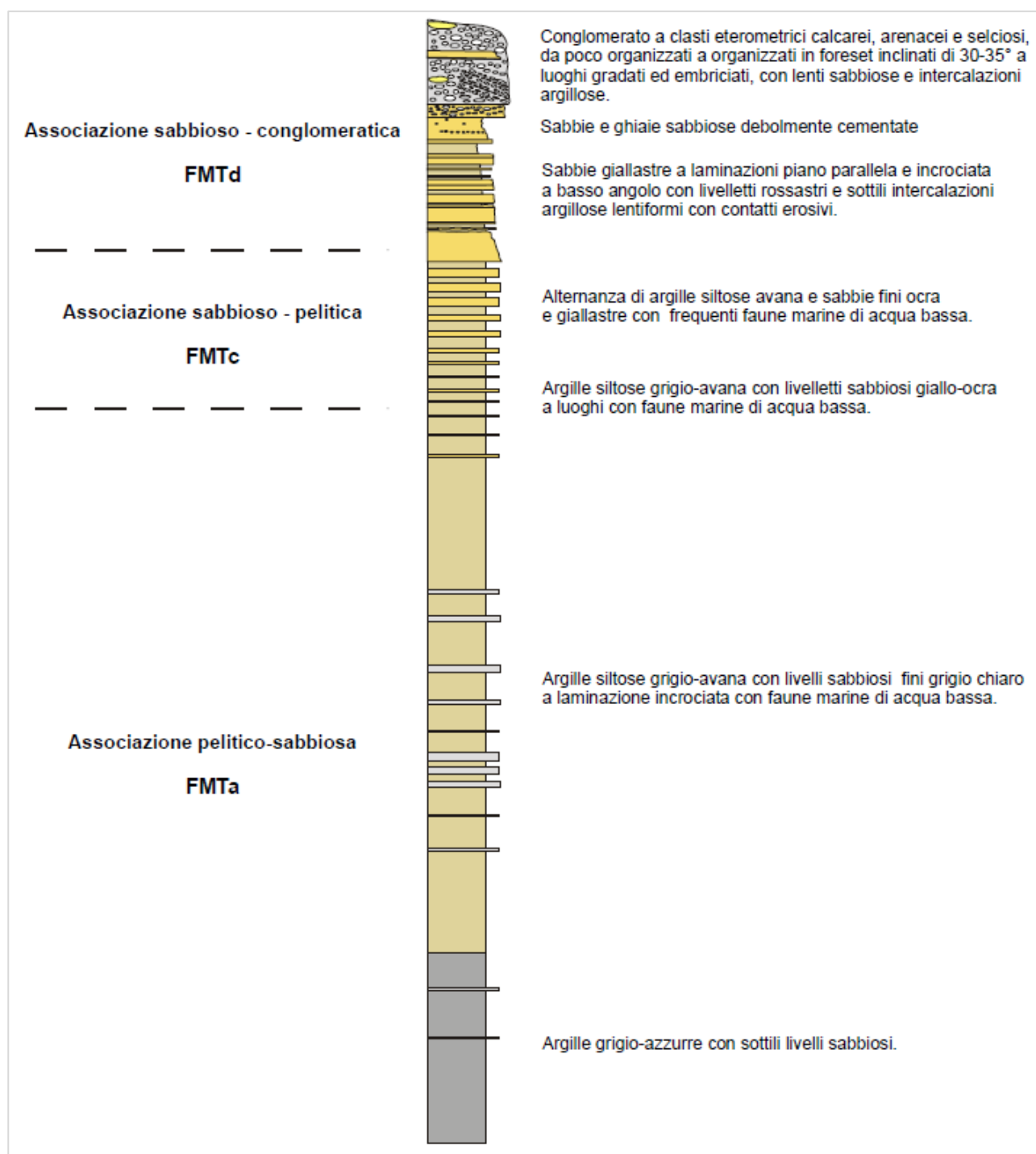


Figura 16 : Log stratigrafico schematico della formazione di Mutignano.

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL		Codice Elaborato: 2.01
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA		Data: 23/03/2026
			Revisione: 00
			Pagina: 26 di 115

Come introdotto in precedenza, quindi, nell'ambito di tale unità è stato possibile riconoscere, dal basso verso l'alto, diverse associazioni di facies schematizzate nel log di Fig. 16 e di seguito descritte.

- **associazione pelitico-sabbiosa (FMTa):** questa unità è rappresentata da argille e argille marnose di colore grigio in strati da medi a spessi passanti verso l'alto ad argille siltose grigio-avana con stratificazione da centimetrica a decimetrica, prevalentemente a geometria tabulare ma a luoghi anche lentiforme. A diverse altezze possono essere presenti intercalazioni centimetriche di sabbie oca o rossastre e livelli sabbioso-limosi di colore grigio chiaro, a luoghi con geometria lenticolare e laminazione da pianoparallela ad incrociata (ripple). Il rapporto sabbia/argilla di questa associazione è nettamente inferiore all'unità. La base di questa unità non è presente in affioramento nel Foglio e lo spessore massimo osservato è dell'ordine di circa 400 m.
- **associazione sabbioso-pelitica (FMTc):** questa associazione è costituita da un'alternanza di sabbie e sabbie siltose di colore giallo-ocra, a diverso grado di cementazione, ed argille e argille siltose grigiastre sottilmente laminate. I livelli sabbiosi sono generalmente in rapporto erosivo sulle peliti e possono presentare laminazioni parallele, incrociate e hummocky; frequente è, inoltre, la presenza di piritizzazione interstrato. Lo spessore degli strati sabbiosi aumenta dal basso verso l'alto da sottile a medio ed il rapporto sabbia/argilla è pressoché pari ad 1. Lo spessore di questa unità varia da un minimo di circa 20 metri fino ad un massimo di circa 60-70 m.
- **associazione sabbioso-conglomeratica (FMTd):** è costituita da sabbie ed arenarie di colore giallastro, frequentemente bioturbate, con intercalazioni di livelli di ghiaie e di conglomerati composti da ciottoli di qualche centimetro, sempre ben sciacquati ed embricati, in prevalenza calcarei o, subordinatamente, silicei. Sia le sabbie che i conglomerati sono in genere stratificati in set tabulari al cui interno è possibile osservare stratificazione e laminazione incrociata a basso angolo e talora ripples simmetrici tipici di ambiente di spiaggia. Localmente sono presenti livelli da millimetrici a centimetrici di peliti grigie.

Il contatto di questa unità con la sottostante associazione FMTc è rappresentato da un passaggio netto con contatti di tipo erosivo o unconformity tra termini sabbioso-pelitici passanti a sabbie e conglomerati. Lo spessore in affioramento dell'associazione sabbioso-conglomeratica varia da 5-10 m fino ad un massimo di circa 50 m.



Associazione pelitico-sabbiosa FMTa

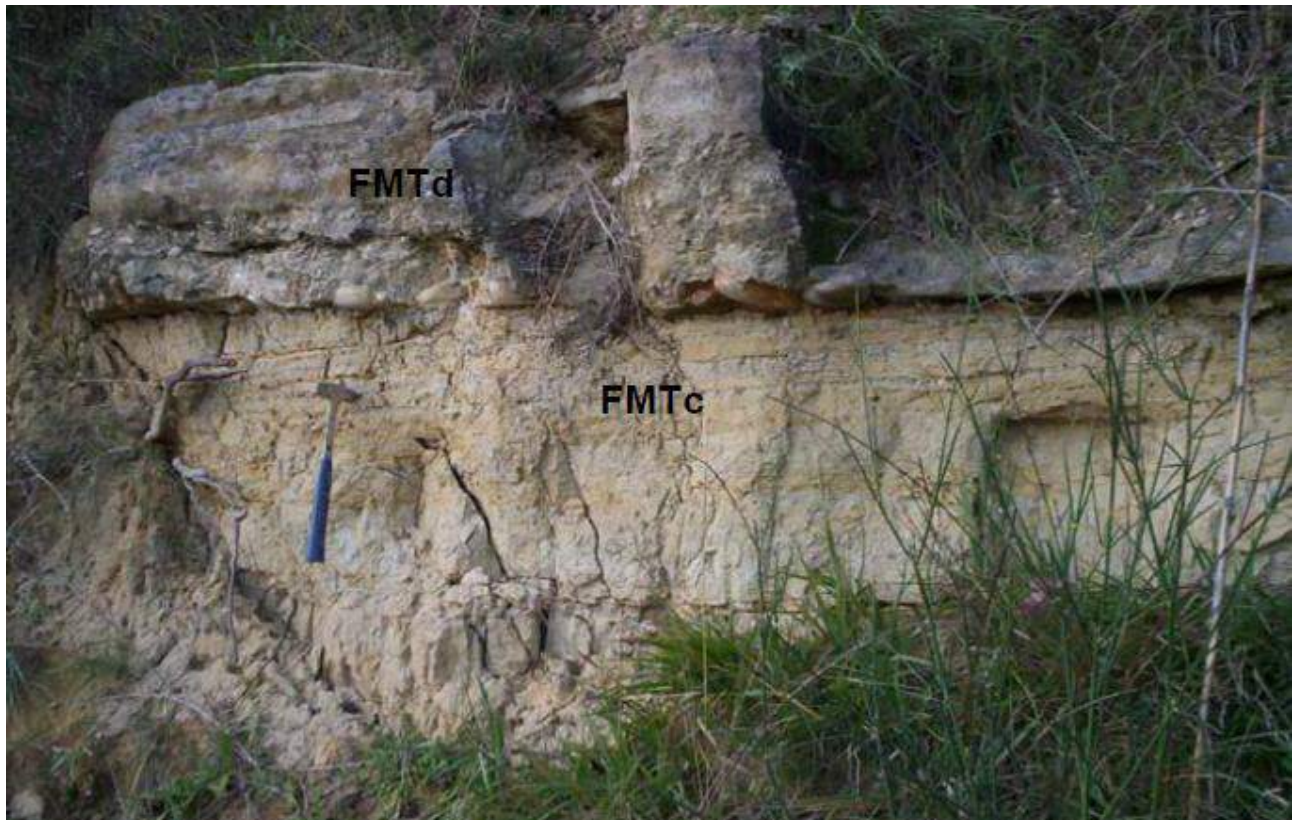


Affioramento dei depositi sabbioso-conglomeratici (FMTd) presso Silvi Paese

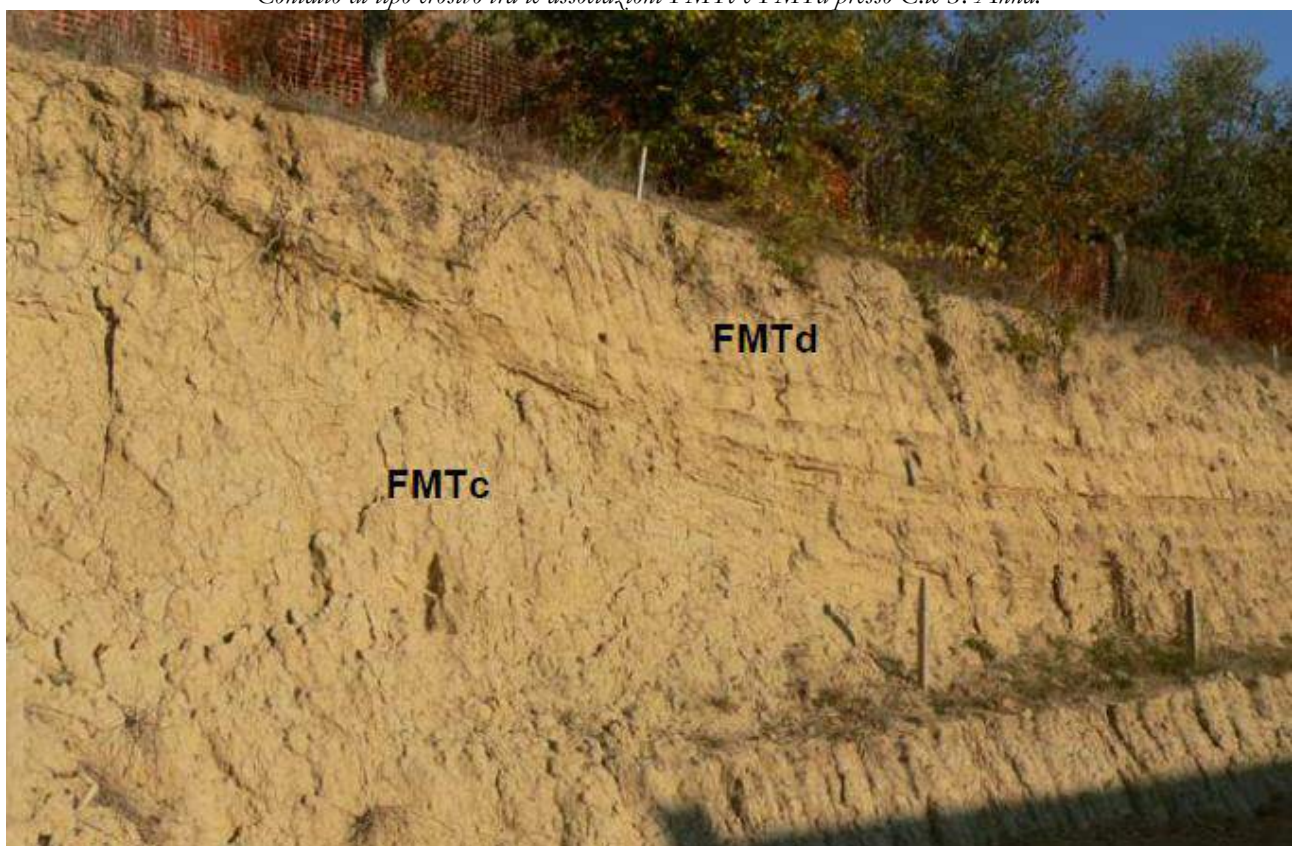


Stratificazione dei sedimenti dell'associazione sabbioso-conglomeratica (FMTd).

gae studio <i>geology architecture engineering</i>	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL		Codice Elaborato: 2.01
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA		Data: 23/03/2026
			Revisione: 00
			Pagina: 28 di 115



Contatto di tipo erosivo tra le associazioni FMTc e FMTd presso C.le S. Anna.



Discordanza angolare tra le associazioni FMTc e FMTd presso C.le Arena.

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	29 di 115



Affioramento del passaggio tra le associazioni FMTc e FMTd presso Colle Caprino.

SUCCESSIONE DEL QUATERNARIO CONTINENTALE

I depositi della successione post-orogena del Quaternario continentale affiorano diffusamente in tutta l'area del Foglio. Essi sono riferibili principalmente ad ambienti fluviali e di conoide alluvionale, ad ambienti di spiaggia e, in minor misura, a depositi di versante.

I depositi fluviali e di conoide alluvionale sono organizzati in terrazzi di diversi ordini. Per ogni ordine è stato possibile riconoscere, nella maggior parte dei casi, la morfologia e la continuità fisica degli affioramenti lungo ciascuna delle valli principali. Solo i depositi più antichi sono presenti in lembi isolati, spesso collocati nelle zone di interfluvio tra i corsi d'acqua. La correlazione tra i depositi dei diversi terrazzi è stata eseguita procedendo dai depositi attuali verso quelli via via più antichi, tenendo conto in prima analisi dell'altezza dei depositi sul fondovalle, della presenza e stato di evoluzione dei suoli alla sommità dei terrazzi e dell'estensione areale e spessore dei depositi terrazzati, in relazione con gli eventi deposizionali di maggiore importanza. Si è tenuto conto inoltre della correlazione con le aree limitrofe ed in particolare con l'area del Foglio 361 Chieti.

Per i diversi ordini di terrazzi nei diversi bacini è stato possibile definire un'altezza media sul fondovalle della superficie sommitale dei diversi terrazzi, che tuttavia tende generalmente a ridursi spostandosi verso le aree di foce, mettendo in evidenza una geometria convergente (Fig. 17).

La ricostruzione dell'andamento dei terrazzi fluviali per le valli principali ha permesso di definire una cronologia relativa degli eventi, deposizionali ed erosivi, che hanno caratterizzato l'evoluzione continentale dell'area e, inoltre, di individuare, indipendentemente in ciascuna valle, gli episodi caratterizzati da maggiore importanza ed estensione. Questi elementi, insieme all'esistenza dei rapporti morfologico-stratigrafici tra i diversi ordini di terrazzi e al confronto con le unità rilevate nei fogli limitrofi realizzati nella Regione Abruzzo, con alcune delle quali si ha una continuità fisica diretta lungo il F. Pescara, hanno permesso di arrivare ad una

definizione dei diversi sintemi e subsintemi che caratterizzano l'area, secondo le norme pubblicate dal SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1992) e le successive integrazioni.

	F. FINO					F. TAVO					F. SALINE			
	SX	DX	a.s.f.(m)	q.(m)		SX	DX	a.s.f.(m)	q.(m)		SX	DX	a.s.f.(m)	q.(m)
T1	SI	-	100-90	160-120	T1	SI	-	100-90	220-130	T1	SI	-	95-70	120-70
T2	SI	-	80-70	140-100	T2	SI	-	80-65	170-100	T2	SI	-	70-60	100-60
T3	SI	-	55-45	110-70	T3	SI	-	50-45	150-70	T3	SI	-	50-30	70-35
					T4	SI	-	25-20	140-45					
T4	SI	SI	10	80-30	T5	SI	SI	15-10	135-35	T4	SI	SI	10-3	35-5
pa	SI	SI	0	65-25	pa	SI	SI	0	115-25	pa	SI	SI	0	0-15

	F. PESCARA					F. ALENTO					F. FORO			
	SX	DX	a.s.f.(m)	q.(m)		SX	DX	a.s.f.(m)	q.(m)		SX	DX	a.s.f.(m)	q.(m)
T1	SI	-	90-80	100-80	T1	SI	-	80-60	90-60					
T2	SI	-	45-40	65-50	T2	SI	-	45-40	75-50	T1	SI	*	50	55
					T3	SI	-	35-30	35-30	T2	SI	*	45	50
T3	SI	-	25-20	30-25						T3	SI	*	25	30
T4	SI	SI	15-2	20-3	T4	SI	SI	15-5	25-10	T4	SI	*	5	10
pa	SI	SI	0	0-10	pa	SI	SI	0	0-10	pa	SI	*	0	0-5

Figura 17 : Distribuzione plano-altimetrica dei terrazzi alluvionali (T1-T4) e della piana alluvionale attuale (pa) nei principali bacini dell'area del Foglio 351 Pescara. DX e SX indicano la presenza dei depositi sul versante destro e sinistro della valle; a.s.f.(m) indica l'altezza in metri sul fondovalle attuale; q.(m) indica la quota in metri sul livello del mare. (*) Il versante destro, sudorientale, della valle del F. Foro non rientra nell'area del Foglio.

		Foglio 361 "Chieti"			Foglio 351 "Pescara"				
		FORO	ALENTO	PESCARA	TAVO	FINO	SALINE	PESCARA	FORO
unità olocenica (olo)		pa	pa	pa	pa	pa	pa	pa	pa
sistema di Valle Majelana (AVM)	subsistema di Chieti Scalo (AVM ₄)	T4	T5	T6	T5	T4	T4	T4	T4
	subsistema di Vallemare (AVM ₁)	T3		T5	T4			T3	T3
	subsistema di Piano della Fara (AVM ₂)	T2	T4	T4	T3	T3	T3		T3
	subsistema di Villa Olivetti (AVM ₃)	T1	T3	T3	T2	T2	T2	T2	T1
sistema di Catignano (ACT)			T2	T2	T1	T1	T1	T1	
supersistema di Alelli-Pescina (AP)			T1	T1					

Figura 18 : Correlazioni tra le unità distinte nei depositi del Quaternario continentale

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL		Codice Elaborato: 2.01
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA		Data: 23/03/2026
			Revisione: 00
			Pagina: 31 di 115



Figura 19 : *Schema morfo-litostratigrafico delle unità distinte nei depositi post-orogenici del Quaternario continentale*

I depositi continentali del Pleistocene sono stati suddivisi in due sintemi, a loro volta costituiti da diversi subsintemi e/o litofacies; ai depositi del Pleistocene si aggiungono i depositi olocenici.

Nell'area del F. Fino (AREA IN STUDIO) e del F. Saline, vi sono alcuni lembi di depositi continentali quaternari o di transizione a quote elevate (150-220 m s.l.m., oltre 140 m sul fondovalle attuale) che sono stati riferiti all'unità argille e conglomerati di Ripa Teatina, descritta nel paragrafo precedente; la loro attribuzione è tuttavia problematica a causa della scarsità di affioramenti e delle estese coperture eluvio-colluviali.

Di seguito sono elencati, dai più antichi ai più recenti, i sintemi, i subsintemi, le litofacies e i depositi olocenici distinti:

- **SINTEMA DI CATIGNANO (ACT);**
 - depositi alluvionali (ACTb)
- **SINTEMA DI VALLE MAJELAMA (AVM);**
 - subsintema di Villa Oliveti (AVM1);
 - depositi alluvionali (AVM1b);
 - subsintema di Piano della Fara (AVM2);
 - depositi alluvionali (AVM2b);
 - subsintema di Vallemare (AVM3);
 - depositi alluvionali (AVM3b);
 - subsintema di Chieti Scalo (AVM4);
 - depositi alluvionali (AVM4b);
 - depositi di origine mista (AVM4i);
- **- DEPOSITI OLOCENICI (olo):**
 - depositi di frana (oloa1);
 - depositi alluvionali (olob);
 - coltre eluvio-colluviale (olob2);
 - depositi eolici (olod);
 - depositi lacustri e palustri (oloe);
 - depositi di spiaggia (olog2);
 - depositi antropici (oloh).

Nella specifica area di studio è rinvenibile il SINTEMA DI VALLE MAJELAMA (AVM) con il subsintema di Villa Oliveti (AVM1) di seguito descritto.

SINTEMA DI VALLE MAJELAMA (AVM)

Questo sintema è costituito prevalentemente da depositi fluviali, terrazzati e disposti in diversi ordini a diverse quote sul fondovalle; per questo motivo è stato suddiviso ulteriormente in 4 subsintemi dei quali quello di interesse per il caso specifico risulta l'AVM1b:

- subsintema di Villa Oliveti (AVM1);

gae studio <i>geology architecture engineering</i>	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato: 2.01
		Data: 23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione: 00
		Pagina: 32 di 115

- o depositi alluvionali (AVM1b).

Subsistema di Villa Oliveti (AVM1)

I depositi riferiti a questo subsistema si rinvenivano diffusamente lungo il versante sinistro della valle del F. Fino, fino alla confluenza con il F. Saline; affiorano sul versante sinistro della valle del F. Tavo, del F. Pescara, del F. Alento e del F. Foro.

Si tratta di ghiaie e conglomerati clasto-sostenuti debolmente cementati, con livelli e lenti sabbiosi e ghiaie massive o a stratificazione incrociata a basso angolo; i clasti sono ben arrotondati e spesso appiattiti, di dimensioni variabili dai centimetri ai decimetri, poligenici (arenacei, calcarei e selciferi); sono immersi in una matrice sabbioso-limosa (Fig. 16). Nella parte alta dei depositi divengono prevalenti alternanze di sabbie grossolane e fini con intercalazioni di ghiaie fini, con laminazioni pianoparallele che possono arrivare fino a spessori di alcuni metri (Fig. 17). Le embricature dei clasti indicano una direzione della corrente subparallela alle valli attuali, solo in alcuni casi indicano correnti disposte obliquamente o perpendicolari all'asse della valle.

I corpi conglomeratici presentano un'organizzazione in bancate massive e strati lentiformi discontinui, talora alternati ed eteropici a lenti e livelli sabbioso-argillosi, limoso-argillosi e argillosi. Sono disposti in giacitura suborizzontale o, in alcuni casi, sono debolmente inclinati verso l'asse della valle (Tavo, Fino, Saline, Alento). La base è costituita dalla superficie erosiva del contatto sui depositi delle successioni marine, o sui depositi del sistema più antico. Il tetto è costituito dalla superficie deposizionale della sommità del deposito. Gli spessori sono valutabili da 10 m a oltre 30 m. Frequentemente i depositi sono costituiti da due intervalli sovrapposti di spessore 10-15 m; uno francamente ghiaioso nella parte bassa, uno francamente sabbioso nella parte alta, cui si intercalano livelli di paleosuolo. Il limite tra i due intervalli è generalmente netto, planare o debolmente ondulato (F. Tavo, F. Fino, F. Pescara).

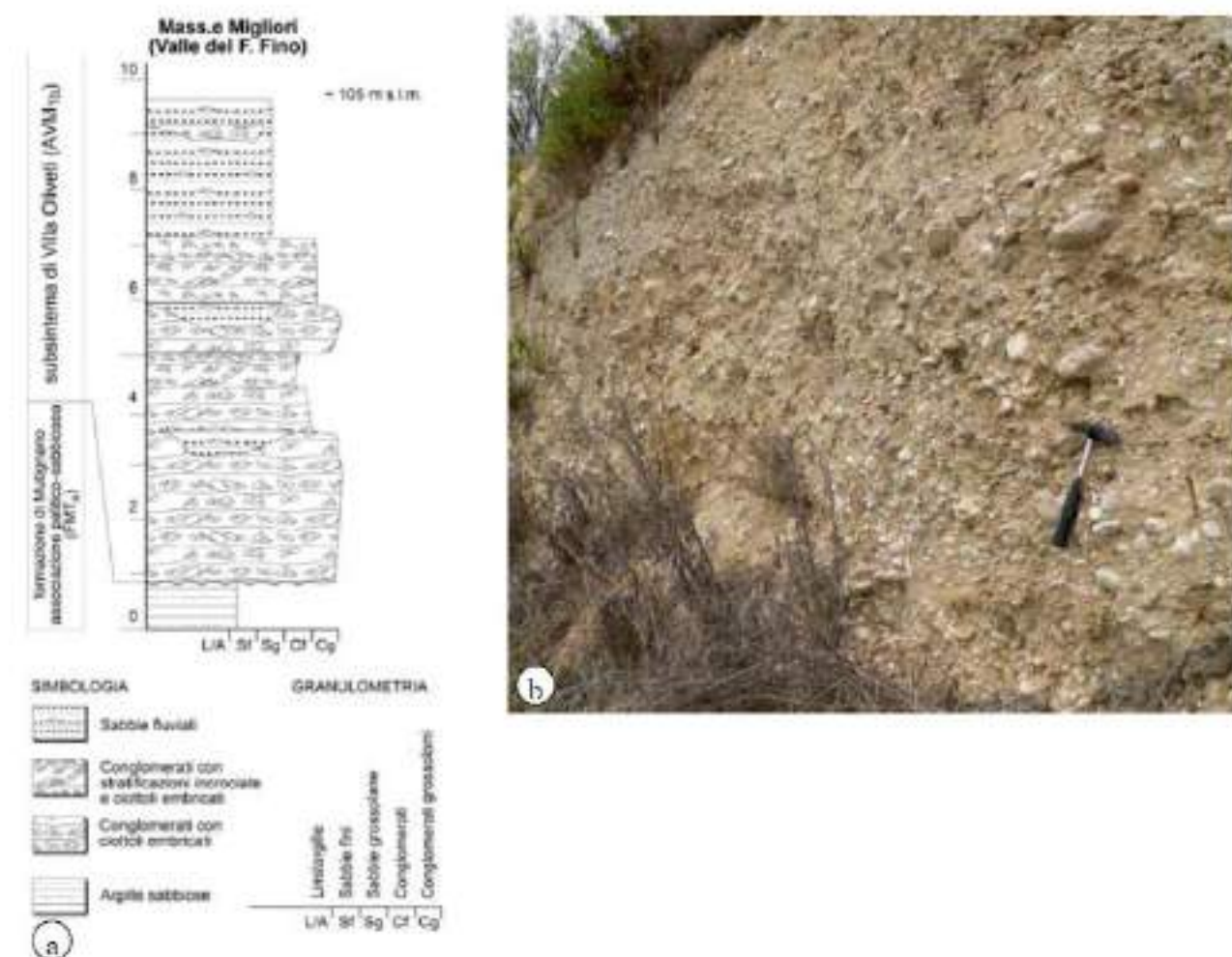


Figura 20 : Valle del F. Fino, sinistra idrografica in corrispondenza della confluenza con il F. Tavo (105 m s.l.m.). a) Log dei depositi conglomeratici e sabbiosi riferibili al sistema di Valle Majelama, subsistema di Villa Oliveti. b) Nella parte bassa del deposito si osserva la forte eterogeneità granulometrica, con ciottoli che vanno da qualche millimetro a più di dieci centimetri, blandamente embricati. La matrice è sabbiosa da scarsa a abbondante.

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL		Codice Elaborato: 2.01
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA		Data: 23/03/2026
			Revisione: 00
			Pagina: 33 di 115



Figura 21 : *Valle del F. Fino, sinistra idrografica in corrispondenza della confluenza con il F. Tavo (105 m s.l.m.). Depositi conglomeratici riferibili al sintema di Valle Majelama, subsintema di Villa Oliveti. Nella parte bassa si osservano strati e lenti conglomeratici debolmente cementati, che passano bruscamente verso l'alto a un intervallo sabbioso.*

I depositi di questo subsintema sono presenti lungo le valli dei fiumi principali e sono terrazzati a quote variabili tra 170 m e 50 m, muovendosi da ovest verso est; i terrazzi hanno un'altezza sul fondovalle non costante spostandosi da una valle all'altra (Figg. 17,18,19): sono disposti ad altezze comprese tra 80 m e 65 m lungo il versante sinistro delle valli del F. Tavo e del F. Fino; ad altezze tra 70 m e 60 m lungo il versante sinistro della valle del F. Saline e ad altezze tra 45 m e 40 m lungo il versante sinistro delle valli del F. Pescara, del F. Alento e del F. Foro.

Si tratta in sintesi di depositi relativi ad ambienti fluviali o di conoide alluvionale (Tavo, Fino, Saline, Alento) (AVM1b) e di età riferibile alla base del Pleistocene superiore.

DEPOSITI OLOCENICI (olo)

I depositi olocenici non sono stati riferiti ad un sintema in quanto i sedimenti sono ancora in formazione e, quindi, il tetto dei depositi è soggetto a continue trasformazioni ed è costituito da una superficie deposizionale, in molti casi attiva. L'unità è stata, inoltre, suddivisa in litofacies riferibili ad ambienti genetici diversi:

- depositi di frana (oloa1);
- depositi alluvionali (olob);
- coltre eluvio-colluviale (olob2);
- depositi eolici (olod);
- depositi lacustri e palustri (oloe);
- depositi di spiaggia (olog2);
- depositi antropici (oloh).

Nel caso in studio le unità prossime o rinvenibili sull'area di intervento sono riferibili ai depositi alluvionali (lungo la fascia fluviale del f.Fino) e la coltre eluvio-colluviale lungo i versanti di raccordo.

Depositi alluvionali (olob)

Questi depositi affiorano lungo il fondovalle dei fiumi Pescara, Piomba, Fino, Tavo, Saline e Alento e dei loro principali affluenti.

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	34 di 115

Sono costituiti da sabbie, ghiaie e limi fluviali, con livelli e lenti di argille e torbe, alternate a conglomerati e sabbie. Le ghiaie sono costituite da clasti di dimensioni da decimetriche a centimetriche (localmente pluridecimetriche), poligenici, da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi. Frequentemente, dove la presenza di cave consente una esposizione completa dei depositi, si osserva un intervallo inferiore di ghiaie eterometriche con clasti fino a 40-50 cm, disposte in lenti più fini e più grossolane, con lenti di sabbie e limi; segue verso l'alto, con un contatto netto, un intervallo di sabbie da fini a grossolane, a matrice limosa, con lenti di ghiaie fini (Fig. 22).

Alcune piccole conoidi alluvionali sono ubicate nella parte inferiore di corsi d'acqua di minore estensione, al passaggio tra i versanti collinari e le piane alluvionali, o al passaggio tra i versanti collinari e la piana costiera in corrispondenza di piccoli bacini idrografici che drenano direttamente verso il mare. Sono formati da alternanze di sabbie, ghiaie e limi in lenti e strati di spessore decimetrico o metrico.

Il limite inferiore è costituito dal contatto erosivo con i subsintemi più antichi, nella maggior parte dell'area con il subsistema di Chieti scalo, o con le unità della successione marina.

Lo spessore di questi depositi è modesto (intorno a qualche metro) nei settori interni delle valli dove i corsi d'acqua arrivano a incidere i depositi argillosi riferibili alla formazione di Mutignano (Fig. 19) ed aumenta verso mare fino a 10-20 m (in queste aree tuttavia non è stata osservata direttamente la base dei depositi).

Coltre eluvio-colluviale (olob2)

Una coltre eluvio-colluviale di spessore variabile fino a oltre 10 m ricopre estesamente i depositi riferibili alla successione marina e ai diversi sintemi e subsintemi del Quaternario continentale. Si rinviene con spessori maggiori alla base dei versanti, sulla superficie dei terrazzi alluvionali e nel fondo delle vallecole minori.

È costituita da limi, limi sabbiosi, limi argillosi e sabbie da grigiastri giallastri a bruno-rossastri con clasti centimetrici arenacei e calcarei dispersi all'interno di materiali fini residuali; a luoghi sono presenti abbondanti concrezioni nodulari di carbonato di calcio. La struttura interna è caotica o con accenni di stratificazione mal definita e discontinua (Fig. 24). Costituiscono il prodotto dell'alterazione dei depositi argilloso-sabbioso-conglomeratici della successione marina o localmente dei depositi alluvionali antichi. In alcuni casi sono osservabili diversi orizzonti sovrapposti, caratterizzati alla sommità da livelli a colorazione grigia più scura. Alla base dei versanti e in corrispondenza delle vallecole minori costituiscono cunei di depositi in appoggio sul substrato; si osserva un'evidente clinostratificazione di livelli più chiari o più scuri legati al diverso grado di alterazione dei depositi stessi, alla diversa granulometria e alla presenza di livelli ghiaiosi (Fig. 24). Il limite inferiore è costituito dal contatto erosivo con i sintemi del Quaternario continentale, o con le unità della successione marina. Lo spessore dei depositi è variabile, da qualche metro a oltre 10 m.

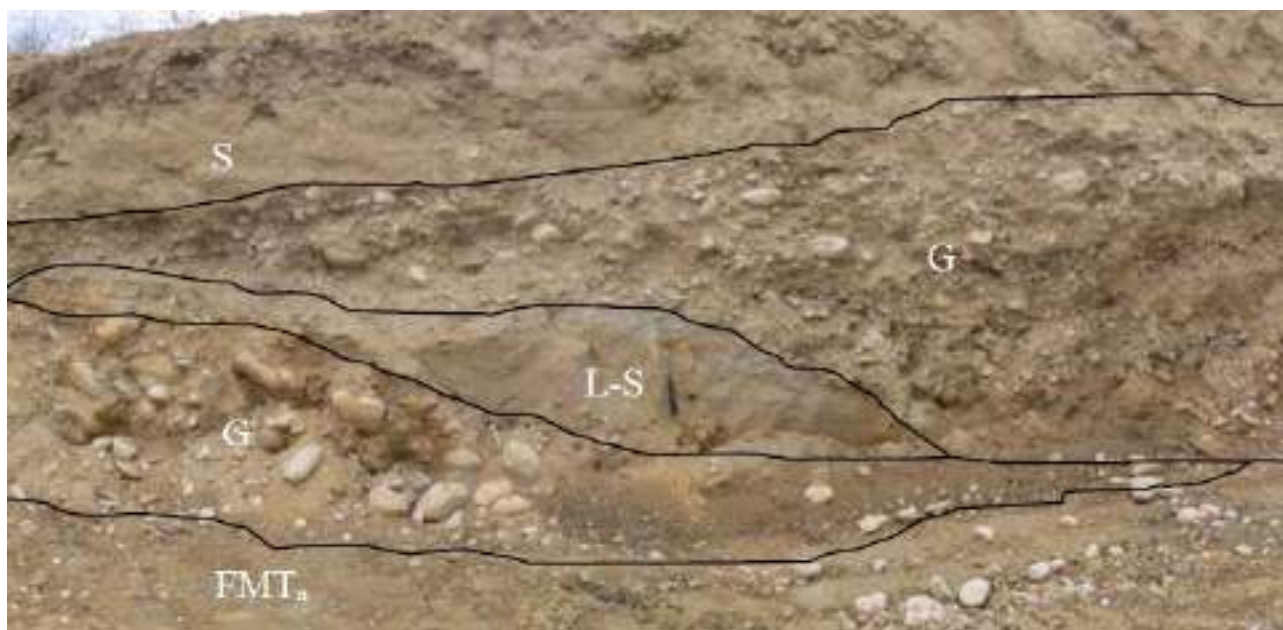


Figura 22 : Valle del F. Fino (a ovest di Congiunti, 40 m s.l.m.). I depositi alluvionali olocenici affiorano in appoggio sul substrato costituito dall'associazione pelitico-sabbiosa della formazione di Mutignano (FMTa). La parte bassa è costituita da lenti di ghiaie più o meno grossolane (G), con lenti di sabbie e limi (L-S); la parte alta è costituita da sabbie laminate (S).

gae studio <i>geology architecture engineering</i>	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato: 2.01
		Data: 23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione: 00
		Pagina: 35 di 115



Figura 23 : Valle del F. Fino all'estremità occidentale del Foglio (65 m s.l.m.). I depositi alluvionali olocenici affiorano con uno spessore di pochi metri e il corso d'acqua incide e mette in affioramento il substrato costituito dall'associazione pelitico-sabbiosa della formazione di Mutignano (FMTa).



Figura 24 : Caprara d'Abruzzo. Alla base di un versante argilloso, impostato nei depositi della formazione di Mutignano (FMTa), la coltre eluvio-colluviale è costituita da un cuneo di depositi limoso sabbiosi con rari ciottoli e livelli ghiaiosi, clinostratificati con orizzonti a diverso grado di alterazione e a diversa granulometria.

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	36 di 115

4.4 ASSETTO GEOMORFOLOGICO E STABILITA' DEI VERSANTI

L'orografia del territorio è quella tipica della fascia pedemontana e costiera periadriatica, dall'area marchigiana e abruzzese, fino, in parte, all'area molisana, già descritta nei suoi tratti essenziali da CASTIGLIONI (1935a). Essa è caratterizzata da un paesaggio collinare lentamente digradante verso NE, modellato nelle successioni argilloso sabbioso-conglomeratiche plio-pleistoceniche e da una piana costiera di ampiezza variabile fino a 1-2 km.

I rilievi collinari presentano morfologia eterogenea nei diversi settori del Foglio. Le quote massime variano da oltre 350 m nel settore settentrionale (quota massima 394 m s.l.m., Loc. S. Martino tra T. Piomba e F.so del Gallo) a circa 200 m nel settore centrale; la media ponderata della quota si attesta intorno a 100 m. I rilievi collinari sono dissecati dalle valli dei fiumi principali di tipo conseguente (F. Pescara, F. Alento, F. Tavo); esse si sviluppano in direzione SO-NE dai margini della catena appenninica, trasversalmente ad essa, fino alla costa adriatica. Valli di corsi d'acqua minori si sviluppano in direzione ONO-ESE (F. Fino, T. Piomba, F. Cerrano) o in direzione NO-SE (Fosso Castelluccio, Fosso Rastelli, Fosso Giardino, Fosso Salvadonne).

Nel settore settentrionale i rilievi collinari sono allungati in direzione da O-E a ONO-ESE, parallelamente alle valli (Fig. 25a). La sommità dei rilievi digrada da oltre 300 m verso ovest (Mutignano, Città Sant'Angelo) fino a 200 m verso est (Silvi). La carta dell'acclività mostra una distribuzione delle pendenze molto articolata; si osservano versanti con pendenza fino a oltre 60% e sommità generalmente poco pendenti o subpianeggianti, che caratterizzano rilievi tipo mesa. La piana costiera si presenta di ampiezza modesta (150-500 m) ed è bordata da versanti a media acclività (20-40%).

Il settore centrale, compreso tra F. Tavo-Saline e F. Pescara, presenta rilievi allungati in due direzioni principali perpendicolari tra loro (SO-NE, NO-SE). Le quote massime si attestano sui 200 m e la Carta dell'acclività (Fig. 25b) mostra pendenze medie (20-40%) distribuite in maniera asimmetrica: il versante destro del F. Tavo-Saline mostra pendenze maggiori (fino a oltre 40 %); il versante sinistro del F. Pescara mostra pendenze minori (mai superiori al 30%). La piana costiera ha ampiezza maggiore (500-1500 m) ed è bordata da versanti a media acclività (20-40%).

Il settore sudorientale presenta di nuovo rilievi collinari allungati in direzione SO-NE con sommità subpianeggiante (quote massime intorno a 200 m) e versanti con acclività medio alta, nel contesto dell'area di studio, fino a oltre il 40%, inquadrabili come rilievi tipo mesa. La piana costiera ha ampiezza intermedia rispetto al settore settentrionale e centrale (circa 500 m) ed è bordata da versanti ad acclività medio-bassa (10-30%).

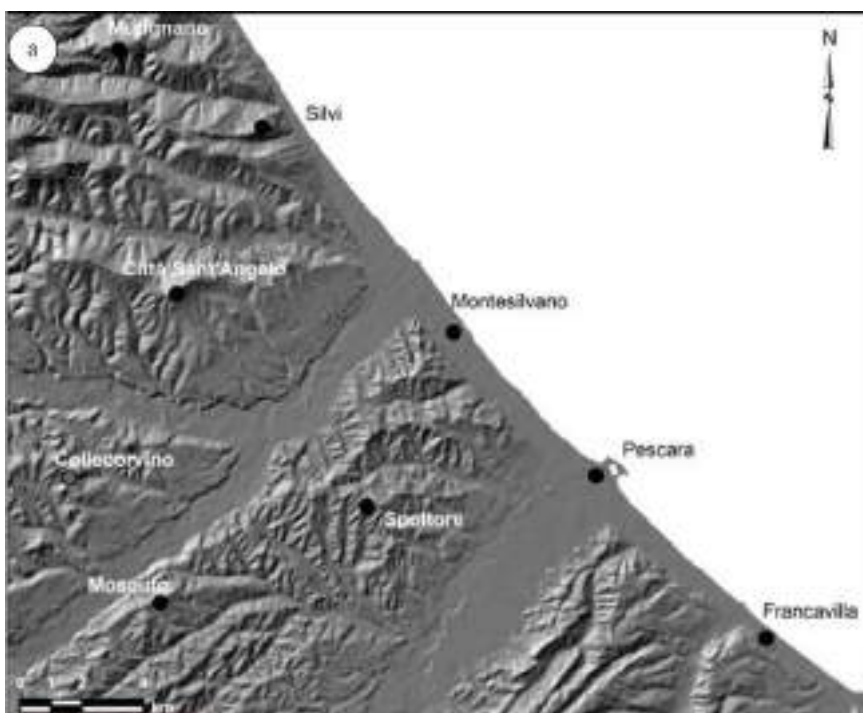
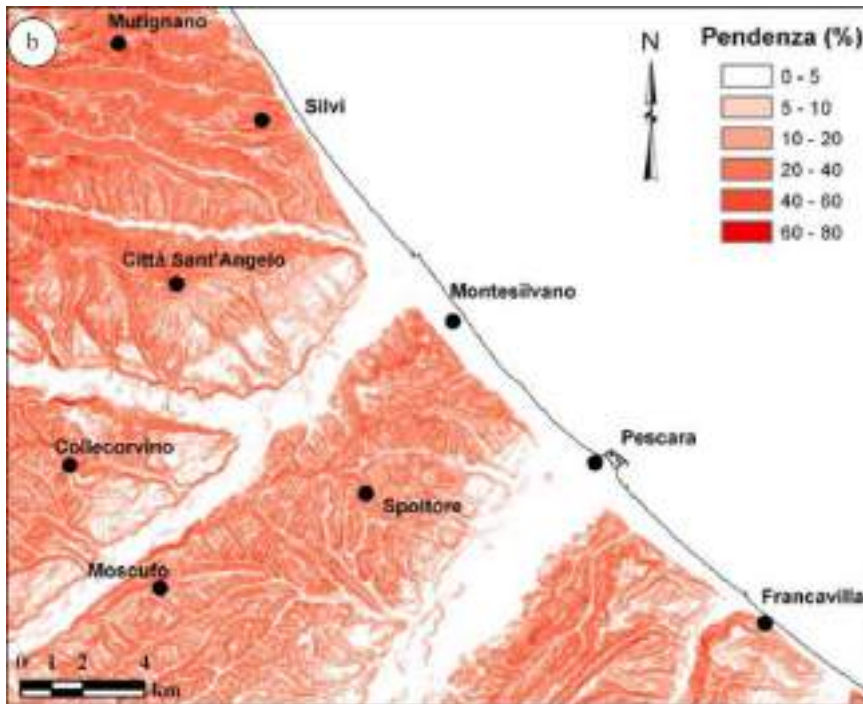


Figura 25 : a) Immagine a rilievo ombreggiato dell'area del Foglio 351 Pescara. b) Schema dell'acclività dell'area del Foglio 351 Pescara.



L'idrografia è contraddistinta da quattro corsi d'acqua principali, allungati perpendicolarmente alla costa od obliquamente ad essa (da nord verso sud il T. Piomba, i fiumi Fino, Tavo e Saline, il F. Pescara, il F. Alento). Gli alvei sono marcatamente sinuosi, fino a propriamente meandriformi (T. Piomba, F. Fino e F. Pescara), debolmente sinuosi (F. Tavo) o rettilinei (F. Saline, F. Alento). Di questi, il Pescara, il Tavo, il Fino e il Saline scorrono in ampie piane alluvionali, mentre il Piomba (a nord) e l'Alento (a sud) scorrono in valli strette e incise con una modesta piana alluvionale sul fondovalle. Questi alvei sono interessati da un'intensa dinamica recente e sono fortemente soggetti a fenomeni di alluvionamento, in occasione degli eventi meteorici più intensi.

Il reticolo idrografico dei quattro bacini principali e dei bacini minori (Fig. 2) è piuttosto eterogeneo. Nel settore settentrionale e sud-orientale si individuano reticoli essenzialmente a traliccio con corsi principali in direzione rispettivamente ONO-ESE e SO-NE e brevi tributari pressoché perpendicolari. Nel settore centrale si può delineare un reticolo di tipo angolare con aste fluviali sviluppate in due direzioni prevalenti (SO-NE e NO-SE) caratterizzate da marcati gomiti fluviali e da confluenze contromonte. Localmente, sempre nel settore centrale, si individuano porzioni di reticolo di tipo subdendritico. Proprio il reticolo idrografico, nelle aree circostanti il Foglio, è stato oggetto di numerosi studi di geomorfologia quantitativa e di morfotettonica; questi hanno evidenziato un forte controllo nella geometria da parte della tettonica e della neotettonica (DEL MONTE et alii, 1996; D'AMBROGI, 2000; CURRADO & FREDI, 2000; CURRADO & D'AMBROGI, 2002; FARABOLLINI et alii, 2004; D'ALESSANDRO et alii, 2008; DELLA SETA et alii, 2008).

I bacini idrografici che rientrano nell'area del Foglio (Fig. 2) presentano una geometria peculiare ed in particolare una marcata asimmetria sinistra, con una maggiore estensione areale e un maggiore sviluppo del reticolo idrografico nelle porzioni sinistre dei bacini, considerate rispetto al corso d'acqua principale. I versanti destri presentano un'ampiezza da poche centinaia di metri a un massimo di 3 km; i versanti sinistri sono ampi da un minimo di 3 km a oltre 10 km. Il profilo topografico di Fig. 26, trasversale alle valli principali, evidenzia la posizione dei corsi d'acqua principali rispetto agli spartiacque dei rispettivi bacini idrografici.

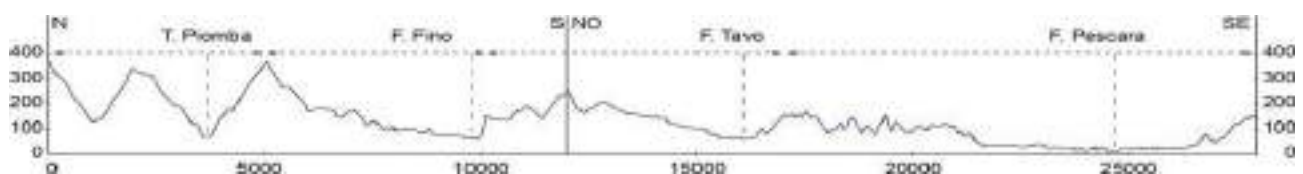


Figura 26 : *Profilo topografico trasversale alle valli dei principali corsi d'acqua del Foglio 351 Pescara; le linee tratteggiate verticali indicano la posizione del corso d'acqua, le frecce indicano la posizione degli spartiacque.*

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	38 di 115

Le forme principali del modellamento dell'area del Foglio Pescara sono legate a un'ampia gamma di fattori. Oltre alle forme strutturali, si individuano quelle di versante dovute alla gravità, quelle dovute alle acque correnti superficiali, le marine, le superfici relitte e le forme di origine antropica. Così come in tutta l'area pedemontana abruzzese, i rilievi collinari dell'area del foglio sono soggetti a dissesti geomorfologici di varia natura, a causa della diffusa presenza di litotipi argillosi e sabbioso-conglomeratici, della distribuzione delle pendenze (Fig. 25) e delle condizioni climatiche, caratterizzate da notevoli escursioni termiche e da precipitazioni che si concentrano disomogeneamente nello spazio e nel tempo (ALMAGIÀ, 1910; D'ALESSANDRO & PANTALEONE, 1991; D'ALESSANDRO, 1996; CENTAMORE et alii, 1997; D'ALESSANDRO et alii, 2003a).

Le forme strutturali sono legate sia alla natura litologica che alla tettonica. A causa della presenza di litotipi competenti (arenarie e conglomerati) sopra altri facilmente erodibili (argille e limi), si individuano forme tipo mesa e localmente tipo cuesta, orlate da scarpate di degradazione e/o di frana ad influenza strutturale, dove i rilievi collinari sono caratterizzati da sommità subpianeggianti o a debole inclinazione verso NE e le valli fluviali presentano ampie aree di interfluvio subpianeggianti. Tuttavia, le caratteristiche litologiche sono, in generale, tali da non consentire un'efficace preservazione delle forme strutturali, le quali sono, quindi, soggette a rapida evoluzione morfogenetica. Si possono viceversa individuare diverse evidenze geomorfologiche che mostrano come la struttura e la tettonica esercitino un forte controllo sulla geometria e distribuzione di forme legate ad altri tipi di processi, e in particolare sull'andamento generale del reticolo idrografico, come evidenziato anche nei settori a nord e a sud dell'area del Foglio (LUPIA et alii, 1995, 1998, 2001; AUCELLI et alii, 1996; CENTAMORE et alii, 1996; DEL MONTE et alii, 1996; BIGI et alii, 1997; CURRADO & D'AMBROGI, 2002; FARABOLLINI et alii, 2004; D'ALESSANDRO et alii, 2008; DELLA SETA et alii, 2008).

Assai diffuse sono le forme dovute alle acque correnti superficiali, d'accumulo e d'erosione. Le forme che più marcatamente caratterizzano tutta l'area del Foglio sono i terrazzi fluviali ed i conoidi alluvionali. I terrazzi più antichi sono costituiti da lembi di depositi isolati di cui è difficile ricostruire l'originale continuità; i più recenti sono, invece, estesi e ben rappresentati soprattutto lungo il fondovalle e in sinistra idrografica dei principali corsi d'acqua; sono delimitati da orli di scarpata netti riportati sulla cartografia geologica. Le piane alluvionali sono caratterizzate da corsi d'acqua con andamento generalmente a meandri o debolmente sinuosi, più raramente rettilinei, e da forme che ne indicano l'intensa dinamica (sponde di erosione con altezza fino a 5 m, ampi tratti di alveo in approfondimento). Questa risulta particolarmente intensa e in stretta connessione con gli eventi alluvionali che interessano i bacini in occasione dei fenomeni meteorici più intensi. Il F. Pescara e il F. Fino, ad esempio, hanno modificato nel corso degli ultimi secoli le caratteristiche del corso d'acqua, della piana alluvionale e dell'alveo; questo è passato da un tipo intrecciato (o "wandering") alla fine del 1800 a un tipo meandriforme nella seconda metà del 1900, come rilevabile anche dall'analisi della cartografia IGM tra la fine del 1800 e i giorni nostri; in parte simile è stata l'evoluzione subita dal F. Tavo, anche se la sinuosità dell'alveo attuale non è accentuata come per gli altri corsi d'acqua. Sono, inoltre, stati evidenziati fenomeni di approfondimento dell'alveo che in alcuni casi è arrivato a reincidere tutte le alluvioni recenti e scorre entro il sottostante substrato argilloso (F. Tavo, F. Fino e in parte F. Pescara). Tali mutamenti, troppo rapidi per essere connessi a motivi tettonici e non del tutto giustificabili con variazioni climatiche, sono da mettere in relazione anche con interventi antropici quali la realizzazione di sbarramenti e opere di presa idrica lungo i corsi d'acqua, capaci da un lato di ridurre notevolmente la portata del fiume e dall'altro di limitare il trasporto di sedimenti.

Si può notare che la già descritta asimmetria dei bacini e dei reticoli idrografici trova riscontro nella asimmetrica distribuzione dei terrazzi fluviali. Questo fenomeno è stato approfonditamente illustrato già da CASTIGLIONI (1935a,b) che ne dà diverse possibili spiegazioni. Successivamente, nel corso degli ultimi decenni, diversi Autori hanno imputato il fenomeno a fattori diversi: influenza dell'accelerazione di Coriolis (CRESCENTI, 1972), fattori microclimatici legati all'esposizione dei versanti (ELMI, 1991), fattori strutturali legati a basculamenti differenziali (BIGI et alii, 1995c, 1997; CURRADO & FREDI, 2000) anche precoci mantenutisi successivamente alla dissezione fluviale (AUCELLI et alii, 1996).

Diffuse sono le forme legate a erosione accelerata, fra cui in particolare i calanchi, che interessano i versanti argillosi e argilloso-sabbiosi, impostati nella formazione di Mutignano. Tali forme si individuano soprattutto

 geology architecture engineering	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	39 di 115

nella parte settentrionale dell'area del Foglio lungo i sottobacini del T. Piomba e degli altri bacini minori (area di Mutignano) (Fig. 27). La loro distribuzione appare condizionata oltre che da fattori litologici, anche da fattori strutturali, morfologici, microclimatici e antropici (MORETTI & RODOLFI, 2000; BUCCOLINI et alii, 2006). Sono infatti favoriti da giaciture a reggipoggio, dalla presenza di litotipi resistenti nella parte alta del versante (Mutignano) o, ancora, dall'esposizione verso i quadranti meridionali (versante sinistro del T. Piomba). L'evoluzione di tali forme procede per erosione delle acque incanalate, di frequente in combinazione con processi legati alla gravità; si verificano, infatti, movimenti di scorrimento nella coltre di alterazione sulle testate dei calanchi e colate lungo gli impluvi principali, specie a seguito di intense e prolungate precipitazioni piovose.




Figura 27 : *Versanti a calanchi presenti diffusamente nell'area settentrionale del Foglio. a) Fosso Cerrano, versante a sud dell'abitato di Mutignano; b) Fosso del Gallo, a est dell'abitato di Atri.*

Le forme dovute alla gravità sono rappresentate da frane di dimensioni e tipologie variabili, da attive a quiescenti a inattive e da movimenti lenti di versante.

A causa delle diverse condizioni orografiche, idrografiche, litostrutturali e vegetazionali e della diversa antropizzazione dell'area del Foglio, la distribuzione delle frane è alquanto eterogenea.

Muovendosi da NO verso SE, le frane si trovano diffusamente nel settore nord-occidentale lungo i versanti del T. Piomba e di tutti i corsi d'acqua minori posti nell'area di Mutignano e Silvi. Dal punto di vista litologico, l'area è caratterizzata da una successione argilloso-sabbioso-conglomeratica con litotipi erodibili sovrastati da litotipi più competenti. Ciò, unitamente al mantenimento di versanti a elevata acclività, favorisce il verificarsi di frane per scorrimento rotazionale e traslativo, oltre a colamenti che interessano i litotipi più francamente argillosi e a movimenti lenti di versante (soliflussi) che interessano le coltri eluvio-colluviali e le coltri di alterazione del substrato argilloso.

Nel settore centrale, tra i fiumi Tavo e Saline e il F. Pescara, i fenomeni franosi sono poco diffusi a causa della minore acclività dei versanti e della loro omogeneità litologica (litotipi argillosi coperti da coltri eluvio-colluviali). Frane essenzialmente di scorrimento e colamento si individuano verso l'area costiera, nell'area di Montesilvano Colle. Anche in questo caso la morfogenesi gravitativa si sviluppa mediante movimenti lenti di versante che possono interessare sia le coperture colluviali sia la porzione superficiale alterata del substrato argilloso.

 geology architecture engineering	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	40 di 115

L'evoluzione geomorfologica e il modellamento del rilievo nell'area del Foglio Pescara sono, in sintesi, il frutto dell'interazione tra diversi fattori e processi fra cui possiamo annoverare: la natura litostrutturale delle successioni marine e continentali affioranti, i fenomeni di sollevamento generalizzato che hanno interessato l'area dopo l'emersione del Pleistocene inferiore, le variazioni climatiche ed eustatiche, l'approfondimento del reticolo idrografico ed infine l'intensa morfogenesi di versante. Solo negli ultimi secoli, e in particolare dal secolo scorso, diviene importante il ruolo morfogenetico delle attività antropiche.

Lembi di superfici subpianeggianti o a debole energia di rilievo riferibili a superfici relitte, alla sommità dei rilievi collinari, unitamente alle superfici dei terrazzi alluvionali, rappresentano una caratteristica geomorfologica fondamentale dell'area del Foglio; queste costituiscono un elemento chiave nella comprensione dell'evoluzione geomorfologica non solo dell'area pescarese, ma dell'intero contesto della fascia pedemontana periadriatica. Tali superfici sono state segnalate e descritte già da CASTIGLIONI (1935a) e successivamente da DEMANGEOT (1965), che le definisce come "Villafranchiane". L'analisi è stata successivamente ripresa da vari Autori sia nel settore pescarese e teatino (AUCELLI et alii, 1996; BIGI et alii, 1995c, 1997) che nei settori più occidentali e settentrionali (DUFAURE et alii, 1989; DRAMIS, 1993). Nell'area del Foglio esse sono costituite da lembi della superficie deposizionale di tetto delle successioni marine plio-pleistoceniche più o meno intensamente rimodellate da processi di erosione areale e lineare. Profondamente dissecate dall'approfondimento del reticolo idrografico a partire dal Pleistocene medio (AUCELLI et alii, 1996; BIGI et alii, 1995c, 1997), incassati entro tali superfici si sviluppano diversi ordini di terrazzi alluvionali che registrano la progressiva evoluzione del reticolo idrografico.

Gli aspetti morfoevolutivi legati a questi elementi sono stati delineati già da DEMANGEOT (1965) (che traccia importanti profili geomorfologici attraverso l'area del Foglio) e successivamente approfonditi da numerosi Autori, sia nel settore teatino che nell'area periadriatica nel suo insieme (DRAMIS, 1993; BIGI et alii, 1995c, 1997; DEL MONTE et alii, 1996; CURRADO & D'AMBROGI, 2002; CENTAMORE & NISIO, 2003; D'ALESSANDRO et alii, 2003c; MAYER et alii, 2003; PIZZI, 2003; RUSCIADELLI, 2005). Diversi studi hanno, inoltre, messo in evidenza un ruolo non secondario dei lineamenti tettonici antiappenninici (NE-SO, NNE-SSO) nel modellamento del paesaggio (AUCELLI et alii, 1996; CURRADO & D'AMBROGI, 2002) coerentemente con quanto ipotizzato nei settori più settentrionali (DRAMIS et alii, 1992; COLTORTI et alii, 1996). Tali elementi avrebbero suddiviso in blocchi a sollevamento differenziale l'area pedemontana abruzzese-marchigiana, condizionando l'evoluzione e la geometria del reticolo idrografico, la distribuzione dei fenomeni gravitativi e dei fenomeni di erosione accelerata.

Analisi sito in esame

Nell'area d'indagine si rilevano i seguenti elementi geomorfologici principali:

- nel corso del rilevamento di superficie non si sono notate, con riferimento alla cartografia a supporto riportata di seguito, anche in un intorno significativo, morfologie associate a fenomeni d'intenso ruscellamento superficiale areale o concentrato (sheet erosion, rill) che possano interferire direttamente con le aree di ubicazione delle opere in progetto;
- areali censiti a rischio frana dal PAI sono individuati a valle ed Est del sito di intervento, comunque non interferenti, in relazione alla configurazione strutturale ed alla sua evoluzione geomorfologica legata principalmente al reticolo idrografico ed alla sua azione erosiva;
- dall'analisi della carta geomorfologica regionale PAI rielaborata in ambiente GIS **non si evidenziano forme evolutive sull'area di progetto**, risultano limitrofe, ma non interferenti e poste a valle aree interessate da deformazioni lente – ID 11585 (quiescenti), mentre all'interno della fascia di influenza del fosso Mammoccio ad Est si rilevano areali con deformazioni lente sia attive – ID 11583 che quiescenti – ID 11584 ed areali ad evoluzione calanchiva quiescenti. In modo simile le medesime morfologie sono osservabili e rinvenibili lungo il corso del fosso della Cesta ad Ovest;
- il reticolo idrografico secondario e principale costituito dal fosso Mammoccio ad Est e della Cesta ad Ovest rispetto al sito di intervento ed il fiume Fino a Sud, non mostrano interazioni dirette pur considerando l'impluvio ed il suo bacino idrografico che risulta esterno seppur prossimo all'area con ampia azione erosiva;
- dall'analisi delle pendenze su base DTM (Lidar 1mx1m e 10mx10m) si evidenzia un andamento a blanda acclività sulla specifica area di intervento con valori di pendenza compresi tra 2 e 6° sessagesimali (media di

circa 4°), le quote topografiche risultano comprese tra 126m slm e 132m slm (nella zona di impianto BESS) e prossime a 132-134m slm lungo la linea di connessione (SE-SSE).

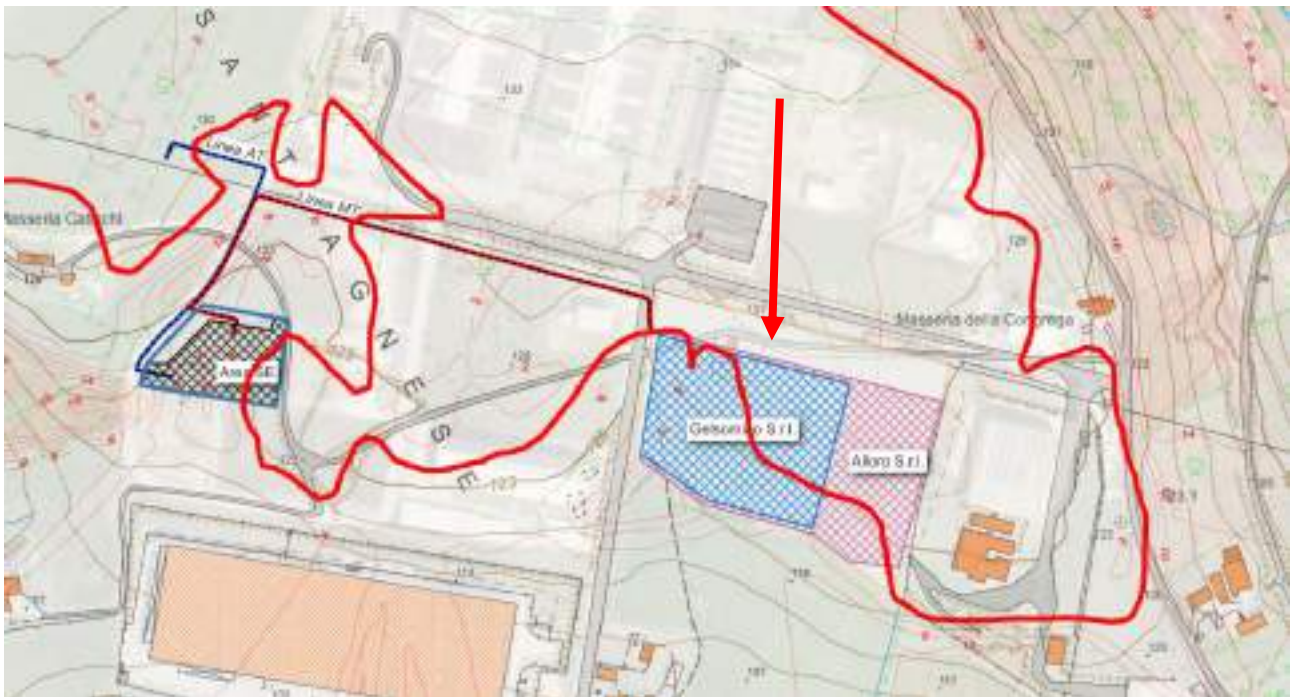


Figura 28 : Dettaglio Carta delle Pendenze su base DTM con isolinee pendenze in gradi e reticolo idrografico (evidenziata isopendenza 4°)

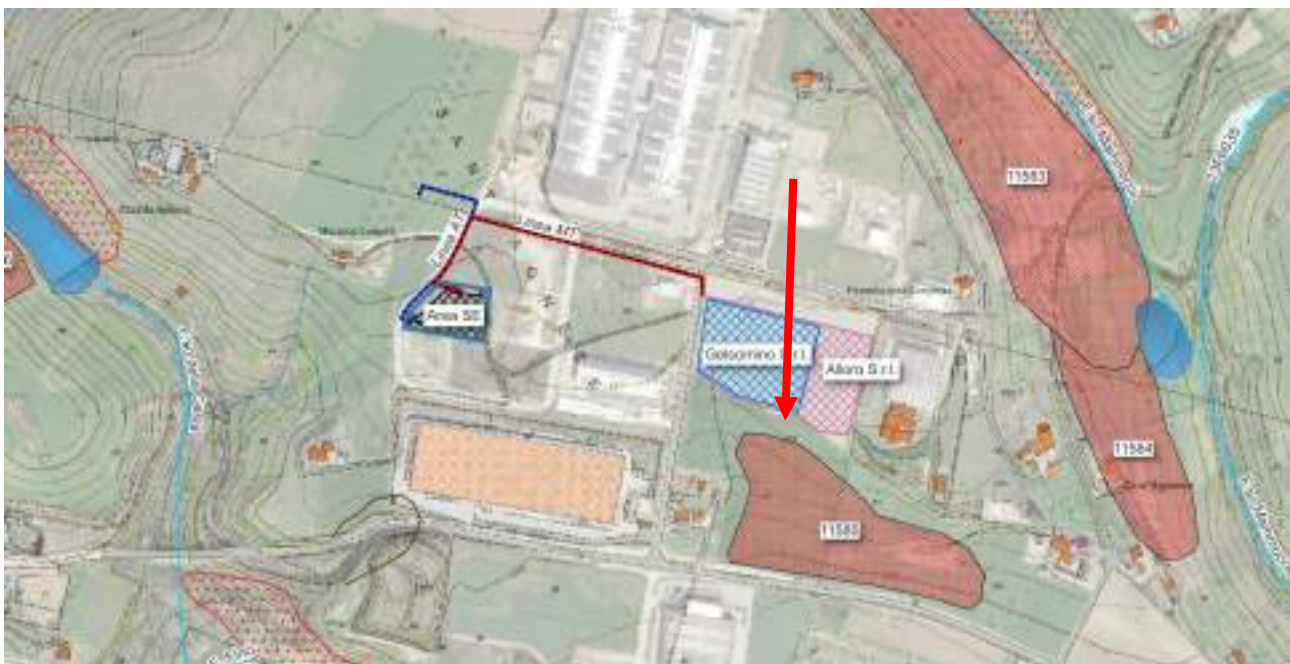













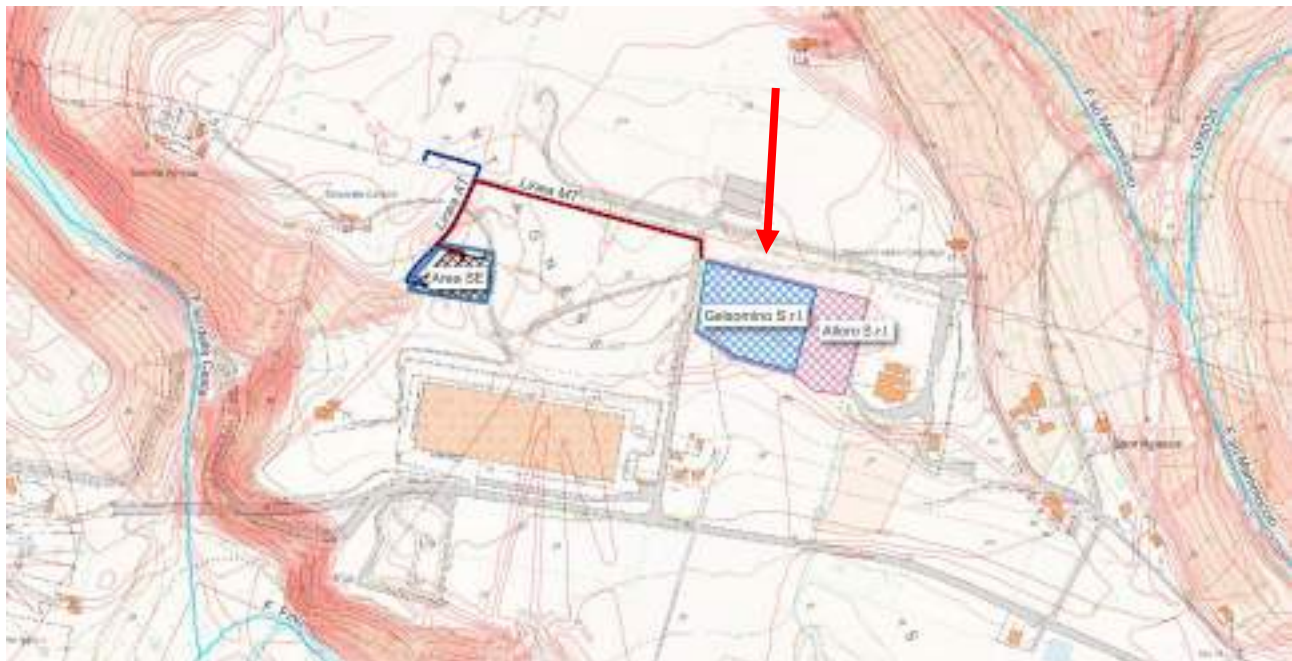


Figura 29 : Carta Geomorfologica dell'area di intervento (rielaborazione Qgis su base satellitare)

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL		Codice Elaborato: 2.01
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA		Data: 23/03/2026
			Revisione: 00
			Pagina: 42 di 115


-  geomorfologica-pai-13.07.21/3-Movimenti Franosi/frane_a.shp
-  Corpo di frana di colamento
 -  Corpo di frana di crollo e ribaltamento
 -  Corpo di frana di genesi complessa (inclusi i fenomeni di trasporto in massa)
 -  Corpo di frana di scorrimento rotazionale
 -  Corpo di frana di scorrimento traslativo
 -  Superficie a calanchi e forme similari
 -  Superficie con forme di dilavamento prevalentemente diffuso
 -  Superficie di scorrimento
 -  Terrazzo di frana
 -  Versante interessato da deformazioni superficiali lente
 -  Versante vistosamente interessato da deformazione profonda
 -  **Calanchi**



DTM

— Isopendenze in gradi sessagesimali da DTM_10m

— Curve di livello_DTM_10m_iso2m

 Pendenza da DTM_10m

Banda 1 (Gray)










-  <= 10,0
-  10,0 - 15,0
-  15,0 - 20,0
-  20,0 - 25,0
-  25,0 - 30,0
-  30,0 - 35,0
-  35,0 - 40,0
-  40,0 - 45,0
-  > 45,0

Figura 30 : Carta delle Pendenze su base DTM con isolinependenze in gradi e reticolo idrografico

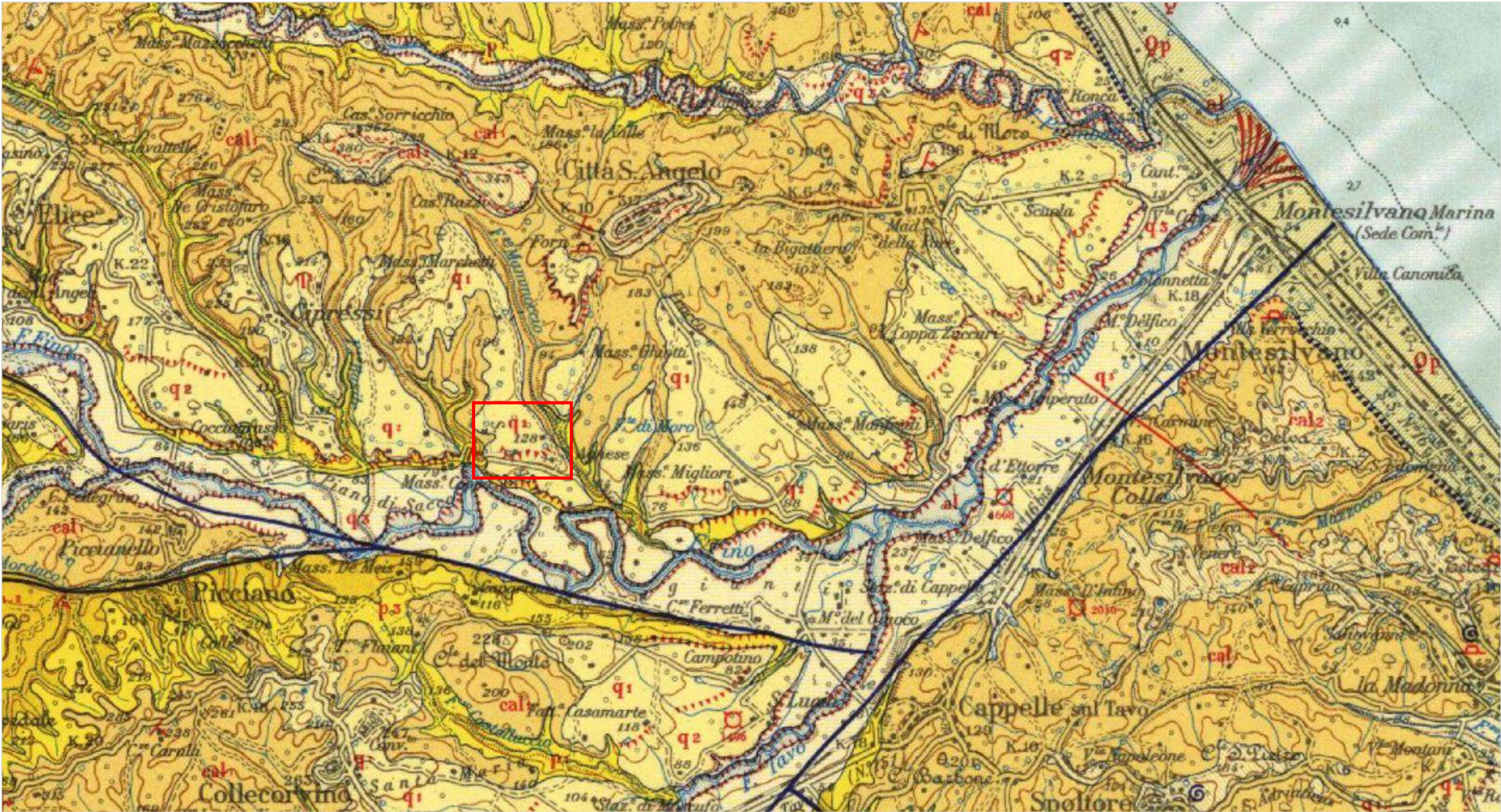
- l'area in esame, sia dal rilevamento di superficie sia dall'esame delle foto-aree, non evidenzia fenomeni gravitativi in atto o potenziali o subsidenze locali che possano interferire con le strutture in progetto;

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	43 di 115

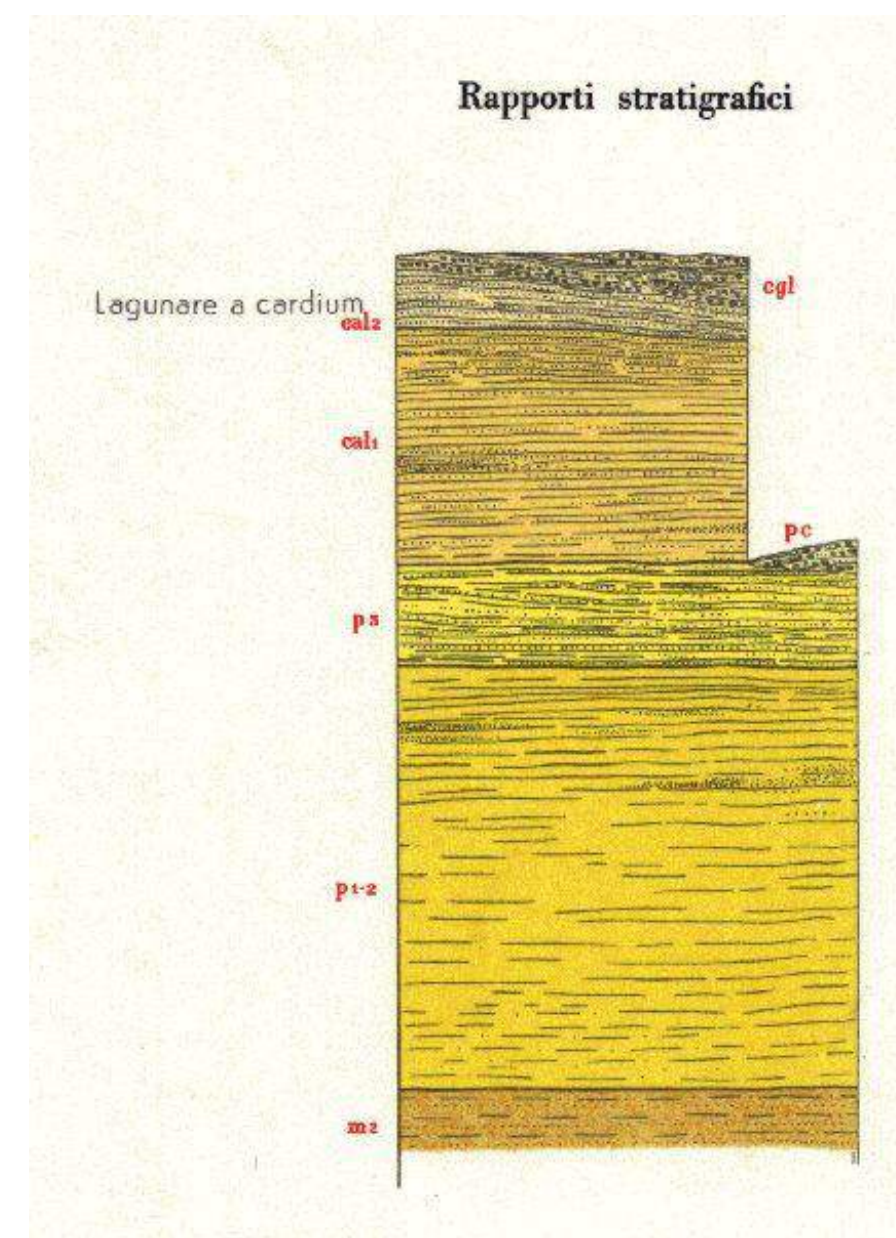
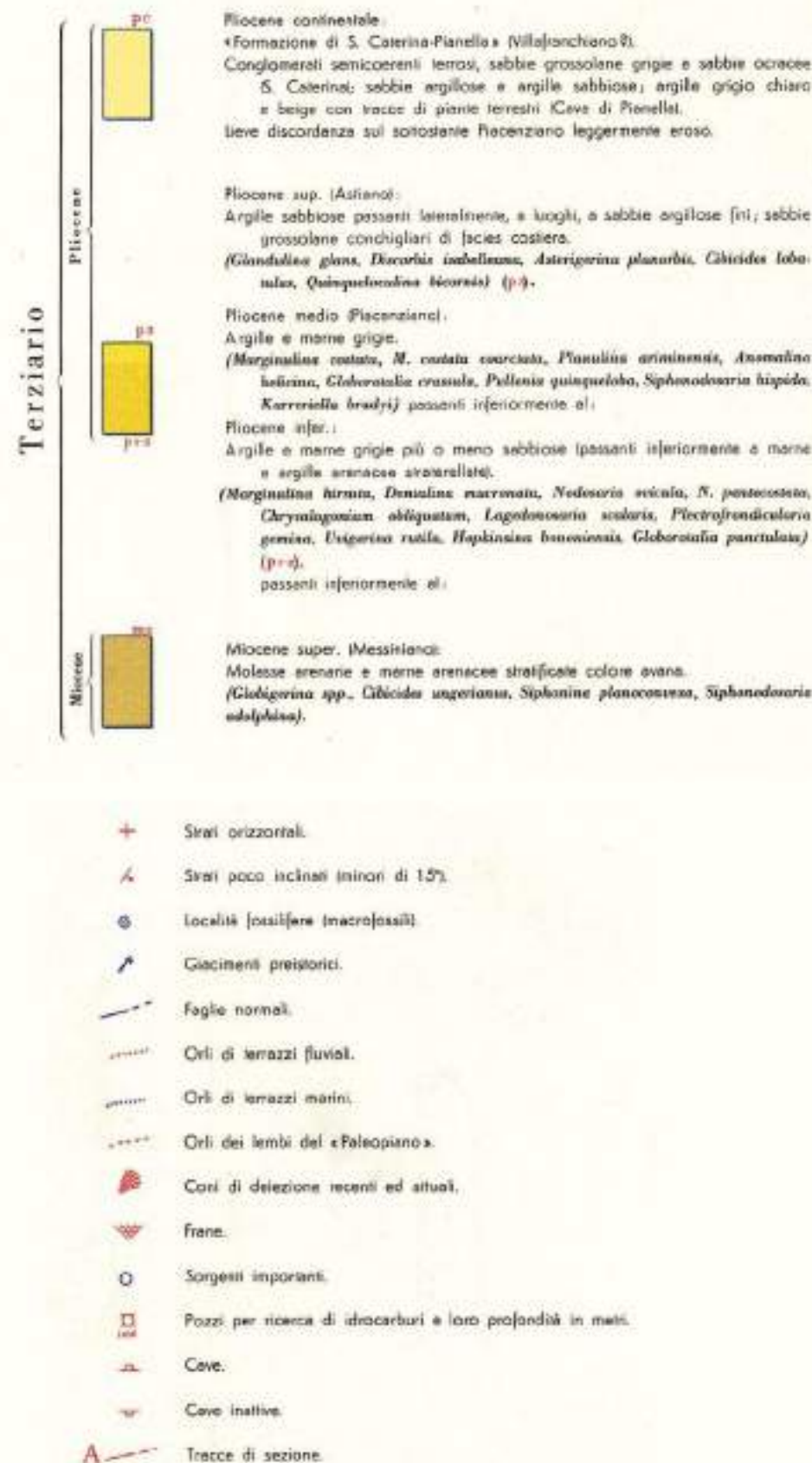
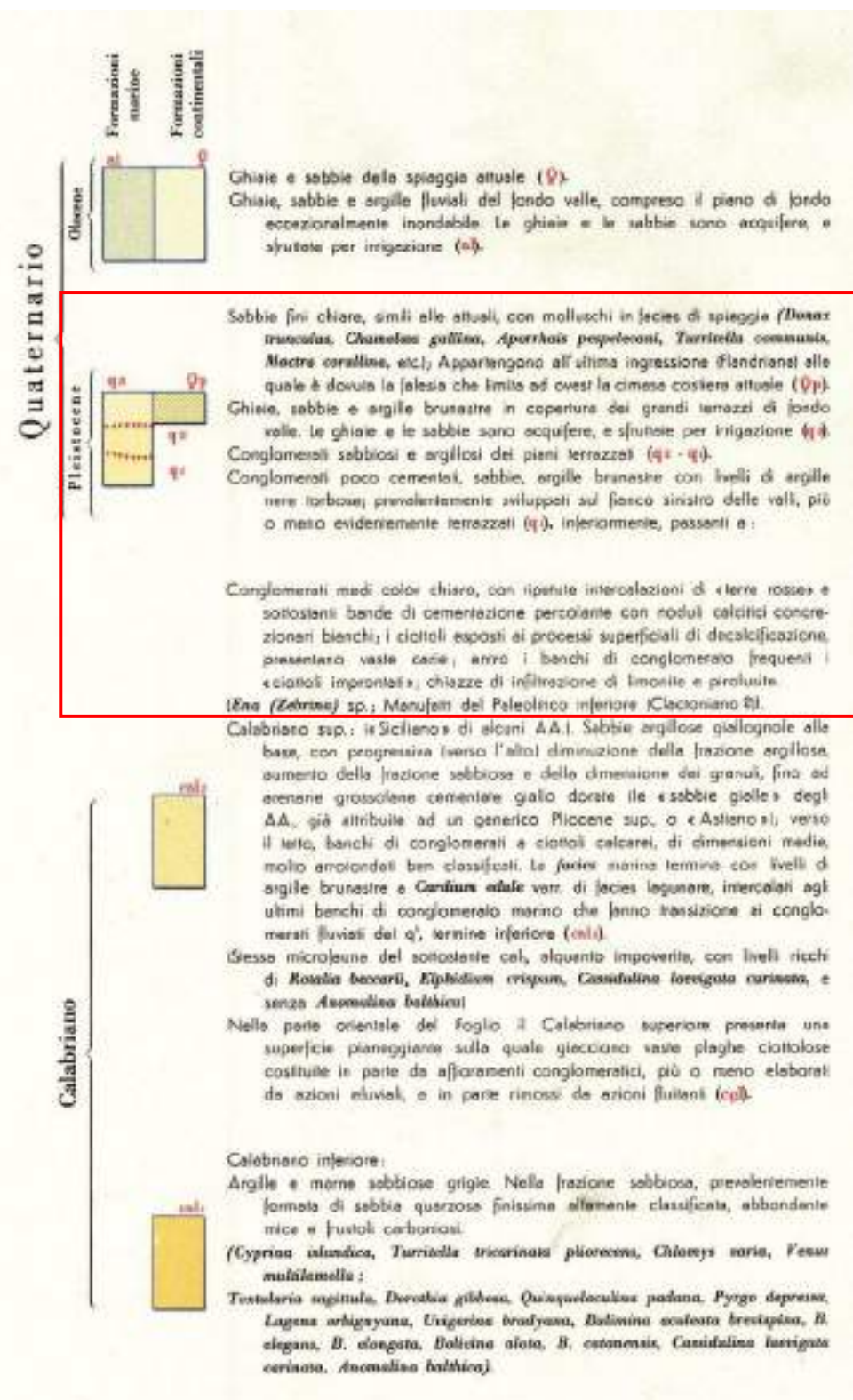
- topograficamente l'andamento dell'area di intervento risulta come detto subpianeggiante con pendenze minime dell'ordine di 2-6° (Categoria topografica T1);
- l'area complessivamente risulta stabile geomorfologicamente, anche sulla base della natura litologica degli affioramenti che caratterizzano il sito che, a meno di una fascia superficiale costituita da limo sabbioso con resti vegetali, presenta l'unità dei limi sabbioso-ghiaiosi, ai quali seguono ghiaie a vario tenore sabbioso-limoso ed infine la formazione di base costituita da argille limose grigie;
- nella zona si alternano morfologie tipiche della bassa collina e ripiani morfologici terrazzati, la cui continuità laterale risulta interrotta da reticoli idrografici di varia importanza ed ordine gerarchico tributari del Fiume Fino-Saline;
- l'equilibrio generale dell'area in studio è confermato anche dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini di Rilievo Regionale Abruzzesi e dal Bacino Interregionale del F.Sangro" (Abbrev.PAI) (L.18/05/1989 n°183, art.17, comma 6 ter), in cui la zona di studio non è inserita in nessuna area pericolosa, come evidente negli Stralci PAI (Carta Geomorfologica e Carta della Pericolosità) riportati di seguito;
- altresì non si evidenziano interferenze o areali a rischio / pericolosità di alluvionamento sulla base del PSDA (Piano Stralcio Difesa Alluvioni Regione Abruzzo) e del PGRA (Distretto App. Centrale) localizzati lungo il corso del f.Fino ampiamente esterno all'area di intervento;
- si evidenzia inoltre la presenza del vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923 sull'area di progetto applicando cioè il vincolo per scopi idrogeologici sui terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di cui agli articoli 7, 8 e 9 dello stesso decreto possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque.

Si rimanda alle cartografie analitiche relative all'analisi PAI, PGRA, PSDA ed IFFI con evidenza dell'assenza di areali a pericolosità geomorfologica e/o idrogeologica nonché idraulica ed all'analisi DTM sitospecifica.

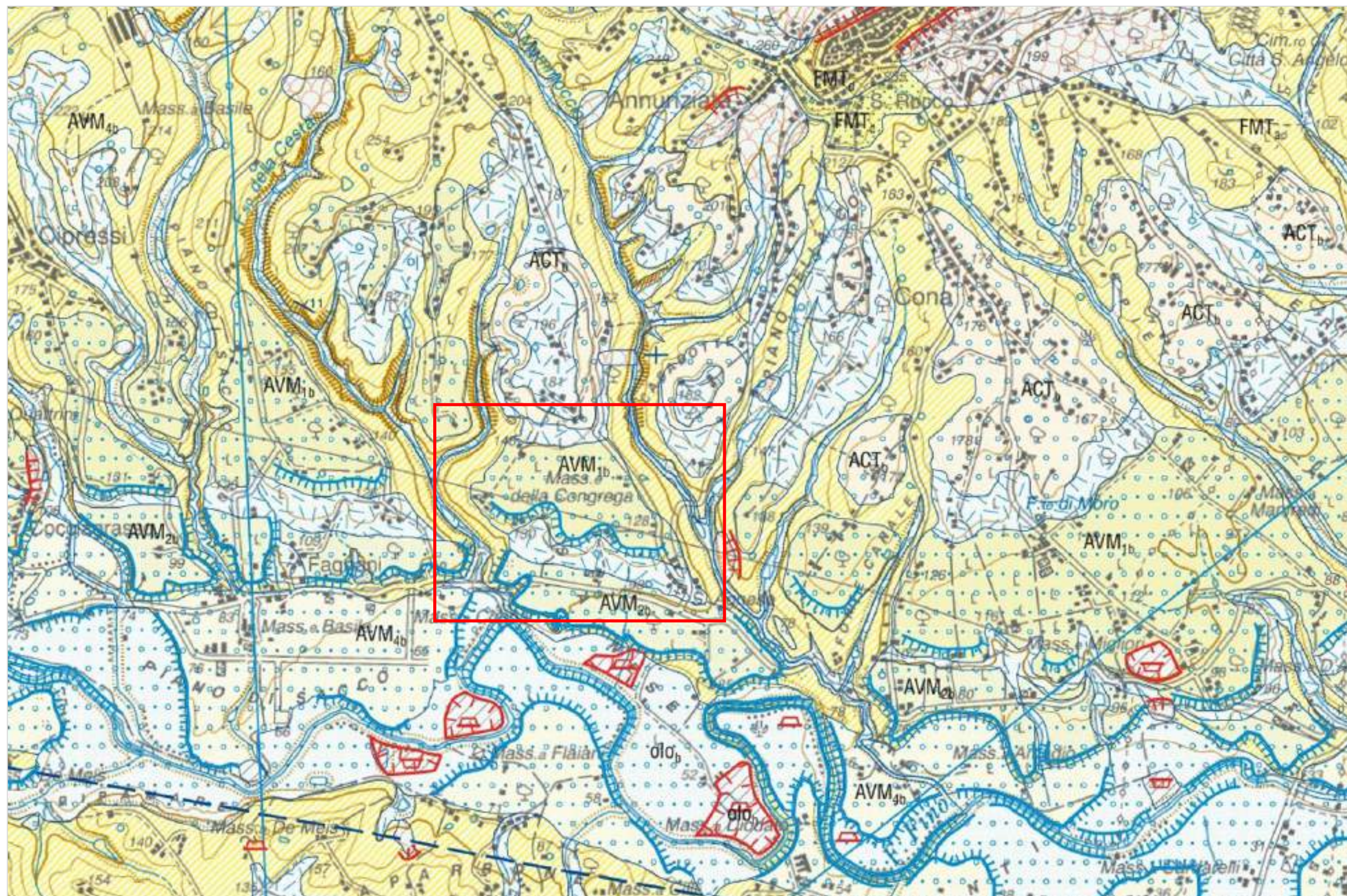
CARTA GEOLOGICA D'ITALIA – SCALA 1:100'000 (rielaborazione ambiente gis) (F141 PESCARA))



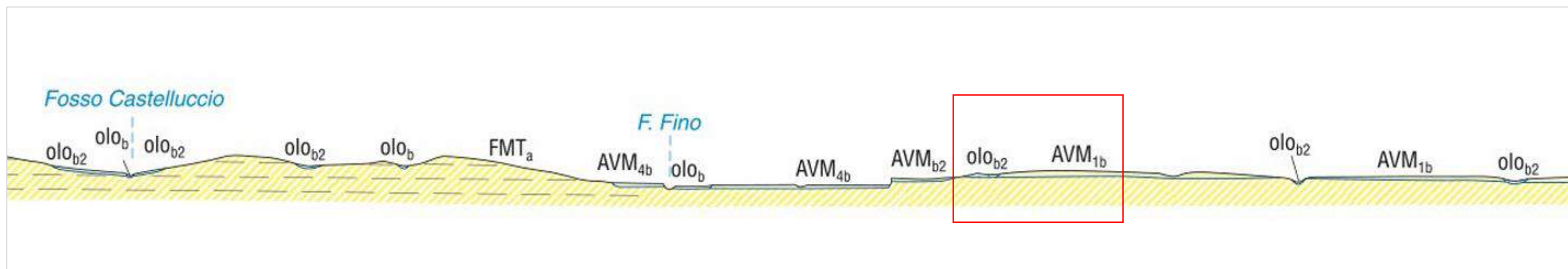
LEGENDA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA FOGLIO 141



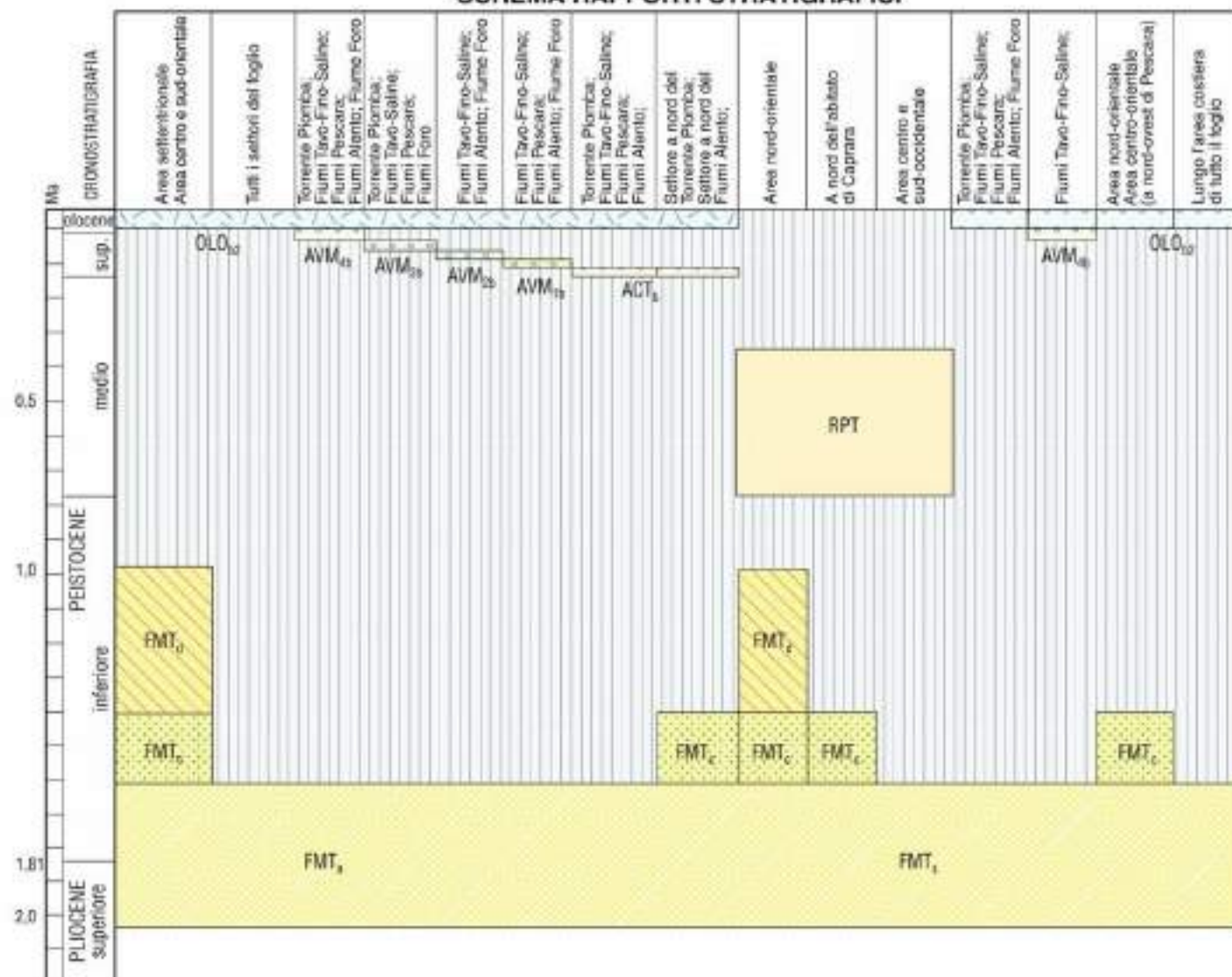
CARTA GEOLOGICA CARG – SCALA 1:50'000 (rielaborazione ambiente gis) – Foglio 351 "PESCARA"



SEZIONE GEOLOGICO INTERPRETATIVA CC' - FOGLIO 351 PESCARA



SCHEMA RAPPORTI STRATIGRAFICI



DEPOSITI OLOCENICI

I depositi olocenici sono costituiti da una gran varietà di litofacies riferibili a depositi di frana, depositi alluvionali, coltri eluvio-colluviali, depositi eolici, depositi lacustri e palustri, depositi di spiaggia e depositi antropici. Il limite inferiore è sempre erosivo sui depositi delle successioni marine o sui sistemi pleistocenici della successione continentale; il limite superiore è costituito da una superficie deposizionale, in molti casi attiva.

Depositi di frana - Depositi poligenici in assetto caotico. In generale sono formati da litotipi prevalentemente argilloso e sabbiosi o da blocchi conglomeratici e arenaci (olo_{a1}). Depositi alluvionali - Sabbie, ghiaie e limi fluviali, con livelli e lenti di argille e torbe; ghiaie e sabbie di conoidi alluvionali. I livelli ghiaiosi, prevalenti nella parte bassa, sono costituiti da clasti di dimensione da centimetriche a decimetriche, localmente pluridecimetriche, poligenici, da sub-angolosi ad arrotondati, con intercalazioni di sabbie e limi-sabbiosi (olo_{a2}). Coltri eluvio-colluviali - Limi sabbiosi, limi argillosi e sabbie da grigiastri a giallastri a bruno-rossastri con clasti centimetrici arenacei e calcarei dispersi all'interno di materiali fini residui; sono presenti frequentemente concrezioni calcaree; sono in assetto caotico o disposti in lenti e livelli clino-stratificati conformemente ai versanti (olo_{a3}).

Depositi eolici - Sabbie a granulometria medio-fine, ben classate, sciolte o debolmente addensate (olo_{e1}).

Depositi lacustri e palustri - Peliti palustri e peliti sabbioso-ciottolose, terreni di bonifica e torbe (olo_{l1}).

Depositi di spiaggia - Sabbie a granulometria medio - fine, sciolte o addensate, ghiaie con ciottoli eterometrici da arrotondati a sub-arrotondati, generalmente appiattiti (olo_{s1}).

Depositi antropici - Depositi caotici eterometrici costituiti da ghiaia, sabbia, limo e argilla e da frammenti di manufatti.

In corrispondenza di cave di ghiaia dismesse sono costituiti dai residui, essenzialmente sabbioso-limosi, dell'attività estrattiva (olo_{a4}).

subsistema di Villa Oliveti (AVM₁)

Depositi alluvionali - Ghiaie e conglomerati clasto-sostenuti debolmente cementati, in strati e lenti da decimetrici a metrici, con livelli e lenti sabbiosi decimetrici. Le ghiaie presentano clasti ben arrotondati e spesso appiattiti, di dimensioni variabili dai centimetri ai decimetri, poligenici (arenacei, calcarei e selciferi), con matrice sabbioso-limosa.

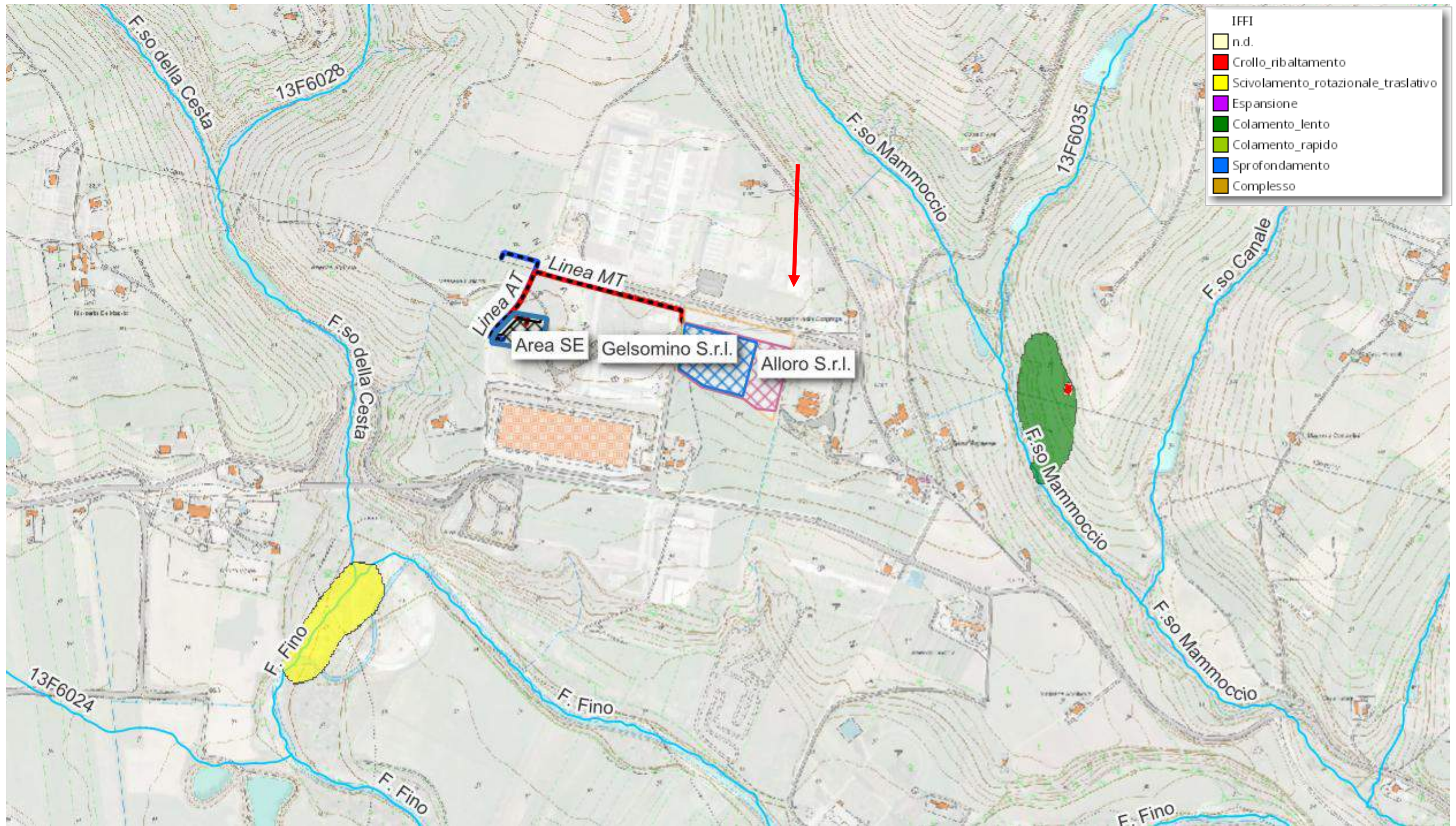
I corpi conglomeratici sono organizzati in bancate massive e strati lentiformi discontinui con stratificazione incrociata, talora alternati ed eteropici a lenti e livelli sabbioso-argillosi e limoso-argillosi. I livelli sabbiosi sono costituiti da sabbie medio-fini, con laminazione piano-parallela.

Frequentemente i depositi sono costituiti da due intervalli sovrapposti di spessore 10-15 m; uno francamente ghiaioso nella parte bassa, uno francamente sabbioso nella parte alta, cui si intercalano livelli di paleosuolo. Il limite tra i due intervalli è generalmente netto, planare o debolmente ondulato (F. Tavo, F. Fino, F. Pescara).

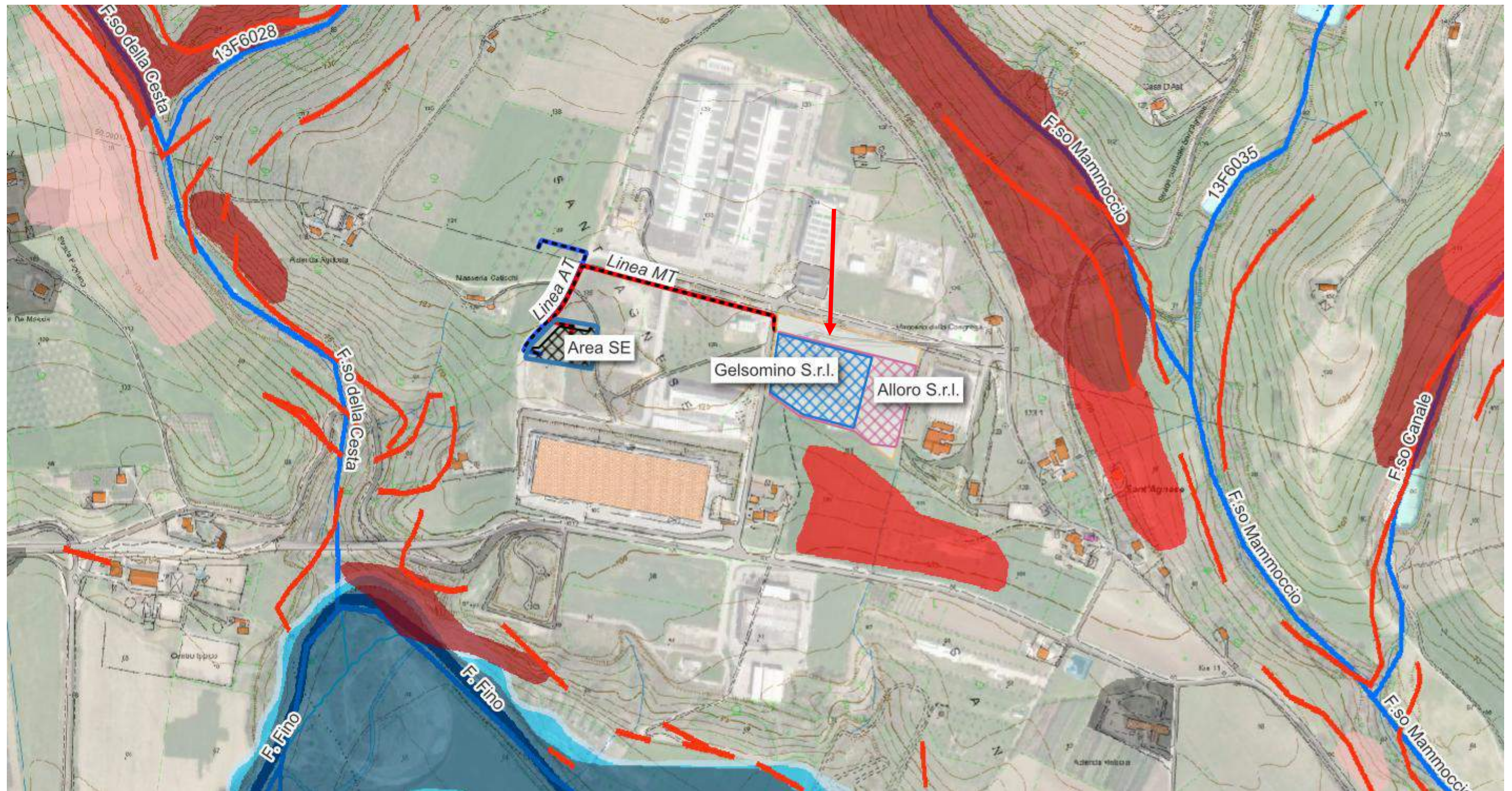
Lo spessore dei depositi è variabile da 10 m a oltre 30 m. Costituiscono terrazzi posti ad altezze sul fondovalle attuale intorno a 70 m lungo il F. Fino e il F. Tavo e comprese tra 70 m e 40 m lungo i fiumi Saline, Pescara, Aliento e Foro (AVM_{1b}).

PLEISTOCENE SUPERIORE p.p.

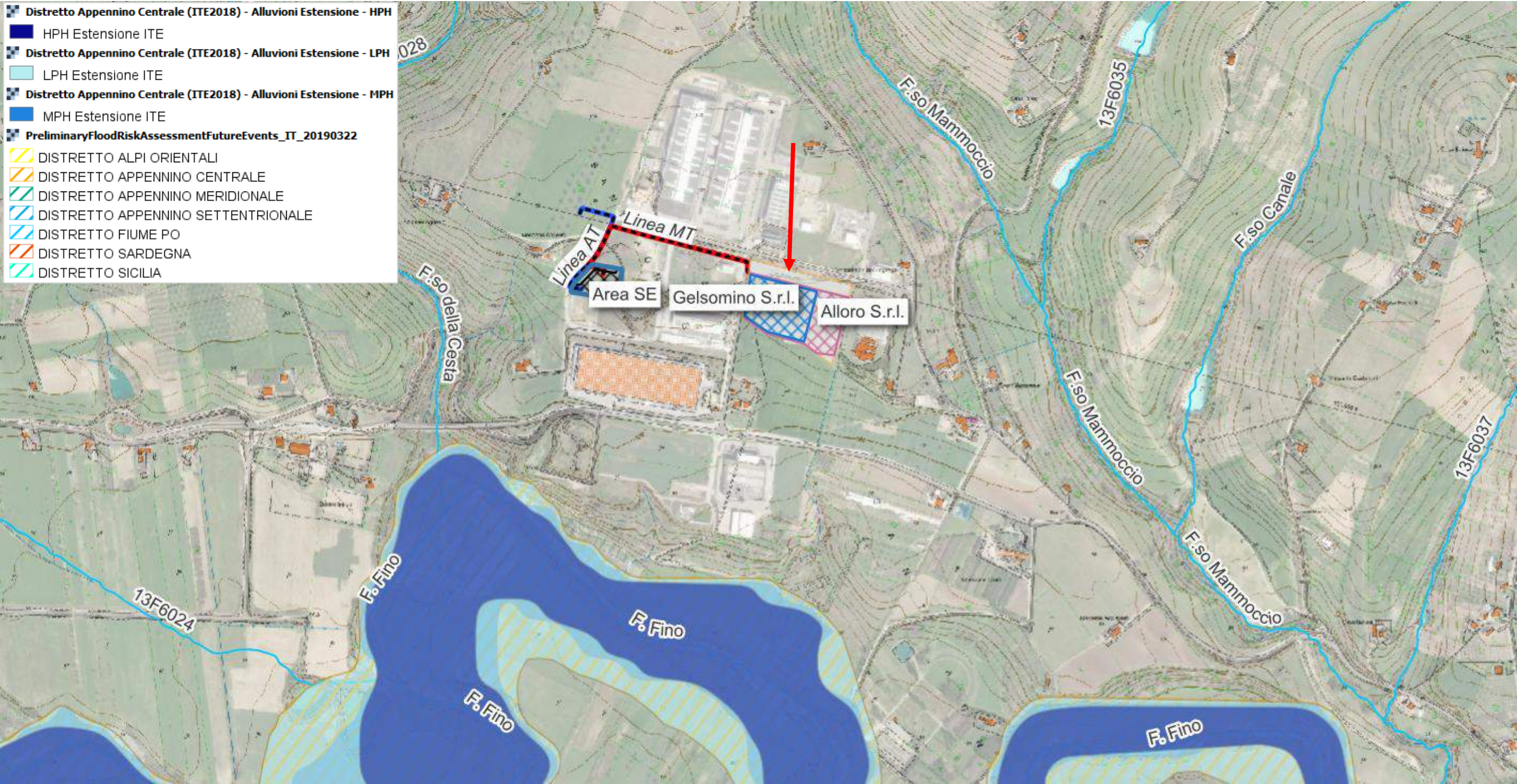
CARTA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA (IFFI) – SCALA 1:5'000 (rielaborazione ambiente gis)



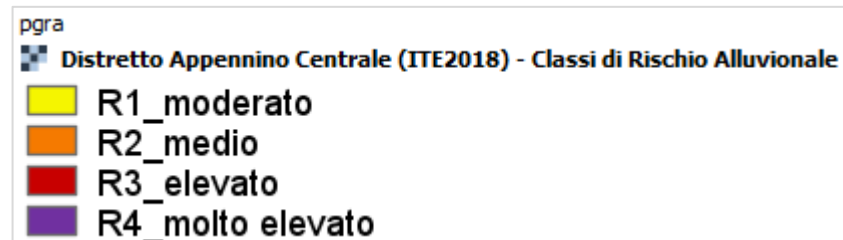
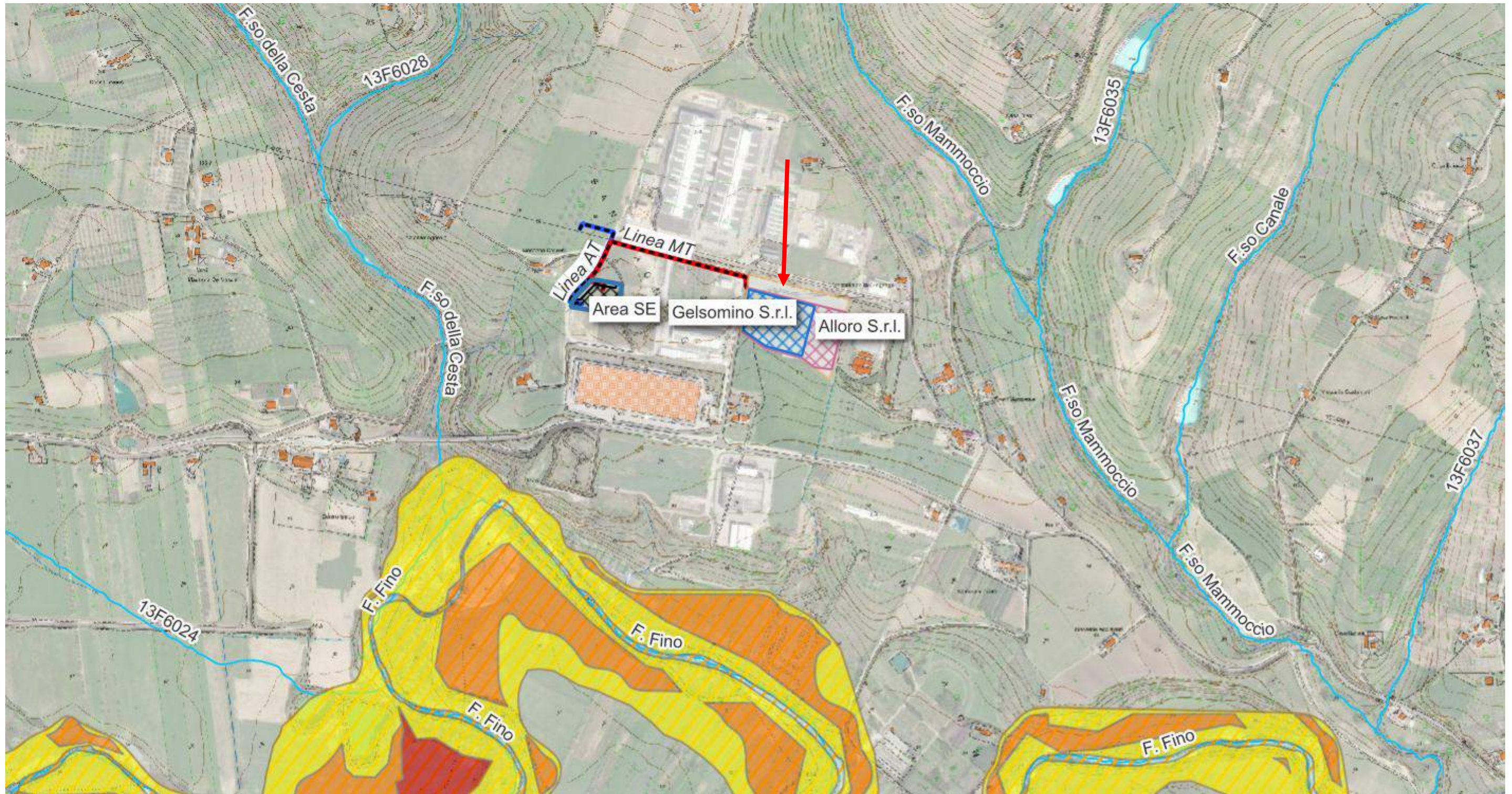
CARTA PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA ed IDRAULICA (PAI REGIONE ABRUZZO da Carta dei Rischi PPR) – SCALA 1:5'000 (rielaborazione ambiente gis) (Fonte ISPRA)



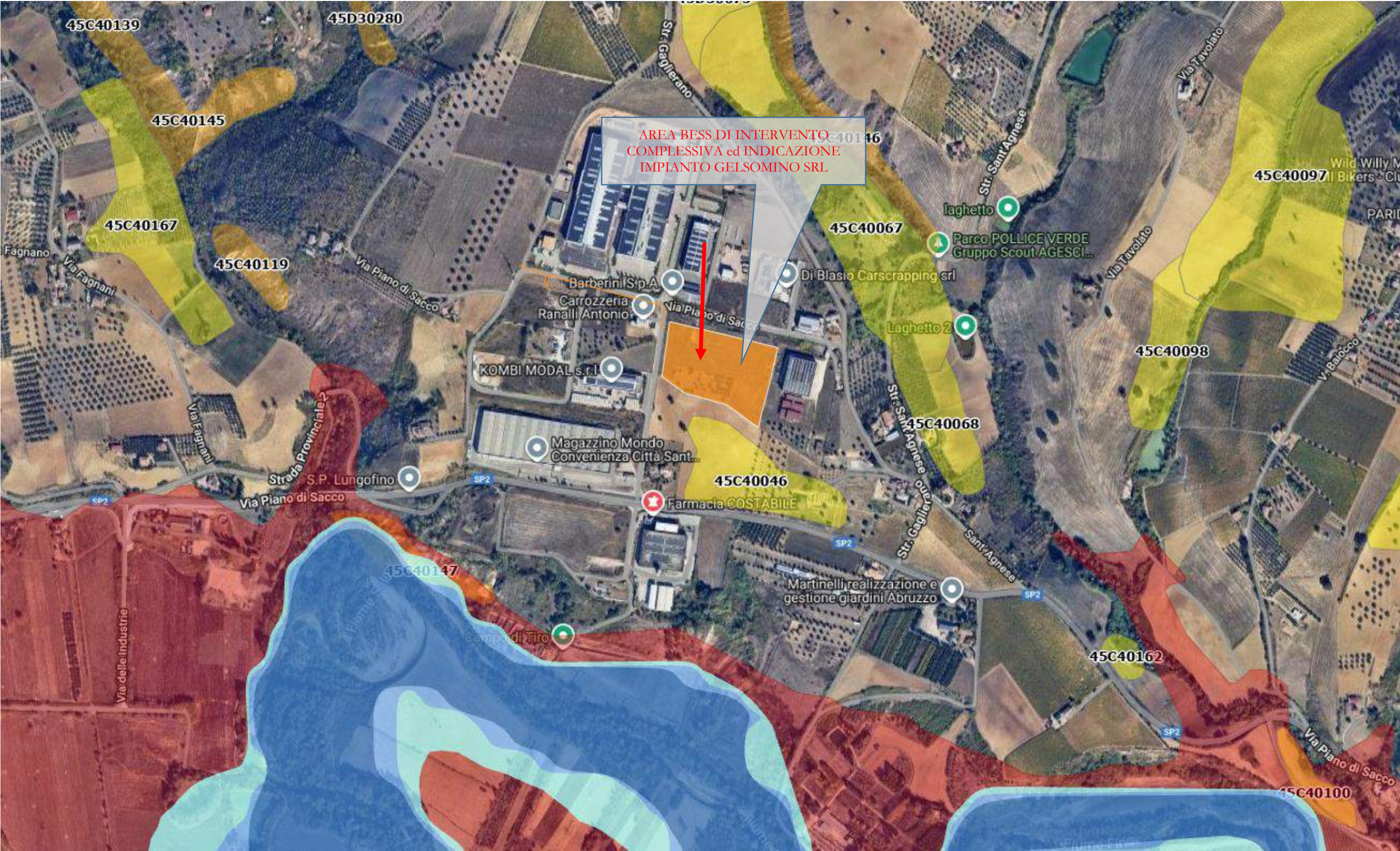
CARTA PERICOLOSITA' IDRAULICA LPH-MPH-HPH (PGRA DISTRETTO APPENNINO CENTRALE) – SCALA 1:10'000 (rielaborazione ambiente gis)



CARTA RISCHIO IDRAULICO (PGRA DISTRETTO APPENNINO CENTRALE) – SCALA 1:10'000 (rielaborazione ambiente gis)



CARTA PERICOLOSITA' ALLUVIONE FLUVIALE E DA FRANA (fonte DIGITAL TWIN AUBAC <https://webgis.abdac.it/>) - PROGETTO DI PIANO (Delibera CIP 57 del 31/07/2025 – G.U. n.194 del 22/08/2025)



CARTA RISCHIO ALLUVIONE FLUVIALE E DA FRANA (fonte DIGITAL TWIN AUBAC <https://webgis.abdac.it/>) - PROGETTO DI PIANO (Delibera CIP 57 del 31/07/2025 – G.U. n.194 del 22/08/2025)



LEGENDA

PROGETTO DI PIANO (Delibera CIP 57 del 31/07/2025 - G.U. n.194 del 22/08/2025)

Alluvione fluviale

Pericolosità

Pericolosità alluvione fluviale

LEGENDA

P3 - Fascia a pericolosità elevata

P2 - Fascia a pericolosità media (aree soggette a disciplina P3 come da Allegato 3 N.t.a.)

P2 - Fascia a pericolosità media

P1 - Fascia a pericolosità bassa

Aree a pericolosità e/o rischio residuo (aree soggette a disciplina P1 art.12 co.4 N.t.a.)

Aree di bonifica di attenzione (aree soggette a disciplina P2 art.14 co.2 N.t.a.)

Aree a potenziale rischio significativo di alluvione

✓

✓

13. PAI DISTRETTUALE FRANE

PROGETTO DI PIANO (simulazione di Aggiornamento dopo il 22/08/2025)

Carta della Pericolosità

P4

P3

P2

P1

PROGETTO DI PIANO (Delibera CIP 57 del 31/07/2025 - G.U. n.194 del 22/08/2025)

Alluvione fluviale

Rischio

Rischio alluvione fluviale - elementi areali

LEGENDA

R4 - Rischio molto elevato

R3 - Rischio elevato

R2 - Rischio medio

R1 - Rischio moderato o nullo

✓

13. PAI DISTRETTUALE FRANE

PROGETTO DI PIANO (simulazione di Aggiornamento dopo il 22/08/2025)

Carta del Rischio

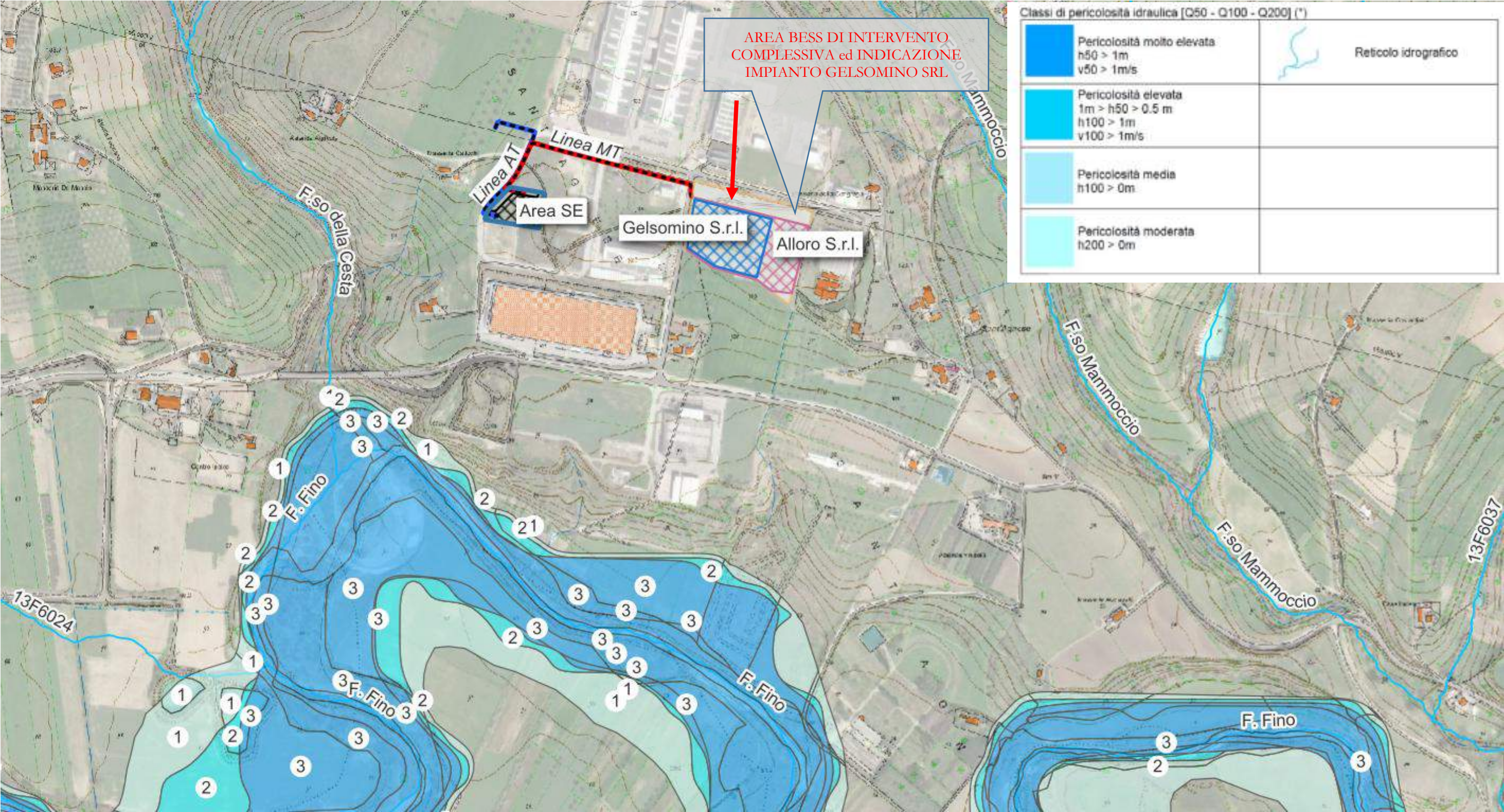
R4

R3

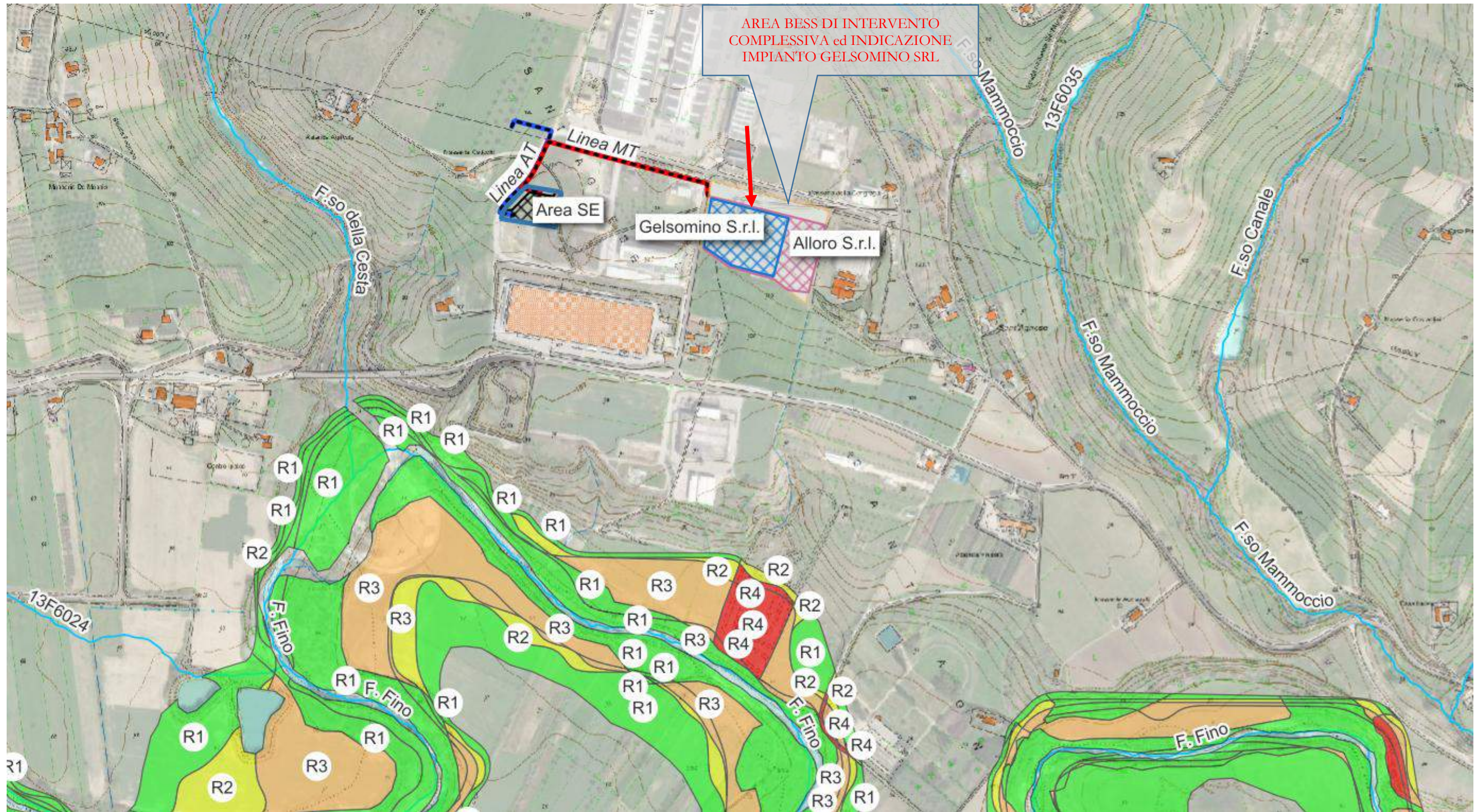
R2

R1

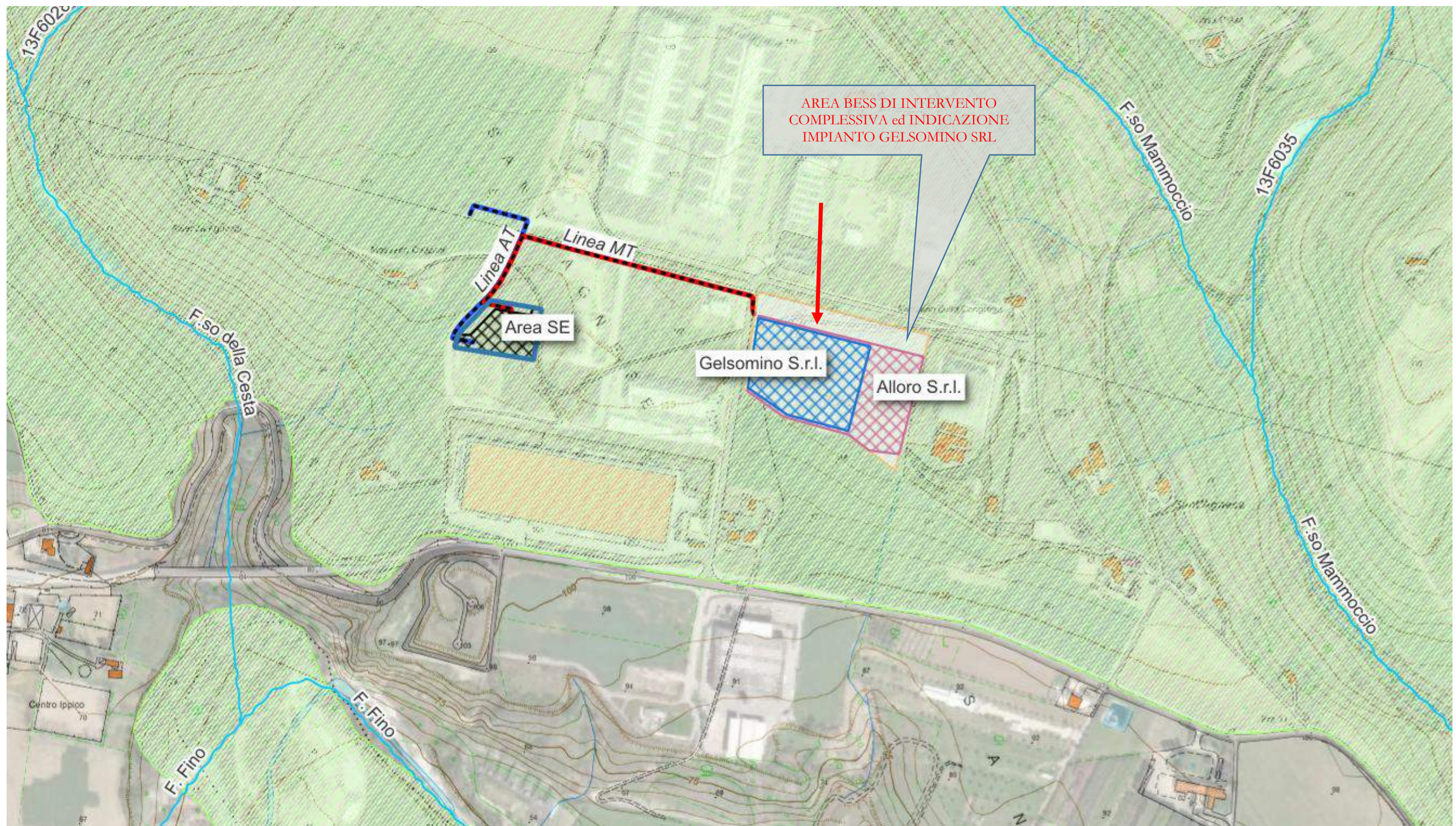
Carte del Rischio Idraulico in attuazione della direttiva 2007/60 e del D.Lgs. 49/2010 (PSDA – Shapefile rielaborato in GIS) – PERICOLOSITA' IDRAULICA
(Fonte https://www2.regione.abruzzo.it/system/files/urbanistica-territorio/autorita-bacino/psda/rischio_idraulico_direttiva_2007_60.zip)



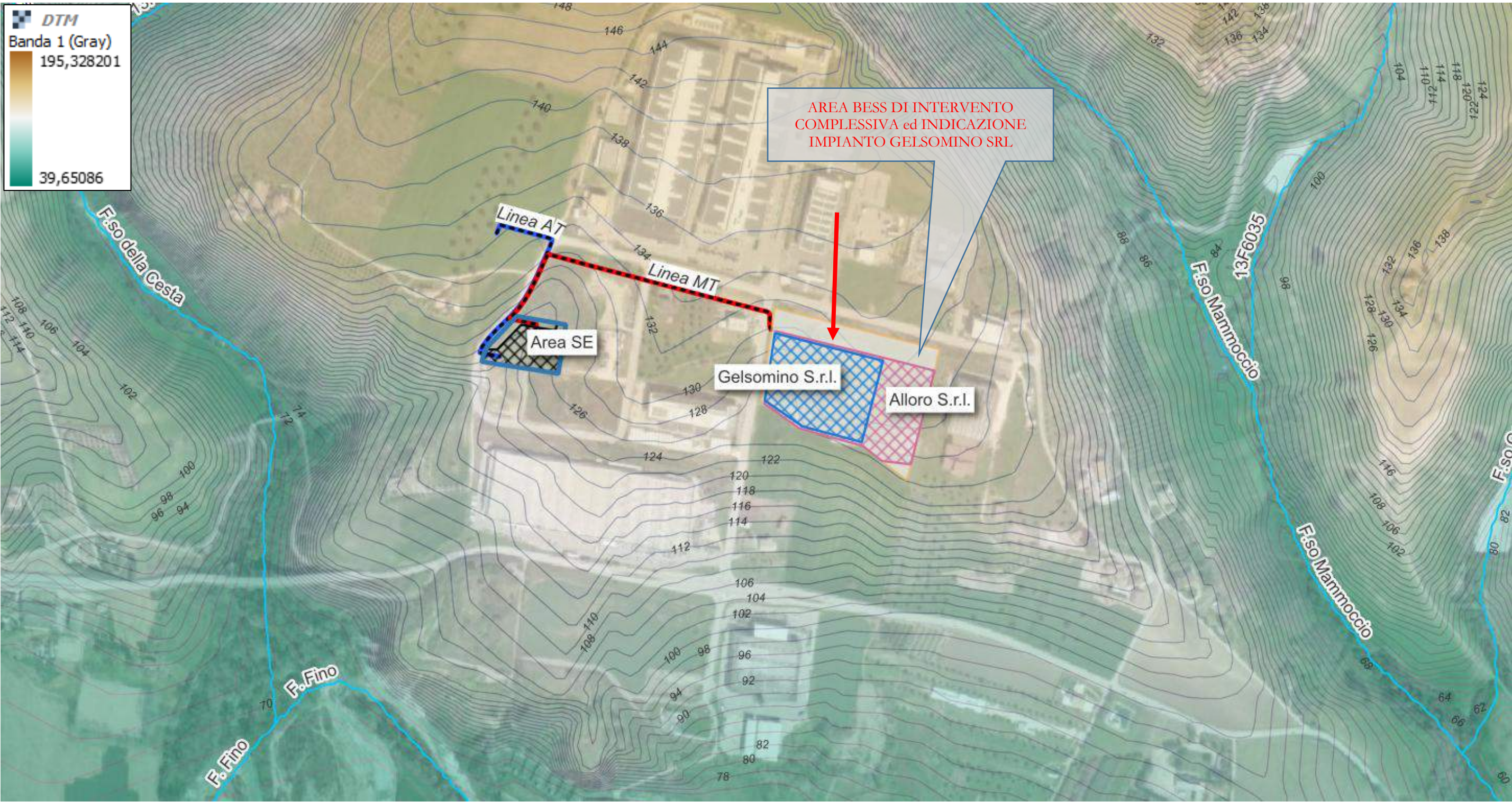
Carte del Rischio Idraulico in attuazione della direttiva 2007/60 e del D.Lgs. 49/2010 (PSDA – Shapefile rielaborato in GIS) – RISCHIO IDRAULICO
(Fonte https://www2.regione.abruzzo.it/system/files/urbanistica-territorio/autorita-bacino/psda/rischio_idraulico_direttiva_2007_60.zip)



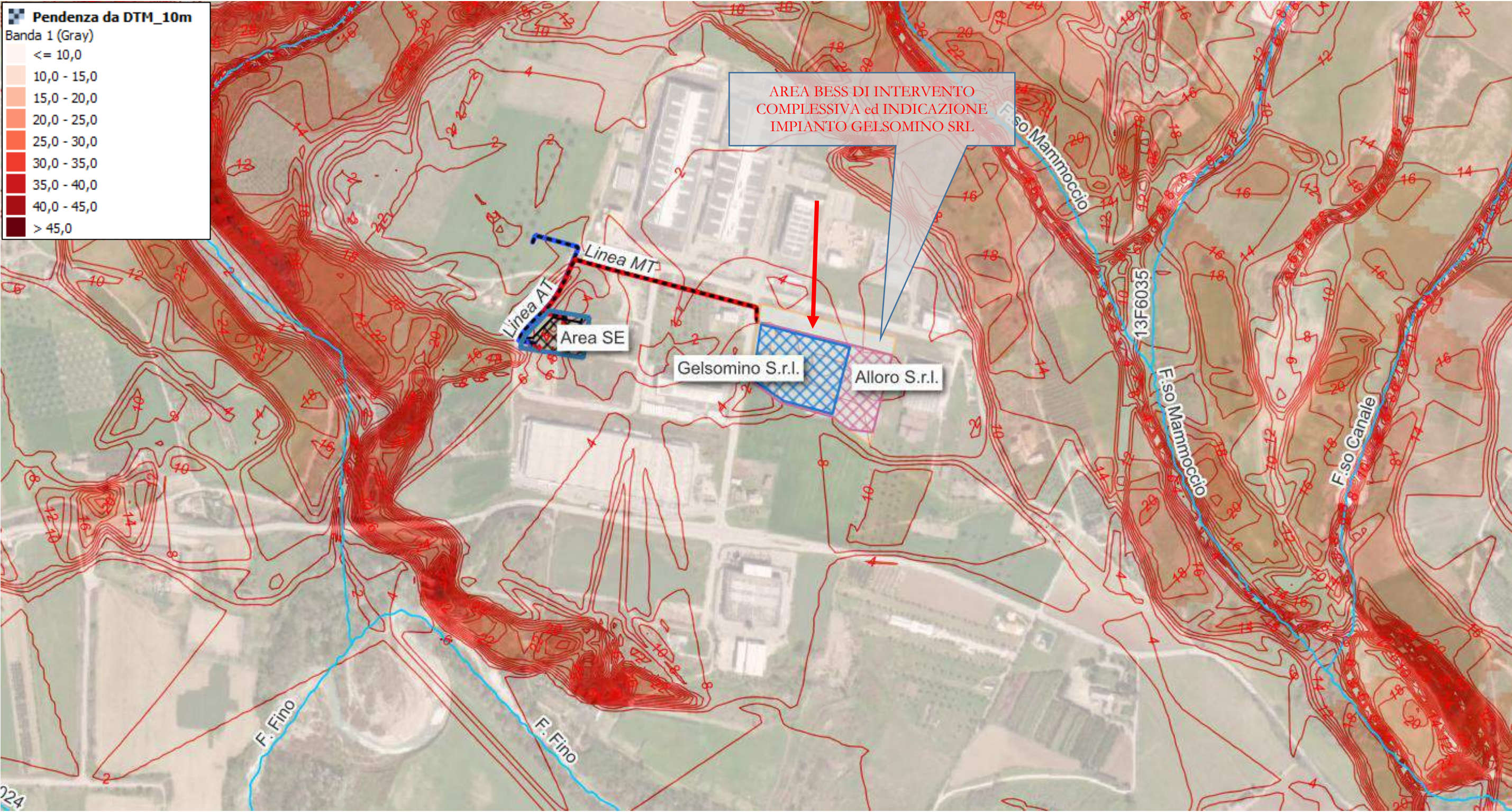
CARTA VINCOLO IDROGEOLOGICO /RD. N.3267 del 30 Dicembre 1923 – SCALA 1:5'000 (rielaborazione ambiente gis) (Fonte Geoportale Regione Abruzzo)



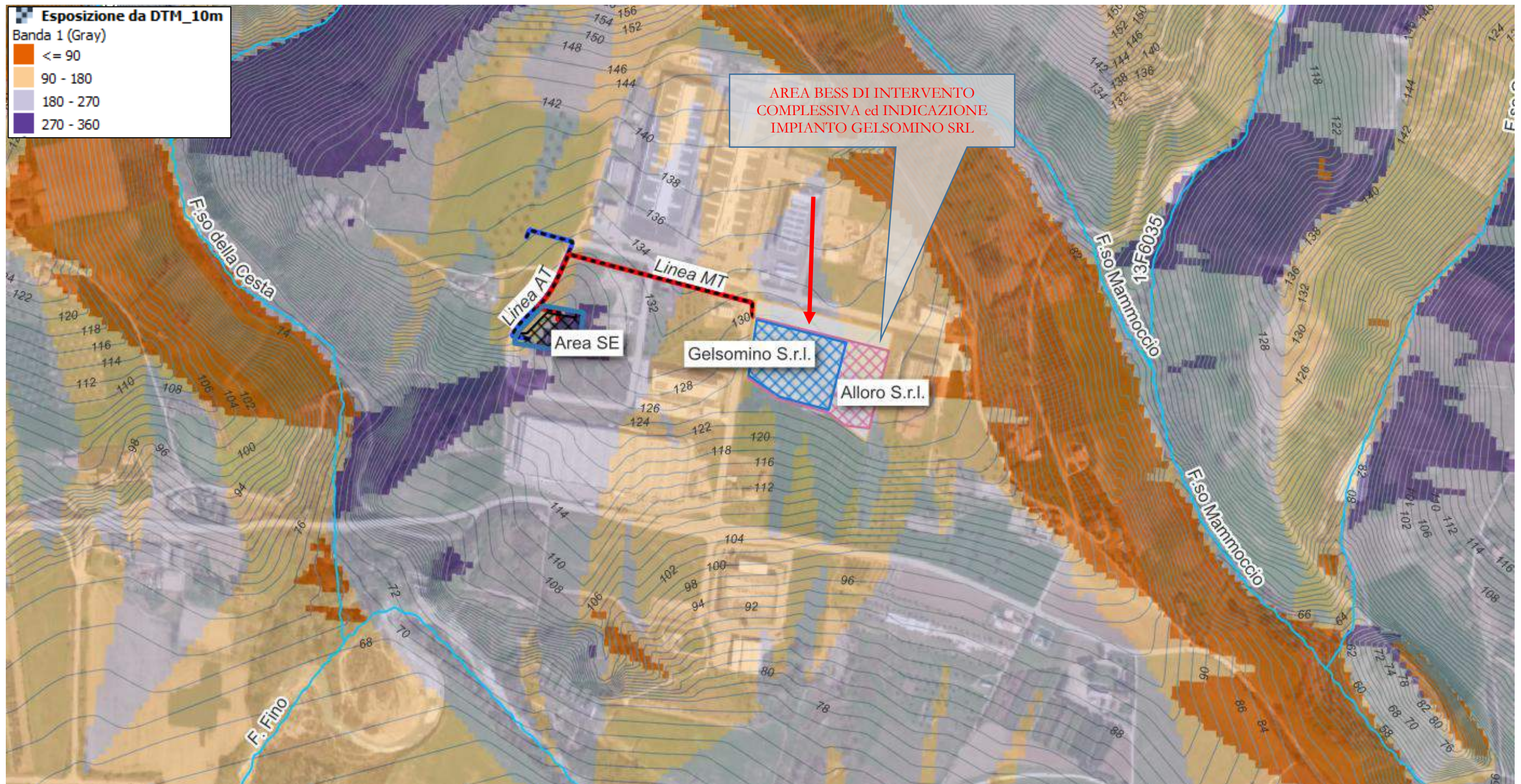
CARTA DTM con curve di livello (equidistanza 2m)



CARTA PENDENZE con curve isopendenze (in gradi sessagesimali)



CARTA DELLE ESPOSIZIONI (da analisi DTM)



 <i>geology architecture engineering</i>	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	62 di 115

5 CARATTERISTICHE SISMO-STRATIGRAFICHE

A livello geologico-geotecnico-sismico-stratigrafico, sulla base delle caratteristiche geologico-stratigrafiche rilevate e delle indagini consultate e reperite (con riferimento particolare allo "Studio Geologico Tecnico INSEDIAMENTO PRODUTTIVO IN LOCALITÀ SANT'AGNESE" - Dott. Geol. Silvio Cavallucci (2012) – BARBERINI SpA) sono stati consultati molteplici dati di correlazione e di caratterizzazione del sito di intervento oltre che approfondimenti con dati derivanti da indagini raccolte sulla medesima configurazione geologica-strutturale riportati nello studio di MZS del Comune di Città Sant'Angelo.

Nel dettaglio le indagini di riferimento reperite riguardano:

- esecuzione di n° 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, di cui uno attrezzato con Down-Hole (S1) ed uno attrezzato con tubo piezometrico (S2);
- esecuzione di prove SPT in foro di sondaggio;
- esecuzione di prove con pocket penetrometer sulle carote estratte dai sondaggi;
- prelievo ed analisi di laboratorio geotecnico di n.2 campioni di terreno (orizzonte coesivo) per le verticali S1 e S2;
- esecuzione di stendimento sismico a rifrazione di lunghezza L=115m.

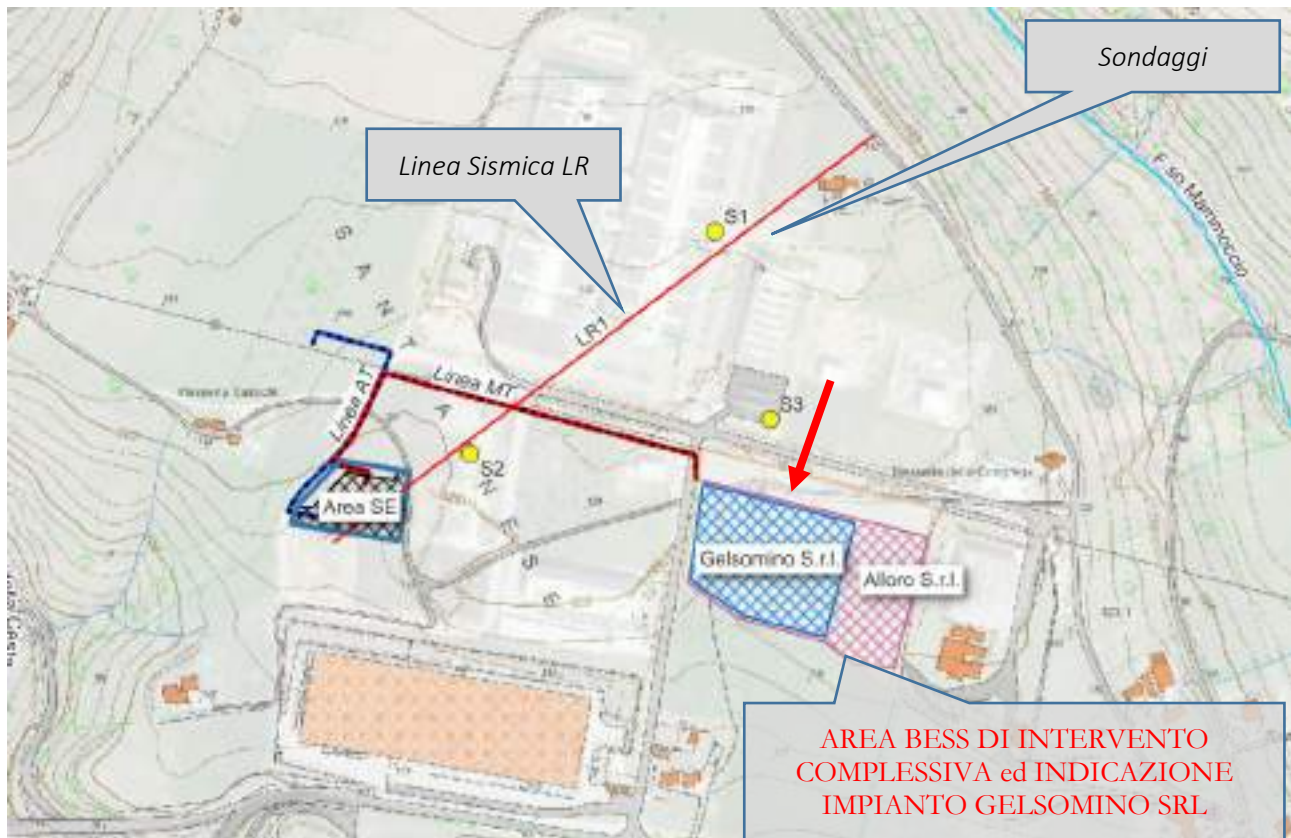


Figura 31: Ubicazione indagini reperite e consultate limitrofe all'area di intervento

L'area in esame si inserisce all'interno dei termini dell'avanfossa pleistocenica affiorante tra la porzione pedemontana della dorsale appenninica e la linea di costa in sinistra idrografica del Fiume Fino.

I terreni presenti sono riconducibili al Pleistocene inferiore e sono rappresentati da limi argillosi sabbiosi e da depositi alluvionali costituiti da alternanze di limi sabbiosi e ghiaie sabbiose-limose.

Nello specifico nel sito di progetto, a meno di una fascia superficiale o costituita da limo sabbioso con resti vegetali, si ritrova l'unità dei limi sabbioso-ghiaiosi, a quali seguono ghiaie a vario tenore sabbioso-limoso ed infine la formazione di base costituita da argille limose grigie.

Di seguito si riporta stralcio di dettaglio della Carta delle MOPS con log stratigrafico associato.

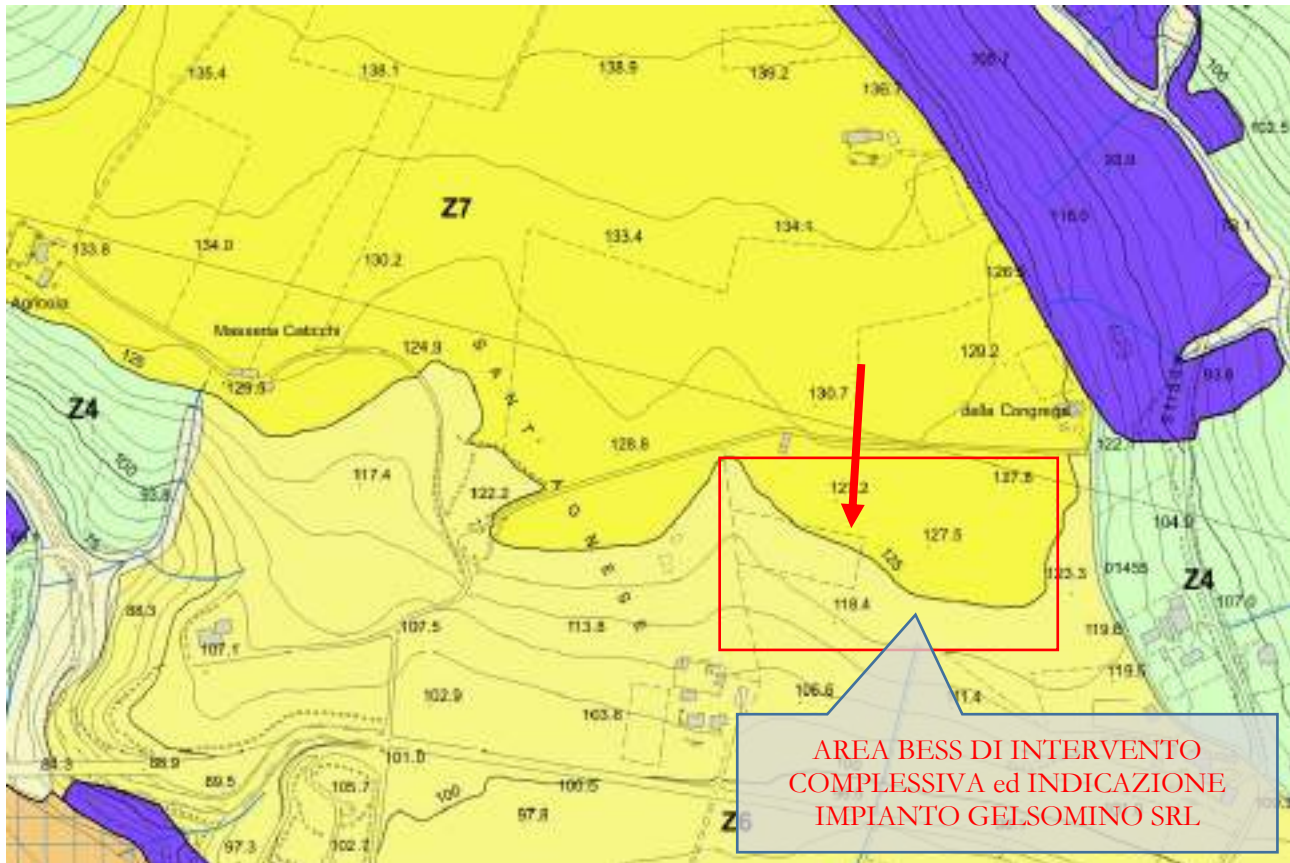
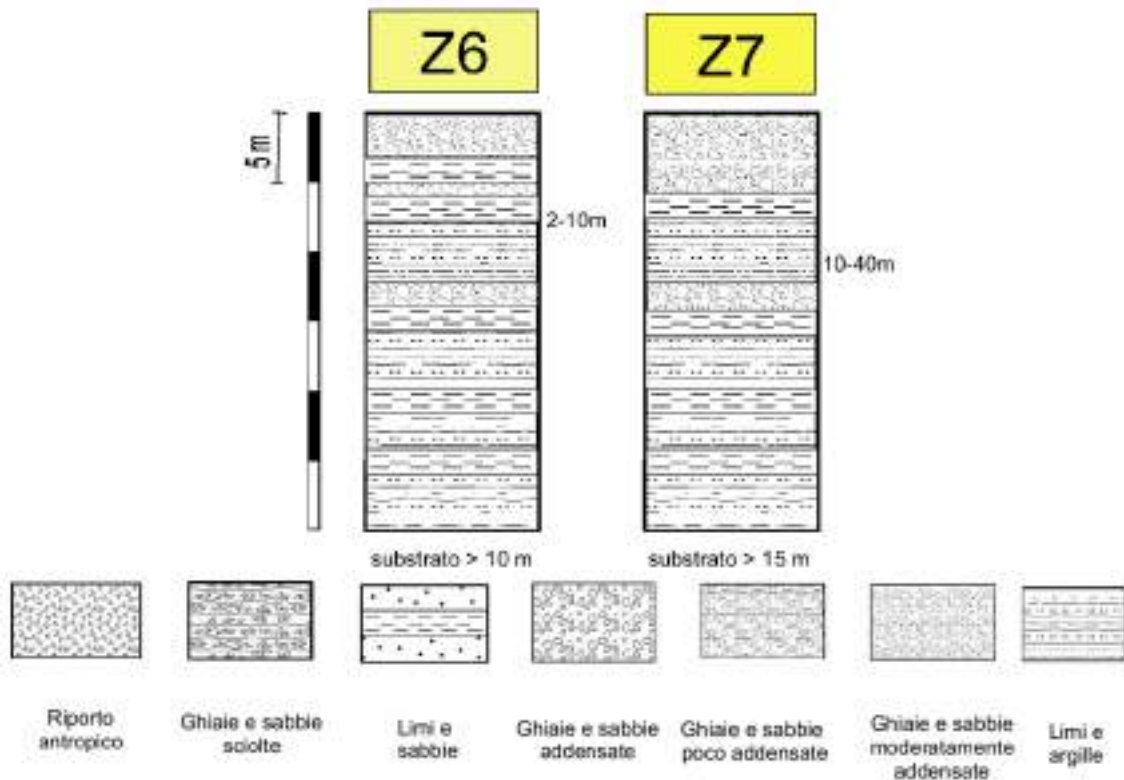


Figura 32 : Stralcio Carta delle MOPS da MZS 3° livello



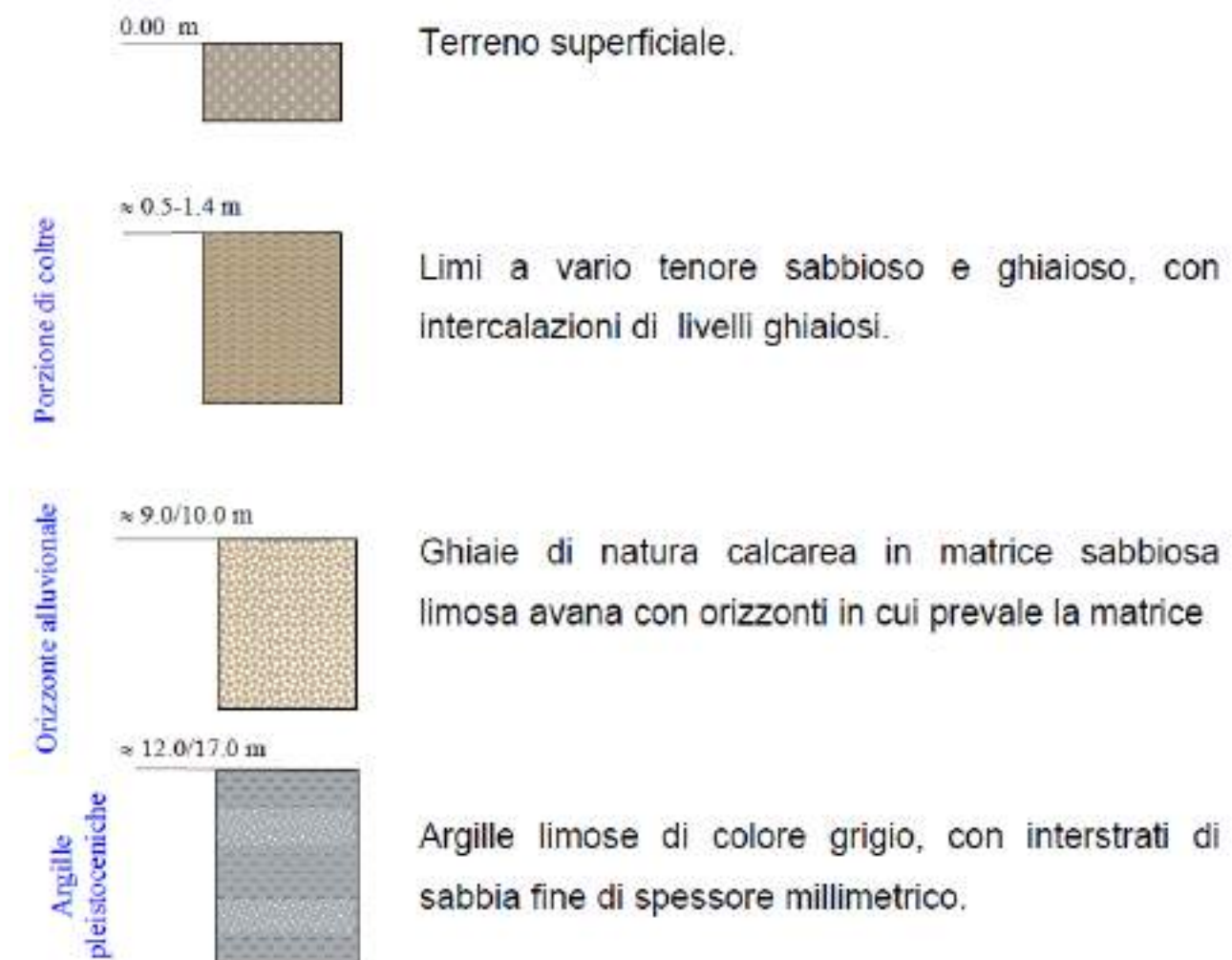
	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL		Codice Elaborato: 2.01
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA		Data: 23/03/2026
			Revisione: 00
			Pagina: 64 di 115

6 INDAGINI GEOGNOSTICHE E RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA E CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA

Il profilo litologico delle unità presenti nell'area di studio (area di impianto BESS ed area SE) è stato definito in base ai dati raccolti puntuali relativi ai n.3 sondaggi geognostici eseguiti sul lotto immediatamente adiacente come anticipato, relativo ad una recente pratica edilizia (rif. Barberini SpA) con relative analisi di laboratorio e prove SPT in foro, oltre a DH e prospezione sismica a rifrazione.

In particolare i litotipi di interesse sono costituiti, a meno di un esiguo spessore (pari a circa 0.5-1.4 m) di terreno superficiale, da limi sabbiosi talora ghiaiosi molto consistenti fino alla profondità variabile da 9.0-10 m a cui seguono orizzonti ghiaiosi addensati in matrice sabbiosa talora prevalente, questi ultimi si rinvencono fino a circa 12.0 -17.0 m. Seguono in profondità le argille limose grigie da molto consistenti a dure di età plio-pleistocenica.

Dall'omogeneizzazione dei dati emersi nella campagna di indagine, di seguito vengono riassunte le caratteristiche litologiche dei terreni presenti nell'area ed i relativi spessori (Sequenza Stratigrafica media).



Il livello freatico di riferimento sulla verticale S2 (con piezometro) è posto a -10,65m dal p.c. all'interno dei depositi limoso-ghiaiosi sostenuto dall'orizzonte pelitico impermeabile del substrato pleistocenico.


Le caratteristiche fisico meccaniche dei terreni che caratterizzano l'area di studio sono state determinate sulla base dei risultati relativi a :

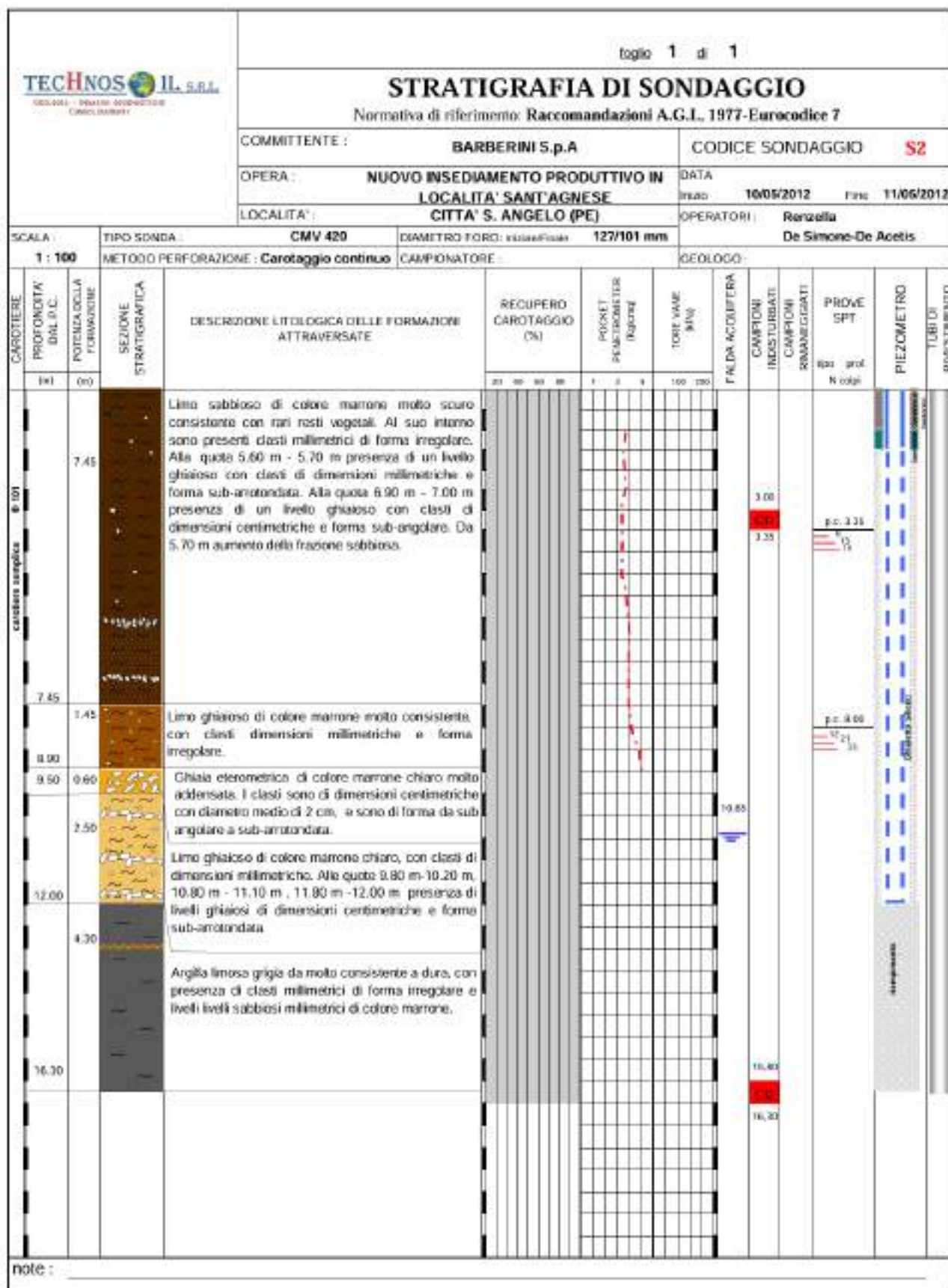
- prove SPT eseguite in corso di sondaggio;
- prove di laboratorio sui campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi (S1 ed S2).

Si riportano di seguito lo schema sintetico delle prove SPT eseguite e consultate e le schede dei sondaggi consultati (con riferimento specifico per l'area di intervento con le verticali di indagine S2 ed S3).

TECHNOS ILL S.R.L. INGEGNERIA - INQUADRI E PROGETTO CONSULENZA		Pagina 1 di 2													
STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO															
Normativa di riferimento: Raccomandazioni A.G.I., 1977-Eurocodice 7															
COMMITTENTE: BARBERINI S.p.A						CODICE SONDAGGIO: S1									
OPERA: NUOVO INSEDIAMENTO PRODUTTIVO IN LOCALITA' SANT'AGNESE CITTA' S. ANGELO (PE)						DATA: Inizio 10/05/2012 Fine 10/05/2012									
LOCALITA':						OPERATORI: Renzella De Simone-De Acetis									
SCALA: 1:100		TIPO Sonda: CMV 420		DIAMETRO FORO: Inizio/Fine: 127/101 mm		GEOLOGO:									
METODO PERFORAZIONE: Carotaggio continuo		CAMPRONATORE:													
CAROTIERE PROFONDITA' DAL P.C.	POTENZA DELLA FORMAZIONE	SEZIONE STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSALE	RECUPERO CAROTAGGIO (%)				POCKET PNEUMOMETER Rising	TUBI VINCE (N°)	FALDA ACQUIFERA	CAMPIONI INDURIBILI	CAMPIONI RANNEGGIATI	PROVE SPT tipo prof. N colpi	DOWN-HOLE	TUBI DI RINFILAMENTO
				20	40	60	80								
1.40	1.40		Terreno superficiale costituito da limo sabbioso marrone con presenza di resti vegetali e rari inclusi calcarei di dimensioni millimetriche.												
3.00	3.00		Limo ghiaioso debolmente sabbioso di colore marrone. I clasti sono di dimensioni millimetriche e forma sub angolare.								3.00				
4.40	4.40										3.40				
5.30	5.30		Limo sabbioso di colore marrone - marrone chiaro da consistente a molto consistente, con presenza di clasti di dimensioni millimetriche di forma irregolare.												
9.70	9.70										8.00				
11.20	11.20		Limo ghiaioso di colore marrone chiaro. I clasti sono di dimensioni millimetriche e centimetriche di forma sub-arrotondata.								8.50				
13.00	13.00		Ghiaccia eterometrica di colore avana-biancastro, molto addensata, con presenza di ciottoli di forma sub-arrotondati. Da 12.50 m a 12.80 m i clasti sono immersi in una matrice sabbiosa.												
15.00	15.00		Limo argilloso debolmente sabbioso di colore marrone chiaro molto consistente, con presenza di inclusioni ghiaiose nella parte superiore.												
17.00	17.00		Limo ghiaioso di colore avana. I clasti sono di dimensioni millimetriche e centimetriche di forma sub-arrotondata.												
20.00	20.00		Argilla limosa di colore grigio da molto consistente a dura. Nella parte superiore sono presenti inclusioni ghiaiose e livelli millimetrici di sabbia color marrone chiaro.												

note :

 STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO Normativa di riferimento: Raccomandazioni A.G.L. 1977 - Eurocodice 7		foglio 2 di 2																
		COMMITTENTE: BARBERINI S.p.A					CODICE SONDAGGIO: S1											
		OPERA: NUOVO INSEDIAMENTO PRODUTTIVO IN LOCALITA' SANT'AGNESE					DATA: Inizio: 10/05/2012 Fine: 10/05/2012											
		LOCALITA': CITTA' S. ANGELO (PE)					OPERATORI: Renzella De Simone-De Acetis											
SCALA: 1 : 100	TIPO SONDA: CMV 420		DIAMETRO FORO: Inizio/Fine: 127/101 mm		GEOLOGO:													
		METODO PERFORAZIONE: Carotaggio continuo		CAMPIONATORE:														
CARTIERE	PROFONDITA' DAL P.C.	PROFONDITA' DELLA FORMAZIONE	SEZIONE STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSALE	RECUPERO CAROTAGGIO (%)				POCKET PENETROMETER TEST (kg/cm²)		TORE VANE (N/m²)		FALDA ACQUIFERA	CAMPIONI INDESTRIBUITI	CAMPIONI RIMANEGLIATI	PROVE SPT tipo - prof. N colpi	DOWN-HOLE	TUBI DI RIVESTIMENTO
	(m)	(m)			20	40	60	80	1	2	4	100						
Carotaggio continuo		13.0		Argilla limosa di colore grigio da molto consistente a dura. Nelle parti superiori sono presenti inclusioni ghiaiose e favele millimetriche di sabbia color marrone chiaro.														
	30.0																	
note :																		



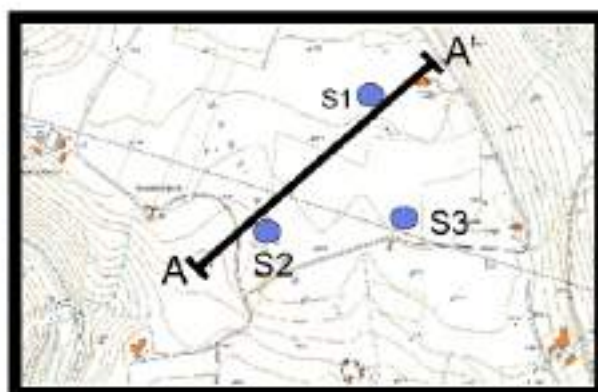
TECHNOS ILL. S.R.L. <small>Geologia - Scienze Ambientali - Consulenze</small>		foglio 1 di 1 STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO Normativa di riferimento: Raccomandazioni A.G.I., 1977-Eurocodice 7												
SCALA: 1 : 100		TIPO Sonda: CMV 420		Diametro Foro: Inizio/Fine: 127/101 mm		CAMPRONATORE:		GEOLOGO:		COMMITTENTE: BARBERINI S.p.A CODICE SONDAGGIO: S3				
OPERAZIONE: NUOVO INSEDIAMENTO PRODUTTIVO IN LOCALITA' SANT'AGNESE CITTA' S. ANGELO (PE)		DATA: 11/05/2012		Fine: 11/05/2012		OPERATORI: Renzella De Simone-De Acetis								
METODO PERFORAZIONE: Carotaggio continuo														
CAROTIERE PROFONDITA' DAL P.C. POTENZA DELLA FORMAZIONE	SEZIONE STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSALE	RECUPERO CAROTAGGIO (%)				POCKET HEAT THERMISTOR (Kj/cm²)	TOSTE VANE (MPa)	FALDA ACQUIFERA	CAMPIONI INDISTURBATI	CAMPIONI RIMANEGGIATI	PROVE SPT tip: prof. iv colpi	PIEZOMETRO	TUBI DI RIVESTIMENTO
			30	40	60	80								
991 (m) 0.55 0.55		Terreno superficiale costituito da un misto granulare, con presenza di ciottoli di forma sub-angolare.												
945 (m) 0.55 0.55		Limo sabbioso di colore marrone scuro da consistente a molto consistente, con presenza di clasti millimetrici di forma irregolare. Da 1,50 m il colore diventa marrone chiaro con aumento della frazione sabbiosa. Alle quote 1,50 m - 1,70 m e 2,40 m - 2,50 m sono presenti livelli sabbiosi con clasti di dimensioni prevalentemente millimetriche e forma sub-angolare.												
100 (m)														

note:

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA RAPPRESENTATIVA

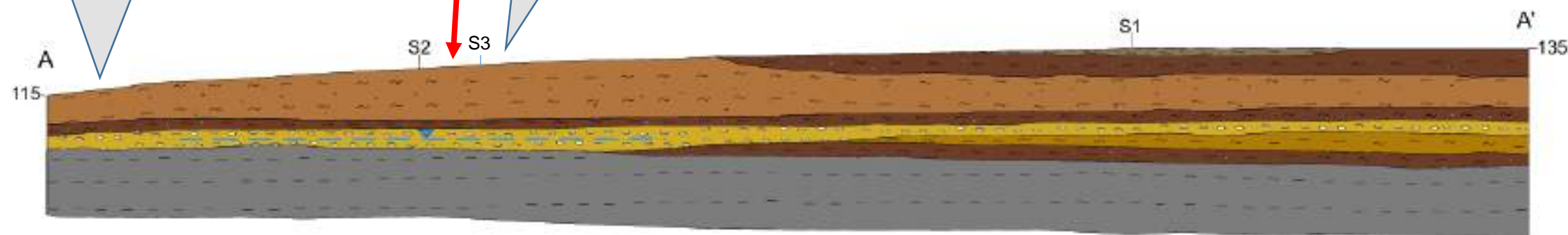
Scala orizzontale 1:2500

Scala verticale 1:1000



AREA SE - CP GELSOMINO
e CP ALLORO

AREA BESS DI INTERVENTO
COMPLESSIVA ed INDICAZIONE
IMPIANTO GELSOMINO SRL



LEGENDA



Materiale di riporto costituito da limo sabbioso marrone scuro



Limo ghiaioso di colore marrone



Limo sabbioso di colore marrone chiaro da consistente a molto consistente



Ghiaia eterometrica di colore avana molto addensata



Limo argilloso di colore nocciola molto consistente



Argilla limosa di colore grigio da molto consistente a dura



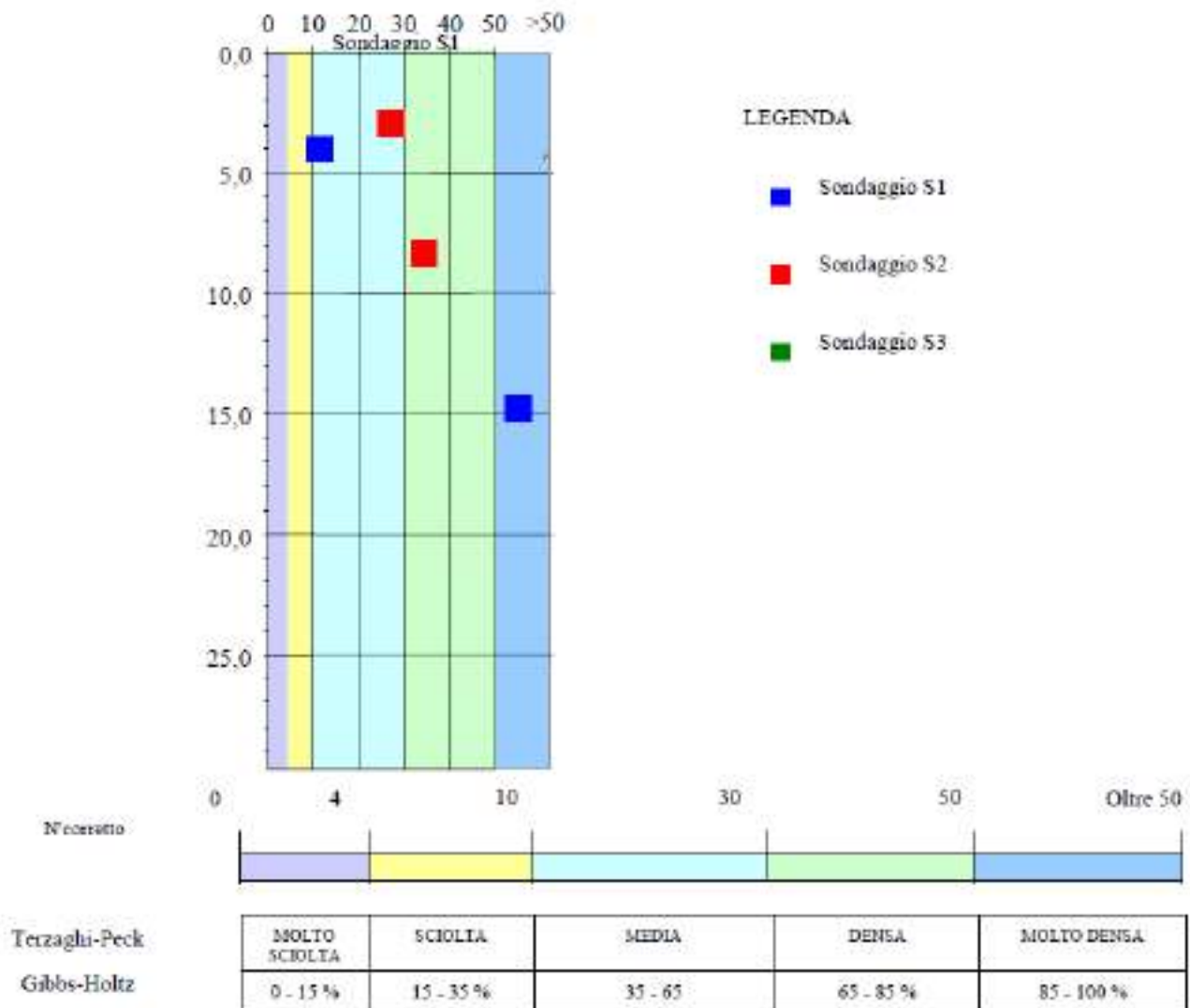
Livello freatico (m dal p.c)

A

A'

Traccia della sezione litostратigrafica

SCHEMA DEI RISULTATI PROVE SPT



6.1 Caratterizzazione Litotecnica da SPT in foro

Per il calcolo delle caratteristiche meccaniche sulla base delle prove SPT in foro sono state considerate una serie di correlazioni sulla base di modelli empirico matematici riportati ed illustrati di seguito in relazione al parametro da caratterizzare.

Angolo di attrito

➤ *Metodo di Road Bridge Specification (1989)*

Il metodo è valido per sabbie fini o limose e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova superiori a 8-10 m per terreni sopra falda e superiori a 15.0 m per terreni in falda. Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\varphi' = (15 N_{spt})^{(1/2)} + 15$$

dove N_{spt} è il numero di colpi medio misurato nello strato.

 geology architecture engineering	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	71 di 115

➤ *Metodo di Japanese National Railway (1982)*

Il metodo è valido per sabbie medie-grosse fino a sabbie ghiaiose e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità superiori a 8-10 m nel caso di terreni sopra falda e di 15 m per terreni immersi in falda. Il metodo prevede l'applicazione della seguente relazione:

$$\varphi' = 0.3 N_{spt} + 27$$

dove N_{spt} è il numero di colpi medio misurato nello strato.

➤ *De Mello*

Il metodo di De Mello è valido per le sabbie in genere e per qualunque profondità (tranne che per i primi 2 m sotto il p.c.). E' da considerarsi inattendibile però per valori di ϕ superiori a 38° . Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\varphi' = 19 - 0.38\sigma + 8.73 \log(N_{spt})$$

dove σ è la pressione litostatica efficace a metà strato in Kg/cm² e N_{spt} il numero di colpi medio misurato nello strato.

➤ *Metodo di Owasaki e Iwasaki (1982)*

Il metodo è valido per sabbie da medie a grossolane fino a debolmente ghiaiose. Anche questo metodo trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova superiori a 8-10 m per terreni sopra falda e superiori a 15 m per terreni in falda. Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\varphi' = (20 N_{spt})^{(1/2)} + 15$$

dove N_{spt} è il numero di colpi medio nello strato.

➤ *Metodo di Sowersc (1961)*

Il metodo di Sowersc è valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova inferiori a circa 4 m per terreni sopra falda e inferiori a circa 7 m per terreni in falda. La relazione è la seguente:

$$\varphi' = 28 + 0.28 N_{spt}$$

dove N_{spt} è il numero di colpi medio nello strato.

➤ *Metodo di Malcev*

Il metodo di Malcev (1964) è invece valido per le sabbie in genere e per qualunque profondità (tranne che per i primi 2 m sotto il p.c.). E' da considerarsi inattendibile per valori di ϕ superiori a 38° .

$$\varphi' = 20 - 5 \log(\sigma) + 3.73 \log(N_{spt})$$

dove σ è la pressione litostatica efficace a metà strato in Kg/cm² e N_{spt} il numero di colpi medio misurato nello strato.

➤ *Hatanaka e Uchida*

A differenza delle formule precedenti questo metodo propone una correlazione fra ϕ il parametro N_1 (resistenza penetrometrica normalizzata rispetto alla pressione efficace di 1 Kg/cm²).

N_1 viene valutato con la relazione di Liao e Whitman (1986):

$$N_1 = N_{spt} (1/\sigma')^{(0.5)}$$

 <i>geology architecture engineering</i>	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	72 di 115

dove σ è la pressione efficace alla profondità di lettura. L'angolo di attrito viene fornito quindi dalla relazione:

$$\varphi = 20N_1 + 20$$

➤ *Gibbs & Holtz*

Il metodo di Gibbs & Holtz (1957) è valido per le sabbie da fini a grossolane pulite, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati. Nel caso di depositi ghiaiosi il valore $Dr(\%)$ viene sovrastimato, nei casi di depositi limosi viene sottostimato.

$$Dr(\%) = 21(N_{spt}/(\sigma+0.7))^{(0.5)}$$

dove σ è la pressione litostatica efficace a metà strato in Kg/cm² e N_{spt} il numero di colpi medio misurato nello strato. Il metodo fornisce generalmente valori in eccesso rispetto agli altri, nei primi metri di approfondimento della prova.

➤ *Schultze & Mezembach*

Il metodo di Schultze & Mezembach (1961) è valido per le sabbie da fini a ghiaiose, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati. Nel caso di depositi ghiaiosi il valore di $Dr(\%)$ viene sovrastimato, nei depositi limosi viene sottostimato.

$$\ln(Dr\%) = 0.478\ln(N_{spt}) - 0.2621\ln(\sigma) + 2.84$$

➤ *Skempton*

Il metodo è valido per le sabbie da fini a grossolane, per qualunque valore di pressione efficace, in depositi normalmente consolidati.

Nel caso di depositi ghiaiosi il valore di $Dr(\%)$ viene sovrastimato, nei depositi limosi viene sottostimato. Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$Dr\% = 100[(N_{spt}(98/\sigma)^{(0.5)})/(32+0.288\sigma)]$$

dove:

σ = pressione efficace in kPa;

N_{spt} = numero di colpi medio nello strato.

➤ *Skempton 1986*

E' una variante della formula precedente basata sulla determinazione del parametro N_1 (resistenza penetrometrica normalizzata rispetto alla pressione efficace di 1 Kg/cm²).

N_1 viene valutato con la relazione di Liao e Whitman (1986):

$$N_1 = N_{spt} (1/\sigma')^{(0.5)}$$

dove σ' è la pressione efficace alla profondità di lettura. La densità relativa viene quindi calcolata con la relazione:

$$Dr\% = 100 (N_1/60)^{(0.5)}$$

Modulo edometrico (E_{ed})

➤ *Metodo di Farrent (1963)*

Il metodo di Farrent è valido per le sabbie in genere. Il metodo non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di N_{spt} ad una diminuzione di M con la profondità.

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	73 di 115

$$\begin{aligned}
M &= 3.54 N_{spt} + 38 \text{ (sabbia fine)} \\
M &= 4.46 N_{spt} + 38 \text{ (sabbia media)} \\
M &= 10.46 N_{spt} + 38 \text{ (sabbia + ghiaia)} \\
M &= 11.84 N_{spt} + 38 \text{ (sabbia + ghiaiosa)}
\end{aligned}$$

Modulo di deformazione o di Young

➤ *Tornaghi et al.*

Il metodo è valido per sabbia + ghiaia e sabbia pulita. La relazione non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di N_{spt} ad una diminuzione di E con la profondità.

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$E(\text{MPa}) = B (N_{spt})^{0.5}$$

dove N_{spt} è il numero di colpi medio nello strato mentre B è una costante pari a 7 MPa. La relazione va considerata inattendibile per N_{spt} molto bassi o molto alti. Nel primo caso E risulta eccessivamente elevato, nel secondo caso eccessivamente basso.

➤ *Schmertmann*

Il metodo è valido per le sabbie in genere. La relazione non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di N_{spt} ad una diminuzione di E con la profondità.

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$E(\text{kg/cm}^2) = 2BN_{spt}$$

Dove N_{spt} è il numero di colpi medio nello strato e B è una costante variabile in funzione della litologia:

B	Litologia
4	Sabbia fine
6	Sabbia media
10	Sabbia grossolana

➤ *Stroud*

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$E(\text{MPa}) = \alpha N_{spt}$$

Dove N_{spt} è il numero di colpi medio nello strato mentre α è una grandezza che varia in funzione di N_{spt} secondo la formula:

$$a = -0.00107 N_{spt}^{0.5} + 0.136 N_{spt} + 1.503$$

➤ *D'Appolonia et Alii*

Il metodo di D'Appolonia è valido per sabbia+ghiaia e sabbie sovraconsolidate. Il metodo non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di N_{spt} ad una diminuzione di E con la profondità.

$$E(\text{kg/cm}^2) = 7.71 N_{spt} + 191 \text{ (Ghiaia+sabbia)}$$

$$E(\text{kg/cm}^2) = 10.63 N_{spt} + 375 \text{ (Sabbia)}$$

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	74 di 115

➤ *Schultze e Menzebach*

Il metodo di Schultze e Menzebach è valido per sabbia sotto falda. Il metodo non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di N_{spt} ad una diminuzione di E con la profondità.

$$E(\text{kg/cm}^2) = 5.27N_{spt} + 76$$

➤ *Webb*

Il metodo di Webb è valido per sabbia sotto falda o sabbia con fine plastico. Il metodo non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di N_{spt} ad una diminuzione di E con la profondità.

$$E(\text{kg/cm}^2) = 4.87 N_{spt} + 73 \text{ (Sabbia satura)}$$

$$E(\text{kg/cm}^2) = 3.22 N_{spt} + 16 \text{ (Sabbia con fine plastico)}$$

Modulo di deformazione a taglio

➤ *Ohsaki & Iwasaki*

Il metodo di Ohsaki & Iwasaki, valido per le sabbie pulite o con fine plastico (limo o argilla), si basa sulla seguente relazione:

$$G_0(\text{t/m}^2) = a N_{spt}^b$$

Dove N_{spt} è il numero di colpi medio nello strato mentre a e b sono costanti dipendenti dalla granulometria del deposito secondo il seguente schema:

a	b	Granulometria
650	0.94	Sabbie pulite
1182	0.76	Sabbia con fine

➤ *Crespellani e Vannucchi*

Il metodo di Crespellani e Vannucchi, valido per le sabbie in generale, si basa sulla seguente relazione:

$$G_0(\text{t/m}^2) = 794N_{spt}^{0.611}$$

6.2 Caratterizzazione Litotecnica da analisi di laboratorio

Per la definizione dei parametri geotecnici, come precedentemente specificato, ci si è inoltre basati sull'analisi di quanto emerso dalle prove di laboratorio reperite ed eseguite sui campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi richiamati in precedenza di cui si allegano i relativi allegati fuori testo per le informazioni di dettaglio sugli stessi.

Nel dettaglio le analisi di laboratorio eseguite sui campioni di terreno prelevati in foro di sondaggio risultano le seguenti:

➤ **S1 C1 (prof. 3,00-3,40m dal p.c.)**

- Riconoscimento e Classificazione : Peso di Volume e riepilogo caratteristiche fisiche con foto;
- Misura del contenuto d'acqua;
- Distribuzione granulometrica metodo setacciatura;
- Distribuzione granulometrica metodo della sedimentazione;
- Determinazione dei Limiti di Consistenza di Atterberg;
- Prova di Taglio Diretto

➤ **S1 C2 (prof. 8,00-8,50m dal p.c.)**

- Riconoscimento e Classificazione : Peso di Volume e riepilogo caratteristiche fisiche con foto;
- Prova Edometrica

 geology architecture engineering	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	75 di 115

- Prova di Compressione non confinata.

➤ **S2 C1 (prof. 3,00-3,35m dal p.c.)**

- Riconoscimento e Classificazione : Peso di Volume e riepilogo caratteristiche fisiche con foto;
- Misura del contenuto d'acqua;
- Distribuzione granulometrica metodo setacciatura;
- Distribuzione granulometrica metodo della sedimentazione;
- Determinazione dei Limiti di Consistenza di Atterberg;
- Prova Edometrica;

6.3 Sintesi Stratigrafica e Litotecnica

In base all'analisi di quanto sopra esposto è stato possibile definire il profilo litotecnico di seguito riportato considerando per ogni unità lo spessore medio riscontrato sulla base delle indagini geognostiche consultate.

PROF. (m)	DESCRIZIONE	PARAMETRI GEOTECNICI
≈ 1.4 m	Terreno superficiale costituito da limo sabbioso.	Non rilevante ai fini applicativi
≈ 9.0 / 10.0 m	Limi a vario tenore sabbioso-ghiaioso. Presenti intercalazioni di natura ghiaiosa	$\gamma_{nat} = 19.20 \text{ KN/mc}$ $\gamma_d = 16.30 \text{ KN/mc}$ $\phi = 24^\circ$ $C_u = 150-200 \text{ Kpa}$ $c' = 10 \text{ Kpa}$ $M = 15000 \text{ Kpa}$
≈ 12.0 / 17.0 m	Ghiaie di natura calcarea in matrice sabbiosa limosa avana con orizzonti in cui prevale la matrice	$\gamma_{nat} = 22.00 \text{ KN/mc}$ $\gamma_d = 19.64 \text{ KN/mc}$ $\phi = 32^\circ - 34^\circ$ $M = 45000 \text{ Kpa}$
30 m	Argille limose, di colore grigio, molto consistenti	$\gamma_{nat} = 20.01 \text{ KN/mc}$ $\gamma_d = 16.80 \text{ KN/mc}$ $\phi = 27^\circ$ $C_u = 200 \text{ Kpa}$ $c' = 27-35 \text{ Kpa}$ $M = 30000 \text{ Kpa}$

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	76 di 115

7 INDAGINE GEOFISICA

Per la ricostruzione del modello geofisico del sito sono state reperite e consultate le seguenti indagini:

- n.1 stendimento sismico a rifrazione con lunghezza complessiva pari a 115m;
- esecuzione di n°1 indagine DH Down Hole in foro di sondaggio.

7.1 Indagine Sismica a rifrazione SR

L'indagine eseguita è stata realizzata effettuando n. 1 stendimento di sismica a rifrazione caratterizzato dalla seguente geometria (Fig. 1):

ST1 – orientato in direzione N 15° E, di 115 m di lunghezza lungo il quale sono stati disposti 24 geofoni con offset di 5 m. Sono stati utilizzati 5 punti di energizzazione posizionati simmetricamente lungo lo stendimento: due end-shots posti a 2,5 m dai geofoni esterni (A, B), uno centrale tra i geofoni 12-13 (C) e due intermedi rispettivamente tra i geofoni 6-7 (D1) e 18-19 (D2) (Fig. 2).

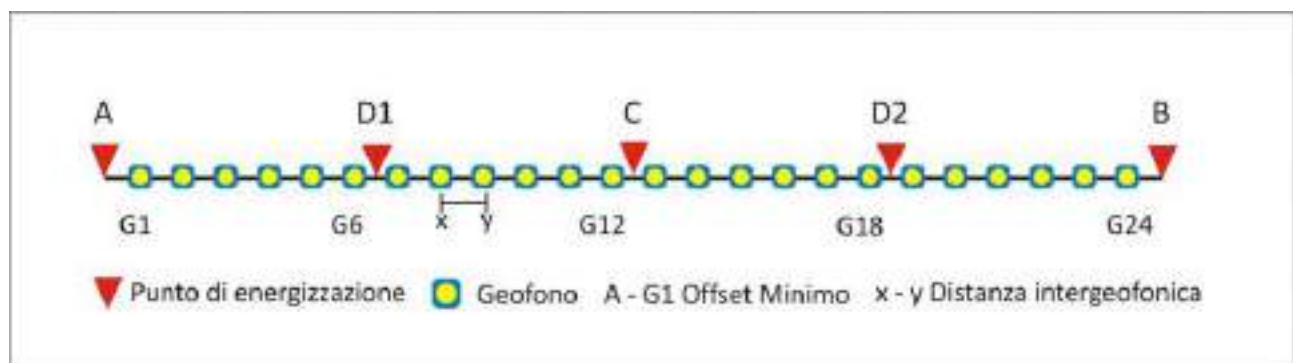


Fig. 1: Geometria dello stendimento



Fig. 2: Panoramica dello stendimento di sismica a rifrazione ST 1.

- Panoramica dello stendimento da Nord verso Sud
- Panoramica dello stendimento da Sud verso Nord
- Energizzazione centrale (C).

CENNI SUL METODO

Le indagini indirette ed in particolare la metodologia a rifrazione, permettono la ricostruzione areale delle geometrie e degli spessori dei depositi di copertura, la profondità del substrato (entro i limiti di penetrazione del metodo), la verifica di eventuali discontinuità laterali nonché di determinare le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali.

Il metodo sismico a rifrazione si basa sul concetto della birifrazione delle onde elastiche a seguito del fronte d'onda conico. Data una sorgente di onde elastiche e uno stendimento di geofoni lungo un profilo

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL		Codice Elaborato: 2.01
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA		Data: 23/03/2026
			Revisione: 00
			Pagina: 77 di 115

giungeranno in superficie ai geofoni onde dirette, onde riflesse ed onde coniche o birifratte (head wave): le onde analizzate sono quelle birifratte cioè quelle che giungono sulla superficie di separazione con un angolo di incidenza critico secondo la legge di Snell (Fig. 4); e che quindi vengono rifratte con un angolo di 90° propagandosi parallelamente alla superficie rifrangente e venendo nuovamente rifratte verso la superficie con lo stesso angolo d'incidenza. I contrasti di proprietà possono essere legati a cause stratigrafiche, strutturali ed idrogeologiche.

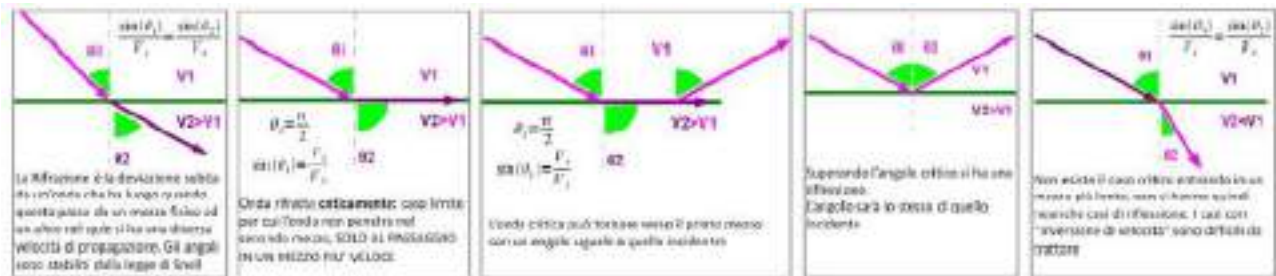
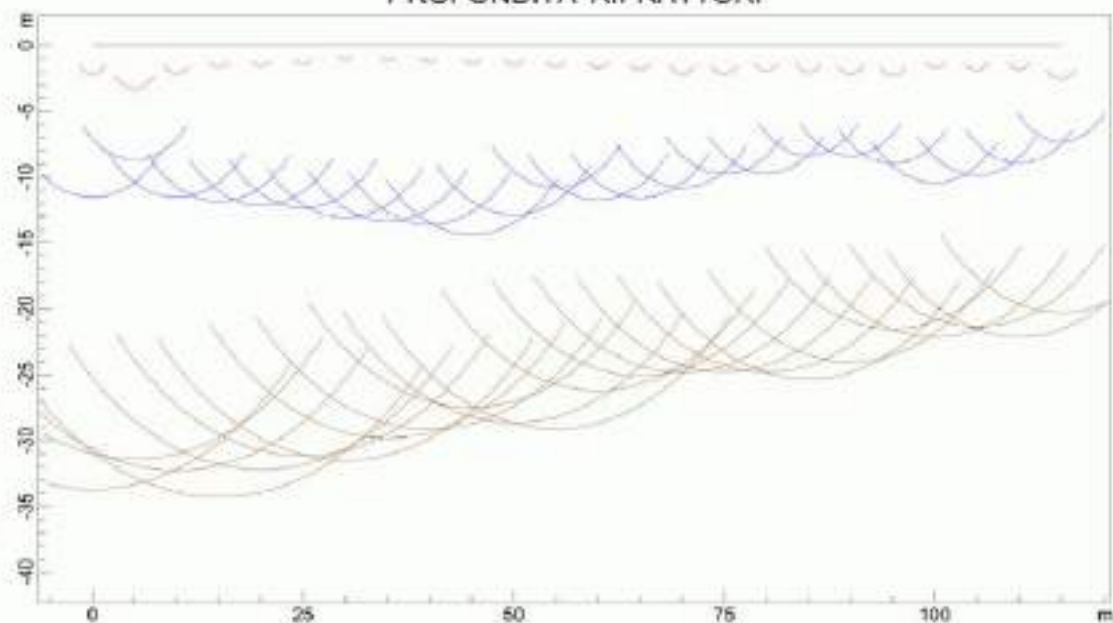


Fig. 4: Riflessione e rifrazione d'onda.

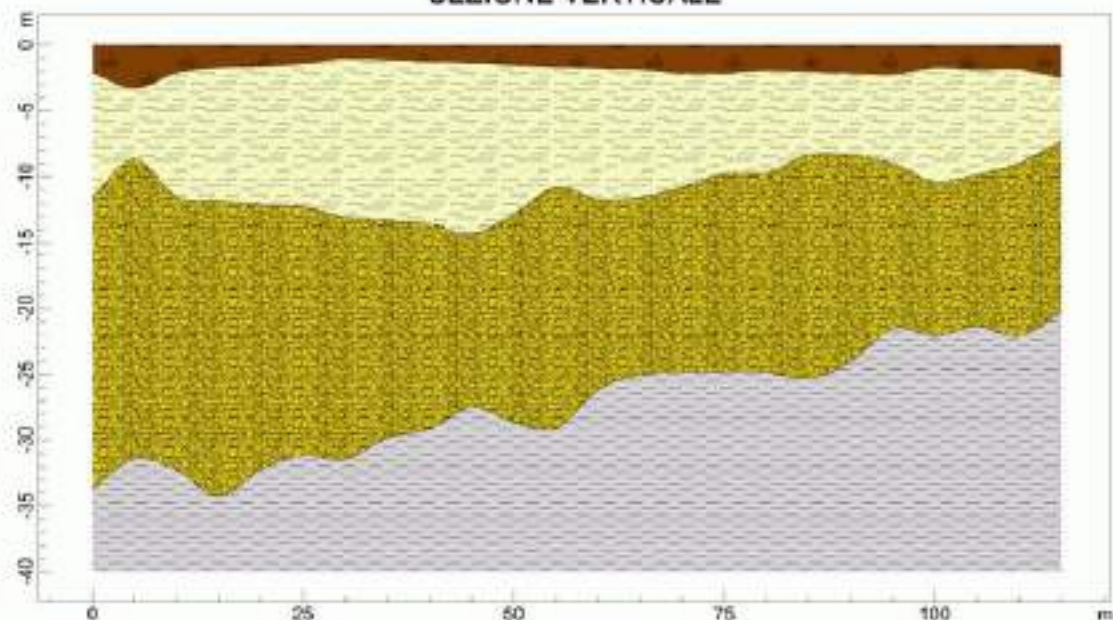
Di seguito si riporta lo schema di sintesi dei rifrattori e la sezione verticale con i valori di Vp determinati.

Committente: Barberini S.p.A.
Opera: Nuovo insediamento produttivo
Località Sant'agnese - Città Sant'Angelo (PE)

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



202.9 m/s 596.0 m/s 1247.8 m/s 2468.2 m/s

www.geosoft.it

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	79 di 115

7.2 Indagine Sismica in foro (Down-Hole)

Nella zona di studio, come precedentemente specificato, il foro di sondaggio è stato attrezzato con tubo down-hole nel quale sono state eseguite misure sismiche volte all'assegnazione della corretta categoria di sottosuolo di appartenenza dei litotipi di interesse, così come previsto dalle Nuove Norme tecniche per le costruzioni (D.M. 18 gennaio 2008).

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata è costituita da:

- Un sistema di acquisizione dati costituito da un sismografo "ECHO 12-24/2002" Seismic Unit a 24 canali a 16 bit (Fig. 3a), un notebook PC con software di acquisizione dati ECHO-2002 a 12-24 canali.
- Un sistema di ricezione dati costituito da 1 geofono da foro 3D con frequenza propria a 10 Hz, con cavo metrato da 50 m con sistema di ancoraggio pneumatico, compressore da 12 volts e cavo di collegamento al sismografo.
- Un sistema di energizzazione ad impatto verticale per la generazione di onde P: costituito da una mazza del peso di 8 kg, con interruttore starter, battente verticalmente su di una piastra di battuta in alluminio di dimensioni 20x20x5 cm posta direttamente sul piano campagna, in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia con forme d'onda ripetibili e direzionali, cioè con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione. Tale metodologia ha consentito di ottenere registrazioni di buona qualità.
- Un sistema di energizzazione ad impatto trasversale per la generazione di onde Sh: costituito da una mazza del peso di 8 kg, con interruttore starter, battente trasversalmente su parallelepipedo di polietilene per la generazione di onde Sh 1.00x0.30x0.10 m.
- Un sistema trigger: consistente in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato ad un sensore collegato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.

CENNI TEORICI

Nelle acquisizioni sismiche eseguite con tecnica Down-hole (DH), vengono registrati con geofono triassiale posto all'interno di fori di sondaggio preventivamente condizionati, la misura di velocità delle onde di taglio all'interno della colonna stratigrafica determinandone la categoria di suolo di fondazione; mentre dai rapporti reciproci tra velocità compressionali e trasversali si definiscono i moduli dei terreni in condizioni dinamiche. La prova Down-hole consente inoltre di riconoscere gli orizzonti di terreno di fondazione con gradiente di compattazione anomalo, caratterizzati da inversione di velocità, difficilmente identificabili con la parametrizzazione geotecnica.

Le prove sismiche Down-hole vengono eseguite con lo scopo di misurare la velocità di propagazione delle onde di volume, di compressione (onde P) e di taglio (S) misurando il tempo che esse impiegano nel tragitto tra la sorgente, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno del foro di sondaggio, considerando nota la distanza sorgente-ricevitori. Il terreno viene energizzato in superficie, in prossimità della testa di foro, e la registrazione avviene in foro grazie ad un geofono tridimensionale ancorato progressivamente a profondità via via decrescenti o viceversa, all'interno dello stesso. Tale geofono registra gli spostamenti (tradotti sotto forma di impulsi elettrici) lungo tre direzioni ortogonali tra di loro (x, y, z), (Fig. 6 a, b).

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL		Codice Elaborato: 2.01
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA		Data: 23/03/2026
			Revisione: 00
			Pagina: 80 di 115

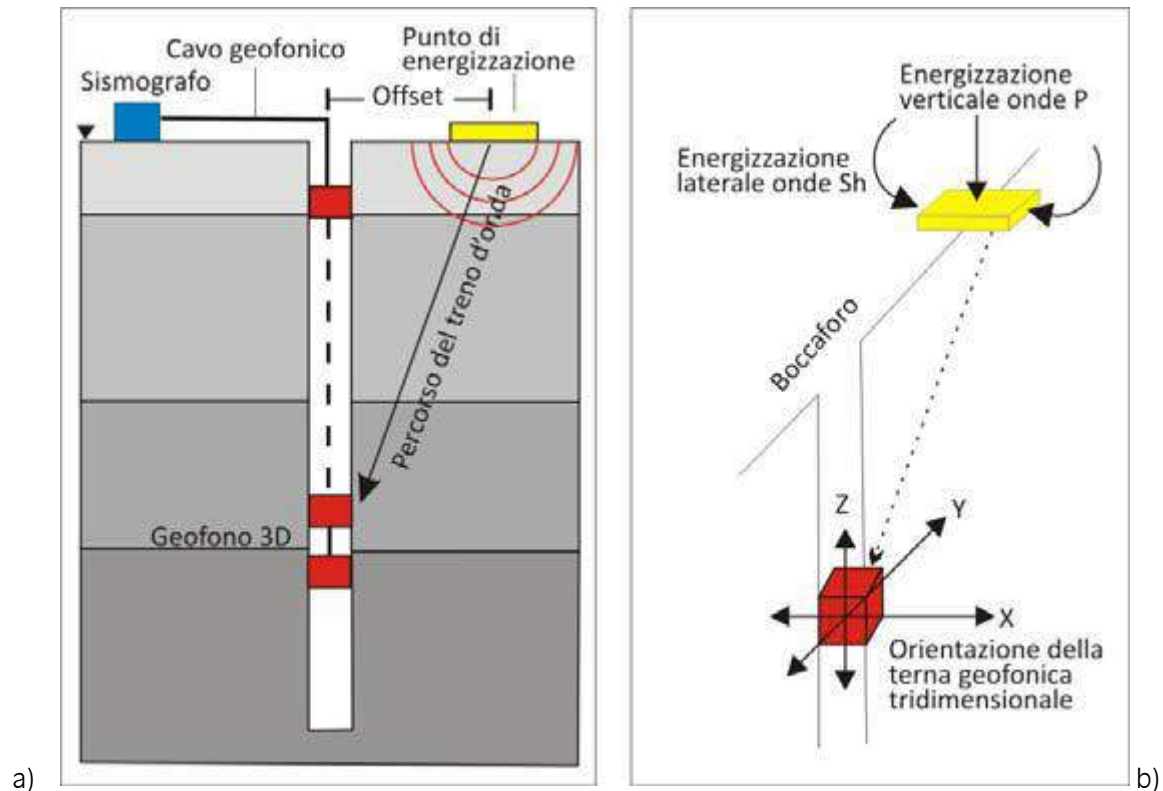


Fig. 6: schematizzazione grafica riassuntiva della metodologia down-hole.

a) Particolare delle strumentazioni utilizzate.

b) Particolare delle energizzazioni e della terna geofonica.

I parametri geotecnici e i dati sismici ricavabili da una prova sismica Down-Hole sono:

- Profili verticali di velocità (V_p e V_s) - Ottemperanza normativa vigente con stima del parametro V_{s30} .
- Coefficiente di Poisson medio [ν - medio].
- Modulo di deformazione al taglio medio [G - medio].
- Modulo di Young medio [E - medio].

ELABORAZIONE DATI

Il risultato finale della fase di acquisizione è costituito da una serie di files in formato DTA. La successiva elaborazione dei dati si sviluppa attraverso le seguenti fasi:

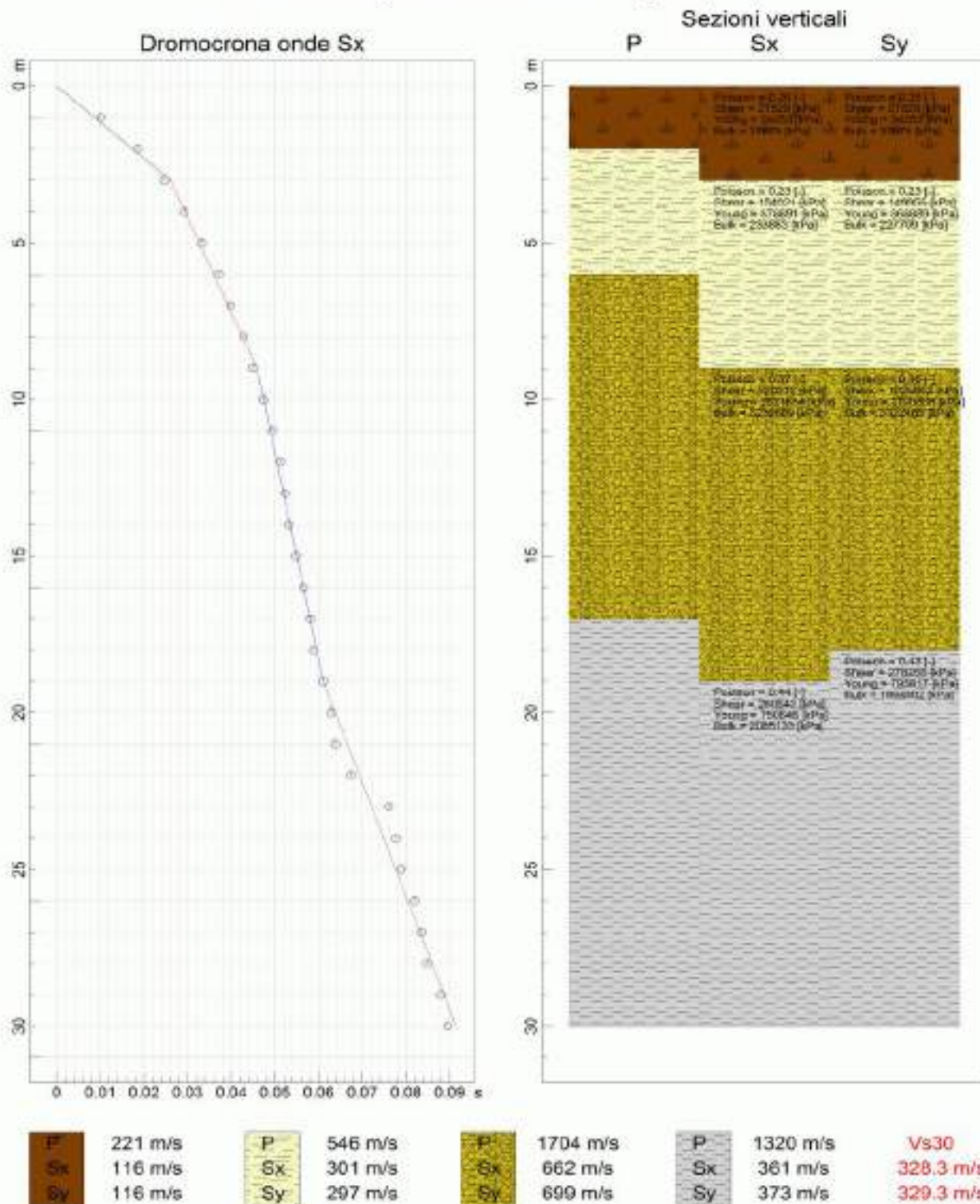
- Determinazione dei primi arrivi (picking) attraverso il software interno del sismografo ECHO 24/2002, operata prima in automatico e successivamente con aggiustamenti manuali, con particolare attenzione alle fasi d'onda ed alla loro evoluzione.
- Inserimento dei dati ed interpretazione con software specifico INTERSISM 2.0 (geo&soft).
- Output dei risultati e tabelle riassuntive dei primi arrivi, delle velocità ed dei moduli elasto-dinamici;
- Dromocrone e sezioni verticali;
- Sismogrammi acquisiti con picking;
- Restituzione delle sezioni verticali litostratigrafiche interpretative in formato .jpg.

Di seguito si riporta la scheda grafica di elaborazione delle dromocrone con velocità onde P ed S e valore V_{s30} .

Nel caso in oggetto non avendo riscontrato il substrato sismico >800 m/sec nei primi 30 m dal p.c. il valore del V_{seq} è assimilabile al valore V_{s30} .

In relazione al quadro sismostratigrafico riscontrato, le velocità dedotte dall'indagine Down Hole in foro ha fornito un valore di V_{s30} pari a 328,3 / 329,3 m/s da cui si deduce una Categoria di Suolo C ai sensi delle NTC 2018 e smi.

Committente Barberini S.p.A.
Opera: Nuovo insediamento produttivo
Località Sant'Agnese - Città Sant'Angelo (PE)



 <i>geology architecture engineering</i>	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	82 di 115

8 CORREZIONE STATISTICA PARAMETRI GEOTECNICI

Ai sensi delle istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici si consiglia di utilizzare i parametri geotecnici medi esclusivamente per calcoli geotecnici che coinvolgano un gran volume di terreno (verifiche di stabilità, calcoli strutturali per platee e travi rovesce, paratie e portanza laterale dei pali).

Ai sensi delle istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici si consiglia di utilizzare i parametri geotecnici caratteristici per calcoli geotecnici che coinvolgano un piccolo volume di terreno (calcoli strutturali per portanza alla punta dei pali, plinti non collegati e tiranti).

Ai sensi delle istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici si consiglia di utilizzare il modulo edometrico per la valutazione dei cedimenti in relazione agli stati limite di esercizio.

Per la parametrizzazione geotecnica dei litotipi e delle unità individuate si consiglia di ridurre i parametri medi sulla base dell'approccio con analisi statistica per mezzo della formula semplificata di Schneider. Dove COV è il coefficiente di variazione con i seguenti valori raccomandati dal Schneider:

$$X_k = X_{med} \cdot \left(1 - \frac{COV}{2}\right)$$

- ... Angolo di attrito : 10%
- ... Coesione : 40%
- ... Moduli di comprimibilità 40%.

I valori caratteristici dell'angolo di attrito e della coesione, qualora si abbia a disposizione esclusivamente un elemento di caratterizzazione per ogni unità geotecnica, saranno stimati per mezzo della formula semplificata di Schneider (Schneider, H. R., Definition and determination of characteristic soil properties, Proceedings of the 14th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Hamburg 1997, Balkema, Rotterdam):

$$X_k = X_m \times [1 - (COV/2)]$$

X_k = valore caratteristico

X_m = valore medio

COV coefficiente di variazione

=> per angolo di attrito Ø' = 10% (0.10)

=> per coesione efficace C' = 40% (0.40)

Si ricorda che l'EC7, al punto 2.4.5.2 2, definisce che "Il valore caratteristico di un parametro geotecnico sarà scelto come una stima cautelativa del valore che influenza l'insorgere dello stato limite". Definire il valore caratteristico significa pertanto scegliere il parametro geotecnico che influenza il comportamento del terreno in quel determinato stato limite, ed adottarne un valore, o stima, a favore della sicurezza. In geotecnica è circostanza frequente il dovere eseguire delle verifiche in presenza di scarsità di dati. Una obiezione frequente al trattamento statistico è che questo non può essere eseguito con pochi dati. Al contrario, utilizzando la discriminazione e il giudizio tecnico e la conoscenza a priori regionale e locale, un trattamento statistico è possibile anche nel caso estremo di un solo dato a disposizione (o, al limite, di nessun dato disponibile, in questo caso facendo affidamento esclusivamente sulla conoscenza pregressa). Quando ci troviamo in condizioni di compensazione (generalmente strutturale) e il dataset ha una numerosità piccola (da 1 a 5 dati usualmente), possiamo ricorrere alla statistica classica, con ipotesi di varianza nota.

In base a quanto sopra esposto, i parametri geotecnici medi riportati al paragrafo precedente 6.3 possono essere ridotti con formula semplificata di Schneider ottenendo i valori caratteristici.

9 ANALISI SISMICA

9.1 SISMICITA'

A partire dal 2003 con l'emanazione dell'O.P.C.M. 20/03/2003 n. 3274 (Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica, G.U. 108 - 8 Maggio 2003) il territorio nazionale è stato oggetto di una nuova classificazione sismica che ha comportato la suddivisione in quattro differenti zone sismiche a pericolosità decrescente (Fig. 33):

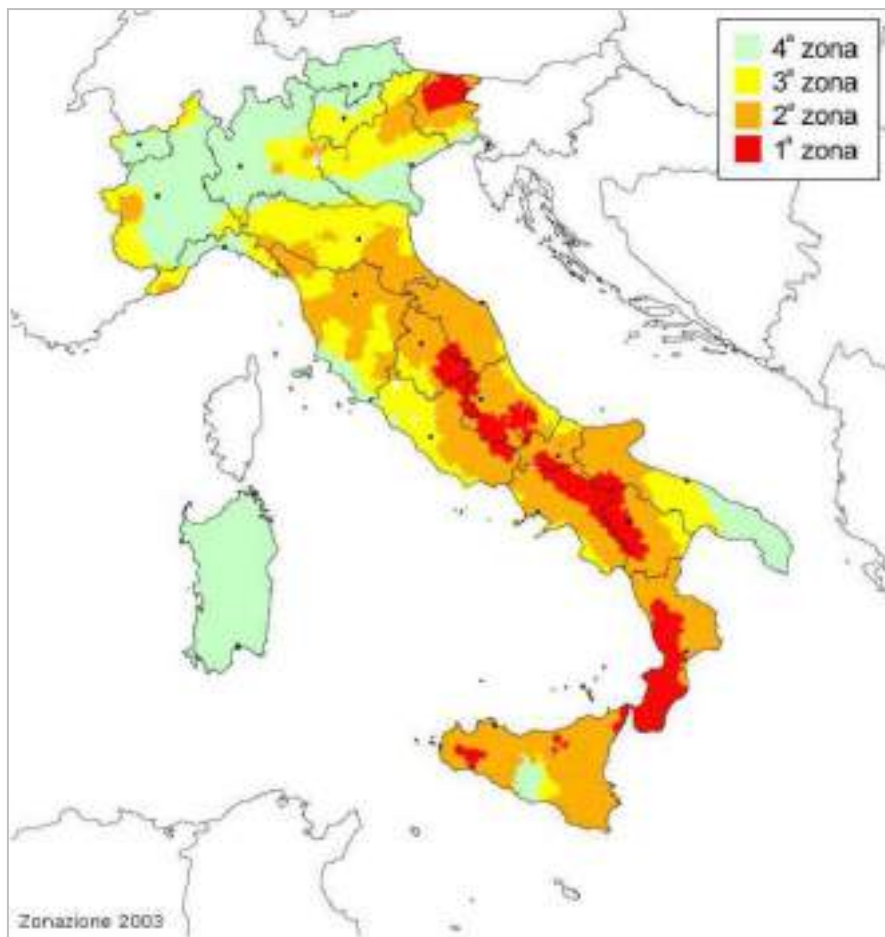


Figura 33 : Zone Sismiche

- Zona 1: è la più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti.
- Zona 2: possono verificarsi forti terremoti.
- Zona 3: possono verificarsi forti terremoti ma rari.
- Zona 4: è la meno pericolosa. Terremoti rari.

L'innovazione introdotta con l'O.P.C.M. 3274 consiste nell'aver esteso a tutto il territorio nazionale la classificazione sismica. Prima del 2003 il territorio classificato copriva solamente il 45% della superficie del territorio nazionale in cui risiedeva circa il 40% della popolazione. Con l'O.P.C.M. 3274 scompare quindi quella parte di territorio nazionale non classificata. A ciascuna zona è stato inoltre associato un valore di pericolosità espresso della accelerazione massima attesa su roccia pari a 0.35 g per la zona 1, 0.25 g per la zona 2, 0.15 g per la zona 3 e 0.05 g per la zona 4.

Un ulteriore contributo alla zonazione sismica nazionale si è avuto con l'introduzione della mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (MPS04) elaborata da INGV (2004) e divenuta la mappa di riferimento con l'emanazione dell'O.P.C.M. 28 Aprile 2006 n. 3519 (Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle stesse zone). Tale mappa (Fig. 34)

definisce per le quattro zone sismiche individuate con l'O.P.C.M. 3274 i valori di riferimento della pericolosità sismica espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (Tab. di seguito allegata).

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo ag, con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g]
1	$> 0,25$	0,35
2	$0,15 - 0,25$	0,25
3	$0,05 - 0,15$	0,15
4	$< 0,05$	0,05

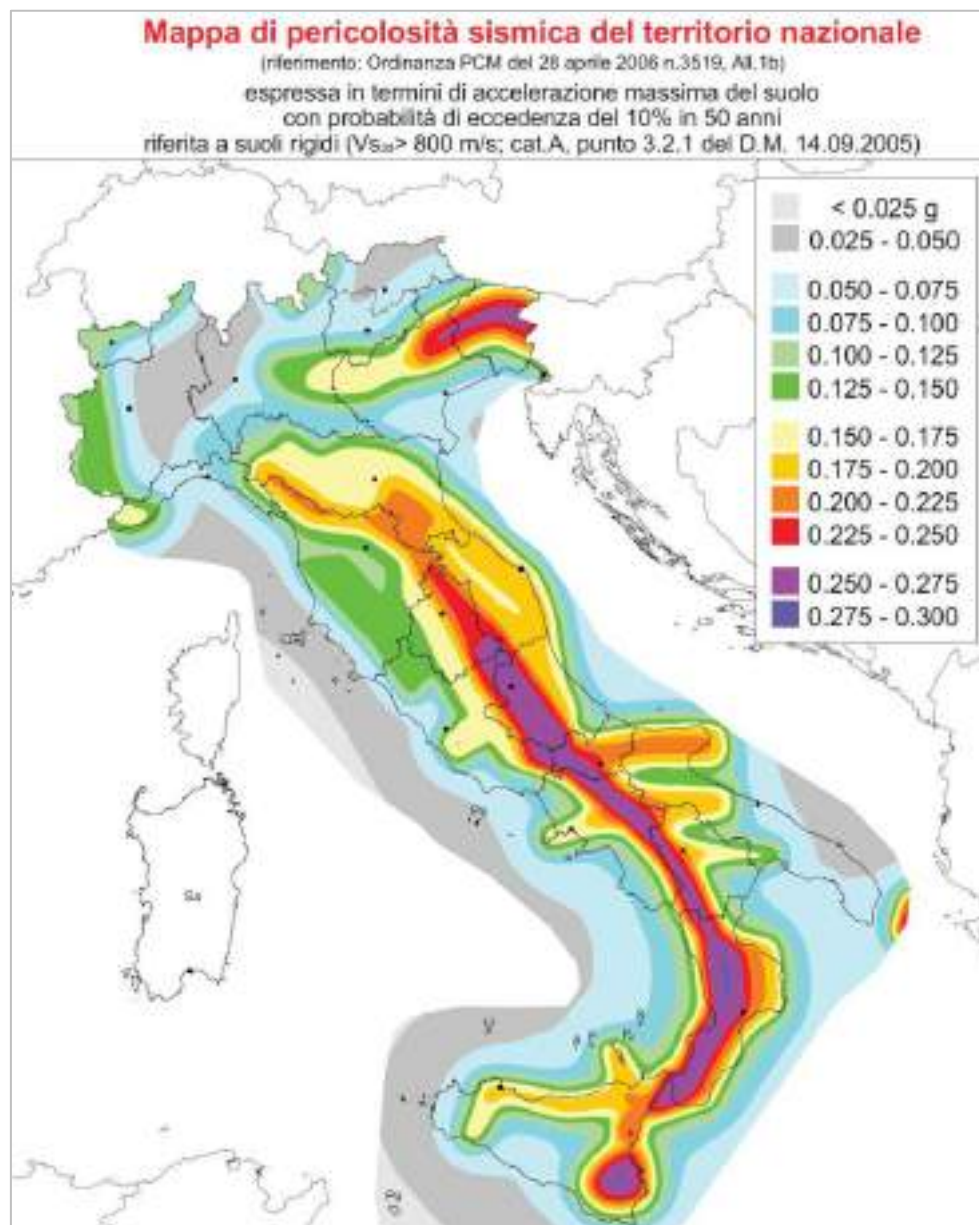


Figura 34 : *Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale*

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	85 di 115

9.2 Caratterizzazione Sismica dell'area

La Regione Abruzzo è stata storicamente interessata da numerosi e intensi fenomeni sismici, interconnessi con l'assetto geologico e l'evoluzione geodinamica del Sistema Appenninico. L'attività sismica è concentrata prevalentemente lungo la catena appenninica (in particolare a Ovest delle dorsali del Gran Sasso e della Maiella), risultando, invece, più modesta nella fascia pedemontana e costiera. Dal punto di vista sismico la regione è pertanto caratterizzata da una serie di distretti sismogenetici distribuiti su più fasce parallele procedendo dai rilievi interni della catena appenninica verso la costa adriatica. L'Abruzzo è quindi una regione con elevata pericolosità sismica; il suo territorio è caratterizzato da valori di accelerazione sismica massima attesa che variano da un minimo nella zona costiera adriatica (Provincia di Pescara) ad un massimo nella zona assiale appenninica (L'Aquila).

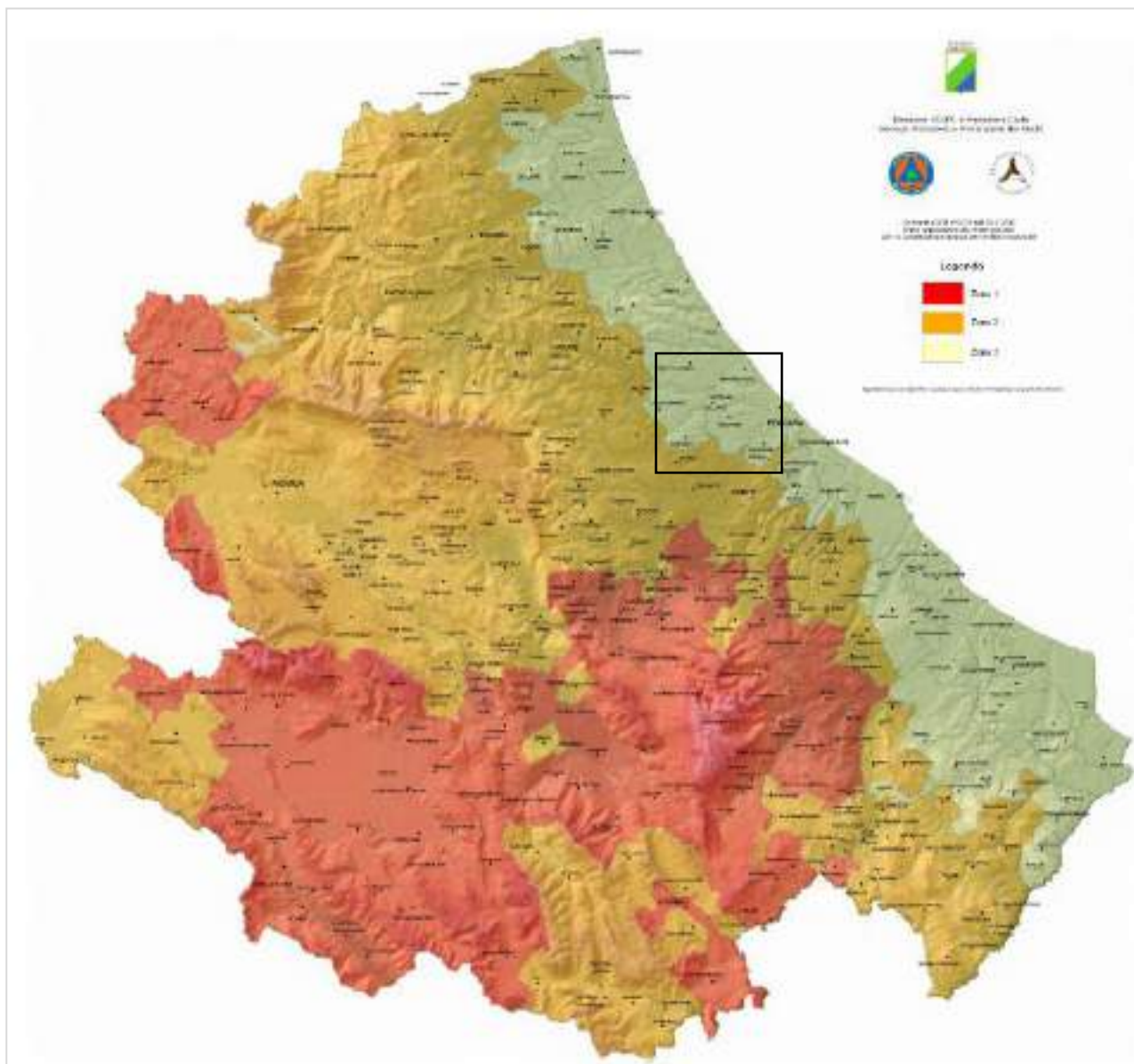


Figura 2.2 - Classificazione sismica della Regione Abruzzo 2003

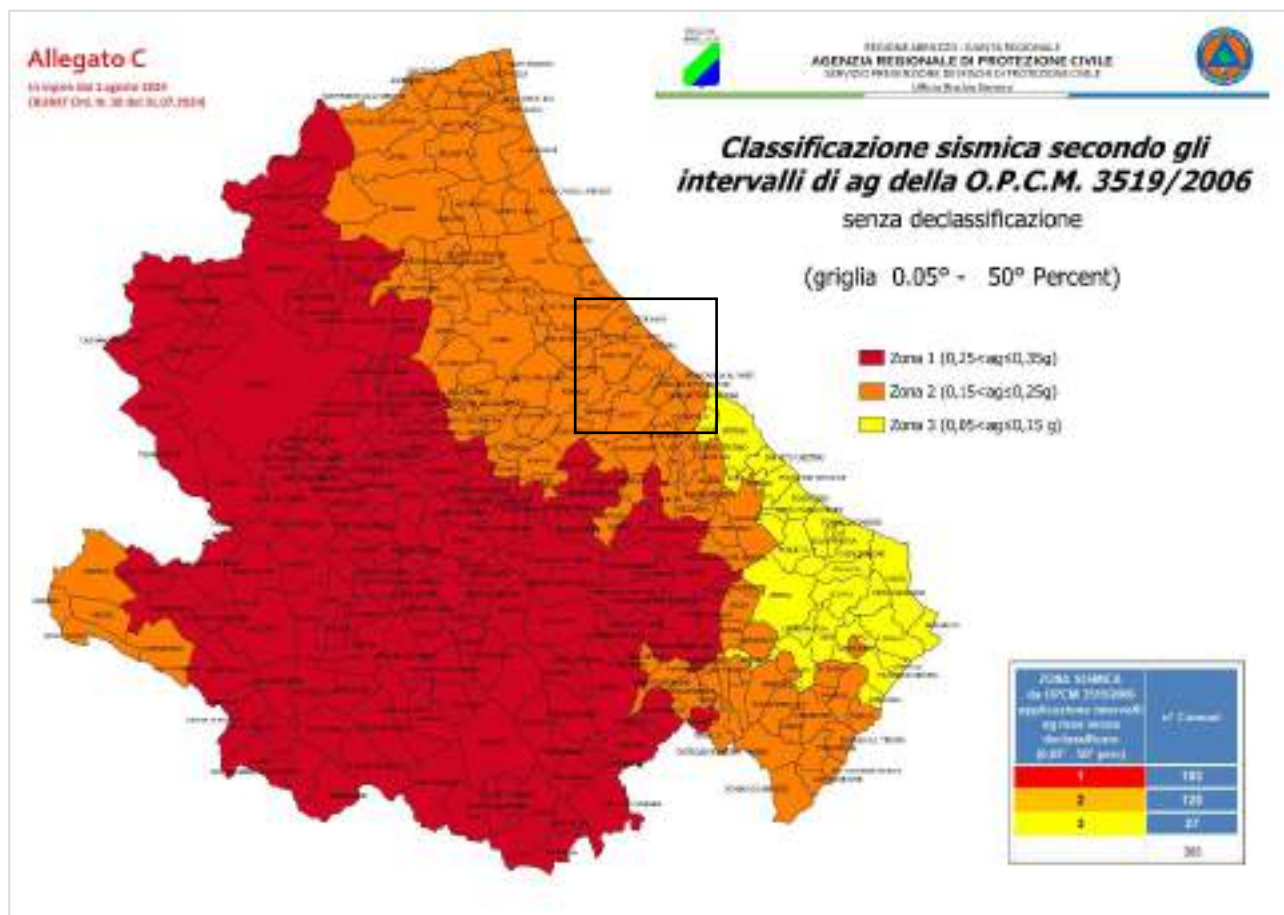


Figura 2.3 - Classificazione sismica della Regione Abruzzo 2024 (BURAT Ord. N. 30 del 31.07.2024)

L'Abruzzo è interessato quindi da una notevole attività sismica al confine con il Lazio, l'Umbria e il Molise e lungo tutto il settore appenninico. Questo quadro è legato all'evoluzione tettonica strutturale subita da questa porzione della penisola. Lo studio del danneggiamento indotto da alcuni importanti terremoti storici mette in risalto l'elevato carattere distruttivo della sismicità abruzzese, che ha fatto registrare, come massima intensità macrosismica, l'XI grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) (Avezzano, 1915), ed inoltre ha più volte raggiunto il X grado. Gli eventi particolarmente distruttivi sono stati accompagnati anche da terremoti di media intensità, dal VI all'VIII grado della scala MCS.

9.3 Sismicità e Storia Sismica

Dopo i forti terremoti avvenuti nel XVIII secolo (1703, 1706, 1762), nel territorio abruzzese non si verificarono terremoti di particolare violenza per quasi un secolo e mezzo, fino ai primi del 1900, quando fu proprio la Marsica ad essere colpita prima dal terremoto del 24 febbraio 1904 (I=IX grado MCS, con maggiori danni agli abitati di Rosciolo e Magliano dei Marsi) e successivamente dal catastrofico terremoto del 13 gennaio 1915, con epicentro nell'area fucense (si veda il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani dal 1000 AD al 2006 CPTI11, consultabile online all'indirizzo <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>).

In un articolo pubblicato su una rivista del 1929 ("Le Cento Città d'Italia") si legge:

"La collina di Chieti è formata principalmente di arenaria compatta e friabile, a strati orizzontali, interrotta da borse e ciottoli calcarei; e di argilla sottostante, con banchi affioranti di argilla fittile finissima. Nell'una e nell'altra formazione, si rinvennero fossili, e specialmente conchiglie; vi furono rinvenuti anche un teschio di elefante e denti attribuiti a rinoceronti.

Una simile assisa attutisce gli effetti dei terremoti che altrove, nel territorio abruzzese, sono gravi e talvolta fatali".

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	87 di 115

In effetti, nel capoluogo teatino non si sono mai verificati eventi sismici catastrofici. Nel periodo che va dal 1315 al 2004, le massime intensità (7-8 gradi della scala Mercalli) sono state registrate nel 1706 e 1933 (terremoti con epicentro nella Majella) e nel 1915 (terremoto di Avezzano).

Il territorio in esame è collocato presso la costa adriatica e si sviluppa a cavallo di due zone sismotettoniche: la fascia pede-appenninica e la zona fra il pede-appennino e l'Adriatico. La prima include la Majella, che è stata interessata da due terremoti distruttivi negli ultimi 300 anni; la seconda è caratterizzata da modesta attività sismica. Queste caratteristiche di sismicità sono documentate principalmente dalle informazioni di sismologia storica, che per l'area abruzzese coprono un intervallo di tempo di quasi 2000 anni (GRUPPO DI LAVORO CPTI, 1999).

I dati di sismologia strumentale, che coprono l'ultimo ventennio, non mostrano, ad eccezione del terremoto di L'Aquila, attività sismica di rilievo o particolari concentrazioni di terremoti. Si osservano alcuni eventi sismici di piccola magnitudo ($M 4.0$), localizzati fra la Majella, Chieti e la costa, attribuibili principalmente al periodo di attività sismica del febbraio e luglio 1992. E' bene tenere presente che questo settore dell'Italia centrale non è mai stato ben coperto dal monitoraggio sismico, sia a scala nazionale (Rete Sismica Nazionale dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) che a scala locale (Rete Regionale dell'Abruzzo). E' quindi possibile che parte dell'attività sismica locale non compaia nei cataloghi dei terremoti strumentali, perché sfuggita all'osservazione sismologica o per difficoltà di localizzazione degli ipocentri. Ad ogni modo, è verosimile ritenere che se parte delle informazioni sono mancanti, queste sono relative a terremoti di piccola magnitudo ($M < 4.0$) e microsismicità ($M < 3.0$), poiché terremoti o sequenze sismiche di energia superiore non sarebbero passati inosservati.

Fra i terremoti storici, quelli di maggiore rilievo sono sicuramente gli eventi sismici della Majella del 3 novembre 1706, con intensità epicentrale (I_0) pari al IX-X grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) e magnitudo macrosismica (M_a nel catalogo CPTI di Figura 2.1) pari a 6.6, e del 26 settembre 1933 ($I_0 =$ VIII-IX grado MCS, $M_a = 5.6$). Le zone epicentrali di questi eventi sismici sono localizzate a sud dell'area in studio. La zona epicentrale dell'evento del 1706 è localizzabile nella porzione centrale della montagna della Majella. L'area epicentrale dell'evento del 1933 è posta poco più a sud-est, nei pressi di Lama dei Peligni. Entrambi questi terremoti hanno provocato gravi danni in tutta l'area circostante la Majella, inclusi i centri abitati ed in particolare la fascia compresa fra Lettomanoppello-Turrivalignani ed Orsogna.

Dalla distribuzione degli epicentri dei terremoti storici di Figura 2.1, si osserva un terzo terremoto di intensità elevata ($I_0 =$ IX-X grado MCS, $M_a = 6.3$) posizionato immediatamente ad ovest (San Valentino in Abruzzo Citeriore).

Si tratta di un evento di età romana, databile al 101 d.C., la cui localizzazione è basata su una sola osservazione macrosismica: un'epigrafe, attualmente conservata nell'abbazia di San Clemente a Casauria, che ricorda la ricostruzione di una "pesa pubblica" nei pressi di San Valentino in Abruzzo Citeriore, distrutta da un terremoto. La posizione dell'epicentro non è ben vincolata; secondo alcuni studiosi, l'area epicentrale potrebbe essere più a sud-ovest di quella riportata nel catalogo, nella zona di Sulmona.

Recenti studi sulle sorgenti sismotettoniche e sull'attività delle faglie nel Massiccio della Majella (Pizzi et alii, 2010), che è considerato come area epicentrale dei due maggiori terremoti storici del 1706 e del 1933, basati su rilevamenti geologici e geomorfologici, hanno definito la geometria e il cinematismo delle faglie del Tardo Pleistocene-Olocene. Queste faglie mostrano un cinematismo prevalentemente normale e sono organizzate come un complesso sistema di fagliazione dextral en-echelon.

Un sistema di fagliazione di questo tipo è riconducibile ad una tettonica estensionale, che ha la sua espressione in superficie nei sistemi di faglie normali che post-datano le strutture compressive, bordano bacini sintettonici quaternari e spesso dislocano morfologie e depositi di età tardo-quaternaria.

Fra i terremoti con area epicentrale all'interno della zona coperta dal Foglio 361 meritano di essere ricordati due eventi del XIX secolo che a distanza di 5 mesi colpirono la zona compresa fra la Majella e la costa adriatica, a sud di Chieti. Si tratta del terremoto del 10 settembre 1881 ($I_0 =$ VIII grado MCS, $M_a = 5.4$), noto nei cataloghi come terremoto di Lanciano, e quello del 12 febbraio 1882 ($I_0 =$ VII grado MCS, $M_a = 4.9$), noto come terremoto di Chieti. Il primo provocò il massimo danneggiamento ad Orsogna (VIII grado) e Lanciano (VII/VIII grado) ed ebbe una vasta area, compresa fra le pendici orientali della Majella (Guardiagrele) e la costa

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	88 di 115

adriatica (Ortona), con risentimenti pari al VII grado. Il secondo fu anch'esso caratterizzato da una vasta area di VII grado, compresa fra Castel Frentano-Orsogna-Chieti e la costa adriatica. Sebbene si tratti di terremoti relativamente piccoli ($M < 5.5$), le informazioni macrosismiche a disposizione sono numerose, soprattutto per l'evento del 1881, e di conseguenza l'area epicentrale è piuttosto ben vincolata.

Per i terremoti del 1881 e 1882 non si dispone di informazioni sulle caratteristiche delle strutture tettoniche che li hanno originati. I rilevamenti geologici nell'ambito del progetto CARG non offrono informazioni conclusive al riguardo. Infatti, non sono presenti strutture tettoniche di superficie di importanza rilevante ad attività recente, ma solo faglie minori.

Certamente, la presenza di questi terremoti è indicativa di una tettonica attiva e le strutture sismogenetiche potrebbero essere localizzate in profondità, al di sotto delle unità plioquaternarie della Formazione di Mutignano. Da dati storici raccolti dall'anno 1000 ad oggi, si evince che la massima intensità sismica registrata nel territorio comunale è pari al VII-VIII grado della scala Mercalli.

Tutto ciò premesso, si precisa quanto segue.

Il Comune di Chieti, nella nuova zonazione della Regione Abruzzo, è stato inserito, nell'anno 2003, tra i comuni sismici (Fig. 2.2).

La sismicità storica di Chieti è ricostruita attraverso l'interrogazione del Database delle Osservazioni Macrosismiche dei Terremoti Italiani DBMI11 (a cura di M. Locati, R. Camassi, M. Stucchi – 2011) che elenca i principali terremoti in una certa area sulla base di almeno tre osservazioni relative a danneggiamenti occorsi e del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI11 (a cura di A. Rovida, R. Camassi, P. Gasperini, M. Stucchi – 2011) che consente di conoscere i parametri dei principali terremoti avvenuti in una certa area dall'anno 1000 al 2004.

Nella Tab. 2.1 e nella Fig. 2.3 sono riportati gli anni dei principali eventi sismici e le relative intensità: da esse si rileva che i terremoti che hanno prodotto le maggiori intensità ($6 < I[MCS] < 8$) sono quelli elencati in Tab. 2.2, nella quale è evidenziato (in grassetto) quello dell'anno 1882 che avrebbe avuto Chieti come epicentro.

La sismicità è mediamente elevata (Zona 2) e quindi ci si dovrebbe confrontare con un campo di deformazione (indotto dalla possibile sollecitazione sismica) non particolarmente elevato, con un valore di accelerazione sismica massima $a_g \leq 0,25g$.

9.4 Pericolosità Sismica

Il punto di riferimento per le valutazioni di pericolosità sismica è rappresentato dalla zonazione sismogenetica ZS9 (Scandone et al. 1996 - 2000) che costituisce la traduzione operativa del modello sismotettonico riassunto in Meletti et al. (2000). In seguito all'emanazione dell'O.P.C.M. 20.3.2003, n. 3274 è stato redatto a cura di un gruppo di lavoro dell'INGV un documento denominato "Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall' O.P.C.M. 20-3-2003, n. 3274. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano - Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici". Tale documento elabora un modello che riprende sostanzialmente il retroterra informativo della precedente zonazione, recependo i più recenti avanzamenti delle conoscenze sulla tettonica attiva della penisola anche considerando le indicazioni derivanti da episodi sismici più recenti. La zonizzazione è stata condotta tramite l'analisi cinematica degli elementi geologici, cenozoici e quaternari coinvolti nella dinamica delle strutture litosferiche profonde e della crosta superficiale. Il confronto tra le informazioni che hanno condotto alla costruzione del modello geodinamico e la sismicità osservata ha permesso di costruire la carta nazionale delle zone sismogenetiche (Fig.3.7).

gae studio <i>geology architecture engineering</i>	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL		Codice Elaborato: 2.01
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA		Data: 23/03/2026
			Revisione: 00
			Pagina: 89 di 115

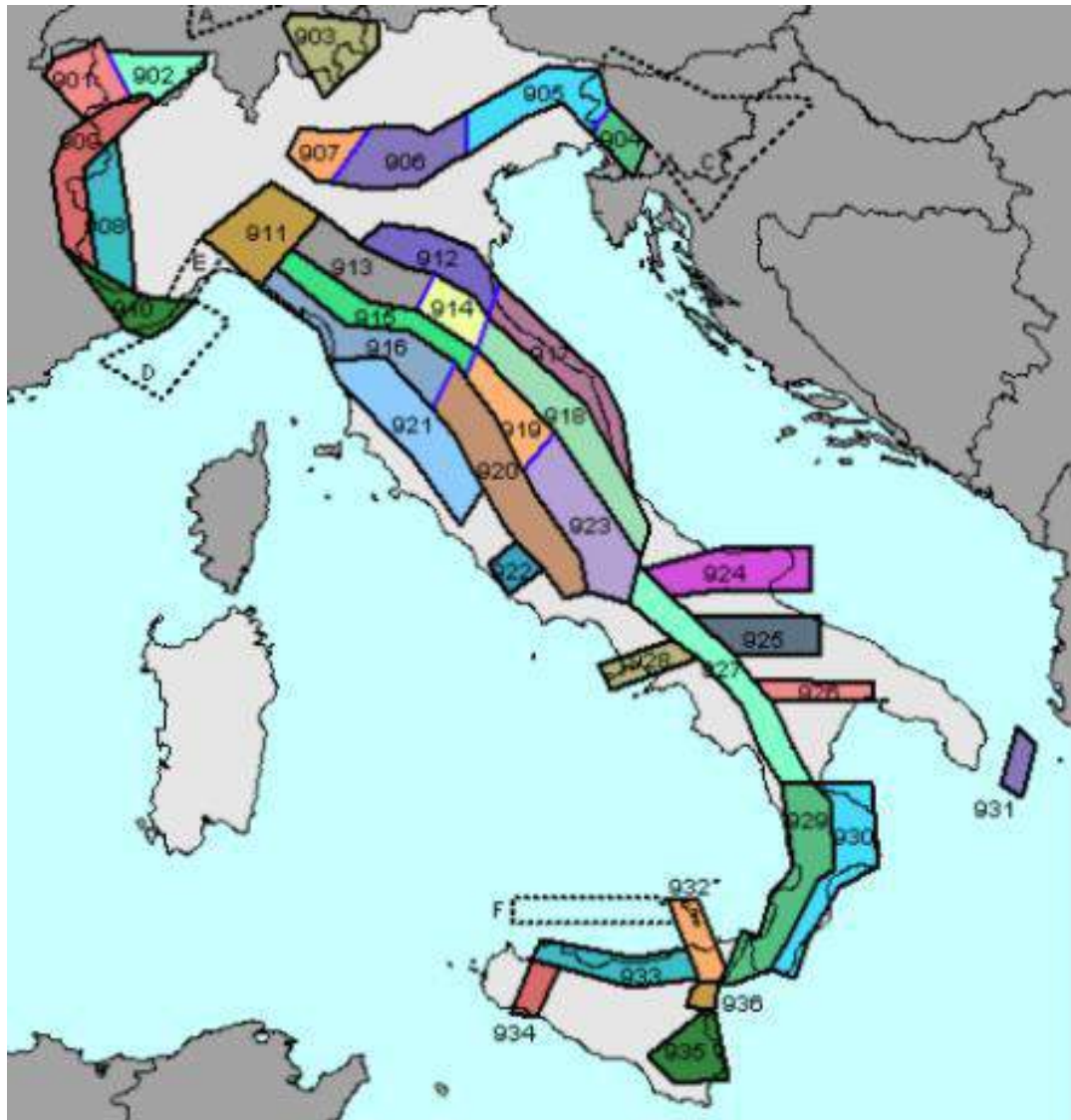


Figura 3.7 - Zonazione sismogenetica ZS9

Per il reperimento dei dati relativi alla sismicità osservata è stato considerato il catalogo storico contenente 2.488 eventi degli ultimi 1.000 anni con intensità epicentrali maggiore o uguale al V – VI grado MCS la cui magnitudo è maggiore o uguale a 4.

Ogni zonazione sismogenetica è caratterizzata da un definito modello cinematico il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazione stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo. Nella tabella che segue sono riassunte le caratteristiche delle varie zone, da cui si evince come le zone al centro catena appenninica e/o comunque legate all'area interessata dagli interventi siano le zone 923 e 918 (all'interno di quest'ultima ricade l'intervento). Le magnitudo massime attese per queste due zone sono $M_w = 6.37$ zona 918 (medio Marchigiana/Abruzzese) e $M_w = 7.06$ zona 923 (Appennino abruzzese).

Nello specifico il territorio comunale e l'area di intervento si trovano all'interno della Zona 918 della zonazione sismogenetica ZS9 utilizzata per costruire la carta di pericolosità sismica nazionale (Fig. 3.7). I dati numerici sulla zonazione sismogenetica e sull'associata pericolosità sono consultabili online al sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>.

 <i>geology architecture engineering</i>	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	90 di 115

▼ Zone sismogenetiche ZS9	0
Formato	Elemento
▼ RN.ZONESISMOGENETICHEZS9.ZONE	
objectid	20
id	0
area	null
perimeter	6,494
zs9_	21
zs9_id	918
zs_name	Medio-Marchigiana/Abruzzese
mwmax__ar	6,37
tassi_mwma	0,14
tassi_mw_1	0,21
b_co_04_2	-1,1
b_co_04_4	-1,11
mwmax__gr	6,37
tassi_mw_2	0,14
tassi_mw_3	0,21
calss_geo	Appennino Settentrionale e Centrale
md_2_0	455
e_md_2_5	179
e_md_3_0	26
p_efficace	13
md_max	4,2
meccanismo	indeterminato
bordi_morb	0

La **Zona 918** è caratterizzata da una magnitudo massima (Mw) di 6,37. La “profondità efficace” dei terremoti, vale a dire la profondità alla quale avviene il maggior numero di terremoti che determina la pericolosità sismica dell’area, così come definito in <http://zonesismiche.mi.ingv.it/>, è 13 Km. Il meccanismo di fagliazione prevalente atteso è indeterminato.



L’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 ha introdotto nuovi criteri per la valutazione preliminare della risposta sismica del sottosuolo:

- una nuova classificazione dei comuni italiani secondo quattro zone di pericolosità sismica (Tabella 5), espressa in termini di accelerazione massima orizzontale al suolo (ag) su terreni duri e differenti tempi di ritorno, funzione della vita nominale della struttura e della sua destinazione d’uso (nel caso specifico l’area di intervento è classificata come Zona 2 sulla base della Deliberazione n. 425 del 15 luglio 2024 della regione Abruzzo).

Tabella 5 - Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido

zona	accelerazione (ag) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	ag max
1	$0.25 < a_g \leq 0.35 g$	0.35 g
2	$0.15 < a_g \leq 0.25 g$	0.25 g
3	$0.05 < a_g \leq 0.15 g$	0.15 g
4	$\leq 0.05 g$	0.05 g

- la classificazione del sottosuolo in categorie di suolo di fondazione, sulla base della stima di vari parametri del terreno (V_s , NSPT, c_u , e profondità del bedrock). Ad ogni categoria sono stati attribuiti i valori dei parametri dello spettro di risposta per la stima delle azioni sismiche di progetto nel caso specifico dai dati geofisici e da MZS l'area di intervento è classificabile come Cat. Suolo C con $V_{s30}/eq < 800$ m/s e > 360 m/s.

Tabella 6 - Classificazione del sottosuolo in categorie di suolo di fondazione

Categoria suolo di fondazione	Profilo stratigrafico	Parametri		
		V_{s30} (m/s)	Nspt	c_u (kpa)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi	> 800		
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	< 800 > 360	> 50	> 250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti	< 180	< 15	< 70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s			

Successivamente l'OPCM n.3519 del 28.04.2006 e le più recenti nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. del 14/01/2008 prima ed il D.M. 17.01.2018), hanno superato il concetto della classificazione del territorio nelle quattro zone sismiche e propongono una nuova zonazione fondata su un reticolo di punti di riferimento con intervalli di a_g pari a 0.025 g, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale e verticale su suoli rigidi e piane, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto dello spettro a velocità costante T^*C). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica derivano da elaborazioni e studi dell'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

La severità di un evento sismico dipende principalmente: dall'energia rilasciata in corrispondenza della sorgente sismica (funzione della dimensione della zona di enucleazione e del tipo di rottura), dalla direttività del moto sismico (funzione dell'orientamento della zona di rottura) e dalla distanza dalla sorgente.

 gae studio geology architecture engineering	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	92 di 115

Questi fattori determinano le caratteristiche del "moto sismico al bedrock", moto sismico di riferimento in un generico sito, intendendo con tale termine il moto in corrispondenza della cosiddetta formazione rigida di base o bedrock.

Per bedrock o formazione rigida di base si intende una formazione lapidea continua e di spessore significativo (alcune decine di metri) rispetto al problema in esame. In assenza di una formazione lapidea, si usa considerare bedrock una formazione di rocce sciolte che abbia caratteristiche geometriche analoghe ed una velocità delle onde di taglio superiore a 700-800 m/s.

Ai fini degli studi per la mitigazione del rischio sismico, è di estrema importanza considerare che in prossimità del piano campagna, le caratteristiche del moto sismico (ampiezza, durata e contenuto in frequenza) possono variare notevolmente in relazione ai caratteri locali del sito (i.e. caratteristiche geotecniche oltre che caratteri morfologici del sito), dando luogo alla cosiddetta "risposta sismica locale", vale a dire il moto sismico, così come viene avvertito in superficie, una volta trasformato a causa dei caratteri locali del sito. Infatti, sebbene la maggior parte del percorso delle onde sismiche si svolga all'interno della crosta terrestre, è proprio nel tratto finale, quello nella coltre di terreni sciolti di copertura, che si possono verificare significative modifiche dei caratteri del moto. In quest'ultimo tratto del loro percorso accade che il terreno agisce da filtro delle vibrazioni sismiche attenuando alcune frequenze ed esaltandone altre. Dal momento che le caratteristiche geotecniche e morfologiche possono essere estremamente variabili in zone anche ristrette, uno stesso moto sismico al bedrock può indurre risposte sismiche locali anche estremamente differenziate nell'ambito di un assegnato territorio.

9.5 STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

Il primo passo consiste nella determinazione di a_g (accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido).

L'area sulla quale verranno ubicate le opere nel caso di configurazione topografica e morfologica peggiore, illustrato nel profilo di seguito riportato sia N-S che E-W (pendenza media di 5% e 3,5-4,9% rispettivamente), è afferente ad una morfologia suborizzontale di crinale con pendenza $\leq 15^\circ$, conformemente con la Tab. 3.2.IV di seguito riportata, la **categoria topografica** assegnabile al sito cautelativamente è associabile alla **T1**.

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

Relativamente alla CLASSE D'USO ai sensi delle NTC 2018 e smi si applicherà la seguente classe:

A) CLASSE D'USO II

Classe II: costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali.

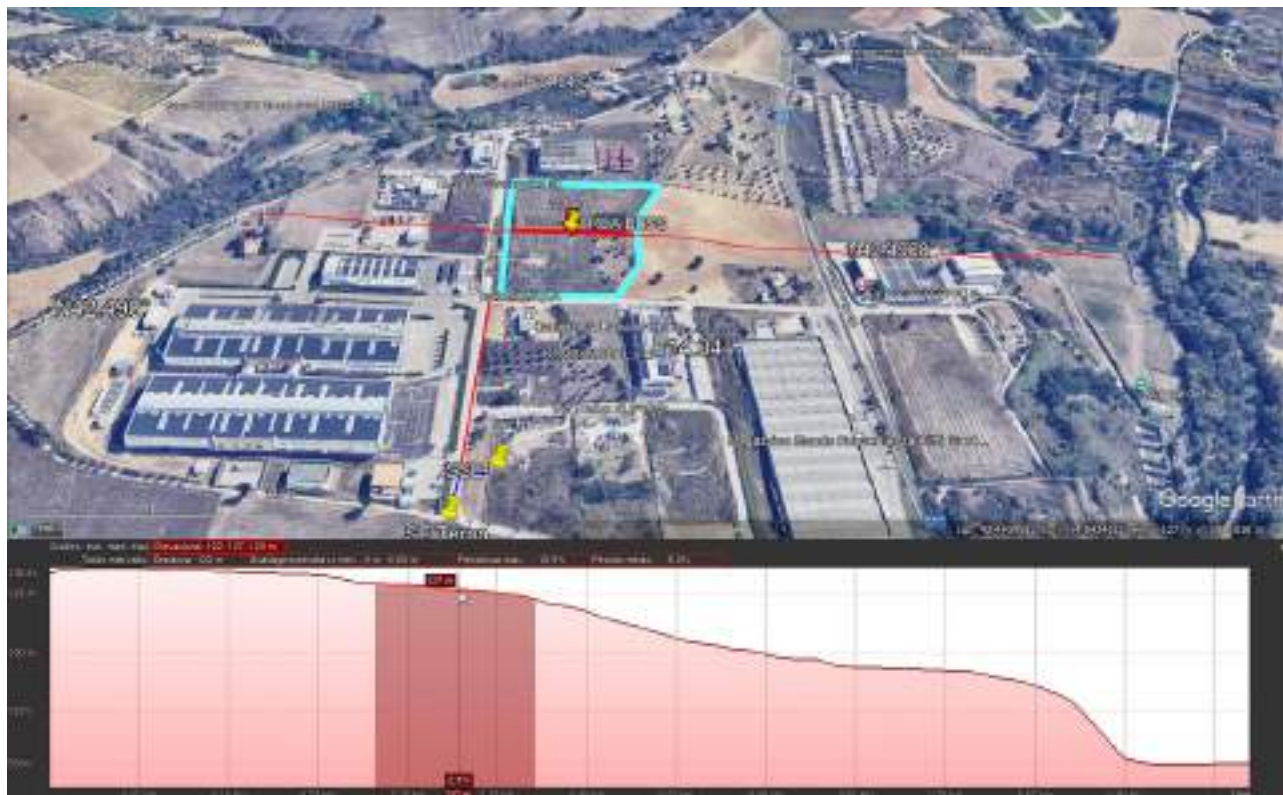


Figura 35 : Profilo altimetrico area di intervento N-S (PENDENZA MEDIA 5%)

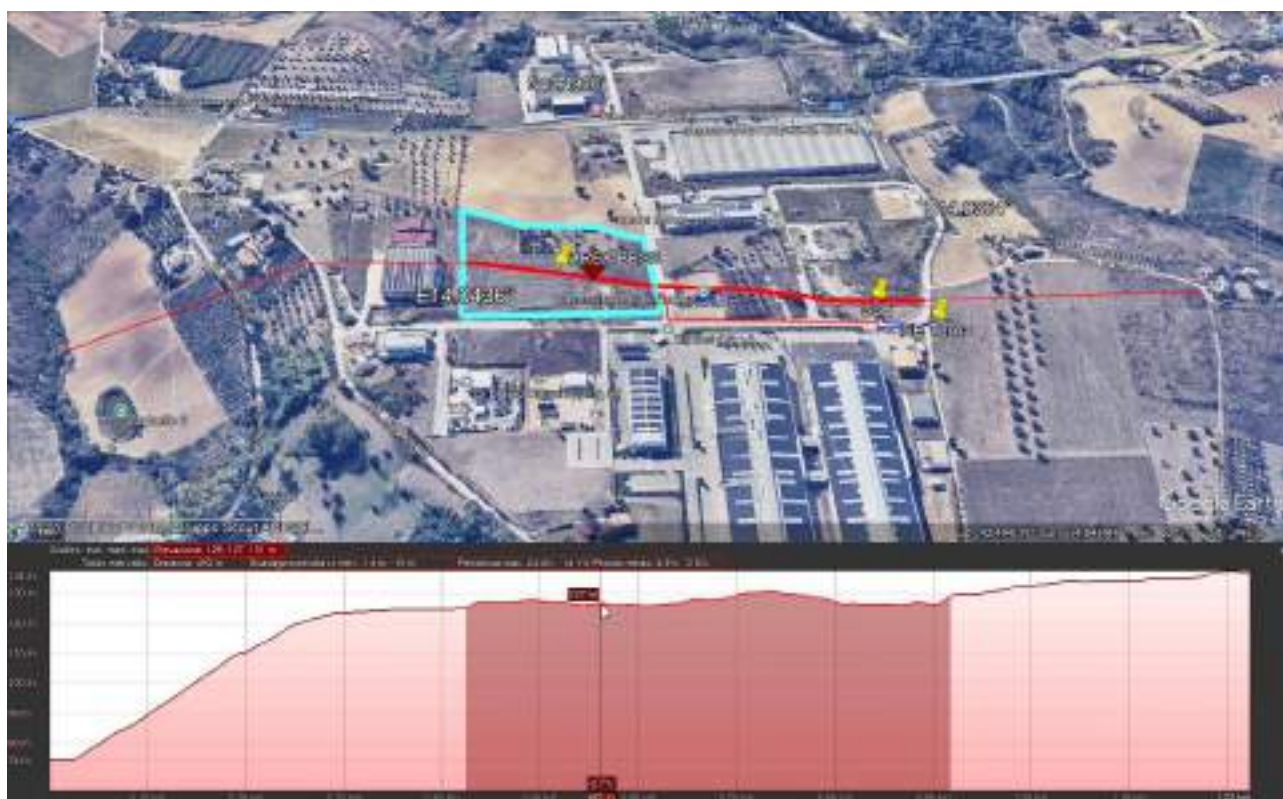


Figura 36 : Profilo altimetrico area di intervento E-W (PENDENZA MEDIA 3,5-4,9%)

Per tale determinazione, dopo aver individuato le coordinate geografiche decimali dell'opera da verificare, lo scrivente, per mezzo del software Geostru-PS della GEOSTRU, ha effettuato una stima della pericolosità sismica caratterizzata dai seguenti parametri sismici.

AREA DI INTERVENTO (IMPIANTO BESS)



Parametri sismici

Sito in esame.

latitudine: 42,494987
 longitudine: 14,043696
 Classe: 2
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito	ID	Lat	Lon	Distanza
Sito 1	ID: 25871	Lat: 42,4837	Lon: 14,0325	Distanza: 1551,309
Sito 2	ID: 25872	Lat: 42,4834	Lon: 14,1004	Distanza: 4821,536
Sito 3	ID: 25650	Lat: 42,5334	Lon: 14,1008	Distanza: 6337,047
Sito 4	ID: 25649	Lat: 42,5337	Lon: 14,0330	Distanza: 4396,976

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
 Categoria topografica: T1
 Periodo di riferimento: 50 anni
 Coefficiente cu: 1

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	95 di 115

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
 Tr: 30 [anni]
 ag: 0,052 g
 Fo: 2,448
 Tc*: 0,279 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
 Tr: 50 [anni]
 ag: 0,065 g
 Fo: 2,441
 Tc*: 0,300 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
 Tr: 475 [anni]
 ag: 0,168 g
 Fo: 2,442
 Tc*: 0,350 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
 Tr: 975 [anni]
 ag: 0,220 g
 Fo: 2,475
 Tc*: 0,353 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500
 Cc: 1,600
 St: 1,000
 Kh: 0,015
 Kv: 0,008
 Amax: 0,759
 Beta: 0,200

SLD:


Ss: 1,500
 Cc: 1,560
 St: 1,000
 Kh: 0,019
 Kv: 0,010
 Amax: 0,956
 Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,450
 Cc: 1,490
 St: 1,000
 Kh: 0,059
 Kv: 0,029
 Amax: 2,396
 Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,370
 Cc: 1,480
 St: 1,000

 geology architecture engineering	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	96 di 115

Kh: 0,084
 Kv: 0,042
 Amax: 2,949
 Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 42.494023

longitudine: 14.042796

Stati limite

Classe Edificio: **II Affollamento normale, Assistenza di forze pubbliche e sociali...**

Vita Normale: **50**

Interpolazione: **linea pendente**

CU = 1

Stato Limite	T _r [anni]	A _g [g]	F ₀	T _c [s]
Operatività (SLO)	30	0.052	2.448	0.279
Destro (SLD)	50	0.055	2.441	0.360
Sicurezza vita (SLV)	475	0.198	2.442	0.388
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.220	2.475	0.383

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

Coefficienti sismici

Tipi: **Stabilità dei pendii e fondazioni**

☐ Muti di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

H [m]: **1** L [m]: **0.1**

Cal. Sismologica: **C**

Cal. Topografica: **T₁**

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione sismologica	1.50	1.50	1.45	1.37
CC Coeff. funz. categoria	1.00	1.56	1.45	1.48
ST Amplificazione topografica	1.00	1.00	1.00	1.01

☐ Accur. massima attesa al sito [m/s²]

0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
in	0.015	0.018	0.053	0.084
iv	0.008	0.018	0.029	0.042
Amax [m/s²]	0.759	0.954	2.391	2.949
Beta	0.200	0.294	0.249	0.280

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato: 2.01
		Data: 23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione: 00
		Pagina: 97 di 115

10 ANALISI SISMOTETTONICA E RISCHIO SISMICO

Al fine di avere un quadro esaustivo di dettaglio dell'area di intervento sotto l'aspetto sismico e quindi fornire una valutazione della compatibilità sismica, si è proceduto alla ricostruzione della storia sismica del Comuni all'interno dei quali è ubicato l'intervento attraverso i dati forniti dall'INGV (Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia) ed i vari database e progetti sviluppati in merito alla pericolosità sismica, alla registrazione degli eventi sismici ed alla Valutazione del potenziale sismogenetico e probabilità dei forti terremoti.

10.1 Mappa dei forti terremoti degli ultimi 150 anni

Da 150 anni ad oggi il nostro Paese è stato colpito da più di 170 terremoti forti, fortissimi o addirittura catastrofici. Di questi, 12 sono stati distruttivi (Intensità massima MCS [Mercalli-Cancani-Sieberg] $I_{max} > X$) e hanno provocato complessivamente più di 130 mila vittime. Il terremoto del 1908 (M 7.2, I_{max} X-XI) a Messina e Reggio Calabria è stato il più forte di questi ultimi 150 anni con più di 80 mila vittime e la distruzione quasi totale delle due città che si affacciano sullo Stretto. I più recenti terremoti sono quelli avvenuti in Abruzzo il 6 aprile 2009 (M 6.3, I_{max} IX-X) e la serie recente (Marche-Lazio-Umbria) di Amatrice-Castel Sant'Angelo sul Nera-Ussita (M 6.0 e 5.4 del 24.08.2016, M 5.4 e 5.9 del 26.10.2016, M 6.5 30.10.2016).

In Italia ci sono zone con caratteristiche di sismicità molto diverse:

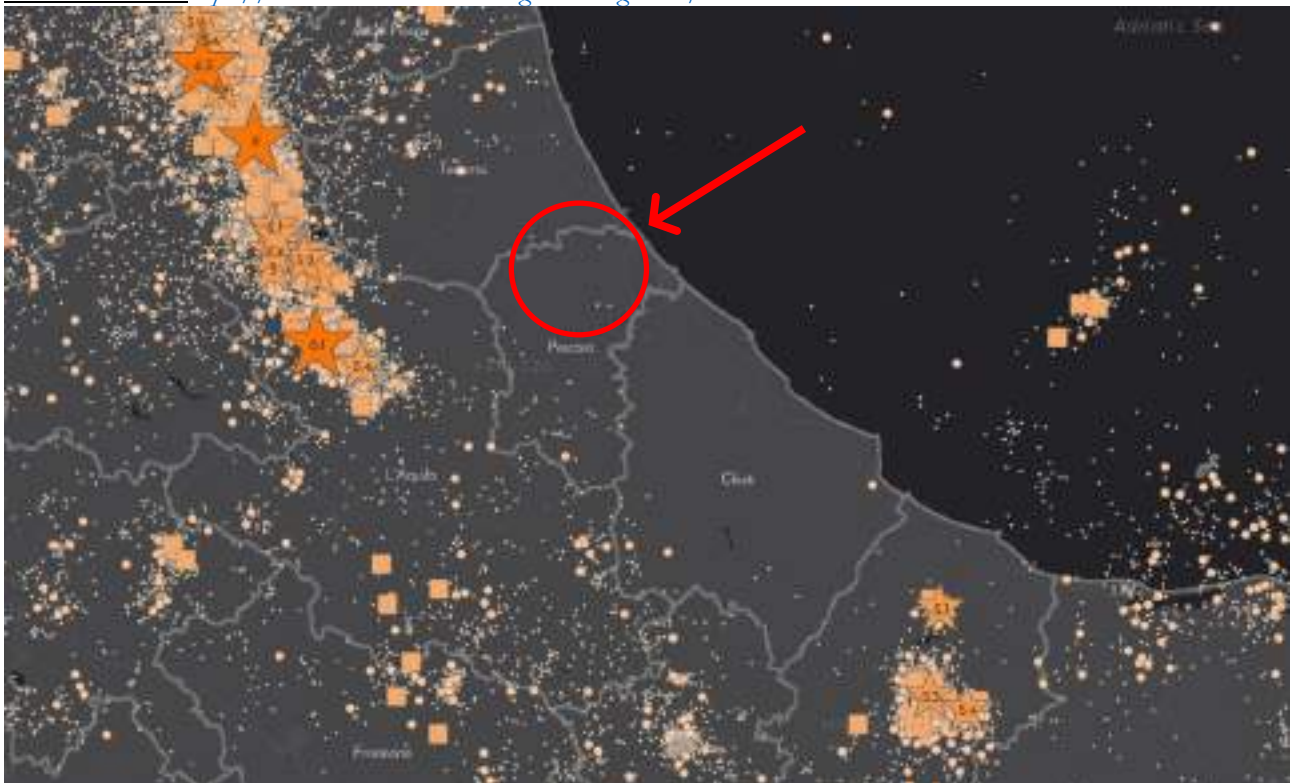
- aree in cui i terremoti si verificano spesso, con energia generalmente moderata, ma che possono produrre danni (per es. Emilia Romagna e Lazio);
- zone dove avvengono molti terremoti deboli e pochi terremoti più violenti, in media ogni secolo, i cui effetti possono raggiungere o superare intensità IX MCS (per es. Toscana, Umbria, Marche, Basilicata e Friuli);
- aree con forti terremoti e pochi terremoti più deboli.

Queste ultime sono le zone dove si verificano i terremoti più gravi in assoluto perché l'energia accumulata per lungo tempo viene rilasciata tutta insieme (per es. Calabria, Sicilia, Campania e Abruzzo).

Dalla registrazione di tali eventi sismici si evidenzia come l'area di intervento non sia stata direttamente interessata da eventi sismici con Magnitudo significativa come osservabile dalla mappa di seguito riportata.

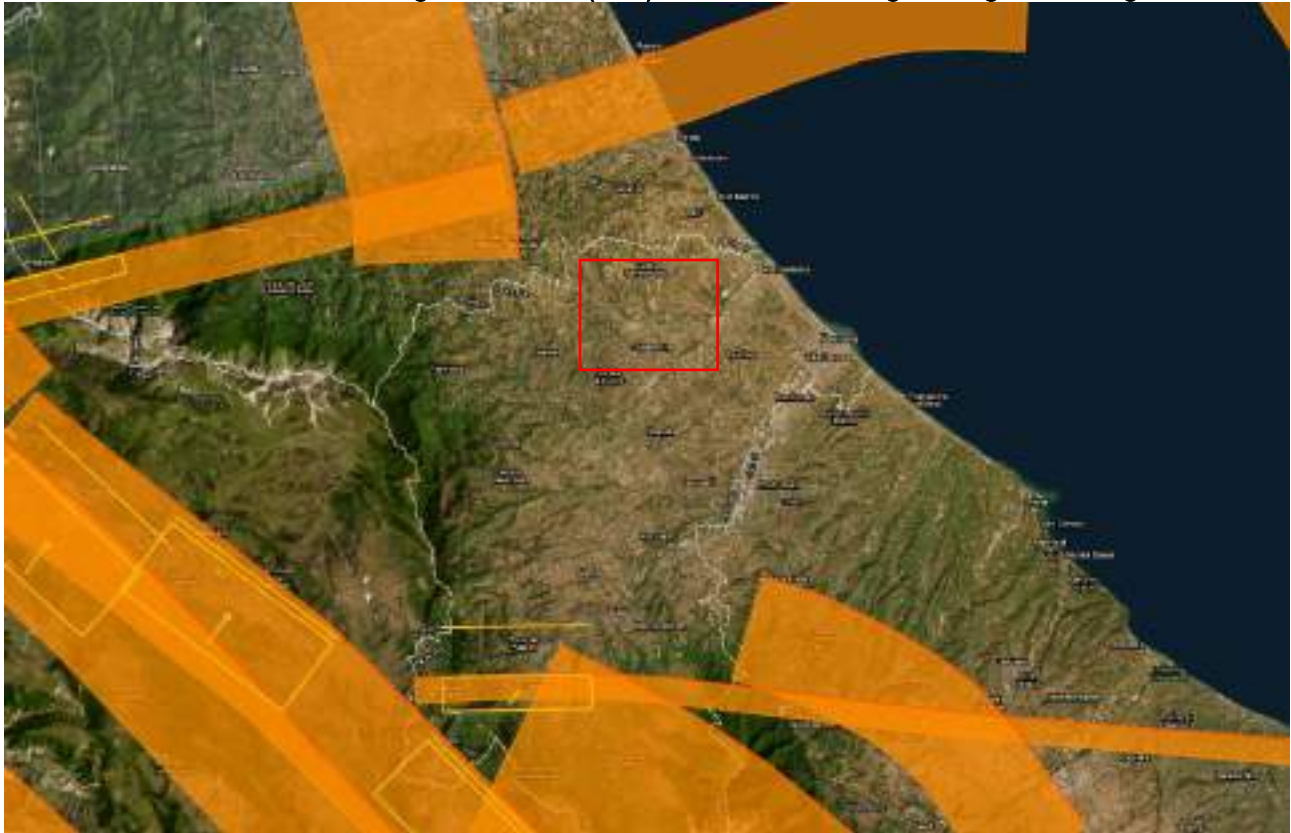


<https://carta-sismicita-in-italia-ingv.bub.arcgis.com/>



10.2 Valutazione del potenziale sismogenetico

The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS) – Databse delle Singole Sorgenti Sismogenetiche



Il Database delle Singole Sorgenti Sismogenetiche - Database of Individual Seismogenic Sources (DISS 3.3.0), il software originale e tutti i relativi testi ed elaborazioni sono il risultato delle elaborazioni dei ricercatori dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV. Il database a cui si fa riferimento, include una grande quantità di materiale originale e pubblicato sulle principali fonti sismogenetiche d'Italia insieme a dati di natura geografica, sismologica, geologica ed informazioni tettoniche ed è stato progettato come "work in progress", e come tale è aperto a continue aggiunte e miglioramenti.

Tale lavoro costituisce nelle sue varie fasi di elaborazione, dal 2009 ad oggi, l'ultimo ed il più aggiornato strumento a scala nazionale per la valutazione, individuazione ed analisi delle Sorgenti Sismogenetiche.

Dall'analisi della documentazione disponibile, l'area di intervento risulta non interferente ma limitrofa alle seguenti Sorgenti sismotettoniche:

- ITCS079 Shallow Abruzzo Citeriore Basal Thrust
- ITCS059 Tocco Casauria-Tremiti
- ITCS078 Deep Abruzzo Citeriore Basal Thrust
- ITCS134 Roseto degli Abruzzi


Magnitudo attesa massima 7,5.

Di seguito si riportano i dettagli per ogni singola Sorgente individuata.

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITCS059
Name	Tocco Casauria-Tremiti
Compiler(s)	Fracassi U.(1)
Contributor(s)	Fracassi U.(1), Valensise G.(1)

 geology architecture engineering	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	99 di 115

Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	17/05/2010
Updated	15/06/2015
Display map	
Related sources	ITIS094

PARAMETRIC INFORMATION


Parameter		Quality	Evidence
Min depth [km]	11.0	EJ	Inferred from upper depth of instrumental major earthquakes in the region.
Max depth [km]	20.0	EJ	Inferred from lower depth of instrumental major earthquakes in the region.
Strike [deg] min... max	80...100	OD	Based on macroseismic and geophysical data.
Dip [deg] min... max	65...90	OD	Based on macroseismic and geophysical data.
Rake [deg] min... max	170...230	EJ	Inferred from rake of instrumental major earthquakes in the region.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1000... 0.5000	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	7.5	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITCS059
Name	Tocco Casauria-Tremiti
Compiler(s)	Fracassi U.(1)

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato: 2.01
		Data: 23/03/2026
		Revisione: 00
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Pagina: 100 di 115

Contributor(s)	Fracassi U.(1), Valensise G.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	17/05/2010
Updated	15/06/2015
Display map	
Related sources	ITIS094

PARAMETRIC INFORMATION

Parameter		Quality	Evidence
Min depth [km]	11.0	EJ	Inferred from upper depth of instrumental major earthquakes in the region.
Max depth [km]	20.0	EJ	Inferred from lower depth of instrumental major earthquakes in the region.
Strike [deg] min... max	80...100	OD	Based on macroseismic and geophysical data.
Dip [deg] min... max	65...90	OD	Based on macroseismic and geophysical data.
Rake [deg] min... max	170...230	EJ	Inferred from rake of instrumental major earthquakes in the region.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1000... 0.5000	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	7.5	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITCS059
Name	Tocco Casauria-Tremiti

 geology architecture engineering	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	101 di 115

Compiler(s)	Fracassi U.(1)
Contributor(s)	Fracassi U.(1), Valensise G.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	17/05/2010
Updated	15/06/2015
Display map	
Related sources	ITIS094


PARAMETRIC INFORMATION

Parameter		Quality	Evidence
Min depth [km]	11.0	EJ	Inferred from upper depth of instrumental major earthquakes in the region.
Max depth [km]	20.0	EJ	Inferred from lower depth of instrumental major earthquakes in the region.
Strike [deg] min... max	80...100	OD	Based on macroseismic and geophysical data.
Dip [deg] min... max	65...90	OD	Based on macroseismic and geophysical data.
Rake [deg] min... max	170...230	EJ	Inferred from rake of instrumental major earthquakes in the region.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1000... 0.5000	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	7.5	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert Judgement

 geology architecture engineering	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
		Revisione:	00
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Pagina:	102 di 115

GENERAL INFORMATION

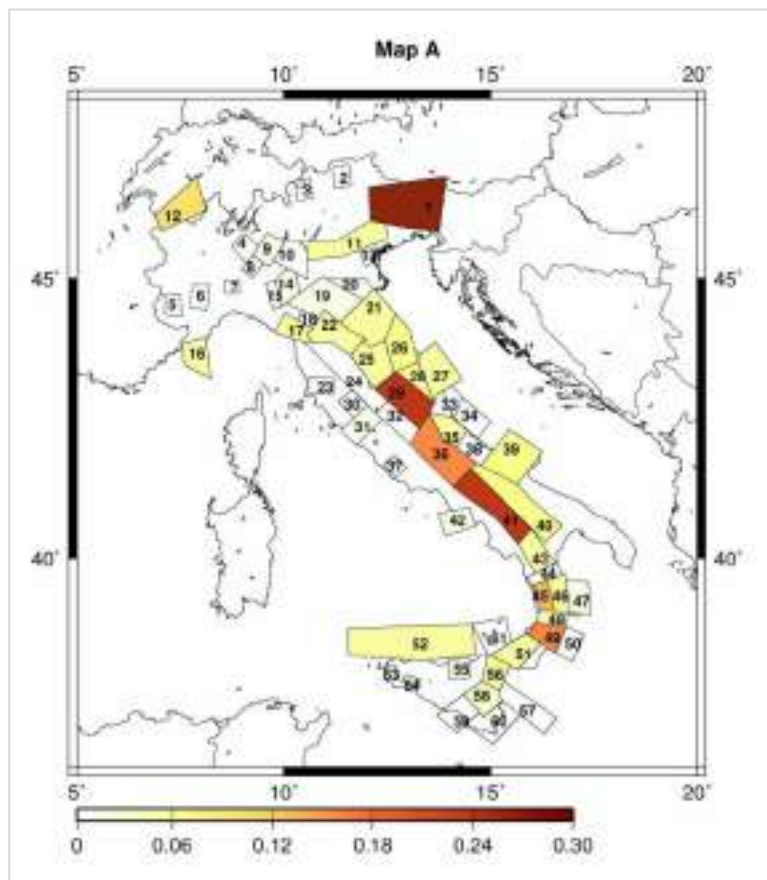
DISS-ID	ITCS134
Name	Roseto degli Abruzzi
Compiler(s)	Maesano F.E.(1)
Contributor(s)	Maesano F.E.(1), Basili R.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sezione Roma 1; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	12/10/2020
Updated	12/10/2020
Display map	
Related sources	

PARAMETRIC INFORMATION

Parameter		Quality	Evidence
Min depth [km]	4.5	OD	Based on geological data and interpretation of seismic profiles.
Max depth [km]	15.0	EJ	Inferred from geological data and interpretation of seismic profiles.
Strike [deg] min... max	60...103	LD	Based on interpretation of seismic profiles (Bolis et al., 2003).
Dip [deg] min... max	50...70	OD	Based on geological data and interpretation of seismic profiles.
Rake [deg] min... max	120...150	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.0800... 0.7400	OD	Based on geological data and interpretation of seismic profiles.
Max Magnitude [Mw]	6.9	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

LD=Literature Data; OD=Original Data; ER=Empirical Relationship; AR=Analytical Relationship; EJ=Expert

10.3 Probabilità per il verificarsi di grandi eventi sismici in Italia



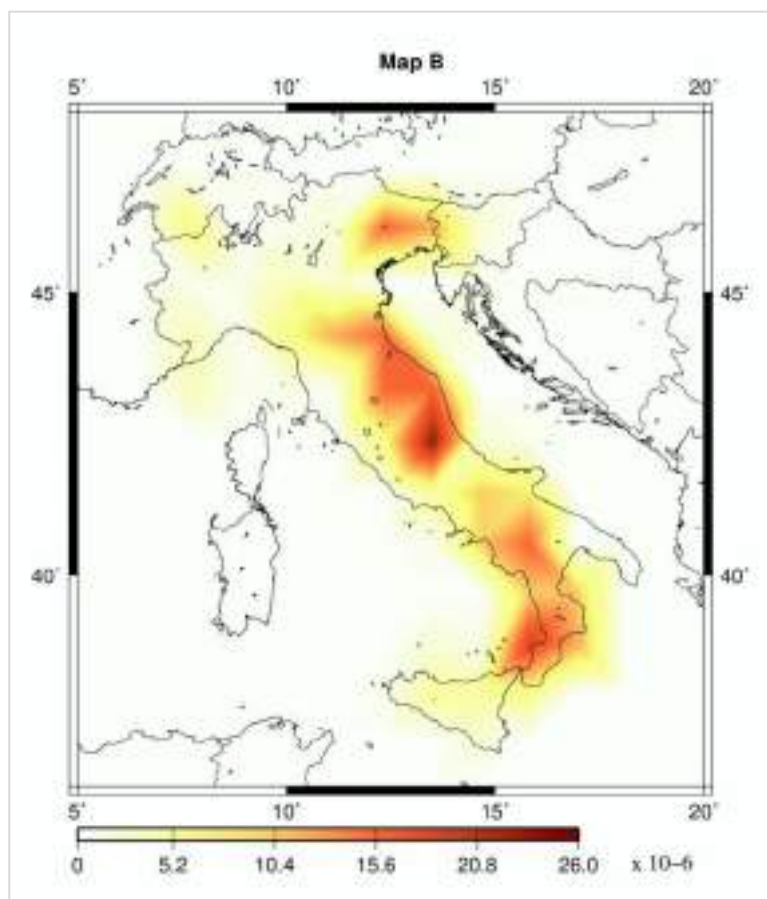
Aggiornamento al 4 gennaio 2012

Riportiamo due mappe di probabilità (mappa Map A e B) per il verificarsi dei prossimi grandi eventi con $M + 5,5$ in Italia (eventi-target) per i prossimi 10 anni. Le due mappe sono calcolate utilizzando la stessa procedura statistica applicata ad una zonazione sismotettonica (MAP A) e di una griglia regolare (MAP B). Le mappe di probabilità vengono aggiornate ogni 1 ° di gennaio e dopo il verificarsi di un evento nuovo obiettivo. Per maggiori dettagli sul metodo si veda Faenza et al. 2003 e Cinti et al. 2004 .

MAPPA A

Il procedimento statistico viene applicato a una zonazione sismotettonica. zone dovrebbero essere omogenei per quanto riguarda la cinematica e l'orientamento del campo di stress.

La mappa riporta la probabilità di occorrenza di almeno un evento con $M > 5,5$ per i prossimi 10 anni in ogni zona con $P > 0..$



MAPPA B

Il procedimento statistico è applicato ad una griglia regolare spaziale.

La mappa riporta la probabilità di occorrenza di almeno un evento con $M > 5,5$ per i prossimi 10 anni per unità di superficie (Km²).

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	104 di 115

10.4 Storia sismica (Database Macrosismico Italiano 2016 - DBMI15)

Fonte : <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15/>

Introduzione

L'ultima versione del Database Macrosismico Italiano chiamata DBMI15 è stata rilasciata a luglio 2016 e aggiorna e sostituisce la precedente, DBMI11 (Locati et al., 2011).

DBMI fornisce un set di dati di intensità macrosismica relativo ai terremoti italiani nella finestra temporale 1000-2014. I dati provengono da studi di autori ed enti diversi, sia italiani che di paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

I dati di intensità macrosismica (MDP, Macroseismic Data Point) sono raccolti e organizzati da DBMI per diverse finalità. La principale è fornire una base di dati per la determinazione dei parametri epicentrali dei terremoti (localizzazione e stima di magnitudo) per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI). L'insieme di questi dati consente inoltre di elaborare le "storie sismiche" di migliaia di località italiane, vale a dire l'elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di terremoti.

Dato il loro stretto legame, DBMI e CPTI tendono a essere pubblicati allo stesso tempo e usando una stessa numerazione (DBMI04-CPTI04, DBMI11-CPTI11), ma in due diversi siti web, uno dedicato a DBMI, e uno a CPTI. Con la versione 2015 si è deciso di rendere disponibile le due banche dati DBMI15 e CPTI15 (Rovida et al., 2016) da un unico punto di accesso online al fine di rendere più comoda e funzionale la consultazione.

Dati di base

DBMI15 contiene 122701 dati di intensità relativi a 3212 terremoti. Come si può vedere dalle figure 1 e 2, l'incremento numerico di terremoti con dati di intensità e di osservazioni macrosismiche rispetto alle due precedenti versioni DBMI04 (Stucchi et al., 2007) e DBMI11 è molto consistente.

La ragione principale dell'incremento di informazioni è dovuto all'inclusione dei dati di intensità da studi che hanno reso disponibili informazioni su un numero molto elevato di terremoti e non ancora utilizzati durante la compilazione di DBMI11. Si segnala il lavoro di revisione della sismicità minore Molin et al. (2008) e quello su terremoti sconosciuti alla tradizione sismologica o relativamente dimenticati di Camassi et al. (2011), che hanno reso disponibili dati di base rispettivamente su 851 e 227 terremoti, anche se non tutti sono stati selezionati per la compilazione di DBMI15. Analogamente si segnalano gli studi di Azzaro e Castelli (2015), Camassi et al. (2012; 2015) che hanno fornito una quantità consistente di dati nuovi.

Cosa cambia rispetto a DBMI11

Per 1494 terremoti su 3212 (46.5%) viene confermata in DBMI15 la scelta dello studio di riferimento precedentemente adottato in DBMI11, mentre per 172 terremoti (5.4%) questa scelta è stata modificata. 15 terremoti presenti in DBMI11 sono stati eliminati. 4 di questi perché lo studio di riferimento (Bollettino Macrosismico ING, Gasparini et al. 2002) riporta dati ritenuti inaffidabili, mentre altri 11 terremoti si sono rivelati falsi dopo alcuni approfondimenti. DBMI15 rende disponibili set di MDP per 1546 nuovi terremoti (48.1%), di cui 895 terremoti già presenti nel CPTI11 ma privi di dati di intensità, mentre 651 terremoti erano assenti in CPTI11.

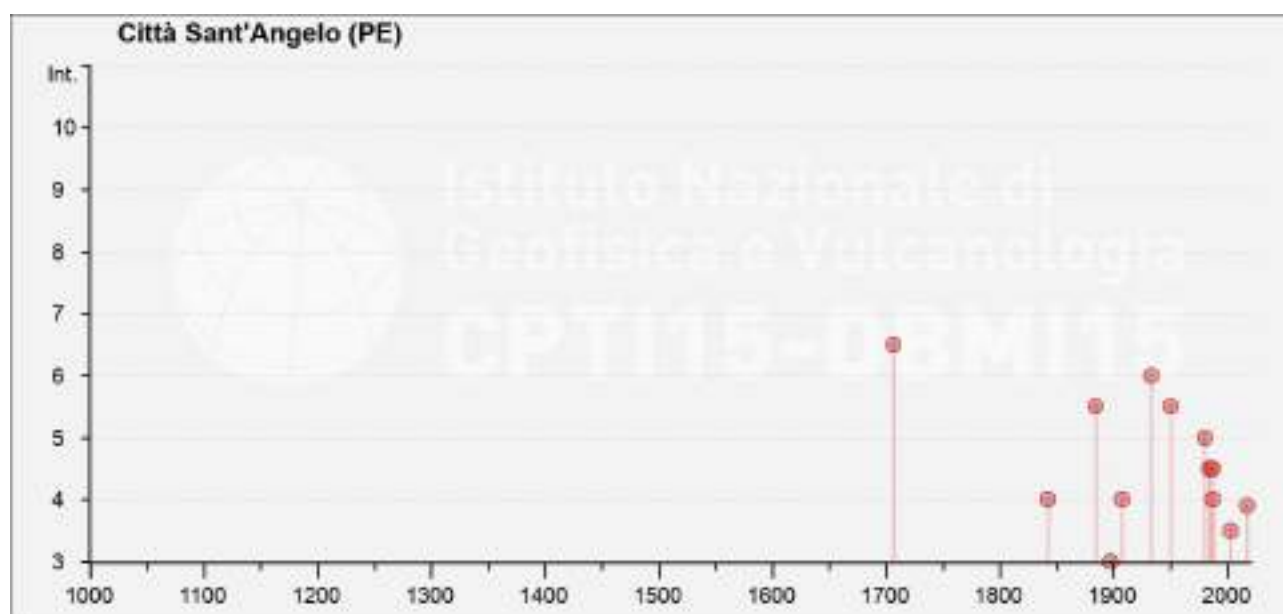
Non sono inclusi gli ultimi eventi della sequenza sismica dell'Agosto – Ottobre 2016.

 <i>geology architecture engineering</i>	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	105 di 115

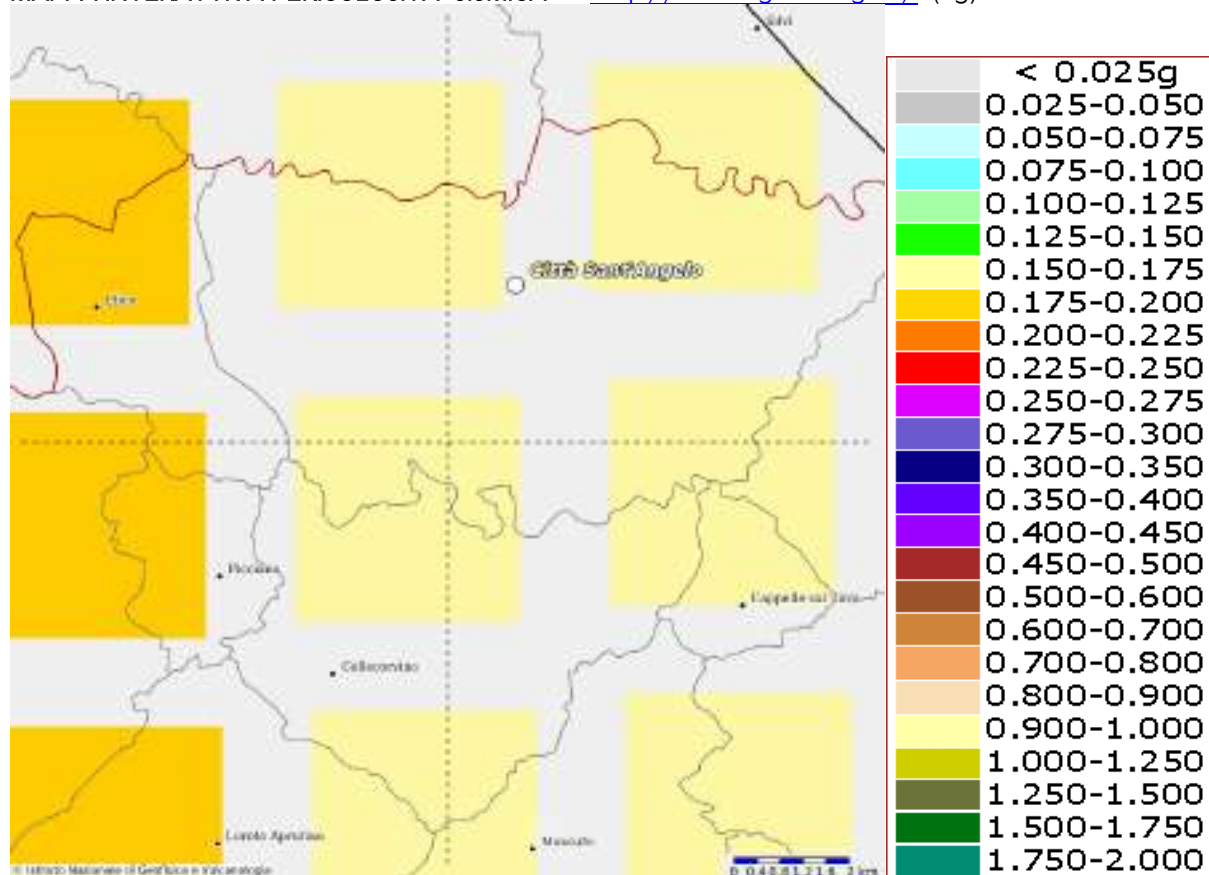
10.5 Storia sismica area di Città Sant'Angelo

Seismic history of Città Sant'Angelo
 PlaceID IT_57196
 Coordinates (lat, lon) 42.518, 14.060
 Municipality (ISTAT 2015) Città Sant'Angelo
 Province Pescara
 Region Abruzzo
 No. of reported earthquakes 17

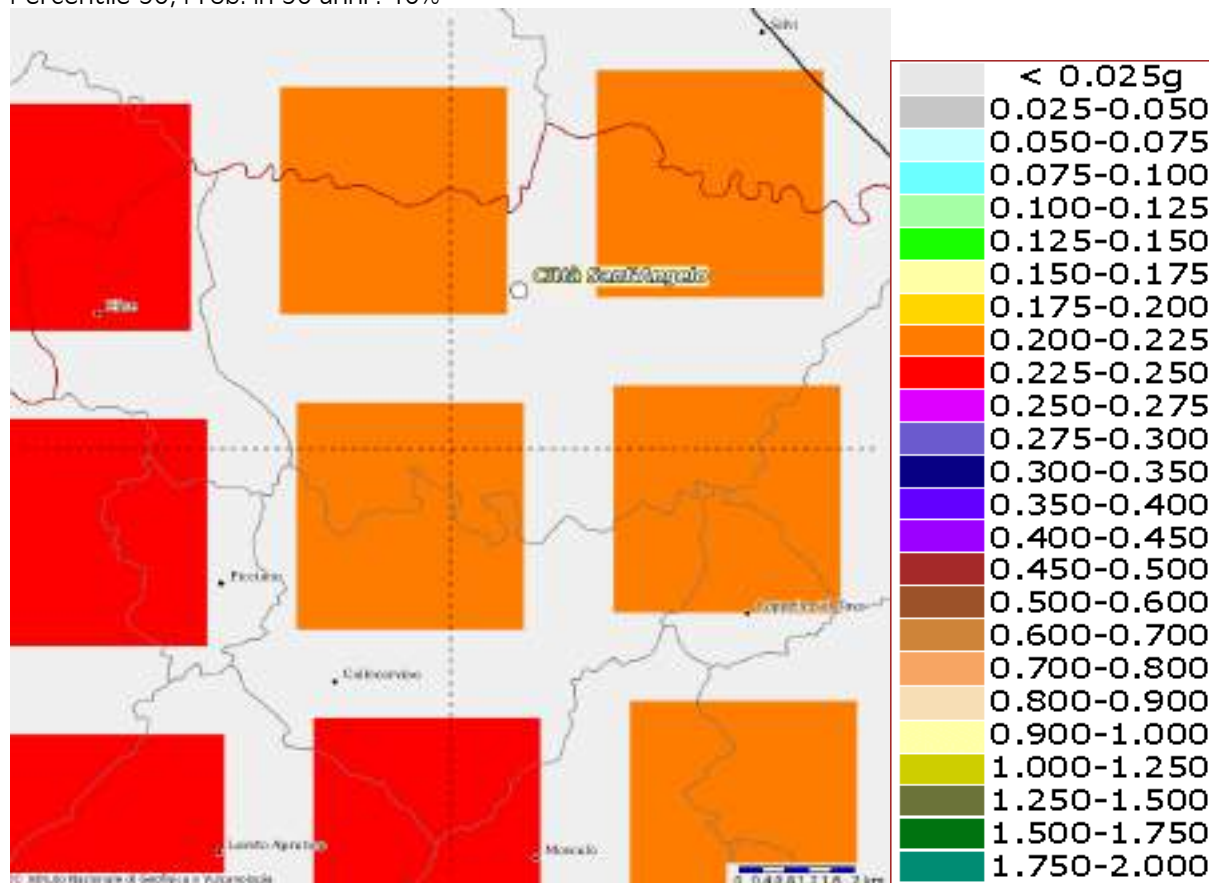
Int. at place	N	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	EpicentralArea	LatDef	LonDef	DepDef	IoDef	MwDef
6-7	611	1706	11	3	13			Maiella	42,076	14,08		10-11	6,84
4	1174	1842	1	23				San Severino Marche	43,229	13,177		4-5	4,41
5-6	1487	1884	1	10				Atri	42,665	13,953		5-6	4,63
3	1700	1897	4	27	2	17	50	Maiella	42,23	13,964		5	4,21
NF	1703	1897	5	28	22	40	2	Ionio	36,991	18,487		6	5,46
NF	1908	1906	7	1	0	50		Reatino	42,384	13,141		5	4,29
4	1919	1907	1	23	0	25		Adriatico centrale	43,048	14,097		5	4,75
6	2478	1933	9	26	3	33	29	Maiella	42,079	14,093		9	5,9
5-6	2677	1950	9	5	4	8		Gran Sasso	42,547	13,457		8	5,69
5	3256	1980	11	23	18	34	52	Irpinia-Basilicata	40,842	15,283		10	6,81
4-5	3395	1984	5	7	17	50		Monti della Meta	41,667	14,057		8	5,86
4-5	3527	1987	7	3	10	21	57,64	Costa Marchigiana	43,198	13,902	2,7	7	5,06
4	3539	1987	9	4	16	42	49,6	Costa Marchigiana	43,187	13,849	7,6	6	4,66
NF	4167	2002	11	1	15	9	1,92	Molise	41,741	14,843	21,3	7	5,72
3-4	4205	2003	3	29	17	42	13,74	Adriatico centrale	43,135	15,339	7,9		5,43
NF	4253	2004	12	9	2	44	25,29	Teramano	42,79	13,791	5	5	4,09
F	4719	2017	1	18	10	14	9,9	Aquilano	42,531	13,283	9,6		5,7



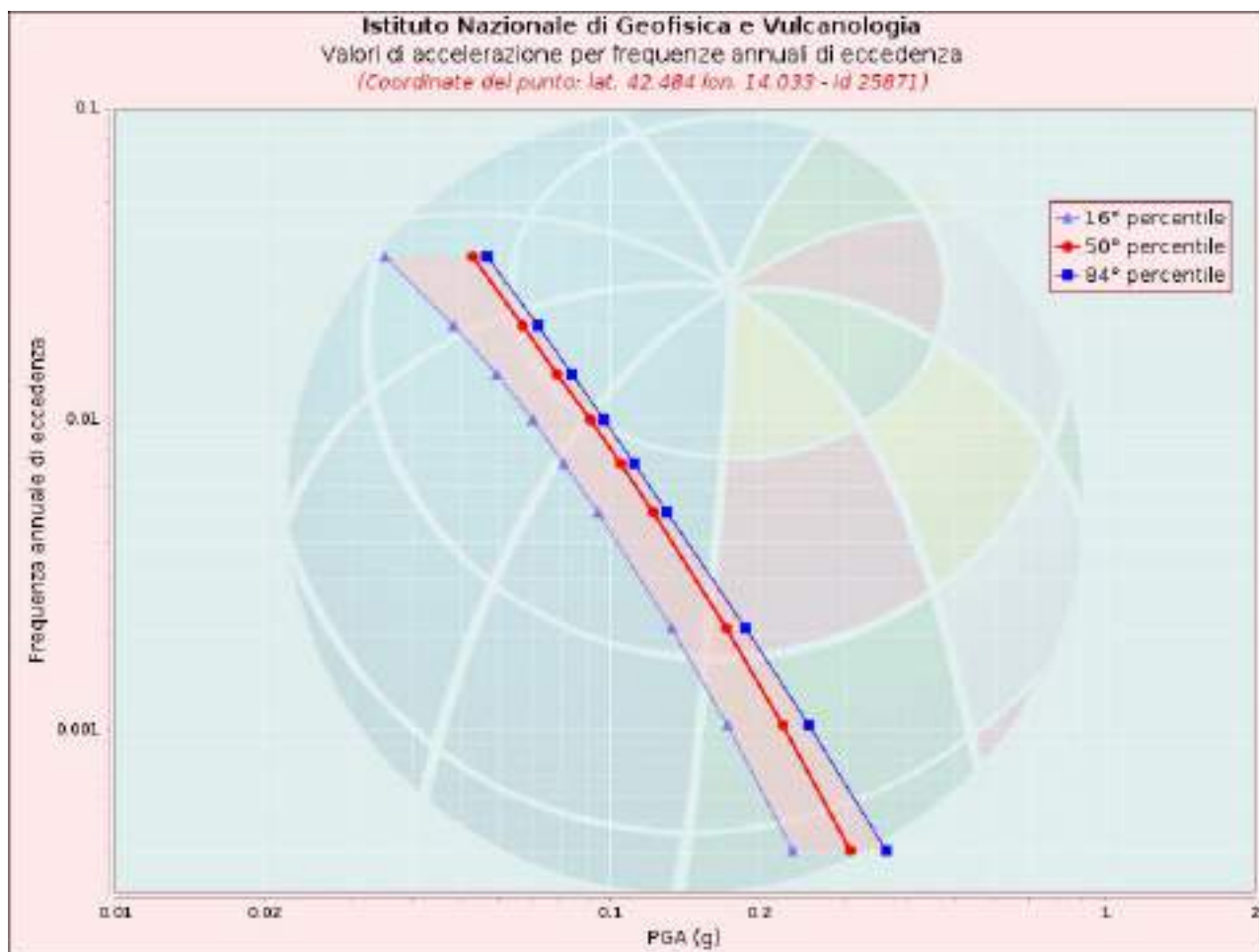
MAPPA INTERATTIVA PERICOLOSITA' SISMICA da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> (ag)



Percentile 50, Prob. In 50 anni : 10%



Percentile 50, Prob. In 50 anni : 5%



Valori di accelerazione per frequenze annuali di eccedenza
(Coordinate del punto: lat. 42.484 lon. 14.033 - id 25871)

Frequenza annuale di eccedenza	PGA (g)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.2339	0.3060	0.3614
0.0010	0.1727	0.2233	0.2523
0.0021	0.1333	0.1718	0.1880
0.0050	0.0947	0.1224	0.1305
0.0071	0.0807	0.1052	0.1121
0.0099	0.0700	0.0914	0.0974
0.0139	0.0591	0.0783	0.0839
0.0199	0.0484	0.0667	0.0716
0.0332	0.0352	0.0529	0.0565

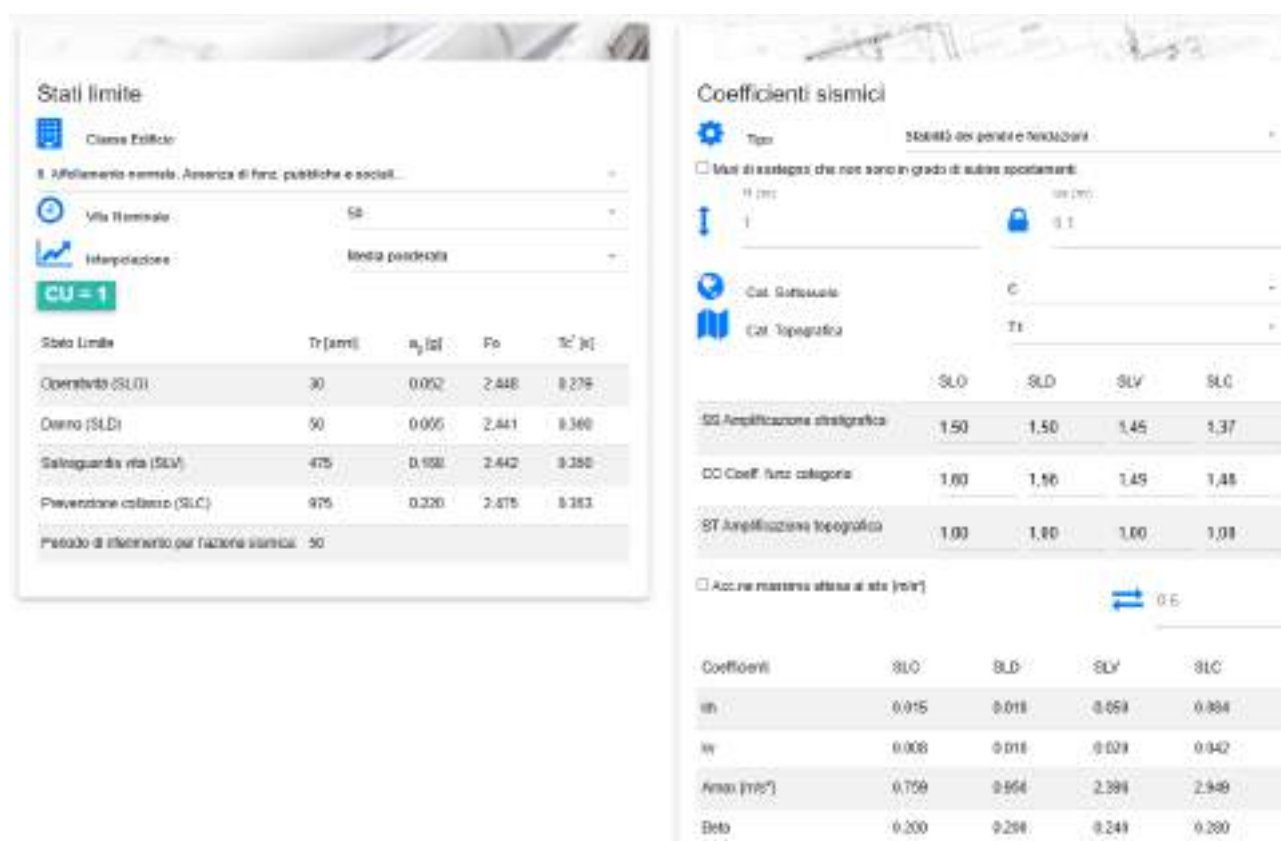
10.6 CONSIDERAZIONI

Per quanto riguarda nel dettaglio l'area di interesse, ubicata all'interno del territorio Comunale di Chieti, risultano limitrofe sorgenti sismogenetiche in grado di provocare, a seguito di attivazione, danni significativi. Ne consegue che gli effetti di terremoti appenninici nell'area siano significativi. Dall'ulteriore approfondimento in merito, illustrato nei paragrafi che analizzano il Database DISS ver. 3.3.0 dell'INGV e DBMI15 con la storia sismica e la Pericolosità Sismica del sito espressa come valore di a_g , emerge una Magnitudo massima delle Sorgenti sismotettoniche più vicine massima attesa pari a 8.1, con i valori attesi dell'accelerazione massima del suolo compresa tra 0.256-0.329 (SLV-SLC).

10.7 ANALISI AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Per definire l'azione sismica di progetto, si valuta l'effetto della Risposta Sismica Locale (RSL) mediante specifiche analisi (v. Risposta sismica e stabilità del sito C7.11.3.1). In assenza di tale analisi, per la definizione dell'azione sismica, si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III) e sulle condizioni topografiche.

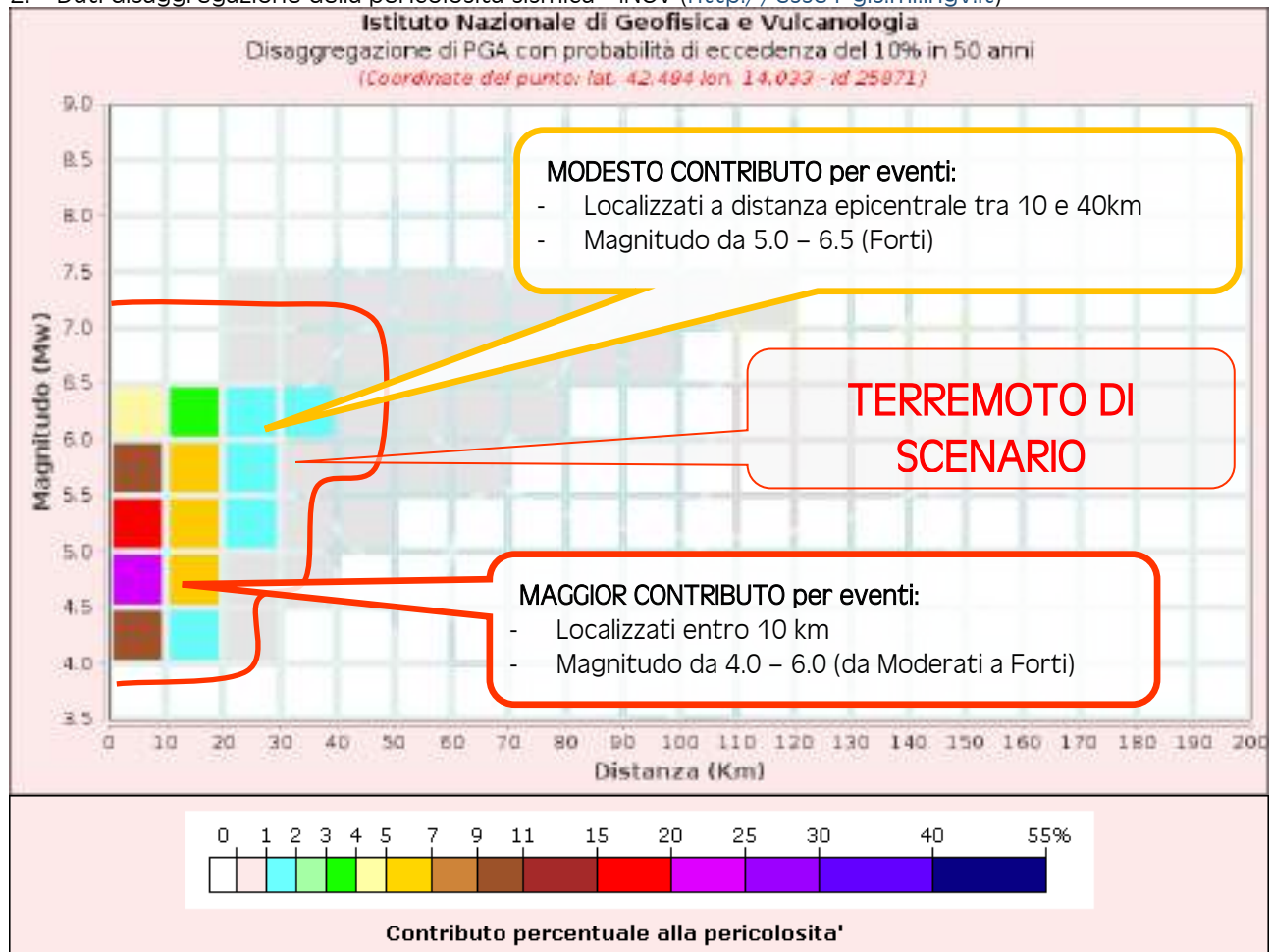
1. Stima dell'accelerazione di base a_g




Valori dei parametri a_g , F_0 , T_c per i periodi di ritorno T_r associati a ciascun SL per la Classe d'Uso IV (CU=2) e Cat. Topografica T1, Cat. Sottosuolo B:

➤ a_g : 0,168g/0,220g (SLV-SLC)

2. Dati disaggregazione della pericolosità sismica - INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>)



Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 42.484 lon. 14.033 - id 25871)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	10.6000	22.9000	16.1000	9.6300	4.2800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	1.4700	5.3100	6.6000	6.3400	3.7000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0051	0.3080	1.1700	1.9900	1.8300	0.5510	0.3530	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0008	0.1050	0.6530	1.0700	0.9890	0.7350	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	0.1060	0.4440	0.6410	0.5680	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0074	0.1270	0.3600	0.3840	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0167	0.1800	0.2460	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0651	0.1380	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0124	0.0575	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0255	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0072	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0014	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	110 di 115

140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.29	11.10	0.816

 <i>geology architecture engineering</i>	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Data:	23/03/2026
		Revisione:	00
		Pagina:	111 di 115

11 VALUTAZIONE DEL POTENZIALE O PROBABILITA' DI LIQUEFAZIONE

Per una stima accurata della probabilità di liquefazione di un deposito sabbioso saturo durante un terremoto attualmente non esiste un unico modello in grado di tenere in conto tutti i fattori che concorrono a creare le condizioni perché essa possa verificarsi. Questo è dovuto al fatto che sono troppo numerosi i parametri che governano il fenomeno. I criteri di previsione e i metodi di calcolo che sono stati avanzati in questi ultimi anni si accentrano però su un numero di fattori molto più ridotto rispetto a quelli che intervengono a guidare il fenomeno.

Di seguito si fornisce una valutazione semplificata del potenziale di liquefazione dei terreni indagati e caratterizzati nel presente studio.

STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

NTC 2008 § 7.11.3.4

- La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:
 1. Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5.0;
 2. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) $< 0.1 g$;
 3. Profondità media stagionale della falda superiore a 15.0m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
 4. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di kPa;
 5. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3.5$ ed in figura 7.11(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

Quando le condizioni 1 e 2 non risultano soddisfatte, le indagini devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 3,4 e 5.

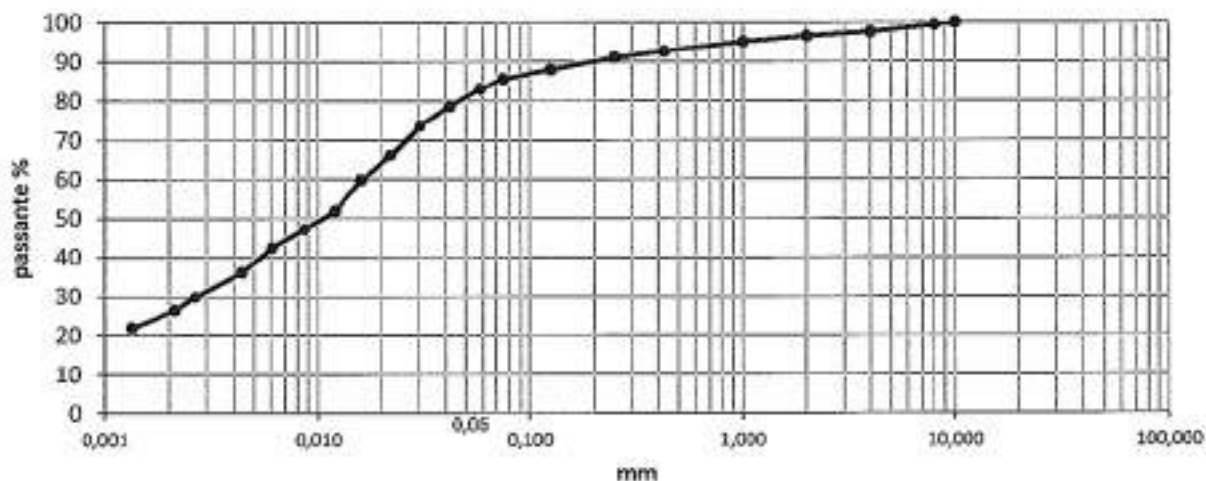
Nel caso in studio i depositi caratterizzanti l'area di progetto (sia BESS che SE) sono afferenti a terreni a componente limosa (circa il 50-60%) prevalente ed argillosa secondariamente (circa il 30%) con sabbia (10-15%) come da analisi granulometriche reperite sui campioni prelevati ed analizzati nelle verticali di indagine S1 ed S2.

Da tali analisi si evince che la distribuzione granulometrica della curva dei terreni analizzati risulta chiaramente esterna alle zone di cui alla figura 7.11 (a) e (b) [i grafici (a) e (b) mostrano le percentuali di sabbia (passante al setaccio 0.075 mm) e limo/argilla (passante al setaccio 0.075 mm) che definiscono le zone di potenziale liquefazione] non trattandosi cioè di depositi sabbiosi monogranulari puliti, **ma presentando una elevata componente limoso-argillosa ed in tal senso il coefficiente di uniformità del caso in esame risulta esterno alle fasce considerate liquefacibili per la gran parte (%) del campione considerato da cui si esclude la potenziale liquefazione del deposito ai sensi delle NTC 2018 e smi.**

Nota : Coefficiente di uniformità $U_c := D_{60}/D_{10}$, distingue i terreni più "uniformi" (tipicamente più suscettibili) da quelli più "eterogenei" meno suscettibili alla liquefazione.

S1 – C1

GRAFICO DEI RISULTATI



Risultato della prova

Ghiais (>2mm)= 2 % Sabbia (0,05-2 mm)= 15 % Limo (0,002-0,06 mm)= 57 % Argilla (< 0,002 mm)= 26 %

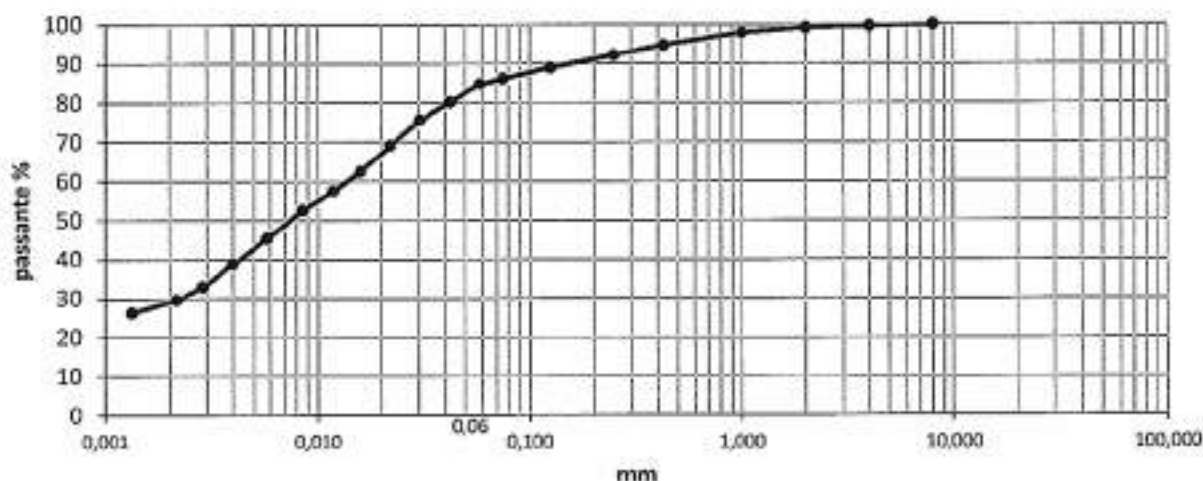
Classifica granulometrica (AGI - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione)

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO

Classificazione UNI EN ISO 14688 : sacI Si

S2 – C1

GRAFICO DEI RISULTATI



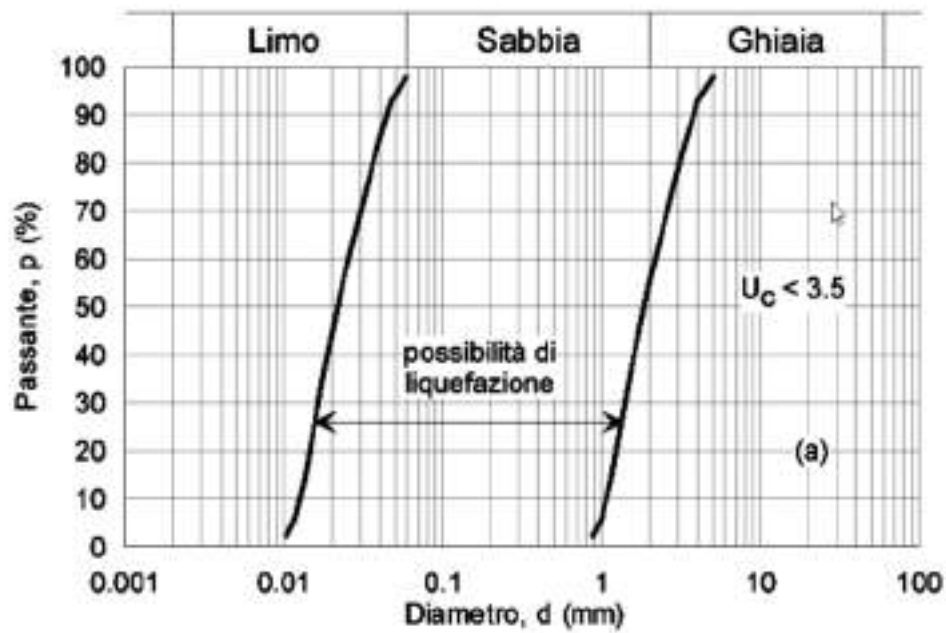
Risultato della prova

Ghiais (>2mm)= 1 % Sabbia (0,05-2 mm)= 14 % Limo (0,002-0,06 mm)= 57 % Argilla (< 0,002 mm)= 28 %

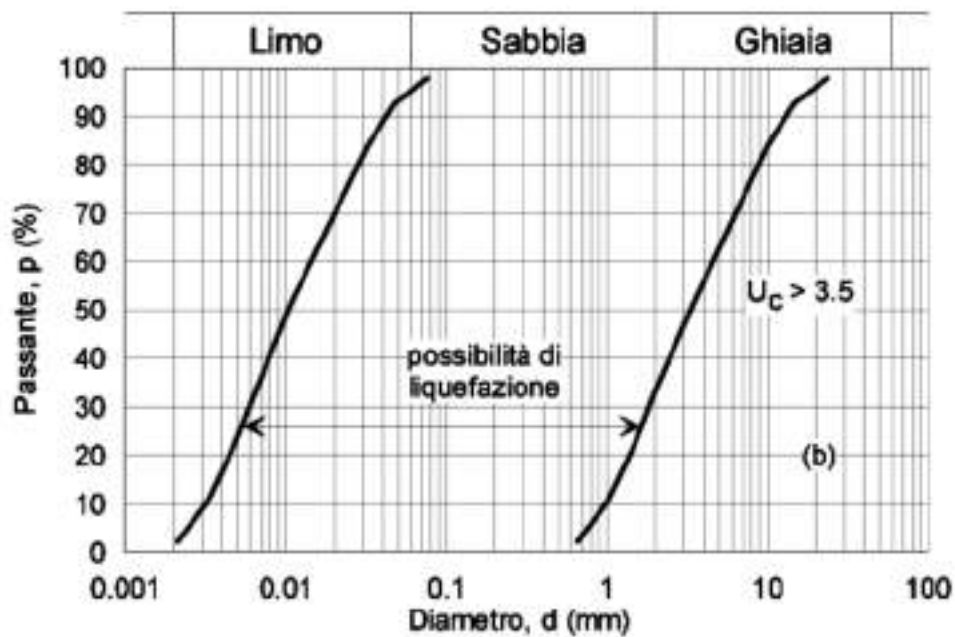
Classifica granulometrica (AGI - Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione)

LIMO CON ARGILLA SABBIOSO

Classificazione UNI EN ISO 14688 : sacI Si



a)



b)

Fig. 7.11.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

 gae studio geology architecture engineering	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	114 di 115

12 VALUTAZIONI E CONCLUSIONI

Analizzate le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche nonché litotecniche e sismiche dei terreni oggetto di intervento in territorio comunale di Città San'Angelo relativamente all'impianto BESS denominato "Gelsomino SRL" ed alle relative opere di connessione alla rete, è possibile concludere definendo quanto segue:

- Le aree interessate dalle opere si presentano stabili e non vi sono associati particolari aspetti morfologici di dissesto in atto o quiescenti;
- Dal punto di vista geologico la zona complessivamente ricade nell'ambito dei termini dell'avanfossa plio-pleistocenica caratterizzati da una litologia prevalentemente argillosa, ricoperti in superficie da una coltre di alterazione di natura limoso-sabbiosa con orizzonti ghiaiosi.
- I terreni che interagiranno con le strutture di progetto sono rappresentati dai termini della coltre con discrete caratteristiche fisico meccaniche.
- Sotto l'aspetto geomorfologico, l'area di intervento è caratterizzata da bassa energia di rilievo, con andamento subpianeggiante e quindi stabile. Non si rilevano forme di dissesto o di erosione concentrata in atto direttamente interagenti con l'area di intervento, che quindi risulta esterna ad areali censiti a rischio frana dal PAI e dall'IFFI;
- Topograficamente le pendenze dell'area di intervento risultano inferiori ai 6° (con percentuale media di pendenza da analisi DTM prossima al 4%), quindi globalmente si determina una Cat. Topografica T1 ai sensi delle NTC 2018;
- L'area di intervento, sulla base del PAI, Carta della pericolosità idraulica sia del PGRA che del PSDA, con rielaborazione degli shp file in ambiente GIS, **NON risulta interessare porzioni di territorio censite**;
- Gli interventi in progetto, in relazione alla configurazione geomorfologica ed idrogeologica, alle caratteristiche geologico-stratigrafiche nonché litotecniche delle unità indagate che caratterizzano l'intera area, alle contenute pendenze, alla stabilità complessiva della stessa, risultano fattibili e compatibili in ambito geologico – idrogeologico - geotecnico;
- La caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica del sito di progetto è stata ottenuta tramite i dati derivanti da campagne geognostiche geotecniche e sismiche eseguite in prossimità dell'area di intervento con dettaglio stratigrafico e geotecnico riportato ai paragrafi 6 e 7 con correlazioni con medesime configurazioni lito-stratigrafiche con dati disponibili nello studio di MZS comunale;
- L'assetto idrogeologico può essere riassunto in un unico schema che prevede una porzione basale impermeabile, dove non è possibile la formazione di una falda acquifera, ed una superiore, dove a causa della litologia del terreno e dello stato di alterazione dei materiali, è possibile, al contatto con il substrato argilloso impermeabile e all'interno delle intercalazioni sabbioso-ghiaiose, la formazione di accumuli di acqua generalmente di scarsa entità sia per le loro limitate estensioni areali e sia per la scarsa possibilità di ricarica dovuta alla classe granulometrica fine dei terreni di copertura che come detto prediligono il drenaggio superficiale; nel caso specifico è stato misurato nel foro di sondaggio S2 un livello piezometrico a circa -10.65 mt dal p.c. e pertanto ricadente all'interno della lente ghiaiosa;
- Sotto l'aspetto idrogeologico, il livello freatico posto a circa -10,65m dal p.c. (S2), da tenere in considerazione nella progettazione strutturale delle opere previste, risulta globalmente non interferente in relazione al volume significativo afferente alla tipologia di opera;
- Si evidenzia inoltre la presenza del vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923 sull'area di progetto applicando cioè il vincolo per scopi idrogeologici sui terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione contrastanti con le norme di cui agli articoli 7, 8 e 9 dello stesso decreto possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque. Sotto tale aspetto la configurazione geologico-stratigrafica, l'andamento topografico ed altimetrico, l'esposizione, le caratteristiche litotecniche dei terreni indagati, l'assenza di elementi botanico-vegetazionali-forestali di pregio tutelati, permettono di affermare che non vi sia potenziale rischio di perdita di equilibrio dell'assetto idrogeologico dell'area di intervento, né potenziale turbamento del regime delle acque evidenziando l'assenza di forme fluviali e/o elementi idrici superficiali interferenti con le opere in progetto. **Pertanto il si esprime un giudizio positivo di compatibilità idrogeologica ai sensi del R.D. 3267/1923.**
- In relazione alle indagini geognostiche reperite e consultate, correlandoli con le analisi geologiche-sismiche (MZS) possono essere espresse le seguenti considerazioni per l'intera area interessata dagli interventi:

 geology architecture engineering	REALIZZAZIONE IMPIANTO DI ACCUMULO con POTENZA DI IMMISSIONE DI 100 MWp in COMUNE DI CITTA' SANT'ANGELO (PE) – GELSOMINO SRL	Codice Elaborato:	2.01
		Data:	23/03/2026
	RELAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA, SISMICA	Revisione:	00
		Pagina:	115 di 115

- ✓ Relativamente alla sequenza stratigrafica e sismica si hanno valori di V_{seq} pari a 328 m/s circa da cui si può dedurre una Categoria di suolo C ai sensi delle NTC 2018 e smi.
- ✓ L'area di intervento rientra nella **Zona 6 con passaggio alla Zona 7** - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali nella MZS comunale di Città Sant'Angelo;

- Nel caso in studio i depositi caratterizzanti l'area di progetto sono afferenti a terreni a componente limosa (circa il 50-60%) prevalente ed argillosa secondariamente (circa il 30%) con sabbia (10-15%) come da analisi granulometriche reperite sui campioni prelevati ed analizzati nelle verticali di indagine S1 ed S2.

Da tali analisi si evince che la distribuzione granulometrica della curva dei terreni analizzati risulta chiaramente esterna alle zone di cui alla figura 7.11 (a) e (b) [i grafici (a) e (b) mostrano le percentuali di sabbia (passante al setaccio 0.075 mm) e limo/argilla (passante al setaccio 0.075 mm) che definiscono le zone di potenziale liquefazione] non trattandosi cioè di depositi sabbiosi monogranulari puliti, **ma presentando una elevata componente limoso-argillosa ed in tal senso il coefficiente di uniformità del caso in esame risulta esterno alle fasce considerate liquefacibili per la gran parte (%) del campione considerato da cui si esclude la potenziale liquefazione del deposito ai sensi delle NTC 2018 e smi.**

- Per il sito la Magnitudo media risulta essere 5,290 ad una distanza di 11,100 km, mentre l'ag risulta compresa tra 0,168-0,220 g (SLV-SLC) per una Classe di Edificio II con $C_u=1$.

Tali valori non rappresentano vincolo ostativo per la realizzazione delle opere, al contrario risultano funzionali al fine di adottare le idonee soluzioni tecniche a sopportare le sollecitazioni sismiche attese per il sito, con un giudizio di fattibilità finale in ambito geologico-geotecnico-sismico nonché idrogeologico positivo senza limitazioni.

Si allega di seguito il fascicolo delle indagini geognostiche reperite e consultate nel presente studio eseguite sull'area immediatamente adiacente. Altresì in fase esecutiva si procederà a realizzare una idonea campagna geognostica puntuale sia in ambito geotecnico che sismico ai sensi delle NTC 2018 e smi.

San Benedetto del Tronto 23.03.2026

dott. Geol. Alessandro Mascitti