

00	19/04/2021		AM	AM	AM
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APROVATO

# Volta Green Energy

**REGIONE SICILIA**  
**Provincia di Trapani**  
**COMUNI DI MAZARA DEL VALLO E MARSALA**



**PROGETTO:**

**PARCO EOLICO CHELBI**  
**PROGETTO DEFINITIVO**

**COMMITTENTE:**

## VGE 03

Piazza Manifattura, 1 – 38068 Rovereto (TN)  
 Tel. +39 0464 625100 - Fax +39 0464 625101 - PEC vge03@legalmail.it

**PROGETTISTA**

**gae | studio**  
*geology architecture engineering*

dot. geol. Alessandro Mascitti  
 Sede Operativa: Via Torstila, 2 - 63074 - San Benedetto del Tronto (AP) - Italy  
 Sede Fiscale: Via Fileni, 7B - 63074 - San Benedetto del Tronto (AP) - Italy  
 piva: 01831640462 - Tel.: +39 0481 7543862  
 email: gae.studio.it@gmail.com | pec: alessandromascitti@epao sicurezzapostale.it  
 http://gae.studio.altervista.org



**OGGETTO DELL'ELABORATO:**

**STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO, IDROGEOLOGICO E SISMICO**

	SCALA	FOGLIO	FORMATO	CODIFICA COMMITTENTE
<b>CH-CE32</b>		1 di 85	A4-A3	

ID ELABORATO : CH-CE32 - Relazione Geologica Parco Eolico Chelbi\_REV00

Questo elaborato è di proprietà di VGE 03 ed è protetto a termini di legge

**Volta g.e.**  
 green energy



## INDICE

1. PREMESSA .....	2
2. INQUADRAMENTO ED UBICAZIONE .....	3
3. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA .....	6
3.1 Geologia Regionale ed Evoluzione paleogeografica e strutturale della Sicilia.....	6
3.2 Morfologia e lineamenti geomorfologici regionali .....	6
3.3 Inquadramento climatico regionale.....	7
Schema Geologico Regionale.....	10
.....	10
3.4 Geologia di dettaglio dei Monti Trapanesi .....	10
3.5 Analisi Geomorfológica di dettaglio .....	14
3.6 Idrografia (Bacino del Fiume Birgi - 050).....	15
3.7 Idrografia (Bacino del Fiume Màzzaro - 052) .....	16
3.8 Caratteristiche litologiche delle formazioni affioranti .....	17
3.9 Geomorfologia .....	23
3.10 Cenni di idrogeologia .....	24
3.11 Lineamenti geomorfologici .....	34
3.12 Analisi e valutazione del Rischio Geomorfológico ed Idraulico.....	34
3.13 Analisi interferenze con il reticolo idrografico.....	37
3.14 Vincolo Idrogeologico.....	48
4. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA ed ANALISI .....	50
5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO .....	51
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL’AREA.....	65
7. ANALISI SISMICA E SISMOGENETICA.....	72
7.1 Storia sismica (Database Macrosismico Italiano 2015 - DBMI15).....	79
8. CONCLUSIONI.....	84

## 1. PREMESSA

VEG 03 S.r.l. (di seguito anche la "Società") è una società appartenente al Gruppo Volta Green Energy (di seguito anche "VGE").

Volta Green Energy, con sede in 38068 Rovereto (TN), Piazza Manifattura n. 1, iscritta alla CCAA di Trento al n° 02469060228, REA TN – 226969, Codice Fiscale 02469060228 e Partita IVA IT02469060228 opera nel settore della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili e nasce dall'esperienza più che decennale di professionisti, con oltre 350 MW di parchi eolici e 16 MW di impianti fotovoltaici sviluppati, costruiti e gestiti.

VGE, avvalendosi delle competenze dei propri dipendenti, nonché delle professionalità e manodopera locali, è in grado di gestire tutte le fasi di vita di un progetto: sviluppo, financing, ingegneria, costruzione ed operation.

VEG 03, anch'essa con sede in 38068 Rovereto (TN), Piazza Manifattura n. 1, iscritta alla CCAA di Trento al n° 04805610237, REA TN - 237979, Codice fiscale 04805610237 e Partita IVA IT04805610237, ha in progetto la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, mediante l'installazione di 7 aerogeneratori di potenza unitaria pari a 6 MW, per una potenza complessiva di 42 MW, sito in località Chelbi, nel Comune di Mazara del Vallo, in provincia di Trapani (di seguito anche "Parco Eolico Chelbi").

Secondo quanto previsto dal preventivo prot. n. 34740347 rilasciato da Terna SpA in data 22/02/2021, poi accettato in data 31/03/2021, l'impianto si collegherà alla RTN per la consegna della energia elettrica prodotta attraverso una stazione utente di trasformazione e consegna (di seguito anche "SSEU") da collegare in antenna a 220 kV con una nuova stazione elettrica di smistamento (di seguito anche "SE") a 220 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Fulgatore – Partanna".

Il modello tipo di aerogeneratore (di seguito anche 'WTC') scelto, dopo opportune considerazioni tecniche ed economico finanziarie, è il modello tipo Siemens Gamesa SG170 da 6 MW con altezza mozzo pari a 115 m, diametro rotore pari a 170 m e altezza massima al top della pala pari a 200 m. Questo modello tipo di aerogeneratore è allo stato attuale quello ritenuto più idoneo per il sito di progetto dell'impianto.

L'area interessata dal posizionamento degli aerogeneratori ricade in località Chelbi, nel Comune di Mazara del Vallo, in contrada Chelbi, Chelbi Maggiore, Masseria Vecchia e La Carcia, in provincia di Trapani, su una superficie a destinazione agricola. I terreni sui quali si intende realizzare l'impianto sono tutti di proprietà privata; di questi, quelli su cui è prevista l'installazione degli aerogeneratori sono nella disponibilità della Società proponente. Il territorio è caratterizzato da un'orografia prevalentemente collinare, le posizioni delle macchine hanno all'incirca un'altitudine media s.l.m. di 152 m.

L'installazione di questi 7 aerogeneratori permetterà di sfruttare al massimo la buona risorsa eolica presente nel sito di progetto, consentendo una produzione annua stimata di energia elettrica pari a 121,157 GWh/anno. Il risultato sarà un notevole contributo al risparmio di emissioni di gas ad effetto serra.

La presente relazione geologica è stata redatta allo scopo di accertare le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche, nonché sismiche del sito nel quale la Società intende installare il parco eolico e le relative opere infrastrutturali descritte nel Comune di Mazara del Vallo in località Chelbi. Lo studio è finalizzato al dimensionamento delle fondazioni degli aerogeneratori ed alla progettazione delle opere civili, infrastrutturali e dei collegamenti in cavidotto fino alla stazione di trasformazione e consegna da collegare alla nuova SE a 220 kV della RTN e la stessa SSEU che ricade nel Comune di Marsala, foglio 189, particelle 169 e 193.

Il presente elaborato fa riferimento a dati di bibliografia e a studi per interventi che hanno interessato la medesima area e/o zone limitrofe a quella di intervento, permettendo di conoscere con maggiore accuratezza il sito in esame. Campagne geognostiche puntuali, tramite le quali è stato possibile indagare il sottosuolo sia sotto l'aspetto stratigrafico che geotecnico nonché sismico con esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo ed indagini geofisiche MASW.

A conclusione di tale attività è stata redatta la presente relazione, che ha permesso di definire le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche e sismiche dei terreni presenti ed affioranti.

Tutta l'attività svolta è descritta all'interno del presente studio, dove sono stati riportati, tra l'altro, riferimenti cartografici e tematici dei risultati ottenuti.

## 2. INQUADRAMENTO ED UBICAZIONE

L'area di intervento è ubicata ad Est delle loc. Ciavolo e Digerbato (territorio comunale di Marsala) all'interno del territorio comunale di Mazara del Vallo (TP), a sud della SS188, a nord rispetto la SP62.

L'area in esame ricade sui fogli in scala 1:25'000 della Carta Ufficiale d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Foglio n.257, III Quadr. NE "Baglio Chitarra" e III Quadr. NO "Paolini".

Sulla Carta Tecnica Regionale edita dalla Regione Siciliana in scala 1:10.000, l'area interessata è compresa nelle Sezioni 617030-617040-605160-606130.

In particolare, l'ubicazione del parco eolico interessa un'area collinare con quote variabili tra 140 e 165m s.l.m. circa articolata e caratterizzata morfologicamente dalla presenza di incisioni vallive di corpi idrici secondari e dalle valli alluvionali del del fosso Pellegrino a Nord-Est e del t.Judeo ad Est e rilievi collinari (Timp.ne Summarriri 159m slm a Nord e Timp.ne Mass. Imperi 151m slm a Sud).

STRALCIO CARTA CTR scala 1:10'000 (Elaborato CH-CE03)

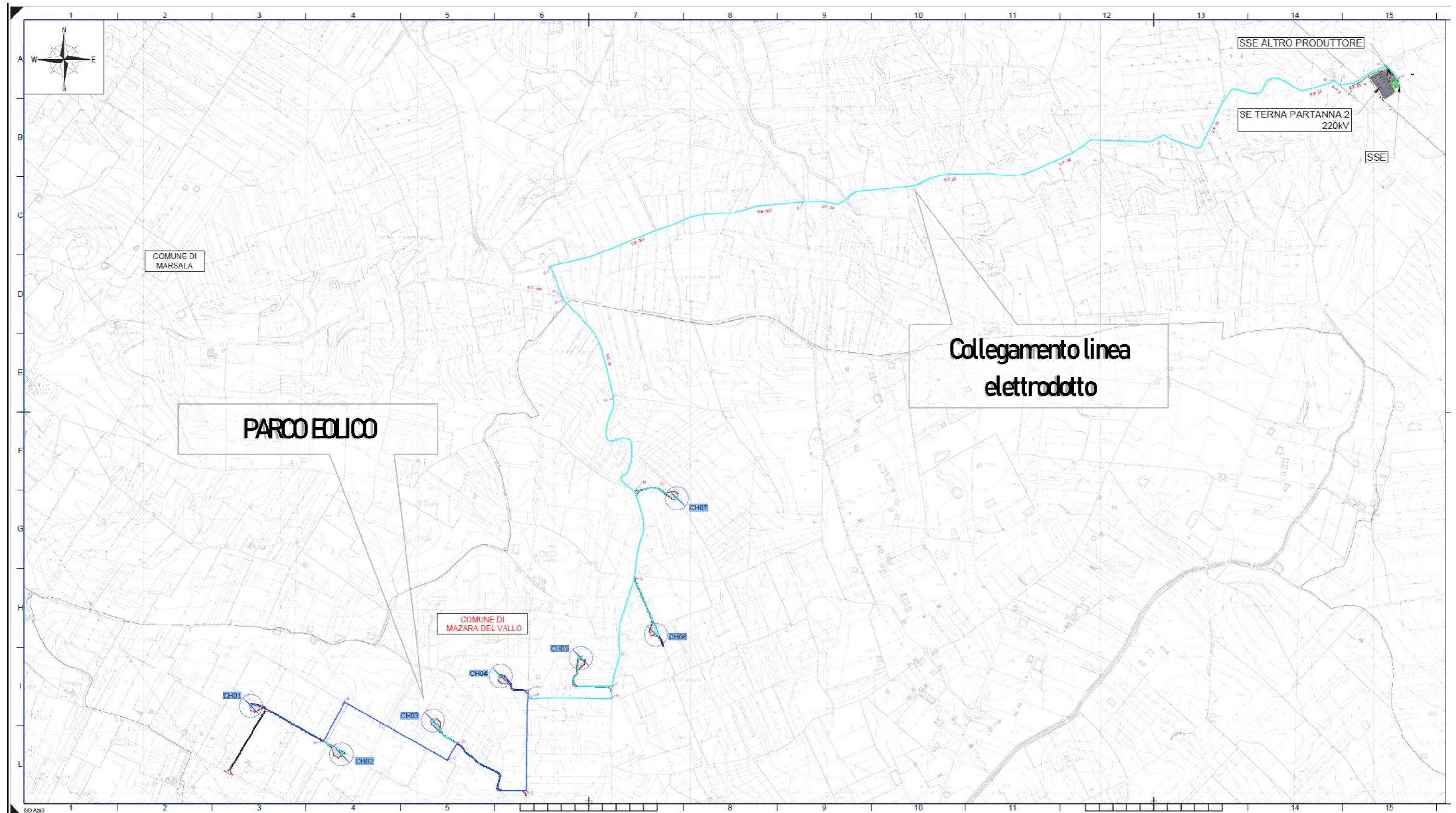
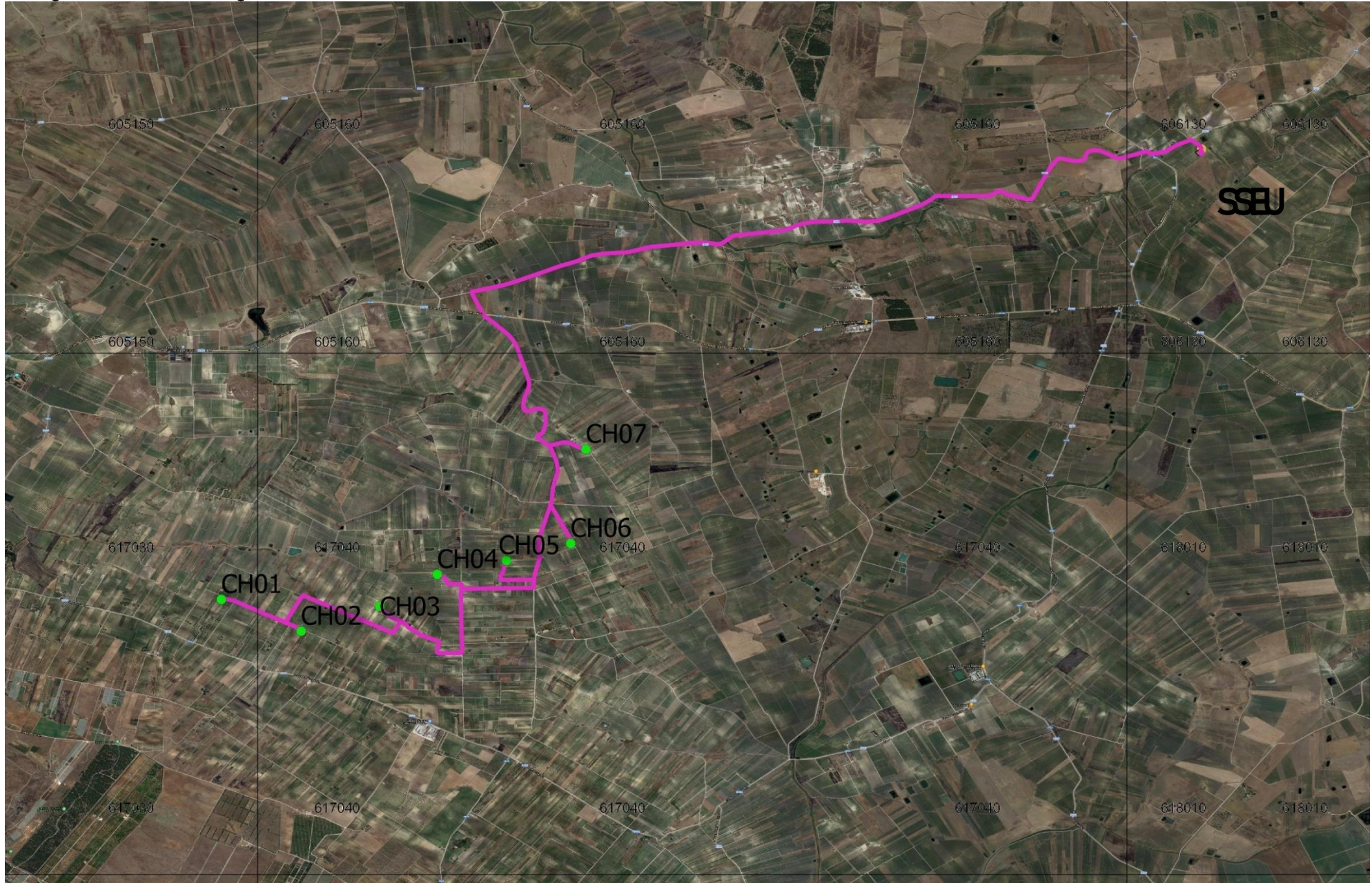


Immagine Satellitare da Google Earth – 2020



### 3. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA ED IDROGEOLOGIA

#### 3.1 Geologia Regionale ed Evoluzione paleogeografica e strutturale della Sicilia

Nel Mediterraneo centro-occidentale, la Sicilia costituisce un segmento di catena che si sviluppa lungo il limite tra la placca africana e quella europea, collega le Maghrebidi africane con la Calabria e gli Appennini e si estende dalla Sardegna fino alla piattaforma pelagiana (Canale di Sicilia, Fig. 3). Dopo la fase orogenica alpina paleogenica, i movimenti compressivi più importanti di questo settore del Mediterraneo sono dovuti alla subduzione della crosta adriatico-ionica. In questo quadro la collisione del blocco sardo-corso con il margine continentale africano (Bellon et alii, 1977; Channell et alii, 1979; Dercourt et alii, 1986) è considerata comunemente come la causa primaria per la gran parte della deformazione compressiva nella catena sudappenninica-siciliana (Catalano et alii, 1996).

Dal Miocene superiore, con la fine della rotazione del blocco sardo-corso, parte dell'orogene alpino-appenninico venne interessato da processi distensivi, associati con il progressivo arretramento del piano di subduzione, immergente verso NO, della placca adriatico-ionica al di sotto della Calabria, responsabili della formazione ed evoluzione del bacino tirrenico meridionale (Rehault et alii, 1987; Malinverno & Ryan, 1986; Faccenna et alii, 1996; Gueguen et alii, 1998).

Il complesso collisionale della Sicilia e del suo prolungamento offshore è caratterizzato da tre elementi tettonici principali (Fig. 4):

a) un'area di avampaese, affiorante nella Sicilia sud-orientale e nel Canale di Sicilia a sud di Sciacca. La successione sedimentaria autoctona ricopre un basamento cristallino africano ed è costituita da circa 7 km di carbonati di piattaforma e di scarpata-bacino del Triassico, di carbonati pelagici del Giurassico-Eocene e di depositi clastici di piattaforma aperta del Terziario (Patacca et alii, 1979; Catalano & D'Argenio, 1982; Bianchi et alii, 1989; Antonelli et alii, 1991);

b) un'avanfossa recente, localizzata nell'offshore meridionale della Sicilia (Bacino di Gela) e nella regione iblea lungo il margine settentrionale dell'avampaese dove è in parte sepolta dal fronte della catena (Falda di Gela, Fig. 4);

c) una catena complessa, vergente verso SSE, spesso a luoghi più di 15 km, costituita (dall'interno verso l'esterno) da un elemento "europeo" (Unità Peloritane), un elemento "tetideo" (Unità Sicilidi) ed un elemento "africano" (Unità Appenninico-Maghrebidi). Le unità più interne disposte nell'offshore settentrionale dell'Isola sono generalmente collassate verso nord in relazione all'apertura del Tirreno centro-meridionale (Rehault et alii, 1987).

Recenti lavori, supportati da numerosi profili sismici a riflessione (Catalano et alii, 1998 c, 2000 a; Bello et alii, 2000), descrivono la catena siciliana come il risultato della sovrapposizione, da occidente ad oriente, di unità tettoniche pellicolari (risultanti dalla deformazione degli originari domini meso-cenozoici sicilide, imerese e sicano) su un cuneo, spesso 6-7 km, di thrusts derivanti dalla deformazione di un originario dominio di piattaforma carbonatica (trapanese, saccense, panormide). L'insieme così strutturato poggia, a sua volta, sull'avampaese non deformato che affiora nel Plateau ibleo e si continua nel Canale di Sicilia (ibleo-pelagiano).

#### 3.2 Morfologia e lineamenti geomorfologici regionali

La suddivisione del territorio regionale siciliano in funzione dei suoi caratteri geomorfologici è naturalmente legata all'assetto geologico – strutturale.

La catena, rappresentando la prosecuzione dell'Appennino, assume la denominazione di Appennino siculo e si articola in diversi gruppi montuosi. Quello più orientale è costituito dai monti Peloritani, compresi tra Capo Peloro e Portella Mandrazzi, le cui cime raramente superano i 1.000 m. La quota massima (1.374 m) si raggiunge a Montagna Grande. Sono formati da una serie di rilievi aspri, costituiti prevalentemente da rocce metamorfiche e, nei settori più occidentali, da rocce sedimentarie in facies di flysch. Più a Ovest l'Appennino siculo prosegue con i monti Nebrodi, mediamente più elevati dei precedenti, fino ai 1.847 m di M.Soro, caratterizzati da forme più dolci ed arrotondate per la presenza di terreni prevalentemente argillosi e arenacei, dotati di elevata erodibilità. I Peloritani e i Nebrodi sono drenati da numerosi torrenti, con foce lungo i litorali tirrenico e ionico, caratterizzati dalla elevata pendenza e dalla ridotta lunghezza delle aste fluviali, che scorrono su ampie e potenti piane alluvionali (fiumare).

A Ovest dei Nebrodi, separato dalla vallata del Fiume Pollina, si trova il gruppo montuoso delle Madonie, costituito da rocce carbonatiche e arenaceo - argillose, che raggiunge i 1.979 m di altezza a Pizzo Carbonara, il secondo rilievo della Sicilia. La grande diffusione di rocce calcaree ha favorito il notevole sviluppo del carsismo, sia superficiale che profondo, che ha modellato larga parte del paesaggio delle alte Madonie e dato origine a numerose cavità sotterranee alcune delle quali hanno ospitato insediamenti preistorici (grotte dell'area di Isnello).

I rilievi più alti sono bordati da ampi versanti in larga parte coperti da potenti falde detritiche che sono sede di imponenti fenomeni franosi sia superficiali che profondi.

Più ad occidente, dopo le vallate dei fiumi Imera Settentrionale e Torto, la catena, la cui costituzione litologica diviene prevalentemente calcarea, si articola nei rilievi dei Monti di Termini Imerese - Trabia, che raggiungono i 1.326 m a Monte San Calogero, e dei Monti di Palermo, che culminano con i 1.333 m della Pizzuta. I rilievi montuosi, oggi quasi del tutto privi di vegetazione arborea, sono interessati dalla notevole diffusione di morfologie carsiche epigee ed ipogee a cui, nelle aree costiere, si aggiungono numerose cavità di origine marina che sono state utilizzate dall'uomo preistorico (grotte dell'Addaura, San Ciro, Carburangeli, Puntali, ecc.).

Infine, separati dalla Piana di Partinico, seguono i Monti di Trapani, anch'essi prevalentemente di natura carbonatica, di cui le isole Egadi costituiscono l'estrema propaggine occidentale. La cima più alta è M. Sparagio, nella penisola di San Vito, che raggiunge i 1.110 m; l'intera area è caratterizzata da una serie di rilievi collinari e montuosi, talora isolati.

La fascia costiera settentrionale, che presenta tratti di costa bassa e sabbiosa, intercalati da tratti di coste a falesia, è articolata in numerosi golfi, il più ampio dei quali è quello di Castellammare, caratterizzato fino a qualche decennio addietro dalla diffusa presenza di cordoni dunari di retrospiaggia oggi scomparsi per l'antropizzazione. La costa conserva in più tratti lembi di terrazzi marini degradanti che testimoniano i successivi livelli di stazionamento del mare pleistocenico e presenta una estesa piana costiera, marginata da terrazzi marini che si colloca nella porzione centrale del Golfo di Termini Imerese, formatasi in tempi recenti per gli apporti alluvionali dei fiumi Torto ed Imera Settentrionale. Lungo la costa settentrionale della Sicilia sfociano, oltre a quelli già citati, il fiume S. Leonardo, nel golfo di Termini Imerese, e il San Bartolomeo nel golfo di Castellammare.

I Monti Sicani, che occupano il settore sud-occidentale dell'isola, costituiscono un'appendice meridionale del segmento occidentale della catena, cui sono affini sotto il profilo geologico strutturale. Si tratta di un gruppo montuoso molto articolato e con rilievi spesso isolati fra i quali spiccano Rocca Busambra (1.613 m), Monte Cammarata (1.578 m) e Monte Genuardo (1.180 m).

Il settore di avanfossa, è caratterizzato dalla presenza di rocce sedimentarie di diversa litologia, di età terziaria e quaternaria. Fra di esse notevole importanza rivestono le successioni della serie evaporitica di età messiniana, il cui tipo litologico più diffuso è costituito dai gessi, che, a causa dell'elevata solubilità, sono interessati da diffusi fenomeni carsici.

Ad occidente dei Sicani le aree più interne sono caratterizzate da rilievi collinari che si raccordano alla costa tramite una gradinata di terrazzi marini che degradano fino al mare.

L'idrografia è caratterizzata dalla presenza dell'ampio bacino del Fiume Belice, il cui tratto terminale presenta una caratteristica morfologia a terrazzi fluviali. Ad oriente si sviluppa il caratteristico paesaggio collinare "dell'Altopiano Solfifero" che è dominato da forme ondulate legate alla presenza di gessi e dei calcari evaporitici e in alcuni casi ad affioramenti di arenarie e conglomerati miocenici. La diffusa presenza di terreni di natura argillosa favorisce lo sviluppo di intensi processi erosivi, cui si associano frequenti movimenti franosi che rendono estremamente instabili e desolati questi territori.

### 3.3 Inquadramento climatico regionale

Il clima della Sicilia è genericamente definito di tipo "mediterraneo" (Csa secondo la classificazione di Wladimir Köppen), e viene generalmente considerato molto mite. Nella realtà la posizione geografica dell'isola, che per la sua collocazione baricentrica nell'area mediterranea è esposta alle influenze sia delle masse d'aria continentali sia di quelle temperate marittime, e il suo articolato assetto orografico, danno luogo, nei diversi settori, a marcate differenze climatiche. Il fattore orografico inoltre, controllando la distribuzione delle piogge, riduce l'effetto mitigatore del mare nelle aree più interne, rendendo le condizioni climatiche fortemente contrastate.

Dal punto di vista pluviometrico il clima può essere considerato bi-stagionale, con l'80% delle piogge concentrato nel semestre autunno - inverno; ne consegue una aridità elevata (indice di De Martonne intorno a 14), che vede diverse aree, soprattutto del settore meridionale, con ben sette mesi asciutti.



Tale andamento è dovuto al fatto che in estate l’area mediterranea è dominata da un campo di alte pressioni, legato alla espansione dell’Anticiclone delle Azzorre, che da luogo alla circolazione di masse d’aria tropicali marittime, di tipo subsidente, che deviano i percorsi dei cicloni delle medie latitudini verso le regioni dell’Europa settentrionale. Di contro in inverno l’anticiclone tropicale marittimo si sposta verso latitudini più basse esponendo le regioni mediterranee alle perturbazioni provenienti dall’Atlantico, spinte verso le latitudini meridionali dalla migrazione stagionale del Ciclone di Islanda.

La media delle precipitazioni annue è di circa 735 mm. Le aree più piovose si localizzano in corrispondenza dei versanti settentrionali dell’Appennino siculo (precipitazioni medie annue intorno ai 1.000 mm che raggiungono i 1.300 mm sui Nebrodi e sui Peloritani) che costituisce una barriera nei confronti dei venti dominanti che provengono dai quadranti settentrionali quali il Maestrale, la Tramontana ed il Grecale. Ovviamente il picco di piovosità si localizza sull’Etna (fino a 2.000 mm annui) per la concomitante influenza della posizione geografica e del fattore orografico. Importanti sono anche i movimenti delle masse d’aria provenienti dai quadranti meridionali che generano i venti di Scirocco e di Libeccio, particolarmente intensi lungo le coste del Canale di Sicilia; essi sovente portano condizioni di caldo torrido e mitigano il clima delle stagioni invernali.

Le condizioni termiche sono più uniformi, con la generale diminuzione dei valori medi delle temperature con l’altitudine e verso le zone più interne, caratterizzate da inverni più freddi ed escursioni termiche più accentuate.

I massimi estivi si riscontrano soprattutto nel settore centro - meridionale, ove, in qualche località interna, le temperature possono superare i 42° C.

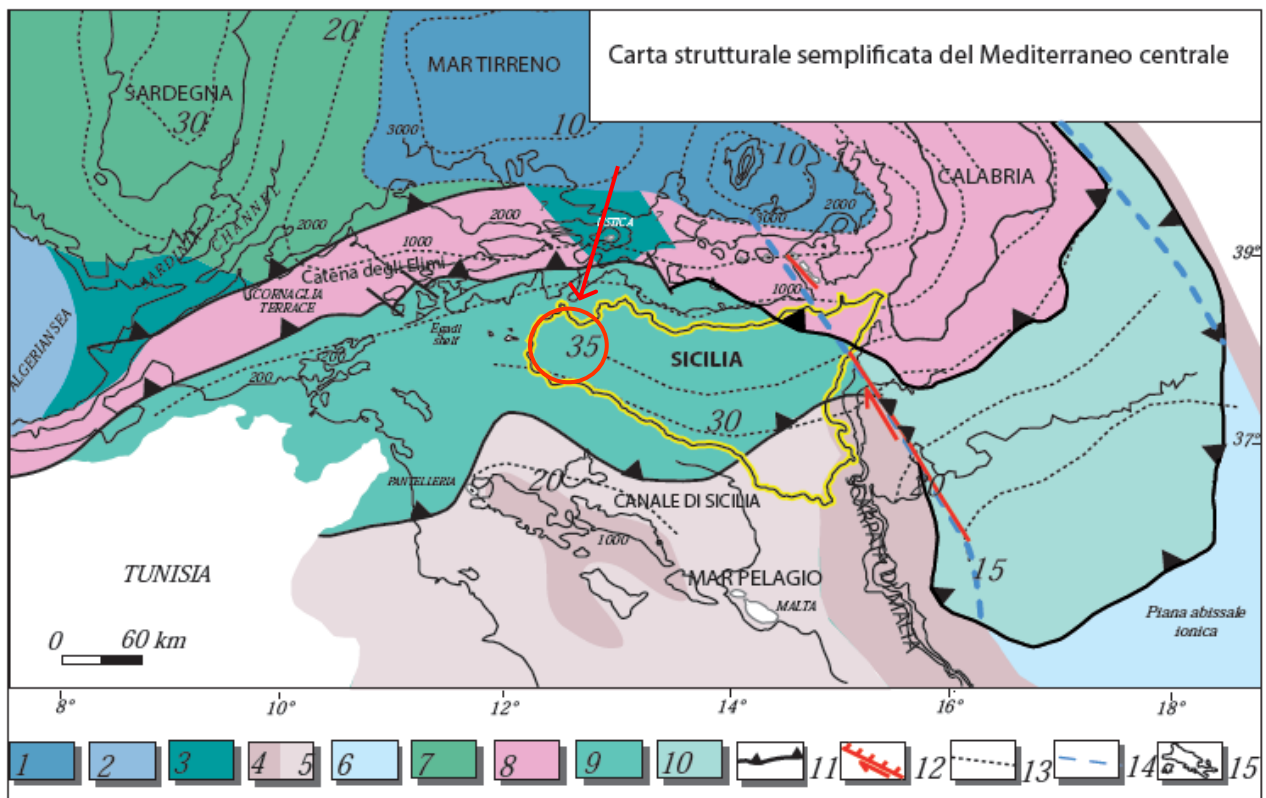


Fig.3 - La carta illustra i differenti settori crostali della regione centrale del Mediterraneo (modif. da Catalano et alii, 2002).  
 Legenda: 1) crosta oceanica del Mar Tirreno (Kastens et alii, 1987); 2) crosta oceanica del Bacino Algerino; 3) crosta continentale assottigliata kabilo e sarda; 4) crosta continentale (5 = assottigliata) africana; 6) crosta oceanica del Mar Ionio; 7) unità tettoniche sarde; 8) unità kabilo-calabridi; 9) unità siciliane-maghebidi; 10) prisma di accrezione ionico; 11) fronti di sovrascorrimento; 12) faglia con probabile componente transtensiva (ridisegnata da Chamoot-Rooke et alii, 2005); 13) isobate (in km) della Moho; 14) limite margine passivo-oceano ionico secondo Catalano et alii, 2001; 15) batimetria.

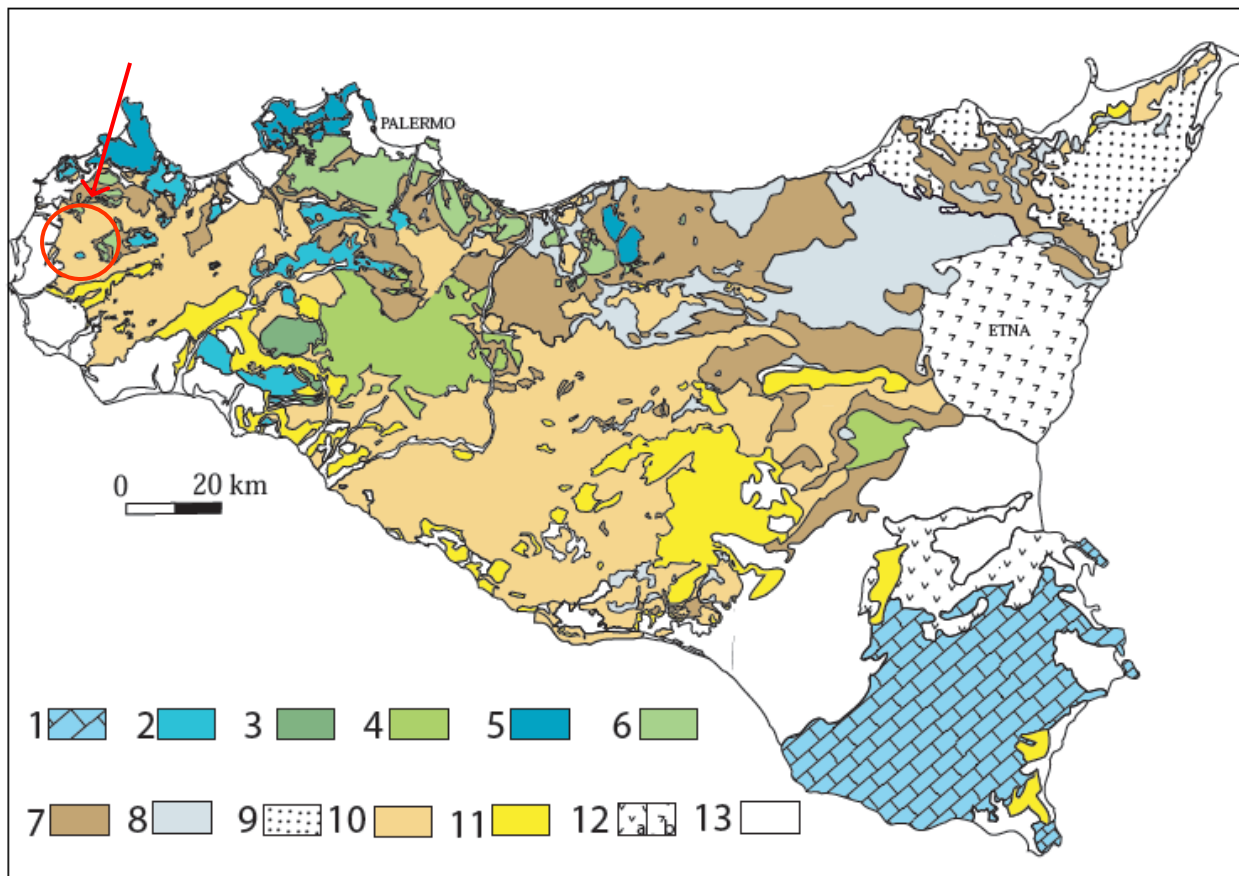


Fig. 4 - Carta strutturale della Sicilia (modif. da Catalano & D'Argenio, 1982; Catalano et alii, 1996). Legenda: 1) Unità dell'Avampae Ibleo 2) Unità di piattaforma carbonatico-pelagica (Trapanese-Saccense); 3) Unità di Monte Genuardo (transizione piattaforma-bacino); 4) Unità di mare profondo (Sicano); 5) Unità di piattaforma carbonatica (Panormide); 6) Unità di scarpata-bacino (Imerese-Prepanormide); 7) Unità dei flysch miocenici (numidico e flysch interni); 8) Unità Sicilidi; 9) Unità cristalline Calabro-Peloritane; 10) depositi sinorogeni mio-pliocenici; 11) depositi sintettonici Plio-pleistocenici; 12) Vulcaniti Plio-Quaternarie; 13) depositi pleistocenici.

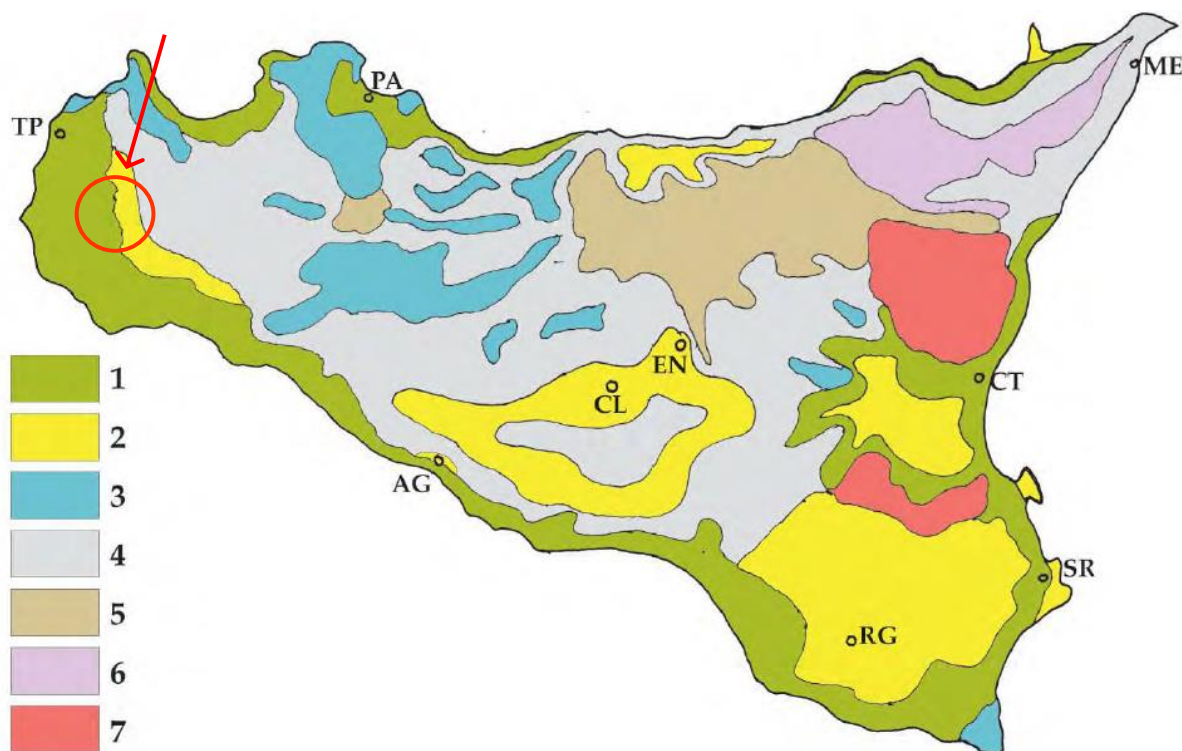
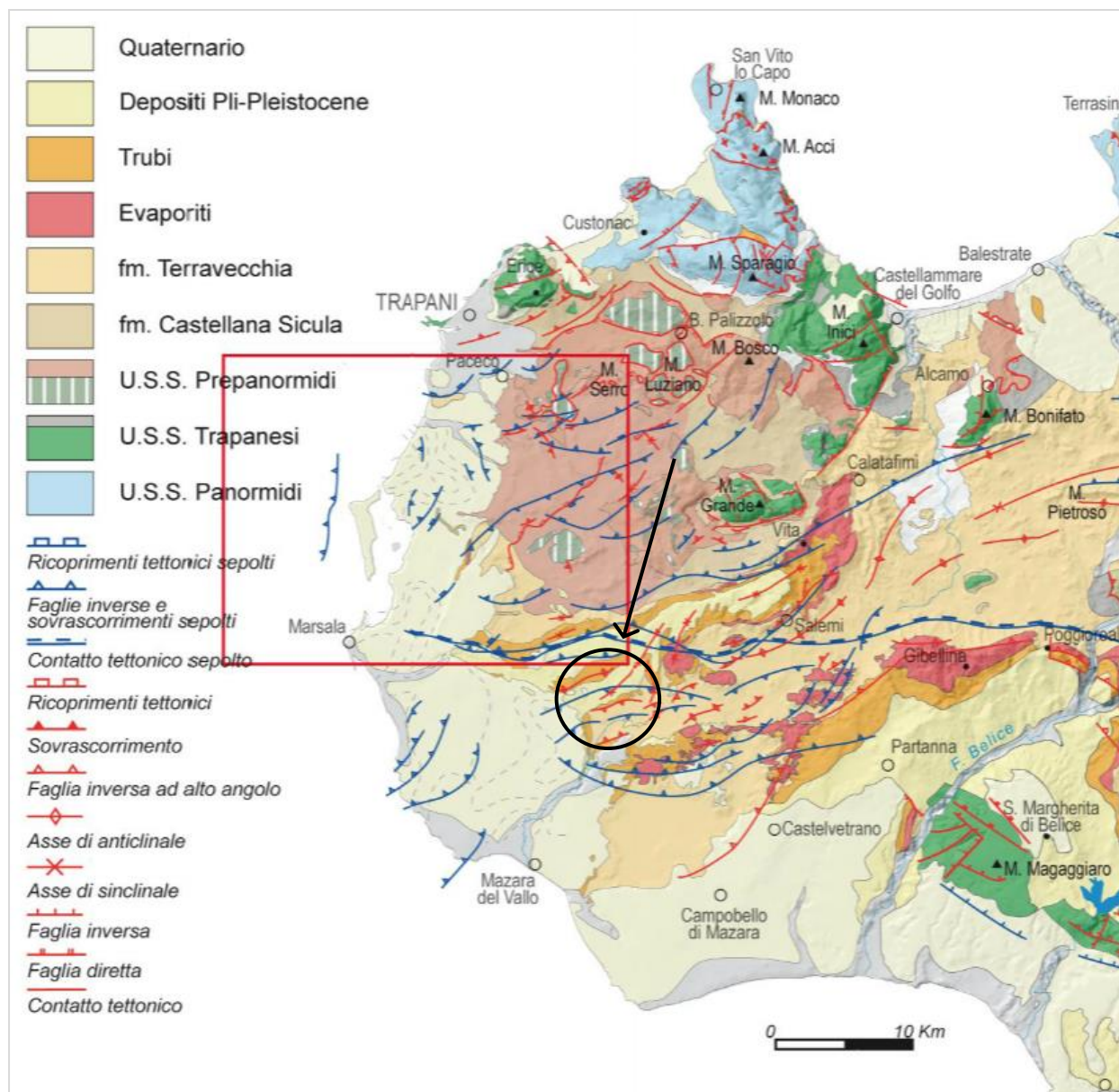


Fig. 4a - Distribuzione morfo-altimetrica. 1: pianure calcarenitiche costiere; 2: altipiani calcarenitici; 3: monti a calcarei; 4: colline argillose con spuntori di gessi nelle zone centrali ed occidentali; 5: monti e colline marnosoarenacee; 6: monti a metamorfiti; 7: monti e colline vulcaniche.

Schema Geologico Regionale



3.4 Geologia di dettaglio dei Monti Trapanesi

I Monti di Trapani ricadono nel settore più occidentale della catena nord-siciliana e sono il risultato della sovrapposizione tettonica di vari corpi geologici carbonatici, carbonatico-silicoclastici e terrigeni di età Trias sup. - Miocene sup. con vergenza meridionale. Questi corpi derivano dalla deformazione di successioni di piattaforma carbonatica e carbonatico-pelagica individuate durante le fasi di distensione mesozoica.

Le unità geometricamente più basse derivano, secondo i modelli strutturali più recenti, dalla deformazione dei terreni del Dominio Trapanese - Saccense a cui si sovrappongono le unità derivanti dalla deformazione del settore più occidentale del Dominio Panormide. Le unità geometricamente più alte derivano dalla deformazione di terreni cretacico-neogenici scollati dal loro substrato mesozoico e riferiti alle unità Pre - panormidi. Le unità tettoniche, impilate con geometrie di tipo ramp-flat, dal punto di vista idrogeologico presentano comportamento autonomo o in chiaro rapporto idraulico con unità tettoniche limitrofe o con il mare.

I terreni affioranti sono in gran parte di natura carbonatica. Questo genere di roccia è sensibile all'azione chimico-fisica delle acque dilavanti e circolanti. Il fenomeno che studia i meccanismi di dissoluzione di rocce carbonatiche da parte delle acque meteoriche prende il nome di carsismo.

Il carsismo è presente in ogni parte della riserva in quanto la superficie delle rocce è costellata da strutture di dissoluzione: le scannellature (canalicoli crestati che si formano in direzione della linea di

massima pendenza della superficie rocciosa) che in genere si strutturano parallelamente in gruppi anche molto numerosi; i fori di dissoluzione che spesso attraversano da parte a parte interi pacchi di strati in corrispondenza di piccole discontinuità della roccia (fratture); le vaschette di corrosione (piccole conche che si formano su superfici orizzontali) che si formano anche per l'azione di alcuni tipi di alghe.

Un altro aspetto del carsismo superficiale su scala macroscopica è costituito dalla presenza di strette ed alte gole (canyon), profondamente incise in alcuni rilievi prospicienti il mare.

Questo è l'aspetto esogeno (esterno) del carsismo in quanto è possibile osservarlo sulla superficie esterna delle rocce; esiste però un effetto che l'azione carsica esplica all'interno della massa rocciosa (endogeno) quando l'acqua si infiltra attraverso le fessure, modellandole ed allargandole fino a formare degli ambienti sotterranei percorribili dall'uomo, le grotte.

La circolazione idrica nelle principali idrostrutture individuate è condizionata, essenzialmente, dai principali lineamenti tettonici, dai piani di accavallamento che determinano l'incuneamento al di sotto di essi delle coperture terrigene impermeabili e dalla presenza di numerose forme carsiche. Lo sfruttamento degli acquiferi, presenti nei vari corpi idrici riconosciuti nei Monti di Trapani, si concentra, per lo più, nelle piane costiere che si sviluppano soprattutto nel settore occidentale od a ridosso di esse. Gli emungimenti lungo la fascia costiera hanno innescato fenomeni di ingressione marina.

Le strutture geologiche profonde sono caratterizzate da una circolazione idrotermale (Terme Segestane, Terme Gorga, Erice, contrada Crociferi, Balata - Inici ecc.).

### **Aspetti geologici**

I Monti di Trapani sono localizzati nell'estremità occidentale della Sicilia e sono delimitati a Nord dal Mar Tirreno, ad Est dai Monti di Palermo, a Sud dal cosiddetto Bacino di Castelvetrano e ad Ovest dal Canale di Sicilia. Questi rilievi montuosi rappresentano il settore più occidentale della Catena Siciliana, costituendo un segmento della catena appenninico-magrebide originato dalla sovrapposizione tettonica miocenica di varie unità carbonatiche, carbonatico-silicoclastiche e terrigene, di età compresa fra il Trias sup. ed il Miocene sup., vergenti verso S e SE (Giunta & Liguori, 1970, 1972; Catalano & D'Argenio, 1982; Abate et al., 1991, 1993; Figg. 1, 2, e 3). Tali unità, derivano dalla deformazione di piattaforme carbonatiche e carbonatico-pelagiche individuatesi durante le fasi distensive mesozoiche. Nel Pliocene medio-sup., le ulteriori deformazioni dell'edificio tettonico, associate a sistemi traspressivi, hanno determinato localmente l'estrusione dei corpi tettonici, geometricamente più bassi nell'edificio strutturale, producendo, inoltre, sistemi fuori sequenza retrovergenti. In base alle caratteristiche lito e biostratigrafiche, sedimentologiche ed alla reciproca posizione geometrica sono state riconosciute le seguenti successioni:

- Successioni carbonatiche e silicoclastiche, meso-cenozoiche, con caratteristiche di piattaforma carbonatica e carbonatico-pelagica riferibili al Dominio Trapanese-Saccense o Ibleo-Trapanese (Montanari, 1987, Incandela, 1995);
- Successioni carbonatiche meso-cenozoiche con caratteristiche di piattaforma carbonatica, di margine e terrigene di scarpata, riferibili al Dominio Panormide (Catalano & D'Argenio, 1978, 1982; Abate et al., 1991, 1993);
- Successioni carbonatiche e silicoclastiche con caratteristiche di bacino e di margine di piattaforma riferibili al Dominio Pre-panormide del Cretaceo al Miocene (Catalano et al. 1996);
- Depositi "tardorogeni" distinti in successioni terrigene e carbonatiche del Miocene sup. – Pliocene inf. e successioni silicoclastiche-carbonatiche del Miocene sup. – Pliocene inf.

L'area di intervento è caratterizzata dal basso verso l'alto dalla sequenza delle Successioni riferibili al Dominio Pre-panormide dal Cretaceo al Miocene e dai Depositi "tardogeni" del Miocene sup. – Pliocene inf. le cui formazioni vengono dettagliate di seguito.

### **Successioni del Dominio Pre-panormide**

Le successioni bacinali riferite al Dominio Pre-panormide affiorano estesamente a S della penisola di San Vito Lo Capo fino ai dintorni di Paceco a W e di Marsala e di Salemi a S.

Questi terreni hanno caratteristiche di piattaforma carbonatica evolvente a margine e bacino, e sono costituiti, dal basso verso l'alto, da:

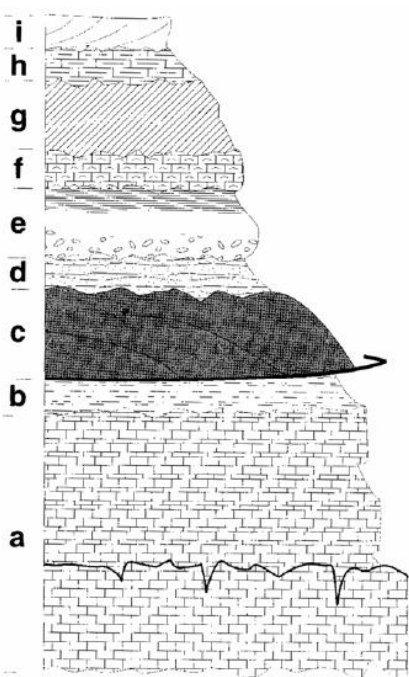
- Calclutiti e calclutiti marnose a noduli e liste di selce ad aptici, belemniti radiolari e foraminiferi (eq. F. Hybla, Cretaceo inf. – med.). Sono i terreni più antichi affioranti, e si presentano come un'alternanza di argilliti, marne e marne calcaree con intercalazioni di calclutiti e calcisiltiti a liste e noduli di selce, in strati

decimetrici. Affiorano a Baglio Ragoleo e Monte Murfi, con spessore massimo tra 60 e 80 m. Le caratteristiche sedimentologiche e faunistiche denotano un ambiente di deposizione francamente pelagico.

- Calcilutiti e calcisiltiti, calcari marnosi e marne "Scaglia" (Cretaceo sup. - Eocene). In continuità sul Cretaceo medio si riscontra un'alternanza di sottili strati di calcilutiti e calcisiltiti con liste e noduli di selce, passanti lateralmente a calcisiltiti marnose alternate a marne rossastre in livelli decimetrici con intercalazioni torbiditiche calcaree. A varie altezze si localizzano slumps in livelli decimetrici.

Queste litologie, con spessori attorno ai 100 m, affiorano a Monte Murfi (versante S), a Poggio Menta, a Baglio Fontana, nelle contrade Poma, Giamboi, Pietra Incarnata, Acque Sorbe, Ballata, Timpone Finocchio, a N di Città Povera e Baglio Rizzo, Le caratteristiche sedimentologiche e faunistiche indicano un ambiente pelagico con aree depresse ed alti strutturali.

- Argille, marne sabbiose, marne, calcari marnosi, arenarie e conglomerati quarzosi (Eocene sup. Miocene inf.). In paraconcordanza sulle litologie precedenti, segue un'alternanza di, argille marnose, marne e marne sabbiose e subordinatamente di calcari marnosi grigio verde; arenarie glauconitiche gradate e laminate, brecciole e brecce carbonatiche, alcuni con base erosiva. Da notare la presenza di intercalazioni lenticolari di biocalcareni e biocalciruditi a Nummuliti, Lepidocline e bioclasti vari ed a diverse altezze stratigrafiche di corpi di conglomerati in matrice prevalente, con base erosiva e ciottoli di argilla. Localmente, seguono argille siltose brune con intercalazioni di arenarie quarzose e noduli di siderite. Queste ultime litofacies risultano analoghe a quelle del Flysch Numidico. Le litologie predette nel loro complesso affiorano, con una potenza compresa tra 20 e 200 m, nelle seguenti località: a Monte Bosco, nel versante S di Timpone Tangi (a NO di Fulgatore), al Timpone Regalbesi (ad E di Dattilo), al Timpone Alto Iola, nel versante S di Monte Luziano (a S di Buseto Palizzolo), a Rocche Emilio (a S di Napola) ed a Monte Le Curcie. Le caratteristiche sedimentologiche e paleontologiche attestano la deposizione di tali litologie in un ambiente di scarpata e di base della scarpata; da notare che in alcune aree i sedimenti corrispondono alla zona assiale del bacino, in altre l'ambiente è neritico evolvente a scarpata.



Successione schematica dei terreni neogenici che si sovrappongono in discordanza sui carbonati mesocenozioci di facies trapanese o sulle falde PrePanormidi a loro volta sovrascorse su questi ultimi. a) substrato mesocenozioco trapanese; b) coperture clastico carbonatiche langhiano-tortoniane; c) unità delle falde PrePanormidi; d) Membro argillo-sabbioso di età Miocene medio discordante sui sottostanti terreni in falda e probabilmente coevo al loro trasporto; e) Formazione Terravecchia che inizia con conglomerati a volte continentali seguiti da sabbie ed argille di età al limite Tortoniano-Messiniano; f) Calcari di scogliera (Fm. Baucina) discordanti sui sottostanti depositi e ricoperti da marne messiniane; g) Evaporiti e marne gessose appartenenti al 2° ciclo; h) Trubi (marne e calcari), Pliocene inferiore; i) Depositi della Fm. marnosa-arenacea Pliocene superiore-Pleistocene inferiore.

Fig. 17 - Stratigrafia schematica delle unità carbonatiche dei Monti di Trapani (da CATALANO et al., 1998).

- Biocalcareni e calciruditi "Mischio" (Miocene med. - inf.). In discordanza angolare sui predetti depositi mesozoici e terziari, seguono delle peliti sabbiose e sabbie siltose con intercalazioni di calcareniti bioclastiche in strati centimetrici che passano a calcareniti glauconifere con ricchissima macrofauna. Queste litofacies affiorano, con potenza fino a 10, nelle seguenti località: a Timpone Mosca (SE di Paceco), alle Rocche Emilio (a S di Napola) ed al Timpone Regalbesi (a E di Dattilo). Le caratteristiche sedimentologiche indicano un ambiente di bassa energia prossimo ad una scogliera.

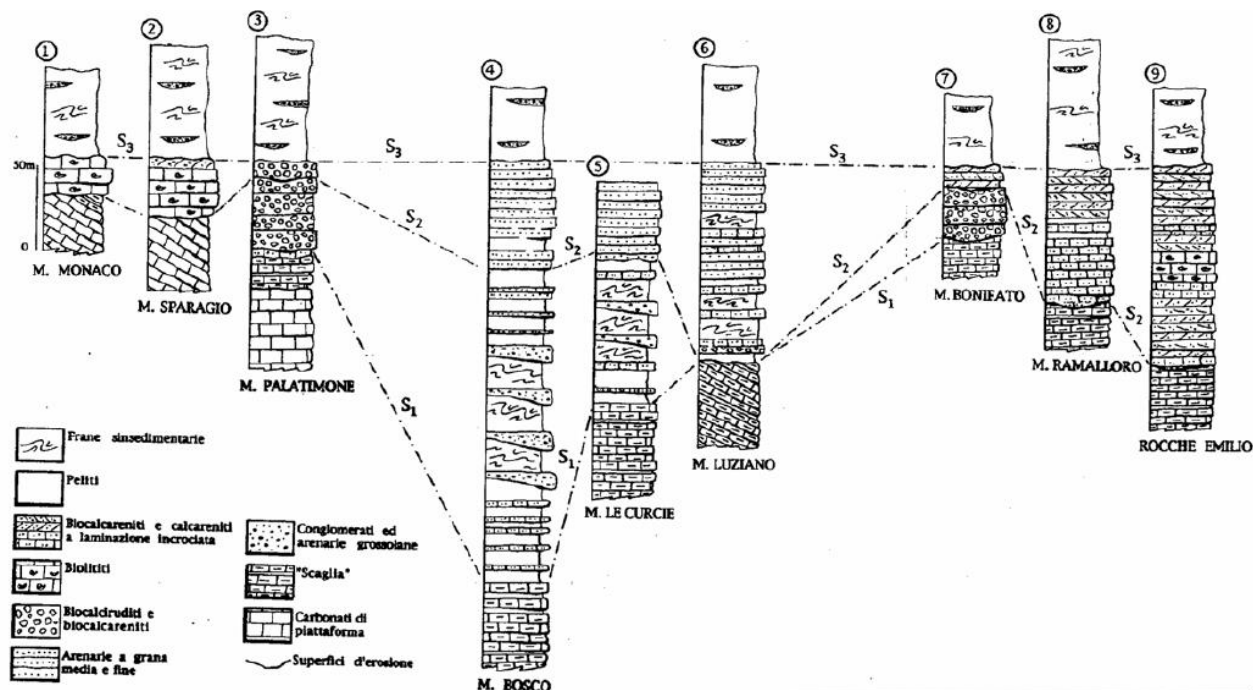
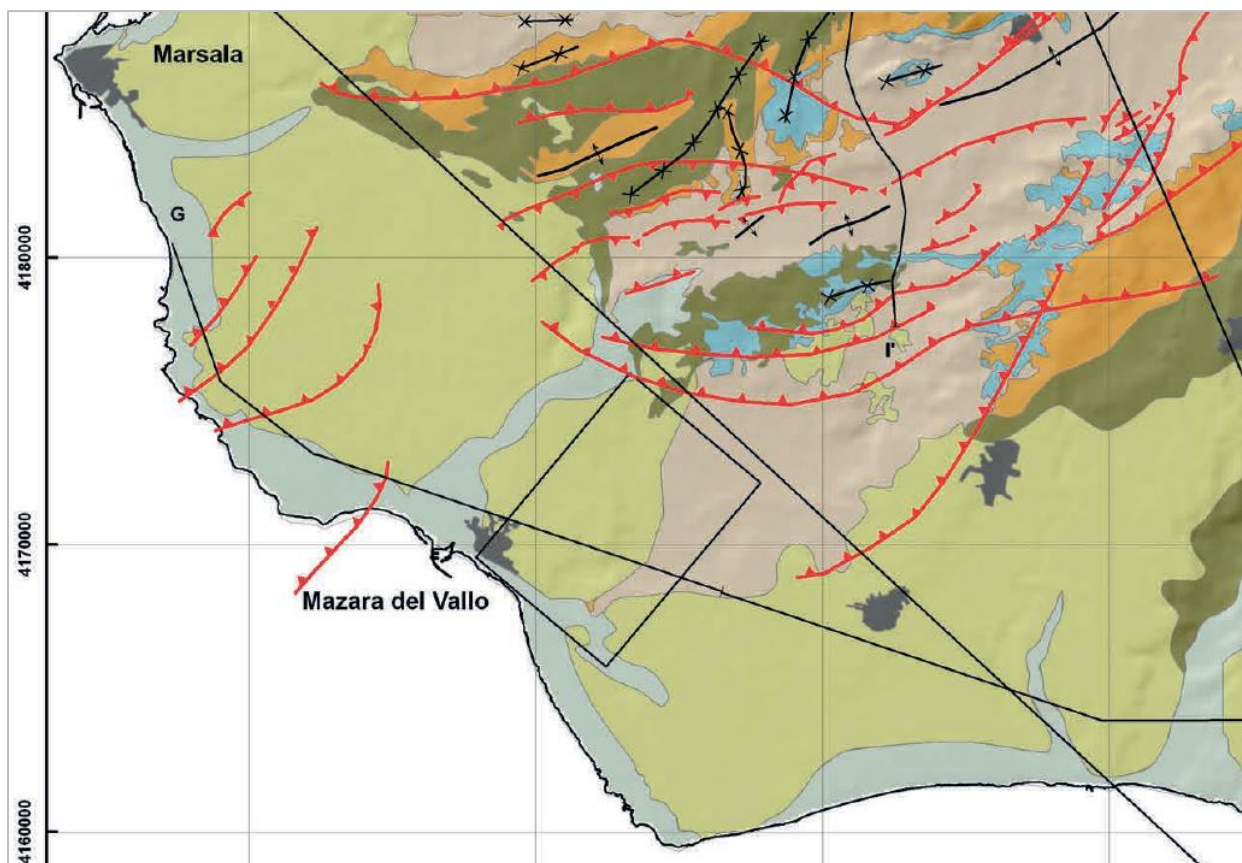


Fig. 18 - Stratigrafia delle successioni terziarie dei Monti di Trapani (da ABATE et al., 1996).



Carta Geologico-Strutturale

- Argille, argille sabbiose e marne a foraminiferi planctonici (Fm. marne di San Cipirello, Langhiano – Tortoniano med.). In discordanza, segue un'alternanza di marne e argille marnose dal grigio al verde, a luoghi con lenti intercalate di quarzareniti, quarzoruditi, sabbie, calcareniti, marne quarzose glauconitiche con pirite e foraminiferi planctonici. L'intervallo affiora, con una potenza massima di 70 m, a S di Rocca Giglio, nei dintorni di Napola, nei pressi di Montagna Grande, a Balata Grande. Le caratteristiche sedimentologiche indicano un ambiente neritico di spiaggia emersa e sommersa evolvente ad ambiente di scarpata. Le unità che derivano dalla deformazione delle successioni pre-panormidi poggiano in contatto tettonico di sovrascorrimento sulle unità trapanesi e panormidi. Si tratta generalmente di una

successione di piccole scaglie tettoniche ed il motivo strutturale che caratterizza queste unità è dato dalle pieghe alla mesoscala e dalla presenza di numerosi piani di scollamento.



A causa della notevole plasticità dei terreni che costituiscono queste unità, le pieghe minori sono evidentissime; si tratta di strutture anticlinali che si presentano coricate o rovesciate con evidenti strutture contrazionali e faglie inverse, orientate NE-SO, E-O e NOSE.

I livelli di scollamento sono localizzati in corrispondenza delle marne e delle calcilutiti marnose cretacee della Fm. Hybla e/o della Fm. Amerillo e nei livelli argillosi delle successioni terrigene eoceniche-mioceniche e sono orientati secondo due sistemi NE-SO e NO-SE. Il primo sistema è sub-orizzontale, il secondo è caratterizzato da superfici di scollamento, sub-orizzontali nei livelli argillosi, e che migrando verso SO tagliano progressivamente i livelli soprastanti più competenti con pendenze che gradualmente aumentano fino a raggiungere i 40°-50° (Incandela, 1995).

### Depositi tardorogeni e postorogeni

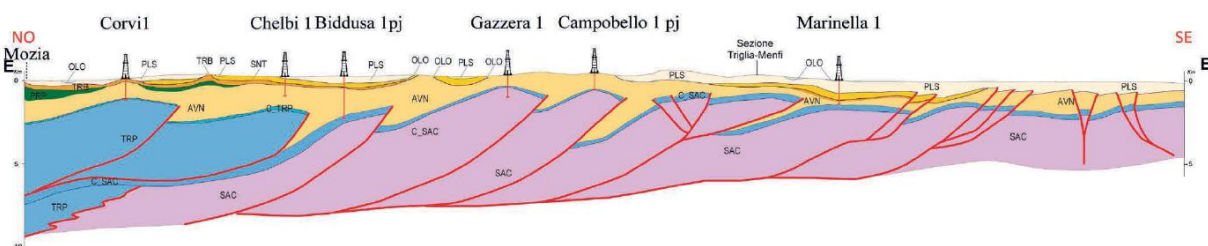
In discordanza sulle successioni già descritte, deformate o in via di deformazione, poggiano successioni terrigene, evaporitiche, silico-clastiche dell'intervallo Tortonian sup.

– Pleistocene, dal basso verso l'alto:

- Argille sabbiose, arenarie, sabbie e conglomerati "Fm Terravecchia" (Messiniano inf. - Tortonian sup.) con uno spessore variabile tra 50 e 300 m. Le caratteristiche sedimentologiche indicano ambiente fluvio-deltizio e di mare poco profondo.
- Gessi, gessareniti ed argille gessose (Messiniano) con una potenza non superiore a 15 m. Questi depositi sono legati alla fase evaporitica messiniana.
- Marne e calcari marnosi a foraminiferi planctonici "Trubi" (Pliocene inf.). Si presentano in strati fino a 30 cm e verso l'alto passano a biocalcareni. Lo spessore dell'intervallo raggiunge i 50

m. Le caratteristiche sedimentologiche indicano ambiente pelagico.

- Calcareni, bioclastiti e conglomerati (Pliocene sup. – Pleistocene), verso l'alto passanti calcareniti eoliche di duna od a sabbie a laminazione incrociata. Queste litologie affiorano sino ad una altezza di 300 m s.l.m. Lo spessore varia da pochi cm sino ad un massimo di 40 m. Le caratteristiche sedimentologiche indicano ambiente deposizionale francamente nefritico, controllate da deformazioni transtensive.
- Biocalcareni e conglomerati a *Strombus bubonius* (Tirreniano), si rinvencono lungo la costa, dal livello del mare sino a 5 m s.l.m.

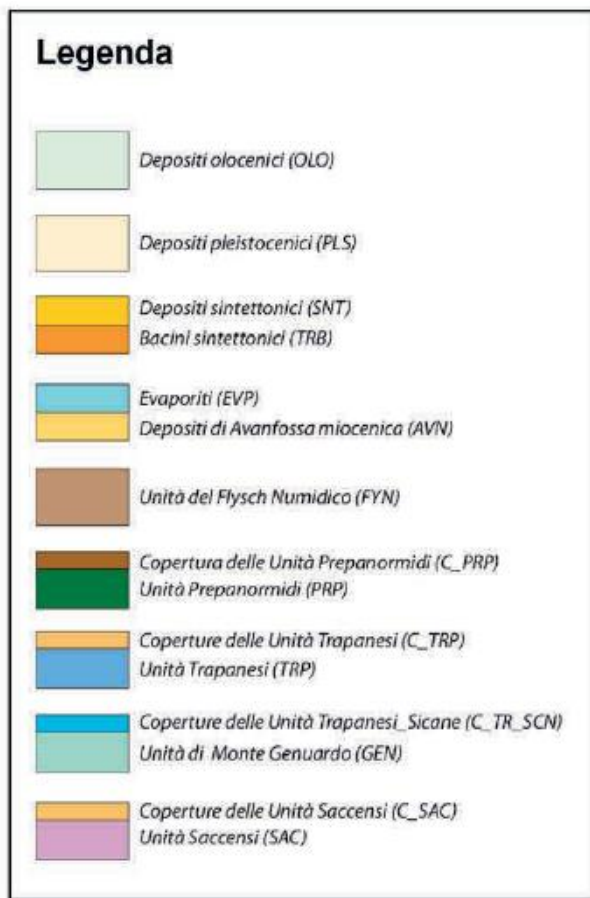


### 3.5 Analisi Geomorfológica di dettaglio

L'area in esame ricade parzialmente all'interno del bacino idrografico del Fiume Birgi e dall'Area territoriale contigua relativa al bacino del Fiume Màzzaro caratterizzata da lineamenti morfologici pressoché costanti e regolari, tipici delle ampie pianure costiere modellate e spianate dall'azione del mare nel periodo

Quaternario. Tali superfici pianeggianti, soltanto nelle aree più interne, lasciano il posto a morfologie di tipo collinare, ma sempre con rilievi molto modesti e con pendenze molto blande.

Tra i principali elementi morfologici che contraddistinguono il territorio in studio si individuano i terrazzi marini di età quaternaria, che interessano soprattutto l'area territoriale, sviluppandosi, con pendenze molto blande, dalla linea di costa verso l'interno, fino a quote massime di circa 140-160 m s.l.m.



In particolare sono distinguibili, in base alle caratteristiche litologiche e stratigrafiche, diversi ordini di terrazzi costieri: a quote comprese tra 0 e 10 m, a quote comprese tra 10 e 125 m s.l.m., ed il Grande Terrazzo Superiore, limitato alla fascia più interna, fino a quote di circa 140-160 m s.l.m..

Tale morfologia ad andamento subpianeggiante, che con debole acclività risale dalla linea di costa fino a quote di circa 100 m, è interrotta, trasversalmente, dai gradini corrispondenti agli orli dei terrazzi e da strutture calcarenitiche più rilevate come quella di Timpone Cutusio, di oltre 20 m più elevato del circostante terrazzo; longitudinalmente la continuità morfologica è invece interrotta dalle incisioni fluviali del Fiume Chinisia-Marcanzotta-f.Pellegrino, del F. Birgi e del T. Verderame.

Un elemento morfologico di notevole rilevanza, seppure di origine antropica, è invece rappresentato dalle numerose cave di calcarenite presenti diffusamente nei territori in studio. Si tratta in prevalenza di cave a cielo aperto ormai quasi del tutto inutilizzate, e spesso riempite da materiali di risulta delle lavorazioni di estrazione.

Verso le aree più interne, le pianure costiere di natura calcarenitica ed i terrazzi marini lasciano il

posto ai depositi prevalentemente plastici di età miocenica e pliocenica, caratterizzati da un assetto morfologico collinare molto blando ed arrotondato. Lungo tali versanti, il principale processo morfodinamico è quello legato allo scorrimento delle acque libere e all'erosione e al trasporto solido delle acque incanalate.

Laddove affiorano i terreni lapidei costituiti dalle calcilutiti del Cretaceo-Oligocene, la morfologia è rappresentata da rilievi modesti (la quota massima è di 751 m s.l.m. di Montagna Grande) ma dai versanti acclivi, a volte associati a fasce detritiche; i principali processi geomorfologici che interessano questi terreni sono la disgregazione fisica e l'erosione delle masse litoidi, con conseguenti frane di crollo e ribaltamento.

Alla luce di quanto sopra detto i fenomeni di dissesto nell'area territoriale in studio sono piuttosto rari e poco estesi arealmente. I pochi dissesti individuati sono riconducibili a fenomeni di soliflusso e di colamento lento, e più raramente a fenomeni di tipo scorrimento o frane complesse. Si osservano infine alcune frane di crollo lungo i fronti calcarei o calcarenitici subverticali.

### 3.6 Idrografia (Bacino del Fiume Birgi - 050)

Il Bacino del Fiume Birgi si localizza nella estrema porzione occidentale della Sicilia ed occupa una superficie complessiva di circa 336 km<sup>2</sup>.

La forma dell'area in esame è subrettangolare, con una direzione di allungamento NE-SO e con una appendice nord-occidentale costituita dalla foce del fiume Chinisia-Birgi. Rispetto alla direzione di allungamento, l'area raggiunge la sua massima larghezza, pari a circa 27 km, nella porzione centrale; nella parte settentrionale, invece, la larghezza si riduce sensibilmente, fino a circa 9 km, nella porzione Nord-orientale.

Il Fiume Birgi nasce con il nome di Fiume Fittasi nel Territorio del comune di Buseto Palizzolo e si sviluppa, per circa 43 km, attraverso il territorio comunale di Trapani e marginalmente quello di Paceco.



I bacini confinanti con quello del Fiume Birgi sono il Bacino del Fiume Lenzi a Nord ed il Bacino del F. Mazzo a Sud-Est. A Nord-Est il Bacino è delimitato dall'Area Territoriale che lo separa dal Bacino del Fiume Lenzi Baiata mentre a SO è delimitato dall'Area Territoriale che lo separa dal Bacino del Fiume Mazzo (052).

Il bacino idrografico del Fiume Birgi ricade interamente nel territorio della provincia di Trapani ed è compreso nei fogli n° 593 Castellamare del Golfo, 605 Paceco, n° 606 Alcamo e n°617 Marsala della Carta d'Italia in scala 1:50.000 dell'I.G.M..

Per quanto riguarda le C.T.R. in scala 1:10.000 l'area in studio ricade nelle seguenti 16 sezioni:

593130 – 593140 – 606010 - 606020 – 605080 – 606050 – 606060- 605100 - 605110– 605120 – 606090 – 606100 – 605150 – 605160 – 617030 – 617040.

Il bacino si sviluppa nella estrema porzione nord-occidentale della Sicilia, interessando, da un punto di vista amministrativo, il territorio della provincia di Trapani e, in particolare, i territori di otto comuni (Buzeto Palizzolo, Calatafimi, Erice, Marsala, Mazara del Vallo, Paceco, Salemi, Trapani). Di questi comuni, all'interno dell'area non cade nessun centro abitato ma i soli nuclei abitati di Ballata (comune di Erice), Fulgatore e Ummari (comune di Trapani), Dara (comune di Marsala).

Il Fiume Birgi, dopo il primo tratto, in cui come detto prende il nome di F. Fittasi, prosegue prima con il nome di Fiume Bordino e poi con quello di Fiume Borranìa. In questo tratto centrale il corso d'acqua riceve, in sinistra idrografica, dapprima gli apporti del Torrente della Cuddia e poi quelli della **Fiumara Pellegrino (corpo idrico maggiormente vicino all'area di intervento)**, proseguendo poi con il nome di Fiume della Marcanzotta.

L'ultimo tratto del Fiume Birgi è stato deviato ed incanalato nel Fiume Chinisia, che sfocia poco a Nord di Torre San Teodoro. In conseguenza di ciò, del vecchio corso del Fiume Birgi resta un ramo molto breve, a nord della foce del Fiume Chinisia.

Nella zona di monte il Fiume Birgi consta di due rami; il ramo settentrionale, che nasce dai rilievi collinari di M. Murfi (510 m s.l.m.) e Piano Neve, dopo il primo tratto in cui prende il nome di F. Fittasi, prosegue con il nome di Fiume Bordino.

Il ramo meridionale, che nasce dal complesso di Montagna Grande, è interessato nel suo percorso dal serbatoio Rubino. Da monte verso valle comprende due tratti: il primo, denominato T. Fastaia, è incassato tra Montagna Grande ed i rilievi di c.da Baglietto e le sue acque defluiscono quasi interamente nell'invaso, a valle dello sbarramento resta infatti solo un tratto, inferiore ad un chilometro, che confluisce nel F. della Cuddia; il secondo tratto, costituito dal F. della Cuddia, scorre in direzione E-O fra i rilievi di Timpone delle Guarine e della Montagnola della Borranìa a Sud e quelli di Timpone di Fittasi e c.da Tammareddara a Nord.

Il F. della Cuddia confluisce con il ramo settentrionale del Birgi denominato F. di Bordino, proseguendo, sempre con direzione E-O, con il nome di F. di Borranìa prima e F. della Marcanzotta poi.

L'asta prosegue ancora, con un'inalveazione artificiale ad andamento rettilineo che esclude l'ultimo tratto del vecchio corso del Birgi, sotto il nome di F. Chinisia. Del vecchio corso del F. Birgi resta, pertanto, soltanto la vecchia foce, alimentata da pochi e brevi tributari.

Il bacino imbrifero del Fiume Birgi nel complesso presenta una forma approssimativamente rettangolare, il reticolo idrografico è di tipo subdendritico, con una densità maggiore nelle aree argillose, mentre è poco ramificato in corrispondenza dei terreni permeabili. In particolare, in corrispondenza dei calcarenitici, affioranti soprattutto nell'Area Territoriale, l'area è drenata superficialmente da alcuni fossi e linee di impluvio di scarsa importanza mentre l'unico impluvio di una certa rilevanza è il T. Verderame.

### 3.7 Idrografia (Bacino del Fiume Mazzo - 052)

Il bacino del Fiume Mazzo si sviluppa nella porzione Orientale rispetto all'area di intervento, presenta una forma allungata in direzione NNE-SSW, con una porzione più allargata nella parte centrale. La quota massima di 712 metri s.l.m. è raggiunta lungo lo spartiacque nord-orientale.

Il Fiume Mazzo presenta un andamento planimetrico dell'alveo che si snoda lungo un percorso di circa 34,5 km, orientato inizialmente in direzione ENE – WSW. Il Fiume Mazzo nasce dalle pendici di Monte Polizzo (712 m s.l.m.), in territorio comunale di Salemi, e inizialmente assume la denominazione di Fosso Ranchibilotto. Nei pressi di Timpone Monaco, in territorio comunale di Marsala, assume la denominazione di Torrente Iudeo e varia leggermente direzione, proseguendo il suo corso prima con orientamento NNE – SSW e poi N –S. Alla confluenza, in sinistra idraulica, con il Torrente Bucari, in territorio comunale di Mazara del Vallo, continua il suo percorso con andamento NE – SW e assume la denominazione definitiva di Fiumara Mazzo. Sfocia nel Mar Mediterraneo nei pressi del Porto Canale di Mazara del Vallo.

Il Fiume Mazzo è caratterizzato da un reticolo idrografico dendritico, discretamente gerarchizzato, maggiormente sviluppato in sinistra idraulica, dove il territorio presenta una morfologia meno pianeggiante per la presenza di piccoli rilievi isolati, i cosiddetti Timponi, di cui si è detto nel paragrafo precedente.

L'affluente principale del Fiume Mazzo, in sinistra idraulica, è il Torrente Bucari, caratterizzato anch'esso da un reticolo di tipo dendritico maggiormente sviluppato in sinistra idraulica.

### 3.8 Caratteristiche litologiche delle formazioni affioranti

Vengono di seguito illustrate le caratteristiche litologiche delle formazioni geologiche affioranti nel bacino del Fiume Birgi e nell'area territoriale contigua, i cui lineamenti geologico-strutturali generali sono stati riportati nel paragrafo precedente.

Le formazioni individuate all'interno dell'area in ordine stratigrafico, dal basso verso l'alto, sono le seguenti:

- Calcari bianchi stratificati (Lias inf.-Trias sup.)

Si tratta di calcari bianchi a stratificazione visibile, più o meno dolomitici, con mogalodontidi.

- Calcari da compatti a nodulari (Dogger-Malm)

Serie condensata di calcari più o meno colorati e nodulosi, talora silicizzati.

- Calcari pelagici a calpionelle (Turonico-Neocomiano)

Si tratta di calcari bianchi o rosati a Nannoconi con Calpionelle e rare Ammoniti, sottilmente stratificati, con noduli di selce, passanti verso il basso a calcari pseudonodulari. Questa facies è indicata con il nome di "Lattimusa"

- Formazione Hybla (Barremiano-Albiano)
- Marne e calcari marnosi con livelli sapropelitici.
- Calcilutiti marnose tipo "Scaglia" (Cretaceo sup.-Oligocene)

Si tratta di calcilutiti marnose in facies di "Scaglia" di colore biancastro e rosaceo, stratificate in strati di spessore centimetrico e decimetrico, con noduli e liste di selce nera e con intercalazioni di livelli addizionati di breccie calcaree o calcarenitiche. Verso l'alto sono presenti livelli di calcari marnosi e marne grigiastre.

- Argille ed argilliti siltose brune con intercalazioni quarzarenitiche – Flysch Numidico (Oligocene sup. – Miocene inf.)

Tali depositi sono costituiti da prevalenti argille ed argilliti siltose di colore bruno con frequenti intercalazioni di banchi e livelli quarzarenitici e quarzosiltitici, e con inglobati livelli e lenti di breccie calcarenitiche gradate.

- Quarzareniti e calcareniti glauconitiche (Burdigaliano-Langhiano basale)

Si tratta di quarzareniti classate in grossi banchi metrici con rare intercalazioni sottili di argille ed argilliti color tabacco e grigio verdastre e rare intercalazioni di breccie e calcareniti gradate talora glauconitiche (Costiera Saggiare). L'unità presenta inoltre calcareniti e calciruditi compatte, con diffusa presenza di glauconite, di colore dal grigio-verde al verde intenso, in strati di spessore da decimetrico a metrico. Tali terreni presentano faune di mare basso ad echinidi, Gasteropodi, Lamellibranchi ed intercalati livelli di marne ed argille marnose di colore verdastro, a glauconite (Calcareniti di Corleone), affioranti in corrispondenza di Baglio Fittasi Soprano, Montagnola della Borronia, Timp.ne delle Guarine, B. Ranchibile.

- Argille e argille sabbiose (Langhiano sup.-Tortoniano inf.)

Tali depositi di colore grigio-verdastro, presentano granuli di glauconite ed una microfauna a Globigerinidi e Orbuline.

- Formazione di Cozzo Terravecchia (Tortoniano sup.– Messicano inf.)

I terreni riferibili alla Fm.di Cozzo Terravecchia si rinvengono in affioramento nella porzione centrale dell'area in studio, in corrispondenza della Piana di Misiliscemi e delle borgate di Baglionovo e case Fazio, Timpone Nasco, c.da Granatello e Rattaloro.

La formazione è caratterizzata, in generale da due litofacies con caratteri litologici differenti: una litofacies pelitica ed una sabbioso-arenaceo-conglomeratica. Nell'area in esame affiorano in prevalenza i termini riferibili alla litofacies pelitica.

Tale litofacies è costituita di argille grigio-verdastre e grigie, argille sabbiose bruno-azzurrastrae, spesso con cristalli di gesso e con sottili livelli sabbiosi che ne marcano la stratificazione, argille verdi, dure a frattura concoide, argille marnose e marne, talora biancastre, con spalmature limonitiche, noduli di ferro manganesiferi e cristalli isolati di gesso. Le argille si presentano giuntate e tettonizzate e i giunti di stratificazione sono talora marcati da sottili livelli sabbiosi.

La litofacies sabbioso-arenaceo-conglomeratica della Fm. Terravecchia è invece costituita, in tutta la sua sequenza, da un intervallo conglomeratico passante verso l'alto ad arenarie, sabbie, molasse calcaree, molasse dolomitiche, quindi ad argille marnose e siltose, ricche di livelli sabbiosi di potenza variabile.

I conglomerati rappresentano la parte inferiore della Formazione di Cozzo Terravecchia e costituiscono la copertura dei terreni orogenici settentrionali della Sicilia. Si tratta di conglomerati poligenici con clasti arrotondati di natura arenacea di provenienza flyschioide, carbonatica e metamorfica per lo più di alto grado. Dal punto di vista granulometrico i clasti hanno dimensioni variabili da pochi centimetri fino, talora, a diversi metri. I clasti sono generalmente embriciati, ben arrotondati, spesso disposti in grandi canali.

Localmente, la stratificazione è incrociata su larga scala; la matrice sabbiosa del conglomerato, generalmente abbondante, in qualche caso può aumentare, tanto da dar luogo a lenti di arenaria grossolana, con laminazione ben distinta, parallela o incrociata.

Verso la sommità le intercalazioni di sabbia aumentano ed i ciottoli sono sempre più piccoli e meno embriciati, fino a passare ad una zona costituita da arenarie con sporadiche intercalazioni argillose. La porzione sabbioso-arenacea è costituita da una potente serie di arenarie e sabbie debolmente cementate, a granulometria variabile. I clasti si presentano a spigoli arrotondati passando da sabbie grossolane a sabbie fini siltose, con intercalate lenti conglomeratiche. Le sabbie sono costituite in prevalenza di quarzo e sono talora ben cementate. Il cemento è generalmente di natura argillosa e le sabbie passano a vere e proprie molasse. Quando le arenarie sono cementate da silice diventano durissime e passano a vere e proprie quarziti. Tali sabbie presentano in genere laminazioni incrociate piane ed a spina di pesce; l'inclinazione delle lamine è spesso variabile.

- Formazione Baucina (Messiniano inf.)

La formazione è costituita da calcari massicci a Porites, calcisiltiti e calcari in grossi banchi, con intercalazioni marnose contenenti molluschi e frammenti di coralli (Timpone Nasco, Timpone della Campana).

- Serie gessoso solfifera (Messiniano sup.)

Della serie nell'area in studio, a nord di Case Parrinello, affiorano i gessi selenitici in grossi banchi.

- Trubi (Pliocene inf.)

Si rinvengono in lembi di modesta estensione nelle aree più meridionali del territorio in studio, a sud di Timpone Nasco, in c.da Capofeto e nei pressi di Baglio Pellegrino.

Si tratta di marne calcaree a foraminiferi del Pliocene inf. di colore bianco-crema, farinose, passanti talora a calcari marnosi o a marne argillose con tenori di carbonati dal 30% all'80%.

La stratificazione è segnata dall'alternanza di livelli a maggiore tenore in carbonati con strati meno calcarei; è presente una diffusa fessurazione, in prismi variamente inclinati rispetto alla stratificazione e frequentemente subnormali ad essa.

Il tipo normale dei Trubi è una roccia terrosa bianco-crema, abbastanza friabile, con orbuline visibili. Più rari sono gli strati compatti bianco-crema di calcare grossolano quasi puro, sempre con foraminiferi visibili.

- Fm Marnoso-Arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio – sup.)

I Trubi passano gradualmente, verso l'alto, a sedimenti di natura prevalentemente torbidityca riferibili alla Fm. Marnoso Arenacea della Valle del Belice.

Nel territorio in studio, tali terreni si rinvengono in affioramento in una stretta fascia nella zona meridionale del bacino in c.da Chiana di Capo.

La Formazione Marnoso Arenacea della Valle del Belice è costituita da una potente successione di terreni argillosi, argilloso-marnosi ed arenacei databili al Pliocene medio-superiore. La successione inizia in basso con depositi torbidityci costituiti in prevalenza di alternanze polittiche e quarzarenitiche. Seguono verso l'alto fitte alternanze di arenarie e di argille grigiastre con inglobate grosse lenti sabbiose poco cementate. La formazione è quasi del tutto priva di fossili ad eccezione di alcune faune bentoniche rimaneggiate. Verso l'alto seguono poi livelli conglomeratici e livelli tabulari di calcareniti e calcari organogeni. Questi ultimi litotipi presentano una ricca fauna di mare basso che comprende alghe, briozoi, echinodermi, molluschi e foraminiferi.

- Calcareniti di Marsala (Emiliano sup.-Siciliano)

La formazione delle Calcareniti di Marsala interessa il territorio studiato solo per piccoli affioramenti in c.da Madonna della Cava e Parrinello ed a NE di c.da San Filippo e Giacomo.

Si tratta di calcareniti di colore da giallo chiaro ad ocraceo, variamente cementate, con intercalate lenti sabbiose o conglomeratiche. Lo spessore complessivo non supera i 50 m. I clasti che compongono le calcareniti sono prevalentemente di natura carbonatica, e talora quarzosa, monometrici e ben classati. La formazione, nella porzione superiore, si presenta fortemente cementata mentre nella porzione basale

si presenta meno compatta. All'interno della formazione è riscontrabile una forte variabilità sia granulometrica sia litologica. La giacitura è di tipo monoclinale e presenta una debole pendenza in direzione della linea di costa. La stratificazione è piuttosto evidente e si osservano talora livelli con stratificazione incrociata. Frequenti sono inoltre le intercalazioni di livelli sabbioso-limosi grigio giallastri. Alla base, la formazione presenta caratteri tipici di un conglomerato di trasgressione.

- **Depositi calcarenitici di quota compresa tra 130 e 160 m s.l.m. – Grande Terrazzo Superiore (G.T.S.) (Pleistocene medio) – Area in esame**

Nelle aree ancora più interne della piana, grosso modo tra le quote di 130 e 160 m s.l.m. affiorano delle calcareniti di colore giallastro e rossiccio, prive di fossili, di spessore in genere molto ridotto, passanti verso l'alto a litotipi conglomeratici, e poggianti su un livello di paleosuolo. Si tratta di una superficie di erosione e spianamento creata dal mare nel Pleistocene medio che ha depositato questa sottile tavola calcarenitica tipica di mare basso, nota in letteratura come Grande Terrazzo Superiore – G.T.S.

In genere lo spessore di tale tavola calcarenitica è molto ridotto, spesso inferiore al metro, ed i depositi sono caratterizzati da una granulometria omogenea, da forte cementazione e dalla assenza di fossili. La giacitura è suborizzontale e le calcareniti poggiano in trasgressione su un livello di terra rossa. Nella zona di Marsala, il Grande Terrazzo Superiore si individua, in un lembo di una certa estensione, intorno ai 140 m s.l.m., tra c.da Rattarolo e c.da Paolini.

- Depositi calcarenitici dei terrazzi marini costieri (Tirreniano)

Tutta la fascia costiera del bacino e dell'area territoriale è caratterizzata dalla presenza di depositi di natura prevalentemente calcarenitica e sabbioso-conglomeratica, riferibili ai terrazzi di abrasione marina di epoca tirreniana.

Si tratta di calcareniti detritico-organogene con grado di cementazione variabile, di colore giallo chiaro o biancastro, fossilifere, terrazzate in vari ordini a partire dalle quote prossime al livello del mare fino a quote di circa 100 m s.l.m.

La stratificazione è in grossi banchi, talora incrociata e la giacitura è suborizzontale, con leggera pendenza verso la linea di costa.

Le calcareniti, dal punto di vista litologico, sono costituite in prevalenza da frammenti organogeni di natura calcarea e da una matrice anch'essa carbonatica. Presentano un grado di compattezza e cementazione alquanto variabile sia lateralmente che in senso verticale, e si riscontrano rare intercalazioni sabbiose argillose. Alla base è presente, quasi sempre, un livello conglomeratico.

I depositi dei terrazzi costieri costituiscono il substrato sul quale si sviluppano le aree urbanizzate presenti all'interno dell'area territoriale compresa tra il bacino del F. Birgi ed il bacino del F. Lenzi Baiata.

- Terreni di copertura di natura alluvionale, palustre e detrito di falda (Olocene)

Si tratta di sedimenti di natura litorale e alluvionale e di depositi palustri presenti lungo alcune zone costiere e lungo i principali corsi d'acqua, nonché di terreni di riporto presenti in corrispondenza delle aree urbanizzate.

I depositi litorali e alluvionali sono costituiti di terreni sciolti quali ghiaie, sabbie fini e grossolane e sabbie limose, mentre i depositi palustri sono rappresentati da terre nere ed argille grigiastre più o meno sabbiose.

I depositi alluvionali si rinvencono essenzialmente lungo il corso del Fiume Birgi, più estesamente in c.da Parecchiata Giacatello, e del Torrente Verderame mentre i depositi litorali costituiscono i litorali sabbiosi presenti localmente nell'area in esame. I depositi palustri si rinvencono invece in corrispondenza delle saline di Trapani e Paceco.

Infine il detrito di falda sono costituiti da materiale di varia natura e dimensioni che a volte presentano un debole grado di cementazione. Si riscontrano soprattutto in corrispondenza della Montagna Grande.

Di seguito, in breve sintesi, vengono descritti i termini litologici rappresentati in tale schema litologico:

## **DEPOSITI INCOERENTI**

– Alluvioni sabbioso-limoso-argillose recenti ed attuali, depositi lacustri limoso-sabbiosi talora con livelli torbosi (Olocene). Depositi generalmente coesivi, poco assestati, stabili per posizione, potenzialmente inondabili.

– Dune costiere (Olocene). Sabbie quarzose e/o calcaree fini in cordoni allungati. Depositi incoerenti, granulometricamente poco assortiti, poco compressibili.

– Detrito di falda (Olocene). Depositi con andamento crescente con la profondità e generalmente poco compressibili. Terreni quasi sempre stabili per posizione.

### **CALCARENITI VARIAMENTE CEMENTATE**

- Arenarie a cemento calcareo e arenarie molassiche (Miocene sup.). Si tratta di arenarie molassiche relativamente poco cementate, talora con livelli conglomeratici, associate a sabbie e argille sabbiose. Tali depositi hanno consistenza variabile in funzione della presenza di cemento carbonatico, hanno una stabilità discreta, condizionata dai sottostanti terreni, spesso argillosi.
- Calcareniti ben cementate, spesso vacuolari, talora con intercalazioni di livelli calciruditi (Pleistocene-Pliocene sup.). Rocce carbonatiche o carbonatico-quarzose con stratificazione, talora incrociata, messa in evidenza da variazioni granulometriche e di cementazione. Utilizzate come materiale da costruzione nelle facies più tenere e meglio lavorabili.
- Calcareniti glauconitiche ben cementate a grana grossolana (Miocene). Si tratta di calcareniti fossilifere con stratificazione da distinta a massiva. A volte si ritrovano intercalati sottili livelli di marne. Terreno lapideo variamente cementato, compatto, stabile se poco fessurato.

### **ARGILLE**

- Argille marnose, argille sabbiose grigie, verdastri e bluastre (Miocene). Presentano talora subordinati livelli di sabbie più o meno cementate. Spessori notevoli superiori alle centinaia di metri. Deposito fortemente preconsolidato con buone proprietà meccaniche.

### **COMPLESSI ETEROGENEI PREVALENTEMENTE ARGILLOSI**

- Breccie argillose ad elementi spigoloso arrotondati di argille, marne e subordinatamente di arenarie e calcari (Miocene-Pliocene). Terreni preconsolidati, a struttura microfessurata, talora scagliosa; tendenzialmente rigonfianti. Elevata erodibilità con frequenti ed estesi movimenti franosi, anche su versanti debolmente acclivi.

### **CALCARI, CALCARI DOLOMITICI E DOLOMIE**

- Calcari, calcari dolomitici, calcilutiti, calcareniti silicizzate con intercalazioni marnose e selciose (Trias-Miocene). Rocce carbonatiche a grana variabile in strati di potenza da centimetrica a decimetrica con intercalazioni marnose, talora con livelli calcarenitici. Sono rocce prevalentemente lapidee, con buone caratteristiche meccaniche, interessate da fratture più o meno accentuate e da modesti processi di dissoluzione, nonché poco erodibili e dotate di buona stabilità, con crolli localizzati nelle aree più intensamente fratturate.

### **MARNE CALCAREE E CALCARI MARNOSI TENERI**

- Marne, marne calcaree tenere bianche o grigiastre (Pliocene inf.). Marne e marne calcaree bianche passanti a calcari marnosi bianco crema, con stratificazione in livelli decimetrici spesso mascherata da una diffusa fessurazione in prismi. Terreni da coesivi a lapidei con buone caratteristiche meccaniche.

### **DEPOSITI GROSSOLANI A CEMENTAZIONE VARIABILE**

- Conglomerati con livelli sabbiosi ad interstrati marnoso sabbiosi (Miocene)
- Si tratta di terreni lapidei, generalmente stabili, interessato da fenomeni di dissesto solo se intensamente fratturato.

In particolare il parco eolico in progetto in loc. Matarocco ad Est della località Ciavolo ed a Ovest rispetto alla località Baglio Chitarra, risulta posizionata sui Depositi calcarenitici di quota compresa tra 130 e 160 m s.l.m. – Grande Terrazzo Superiore (G.T.S.) (Pleistocene medio) passanti lateralmente a depositi marnosi ed arenacei ed in particolare ai Trubi (Pliocene inf.) che si rinvergono in lembi di modesta estensione nelle aree più meridionali del territorio in studio, a sud di Timpone Nasco, in c.da Capofeto e nei pressi di Baglio Pellegrino, marne calcaree a foraminiferi del Pliocene inf. di colore bianco-crema, farinose, passanti talora a calcari marnosi o a marne argillose con tenori di carbonati dal 30% all'80 ed alla Fm Marnoso-Arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio – sup.), sedimenti di natura prevalentemente torbida riferibili alla Fm. Marnoso Arenacea della Valle del Belice che si rinvergono in affioramento in una stretta fascia nella zona meridionale del bacino in c.da Chiana di Capo. La Formazione Marnoso Arenacea della Valle del Belice è costituita da una potente successione di terreni argillosi, argilloso-marnosi ed arenacei databili al Pliocene medio-superiore.

Il motivo morfologico principale è costituito dalle distese pianeggianti tutte debolmente pendenti verso il mare con pendenze molto modeste mai superiori al 5%. I terrazzi nei loro margini laterali sono spesso interrotti da torrenti con valli piuttosto accentuate che generano versanti a pendenza maggiore.

In generale, la geomorfologia che caratterizza tutta la zona, è il risultato di un'intensa attività di erosione differenziale che ha determinato una morfoscultura piuttosto matura e poco marcata, caratterizzata da terrazzi sabbioso-arenacei, da declivi poco accentuati in corrispondenza dell'azione di erosione dei corsi d'acqua.

Il paesaggio dominante è quindi costituito da vasti affioramenti subpianeggianti costituiti da materiale sabbioso sciolto e/o cementato (calcarenitici), interrotto dalla presenza di materiale pseudocoerente rappresentato da alluvioni terrazzate nelle aree più depresse incise dai torrenti, sulla cui porzione si sviluppa il tracciato del collegamento alla RTN in cavidotto (dettaglio riportato nello stralcio della CARTA GeolITOLOGICA dal PPR Ambiti 2-3 con sovrapposizione posizioni georeferenziate kmz parco eolico e rete RTN a pagina 28).

Le aree ove sono state posizionate le torri eoliche sono generalmente subpianeggianti con valori mai superiori al 5%.

Il pattern superficiale dei corsi d'acqua presenti è di tipo dendritico a bassa densità di drenaggio e poco gerarchizzato, con andamento prevalente Nord/Est – Sud/Ovest.

Le aree ove prevalgono i terreni di natura sabbiosa sono stabili ed esenti da fenomeni gravitativi che generano instabilità.

L'opera in progetto non comporta variazioni sostanziali dell'attuale assetto del territorio; risulta, quindi, ben integrata dal punto di vista geomorfologico.

#### Dettaglio stratigrafico area di intervento:

Le formazioni geologiche che affiorano nell'area in studio (si veda lo stralcio della carta geologica allegata) procedendo da quelle di deposizione più recente verso quelle più antiche, sono le seguenti:

- Depositi terrazzati (Pleistocene medio);
- Depositi terrigeni della Formazione Marnoso-Arenacea della Valle del Belice (Pliocene superiore);
- Argille marnose, marne e marne argillose - TRUBI – Pliocene inferiore.

La linea di collegamento del cavidotto interessa oltre alle formazioni sopra elencate anche i:

- Depositi alluvionali recenti.

- **Depositi terrazzati (G.T.S.)**

Su tali litotipi ricadono gli aerogeneratori CH01, CH02, CH05 e CH07.

Il grande terrazzo superiore si presenta, nella zona in studio, come una spianata debolmente inclinata verso mare ad una quota pari a circa 140-165 m s.l.m. Questa spianata è rappresentata da depositi calcarenitici spesso cementati privi di fossili, con livelli conglomeratici.

La tavola calcarenitica giace su delle terre di colore vario, dal rosso tabacco al nero con un tenore di ciottoli estremamente differente. Questo "glacis" è indice dell'esistenza di una generale regressione (Regressione Romana), durante la quale la regione ha subito l'azione morfologica di un clima desertico o subdesertico (Ruggieri & unti, 1979).

La pianura appare come un piano perfetto nel senso geometrico del termine, verso l'interno la si vede culminare contro rilievi di differente altezza. Il GTS nella Sicilia sudoccidentale si spinge verso l'interno sino alla quota di 500 m. L'altezza del suo limite verso mare è varia, a misura della profondità con cui è stato eroso dal mare tirreniano; attorno a 100 m nell'entroterra di Marsala, scendendo fino 50 m presso Porto Palo. L'ampiezza dello spianamento è solo in parte imputabile all'abrasione marina essendo stata certamente favorita da una precedente fase di peneplazione, che l'abrasione e la sedimentazione marina hanno perfezionato. L'evidenza di questa lunga fase continentale, risulta dai paleo-suoli, che talora si vedono sottostante la tavola calcarenitica, presentandosi come terre di colore rosso molto cupo sui calcari e sulle calcareniti, o come terre estremamente fertili sulle argille. Il GTS a dispetto della sua grande estensione, rappresenta il risultato di una inversione marina conseguente a una oscillazione positiva di modesta ampiezza. Alla fase marina è seguita una fase di alluvionamento che ha pavimentato in maniera discontinua la spianata, con conglomerati a vario grado di cementazione o con argille generalmente ciottolose. Il GTS non rappresenta comunque il più antico terrazzo marino della Sicilia sud-occidentale, dove la litologia era favorevole, sono rimaste tracce di terrazzi più antichi.

- **Depositi terrigeni della Formazione Marnoso-Arenacea della Valle del Belice**

Su tali litotipi ricadono gli aerogeneratori CH03, CH04 e CH06 al passaggio stratigrafico laterale con il GTS.

La F. M.A. della V. del Belice è composta da sei unità riconosciute nell'ordine in cui si succedono stratigraficamente. Queste sono costituite da una sequenza deposizionale denominata MAB inferiore alla quale appartengono le unità da mab1 sino a mab5. Alla MAB superiore appartiene l'unità mab6.

Unità mab 1 - E' formata da depositi torbiditici costituiti da alternanze di quarzareniti a gradazione diretta con livelli pelitici. La sua continuità laterale è limitata a pochi chilometri.

Unità mab 2 - E' caratterizzata da ripetute alternanze di livelli di 10-60 cm di spessore di areniti e peliti. Si osserva la presenza di grosse lenti sabbiose che si assottigliano lateralmente nello spazio di 20-30 m e che appaiono talora troncate da incisioni concave verso l'alto riempite successivamente da sabbie canalizzate. Ad essi si alternano orizzonti prevalentemente pelitici con una certa frazione arenitica. Le sabbie sono per lo più quarzose e singoli livelletti sono separati da veli di ossidi. Il contenuto fossilifero è quasi del tutto assente, fatta eccezione per macroforaminiferi bentonitici rimaneggiati. Lo spessore supera i 200 m.

Unità mab 3 - Il limite inferiore di questo orizzonte è molto regolare e l'insieme degli strati costituisce un corpo tabulare dello spessore medio di 50 m. Non si tratta, almeno nei livelli superiori, di torbiditi, in quanto sono presenti diffusi gusci di molluschi del tutto preservati che difficilmente rimarrebbero intatti nelle correnti di torbida, piuttosto sarebbero depositi deltizi.

Unità mab 4 - è composta da spessori modesti di biocalcarenti ad amphistegine nelle quali sono riconoscibili livelli detritici e livelli calcareo-organogeni con trasporto ridotto o assente. Il contenuto fossile è notevolissimo in quantità e varietà, ed è costituito quasi esclusivamente da faune di mare basso quali briozoi, alghe, molluschi, echinodermi, organismi bentonici, etc.

Unità mab 5 - è composta da un notevole spessore (in apparenza più di 300 m.) di marne ed argille con intercalazioni di sabbie contenenti una fauna a foraminiferi planctonici e con rari molluschi. In letteratura esse sono note sotto la definizione di Argille del Pliocene medio.

Unità mab 6 - il litotipo dominante è quello delle calcareniti risedimentate ad amphistegine, inglobanti quasi esclusivamente faune di mare basso. I granuli di natura non biogena provengono dallo smantellamento dei terreni calcarei del substrato, comprese le calcareniti della MAB 4. I livelli in posto sono piuttosto rari composti da calcari organogeni. Si riscontrano, inoltre, livelli clastici a ciottoli con stratificazione obliqua. Tale unità risulta composta da sabbie fine di colore variabile dal giallo al bruno chiaro o rosso, con stratificazione irregolare e di interstrati formati da banchi ben cementati, marcati nei tagli dall'erosione selettiva.

Tali sabbie sono prevalentemente costituite da granuli di quarzo, associati a frammenti di calcite e feldspati. Mostrano passaggi verticali e laterali, anche a scala del singolo affioramento, a calcareniti di colore giallo e rossastro, ben cementate, a cemento calcareo.

Le calcareniti si possono presentare riccamente fossilifere e con una variabilità estrema sia nella loro successione stratigrafica che come passaggi laterali. Possono essere infatti grossolane, cavernose, ben cementate, talora invece a grana fine e ricche di sabbia quarzosa. Le calcareniti spesso risultano costituite da arenarie organogenee di colore bruno giallastro e sono caratterizzate da macrofaune piuttosto ricche disposte in grosse bancate e localmente in strati molto sottili, con intercalazioni di straterelli limosi e sabbiosi.

Gli elementi clastici presentano una granulometria non uniforme, che va dalle sabbie medie a quelle grossolane, con locali intercalazioni di lenti conglomeratiche di limitata estensione. Dal punto di vista petrografico e sedimentologico si osservano sia granuli ben arrotondati, sia elementi poco o per nulla arrotondati di natura calcarea e silicea.

Sono altresì presenti banchi e lenti argilloso-sabbiosi di colore grigio mediamente addensati. Nel complesso, l'unità in esame, non presenta un omogeneo grado di cementazione.

Nell'area indicata nella carta geologica inserita nelle pagine successive affiorano prevalentemente le unità mab 2 e mab 5.

- **Trubi**

Tale litologia è rinvenibile al passaggio stratigrafico laterale con il GTS, ma non risulta interessare alcun aerogeneratore.

I "Trubi" con la loro deposizione decretarono la fine della crisi di salinità che investì il Mediterraneo nel Messiniano. Si tratta infatti di depositi marini profondi costituiti da marne pelagiche bianche di colore biancastro o beige-verdastro, che in funzione del contenuto di carbonato di calcio possono essere marne calcaree, marne argillose e argille marnose, con strati a maggiore percentuale di calcare o a maggiore percentuale di argilla.

L'estrema variabilità degli spessori rilevati si spiega con la particolare deposizione definita "trasgressione a mantello". Durante la fase di sedimentazione tali depositi ricoprono con un sedimento finissimo i fondali marini ricolmando le depressioni e addolcendo i dislivelli.

Al microscopio la roccia appare costituita in gran parte da gusci di foraminiferi planctonici del gruppo delle Globigerine. I Trubi si presentano fratturati e a volte posseggono preferenziali piani di fessurazione in prismi disposti perpendicolarmente alle superfici di stratificazione. Gli spessori possono raggiungere anche i 100 metri. I Trubi si presentano prevalentemente costituiti da argille marnose, non si rinviene la facies calcareo marnosa.

### 3.9 Geomorfologia

L'analisi geomorfologica basata sull'acclività dei versanti e sulla morfologia del rilievo in funzione della litologia e del reticolato idrografico permette di effettuare una prima valutazione delle condizioni evolutive del territorio in esame, fornendo un quadro generale dei fenomeni di erosione e di dissesto idrogeologico.

#### **Assetto geomorfologico dei versanti**

L'assetto geomorfologico di un territorio dipende da tre gruppi di fattori:

- Fattori strutturali, riferibili alla litologia ed all'assetto tettonico degli affioramenti esposti ai processi erosivi;
- Copertura vegetale;
- Orientamento e pendenza dei versanti.

L'area in studio è caratterizzata da terreni di litologia diversa, interessati da una evoluzione tettonica diversificata che ha determinato l'estrema variabilità delle morfosculture presenti nel paesaggio. La morfologia dell'area, infatti, varia fra zone a carattere basso-medio collinare, localizzate nelle aree più interne, in corrispondenza degli affioramenti di natura argilloso-marnosa ed a luoghi alluvionali sabbioso-argillosi-ciottolosi, e una morfologia di tipo tabulare in presenza dei depositi talvolta calcarenitici terrazzati che, per la loro consistenza lapidea, offrono una buona resistenza all'erosione.

Le zone topograficamente più basse, assumono una conformazione uniforme dovuta al livellamento operato dall'azione erosiva dei corpi idrici e del mare che ha formato, in epoche passate, morfologie subpianeggianti e terrazzate; si ha di conseguenza una scarsa, o pressoché nulla, degradabilità dei versanti ad opera della gravità ed una intensa utilizzazione del suolo per usi agricoli.

L'influenza della litologia sulle caratteristiche morfologiche del paesaggio è determinante a causa della differenza di comportamento rispetto all'erosione dei vari litotipi affioranti.

Il paesaggio che ne risulta è caratterizzato da zone pianeggianti, corrispondenti ai tavolati alluvionali, con locali blandi rilievi collinari a forme molto addolcite.

Da quanto esposto emerge chiaramente come i caratteri morfologici sono strettamente connessi con le caratteristiche dei terreni affioranti e con le strutture tettoniche e per tale motivo non si hanno, nell'area in esame, particolari strutture morfologiche, se si esclude il massiccio carbonatico di Montagna Grande distante dall'area in studio, né tantomeno fenomeni geomorfologici particolarmente diffusi, i quali sono rappresentati al più da locali fenomeni di crollo e ribaltamento e da alcuni fenomeni quali soliflusso o erosione accelerata, presenti in corrispondenza di alcune porzioni di versante di natura argillosa e marnosa maggiormente acclivi.

L'area dove verranno realizzati gli aerogeneratori in progetto, ricadenti ad una quota compresa tra 140 e 165 metri s.l.m., così come tutta la fascia interessata dal collegamento in cavidotto alla RTN e la sottostazione SE, è caratterizzata da una pendenza piuttosto blanda e da una morfologia pressoché tabulare. Esso si presenta assolutamente stabile in virtù dell'estesa formazione calcarenitico-sabbiosa presente nel sottosuolo dell'area e della morfologia tabulare del sito. Per tale motivo non si ritiene necessario eseguire ulteriori verifiche in quanto, essendo l'area pianeggiante, non è possibile l'instaurarsi di alcun movimento franoso; i valori dei coefficienti di sicurezza calcolati sarebbero decisamente superiori ai minimi previsti dalla legge.

Da un punto di vista geomorfologico, quindi, l'area è costituita da un paesaggio molto regolare contraddistinto da terrazzi marini. A nord e a sud la morfologia regolare viene interrotta dalla presenza di depositi argillosi e argillo-marnosi che danno origine a pendii a debole acclività (compresa tra 5 e 15°) che degradano verso valle in maniera regolare.



Lungo queste aree il paesaggio diventa sub collinare, la pendenza dei pendii è comunque bassa, non si registra la presenza di segni di instabilità geomorfologica.

Le condizioni di stabilità del sito sul quale verranno realizzate le opere in progetto sono ottime in relazione alla favorevole giacitura dei terreni presenti, nonché alla mancanza assoluta di agenti geodinamici che possano in futuro turbare il presente equilibrio.

Ciò è confermato dall'esame delle carte dei dissesti, della pericolosità e del rischio geomorfologico edite nell'ambito del P.A.I., che escludono i siti da criticità di tipo geomorfologico.

Nelle pagine successive viene riportato uno stralcio della carta dei dissesti e la carta delle pericolosità/rischio geomorfologico desunte consultando la cartografia del P.A.I. della Regione Sicilia, relativa al Bacino Idrografico del Fiume Birgi ed il Bacino Idrografico del Fiume Mazzarò.

La totale mancanza di una rete idrografica superficiale è da mettere in relazione alla morfologia pianeggiante ed alla notevole permeabilità dei terreni che favorisce l'infiltrazione delle acque meteoriche e selvagge sottraendole al deflusso superficiale.

L'analisi dei sondaggi reperiti e consultati non hanno messo in evidenza la presenza di accumuli idrici nel sottosuolo.

### **Dinamica dei versanti**

In generale, sotto il profilo della dinamica geomorfologica, il modellamento che maggiormente influenza e caratterizza un territorio è quello di tipo fluvio-denudazionale, intendendo quello dovuto all'azione delle acque meteoriche in tutti gli aspetti conseguenti allo scorrimento delle acque selvagge e delle acque incanalate.

Questo tipo di modellamento si esplica nelle aree con reticolo idrografico tipicamente organizzato, comprendendo quindi il canale collettore e tutti i vari ordini di affluenti.

Di norma il modellamento fluvio-denudazionale si differenzia a seconda dei litotipi su cui agisce in funzione del diverso grado di alterabilità fisica e chimica delle rocce e del loro diverso grado di erodibilità.

Sulle rocce coerenti le valli presentano profili trasversali a V più o meno aperte, separate talvolta da creste ben definite. In relazione all'assetto giaciturale delle rocce, elementi caratteristici del paesaggio sono le rotture di pendenza con acclività sia a monte che a valle.

Sulle rocce di natura marnosa, argilloso-arenacea, argilloso-sabbiosa, le valli sono più aperte con sezioni trasversali a conca o a V ampie con versanti declivi; laddove prevalgono i termini conglomeratici e arenacei, gli spartiacque tra le valli secondarie possono essere morfologicamente ben definiti costituendo delle vere e proprie creste, mentre dove prevalgono termini prevalentemente pelitici il rilievo è più dolce con forme arrotondate.

L'area oggetto del presente studio, per le sue caratteristiche morfologiche e litologico-strutturali, risulta influenzata in maniera piuttosto blanda dal modellamento delle acque superficiali, sia a causa delle litologie ed ancor più in relazione alle pendenze modeste che non consentono alle acque di acquistare l'energia necessaria per erodere e trasportare i materiali affioranti (litologie conglomeratiche affioranti). Le caratteristiche di permeabilità dei litotipi affioranti favoriscono comunque un ridotto/nullo ruscellamento superficiale, come testimoniato dallo sviluppo della rete idrografica superficiale.

Le acque superficiali, pertanto, esercitano una azione limitata sui versanti e infatti sono poco frequenti i fenomeni di erosione e di dissesto anche in corrispondenza dei versanti a prevalente componente conglomeratica.

Anche l'azione della gravità non influisce in maniera particolare sul territorio a causa delle morfologie pianeggianti o poco acclivi ed i soli fenomeni che si osservano sono legati a fenomeni di erosione e di soliflusso delle porzioni argillose alterate più superficiali distanti dal sito in esame.

Ai modellamenti naturali bisogna invece aggiungere il modellamento antropico dal quale non è possibile prescindere in quanto i suoi effetti morfogenetici, sia in senso negativo che positivo, sono spesso considerevoli.

Complessivamente può osservarsi che i caratteri morfologici dell'area sono caratterizzati da ampie zone a morfologia quasi tabulare all'interno delle quali non si riscontrano fenomenologie particolari, anche in relazione alla natura litologica dei terreni affioranti sia per il parco eolico che per il tracciato di collegamento in cavidotto alla RTN che per la SE.

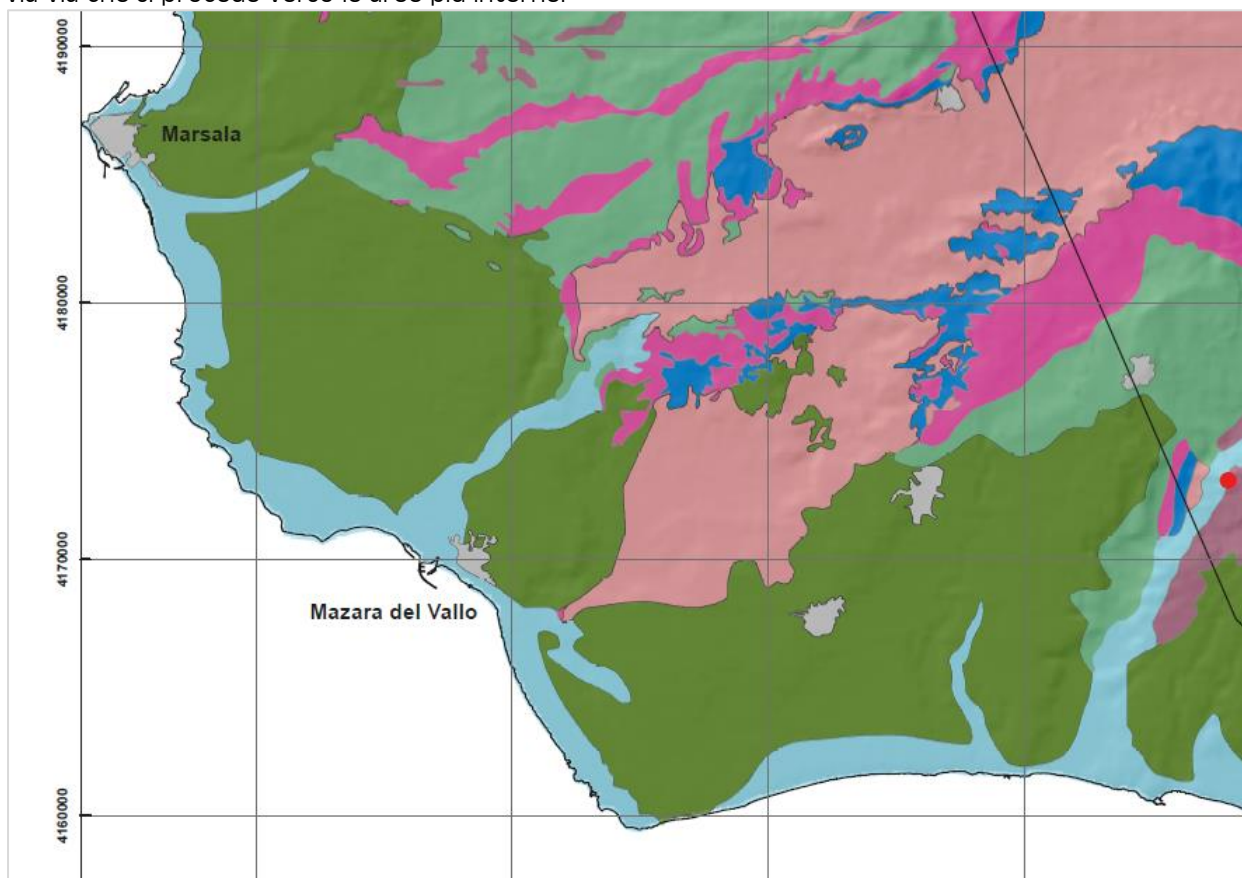
### 3.10 Cenni di idrogeologia

Le caratteristiche idrogeologiche fondamentali dell'area sono da ricondurre alla natura degli acquiferi e a quella del substrato impermeabile che li delimitano verso il basso.

L'acquifero principale è costituito dal complesso calcarenitico-sabbioso che caratterizza la pianura costiera da Trapani fino a Marsala. La litologia del substrato risulta determinata da quegli stessi termini prevalentemente argillosi e argilloso-marnosi che affiorano nella parte più interna dell'area, nel settore orientale. Esiste pertanto un contrasto netto tra i terreni entro cui le acque scorrono, costituiti da materiali sabbioso-calcarenitici a granulometria variabile e a permeabilità medio-elevata, ed i terreni che determinano il letto delle falde. Nei primi la permeabilità è prevalentemente per porosità e in minor misura per fessurazione; le acque scorrono quindi con una certa velocità entro meati più o meno grandi come in una complessa rete di vasi comunicanti. Nei secondi la permeabilità è da molto bassa a nulla ed essi rappresentano il letto di scorrimento delle acque. La morfologia di tale substrato, modellata quando questi terreni sono stati erosi e coperti in trasgressione dai sedimenti marini terrazzati, caratterizza le vie preferenziali di scorrimento delle acque.

L'acquifero calcarenitico, che raggiunge a luoghi anche notevoli spessori, rappresenta un serbatoio di notevole importanza essendo sede di una falda poco profonda e pressoché continua arealmente il cui sbocco essenziale è il mare. I sottili livelli argilloso-limosi, talora intercalati al complesso calcarenitico, non sono in grado infatti di modificare le caratteristiche generali di permeabilità dei depositi calcarenitici nel loro complesso.

Il pelo libero della falda, sebbene negli ultimi decenni si sia notevolmente abbassato a seguito del sovrasfruttamento, in genere è posto a profondità modeste in vicinanza della costa e si approfondisce via via che si procede verso le aree più interne.



*Carta dei Complessi Idrogeologici*

Legenda	
●	Sorgenti termali
▲	Deflussi sottomarini
◆	Pozzo termale
—	Traccia di profilo idrogeologico
□	Antropico
□	Alluvionale-Litoraneo-Detritico (ALD)
□	Argillo-Marnoso-Arenaceo (AMA)
□	Conglomeratico-Arenaceo-Argilloso (CAA)
□	Prevalentemente Argillo-Marnoso (CAM)
□	Calcarenitico (CCA)
□	Calcareo-Dolomitico (CCD)
□	Calcareo-Marnoso (CCM)
□	Prevalentemente Carbonatico (CDP)
□	Evaporitico (CE)
□	Marnoso-Calcareo (CMC)
□	Carbonatico-Silico Clastico (CSC)

Un acquifero di un certo rilievo si localizza poi in corrispondenza degli affioramenti calcarei del massiccio di Montagna Grande appartenenti alle Unità Trapanesi, dove i terreni del complesso plastico, formato dai lembi di marne argillose fortemente consolidate e dalle più estese coltri di argille oligo-mioceniche, vengono a contatto con i terreni prevalentemente calcarei della serie rigida mesozoica.

Per quanto riguarda l'acquifero alluvionale del Fiume Marcanzotta, vanno distinte le alluvioni terrazzate della parte alta del bacino dalle alluvioni dell'alveo recente del Fiume. Risulta di scarso interesse idrogeologico la coltre alluvionale dell'alto bacino del F. Marcanzotta, drenata dai suoi affluenti di destra, a causa della esigua potenza della formazione (meno di 10m) e dell'abbondanza dei terreni limo-argillosi frammisti alle alluvioni. Per quanto concerne invece il sistema alluvionale dell'alveo del F. Marcanzotta, lo spessore ipotizzabile è in media di 30 m, resta però indeterminato lo spessore dell'acquifero saturo.

Prendendo in considerazione la natura geolitologica dei terreni affioranti, pur tenendo conto dell'estrema variabilità che la permeabilità può presentare anche all'interno di una stessa unità litologica, si è cercato di definire tale parametro per le formazioni affioranti nel bacino. A tal fine si sono identificati i complessi idrogeologici, ognuno costituito da depositi anche di età ed origine differenti, ma con analoghe caratteristiche idrogeologiche e di permeabilità.

Di seguito vengono distinti e raggruppati i litotipi affioranti nel bacino in base al tipo e al grado di permeabilità che possiedono:

**Rocce permeabili per porosità.** Tale tipo di permeabilità caratterizza i depositi clastici incoerenti quali i depositi alluvionali attuali e recenti terrazzati presenti nelle aree di fondovalle dei corsi d'acqua principali, ed i terreni del complesso calcarenitico-sabbioso.

**Rocce a permeabilità medio-alta per fessurazione.** Tale permeabilità interessa tutti gli affioramenti carbonatici della serie mesozoica, dando luogo a falde acquifere significative, tendendo però a ridursi laddove è minore il disturbo tettonico.

Rocce a permeabilità limitata per fessurazione. Tale tipo di permeabilità è dovuta ad intensa fessurazione in rocce composte di livelli più o meno permeabili alternati a livelli impermeabili variamente distribuiti in senso verticale ed orizzontale.

Presentano questo tipo di permeabilità i depositi calcareo-marnosi pliocenici (Trubi) presenti in lembi di modesta estensione all'interno dell'area in studio.

**Rocce impermeabili.** Vengono considerate impermeabili tutti i terreni che presentano una frazione argillosa prevalente. Tale tipologia è attribuibile alla litofacies prevalentemente argillosa della Fm di Cozzo Terravecchia ed ai terreni plastici delle "Unità Trapanesi".

Al fine di individuare i caratteri della circolazione idrica sotterranea, si riporta di seguito una distinzione dei vari litotipi in base al grado di permeabilità. In particolare, si sono distinti quattro gradi di permeabilità, di seguito descritti:

**Terreni molto permeabili.** A questa categoria sono ascrivibili le litologie caratterizzate da permeabilità per fessurazione e carsismo; in questo caso la permeabilità primaria per porosità è di esigua importanza, trattandosi di rocce litoidi compatte ed è comunque legata all'eventuale presenza di livelli calcarenitici e calcirudittici presenti all'interno delle formazioni calcaree.

Nei terreni molto permeabili la circolazione idrica avviene principalmente attraverso le fratture e i vuoti creati dai processi di dissoluzione; le formazioni dotate di questo grado di permeabilità rivestono notevole importanza in quanto sedi di consistenti falde idriche.

In questa categoria sono ascrivibili tutte le facies con componente calcareo-litoide prevalente della serie mesozoica e i calcari a Porites della Fm. Baucina.

**Terreni mediamente permeabili.** Sono litologie essenzialmente caratterizzate da permeabilità primaria medio-alta e da una modesta permeabilità per fessurazione; quest'ultima tipologia di permeabilità si presenta quando il terreno ha consistenza litoide ed è stato sottoposto a stress tettonici.

Nei terreni mediamente permeabili, la circolazione idrica è affidata essenzialmente alla porosità degli strati e, in misura minore, all'eventuale rete di fessurazione. I terreni sopraccitati costituiscono acquiferi di potenzialità notevoli, quali quello calcarenitico-sabbioso.

**Terreni poco permeabili.** Trattasi di terreni caratterizzati da permeabilità per fessurazione e/o per porosità molto bassa; essi sono rappresentati dalle formazioni eterogenee costituite da alternanze più o meno irregolari di livelli più permeabili e livelli poco permeabili o impermeabili (Fm Marnoso-Arenacea della Valle del Belice).

In questa categoria la circolazione idrica si esplica essenzialmente in corrispondenza dei livelli permeabili, sebbene attraverso la rete di fessurazione possa instaurarsi una comunicazione fra i vari livelli acquiferi sovrapposti; tali falde acquifere sono caratterizzate da potenzialità e soggiacenze molto variabili, essenzialmente legate alle condizioni litologico-stratigrafiche e granulometriche della sequenza stratigrafica.

Nei terreni poco permeabili si possono includere anche i calcari marnosi e le marne plioceniche (Trubi).

**Terreni impermeabili.** Essi sono rappresentati dalle litologie nelle quali si verifica una circolazione idrica in pratica trascurabile e che, per tali caratteristiche, fungono da substrato alle falde acquifere.

In questa categoria si identificano tutte le facies costituite da una frazione argillosa prevalente; in particolare, nell'area in esame, esse sono rappresentate dalle argille della Fm. Di Cozzo Terravecchia e dai terreni plastici delle "Unità Trapanesi".

Da quanto sopra esposto si evince che, nel bacino in studio, la circolazione idrica sotterranea risulta piuttosto diffusa, laddove l'assetto geologico-stratigrafico è caratterizzato da una prevalenza di terreni calcarenitici superficiali con spessori anche considerevoli poggianti su un substrato prevalentemente argilloso praticamente impermeabile, che consente l'accumulo di falde di una certa consistenza e in corrispondenza dei più permeabili affioramenti carbonatici. All'interno del bacino non si sono censite manifestazioni sorgentizie di particolare interesse.

#### **Considerazioni idrogeologiche di dettaglio formazioni affioranti:**

Sulla base delle considerazioni di carattere geologico-strutturale, l'area in esame, può essere suddivisa, dal punto di vista idrogeologico, in due complessi principali.

1) Rocce permeabili per porosità: Appartengono a questa categoria i depositi alluvionali ed i depositi terrazzati composti da calcareniti e sabbie.

I terreni di tale complesso idrogeologico presentano una permeabilità variabile da medio-bassa ad alta, in funzione del prevalere della classe granulometrica più minuta su quella grossolana. Generalmente i pori intergranulari dei depositi clastici aventi una scarsa matrice limosa tendono a saturarsi durante la circolazione delle acque di infiltrazione consentendo la formazione di un acquifero. Tuttavia, quando la componente pelitica prevale in percentuale su quella sabbio-ghiaiosa, la permeabilità tende a diminuire perché i pori si occludono rendendo difficoltosa la circolazione idrica.

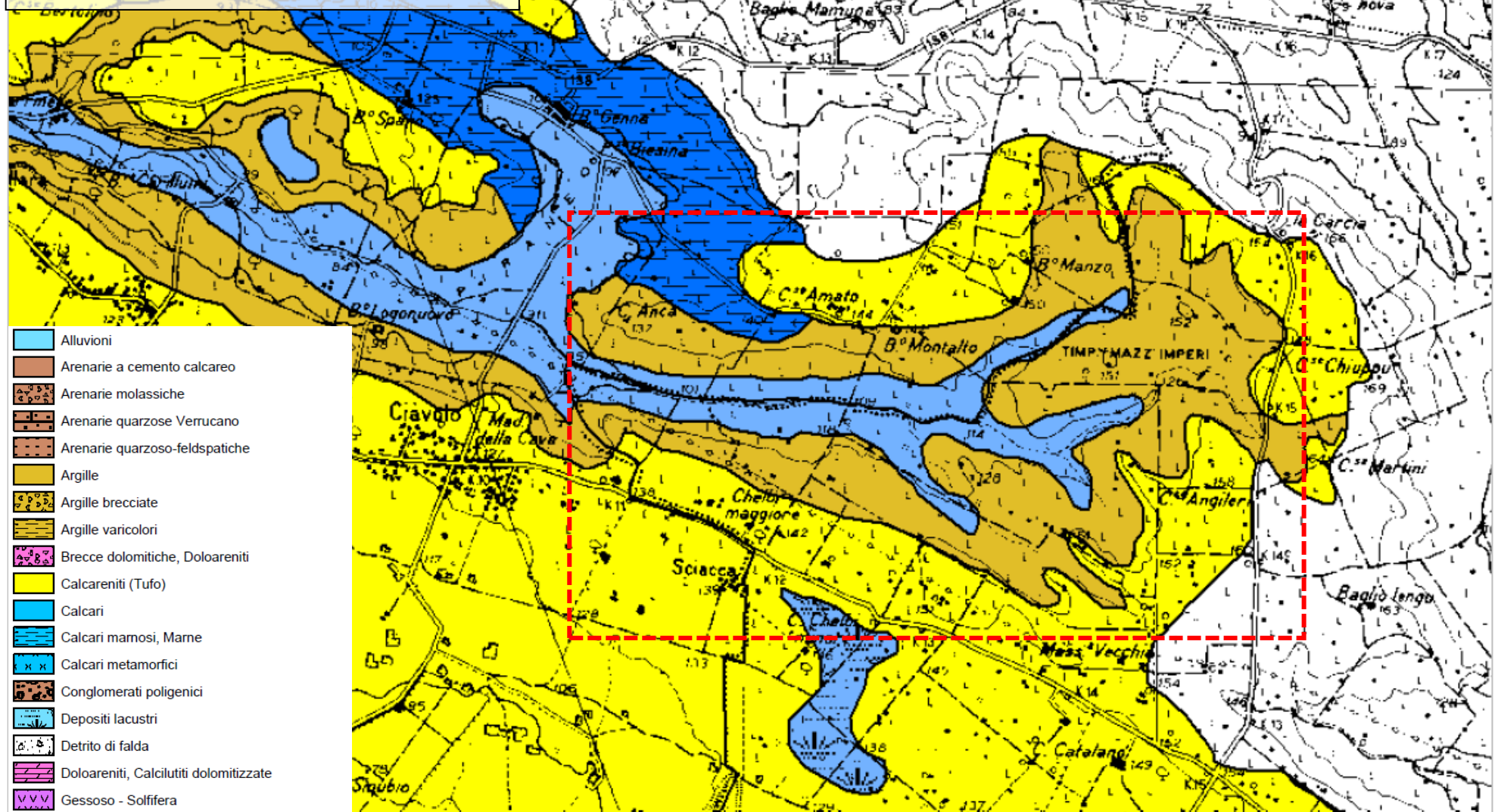
Le analisi granulometriche eseguite sui depositi terrazzati mostrano che tali litotipi sono composti da sabbia argillosa con limo o da sabbia con ghiaia limosa e argillosa, quindi sono terreni dotati di una discreta permeabilità. La prova di permeabilità eseguita su cella edometrica mostra un valore di K pari a  $6,2 \times 10^{-5}$  cm/s.

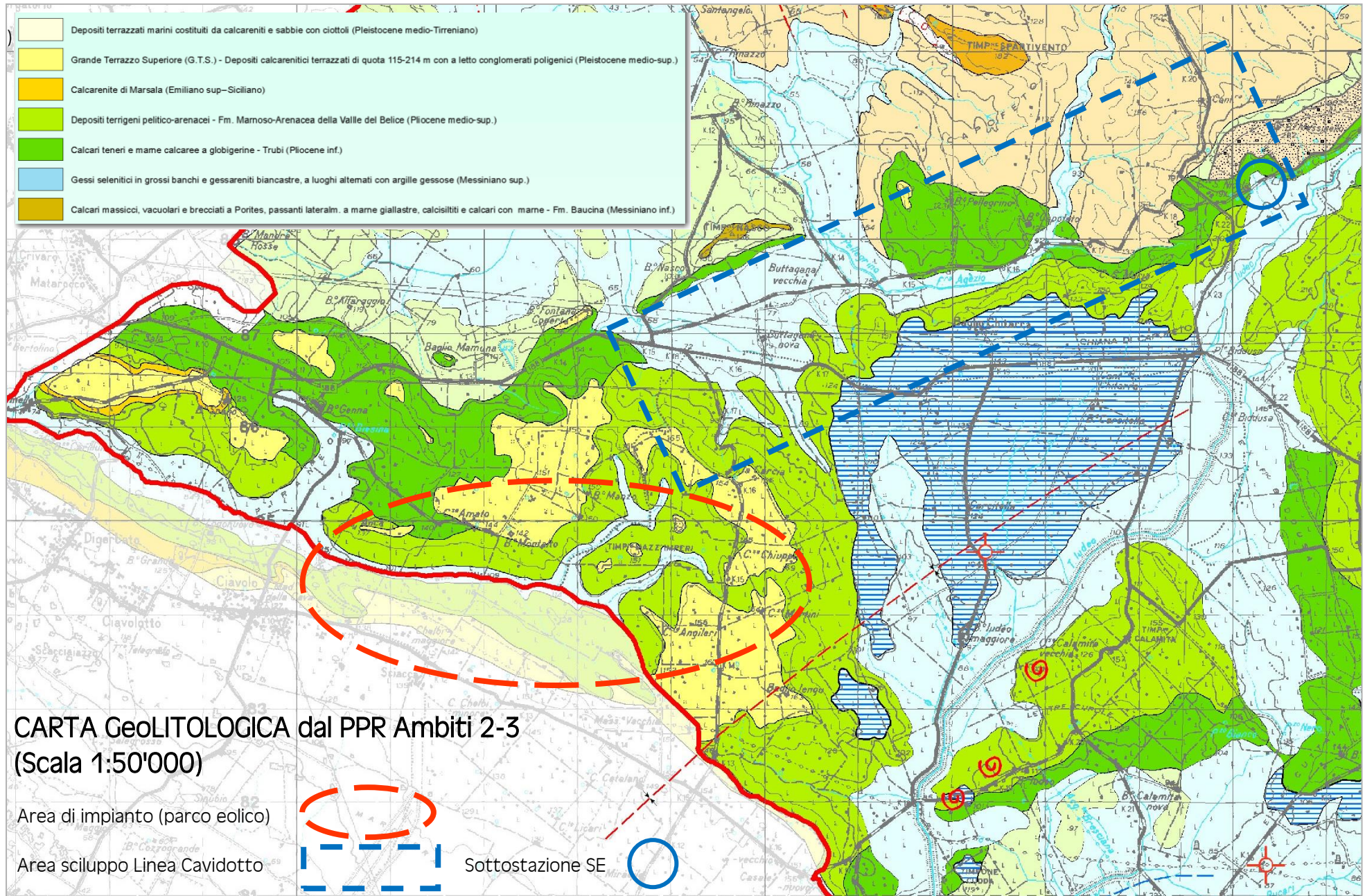
Le indagini geognostiche eseguite e la lettura dei piezometri collocati non hanno individuato nel sottosuolo la presenza di livelli idrici. Tuttavia riteniamo che all'interno di tali depositi nei periodi di maggiore piovosità si possa creare dei modesti accumuli idrici superficiali che drenano comunque rapidamente verso i corpi idrici presenti e lungo le loro valli alluvionali (casi dei t.Pellegrino e t.ludeo nei pressi dell'area in studio in direzione rispettivamente Nord-Ovest e Nord-Est)

2) Rocce da poco permeabili ad impermeabili

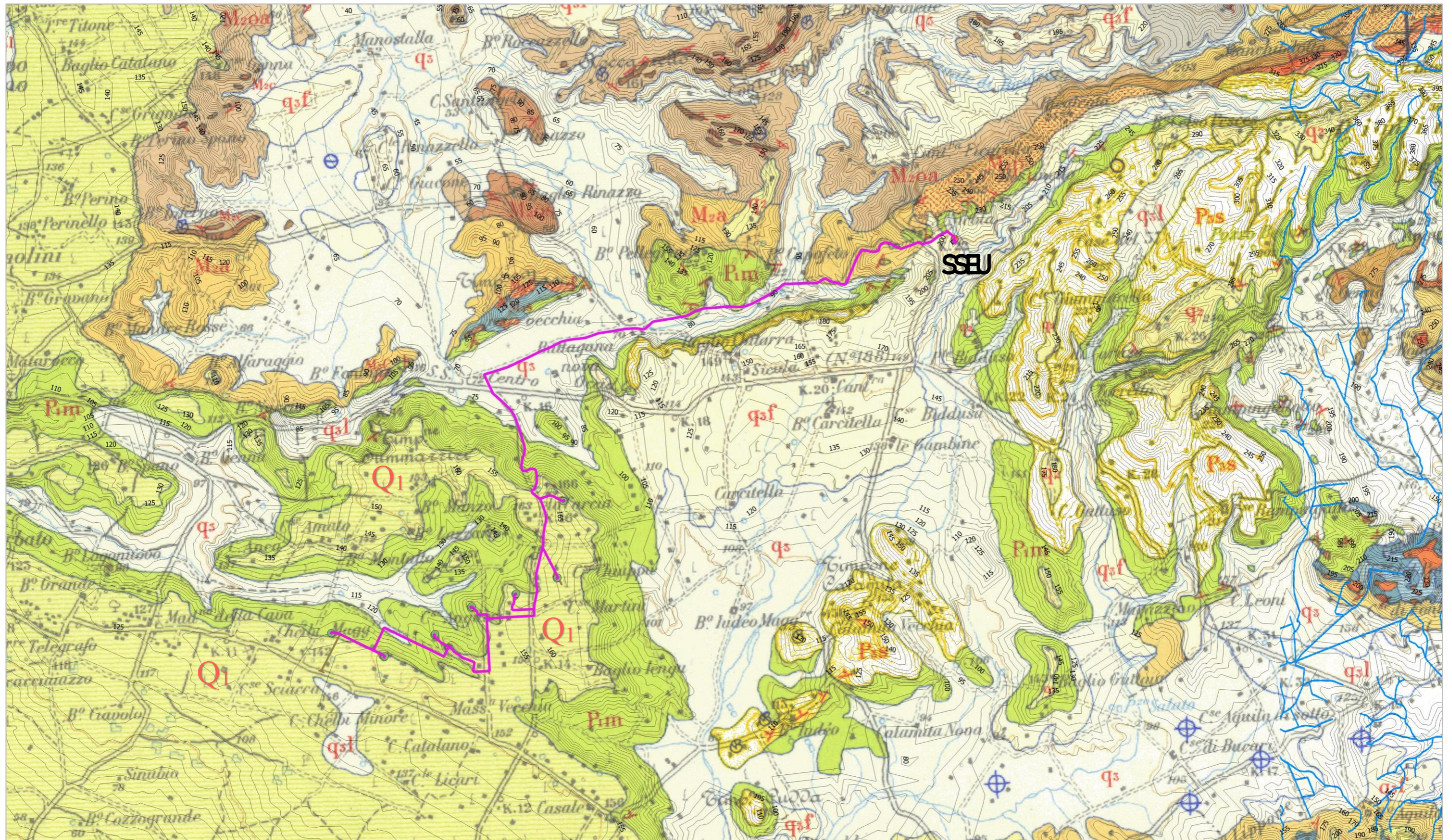
Appartengono a questa categoria le argille marnose, le marne e le marne argillose appartenenti ai "Trubi" ed i depositi argillosi ed argillo-sabbiosi della formazione marnoso arenacea della Valle del Belice. Tali litotipi presentano una permeabilità così bassa da essere, ai fini del presente studio, considerati impermeabili. Tuttavia, all'interno della coltre superficiale piuttosto alterata e degradata non è raro rinvenire modesti adunamenti idrici superficiali, così come all'interno dei rari livelli arenitici che essendo dotati di una elevata porosità possono essere sede di locali falde acquifere confinate. Anche in questo caso si evidenzia una circolazione idrica che tende a direzionarsi verso le valli alluvionali dei corpi idrici.

**CARTA GEOLITOLOGICA dal PAI**  
 Bacino Mazarò (52) (Scala 1:50'000)  
 Area di impianto (parco eolico)



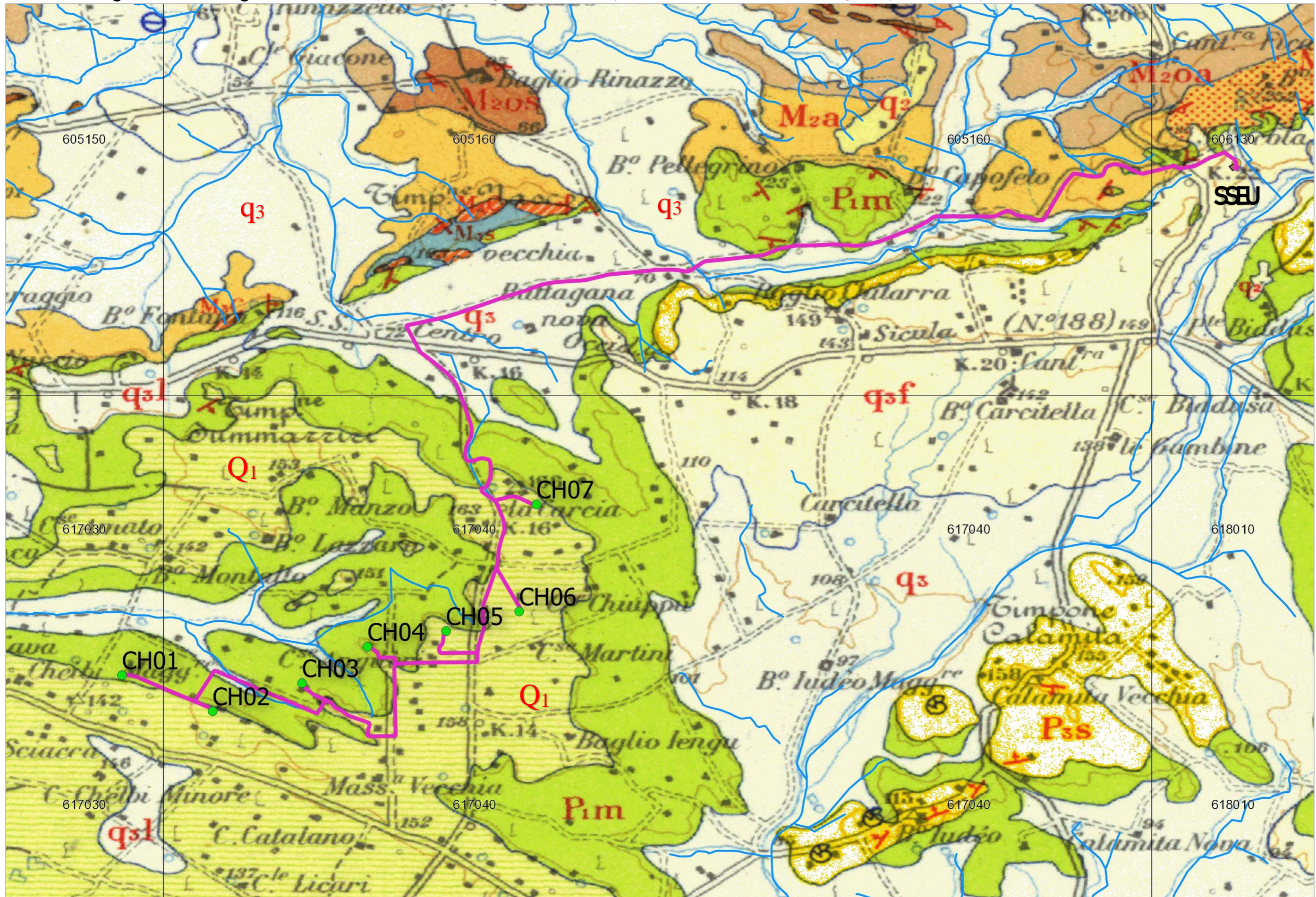


**CARTA Geologica d'Italia - Foglio 257** - con sovrapposizione posizioni georeferenziate kmz parco eolico e rete RTN - DTM e curve di livello equidistanza 10m (Scala 1:50'000)

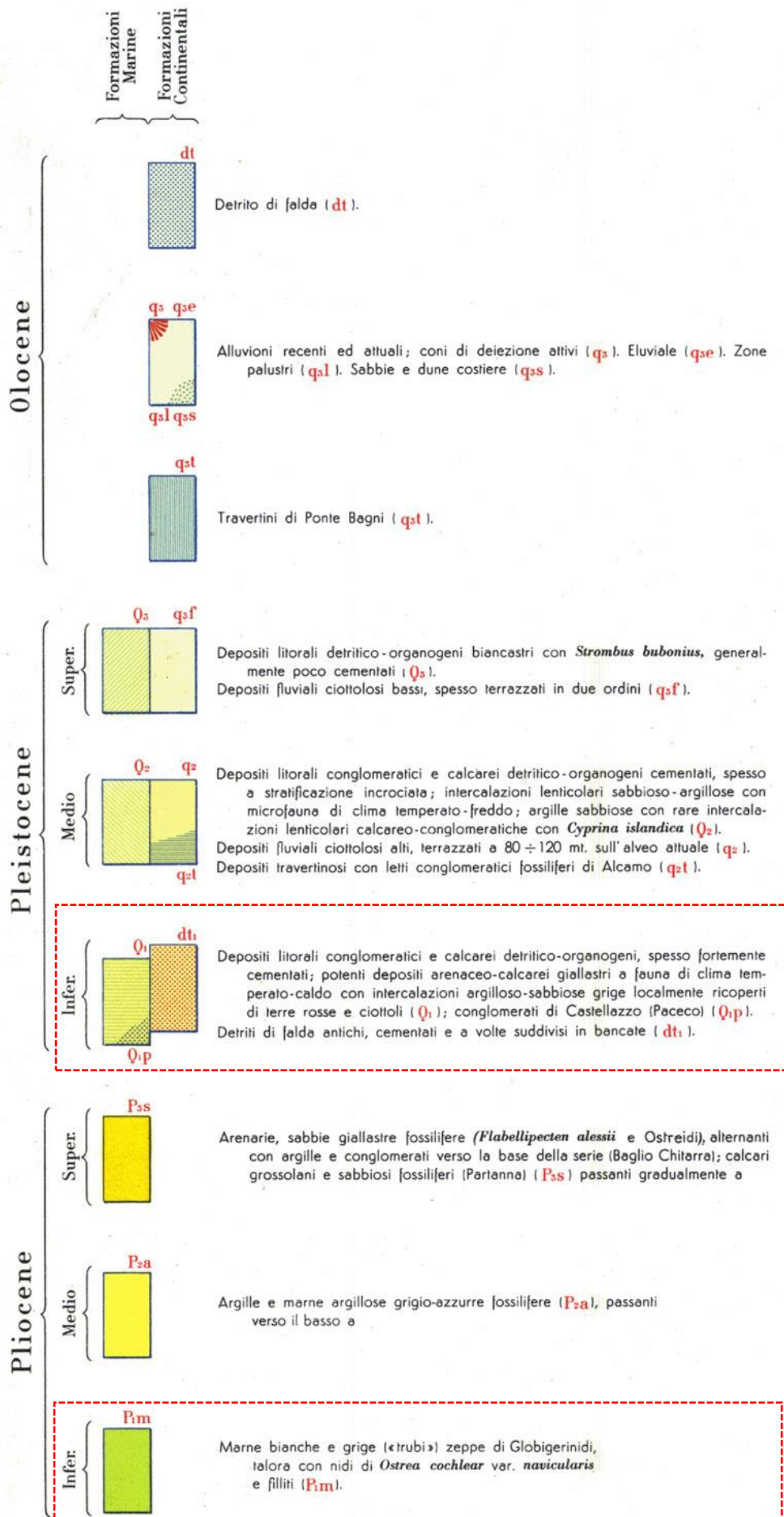




CARTA Geologica d'Italia - Foglio 257 - con sovrapposizione posizioni georeferenziate kmz parco eolico e rete RTN con reticolo idrografico (Scala 1:100'000)



LEGENDA Carta GeoLitologica Foglio 257



### 3.11 Lineamenti geomorfologici

Il motivo morfologico principale è costituito dalle distese pianeggianti tutte debolmente pendenti verso il mare con pendenze molto modeste mai superiori al 5%. I terrazzi nei loro margini laterali sono spesso interrotti da torrenti con valli piuttosto accentuate che generano versanti a pendenza maggiore.

In generale, la geomorfologia che caratterizza tutta la zona, è il risultato di un'intensa attività di erosione differenziale che ha determinato una morfoscultura piuttosto matura e poco marcata, caratterizzata da terrazzi sabbioso-arenacei, da deboli e dolci versanti collinari relativi ai depositi pelitici poco accentuati dall'azione di erosione dei corsi d'acqua.

Il paesaggio dominante è quindi costituito da vasti affioramenti subpianeggianti costituiti da materiale sabbioso sciolto e/o cementato (calcareniti, calcari, dep. calcarenitici terrazzati), interrotti dalla presenza di materiale pseudocoerente rappresentato da alluvioni terrazzate relative ai corpi idrici presenti e da ampie aree collinari a bassa acclività e pendenza di natura argillosa.

Il pattern superficiale dei corsi d'acqua presenti è di tipo dendritico a bassa densità di drenaggio e poco gerarchizzato, con andamento prevalente Nord - Nord/Est | Sud - Sud/Ovest.

L'opera in progetto, in ogni caso, ben si integra dal punto di vista geomorfologico; nell'area in esame, infatti, non sarà in nessun modo variato l'assetto del territorio e non sono previsti sbancamenti o rilevati che possano in qualche modo determinare modifiche all'attuale assetto idrogeologico del territorio stesso.

Le posizioni degli aerogeneratori così come l'elettrodotto e la SSEU in progetto non sono interessate da aree a rischio secondo il "Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico" (DARTA n°298/41 e s.m.i.) e da aree a rischio secondo il "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico – P.A.I." (DPR n° 284/2007).

### 3.12 Analisi e valutazione del Rischio Geomorfologico ed Idraulico

L'analisi del Rischio Geomorfologico si basa per il caso in esame sulla carta dei dissesti contenuta nel P.A.I. regionale, a sua volta redatta sulla scorta di numerose fonti; in particolare, sono state analizzate le informazioni ricavate da pubblicazioni scientifiche, studi geologici e geomorfologici e quelle fornite dalle amministrazioni comunali e da enti pubblici. Le principali fonti consultate sono di seguito elencate:

- Studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici (PRG, PP, PDF) della gran parte dei comuni ricadenti all'interno del bacino;
- Schede del censimento "Studio Centri Abitati Instabili" (S.C.A.I.).
- Schede sui fenomeni franosi compilate dalla Protezione Civile - Piani di Emergenza (O.P.C.).
- Segnalazioni pervenute da parte delle amministrazioni comunali, riguardanti soprattutto i centri abitati ricadenti all'interno dell'area in studio; segnalazioni degli uffici tecnici comunali, in adempimento alla Circolare A.R.T.A. 01/03; segnalazioni pervenute agli uffici regionali e provinciali della Protezione Civile;
- Fonti bibliografiche: con questo termine si intendono tutte le pubblicazioni di AA.VV. riguardanti l'area in studio o porzioni della stessa, a cura di vari enti (Cartografia realizzata con il "Progetto CARG"; Carta litologica scala 1:100.000 dallo "Schema dei Materiali lapidei di Pregio" GEO-CEPA; schede del censimento "Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia" - I.F.F.I.; schede del censimento "Sicilia Hydro", "Atlante dei centri abitati instabili della Regione Sicilia – Vol. I - Provincia di Trapani") oltre a numerosi studi e lavori a carattere scientifico pubblicati negli ultimi decenni.
- Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico approvato con D.A. 04/07/2000 (P.S. 2000).
- Aggiornamento del Piano Straordinario 2000 approvato con D.A. 22/07/2002 n° 543/S9.
- Foto aeree realizzate su commissione della Regione Sicilia nel 1987 e nel 1997; Ortofoto realizzate in formato digitale, in scala 1:10.000, su commissione della Regione Sicilia, relative ad un piano di volo attuato nel 1998 – IT 2000.

L'analisi geomorfologica dell'area di intervento è stata completata dalla carta di sintesi delle pendenze di seguito allegata che mostra, definite le classi di pendenza da 0 al 27.7% dall'analisi DTM dell'area di intervento, come le opere (aerogeneratori, elettrodotto e SSEU) siano localizzati su porzioni di territorio che si mantengono uniformemente al di sotto del 10% di pendenza senza quindi situazioni di elevata energia di rilievo come evidenziato anche nelle considerazioni nei paragrafi precedenti, che limitano l'insorgere di fenomeni geomorfologici di dissesto.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle fonti, da cui provengono i dati acquisiti ed utilizzati per la perimetrazione dei dissesti nell'area di interesse del comune di Mazara del Vallo.

**Tabella 2-1 - Tabella riassuntiva dei dati utilizzati per singolo Comune.**

PROV.	COMUNI	PRG PP PDF	AVI	SCAI	GNDICI CNR	OPC	SEGN. COMUNI	STUDI PRECEDENTI	PS 2000	REV. PS 2000	FOTO AEREE, ORTOFOTO	SOPR.
TRAPANI	Buseto Palizzolo	X						X	X	X	X	X
	Calatafimi	X						X	X	X	X	
	Erice	X						X	X	X	X	X
	Marsala	X	X	X			X	X	X	X	X	X
	Mazara del Vallo	X	X	X			X	X	X	X	X	X
	Paceco						X	X	X		X	X
	Salemi	X					X	X	X	X	X	X

Dalle numerose fonti bibliografiche, consultate allo scopo di acquisire notizie sugli eventi franosi accaduti in epoche storiche nelle aree ricadenti all'interno dell'area territoriale considerata, non sono emersi dati rilevanti circa fenomeni di dissesto sull'area di intervento.

Si esclude inoltre i medesimi siti possano essere interessati da movimenti franosi in atto e non sono associati particolari aspetti morfologici, con distanze dagli elementi areali censiti a rischio frana posti oltre 1000m rispetto all'aerogeneratore CH01 in direzione nord e oltre 2000m rispetto agli aerogeneratori CH06 e CH07 in direzione est e non interferenti con il tracciato dell'elettrodotto e la SSEU.

### Stato del dissesto

Nel bacino e nell'area territoriale in studio sono stati censiti complessivamente n° 13 fenomeni franosi che ricoprono una superficie di circa 41,20 Ha.

Dalla tabella riepilogativa si evince che i pochi dissesti presenti sono rappresentati da fenomeni di erosione accelerata e franosità diffusa, da dissesti superficiali lenti e da una unica frana di crollo.

Per quanto riguarda lo stato di attività dei fenomeni, si evidenzia che tutti i dissesti censiti sono attivi.

È stato infine calcolato l'indice di franosità del bacino  $I_d$  inteso come rapporto tra la superficie totale in frana nel bacino ( $S_d = 0,41 \text{ km}^2$ ) e la superficie totale del bacino ( $S_b = 130 \text{ km}^2$ ):

$$I_d = \frac{S_d}{S_b} = \frac{0,41}{130} \times 100 = 0,32 \%$$

Dall'indice di franosità, pari a 0,32 %, si evince come il territorio interessato sia complessivamente soggetto ad uno stato di dissesto alquanto limitato. Ciò è conseguenza del fatto che la maggior parte dell'area considerata abbraccia territori caratterizzati dalla presenza di terreni di natura calcarenitica e da una morfologia pressoché pianeggiante. Su tali aree pertanto le fenomenologie di dissesto, a causa delle rocce affioranti, che presentano buone caratteristiche fisico-meccaniche, sono praticamente assenti o comunque molto rare. Pertanto si può affermare che l'indice di franosità è decisamente inferiore alla media dell'intero territorio siciliano.

### Analisi dei territori distinti per comune

Nella Tabella 2.3 viene riportata una sintesi (numero totale dei dissesti e loro superficie) dei risultati sviluppati analiticamente per ogni singolo comune.

**Tabella 2-3- Numero e superficie dei dissesti nel Bacino Idrografico distinti per comune**

COMUNI	N.	AREA [Ha]
Marsala	3	14,67
Mazara del Vallo	4	9,33
Salemi	6	17,2
<b>TOTALE</b>	<b>13</b>	<b>41,20</b>

Dei 13 fenomeni franosi censiti nell’area, tre ricadono nel territorio comunale di Marsala, 4 nel territorio comunale di Mazara del Vallo e 6 in territorio di Salemi. Nel territorio comunale di Mazara del Vallo sono stati individuati inoltre due “Siti di attenzione”.

### Comune di Mazara del Vallo

#### Stato di dissesto del territorio comunale

La porzione di territorio del Comune di Mazara del Vallo ricadente all’interno del bacino e dell’area territoriale considerata comprende la parte centrale del territorio stesso, pari al 31 %, includendo anche gran parte del centro abitato.

In questo settore affiorano principalmente i terreni calcarenitici e sabbiosi terrazzati in più ordini riferibili alla formazione delle Calcareniti di Marsala, ai terrazzi marini tirreniani ed al Grande Terrazzo Superiore. Inoltre, nelle porzioni più orientali affiorano lembi di terreni mio-pliocenici a prevalente componente argilloso-marnosa.

L’area, dal punto di vista morfologico, è classificabile come zona a carattere prevalentemente pianeggiante, la cui regolarità morfologica è soltanto localmente interrotta da gradini morfologici corrispondenti agli orli dei terrazzi. Le quote sono comprese tra 0 m s.l.m., in corrispondenza della linea di costa, e 220 m s.l.m. circa nelle aree più interne lungo lo spartiacque orientale (Contrrada Lippone).

Per quanto concerne la dinamica dei versanti essa è fortemente condizionata sia dalla morfologia subpianeggiante che dalle litologie affioranti, costituite in prevalenza da terreni a carattere lapideo di natura calcarenitica. In generale in tali litologie non s’innescono particolari fenomeni di dissesto, a maggior ragione laddove le pendenze sono molto ridotte, e pertanto nella porzione di territorio in esame non sono stati individuati fenomeni franosi di rilievo. Delle quattro aree in dissesto censite nel territorio comunale di Mazara del Vallo, tre sono interessate da processi di erosione accelerata ed una da fenomeni di franosità diffusa, ovvero eventi di limitata estensione e in genere superficiali, non cartografabili singolarmente.

L’assenza di particolari fenomeni di dissesto è stata altresì confermata, oltre che dalle analisi e dai sopralluoghi in sito effettuati, anche dall’Amministrazione comunale che non ha segnalato l’esistenza di situazioni di dissesto o di pericolosità derivanti da fenomeni geomorfologici.

**Tabella 2-5- Numero e superficie dei dissesti nel territorio comunale di MAZARA DEL VALLO distinti per tipologia e stato di attività.**

TIPOLOGIA	ATTIVI		INATTIVI		QUIESCENTI		STABILIZZATI		TOTALE	
	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]	N.	Area [Ha]
Crollo/ribaltamento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Colamento rapido	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Sprofondamento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Scorrimento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Frana complessa	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Espansione laterale DGPV	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Colamento lento	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Area a franosità diffusa	1	6,52	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	6,52
Deformazioni superficiali lente (creep)	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Calanchi	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Dissesti dovuti ad erosione accelerata	3	2,81	0	0,00	0	0,00	0	0,00	3	2,81
<b>TOTALE</b>	<b>4</b>	<b>9,33</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0,00</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>9,33</b>

### Valutazione della pericolosità ed individuazione delle aree a rischio

Il censimento dei dissesti presenti nell'intera area in esame ha portato all'individuazione di n° 13 fenomeni franosi. Le situazioni di pericolosità connesse a tali dissesti sono le seguenti:

- zone a pericolosità molto elevata (P4): 0;
- zone a pericolosità elevata (P3): n° 1;
- zone a pericolosità media (P2): n° 9;
- zone a pericolosità moderata (P1): 3;
- zone a pericolosità bassa (P0): n° 0.

Dopo aver definito le suddette zone di pericolosità, si è proceduto a calcolare il livello di rischio cui sono soggetti gli elementi ricadenti al loro interno; complessivamente sono state individuate n° 2 aree a rischio così suddivise:

- aree a rischio molto elevato (R4): 0;
- aree a rischio elevato (R3): n° 0;
- aree a rischio medio (R2): 2;
- aree a rischio moderato (R1): n° 0.

Le condizioni di pericolosità e di rischio sono rappresentate nei grafici seguenti, nonché nelle carte della pericolosità e del rischio in scala 1:10.000 allegate.

Nella Figura 2.3, è stato elaborato un grafico in cui viene rappresentata la distribuzione percentuale della pericolosità nel bacino e nell'area territoriale contigua sia relativamente al numero di aree coinvolte che alla superficie delle stesse.

PERICOLOSITÀ	N°	N° (%)	AREA	AREA (%)
P0	0	0,00	0,00	0,00
P1	3	23,08	1,64	3,86
P2	9	69,23	39,34	92,50
P3	1	7,69	1,55	3,64
P4	0	0,00	0,00	0,00
<b>TOTALE</b>	<b>13</b>	<b>100</b>	<b>42,53</b>	<b>100</b>

### Analisi pericolosità del territorio

#### Comune di Mazara del Vallo

Nella porzione di territorio del Comune di Mazara del Vallo che ricade all'interno dell'area in esame sono stati individuati quattro dissesti: due di questi sono classificati come aree a pericolosità moderata (P1) e i rimanenti due come aree a pericolosità media (P2).

Soltanto uno dei quattro dissesti individuati, un'area a franosità diffusa localizzata in Contrada Carcittella (dissesto n° 053-9MZ-001) coinvolge alcuni elementi vulnerabili, in particolare un tratto di acquedotto interrato e un tratto di una strada secondaria. Pertanto al suddetto dissesto sono associate due aree a rischio, classificate come aree a rischio medio (R2).

Nessun elemento censito interessa l'area di intervento così come visibile dalle tavole allegate e pertanto le opere in progetto (aerogeneratori, elettrodotto, SSEU) risultano compatibili con il PAI regionale e non interferenti con aree tutelate e/o a rischio geomorfologico.

Altresì le opere in progetto risultano non interferenti con le fasce di tutela a rischio esondazione dei corpi idrici censiti come evidenziato nelle cartografie tematiche di seguito allegate.

### 3.13 Analisi interferenze con il reticolo idrografico

Dall'analisi del reticolo idrografico, si evidenziano interferenze della linea in cavidotto MT con lo stesso in più punti come riportato nelle tavole di seguito allegate per lo più lungo sedi stradali in esercizio. Tali intersezioni saranno valutate nel dettaglio caso per caso sulla base dei manufatti esistenti in loco al fine

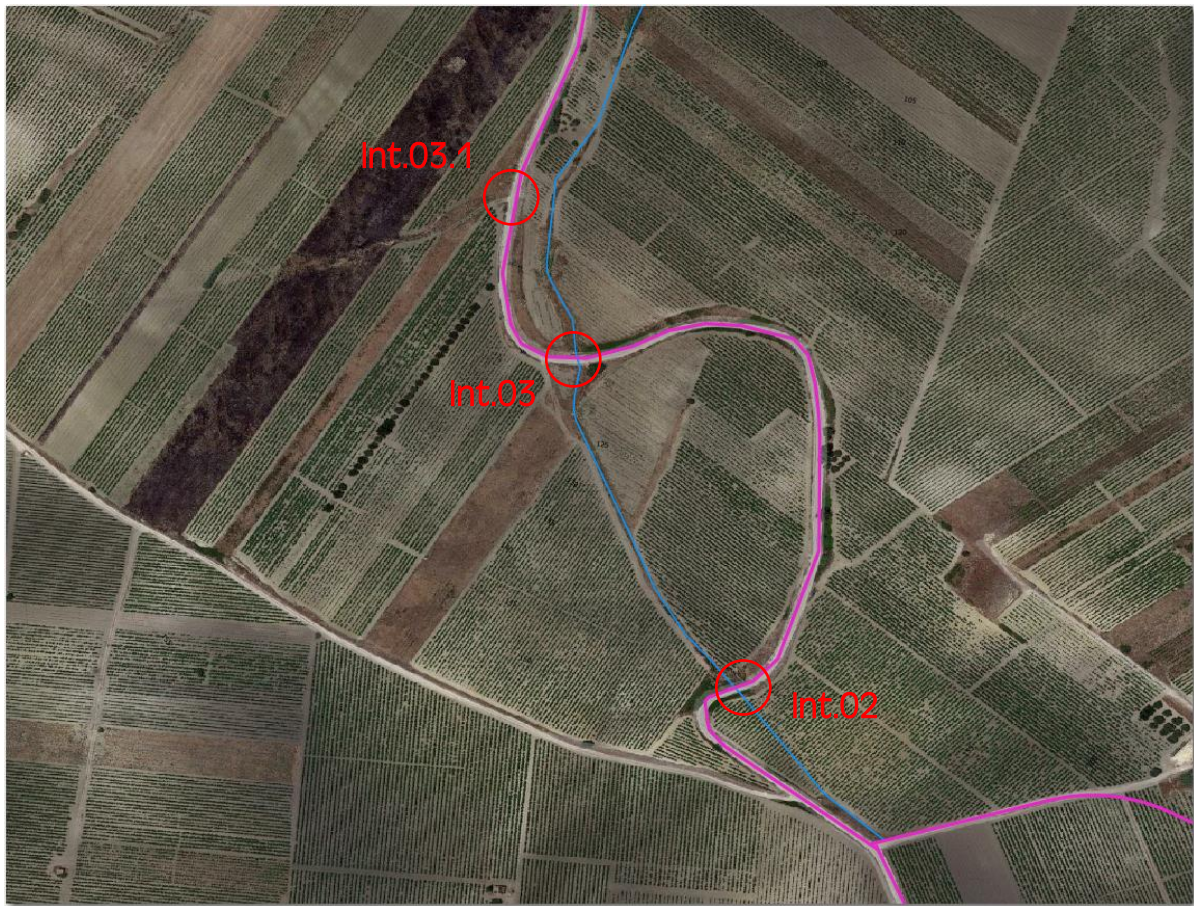
di definire l’opera più idonea alla situazione specifica, facendo comunque riferimento a soluzioni tipo bypass tramite TOC o staffatura su opera di attraversamento esistente o linea interrata su sede stradale. Si riporta di seguito il dettaglio delle interferenze con il reticolo idrografico riscontrate lungo le sedi stradali in esercizio su cui si svilupperà il collegamento in cavidotto MT fino alla SE.

Sez. Int.	Opera	Int. Vincolo Idrogeologico	Int. Reticolo idrografico	Presenza di manufatti	Tipologia cavidotto	Sezioni di Posa
n.						
1	cavidotto CH01-CH02	NO	SI	SI	int. MT	CAMP
2	cavidotto impianto-SSEU	SI	SI	SI	int. MT	SR18
3	cavidotto impianto-SSEU	SI	SI	SI	int. MT	SR18
3.1	cavidotto impianto-SSEU	SI	SI	SI	int. MT	SR18
4	cavidotto impianto-SSEU	NO	SI	SI	int. MT	SB007
5	cavidotto impianto-SSEU	NO	SI	SI	int. MT	SB007
6	cavidotto impianto-SSEU	NO	SI	SI	int. MT	ASF SP24
7	cavidotto impianto-SSEU	SI	SI	SI	int. MT	ASF SP24

Int.01



Int.02 – Int.03 – int.03.1



Int.04





Int.05



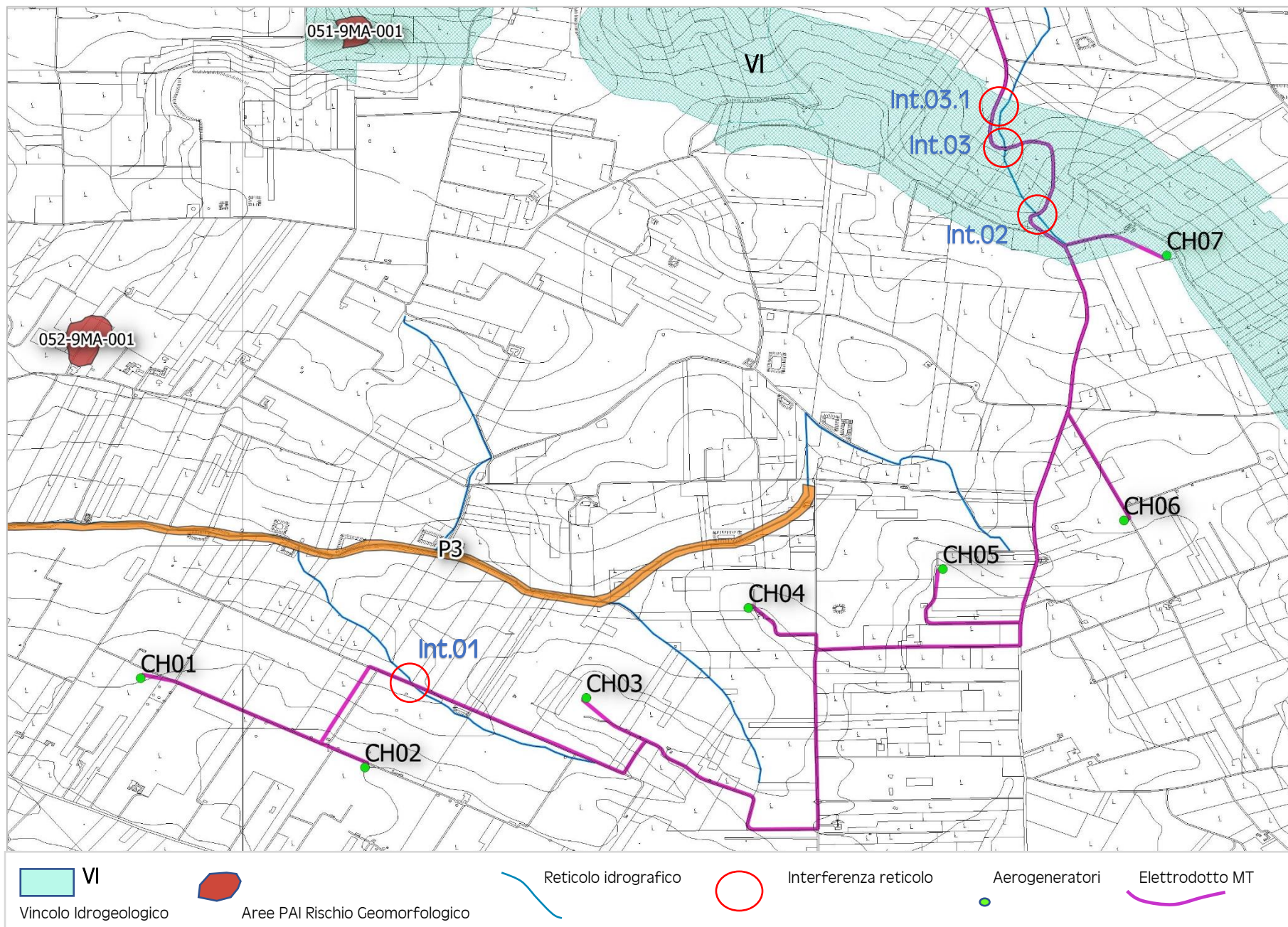
Int.06



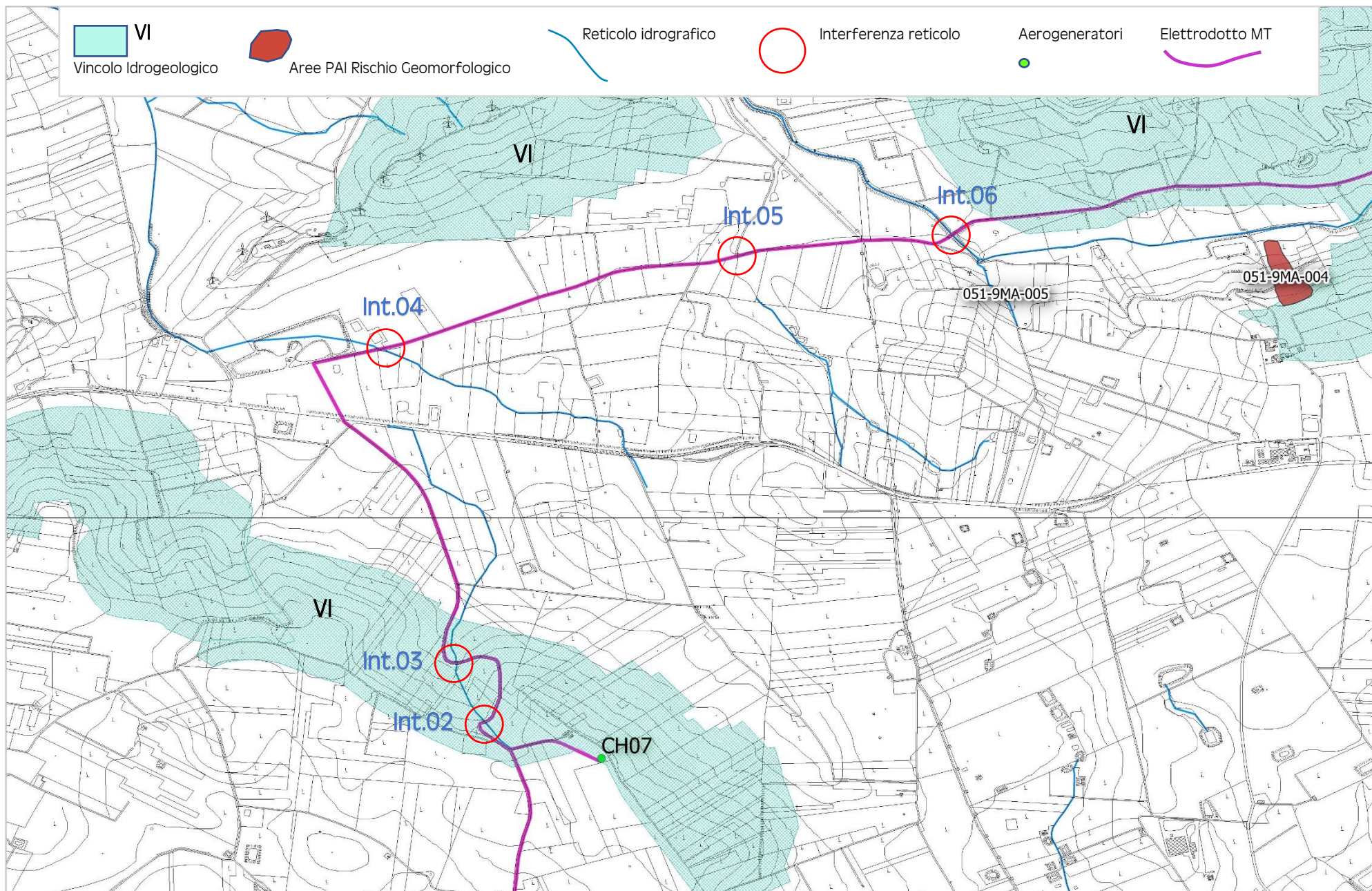
Int.07



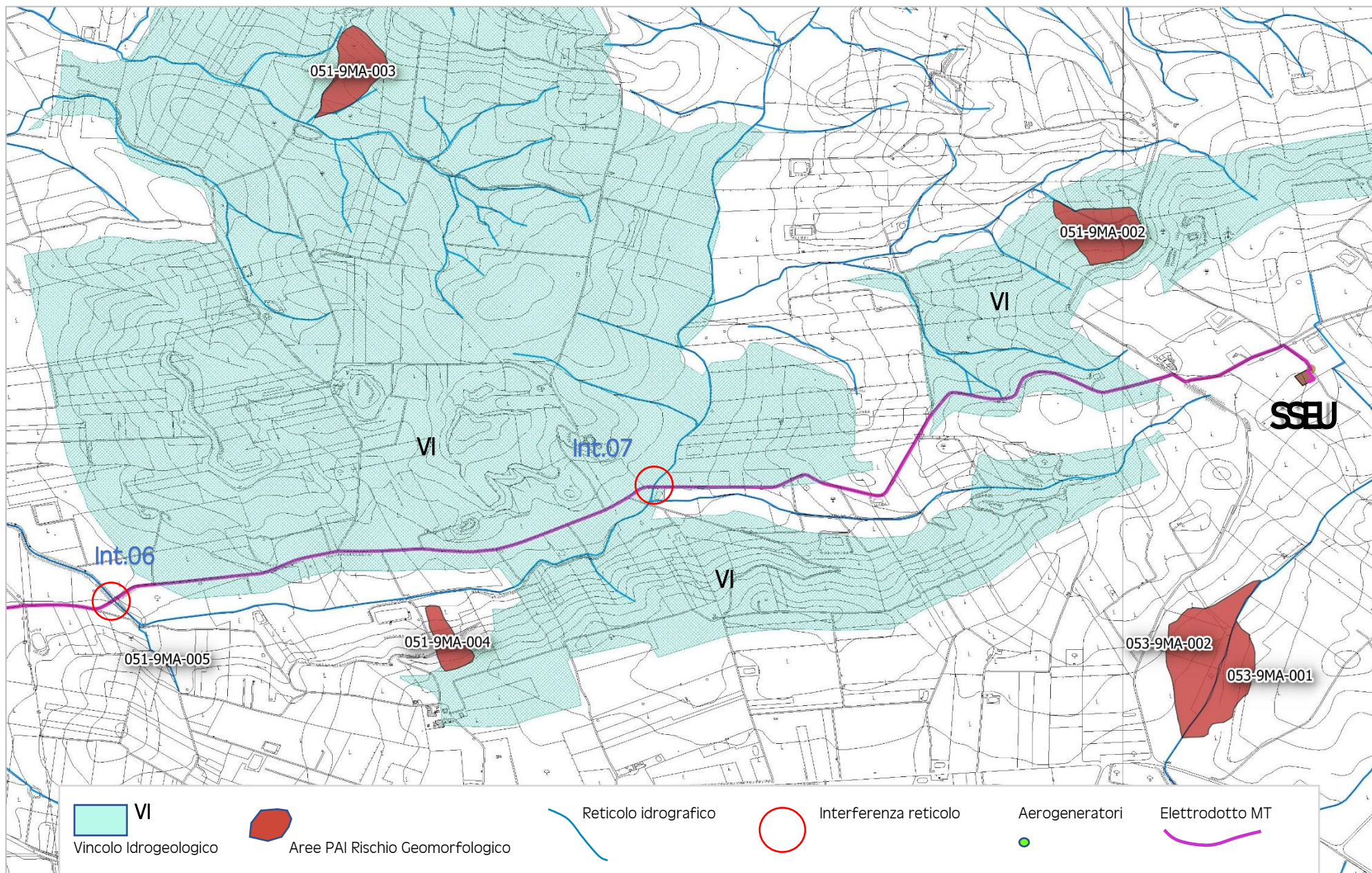
Tav.1 - Analisi Vincoli PAI (Rischio Idraulico e Geomorfológico) – Vincolo Idrogeológico (VI) – Reticolo Idrografico



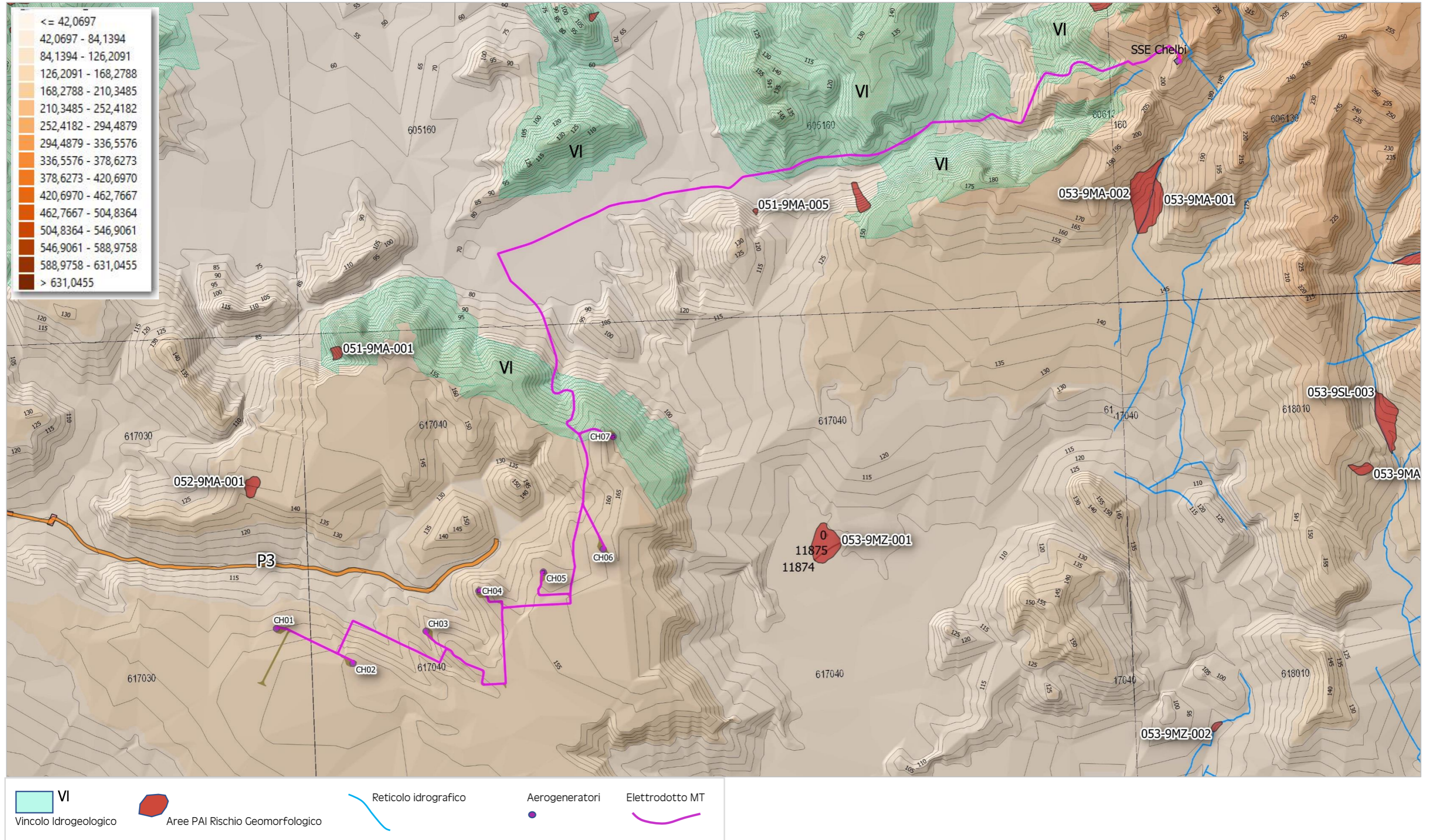
Tav.2 - Analisi Vincoli PAI (Rischio Idraulico e Geomorfológico) – Vincolo Idrogeológico (VI) – Reticolo Idrografico



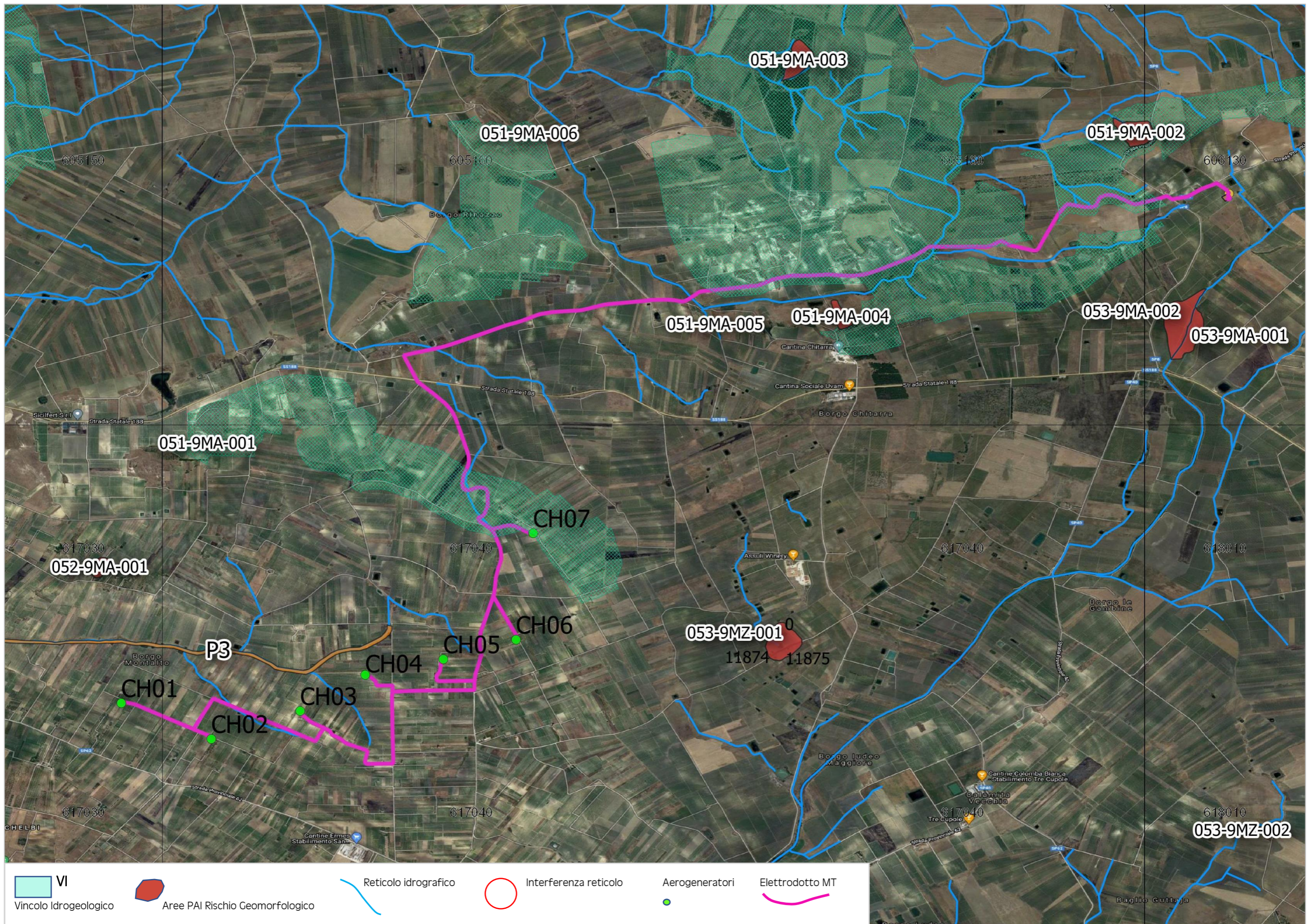
Tav.3 - Analisi Vincoli PAI (Rischio Idraulico e Geomorfológico) – Vincolo Idrogeologico (VI) – Reticolo Idrografico



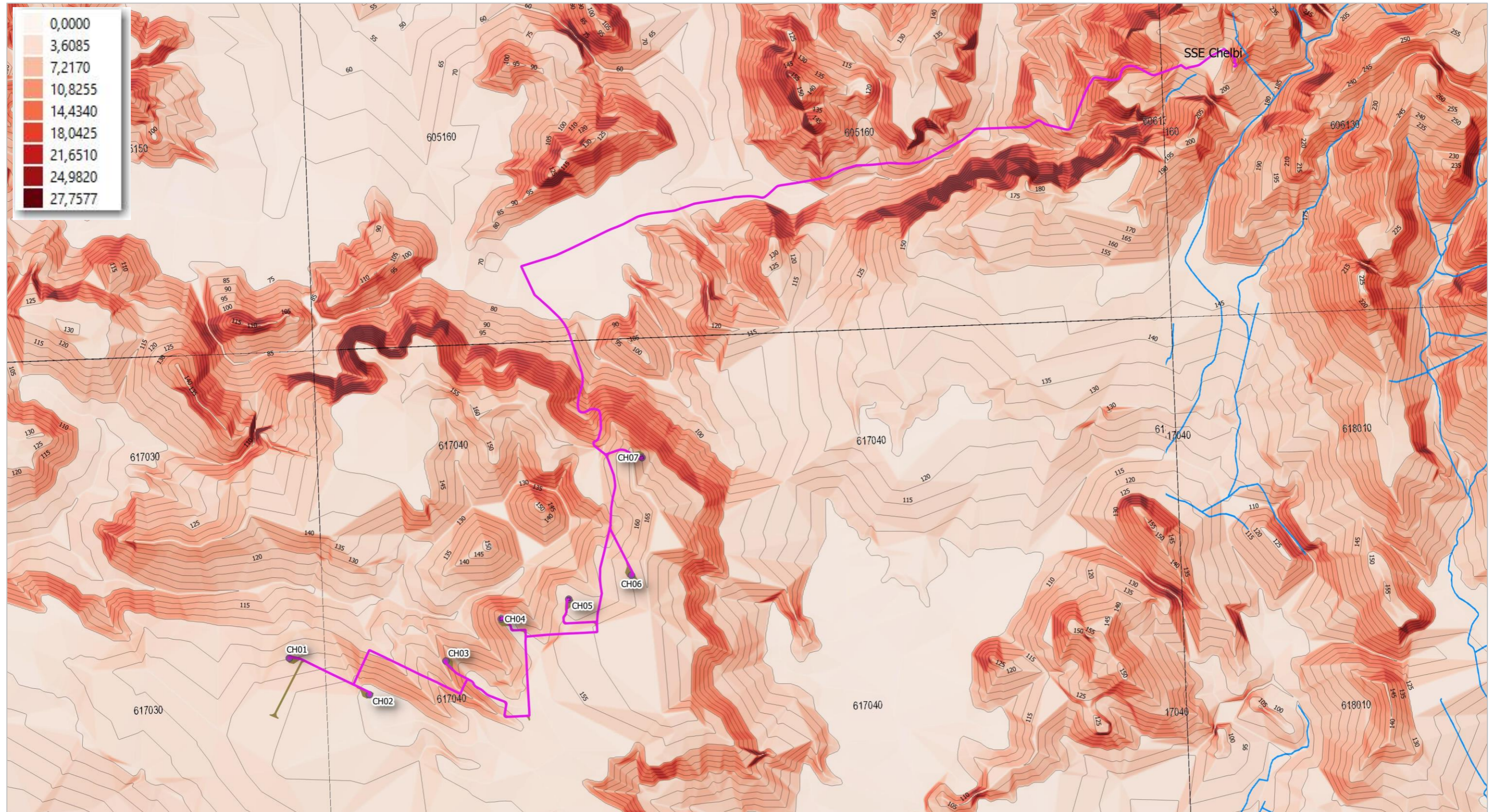
Analisi Vincoli PAI (Rischio Idraulico e Geomorfológico) - Vincolo Idrogeologico (VI) - Modello DTM risoluzione 10m con fasce altimetriche in metri



Analisi Vincoli PAI (Rischio Idraulico e Geomorfologico) - Vincolo Idrogeologico - Reticolo Idrografico su Google Satellite Hybrid



Carta delle Pendenze in valore %  
Elaborazione su DTM risoluzione 10m





### 3.14 Vincolo Idrogeologico

Con le "Nuove direttive unificate per il rilascio dell'autorizzazione e del nulla osta al vincolo idrogeologico in armonia con il piano d'assetto idrogeologico" n.569 del 17.4.2012, in attuazione delle specifiche competenze del Comando del Corpo Forestale in tema di vincolo idrogeologico, che disciplinano le fasi dei procedimenti, tecnico – amministrativi, connessi al rilascio dell'autorizzazione e del Nulla Osta al vincolo per scopi idrogeologici, relativamente alle attività che comportano movimenti di terra da eseguirsi in aree gravate dal vincolo di cui al R.D. n. 3267/1923 ed al relativo regolamento n.1126/1926, la Regione Sicilia ha collegato la tutela del territorio ai fini del Vincolo idrogeologico con la filosofia dei Piani di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), anch'essi volti a predisporre azioni ed interventi diretti ad attenuare il dissesto idrogeologico ed in tal senso le Direttive disciplinano un approfondimento degli studi e degli interventi, che oltre a ricadere nelle aree vincolate, rientrano contestualmente nelle aree a rischio dei P.A.I.

Le presenti Direttive sono state approvate dal Dirigente Generale del Comando Regionale del Corpo Forestale ed emanate con provvedimento dell'Assessore Regionale competente al ramo.

Secondo l'art.2 della D.A. n.569, gli interventi nelle zone sottoposte a vincolo idrogeologico devono essere progettati e realizzati in funzione della salvaguardia, della qualità e della tutela dell'ambiente, nel rispetto dell'art. 1 del R.D.L. n.3267/1923.

Al capo II, art.8,9,10 (che si riportano integralmente di seguito) si definiscono gli interventi i quali :

- sono eseguibili senza rilascio di nulla osta o della dichiarazione,
- sono eseguibili a seguito di rilascio di dichiarazione,
- sono opere e movimenti soggetti a nulla osta.

#### **Art. 8 - Opere eseguibili senza rilascio di Nulla Osta o della Dichiarazione**

1. Le opere e/o i lavori che in nessun caso possono procurare danni di cui all'art. 1 del R.D.L. n.3267/1923, non necessitano del rilascio del Nulla Osta né l'inoltro della "Dichiarazione", da parte dell'interessato, con esclusione di quelle aree ricadenti all'interno di aree censite come "aree a rischio" di cui ai Piani di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) nonché nei Siti di Interesse Comunitario (S.I.C.) e nelle Zone di Protezione Speciale (Z.P.S.), così come in parte già evidenziato con le disposizioni di cui alla nota prot. n. 517/S.T. del 25/03/2010 del Comando del Corpo Forestale – Servizio Tutela -.

2. Sono opere di modesta entità quelle che non comportano movimenti di terra o tagli alla vegetazione tali da arrecare, ai terreni sede d'intervento, i danni di cui sopra e che di seguito si elencano:

- a) manutenzione ordinaria di edifici o di altri manufatti a condizione che non comportino scavi e/o modificazioni morfologiche dei terreni vincolati;
- b) manutenzione ordinaria della viabilità a fondo naturale a condizione che non comporti modificazione dell'ampiezza della sede stradale o la risagomatura andante delle scarpate naturali;
- c) Posa di tubazione nella viabilità a fondo asfaltato con scavi non superiori a m 1 di larghezza e m 1,50 di profondità a condizione che tali lavori non comportino modificazioni dell'ampiezza della sede stradale o la risagomatura andante delle scarpate;
- d) sostituzione dei sostegni esistenti di linee aeree elettriche, telefoniche e di illuminazione a condizione che tali lavori comportino i soli movimenti di terra necessari per la sostituzione dei sostegni medesimi e a condizione che non vengano realizzate nuove piste di accesso;
- e) manutenzione ordinaria di tubazioni e/o di linee elettriche telefoniche interrato, a condizione che non comportino modifiche del tracciato esistente;
- f) recinzioni realizzate con paletti e reti, compresa l'installazione di cancelli o simili, a condizione che siano realizzate da paletti infissi nel suolo con eventuali opere di fondazione limitate al singolo paletto, senza cordolo di collegamento. Tali recinzioni, dovranno essere poste al di fuori dell'alveo di massima piena di fiumi, torrenti o fossi, tanto al fine di consentire il regolare deflusso delle acque di impluvio e linee di sgrondo esistenti. I lavori non devono comportare in alcun caso l'espanto di piante e/o ceppaie, fatta eccezione per la potatura di rami od il taglio di polloni; non è consentito utilizzare le piante esistenti come sostegno della rete;
- g) varianti in corso d'opera di progetti già assentiti con Nulla Osta, purché non prevedano alcun movimento di terra, nel rispetto delle normative vigenti;

h) pratiche inerenti lavori da eseguire su terreni agricoli sottoposti a periodica lavorazione (Nota prot. n.36905 del 12/03/2002 Dipartimento Foreste – Corpo Forestale).

#### **Art. 9 - Opere eseguibili a seguito di presentazione di Dichiarazione**

1. A questa tipologia fanno riferimento opere di modesta entità che non comportino, in alcun caso, movimenti di terra significativi tali da non arrecare con danno pubblico, denudazione, instaurare instabilità nei versanti e/o turbare il regime naturale delle acque ai terreni sede d'intervento.

2. Sono assoggettate alla presentazione di Dichiarazione:

- a) le realizzazioni di muretti di recinzione o di confine, che non comportino sbancamenti ma solo movimenti superficiali di terreno;
- b) le realizzazioni di cancelli e di recinzioni, con cordolo continuo, a condizione che gli scavi siano limitati a quelli necessari;
- c) la realizzazione di vasche "imhoff";
- d) la rimozione di materiali detritici derivanti da eventi calamitosi configurabili quali lavori urgenti ed indifferibili ai fini della tutela della pubblica incolumità;
- e) pozzi di attingimento d'acqua a condizione che non vengano realizzate nuove piste di accesso.

#### **Art.10 - Opere e movimenti di terra soggetti a Nulla Osta**

1. Rientrano nella tipologia assoggettata all'obbligo di autorizzazione tutte le opere che comportano la trasformazione della destinazione d'uso dei terreni attuata per la realizzazione di edifici, manufatti edilizi, opere infrastrutturali ed altre opere costruttive e comunque tutte le realizzazioni di opere o movimenti di terreno che possano alterare la stabilità dei terreni e la regimazione delle acque, comprese l'apertura delle cave e torbiere.

Per il caso in esame l'analisi di dettaglio combinata PAI-Vincolo Idrogeologico-SIC-ZPS non ha evidenziato aree di intervento tutelate dal R.D. n.3267/1923 e contemporaneamente ricadenti in zone a rischio PAI o siti SIC o ZPS.

Dall'analisi vincolistica vigente, così come riportato nella tavola di sintesi relativa ai Vincoli PAI ed Idrogeologico, si rileva che parte della linea in cavidotto in prossimità dell'aerogeneratore CH07, lo stesso aerogeneratore e parte del tratto di connessione alla SSEU interessano aree gravate dalla tutela di cui al R.D. n. 3267/1923.

Non si hanno interferenze con aree a rischio PAI sia sotto l'aspetto geomorfologico che idraulico come evidenziato al paragrafo 3.11 e riportato nelle tavole allegate relativamente alle opere in progetto in particolare fondazioni degli aerogeneratori, elettrodotta in MT, opere di rete e la SSEU.

#### 4. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA ed ANALISI

La ricostruzione del modello stratigrafico del sito di intervento si basa sui dati provenienti dai dati di letteratura riportati nei vari studi e piani del territorio in esame relativi al territorio provinciale di Trapani ed in particolar modo all'analisi geologico-geomorfologica-idrogeologica relativa all'Area Territoriale tra il Bacino Idrografico del Fiume Birgi (050) e del Fiume Mazzo (052) del P.A.I. Regionale, nonché a n.2 diverse campagne geognostiche di indagini eseguite nel 2018 relativamente a progetti esecutivi di impianti eolici in loc. Mazara del Vallo dal quale sono stati reperiti i seguenti dati, essendo la configurazione geologico-stratigrafica-geotecnica simile ed avendo interessato le medesime formazioni litostratigrafiche affioranti nel caso in esame:

##### 1. Intervento in area compresa tra t.ludeo e t.Bucari

- n° 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, ubicati in prossimità degli assi delle torri eoliche
- n° 3 sondaggi sismici a rifrazione ubicati in prossimità delle fondazioni e delle relative piazzole
- n° 3 sondaggi sismici tipo Masw necessari per la caratterizzazione sismica del sottosuolo ai sensi del DM del 17.01.18
- Esecuzione di n°9 prove penetrometriche (SPT) all'interno dei fori di sondaggio.
- Prelievo di n°12 campioni indisturbati sui quali sono state effettuate le prove geotecniche di laboratorio.

**Tale indagine ha caratterizzato in modo esaustivo le formazioni :**

- Trubi, Marne calcaree, marne argillose (Pliocene inf.);
- Depositi terrigeni della Formazione Marnoso-Arenacea della Valle del Belice (Pliocene sup.)

I sondaggi di riferimento sono S4 ed S5 di cui si riportano i dettagli di seguito che caratterizzano i depositi relativi agli aerogeneratori CH01, CH03, CH04 ed i relativi tratti rete elettrica di collegamento.

##### 2. Intervento in area presso C.da Bucari

- n° 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, ubicati in prossimità degli assi delle torri eoliche.
- n° 3 sondaggi sismici a rifrazione ubicati in prossimità delle fondazioni e delle relative piazzole
- n° 3 sondaggi sismici tipo Masw necessari per la caratterizzazione sismica del sottosuolo ai sensi del DM del 17.01.18
- Esecuzione di n°9 prove penetrometriche (SPT) all'interno dei fori di sondaggio.
- Prelievo di n°12 campioni indisturbati sui quali sono state effettuate le prove geotecniche di laboratorio.

**Tale indagine ha caratterizzato in modo esaustivo le formazioni :**

- G.T.S. Grande Terrazzo Superiore, Depositi terrazzati costituiti da calcareniti giallastre (Pleistocene medio);

I sondaggi di riferimento sono S2 ed S3 di cui si riportano i dettagli di seguito che caratterizzano i depositi relativi agli aerogeneratori CH02, CH05, CH06, CH07 e la SSEU ed i relativi tratti rete elettrica di collegamento.

La configurazione stratigrafica del sito di intervento ha permesso di eseguire analisi correlative con le indagini già in possesso del proponente sia sotto l'aspetto geologico-stratigrafico-geotecnico che sotto l'aspetto sismico ben adattandosi al caso e permettendo di ricostruire la seguente colonna stratigrafica media secondo il profilo stratigrafico:

- per gli aerogeneratori CH02, CH05, CH06, CH07: descrizione stratigrafica dei litotipi individuati: l'area su cui verranno installati gli aerogeneratori è caratterizzata dalla presenza di depositi terrazzati superficiali aventi uno spessore variabile da 2,9 a 7,3 metri, composti da calcareniti, sabbie e sabbie limose, prevalentemente giallastre, contenenti noduli e frammenti calcarenitici. Procedendo in profondità, i depositi terrazzati vengono sostituiti da argille limose, localmente marnose, di colore beige, consistenti, da poco a mediante plastiche, con struttura generalmente omogenea, localmente a scaglie di forma prismatica. Ad una profondità variabile tra 11 e 17 metri si riscontra il substrato argilloso, composto da argille limose, localmente sabbiose, di colore grigio, inalterate. Sono dotate di una consistenza che varia da media a molto elevata, la plasticità è anch'essa variabile da media a bassa.

- per gli aerogeneratori CH01, CH03, CH04: descrizione stratigrafica dei litotipi individuati: l'area su cui verranno installati gli aerogeneratori si presenta abbastanza omogenea, composta superficialmente da uno spessore di terreno vegetale compreso tra 0,6 e 1,0 metri, al di sotto del quale sono presenti argille marnose (Trubi) di colore beige con tracce di ossidazione rossastre per ossidazione, molto consistenti e localmente plastiche. Lo spessore di tale strato varia tra 6.3 e 4.3 (sondaggio S5). Il substrato è composto da argille marnose di colore grigio, molto consistenti e non plastiche, a struttura omogenea con fratturazione concoide. Localmente a varie quote, si riscontrano livelli plastici.

Di seguito si riportano le schede analitiche dei Sondaggi reperiti ed analizzati S1, S2, S3, S4, S5 utili ai fini della caratterizzazione lito-stratigrafica e geotecnica dell'area in studio. A seguire sono riportate le sezioni stratigrafiche tipologiche per i casi studiati con i seguenti profili:

- Profilo 01 e 02 casi aerogeneratori CH02, CH05, CH06, CH07.
- Profilo 03 e 04 casi aerogeneratori CH01, CH03, CH04.

## 5. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

I parametri fisico-meccanici dei litotipi affioranti sull'area in studio sono stati dedotti sulla base delle campagne geognostiche descritte in precedenza dalle quali sono stati desunti tramite l'interpretazione di prove in situ ed in laboratorio. Le prove in situ analizzate fanno riferimento a prove penetrometriche (S.P.T.) all'interno dei fori di sondaggio, mentre quelle in laboratorio sono state effettuate su campioni indisturbati prelevati durante le fasi di perforazione (i dettagli sono riportati nelle schede sondaggio allegate di seguito).

- PROVE SPT

Nella tabella seguente si riepilogano le prove SPT eseguite, le profondità, l'Nspt, il valore di coesione non drenata interpretato (per terreni coesivi) o di angolo di attrito (per terreni granulari) ed il modulo elastico per i sondaggi di interesse considerati nel presente studio.

INTERPRETAZIONE DELLE PROVE SPT					
PROVA	NSPT	PROF. (m)	Cu (KPa)	$\phi$	E (KPa)
S1	27	5.45	100		$2.7 \times 10^4$
S1	20	10.45	100		$2.0 \times 10^4$
S1	66	24.95	218		$6.6 \times 10^4$
S2	38	7.9	139		$3.8 \times 10^4$
S2	65	14.95	215		$6.5 \times 10^4$
S2	42	19.95	151		$4.2 \times 10^4$
S3	40	5.45	-	37	$4.0 \times 10^4$
S3	48	13.45	169		$4.8 \times 10^4$
S3	57	20.45	195		$5.7 \times 10^4$
S4	27	5.95	392		$2.7 \times 10^4$
S4	36-R	12.45	272		$9.1 \times 10^4$
S4	R	22.3	308		$1.1 \times 10^5$
S5	50-R	6.9	295		$1.0 \times 10^5$
S5	49-R	12.8	298		$1.0 \times 10^5$
S5	R	20.25	305		$1.1 \times 10^5$

• **ELABORAZIONE DELLE PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO**

I valori specifici delle grandezze fisiche e meccaniche dei terreni sono stati dedotti dai dati ottenuti dalle prove di laboratorio eseguite sui campioni indisturbati di terreno prelevati nei sondaggi consultati.

Le prove geotecniche di laboratorio a cui si è fatto riferimento per i campioni di interesse sono le seguenti:

- Descrizione macroscopica del campione;
- Determinazione del contenuto d’acqua naturale per essiccamento in stufa;
- Determinazione del Peso dell’Unità di Volume mediante fustella tarata di diametro pari a 38 mm;
- Determinazione del peso specifico dei grani;
- Determinazione dei limiti di consistenza (di liquidità, plasticità) sul passante allo staccio 40 della serie ASTM ( $\varnothing=0.42$  mm);
- Determinazione della composizione granulometrica mediante stacciatura per via umida del materiale trattenuto allo staccio n° 200 della serie ASTM ( $\varnothing=0,075$  mm); per il passante è stata eseguita la determinazione tramite il metodo del densimetro;
- Prova di taglio diretto del tipo consolidata drenata (CD);
- Prova di compressione edometrica (CE) a dilatazione laterale impedita ed a incremento di carico controllato;
- Prova di compressione ad espansione laterale libera (E.L.L.).
- Prova di compressione triassiale non consolidata e non drenata (UU).

Sond.	Camp.	PROF. (m)	Descr.	$\gamma$	$\gamma_s$	Wn	Wl	.Wp	An.	Gr.	Taglio	CD	C. Ed.	C. Triax	P.Rig.	E.L.L.	Cl. F.	P.Perm.
S1	C1	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					*	*
S1	C2	15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*		
S1	C3	19.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*			UU				
S1	C4	26	*	*	*	*	*	*	*	*	*							
S2	C1	5.9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
S2	C2	9.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*		
S2	C3	16.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		UU				
S2	C4	26.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		UU				
S3	CR1	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*					*	*
S3	C2	8.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*		
S3	C3	14.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		UU				
S3	C4	25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*	*	
S4	C1	3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*		*
S4	C2	7.8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		UU				
S4	C3	19.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						
S4	C4	22.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		UU				
S5	C1	4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	*	
S5	C2	8.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		UU				
S5	C3	14.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		UU				
S5	C4	24.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*		
S5	C5	27.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*						

Dall’analisi delle stratigrafie e dei campioni sottoposti alle prove geotecniche, con le informazioni desunte dalle indagini sismiche a rifrazione anch’esse reperiti, la stratigrafia relativamente agli aerogeneratori CH02, CH05, CH06, CH07 e la SSEU è composta dai termini litologici di seguito elencati e descritti:

- Sabbie limose e limi sabbiosi giallastri (depositi terrazzati)
- Calcareniti giallastre (depositi terrazzati)
- Argille marnose (Trubi) superficiali
- Argille limose di colore beige
- Argille grigie inalterate.

- **Le sabbie limose e limi sabbiosi** sono stati riscontrati al di sotto della coltre superficiale composta dal terreno vegetale. Si presentano di colore giallastro e biancastro, mediamente addensate con intercalati sottili livelli calcarenitici mediamente cementati. Quando la componente limosa risulta prevalente, si presentano destrutturati ed alterati, mediamente consistenti e mediamente plastici.

Lo spessore riscontrato è variabile da 2,4 m (Sondaggio S1) a 6.8 m (sondaggio S2).

Dalle analisi granulometriche eseguite risulta che i campioni sottoposti alle prove di laboratorio sono composti da sabbia argillosa con limo o da sabbia con ghiaia, limosa e argillosa.

Tuttavia, l'ammasso è da considerarsi eterogeneo perché al suo interno sono presenti elementi lapidei di natura calcarenitica eterodimensionali la cui percentuale è variabile localmente.

Le prove di laboratorio effettuate su molteplici campioni hanno fornito i seguenti parametri fisico-meccanici:

Il peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ) è compreso tra 19 e 20.8 KN/m<sup>3</sup>

Il contenuto naturale d'acqua ( $W_n$ ) è compreso tra 16 % e 17 %

La coesione drenata ( $c'$ ) risulta compresa tra 5 e 12 KN/m<sup>2</sup>

L'angolo di attrito in condizioni drenate ( $\phi'$ ) è compreso tra 24° e 33°

La coesione non drenata ( $c$ ) risulta compresa tra 35 KN/m<sup>2</sup> e 55 KN/m<sup>2</sup>

Il modulo elastico ( $E$ ) è compreso tra 5 e 40 MPa, mentre quello edometrico ( $E_d$ ) tra 4.4 e 18 MPa.

- **Le calcareniti** presentano spessori modesti, compresi tra 0.8 e 2.8 m. Non sono state riscontrate nel sondaggio S1. Sono intercalate ai litotipi descritti precedentemente, appaiono di colore bianco-giallastro, da mediamente a debolmente cementate, spesso sono state disgregate dal carotaggio. Su tale litotipo non è stato possibile effettuare il campionamento e quindi le consuete prove di laboratorio, pertanto di seguito si espongono valori cautelativi proposti dalla letteratura scientifica.

$\gamma = 18.5-20$  KN/m<sup>3</sup>  $c' = 0-5$  KN/m<sup>2</sup>  $\phi' = 30^\circ - 38^\circ$   $E = 35$  Mpa  $E_d = 30$  MPa

- **Le argille marnose superficiali** sono state riscontrate esclusivamente nel sondaggio S1, nel tratto compreso tra 2.9 e 7.0 metri di profondità dal piano di campagna.

Sono afferenti ai depositi noti in letteratura come "Trubi", si presentano di colore beige, alterate e umide, da mediamente a poco consistenti, localmente plastiche.

I risultati delle prove di laboratorio sono i seguenti:

$\gamma = 17.8 - 18.1$  KN/m<sup>3</sup>  $c' = 14$  KN/m<sup>2</sup>  $\phi' = 21^\circ$   $C_u = 100$  KN/m<sup>2</sup>

$E = 3-27$  Mpa  $E_d = 2.1 - 12$  MPa

- **Le argille limose di colore beige**, a tratti giallastre, sono state riscontrate in tutti i sondaggi a partire da una quota minima di 6.2 metri dal p.c. (sondaggio S3) sino ad una profondità massima di 17.5 m (sondaggio S3), raggiungendo uno spessore massimo di 11,3 m (sondaggio S3).

Si presentano localmente marnose, consistenti, da poco plastiche a plastiche. Si riscontrano sottili livelli di lamine sabbiose di colore giallo-rossastro per ossidazione. La struttura è omogenea, a luoghi si riscontra una struttura a scaglie.

Dal punto di vista granulometrico risultano composte da argilla con limo o da limo sabbioso con argilla.

Le prove di laboratorio effettuate hanno fornito i seguenti parametri fisico-meccanici:

Il peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ) è compreso tra 18.7 KN/m<sup>3</sup> e 20.6 KN/m<sup>3</sup>

Il contenuto naturale d'acqua ( $W_n$ ) è compreso tra 19 % e 25 %

Il limite liquido ( $W_L$ ) medio è compreso tra il 53 e il 56 % mentre quello plastico ( $W_p$ ) tra 21 e 27 %

La coesione drenata ( $c'$ ) risulta compresa tra 29 KN/m<sup>2</sup> e 50 KN/m<sup>2</sup>

L'angolo di attrito in condizioni drenate ( $\phi'$ ) è compreso tra 13° e 20°

La coesione non drenata ( $c$ ) risulta compresa tra 171 KN/m<sup>2</sup> e 202 KN/m<sup>2</sup>

Il modulo elastico è compreso tra 7 e 48 MPa, mentre quello edometrico tra 9 e 30 MPa.

- Il substrato risulta composto da argille grigie consistenti e non plastiche** a struttura scagliettata o omogenea con fratturazione concoide. La consistenza aumenta con la profondità. Dal punto di vista granulometrico tale litotipo risulta composto da argille con limo, la frazione sabbiosa presenta una percentuale compresa tra lo zero ed il 6-8 %.

Le prove di laboratorio effettuate hanno fornito i seguenti parametri fisico-meccanici:

Il peso dell’unità di volume ( $\gamma$ ) è compreso tra 19.5 KN/m<sup>3</sup> e 20.2 KN/m<sup>3</sup>

Il contenuto naturale d’acqua ( $W_n$ ) è compreso tra 21 % e 36 %

Il limite liquido ( $W_L$ ) è pari al 60 % mentre quello plastico ( $W_p$ ) al 29 %

La coesione drenata ( $c'$ ) risulta compresa tra 26 KN/m<sup>2</sup> e 39 KN/m<sup>2</sup>

L’angolo di attrito in condizioni drenate ( $\phi'$ ) è compreso tra 18° e 26°

La coesione non drenata ( $c$ ) risulta compresa tra 108 KN/m<sup>2</sup> e 213 KN/m<sup>2</sup>

Il modulo elastico è compreso tra 10 e 57 MPa, mentre quello edometrico tra 17 e 30 MPa.

Nella tabella di seguito allegata si riepilogano i principali parametri meccanici (coesione drenata, angolo di attrito in condizioni drenate, coesione non drenata, modulo elastico, modulo edometrico), ottenuti tramite l’interpretazione delle prove descritte ed eseguite sui campioni analizzati.

Camp.	PROF. (m)	$c'$	$\phi'$	$C_u$	$E_d$	E
KN/m <sup>2</sup>	gradi	KN/m <sup>2</sup>	gradi	KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>	Kpa
S1C1	3,00	14,0	21°		2,1x10 <sup>3</sup>	
S1C2	15,00			158,4		6.9x10 <sup>3</sup>
S1C3	19,50	34,0	23°	108,4		
S1C4	26,00					
S2C1	5,90				4,4x10 <sup>3</sup>	
S2C2	9,50	29,0	20°	170,9		7.1x10 <sup>3</sup>
S2C3	16,30			169,4	1,7x10 <sup>4</sup>	
S2C4	26,50	12,0	17°	150,9		
S3CR1	4,00	5,0	33°		4,5x10 <sup>3</sup>	
S3C2	8,50	46,0	11°	202,0		1.1x10 <sup>4</sup>
S3C3	14,50	50,0	14°	176,6		
S3C4	25,00			207,9		1.7x10 <sup>4</sup>

Per gli aerogeneratori CH01, CH03, CH04 la configurazione stratigrafica è composta dai termini litologici di seguito elencati e descritti:

- Argille marnose di colore beige
  - Argille marnose grigie
- Le argille marnose superficiali** sono state riscontrate al di sotto di una coltre di terreno vegetale avente uno spessore compreso tra 0,6 e 1,0 m. Si tratta della coltre alterata superficiale del litotipo che si riscontra più in profondità, composto da argille marnose di colore grigio. Questi depositi appartengono alla formazione geologica nota in letteratura come “Trubi”, risultano composti da argille marnose di colore beige, interessate da tracce rossastre per ossidazione . Si presentano da molto consistenti a mediamente consistenti e localmente plastiche.

All’interno della struttura si rinvengono scaglie marnose piuttosto consistenti.

Lo spessore è pari a 6,3 m nel sondaggio S4 ed a 4,3 m nel sondaggio S5.

Dal punto di vista granulometrico risultano composti da limi argillosi debolmente sabbiosi.

Le prove di laboratorio effettuate hanno fornito i seguenti parametri fisico-meccanici:

Il peso dell’unità di volume ( $\gamma$ ) è compreso tra 17.8 KN/m<sup>3</sup> e 18.7 KN/m<sup>3</sup>

Il contenuto naturale d’acqua ( $W_n$ ) è compreso tra 28 % e 29 %

Il limite liquido ( $W_L$ ) è compreso tra il 43 e il 46 % mentre quello plastico ( $W_p$ ) è pari al 22 %

La coesione drenata ( $c'$ ) risulta compresa tra 14 KN/m<sup>2</sup> e 18 KN/m<sup>2</sup>

L'angolo di attrito in condizioni drenate ( $\phi'$ ) è compreso tra 24° e 26°

La coesione non drenata (c) risulta compresa tra 57 KN/m<sup>2</sup> e 200 KN/m<sup>2</sup>

Il modulo elastico è compreso tra 2,3 e 27 MPa, mentre quello edometrico tra 3 e 12 MPa.

- **Le argille marnose inalterate** sono state rinvenute ad una quota di 6,9 m nel sondaggio S4 e a 5,3 nel sondaggio S5. Si presentano di colore grigio, inalterate, molto consistenti e non plastiche; localmente a varie profondità si riscontrano livelli plastici. La struttura è omogenea a volte con fratturazione concoide.

Dal punto di vista granulometrico risultano composte da limo con argilla debolmente sabbioso oppure da argilla con limo debolmente sabbioso o, ancora, da argilla con limo. Come si può notare la percentuale di sabbia è minima, le classi granulometriche prevalenti sono quelle dei terreni fini ovvero dei limi e delle argille.

Le prove di laboratorio effettuate hanno fornito i seguenti parametri fisico-meccanici:

Il peso dell'unità di volume ( $\gamma$ ) è compreso tra 19.3 KN/m<sup>3</sup> e 20.5 KN/m<sup>3</sup>

Il contenuto naturale d'acqua (W<sub>n</sub>) è compreso tra 21 % e 30,8 %

Il limite liquido (WL) è compreso tra il 43 e il 50% mentre quello plastico (W<sub>p</sub>) tra il 20 e il 30 %

La coesione drenata (c') risulta compresa tra 58 KN/m<sup>2</sup> e 116 KN/m<sup>2</sup>

L'angolo di attrito in condizioni drenate ( $\phi'$ ) è compreso tra 17° e 19°

La coesione non drenata (c) risulta compresa tra 176 KN/m<sup>2</sup> e 383 KN/m<sup>2</sup>

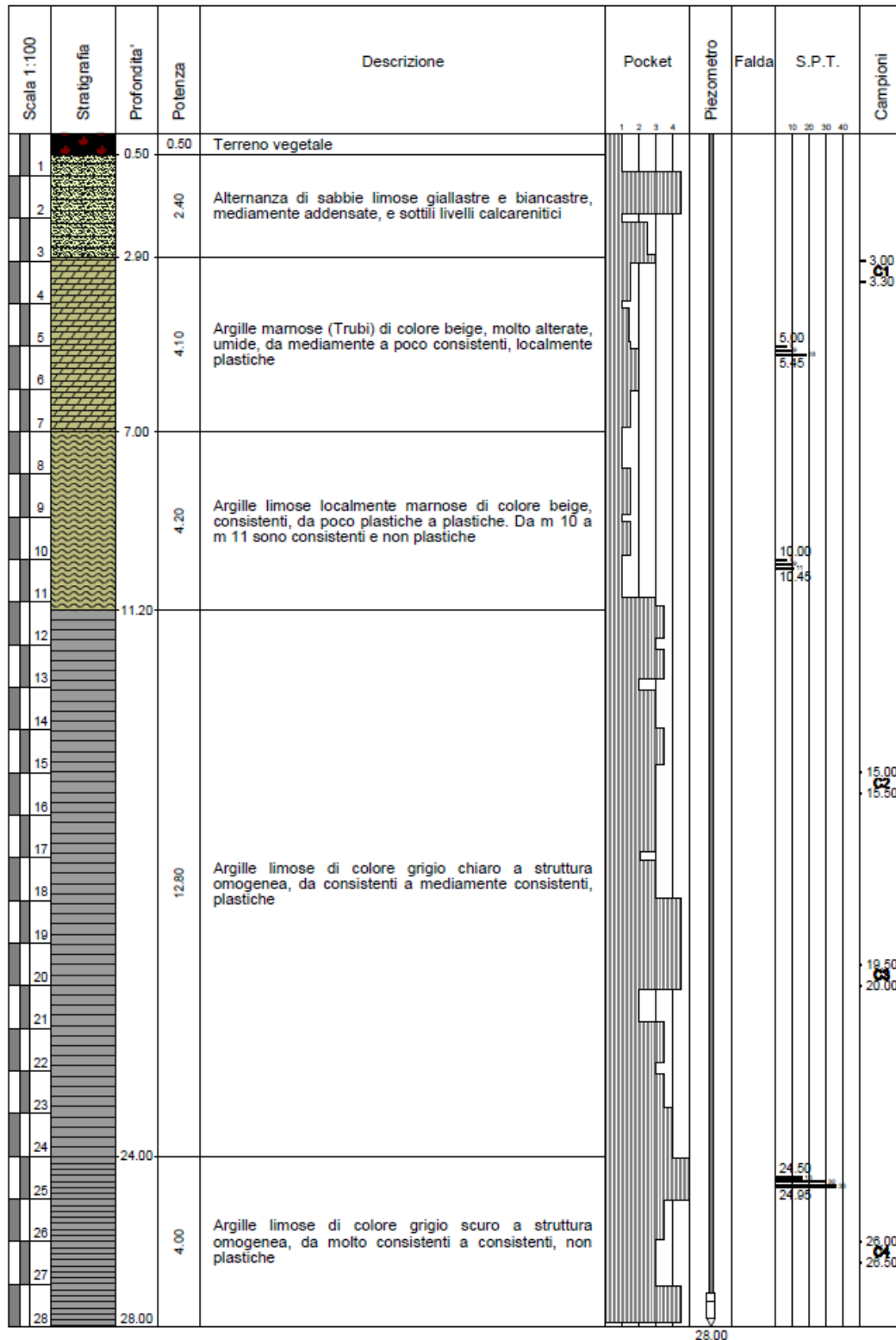
Il modulo elastico è compreso tra 91 e 110 MPa, mentre quello edometrico tra 42 e 52 MPa.

Nella tabella di seguito allegata si riepilogano i principali parametri meccanici (peso dell'unità di volume, coesione drenata, angolo di attrito in condizioni drenate, coesione non drenata, modulo elastico, modulo edometrico), ottenuti tramite l'interpretazione delle prove descritte ed eseguite sui campioni analizzati.

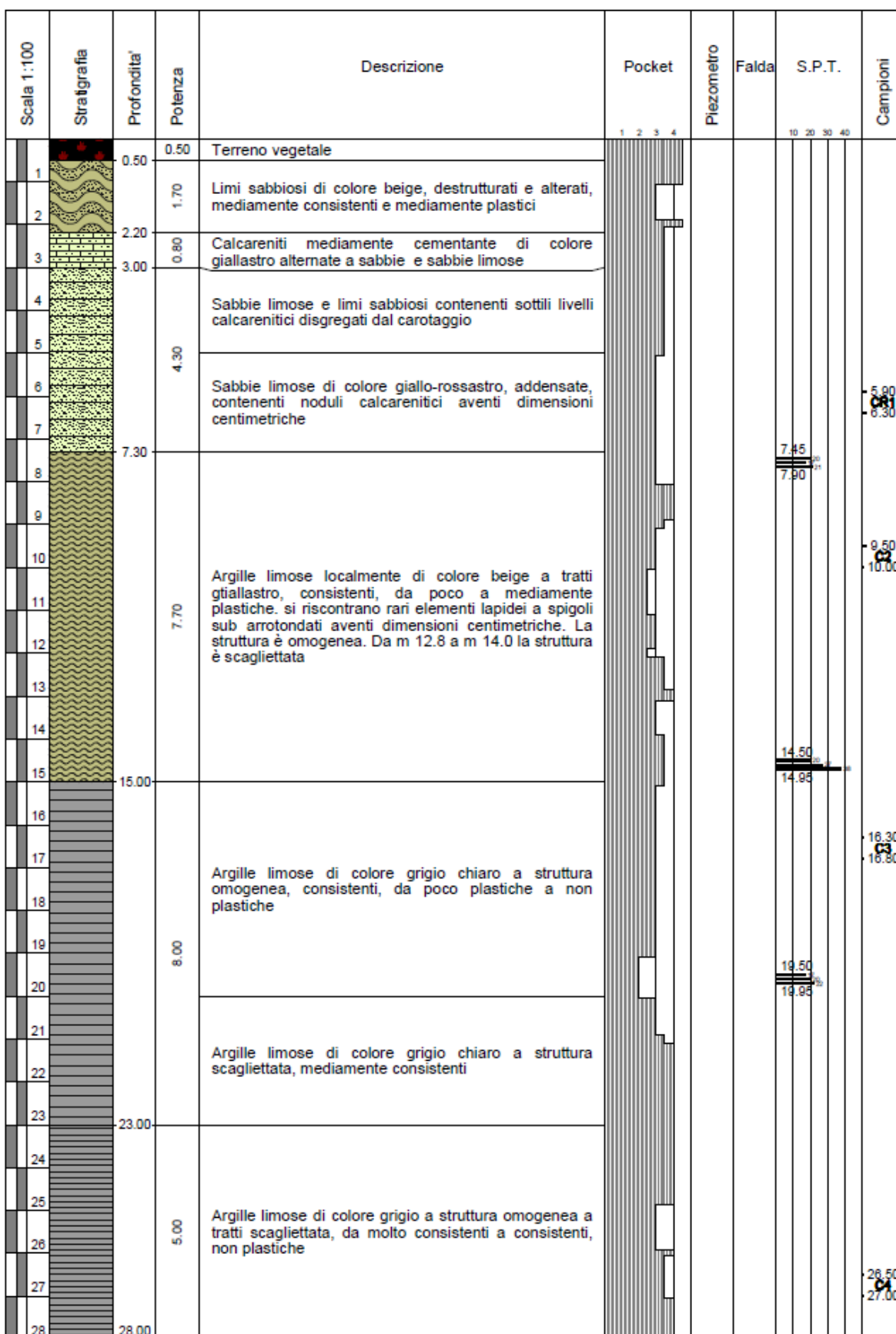
Camp.	PROF. (m)	$\gamma$	c'	$\phi'$	Cu	Ed	E
KN/m <sup>2</sup>	gradi	KN/m <sup>3</sup>	KN/m <sup>2</sup>	gradi	KN/m <sup>2</sup>	KN/m <sup>2</sup>	Kpa
S4C1	3,00	17,81	14,0	26°	56,7		2,3x10 <sup>3</sup>
S4C2	7,80	19,90			383,7		
S4C3	19,50	19,97					
S4C4	25,50	19,03			201,0		
S5C1	4,00	18,71	18,0	24°	122,7		8,4x10 <sup>3</sup>
S5C2	8,50	19,30			200,4		
S5C3	14,50	20,26	58,0	17°	176,3		8,4x10 <sup>3</sup>
S5C4	24,40	19,31			258,5		
S5C5	27,50	19,63	116,0	19°			



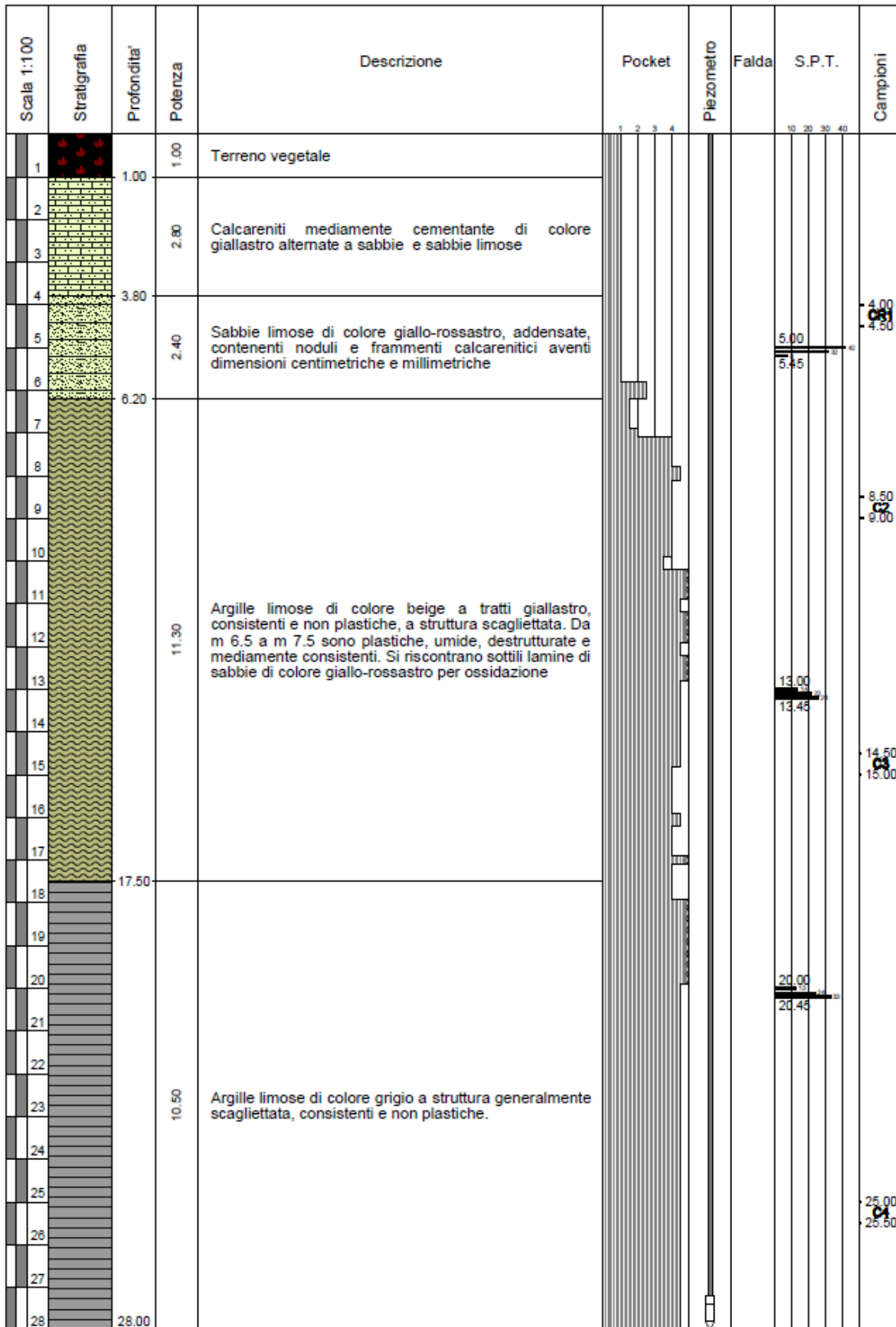
Committente		SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Progetto di ampliamento del Parco Eolico esistente	S1	
Località	Mazara del Vallo (TP)		
Data Inizio	27/08/2018	Data Fine	27/08/2018



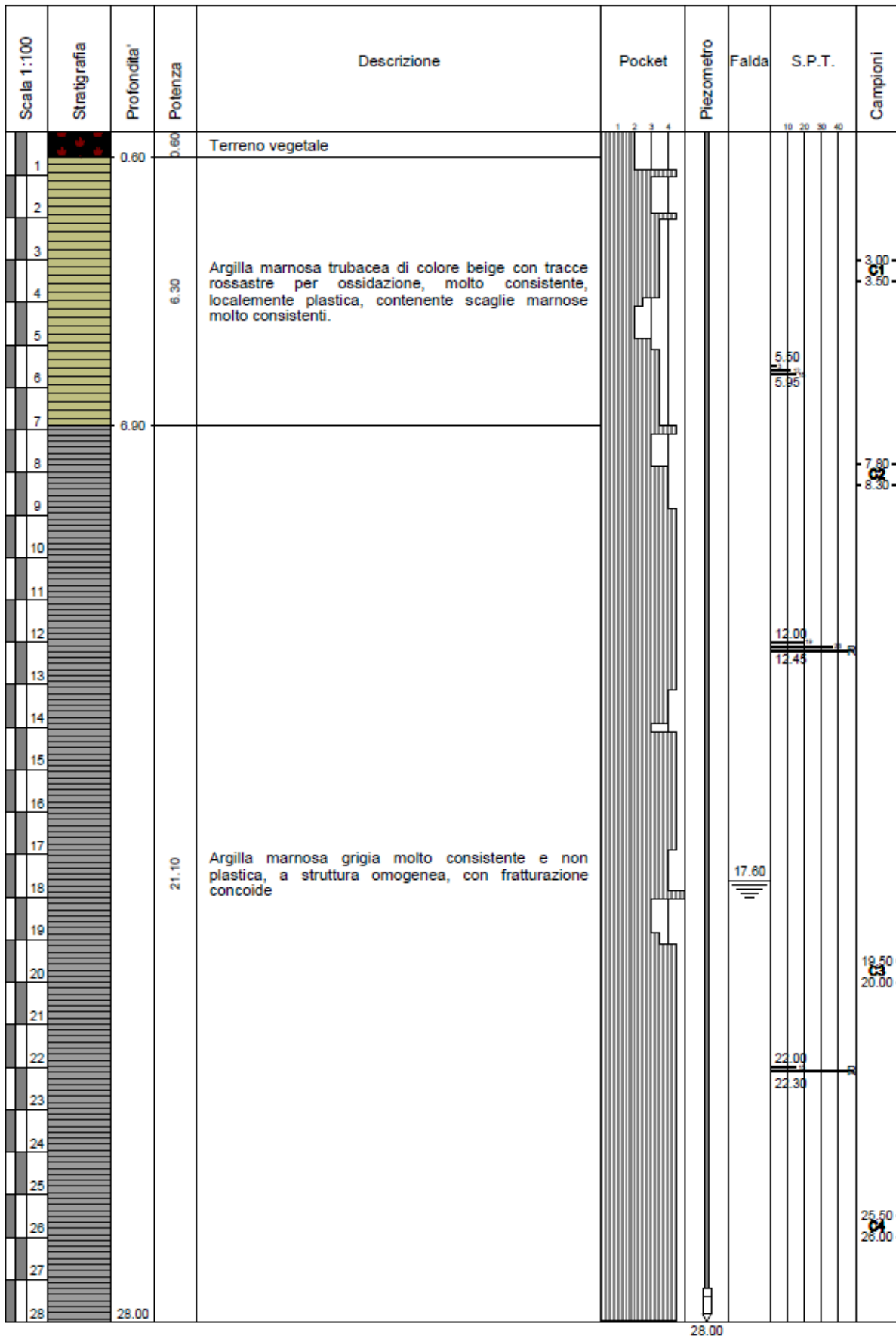
Committente	L	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Progetto di ampliamento del Parco Eolico esistente	S2	
Località	Mazara del Vallo (TP)		
Data Inizio	22/08/2018	Data Fine	22/08/2018



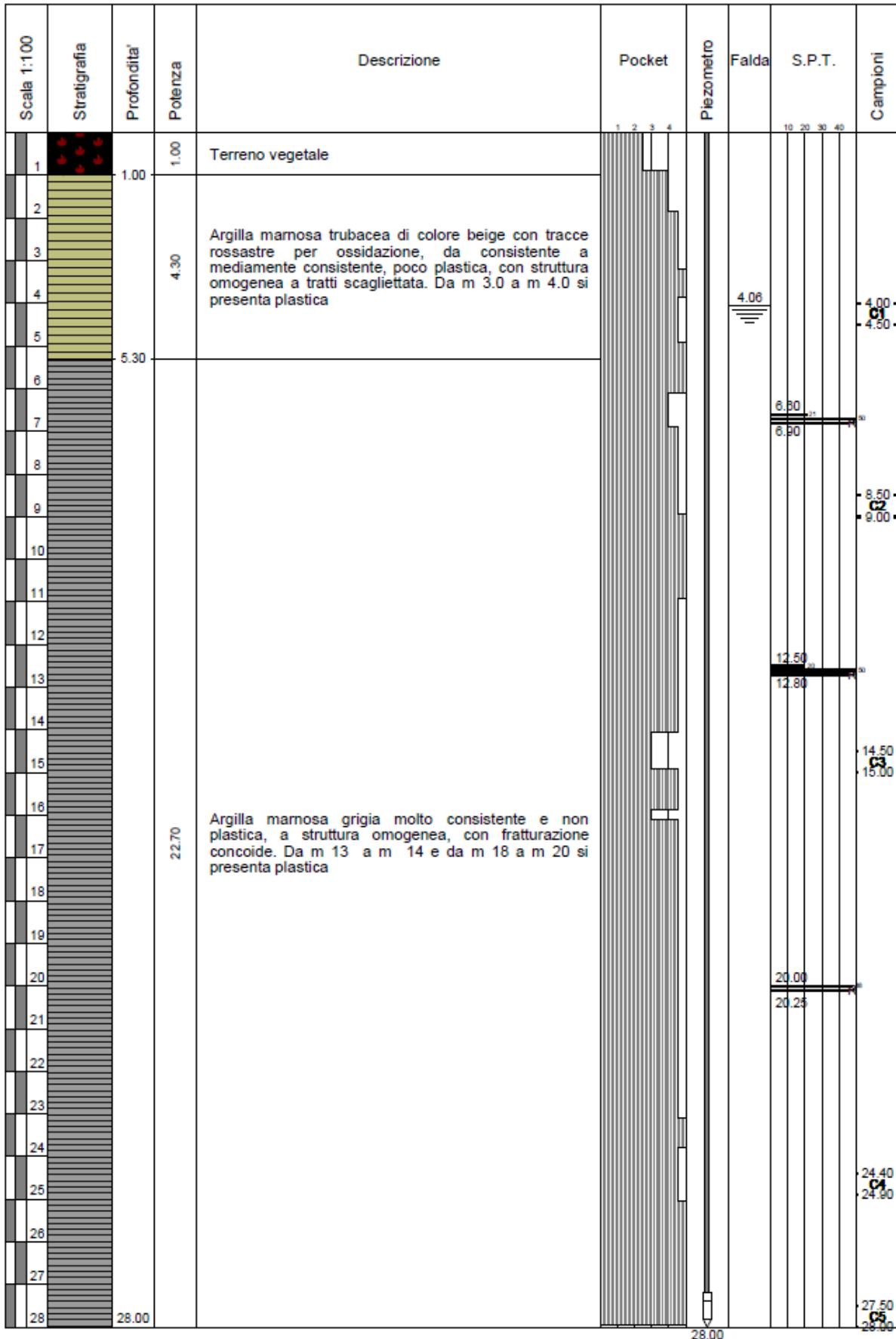
Committente	L	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Progetto di ampliamento del Parco Eolico esistente	S3	
Località	Mazara del Vallo (TP)		
Data Inizio	20/08/2018	Data Fine	20/08/2018

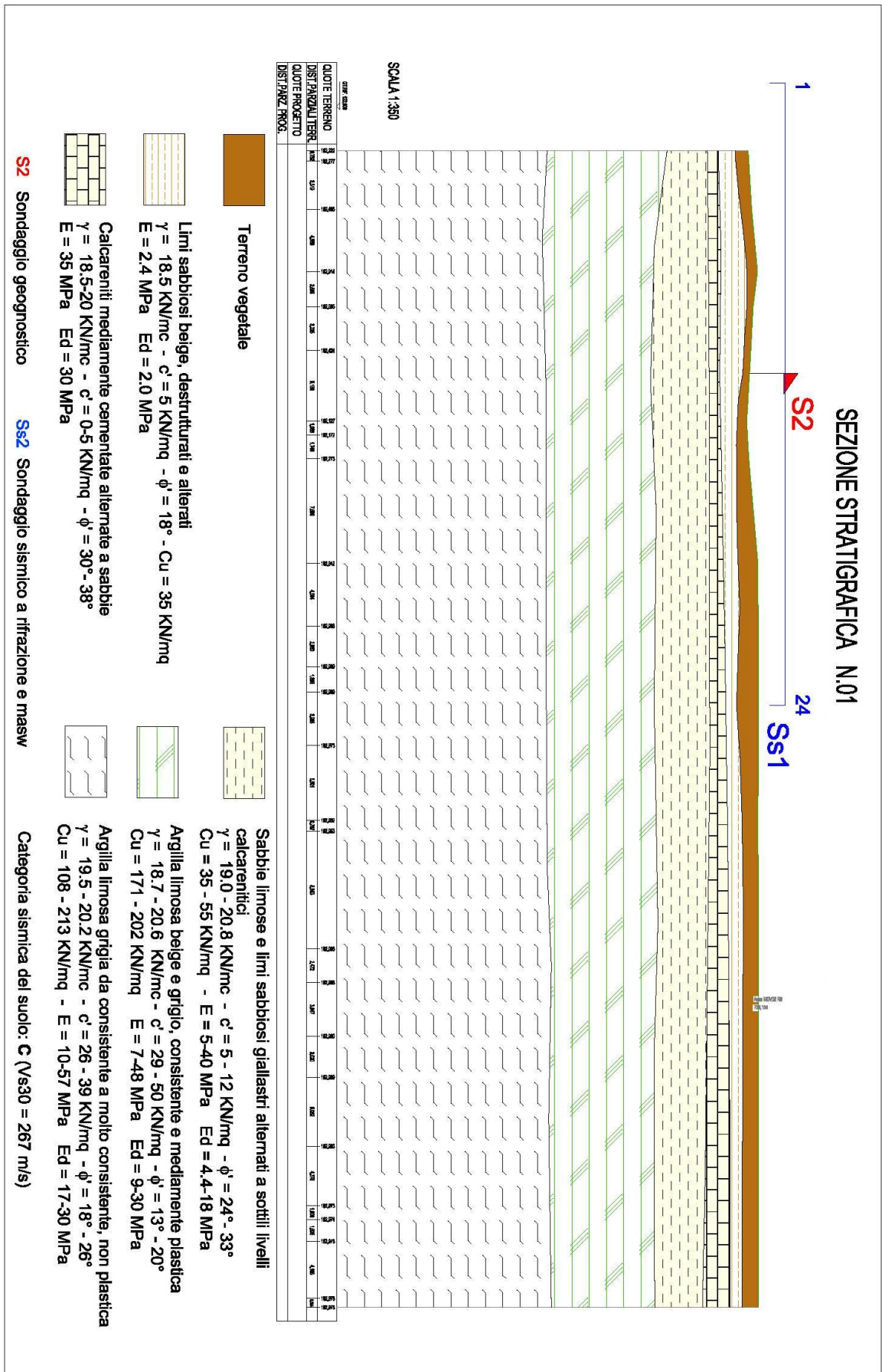


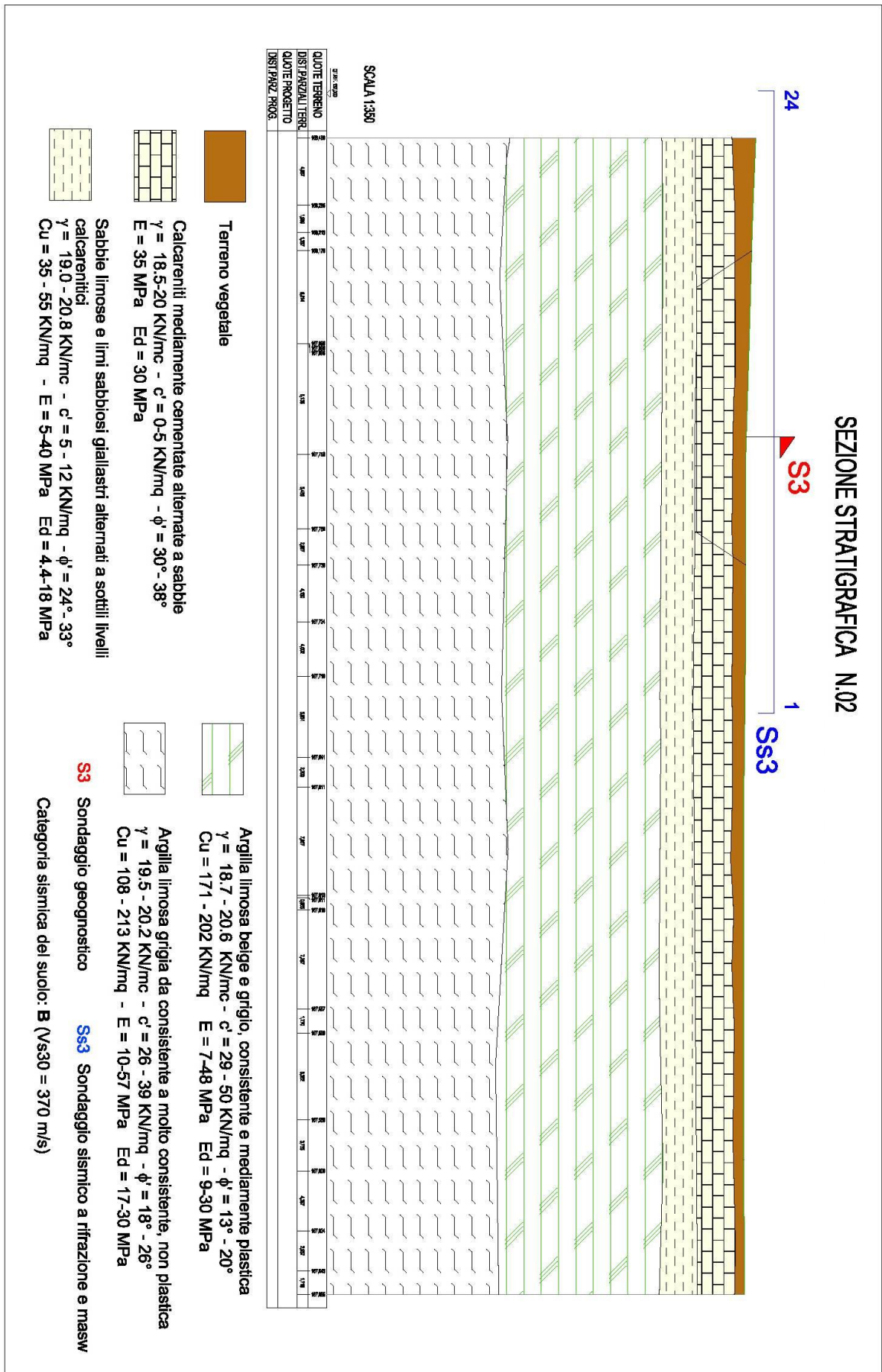
Committente	L	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Progetto di ampliamento del Parco Eolico esistente	S4	
Località	Mazara del Vallo (TP)		
Data Inizio	28/08/2018	Data Fine	28/08/2018

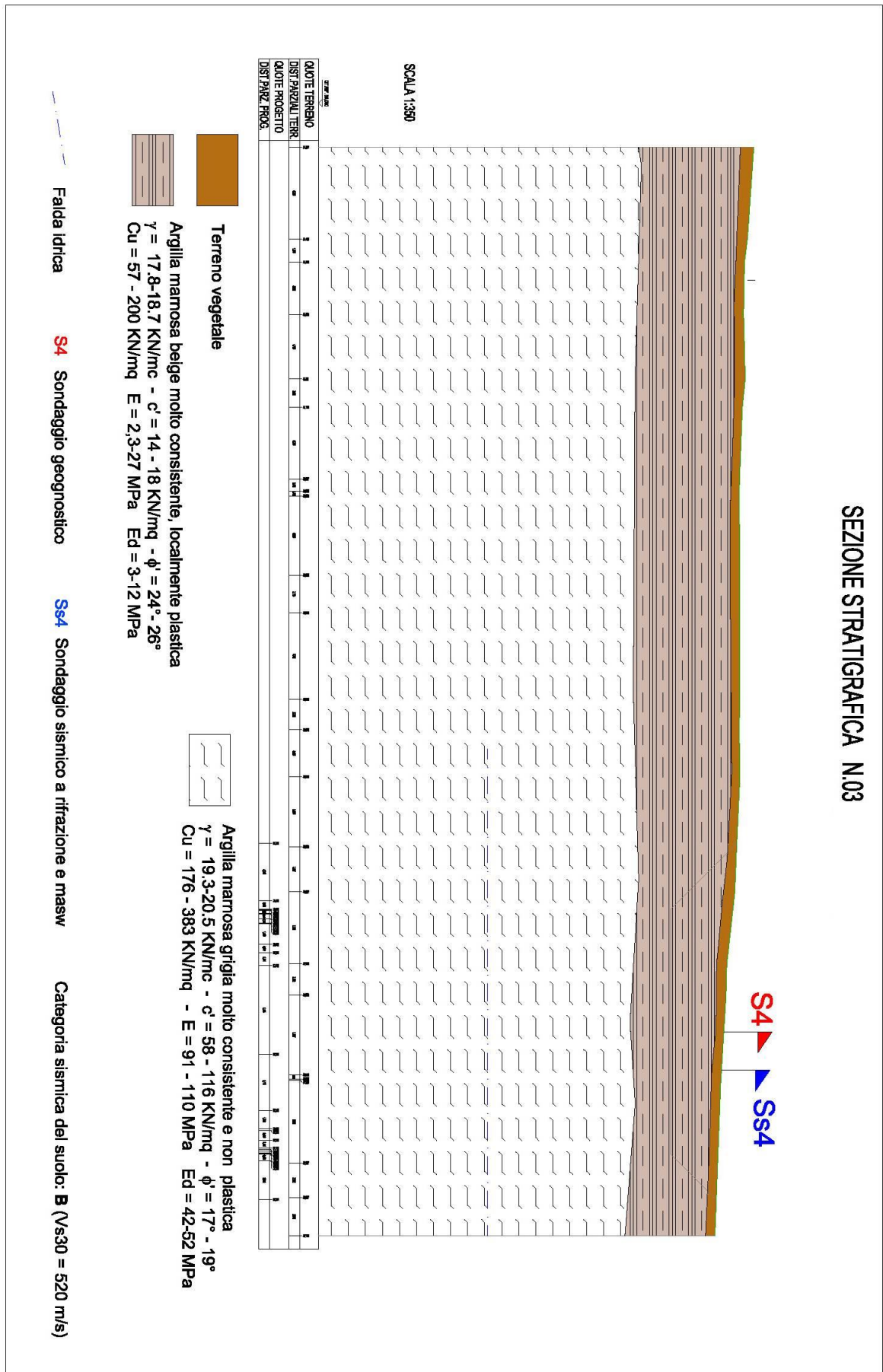


Committente	I.	SONDAGGIO	FOGLIO
Cantiere	Progetto di ampliamento del Parco Eolico esistente	S5	
Località	Mazara del Vallo (TP)		
Data Inizio	17/08/2018	Data Fine	17/08/2018

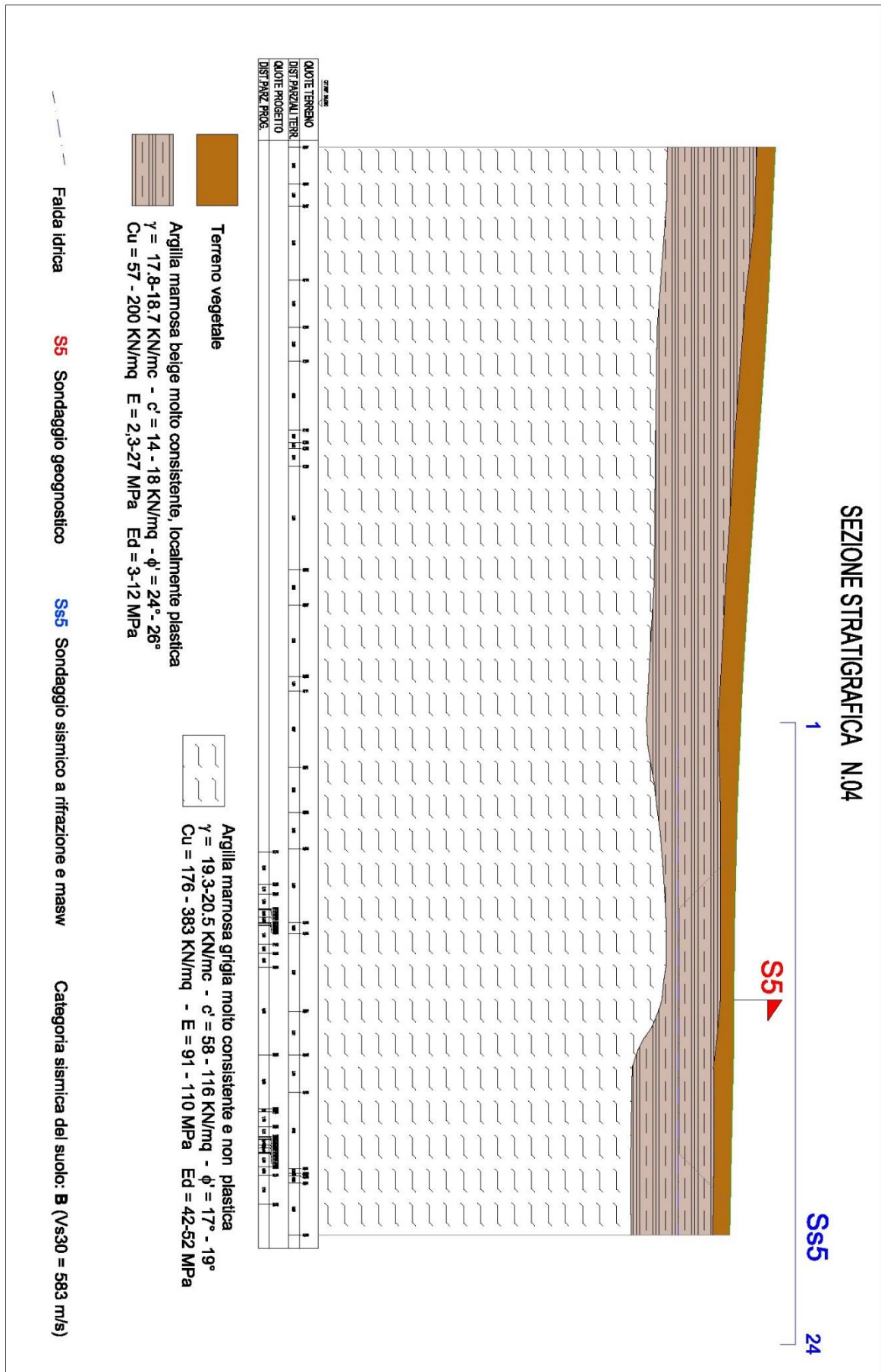












## 6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

Per l'area in studio sono stati reperiti profili sismici secondo la metodologia MASW, eseguiti sui siti oggetto di caratterizzazione stratigrafica-geotecnica i cui dettagli e risultati sono stati descritti nel paragrafo precedente. La similitudine di configurazione stratigrafica e litotecnica permette di correlare l'area in studio anche sotto l'aspetto sismico con quelle oggetto di campagne geognostiche, naturalmente la successiva fase progettuale sarà predisposta su dettagliata campagna analitica sulle rispettive posizioni degli aerogeneratori in progetto.

L'indagine consultata ha avuto lo scopo di individuare le velocità di propagazione delle onde sismiche secondarie (onde S) all'interno dei terreni che costituiscono i primi 30 metri di sottosuolo, secondo la normativa vigente (D.M. 17/01/2018).

Le prospezioni sismiche sono state eseguite posizionando lungo un allineamento definito 24 geofoni prodotti dalla PASI s.r.l. aventi una frequenza di 4,5 Hz, con equidistanza pari a 2,0 metri. L'offset (scoppio) è stato posto a cinque metri dal primo geofono.

Per l'acquisizione dei dati è stato utilizzato il sismografo digitale 16SG24N a 24 canali della PASI srl ad alta risoluzione, matricola n° 09036062N.

Per l'energizzazione è stata utilizzata una mazza di battuta del peso di 8 kg con interruttore starter battente su una piastra metallica che è stata utilizzata come dispositivo in grado di generare onde sismiche.

### Metodo d'indagine e risultati ottenuti

Quando un terreno viene sollecitato elasticamente, lungo l'interfaccia terreno-aria, si generano onde di Rayleigh attraverso l'interazione tra le onde di compressione P e le onde di taglio S. È noto che la propagazione delle onde superficiali, nel caso di mezzi stratificati e trasversalmente isotropi, avviene in maniera diversa rispetto al caso di mezzi omogenei; non esiste più una unica velocità ma ogni frequenza è caratterizzata da una diversa velocità di propagazione a sua volta legata alle varie lunghezze d'onda. Queste interessano il terreno a diverse profondità e risultano influenzate dalle caratteristiche elastiche, appunto variabili con la profondità. Questo comportamento è fondamentale nello sviluppo dei metodi sismici che utilizzano le onde di superficie.

Ovviamente le lunghezze d'onda più grandi corrispondono alle frequenze più basse e vanno ad interessare il terreno più in profondità; al contrario le lunghezze d'onda più piccole, poiché sono associate alle frequenze più alte, rimangono nelle immediate vicinanze della superficie. La velocità di propagazione delle onde di Rayleigh ( $V_r$ ) è pari a  $0,91V_s$  e ai fini pratici ciò si traduce nel fatto che misurando la  $V_r$  si ottiene la  $V_s$  con un errore di calcolo del tutto trascurabile. I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità. Inoltre la propagazione delle onde di Rayleigh, anche se influenzata dalla VP e dalla densità, è funzione innanzitutto della  $V_s$ , parametro di fondamentale importanza per la caratterizzazione geotecnica di un sito secondo quanto previsto dalle recenti normative antisismiche.

L'elaborazione e l'interpretazione dei dati sismici è stata eseguita con l'ausilio del software "WinMASW", prodotto dalla "Eliosoft", che consente di analizzare dati sismici (commonshot gathers) acquisiti in campagna in modo tale da poter ricavare il profilo verticale della VS (velocità delle onde di taglio). Tale risultato viene ottenuto tramite inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW.

La procedura si sviluppa in tre operazioni svolte in successione:

1. acquisizione multicanale dei segnali sismici, generati da una sorgente energizzante artificiale (maglio battente su piastra in alluminio), lungo uno stendimento rettilineo costituito da 24 geofoni ed una sorgente sismica;
2. estrazione del modo fondamentale dalle curve di dispersione della velocità di fase delle onde superficiali di Rayleigh (una curva per ogni acquisizione);
3. inversione delle curve di dispersione per ottenere profili verticali 1D delle VS (un profilo verticale posizionato nel punto medio di ogni stendimento geofonico).

I comuni metodi lineari forniscono, infatti, soluzioni che dipendono dal modello iniziale di partenza che l’utente deve necessariamente fornire; in altre parole, i metodi lineari hanno un’altissima probabilità di fallire indicando un modello errato della situazione reale.

Gli algoritmi evolutivi basati su metodologie di ottimizzazione di tipo "global search" (quali ad esempio gli algoritmi genetici) sono potenzialmente in grado di fornire indicazioni più complete e precise.

A differenza dei metodi lineari non è necessario fornire alcun modello di partenza. E’ invece necessario definire uno “spazio di ricerca” all’interno del quale vengono valutate diverse possibili soluzioni. Il punto di forza del programma “winMASW” è quello di fornire risultati molto più robusti rispetto a quelli possibili con altre metodologie. La soluzione finale viene infine proposta con anche una stima della sua attendibilità (deviazioni standard) ottenuta grazie all’utilizzo di tecniche statistiche.

Entrando nel merito della elaborazione, per la determinazione del profilo verticale della Vs (e quindi la Vs30) il primo passo riguarda la “Determinazione dello Spettro di Velocità” ed il “picking” della curva di dispersione. Successivamente si procede con la modellazione diretta o l’inversione della curva di dispersione interpretata dall’utente.

Una volta caricati i dati si procede con il calcolo dello spettro di velocità, e quindi si effettua il picking della curva di dispersione cioè la selezione dei punti che appartengono ad un certo modo di propagazione dell’onda superficiale. Successivamente, per ottenere il profilo verticale della VS, è necessario eseguire l’inversione della curva di dispersione precedentemente “piccata”.

L’inversione viene effettuata grazie all’utilizzo di una solida tecnica di ottimizzazione (algoritmi genetici) che richiede un notevole impegno delle risorse di calcolo del computer. La contropartita è una soluzione più affidabile e una stima dell’attendibilità del modello ricavato (deviazioni standard).

Grazie alle conoscenze geologiche dell’area in esame, si è stabilito per l’interpretazione dei dati acquisiti una modellistica a 3 strati in funzione della stratigrafia ottenuta tramite le indagini dirette. Le curve di dispersione relative ai sondaggi sismici eseguiti sono mostrate negli allegati. Solo il modo fondamentale delle due curve è stato analizzato per la determinazione del parametro Vs30.

Le analisi del profilo sismico MASW ha permesso la definizione di modelli 1D di velocità delle onde di taglio, localizzabili nei baricentri dello stendimento.

La profondità di penetrazione dell’indagine MASW è determinata dalla relazione tra velocità e frequenze rappresentate nella curva di dispersione. Strati più profondi influenzano, infatti, frequenze inferiori (lunghezze d’onda maggiori) e di conseguenza sarà la frequenza più bassa a determinare la massima profondità di penetrazione (da cui l’importanza di generare un segnale con una sufficiente quantità di energia anche alle frequenze più basse). Questo valore è determinato attraverso l’approssimazione  $\lambda/2.5$  ed è, quindi, chiaramente solo indicativo.

Infatti, è bene precisare che, a causa della variazione dei parametri fisico-meccanici (porosità, contenuto d’acqua, grado di fatturazione, ecc.), non sempre gli spessori sismostratigrafici coincidono con gli spessori litologici.

Nelle pagine successive si allegano le schede sintetiche e riepilogative dei risultati ottenuti dall’elaborazione delle singole indagini sismiche descritte.

Le Vseq, che in questo caso coincidono con le Vs30, misurate sono state sintetizzate nella tabella di seguito rappresentata distinta per correlazione con la colonna stratigrafica a cui si fa riferimento e quindi ai nuovi aerogeneratori in progetto:

Stendimento del suolo	Aerogeneratore	Vseq = Vs30 (m/s)	Categoria Sismica
presso S1	CH01, CH03, CH04	464	B
presso S2	CH01, CH03, CH04	267	C
presso S3	CH01, CH03, CH04	370	B
presso S4	CH02, CH05, CH06, CH07, SSEU	520	B
presso S5	CH02, CH05, CH06, CH07, SSEU	583	B

Le indagini sismiche reperite hanno consentito di individuare la categoria sismica del sottosuolo che, secondo le N.T.C. del D.M. 17/01/2018, rientra nella cat. di suolo **B per gli aerogeneratori M2, M5, M7, SE (rif. prove**

sismiche presso verticale dei sondaggi S4 ed S5) e nella cat. di suolo B-C per gli aerogeneratori CH01, CH03, CH04 (rif. prove sismiche presso verticale dei sondaggi S1, S2, S3) pertanto esso risulta composto da:

**Categoria B:** *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”.*

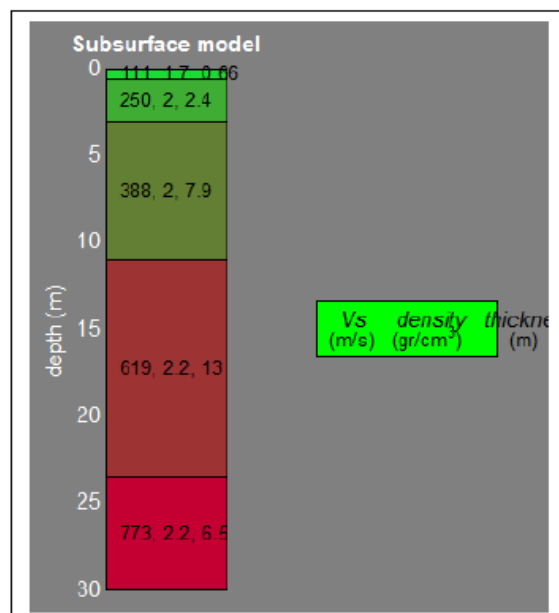
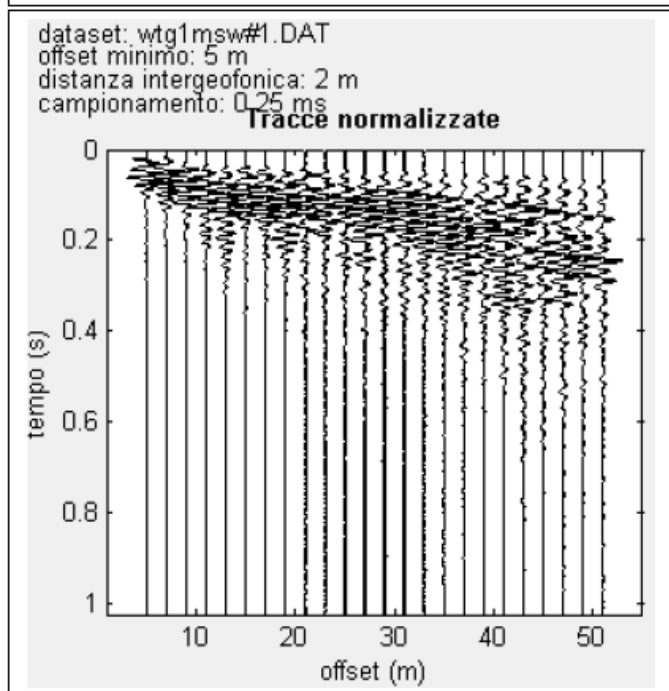
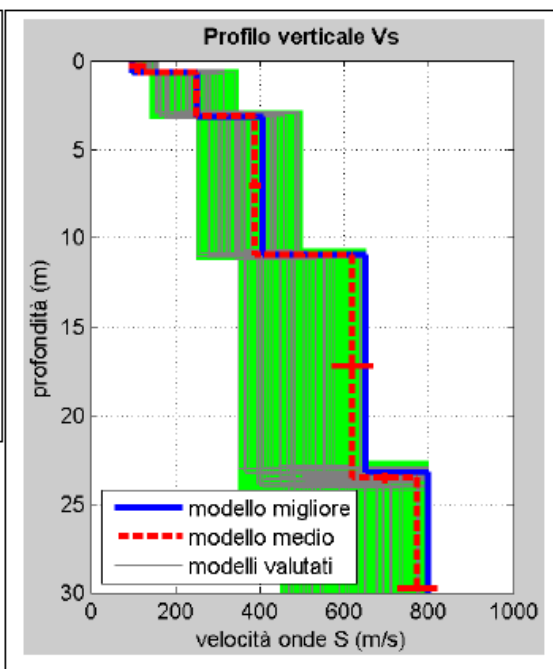
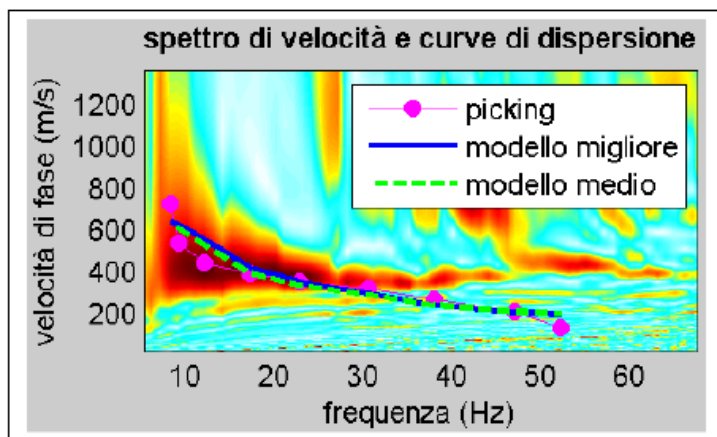
e

**Categoria C:** *“Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”.*

Cautelativamente pertanto per gli aerogeneratori CH01, CH03, CH04 verrà considerata la cat. di suolo C peggiore rispetto a B, mentre per gli aerogeneratori CH02, CH05, CH06, CH07 e per la sottostazione SE resta valida la cat. di suolo B.

Di seguito si allegano le schede delle indagini sismiche MASW reperite.

**MASW1**



**Modello medio**

VS (m/s): 111, 250, 388, 619, 773  
 Deviazioni Standard (m/s): 20, 7, 12, 49, 47  
 Spessori (m): 0.7, 2.4, 7.9, 12.6  
 Deviazioni Standard (m): 0.1, 0.0, 0.1, 0.3

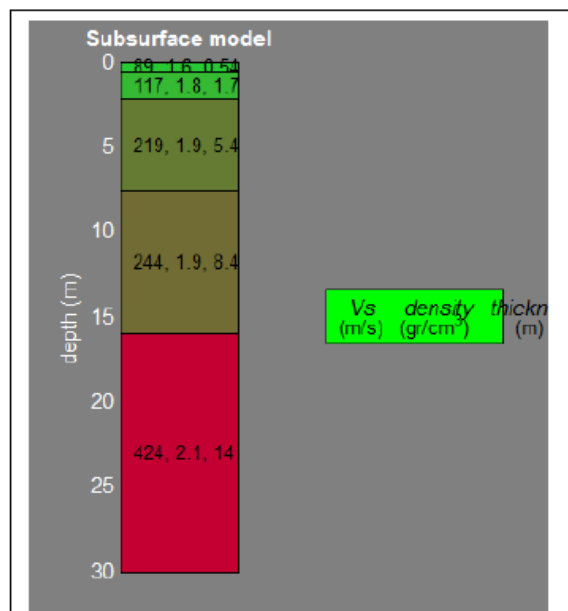
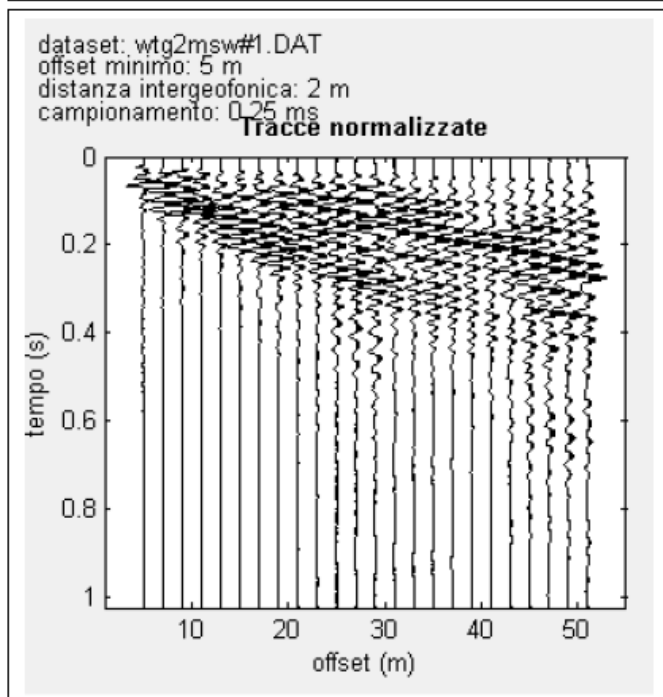
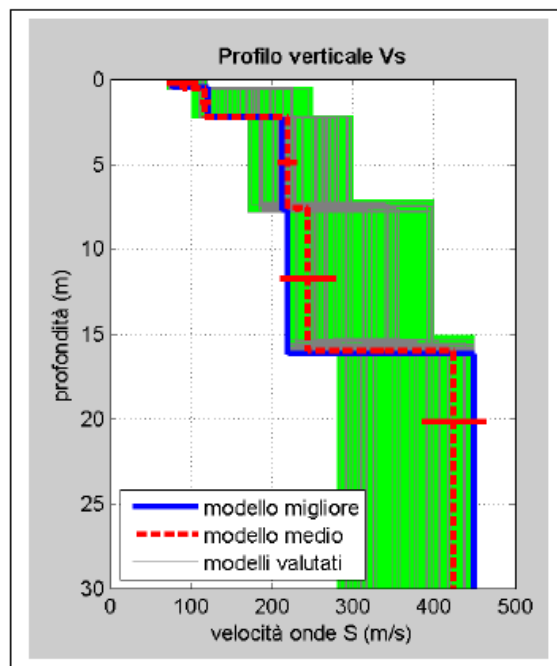
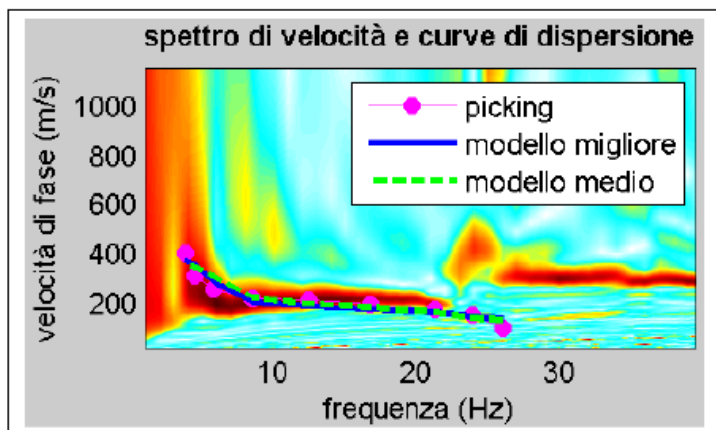
Tipo di analisi: onde di Rayleigh

**Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici**

Stima VP (m/s): 203, 705, 964, 1547, 2037  
 Stima densità (gr/cm³): 1.67, 1.97, 2.05, 2.16, 2.23  
 Stima modulo di Poisson: 0.29, 0.43, 0.40, 0.40, 0.42  
 Stima modulo di taglio (MPa): 21, 123, 308, 828, 1331  
 Stima modulo di compressione (MPa): 41, 815, 1490, 4066, 7466  
 Stima modulo di Young (MPa): 53, 352, 864, 2325, 3768  
 Stima modulo di Lamé (MPa): 28, 733, 1285, 3514, 6579

**Vs<sub>30</sub>: 464 m/s**      **Possibile tipo di suolo: B**

### MASW2



#### Modello medio

VS (m/s): 89, 117, 219, 244, 424  
 Deviazioni Standard (m/s): 19, 6, 11, 34, 40  
 Spessori (m): 0.5, 1.7, 5.4, 8.4  
 Deviazioni Standard (m): 0.0, 0.0, 0.2, 0.1

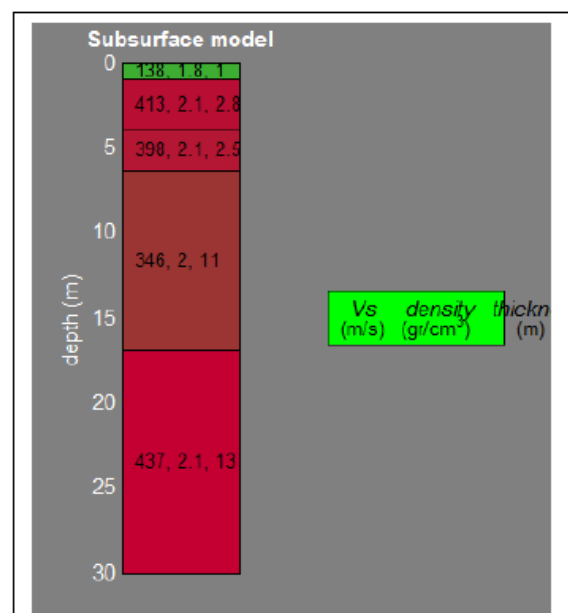
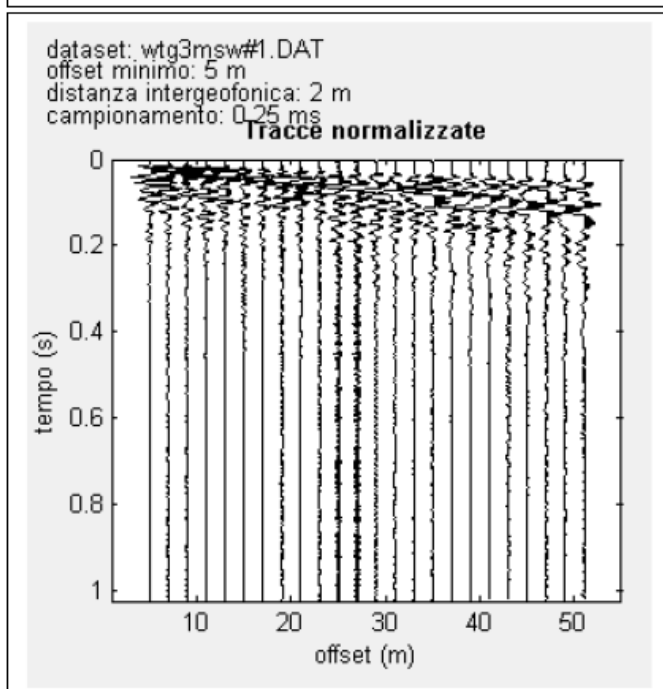
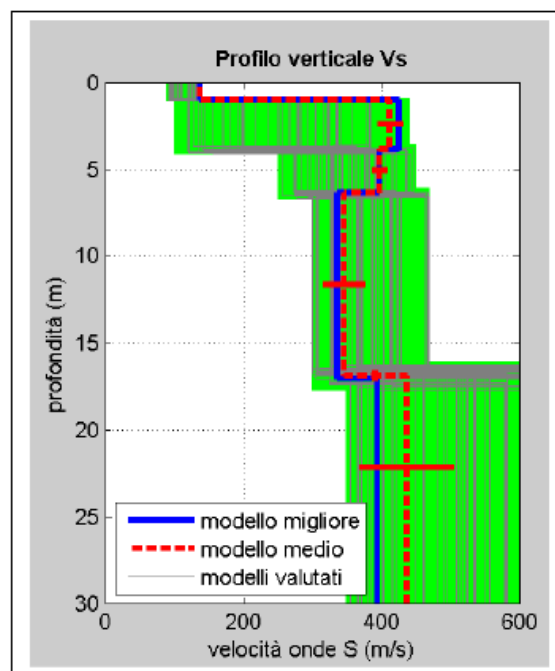
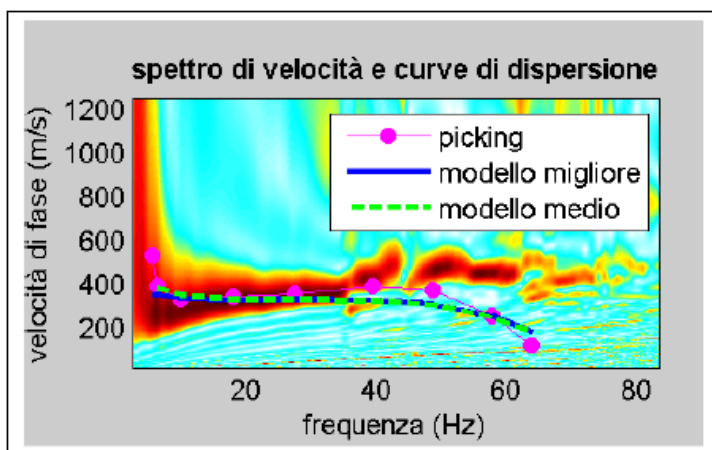
Tipo di analisi: onde di Rayleigh

#### Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima VP (m/s): 163, 334, 522, 512, 1149  
 Stima densità (gr/cm3): 1.62, 1.79, 1.90, 1.89, 2.09  
 Stima modulo di Poisson: 0.29, 0.43, 0.39, 0.35, 0.42  
 Stima modulo di taglio (MPa): 13, 24, 91, 113, 375  
 Stima modulo di compressione (MPa): 26, 167, 396, 346, 2256  
 Stima modulo di Young (MPa): 33, 70, 253, 305, 1067  
 Stima modulo di Lamé (MPa): 17, 151, 335, 271, 2005

**V<sub>s30</sub>: 267 m/s**      **Possibile tipo di suolo: C**

### MASW3



#### Modello medio

VS (m/s): 138, 413, 398, 346, 437  
 Deviazioni Standard (m/s): 1, 19, 10, 30, 68  
 Spessori (m): 1.0, 2.8, 2.5, 10.5  
 Deviazioni Standard (m): 0.0, 0.0, 0.0, 0.3

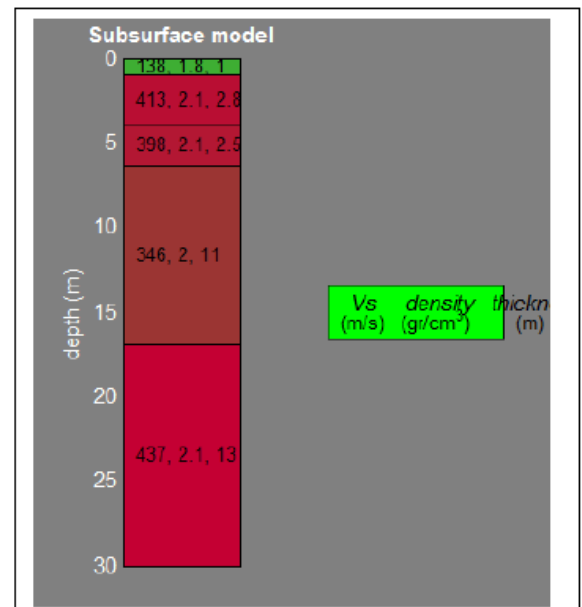
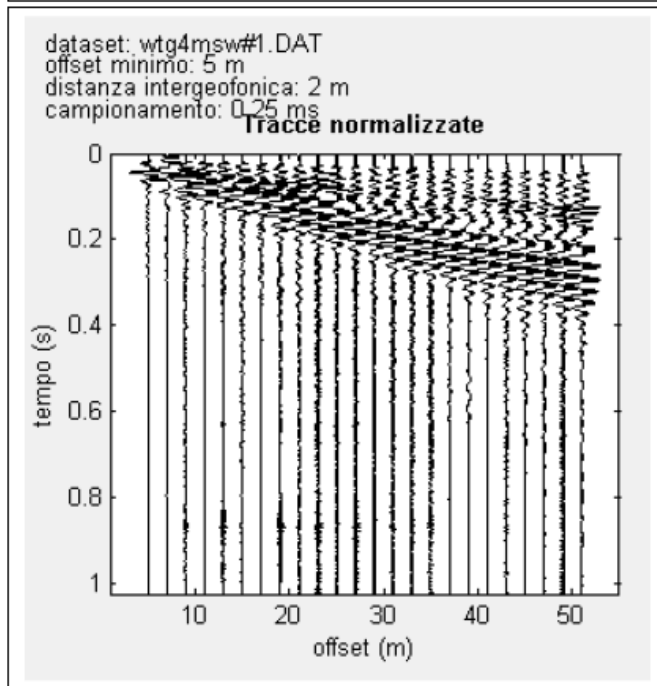
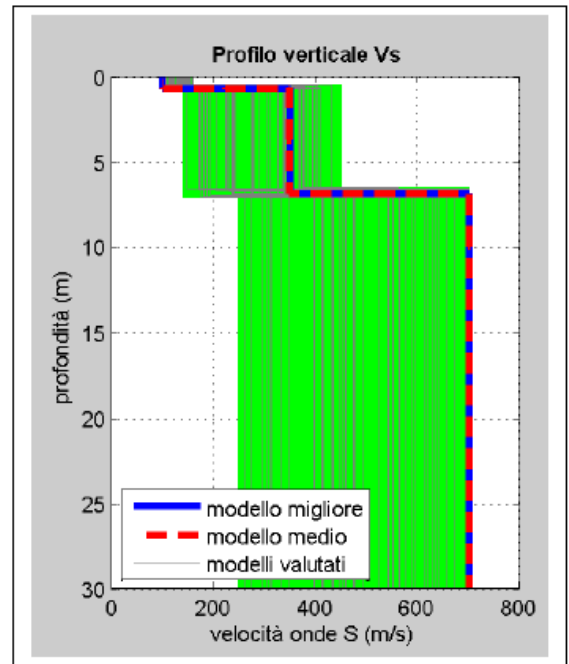
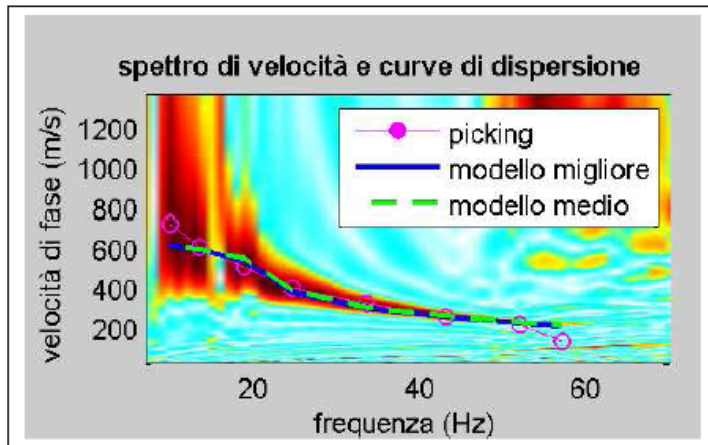
Tipo di analisi: onde di Rayleigh

#### Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici

Stima VP (m/s): 289, 1206, 1007, 839, 1020  
 Stima densità (gr/cm<sup>3</sup>): 1.75, 2.10, 2.06, 2.01, 2.06  
 Stima modulo di Poisson: 0.35, 0.43, 0.41, 0.40, 0.39  
 Stima modulo di taglio (MPa): 33, 358, 326, 241, 393  
 Stima modulo di compressione (MPa): 102, 2576, 1650, 1095, 1618  
 Stima modulo di Young (MPa): 90, 1027, 917, 673, 1091  
 Stima modulo di Lamé (MPa): 80, 2337, 1433, 934, 1356

**V<sub>s30</sub>: 370 m/s**      **Possibile tipo di suolo: B**

**MASW4**



**Modello medio**

VS (m/s): 101, 349, 700  
 Deviazioni Standard (m/s): 0, 4, 1  
 Spessori (m): 0.7, 6.2  
 Deviazioni Standard (m): 0.0, 0.1  
 Tipo di analisi: onde di Rayleigh

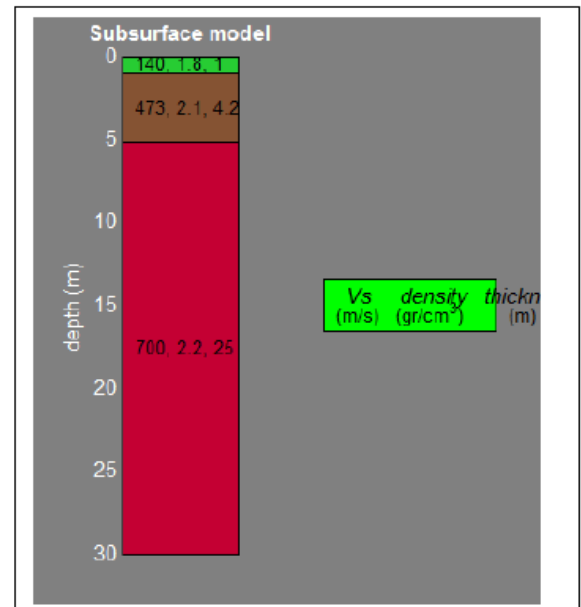
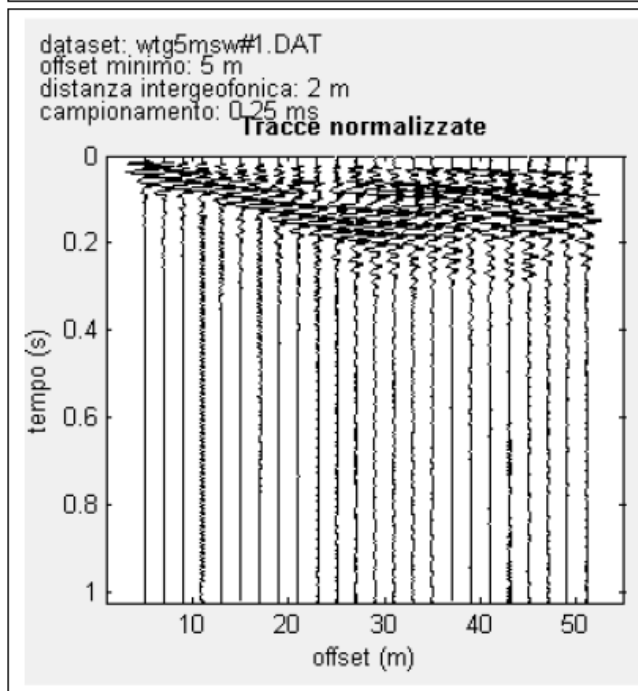
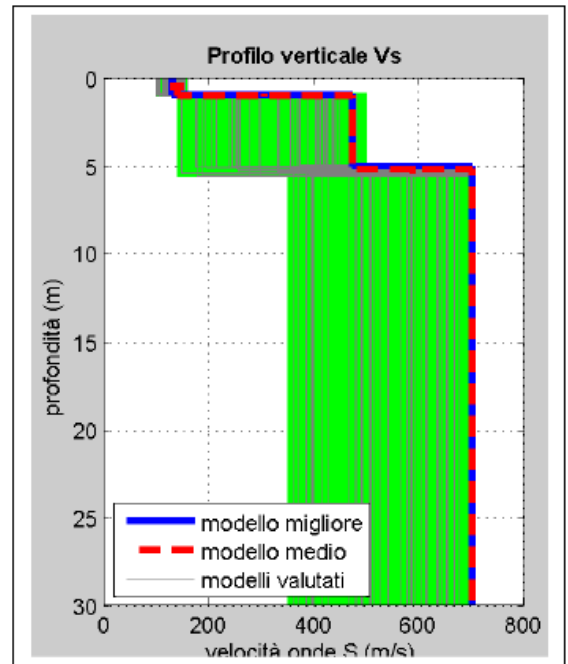
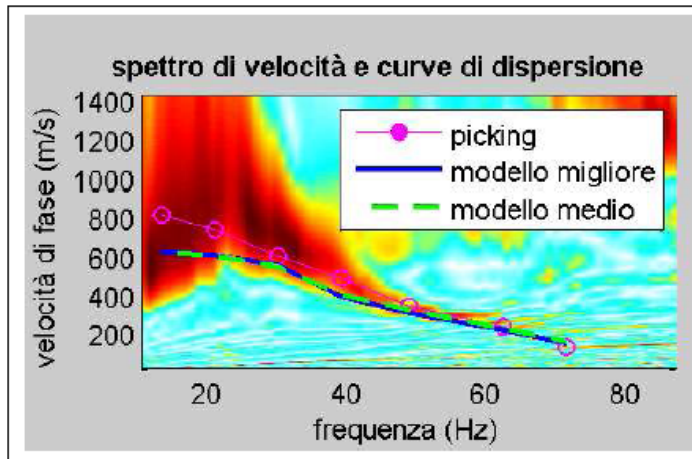
**Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici**

Stima VP (m/s): 209, 894, 1923  
 Stima densità (gr/cm<sup>3</sup>): 1.68, 2.03, 2.21  
 Stima modulo di Poisson: 0.35, 0.41, 0.42  
 Stima modulo di taglio (MPa): 17, 247, 1084  
 Stima modulo di compressione (MPa): 50, 1291, 6737  
 Stima modulo di Young (MPa): 46, 696, 3087  
 Stima modulo di Lamé (MPa): 39, 1126, 6014

**Vs<sub>30</sub>: 520 m/s      Possibile tipo di suolo: B**



**MASW5**



**Modello medio**

VS (m/s): 140, 473, 700  
 Deviazioni Standard (m/s): 12, 7, 0  
 Spessori (m): 1.0, 4.2  
 Deviazioni Standard (m): 0.1, 0.2  
 Tipo di analisi: onde di Rayleigh

**Stima approssimativa di Vp, densità e moduli elastici**

Stima VP (m/s): 290, 1359, 1998  
 Stima densità (gr/cm<sup>3</sup>): 1.75, 2.13, 2.22  
 Stima modulo di Poisson: 0.35, 0.43, 0.43  
 Stima modulo di taglio (MPa): 34, 476, 1089  
 Stima modulo di compressione (MPa): 102, 3296, 7419  
 Stima modulo di Young (MPa): 93, 1363, 3114  
 Stima modulo di Lamé (MPa): 79, 2978, 6693

**Vs<sub>30</sub>: 583 m/s      Possibile tipo di suolo: B**

## 7. ANALISI SISMICA E SIMOGENETICA

Al fine di fornire un quadro sintetico del contesto sismotettonico attuale nel quale ricade il sito in esame è stato utilizzato lo studio di zonazione sismogenetica ZS9 effettuato da parte del "Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274) prodotto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia". In Sicilia sono state catalogate le zone che vanno dal numero 932 al 936 delle quali se ne riporta una sommaria descrizione.

La zona 936 coincide con l'area etnea e presenta sismicità, caratteristiche della fagliazione di superficie e dell'attenuazione del moto del suolo del tutto peculiari.

La zona 932 include strutture note essenzialmente da esplorazione geofisica; ad essa sono attribuite faglie legate allo "svincolo" che consente l'arretramento dell'arco calabro e le strutture "sintetiche" che segmentano il Golfo di Patti, analogamente a quanto avviene più ad Ovest nel bacino di Cefalù. In ZS4 questa zona era particolarmente ampia in senso Est-Ovest per comprendere anche alcuni terremoti con epicentro intorno all'isola di Salina e ancora più ad Ovest: tali terremoti ricadono adesso nella zona F, che racchiude un sistema di faglie che dalla parte più occidentale delle isole Eolie si protende fino ad Ustica, con orientamento E-W.

A questo sistema è anche da ricondurre il recente terremoto del settembre 2002, che ha provocato danni non trascurabili a Palermo (Azzaro et al., 2004).

Un'ulteriore zona di "svincolo", nota in letteratura come linea Monte Kumeta – Alcantara (Ghisetti e Vezzani, 1984), caratterizza l'area compresa tra l'Etna e i Monti di Palermo.

Numericamente individuata dal numero 933, tale zona è comunemente ritenuta avere carattere prevalentemente trascorrente.

Va ricordato anche che i terremoti registrati strumentalmente negli ultimi 20 anni, i più forti dei quali sono contenuti in CPTI2, sembrano indicare che l'attività sismica della zona F è molto superiore a quella della costa siciliana settentrionale e del suo immediato offshore. Il principale tra questi eventi è il già citato terremoto del settembre 2002 con le sue repliche.

È pertanto verosimile che alcuni terremoti storici medio-forti, quali ad esempio quelli del 1726, 1823 e 1940, le cui distribuzioni di intensità sono difficilmente riconducibili ad eventi localizzati sulla terraferma, siano riferibili al già citato sistema di faglie della zona F.

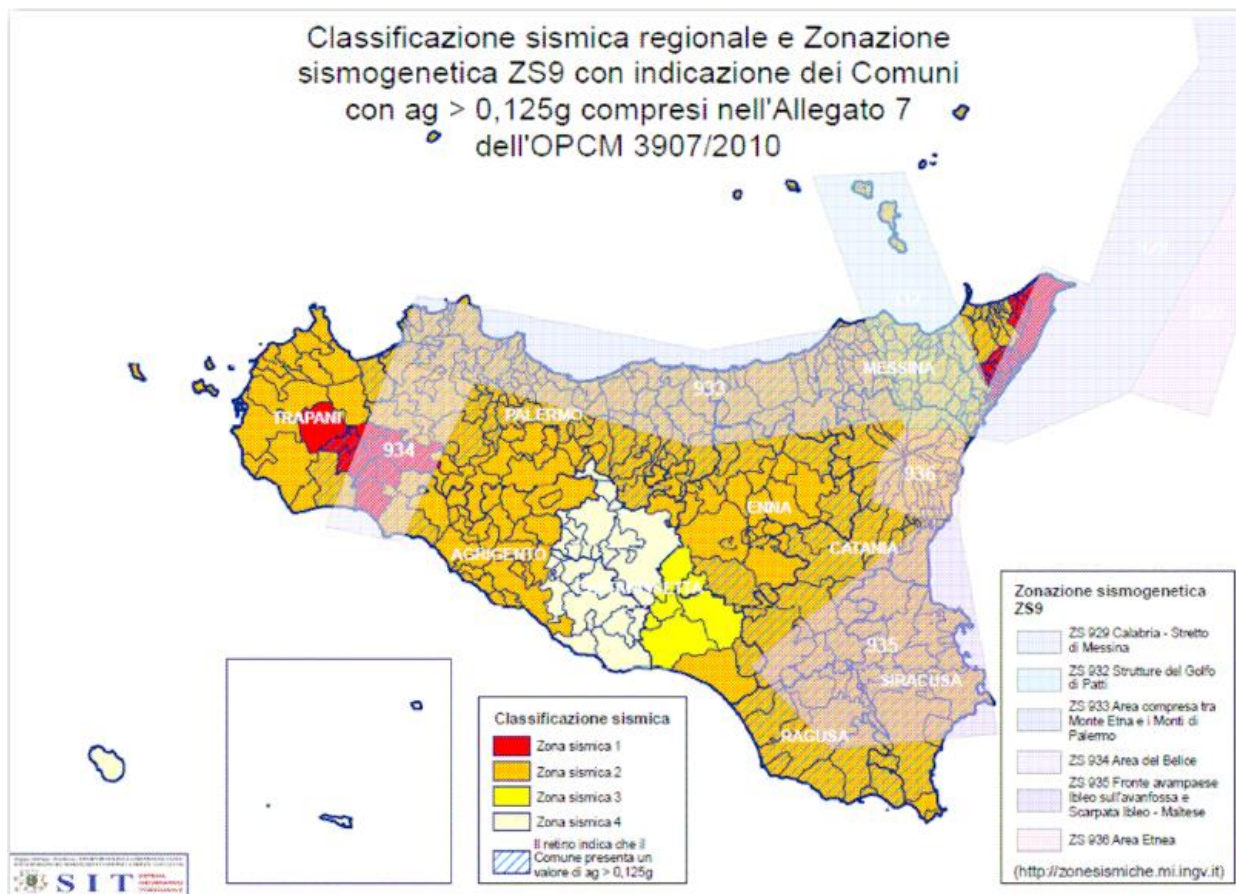
In conclusione, la consapevolezza dei limiti delle tecniche oggettive di localizzazione e l'analisi delle distribuzioni di danno fanno risultare oggi difficile scorporare dalla ZS 933 la sismicità che andrebbe attribuita alla ZS F. Si ritiene pertanto che la soluzione più conservativa per il territorio della Sicilia settentrionale sia quella di mantenere una geometria della zona 933 compatibile con le informazioni attualmente disponibili in catalogo, associandole anche i forti terremoti originatisi probabilmente in mare senza alcuna rideterminazione della magnitudo.

Sulle caratteristiche sismogenetiche dell'area del Belice (racchiusa nella zona 934) non c'è omogeneità di risultati tra gli studi finora effettuati. La zona è caratterizzata da un'unica grande sequenza sismica, quella del gennaio 1968, ma le analisi geologiche svolte non forniscono dati conclusivi in merito alla geometria della sua sorgente (Michetti et al., 1995; Monaco et al., 1996). Infatti le interpretazioni che vedono nel Belice una zona dell'avampese interessata da movimenti trascorrenti, che originano una struttura "a fiore", si contrappongono a quelle che ipotizzano un thrust cieco con direzione E-W e vergenza meridionale.

La zona 935, all'interno della quale ricadono eventi di elevata magnitudo, deriva dall'unione delle precedenti zone 78 e 79 di ZS4. Il limite occidentale della zona 78 corrispondeva al fronte dell'avampese Ibleo sull'avanfossa; la seconda aveva come limite orientale la cosiddetta Scarpata Ibleo-Maltese. Il terremoto del 1693, l'evento con la magnitudo più alta riportata da tutti i cataloghi nazionali e in particolare da CPTI2, veniva assegnato alla zona 79. L'ipotesi esplicita di attribuzione del terremoto del 1693 alla Scarpata Ibleo-Maltese veniva adottata in lavori più recenti (Hirn et al., 1997; Zollo et al., 1999; Azzaro e Barbano, 2000). Alla zona 79 venivano anche assegnati gli eventi del 1169 e del 1542, sulla base delle indicazioni del catalogo storico NT4.1 utilizzato all'epoca (Camassi e Stucchi, 1996). Il catalogo CPTI (Gruppo di Lavoro CPTI, 1999) e il suo aggiornamento CPTI2 (compiuto per questo studio) hanno in parte modificato le informazioni di base e successivamente spostato gli epicentri sulla terraferma come effetto dell'applicazione di un algoritmo automatico di calcolo dell'epicentro. La distribuzione del danno legato all'evento del 1693 mostra in effetti distruzione totale anche nell'entroterra Ibleo, a molta distanza dalla costa orientale della Sicilia. Il database DISS (Valensise e Pantosti, 2001) suggerisce sorgenti

sismogenetiche con un andamento differente da quello della Scarpata Ibleo-Maltese, e segnatamente una possibile origine del terremoto del 1693 sulla faglia nota come Scicli-Ragusa, una ipotesi supportata anche da Sirovich e Pettenati (1999).

Questi elementi hanno messo in dubbio, pur senza suggerire un'alternativa certa, l'attribuzione del terremoto del 1693 alla Scarpata Ibleo-Maltese. Si è ritenuto opportuno, pertanto, proporre una soluzione meno dipendente da forti ipotesi interpretative, come quelle implicite in ZS4, rinviando al futuro l'acquisizione di nuovi dati che hanno consentito di trattare il problema con maggior cognizione di causa. Per definire le caratteristiche della sismicità, e soprattutto per stimare la pericolosità sismica, nella zona indagata, occorre considerare anche l'influenza dei terremoti regionali.



La zona in esame è localizzata nella Sicilia occidentale a margine della zona 934 della Zonazione Sismogenetica ZS9. Tale regione, conosciuta in sismologia come "Valle del Belice" rappresenta una area ad alto rischio sismico, essendo stata interessata, nel passato, da una serie sismica culminata nell'evento della notte del 15 gennaio 1968.

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

Il Database delle Singole Sorgenti Sismogenetiche - Database of Individual Seismogenic Sources (DISS 3.2.0), 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, emerge limitrofa all'area di interesse la presenza di almeno tre Sorgenti Composite Sismogenetiche con sviluppo N-S posta ad Est con codice identificativo **ITCS020**: Marsala-Belice di cui si riportano di seguito i dati disponibili e le relative valutazioni sintetiche.

La massima magnitudo attesa per le diverse sorgenti sismogenetiche come dettagliata di seguito risulta pari a 5.6.

## ITCS020: Marsala-Belice

### GENERAL INFORMATION

DISS-ID	ITCS021
Name	Marsala-Belice
Compiler(s)	Burrato P.(1), Vannoli P.(1)
Contributor(s)	Burrato P.(1), Vannoli P.(1), Valensise G.(1), Basili R.(1)
Affiliation(s)	1) Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; Sismologia e Tettonofisica; Via di Vigna Murata, 605, 00143 Roma, Italy
Created	08-Jan-2005
Updated	03-Aug-2006
Related sources	<a href="#">ITIS014</a>

### PARAMETRIC INFORMATION

	PARAMETER	QUALITY	EVIDENCE		
Min depth [km]	3.0	EJ	Inferred from regional geologic and tectonic data and seismicity.		
Max depth [km]	10.0	EJ	Inferred from regional geologic and tectonic data and seismicity.		
Strike [deg] min... max	250...290	LD	Based on regional geologic and tectonic data.		
Dip [deg] min... max	40...60	EJ	Inferred from regional geologic and tectonic data.		
Rake [deg] min... max	85...135	LD	Based on the focal mechanism of 1968 earthquake and geodynamic considerations.		
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.		
Max Magnitude [Mw]	5.6	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).		

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP;EJ=EXPERT JUDGEMENT;

Allegati:

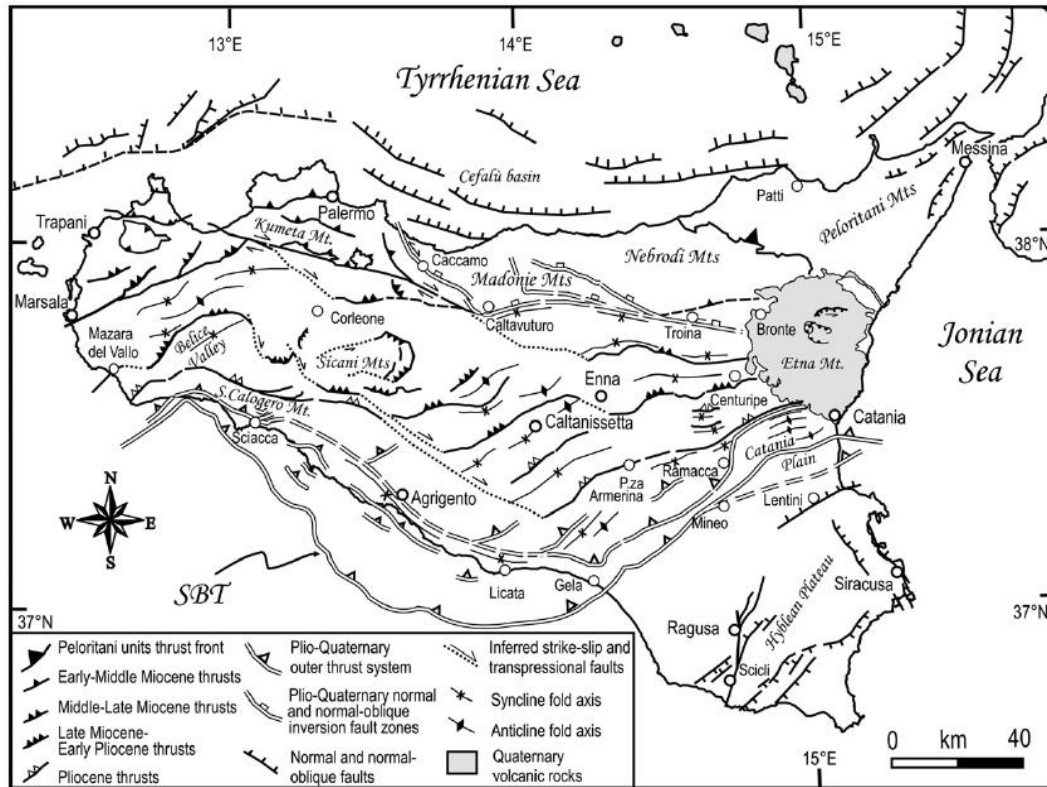
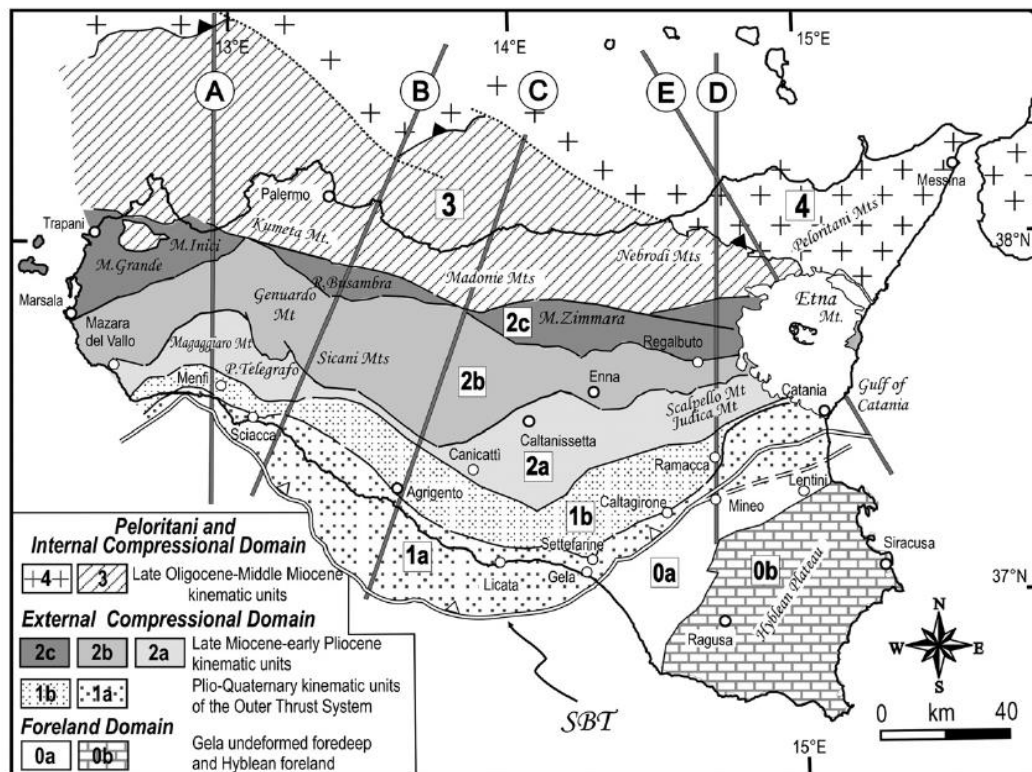


Fig. 2. Structural map of Sicily (this map and all others in the paper are drawn in Italy Lambert Conformal Conic projection, using 13.0, 42.0, 39.0 and 45.0 as central meridian, latitude of origin and standard parallels, respectively). The various tectonic elements have been mainly derived from sheet n° 6 of the Structural Model of Italy, scale 1:500,000 (Bigi et al., 1991), integrated and updated with information from more local geological–structural maps and specific papers (Amodio-Morelli et al., 1976; Ghisetti and Vezzani, 1984; Cristofolini et al., 1985; Locardi and Nicolich, 1988; Ben



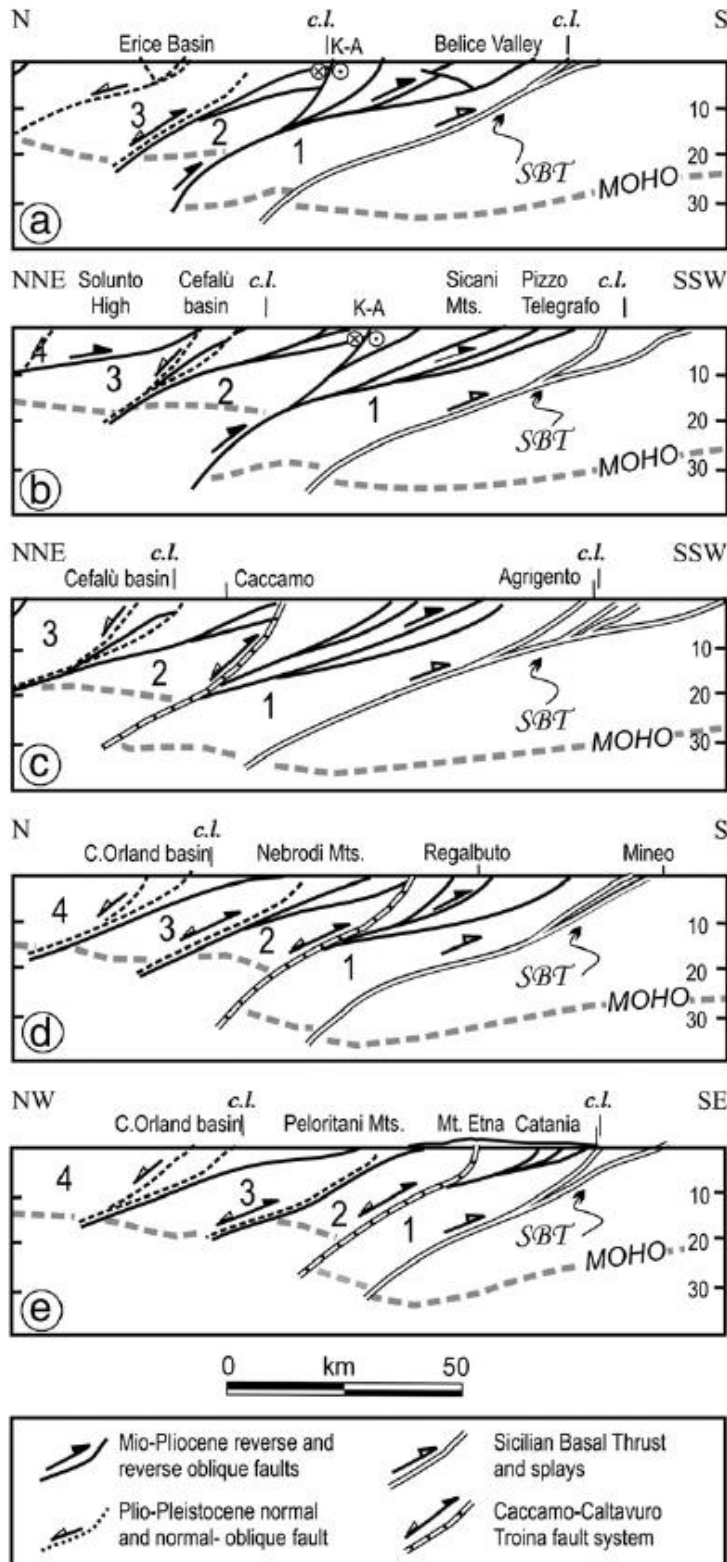


Fig. 5. Interpretative crustal sections across the study area. The traces of sections are given in the map in Fig. 4. The various tectonic elements schematically depicted in the profiles (thrusts and normal faults) correspond to those in structural map of Fig. 2 and represent the down-dip prosecution of the boundary between the kinematic units of Fig. 4; the numbers within the crustal slices are referred to the first-order kinematic units identified in Fig. 4. The various Moho segments at the base of the crust are mainly deduced from Finetti (2005) with some information from Chironi et al. (2000). Key: c.l. = coast line, SBT = Sicilian Basal Thrust.

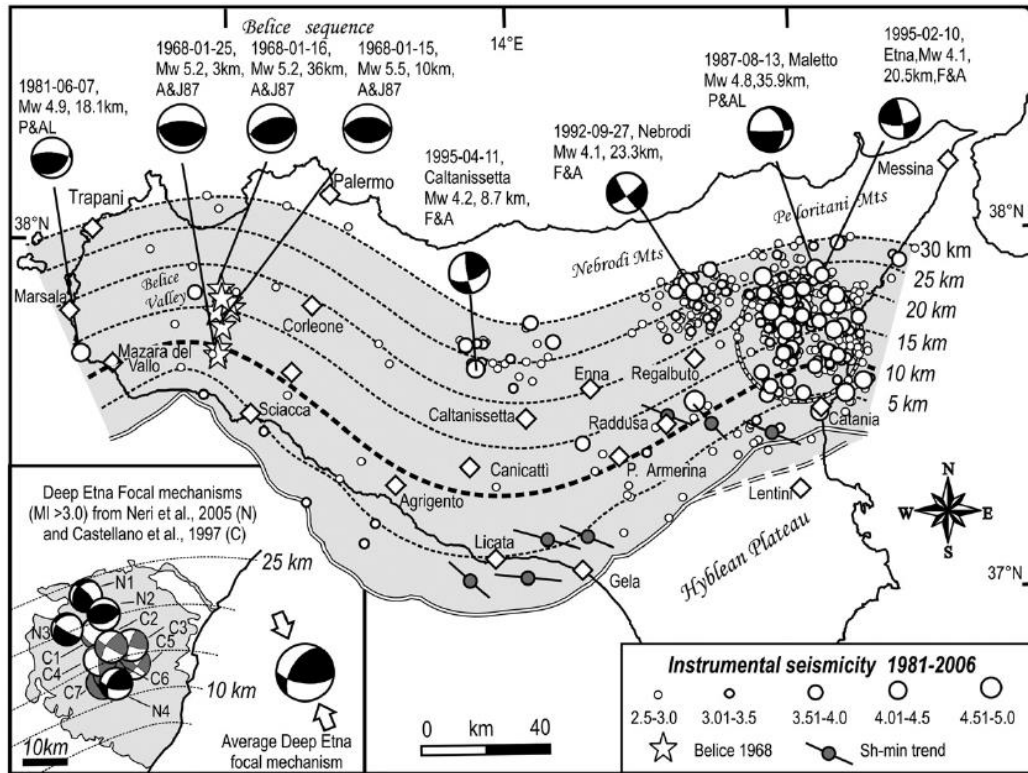


Fig. 6. Instrumental earthquakes with  $M_I \geq 2.5$  occurring between 1981 and 2006 within the grey area above the SBT 0-to-30 km depth-contour lines. Source of data: CSI 1.1 catalogue (Castello et al., 2006) for the time interval 1981–2002 and Bollettino Sismico from 2003 to 2006; adopted selection criteria: depth < 40 km; RMS < 0.5s, gap < 200°, phase readings > 10. The fault plane solutions refer to earthquakes with moment magnitude  $M_w > 4.0$  occurred since 1968 within the grey study area (A&J87 = Anderson and Jackson, 1987; F&A = Frepoli and Amato, 2000; P&AL = Pondrelli et al., 2004). The lower left-lateral inset shows a number of focal mechanisms computed by Castellano et al. (1997) and by Neri et al. (2005a) for events with  $M_I > 3.0$ , located beneath the Etna volcano at depths > 10 km (C1 = 23/09/1989 09:28; C2 = 23/10/1991 21:44; C3 = 23/10/1991 21:44; C4 = 23/09/1989 13:17; C5 = 03/08/1989 08:30; C6 = 03/08/1989 08:30; C7 = 19/06/1988 01:44; N1 = 13/08/1988; N2 = 20/11/2000; N3 = 12/10/1993; N4 = 10/02/1995). Starting from these data, and applying a Linked Bingham Statistic procedure, the Average Deep Etna focal mechanism shown within the inset and the associated  $P$ -axis (trend:  $N170^\circ E$ , dip: sub-horizontal) have been calculated. The shear-minimum ( $Sh_{min}$ ) axes refer to a selection of quality A and B borehole breakout data in Montone et al. (2004).

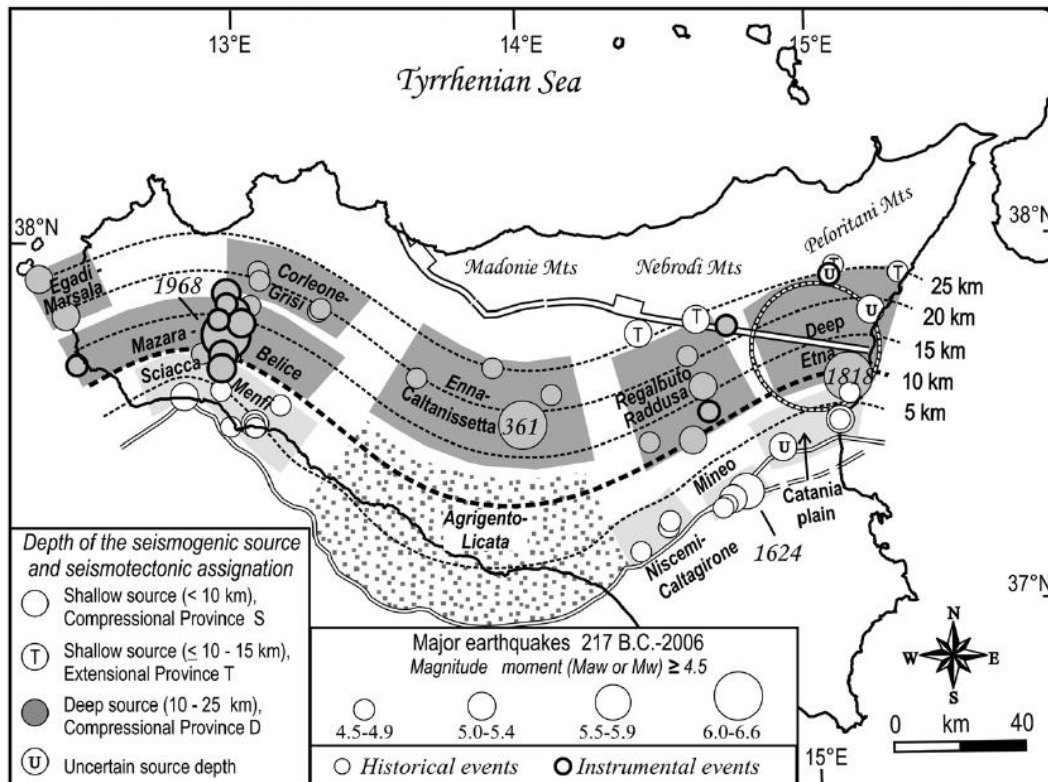


Fig. 9. Epicentral distribution of the events contained in the merged list of Table 1 and comparison with the SBT depth-contour lines. The dark grey and light grey areas above the isobaths distinguish seismic zones situated above the upper crust and the mid-to-lower crust SBT portions, respectively; the dotted area corresponds with the Agrigento–Licata aseismic zone.

## 7.1 Storia sismica (Database Macrosismico Italiano 2015 - DBMI15)

Fonte : <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>

### **Premessa**

La prima versione disponibile al pubblico del Database Macrosismico Italiano risale al maggio 2007 (DBMI04; Stucchi et al., 2007). Esso conteneva i dati di intensità utilizzati per la compilazione dei parametri del catalogo parametrico rilasciato nel maggio 2004 (CPTI04; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004), a sua volta utilizzato per la compilazione della Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale (MPS04, Gruppo di Lavoro MPS, 2004).

Nel dicembre 2008 sono state pubblicate online le porzioni 1901-2006 del catalogo CPTI08 e del relativo Database Macrosismico DBMI08. Nel gennaio 2009 è stato avviato il completamento del catalogo e del database macrosismico, con riferimento alla porzione pre-1900. Questa operazione ha comportato anche un aggiornamento dei contenuti relativi alla finestra temporale già pubblicata. Alla data del 6 aprile 2009 il catalogo parametrico e il database macrosismico erano appena stati sottoposti all'ultima tornata di verifiche. Gli autori hanno allora ritenuto opportuno accelerare la pubblicazione di una porzione del catalogo e del Database Macrosismico, definite CPTI08aq (Rovida e Gruppo di Lavoro CPTI, 2009) e DBMI08aq (Locati e Gruppo di Lavoro DBMI, 2009), relative ad un'area comprendente la zona colpita dai terremoti dell'Aquilano, per consentire agli operatori impegnati nell'area di utilizzare dati aggiornati.

Nel 2010 è stata pubblicata una versione aggiornata del database, denominata DBMI10beta, che copre la finestra temporale 1000-2006. Questa versione è stata resa disponibile ai ricercatori che operano nell'ambito di progetti dell'Istituto per un periodo di sperimentazione.

Oggi viene rilasciata la terza versione pubblica denominata DBMI11, che raccoglie le osservazioni emerse nel corso del predetto periodo. Questa versione non contiene i risultati di alcuni sviluppi metodologici realizzati nell'ambito del progetto EC "SHARE" (Seismic Hazard Harmonization in Europe); inoltre, non utilizza ancora un considerevole quantitativo di nuove informazioni reso disponibile da: Molin et al. (2008); Camassi et al. (2011); la versione 2009 di ECOS (Faeh et al., 2011) e la versione 2010 di SisFrance (SisFrance, 2010). Questi elementi, unitamente ad altri sviluppi, verranno considerati per la prossima versione del database.

### **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.

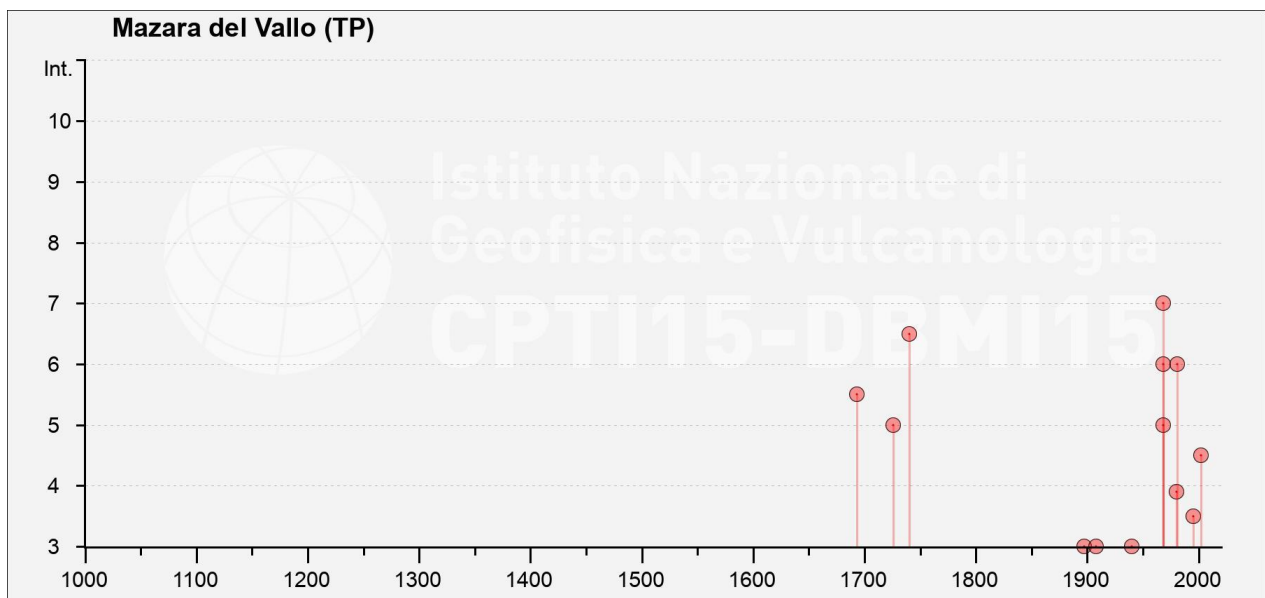
DBMI15 contiene 122701 dati di intensità relativi a 3212 terremoti. L'incremento numerico di terremoti con dati di intensità e di osservazioni macrosismiche rispetto alle due precedenti versioni DBMI04 (Stucchi et al., 2007) e DBMI11 è molto consistente.



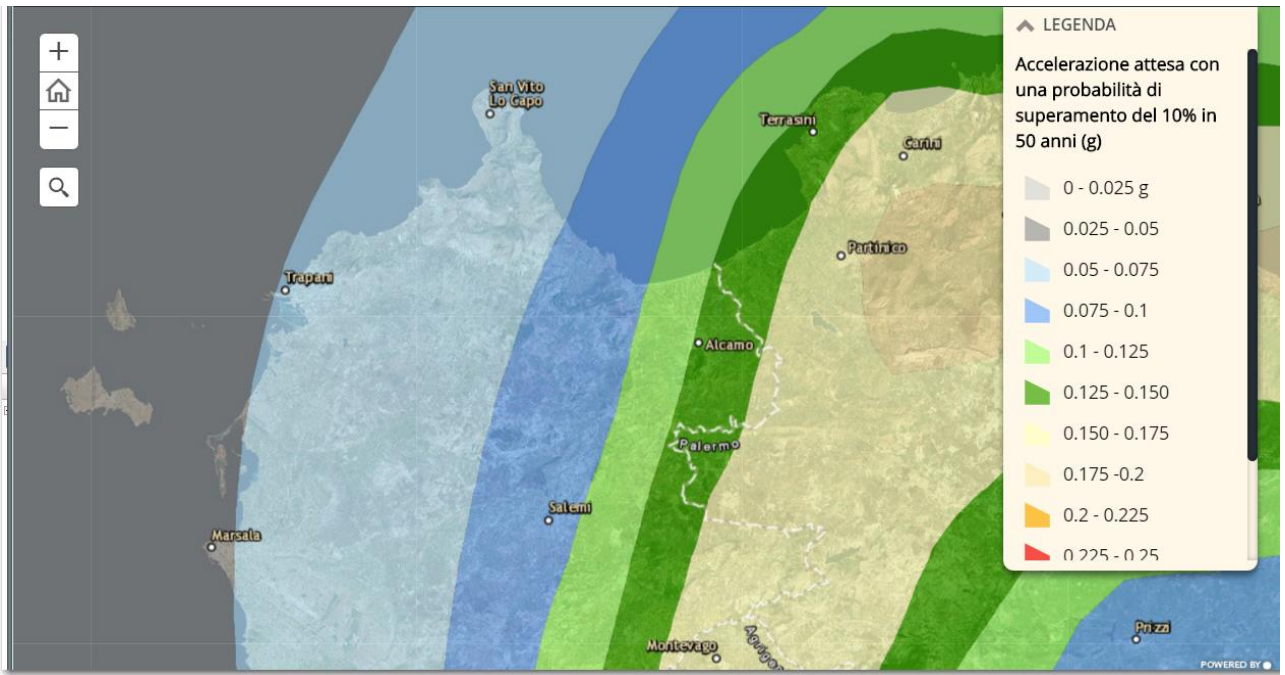
7.2 Storia sismica di area di Mazara del Vallo



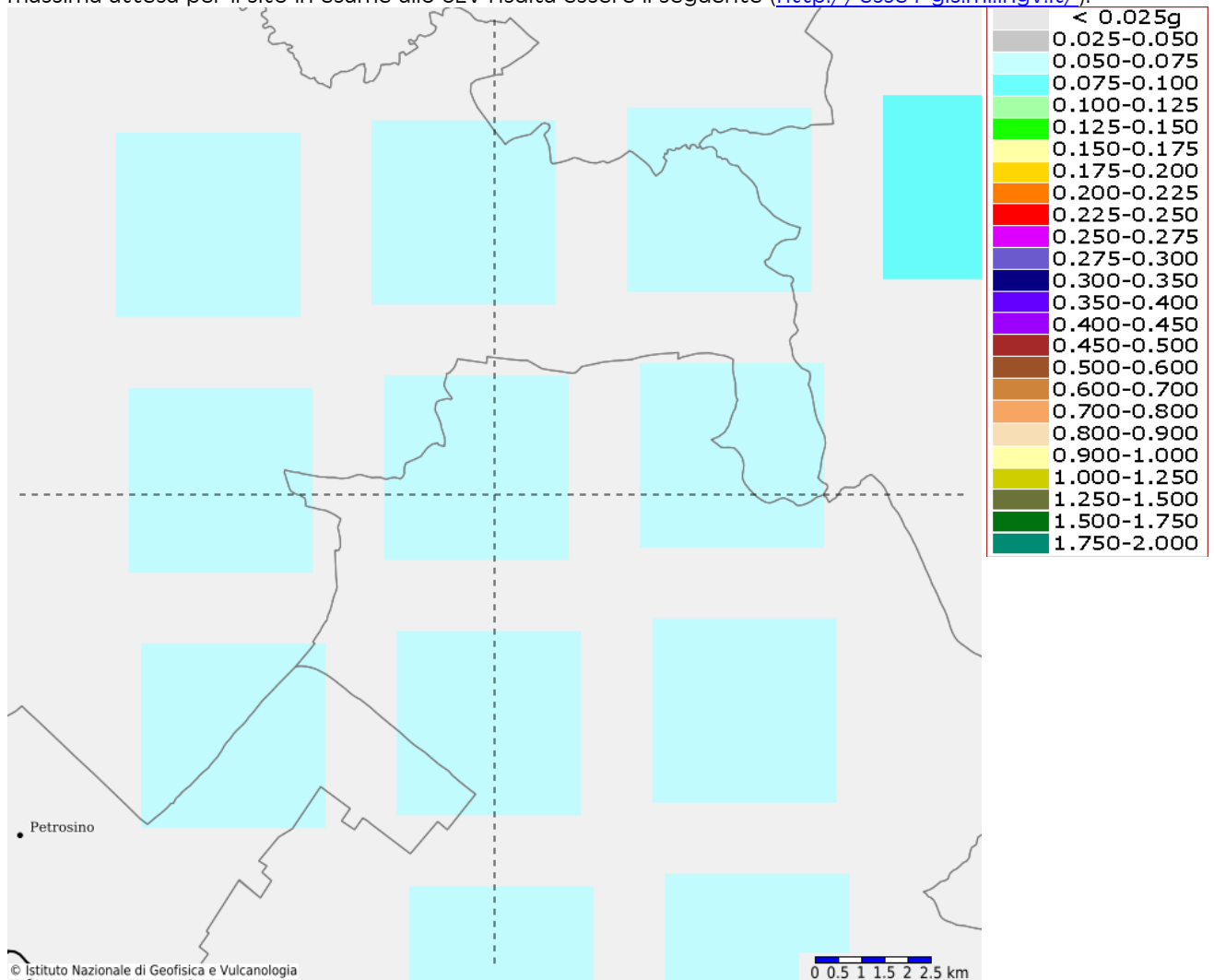
Int. at place	N	Year	Mb	Da	Hb	M	Se	EpicentralArea	LatDef	LonDef	DepDef	IoDef
11	551	1693	1	11	13	30		Sicilia sud-orientale	37,14	15,013		11
8-9	663	1726	9	1	21	55		Tirreno meridionale	38,115	13,362		7-8
7-8	719	1740	6	13				Stretto di Sicilia	37,582	12,84		6-7
HF	1701	1897	5	15	13	42	30	Tirreno meridionale	38,412	13,278		5
11	1972	1908	12	28	4	20	27	Stretto di Messina	38,146	15,687		11
6	2006	1910	1	25	8	27		Tirreno meridionale	38,453	13,259		5
8	2558	1940	1	15	13	19	24	Tirreno meridionale	38,076	13,429		7-8
10	2941	1968	1	15	2	1	9	Valle del Belice	37,756	12,981		10
8	2951	1968	1	25	9	56	46	Valle del Belice	37,71	13,06	4	8
6	2958	1968	2	12	16	26	4	Valle del Belice	37,86	12,98	27	6
6-7	3239	1980	5	28	19	51	20,04	Tirreno meridionale	38,483	14,27	18,9	5-6
6	3320	1981	6	7	13	0	57,09	Mazara del Vallo	37,674	12,477	21,4	6
6	3765	1995	5	29	6	52	27,5	Isole Egadi	38,133	12,145		5
6	4132	2002	9	6	1	21	27,25	Tirreno meridionale	38,364	13,687	9,6	6



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

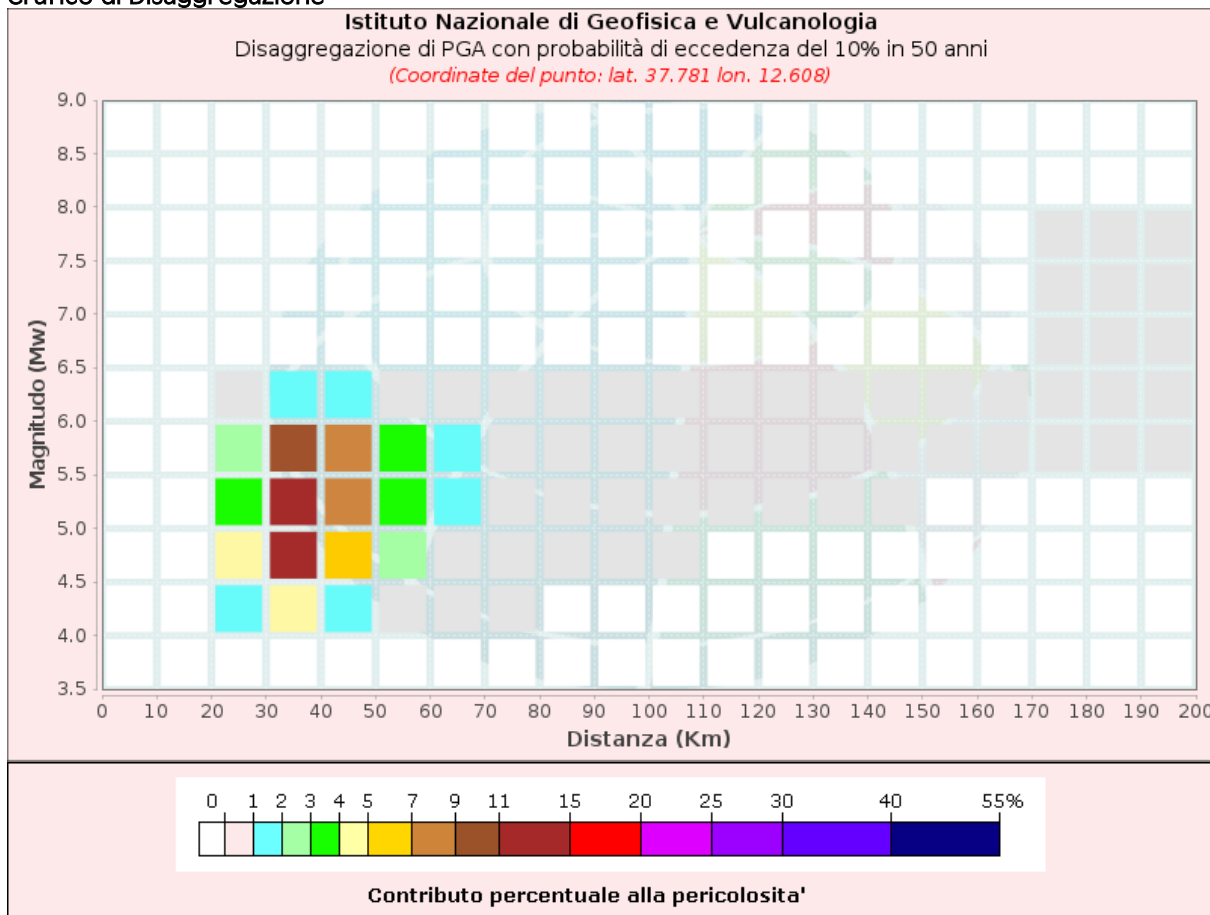


Considerando l’area in cui ricade l’opera in oggetto ed i dati sopra elencati, l’ag attesa, la Magnitudo massima attesa per il sito in esame allo SLV risulta essere il seguente (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>):



Probabilità in 50 anni 10%, Percentile 50 (SLV)

**Grafico di Disaggregazione**



**Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni**  
 (Coordinate del punto: lat. 37.781 lon. 12.608)

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	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	1.7300	4.5200	3.9800	2.8400	0.4210	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	4.2000	12.3000	12.5000	10.2000	1.6300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	1.9900	6.9300	8.5200	8.1500	1.4300	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.6800	2.7000	3.5600	3.6000	0.6560	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.1550	0.9400	1.2500	1.1700	0.2010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0066	0.3280	0.5750	0.5480	0.0926	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0938	0.3090	0.3430	0.0620	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0181	0.1630	0.2200	0.0424	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0008	0.0793	0.1430	0.0295	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0338	0.0945	0.0210	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0124	0.0626	0.0152	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0032	0.0404	0.0110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0230	0.0074	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0124	0.0051	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0064	0.0036	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0030	0.0038	0.0062	0.0119	0.0030	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.0077	0.0338	0.0692	0.0181	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0071	0.0489	0.1080	0.0288	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.22	421	1.21

Per il sito in esame pertanto la Magnitudo media risulta essere 5.220, mentre l’ag allo stato SLV risulta compresa tra 0.050-0.075g (0.059g).

Determinata l’ag attesa, i coefficienti sismici caratteristici relativi al baricentro dell’area di impianto sono i seguenti (<http://www.geostru.com/geoapp/parametri-sismici.aspx>):

### Dati generali

Descrizione: Impianto eolico loc. Chelbi – Mazara del Vallo (TP)

#### Stati limite

Classe Edificio: II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	ag [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	30	0.018	2.490	0.144
Danno (SLD)	50	0.025	2.453	0.190
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.062	2.567	0.313
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.080	2.619	0.334

Periodo di riferimento per l’azione sismica: 50

#### Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti:

H (m): 1 us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: B

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,62	1,53	1,39	1,37
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.004	0.006	0.015	0.019
kv	0.002	0.003	0.007	0.010
Amax [m/s²]	0.212	0.291	0.730	0.945
Beta	0.200	0.200	0.200	0.200

## 8. CONCLUSIONI

Dopo aver analizzato tutte le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni sui quali si intende realizzare il parco eolico denominato "Chelbi" sul territorio comunale di Mazara del Vallo, in loc. Chelbi e con elettrodotto nei comuni di Mazara del Vallo e Marsala e SSEU in Comune di Marsala, è possibile concludere definendo quanto segue:

- L'area interessata è posta quasi totalmente sulla parte sommitale di un terrazzo di origine marina denominato Grande Terrazzo Superiore del Pleistocene sup. costituito da una morfologia subpianeggiante con pendenze che raramente superano il 5% e comunque sempre al di sotto del 10% da analisi altimetrica DTM, mentre il tracciato del cavidotto di collegamento alla RTN interessa oltre alla formazione descritta anche i depositi alluvionali anch'essi a morfologia subpianeggiante.
- Le aree si presentano stabili e non vi sono associati particolari aspetti morfologici.
- Dal punto di vista geologico il comprensorio sul quale verrà realizzato il parco eolico in studio è costituito da depositi terrazzati afferenti al Grande Terrazzo Superiore (G.T.S.) di età Pleistocenica e da depositi argilloso-marnosi, argilloso-sabbiosi con intercalazioni conglomeratiche afferenti alla formazione della Valle del Belice e ai Trubi, tali depositi sono composti da sabbie limose, limi sabbiosi e calcareniti alternati tra loro. Il tracciato di collegamento alla rete elettrica RTN in cavidotto è posto, oltre che sui depositi afferenti al G.T.S., prevalentemente su terreni alluvionali sabbioso-limosi prevalenti con alternanze ed intercalazioni ciottolose.
- Il substrato di riferimento è di natura argillosa ed è composto dalle argille del Tortoniano afferenti alla formazione Terravecchia.
- Dal punto di vista geomorfologico le aree nelle quali verranno realizzate sia gli aerogeneratori che la linea elettrica di collegamento e la sottostazione SSEU risultano pianeggianti, stabili, prive di agenti morfogeneteci attivi che possono turbare l'attuale habitus geomorfologico.
- La stabilità risulta ottima in relazione alla favorevole giacitura dei terreni presenti, nonché alla natura degli stessi ed alle loro caratteristiche fisico-meccaniche. A tal proposito, è opportuno sottolineare che sono state attenzionate le carte presenti all'interno del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) emanato dall'A.R.T.A Sicilia.
- Dall'esame di tali carte (Bacino Idrografico del Fiume Birgi ed il Bacino Idrografico del Fiume Mazzarò) si evince che non esistono vincoli ed altre misure di salvaguardia relative a perimetrazioni di aree a differente livello di pericolosità, vulnerabilità e rischio idraulico e di frana che interessano le opere in progetto (aerogeneratori, linea elettrica in cavidotto, sottostazione SSEU).
- Per il caso in esame l'analisi di dettaglio combinata PAI-Vincolo Idrogeologico-SIC-ZPS non ha evidenziato aree di intervento tutelate dal R.D. n.3267/1923 e contemporaneamente ricadenti in zone a rischio PAI o siti SIC o ZPS.
- Dall'analisi vincolistica vigente, in particolare relativa ai Vincoli PAI ed Idrogeologico, si rileva che parte della linea in cavidotto di collegamento alla SSEU e l'aerogeneratore CH07 e parte del collegamento alla rete MT interessano aree gravate dalla tutela di cui al R.D. n. 3267/1923.
- La caratterizzazione stratigrafica dei siti di progetto è stata ottenuta tramite i dati derivanti da ampie campagne geognostiche geotecniche e sismiche reperite ed eseguite su medesime formazioni e limitrofe al sito di progetto.
- In riferimento alle N.T.C. di cui al D.M. del 17/01/18, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, utilizzando le indagini sismiche reperite, si è verificato che il sottosuolo sul quale verranno realizzate le torri in studio ricade in parte nella categoria sismica B ed in parte nella categoria C come dettagliato nei paragrafi precedenti.
- La Magnitudo attesa media per il sito in esame risulta pari a 5.220. Tale valore non rappresenta vincolo ostativo per la realizzazione del parco eolico relativamente all'aspetto strutturale-fondazionale al contrario risulta funzionale al fine di adottare le idonee soluzioni tecniche a sopportare le sollecitazioni sismiche attese per il sito.

San Benedetto Tr. 19.04.2021

geologo Alessandro Mascitti



## BIBLIOGRAFIA

Da "Evoluzione paleogeografica e strutturale della Sicilia e dei mari adiacenti" di Catalano R., Di Stefano P., Sulli A. e Vitale F.P., NATuralista Sicil., S. IV, Vol. XIX (3-4) 1995 pp. 143-187.

Da "Guida alla Sicilia Occidentale" di Catalano R., D'Argenio., Società Geologica Italiana Guide geologiche Regionali 1982 p. 10

Catalano R., D'Argenio B. (1982): Schema geologico della Sicilia (Ist. di Geol. e Paleont. Univ. - Palermo)

Decima A., Wezel F. C. (1971): Osservazioni sulle evaporiti messiniane della Sicilia centro-meridionale. (Riv. Min. Sic. n. 130-132).

Ogniben L. (1953): Le Argille Scagliose e le Argille Brecciate in Sicilia (Boll. Serv. Geol. Ital. vol. 75)

Ogniben L. (1954): Le Argille Brecciate Siciliane con i rilievi in dettaglio di Grottacalda (Valguarnera, Enna), Passarello (Licata, Agrigento), Zubbi (S. Cataldo, Caltanissetta) (Mem. Ist. Geol. Min. Univ. vol. 18 - Padova)

Roda C. (1967): I sedimenti plio-pleistocenici nella Sicilia centro-meridionale (Atti Accademia di Gioenia, ser. 6, vol. 18, Suppl. Sc. Geol. Catania).

Paolo Mezzadri: La serie gessoso solfifera della Sicilia ed altre memorie geominerarie. Roberto De Nicola Editore.

Schmidt di Friedberg P. (1964): Litostratigrafia petrolifera della Sicilia I° (Riv. Min. Sic. n. 88-90)

G. Arnone e T. Lucchesi: La redazione del piano per l'assetto idrogeologico della Regione Siciliana. Rivista trimestrale dell'Ordine dei Geologi di Sicilia n°3 del 2004.

Catalogo dei Forti Terremoti Italiani versione 2004 (CPTI04) a cura di P. Gasperini, R. Camassi, C. Mirto e M. Stucchi.

Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo a cura di C. Meletti e G. Valensise (marzo 2004) con contributi di R. Azzaro, S. Barba, R. Basili, F. Galadini, P. Gasperini, M. Stucchi e G. Vannucci Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.