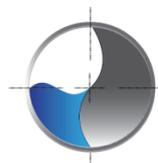




# PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UNA CENTRALE EOLICA OFFSHORE E OPERE DI CONNESSIONE A TERRA IN PROVINCIA DI RAGUSA - POTENZA INSTALLATA:750 MW

## RELAZIONE GEOLOGICA

00	20/12/2022	PRIMA EMISSIONE	TCN	NINFEA	NINFEA
REV.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	VERIFICATO	APPROVATO



**TECNOCONSULT**  
ENGINEERING CONSTRUCTION SRL

Registered and Operating office: 61032 Fano (PU) Italy - Via Einaudi 20 C - Ph + 39 0721 855370 - 855856 Fax +39 0721 855733

Document Title:

### RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE



**Studio geologi associati  
Rondoni & Darderi**  
Via Bramante, 9 - 61121 - Pesaro - 072167358  
info@geologipesaro.it  
p.iva 01464840410

Job No.

Scicli

Document No.

REL-02

Rev. No.

00



## **INDICE DELLA RELAZIONE**

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE A SCALA REGIONALE</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>ASSETTO GEOLOGICO E STRUTTURALE DELLE AREE A MARE</b> .....	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>ASSETTO GEOLOGICO DELLE AREE A TERRA</b> .....	<b>15</b>
5.1	TETTONICA E STORIA GEOLOGICA .....	15
5.2	ASSETTO STRATIGRAFICO .....	16
5.3	MORFOLOGIA E IDROGRAFIA .....	20
<b>6</b>	<b>INQUADRAMENTO BATIMETRICO E GEOMORFOLOGICO DEL FONDO MARINO</b> .....	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>INQUADRAMENTO SISMICO</b> .....	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>36</b>

## **Indice delle figure**

Figura 2-1	Corografia dell'area in studio con individuazione della ubicazione del parco eolico .....	5
Figura 3-1	Schema tettonico dei Domini strutturali nel Mediterraneo centrale .....	6
Figura 4-1	Schema strutturale della Sicilia e dei mari circostanti e distribuzione delle croste .....	9
Figura 4-2	Interpretazione del profilo di sismica a riflessione della sezione CROP-M23A.....	10
Figura 4-3	Posizione e riferimento delle perforazioni per esplorazione petrolifera.....	11
Figura 4-4	Stralcio del log stratigrafico del pozzo Eva 001 (Agip, 1984) .....	13
Figura 4-5	Carta della litologia del fondo marino ottenuta dai dati del progetto EMODnet.....	14
Figura 5-1	Schema stratigrafico-strutturale dell'Avampaese Ibleo (da Lentini et alii, 1984).....	15
Figura 5-2	Carta Geologica della Sicilia scala 1:250.000 .....	17
Figura 5-3	Ubicazione delle perforazioni eseguite nella zona di interesse. ....	18
Figura 5-4	Carta dell'altimetria ottenuta dal DTM del portale cartografico regionale. ....	21
Figura 5-5	Carta delle pendenze ricavata dal DTM del portale cartografico regionale. ....	22
Figura 5-6	Pericolosità e rischio geomorfologico indicati nel P.A.I. ....	23
Figura 5-7	Fenomeni franosi censiti nell'intorno della zona d'intervento (I.F.F.I). ....	24



Figura 5-8 Rischio idraulico indicato nel PGRA.....	25
Figura 6-1 Batimetria dell'area del parco eolico. ....	26
Figura 6-2 Carta ottenuta dal DTM del fondo marino.....	27
Figura 6-3 Carta delle pendenze del fondo marino, ottenuta dai dati EMODnet.....	28
Figura 7-1 Schema tettonico del settore meridionale d'Italia. ....	29
Figura 7-2 Posizione degli epicentri dei terremoti .....	30
Figura 7-3 Grafico intensità macrosismica/tempo relativo alla storia del comune di Ragusa.....	30
Figura 7-4 Mappa delle sorgenti sismogenetiche indicate nel DISS 3.3.0 dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia.....	32
Figura 7-5 Posizione delle faglie "capaci" .....	33
Figura 7-6 Mappa della pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima del suolo .....	34
Figura 7-7 La Zonazione sismica della Sicilia. ....	35



## **1 INTRODUZIONE**

Il presente documento costituisce la relazione geologica del progetto preliminare per la realizzazione delle opere componenti il parco eolico offshore formato da 50 aerogeneratori di tipo floating da realizzarsi nel tratto di mare tra la Sicilia e l'isola di Malta.

Il parco eolico in esame è stato posizionato in acque distanti oltre 27 km dalle coste della Sicilia sud-orientale. L'energia prodotta sarà trasportata tramite un cavidotto sottomarino lungo circa 58 km che arriverà sulla costa ad est di Marina di Ragusa ed un cavo a terra che, dopo un percorso di circa 18 km, verrà collegato alla stazione d'utenza in prossimità della centrale elettrica a sud-ovest dell'abitato di Ragusa.

Le informazioni descritte nella relazione sono state elaborate da una molteplicità di dati raccolti in bibliografia: indagini geologiche, morfologiche, sedimentologiche e sismiche. L'analisi effettuata fornisce, sulla base delle informazioni ricavate, una caratterizzazione preliminare delle aree che ospiteranno le opere in progetto.

La presente relazione e gli elaborati cartografici allegati contengono la sintesi dello studio effettuato, approfondiscono gli aspetti connessi con lo scenario naturale relativamente alla componente geologica in cui si colloca il settore di studio e affrontano le tematiche ritenute critiche dal punto di vista geologico, geomorfologico e sismico.

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area del progetto si trova al largo della costa meridionale della Sicilia a sud di Ragusa ed è compresa tra le coordinate seguenti (EPSG CODE: 32633):

LONGITUDINE	LATITUDINE
446950	4039950
454800	4027850
468600	4021150
472750	4033000
458400	4040100

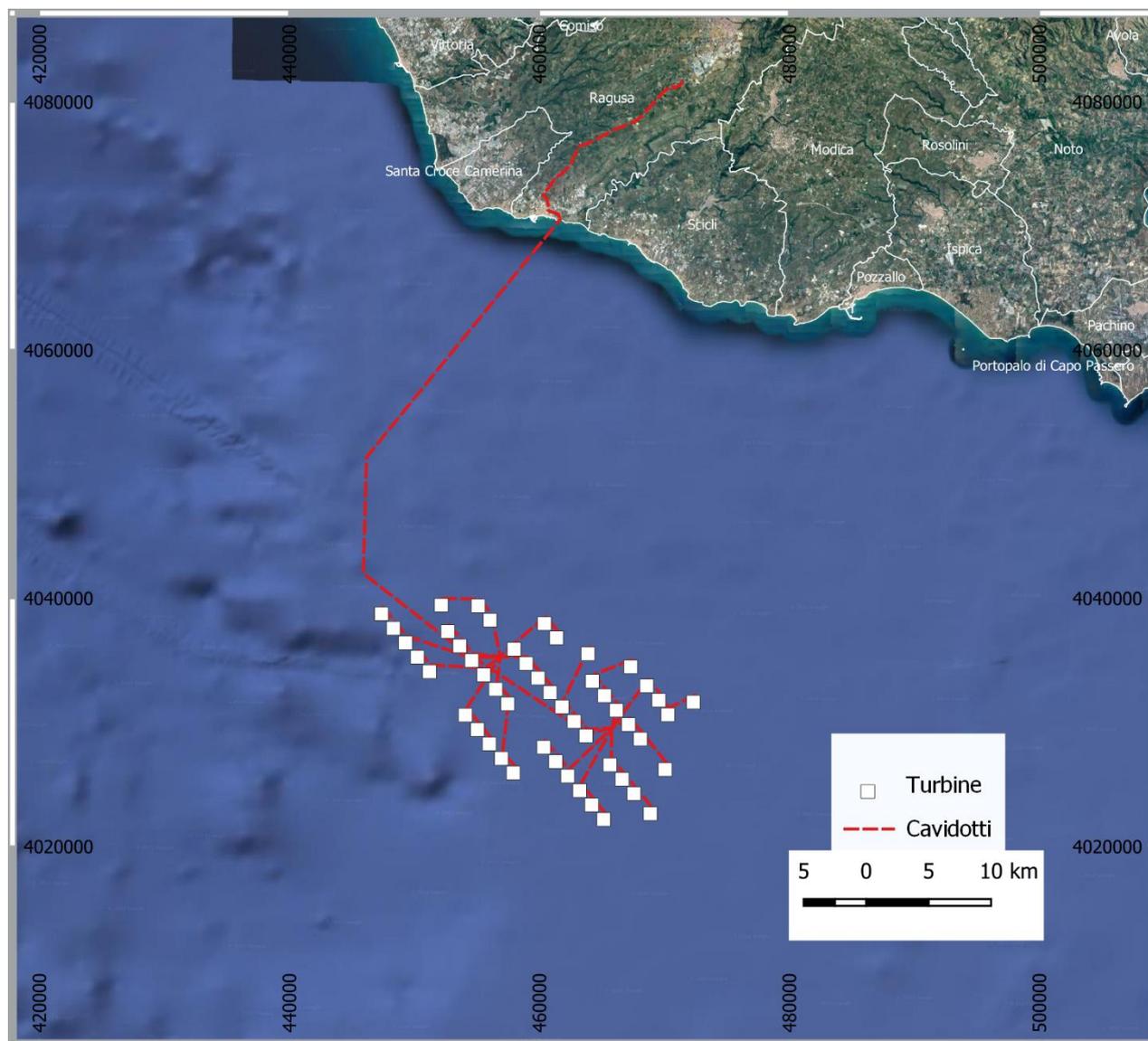


Figura 2-1 Corografia dell'area in studio con individuazione della ubicazione del parco eolico

Il tratto a terra del cavidotto e la sottostazione elettrica interesseranno unicamente i terreni del comune di Ragusa.

### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE A SCALA REGIONALE

La Sicilia è posta nel Mediterraneo centrale, la cui evoluzione geodinamica riflette l'interazione mesozoico-terziaria della zolla europea con quella africana ed i processi deformativi sviluppatisi a partire dal Miocene inf. a seguito delle fasi collisionali del sistema convergente Europa-Africa.

La tettonogenesi investe vari domini paleogeografici, già delineatisi durante il Mesozoico e li trasforma in un edificio a falde. L'edificio così strutturato rappresenta la catena Siciliano-Maghrebide che, a partire dall'Oligocene superiore, si muove verso un'area debolmente deformata della zolla africana, rappresentata dalle zone della falda di Gela-Catania e dall'area dell'Avampaese Ibleo, delineandosi completamente nel Miocene medio-superiore come un complicato sistema a falde e scaglie tettoniche sud-vergenti.

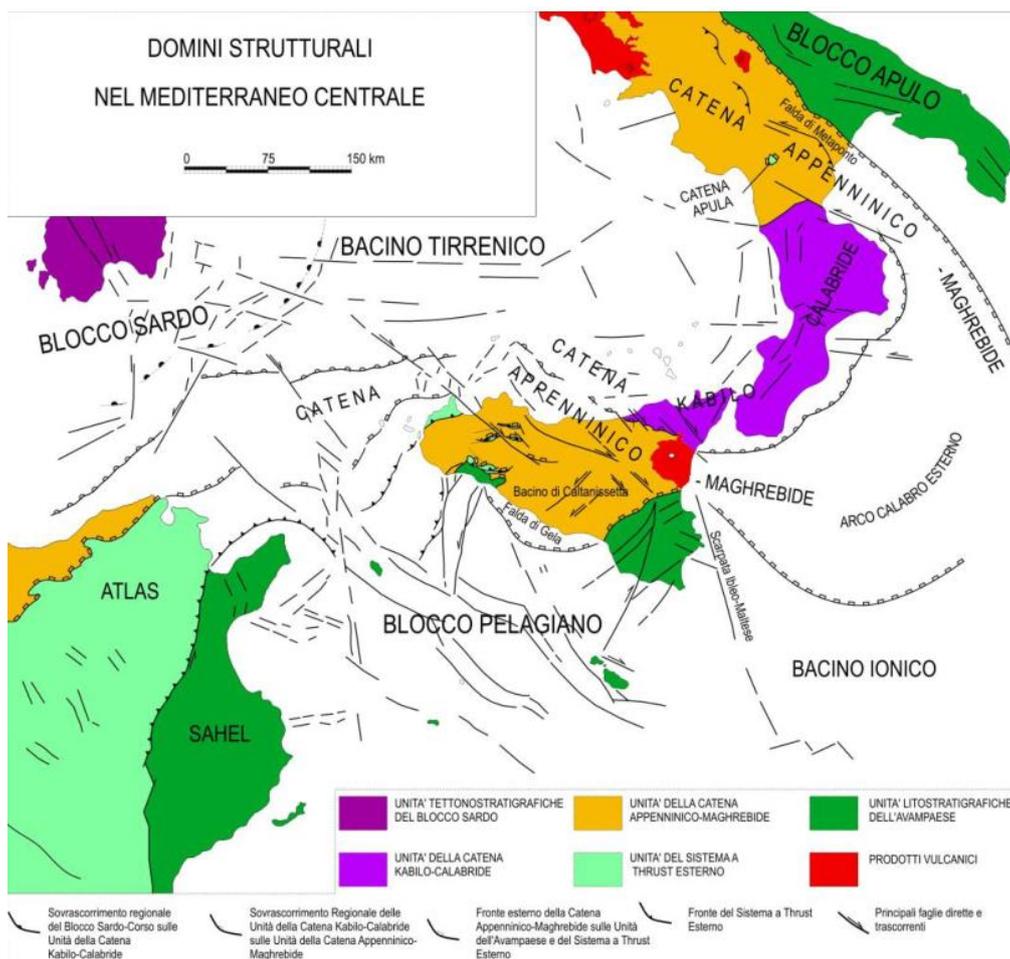


Figura 3-1 Schema tettonico dei Domini strutturali nel Mediterraneo centrale (Lentini e altri 1996-2006)

La Sicilia è quindi da un punto di vista geologico, la naturale connessione tra la Catena Appenninica e quella Nord-Africana di cui rappresenta un segmento dell'Orogene Appenninico-Maghrebide, che collega l'Appennino al Nord-Africa attraverso l'Arco Calabro-Peloritano.

Una complessa evoluzione geodinamica, che procede senza apparenti soluzioni di continuità dall'Eocene fino al Quaternario, ha prodotto un assetto tettonico strutturale in cui si distinguono:



- un Dominio di Avampaese; comprende le aree prive di deformazioni della placca Nord-Africana, rappresentata dal Blocco Pelagiano e dal Bacino Ionico. Costituisce una zona stabile a crosta continentale, estesa dalla Scarpata Ibleo-Maltese attraverso gran parte del Canale di Sicilia fino alle coste africane. La successione sedimentaria autoctona è costituita da circa 7 Km di carbonati di piattaforma e di scarpata-bacino del Triassico, da carbonati pelagici del Giurassico-Eocene e da depositi clastici di piattaforma aperta del Terziario (Patacca et al., 1979; Catalano & D'Argenio, 1982; Bianchi et al., 1987);
- un Dominio di Avanfossa, originatosi dal collasso del margine dell'Avampaese area esterna indeformata, che tende ad incunearsi al di sotto delle falde della catena (F. Lentini, M. Grasso, S. Carbone - 1987), affiorante nella porzione orientale della Sicilia e costituita da una spessa successione sedimentaria tardo-cenozoica, parzialmente sepolta sotto le coltri alloctone del sistema frontale della catena (Ogniben 1969; Di Geronimo et al. 1978; Lentini 1982; Torelli et al. 1998);
- un Dominio di Catena, con un progressivo coinvolgimento spazio-temporale delle aree via via più esterne, per cui settori con ruolo di Avampaese si sono trasformati in Unità Tettoniche inglobate nell'edificio orogenico. Esso è costituito da un complesso sistema di falde e di scaglie tettoniche sud-vergenti costituenti:
  - la Catena Appenninico-Maghrebide, affiorante nella porzione settentrionale dell'isola e costituita da sequenze meso-cenozoiche sia di piattaforma che di bacino, con le relative coperture flyschoidi mioceniche (Monaco e altri 1998);
  - la Catena Kabilo-Calabride, affiorante nei settori nord-orientali della Sicilia e caratterizzata da un basamento metamorfico di vario grado con le relative coperture sedimentarie mesocenozoiche, cui si associano le unità ofiolitiche del Complesso Liguride (Ogniben 1969; Amodio-Morelli e altri 1976; Bonardi e altri 1982; Tansi e altri 2007).

## 4 ASSETTO GEOLOGICO E STRUTTURALE DELLE AREE A MARE

Il Mediterraneo Centrale è caratterizzato sostanzialmente dal Dominio di Avampaese e dal Dominio Orogenico, a sua volta costituito da un edificio multilayer, in cui sono riconoscibili dal basso verso l'alto un Sistema a Thrust Esterno, la Catena Appenninico-Maghrebide e la Catena kabilo-Calabride o più semplicemente la Catena Calabro-Peloritana (Lentini e altri, 1995; Finetti e altri, 1996).

La fascia orogenica è compresa tra due bacini caratterizzati da croste oceaniche: quella ionica, in subduzione e quella tirrenica, in espansione. La Catena Siciliano-Maghrebide è costituita da alternanze di sequenze prevalentemente bacinali (Unità Sicilidi, Dominio Imerese-Sicano) e piattaforme carbonatiche (Dominio Panormide ed Ibleo-Pelagiano) deposte su crosta oceanica (Lentini, 1992). Altro elemento strutturale è rappresentato dall'Avanfossa, originatasi dal collasso del margine dell'Avampaese, che tende ad incunearsi al di sotto delle falde della catena, per cui nella porzione più esterna ricade nell'area indeformata e in quella più interna è ricoperta dal fronte delle falde entrando a far parte integrante della catena stessa.

Il Mediterraneo Centrale è stato interessato dal Trias al Quaternario da quattro fasi estensionali; la prima, attiva durante il Trias medio-sup., ha prodotto un rifting continentale che ha portato all'individuazione del bacino di Gabes-Tripoli-Misurata, una depressione profonda circa 200 m allungata da NO e SE, posta presso la crosta libica, e dei bacini della Sicilia. La fase estensionale più importante che si verificò nel Mediterraneo centro orientale, avvenne durante il Giurassico medio (indicato dall'attività vulcanica) in concomitanza del coinvolgimento del margine Ionico-Mediterraneo orientale della zolla africana in un rilevante evento distensivo accompagnato da una notevole attività magmatica e conseguentemente si apre il Mar Ionio. Dalla fine del Giura medio al Cretaceo inferiore incluso non si registrano importanti movimenti crostali o attività vulcanica; si ha solo una fase di subsidenza nel Cretaceo inferiore (trasgressione Neocombiana) nella quale il mare invade verso sud l'attuale scarpata superiore africana prima emersa. L'ultima fase estensionale è attiva dal Miocene medio-superiore al Quaternario; i movimenti distensivi sono accompagnati da una imponente attività magmatica in molte zone dei Mari Pelagiano e Ionio con vulcani affioranti nell'isola di Pantelleria e Linosa. Questa fase ha prodotto la maggiore modificazione geologica e morfologica nella zona centrale del Blocco Pelagiano, in corrispondenza del Canale di Sicilia, dove sistemi di faglie distensive, associate, di notevole rigetto, formano strutture a graben e horst; si sono così delineati i bacini di Pantelleria, di Linosa e di Malta-Medina. In corrispondenza delle depressioni si osserva anche un assottigliamento crostale, con minimi inferiori a 20 km, in cui si ipotizza un processo di rifting. Lo sviluppo dei graben della zona centrale del Canale di Sicilia ha comportato in una prima fase lo sprofondamento di tutta l'area centrale del canale accompagnato dal formarsi di faglie e basculamento dei blocchi; la sedimentazione, in questa prima fase, compensa e colma via via i dislivelli. Nella fase successiva (Pliocene superiore-Quaternario) solo alcune faglie, poste ai lati dei graben, continuano ad essere attive.

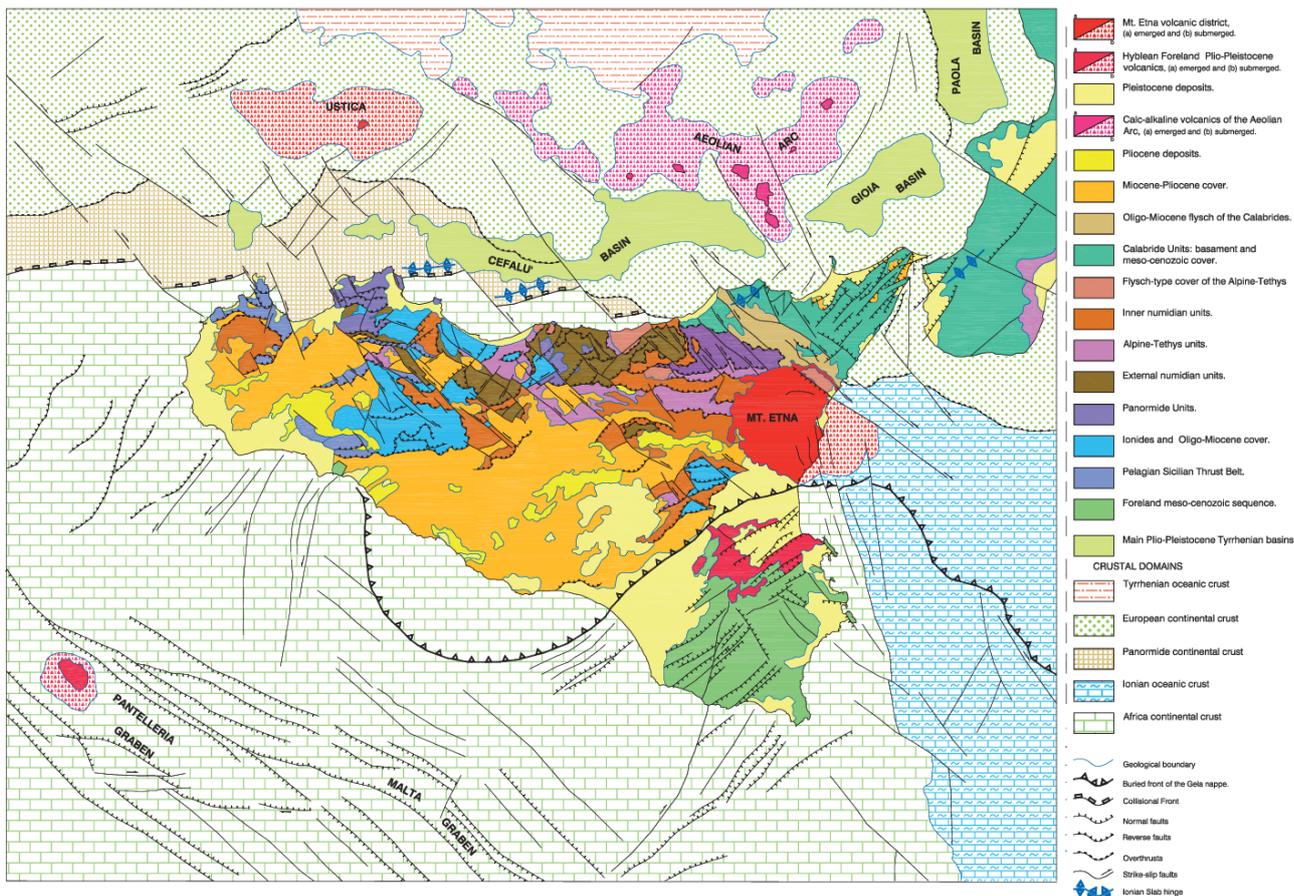


Figura 4-1 Schema strutturale della Sicilia e dei mari circostanti e distribuzione delle croste (da Lentini e altri, 2004).

Il Canale di Sicilia è quindi un'area di rifting attivo dal tardo Miocene, dove si distinguono: il Banco Avventura, il Bacino di Gela, i graben di Pantelleria, Linosa e Malta, (interpretati da diversi autori come bacini di pull-apart), le piattaforme maltese, tunisine e i banchi vulcanici (Colantoni, 1975). La massima espressione della tettonica distensiva è la presenza delle isole vulcaniche di Pantelleria e Linosa, dei numerosi seamount, dei banchi sottomarini e di varie manifestazioni vulcaniche localizzate lungo sistemi di faglie NO-SE e lungo faglie strike-slip N-S (Civile et al., 2010).

Sulla base dei dati provenienti dai profili sismici del Progetto CROP, sviluppato con l'esecuzione, l'elaborazione e l'interpretazione di profili sismici a riflessione in terra e in mare si sono ricavate importanti informazioni ed in particolare dalla interpretazione della sezione M23 che riguarda tutto il settore del Canale di Sicilia e di Malta.

Di seguito si riporta l'interpretazione della sezione secondo Finetti e Del Bon.

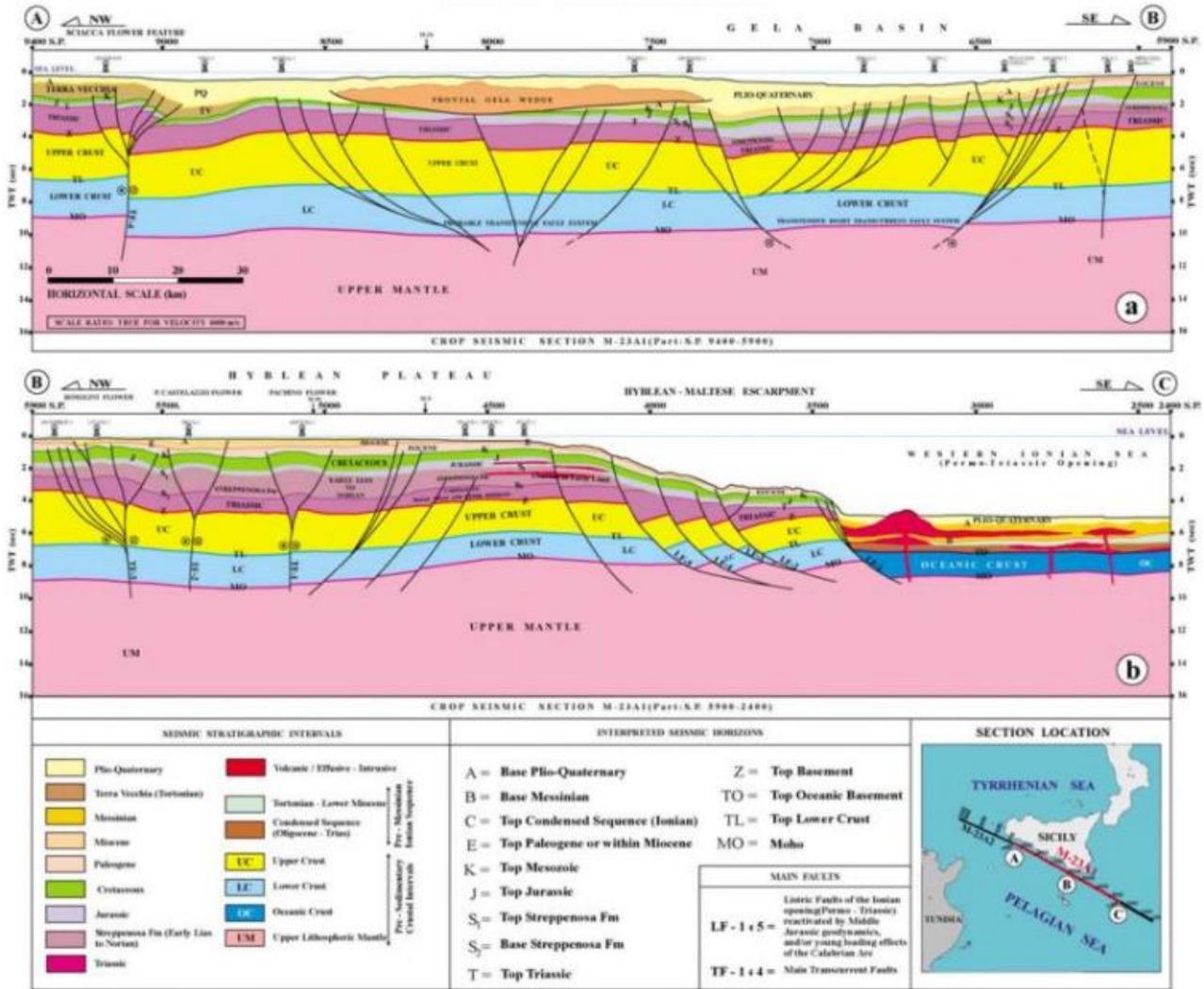


Figura 4-2 Interpretazione del profilo di sismica a riflessione della sezione CROP-M23A.

In zone di mare circostanti quella di installazione degli aerogeneratori e lungo il percorso cavi sono state eseguite diverse perforazioni esplorative per la ricerca di idrocarburi. Si tratta di documentazione riguardante titoli minerari cessati, e pertanto pubblica, depositata a partire dal 1957 presso l'UNMIG, Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e le Georisorse del Ministero dello sviluppo economico e resa disponibile tramite il Progetto ViDEPI creato per rendere facilmente accessibili i documenti tecnici relativi all'esplorazione petrolifera in Italia.

Nella figura seguente vengono riportate le posizioni delle perforazioni.

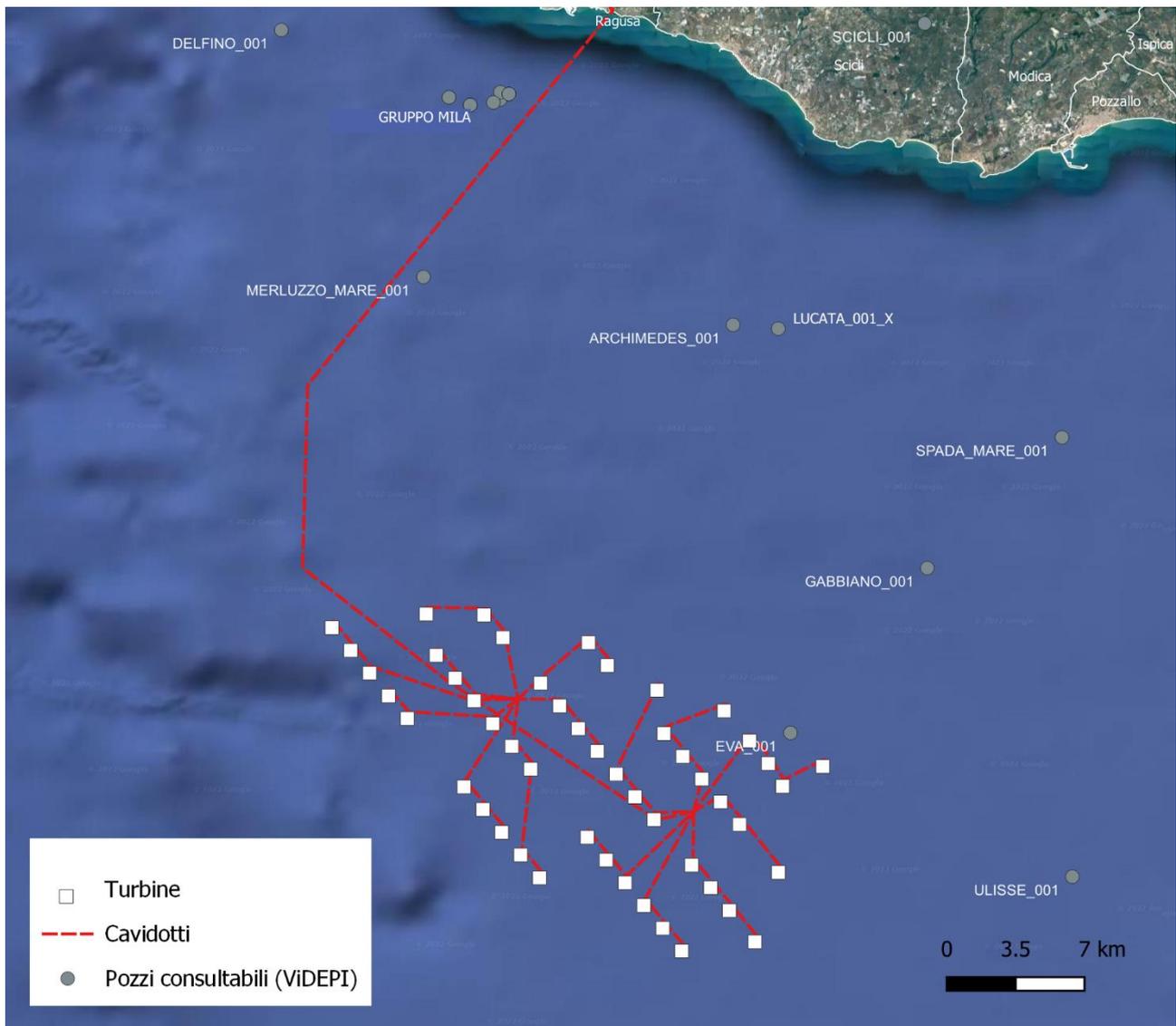


Figura 4-3 Posizione e riferimento delle perforazioni per esplorazione petrolifera.

Le perforazioni, essendo state realizzate per tutt’altro fine, forniscono delle informazioni utilizzabili solo sommariamente per la caratterizzazione litologico-tecnica del fondo marino per la realizzazione delle opere di ancoraggio delle turbine e di protezione del cavidotto. Una descrizione estremamente limitata viene a volte riportata nei logs stratigrafici, assieme a retini che descrivono la stratigrafia e la natura litologica dei cuttings (frammenti del materiale trivellato portato in superficie dai fanghi di perforazione).

Nella tabella seguente vengono riassunte le informazioni desumibili dai report di ciascuna perforazione limitatamente ai primi cento metri a partire dal fondo marino.

<b>Nome pozzo petrolifero</b>	<b>Informazioni da descrizione stratigrafia, cuttings o retini stratigrafici</b>
<i>Eva 001</i>	<i>Nessuna descrizione per i primi 45 m di terreno presenti dal fondo del mare, più in profondità, fino ad oltre 100 m, è presente “argilla, grigia, con livelli di sabbia e di packstone”.</i>



<i>Ulisse 001</i>	<i>Nessuna descrizione litologica per i primi 100 m di terreno a partire dal fondo marino.</i>
<i>Gabbiano 001</i>	<i>Nessuna descrizione litologica per i primi 100 m di terreno a partire dal fondo marino.</i>
<i>Spada mare 001</i>	<i>I primi 100 m di spessore di terreno presente al disotto del fondo marino vengono descritti come depositi calcarei (Pliocene – recente).</i>
<i>Archimedes 001</i>	<i>Nessuna descrizione per i primi 65 m di terreno presenti dal fondo del mare, più in profondità, fino ad oltre 100 m, è presente “Marna grigia e bruna molto fossilifera”.</i>
<i>Lucata 001 x</i>	<i>Nessuna descrizione litologica per i primi 100 m di terreno a partire dal fondo marino.</i>
<i>Merluzzo mare 001</i>	<i>Nessuna descrizione per i primi 55 m di terreno presenti dal fondo del mare, più in profondità, per circa 25 m di spessore sono presenti “Packstone, Wackstone grigio-chiaro siltoso sabbioso” a cui segue, fino ad oltre 100 m, “gesso con intercalazioni di argilla” (Messiniano).</i>
<i>Mila 001</i>	<i>Nessuna descrizione litologica per i primi 100 m di terreno a partire dal fondo marino.</i>
<i>Mila 002</i>	<i>Nessuna descrizione litologica per i primi 100 m di terreno a partire dal fondo marino.</i>
<i>Mila 003</i>	<i>Nessuna descrizione litologica per i primi 100 m di terreno a partire dal fondo marino.</i>
<i>Mila 004</i>	<i>Nessuna descrizione litologica per i primi 100 m di terreno a partire dal fondo marino.</i>
<i>Mila 005</i>	<i>Nessuna descrizione litologica per i primi 100 m di terreno a partire dal fondo marino.</i>
<i>Mila 006</i>	<i>Nessuna descrizione per i primi 70 m di terreno presenti dal fondo del mare, più in profondità, fino ad oltre 100 m, sono presenti “Argille verdi e verdastre, tenere, clastiche, fossilifere”.</i>
<i>Mila 008</i>	<i>Dal fondo del mare, fino ad oltre 100 m, è presente “Argilla grigia, fossilifera”.</i>
<i>Mila 009</i>	<i>Dal fondo del mare, fino a profondità superiori a 100 m, è presente “Argilla plastica, fossilifera”.</i>
<i>Delfino 001</i>	<i>Nessuna descrizione litologica per i primi 100 m di terreno a partire dal fondo marino.</i>

Nella figura seguente è riportata una parte del log di perforazione del pozzo “Eva 001”.

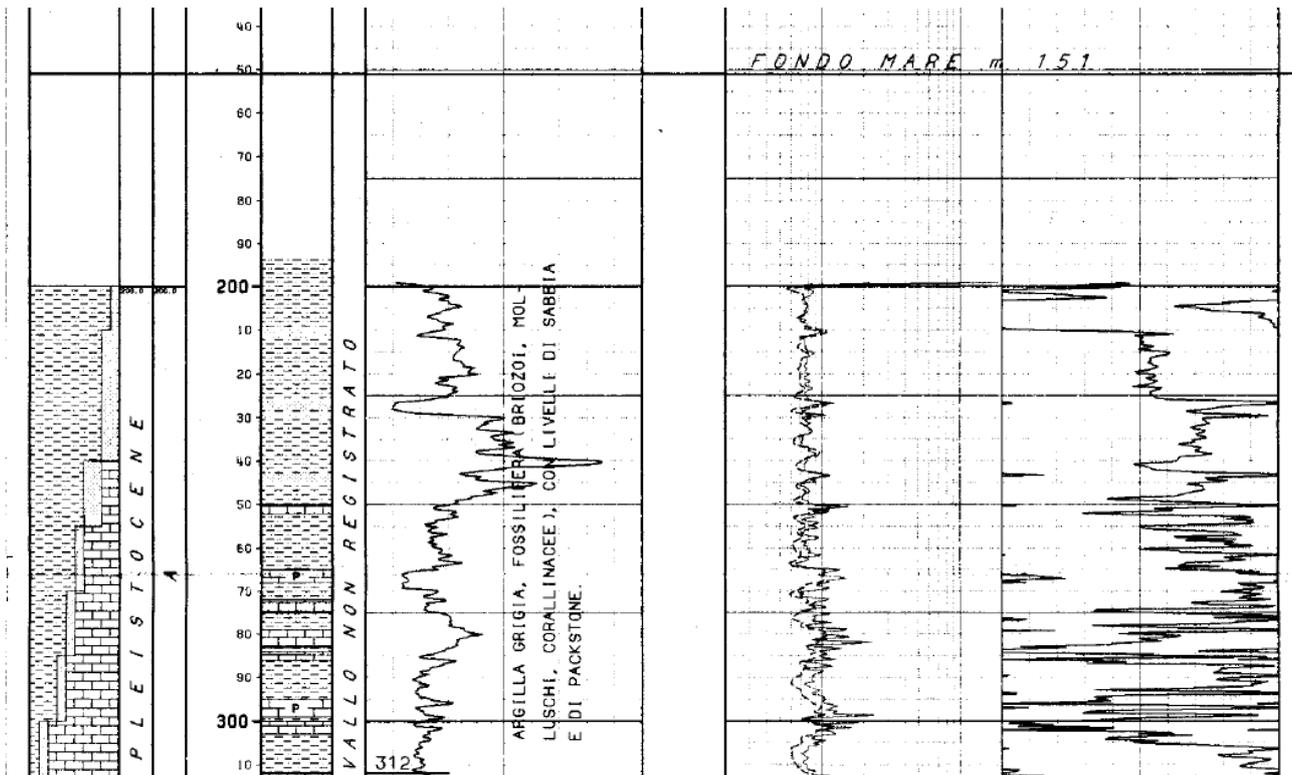


Figura 4-4 Stralcio del log stratigrafico del pozzo Eva 001 (Agip, 1984)

Tra i diversi progetti sviluppati da EMODnet (European Marine Observation and Data network) ci sono dati riguardanti i tipi litologici caratterizzanti la parte superficiale del fondo del mare ed il tasso di sedimentazione; nella figura seguente viene riportato quanto indicato per la zona di installazione degli aerogeneratori e del percorso cavi. Si nota che sia il parco eolico sia il cavidotto sono contenuti in una zona in cui il fondo marino è caratterizzato da "Mud to muddy sand" (da argilla a sabbia argillosa).

Il tasso di sedimentazione indicato nei due punti più vicini alle zone di progetto varia da 0.05 a 0.4 cm/anno.

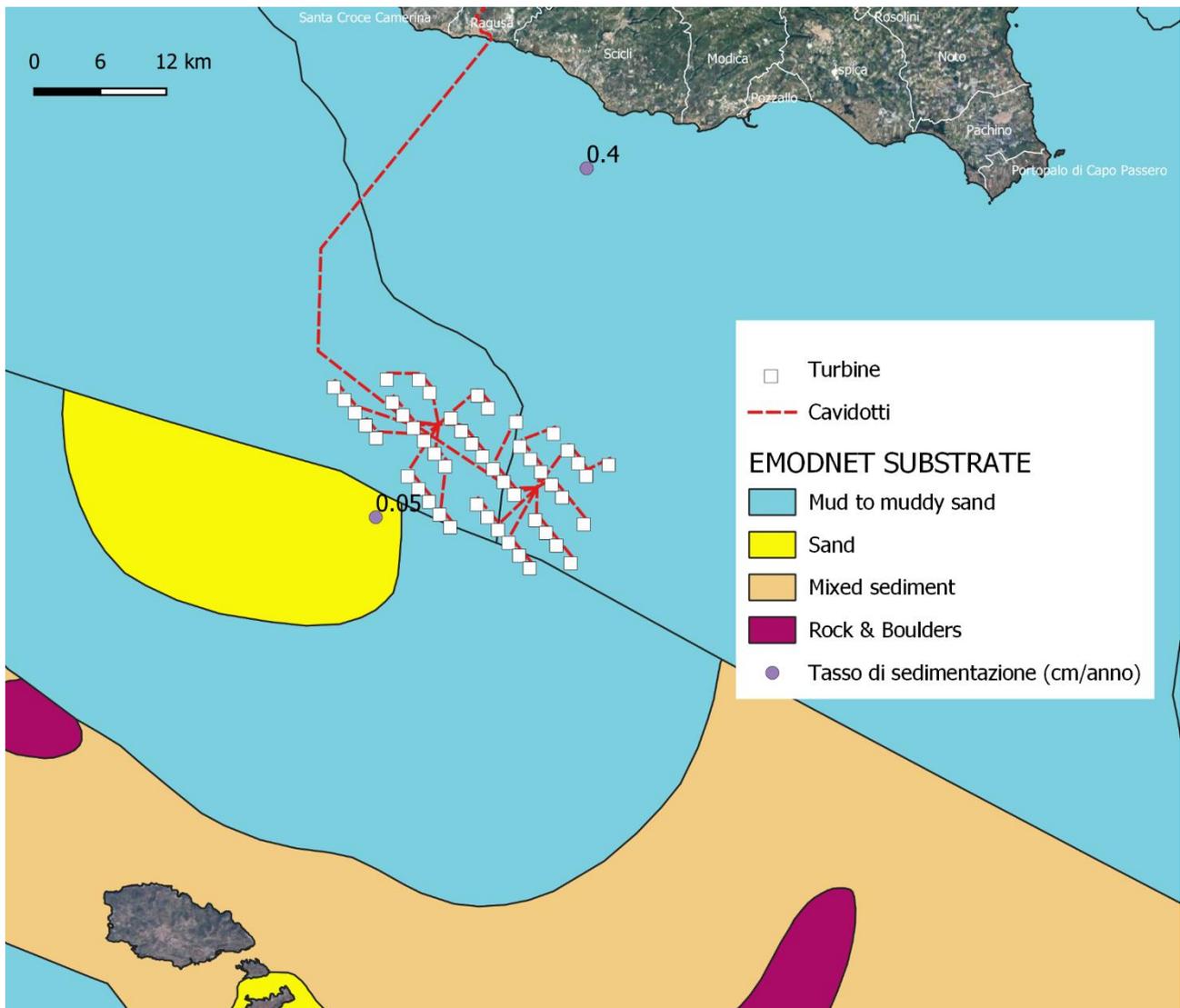


Figura 4-5 Carta della litologia del fondo marino ottenuta dai dati del progetto EMODnet.

## 5 ASSETTO GEOLOGICO DELLE AREE A TERRA

### 5.1 Tettonica e storia geologica

Il settore su cui verranno realizzati i manufatti a terra legati al progetto del parco eolico offshore si inserisce nella parte sud orientale della Sicilia in quello che viene definito Plateau Ibleo e che appartiene alla parte più settentrionale della Placca Africana. Tale placca risulta essere in subduzione sotto la Placca Europea, e la piana di Catania risulta essere la zona di scontro delle due placche.

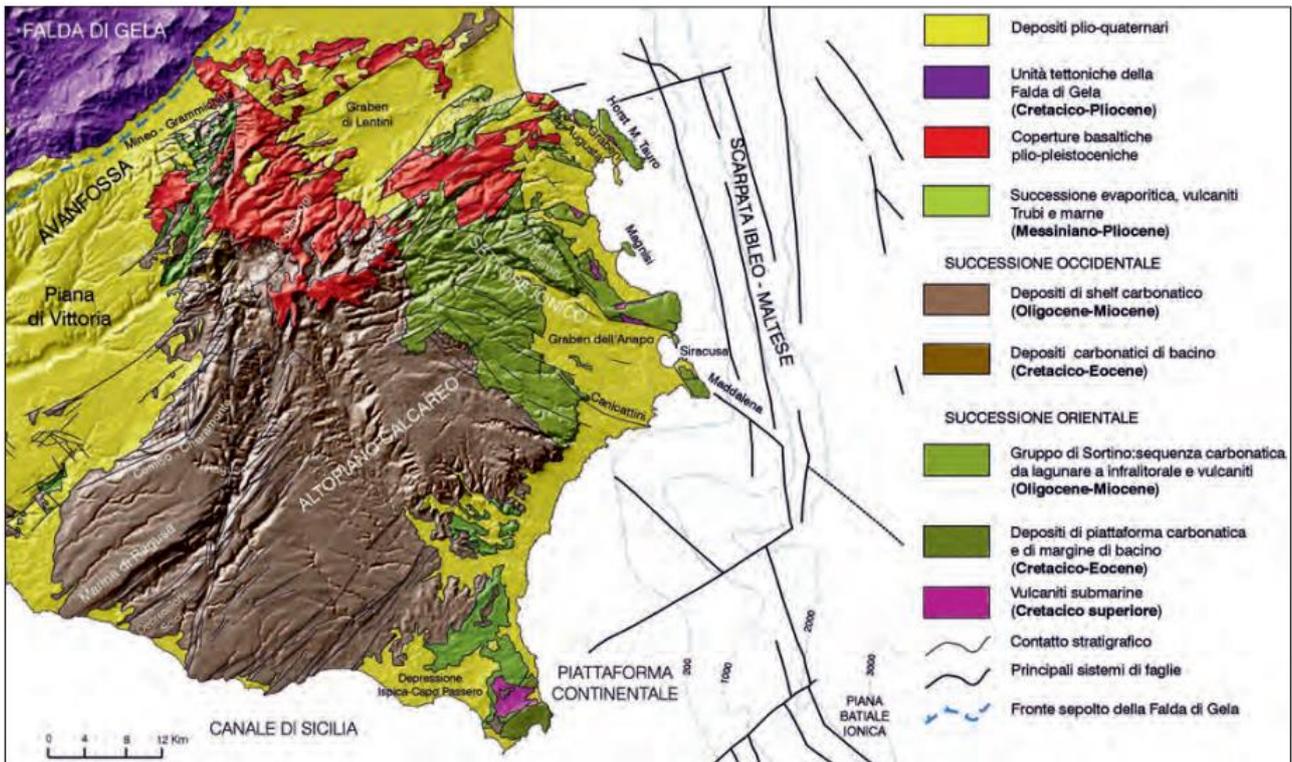


Figura 5-1 Schema stratigrafico-strutturale dell'Avampese Ibleo (da Lentini et alii, 1984).

L'Altopiano calcareo è un alto strutturale, delimitato da una serie di importanti faglie dirette con rigetti che raggiungono centinaia di metri e che rialzano i termini miocenici sia ad occidente che ad oriente. Insieme alle aree sommerse questo settore dell'avampese fa parte del Blocco Pelagiano che costituisce, nel complesso, una zona stabile estesa dalla Scarpata Ibleo-Maltese fino alla Tunisia, formata da una potente successione meso-cenozoica prevalentemente carbonatica con ripetute intercalazioni di vulcaniti basiche. Verso Est la continuità del Plateau è interrotta da un sistema di faglie a gradinata che determina la Scarpata Ibleo-Maltese e che limita la Piana Abissale ionica. Questo sistema, a direzione NNW-SSE, è stato particolarmente attivo durante gli ultimi 5 milioni di anni e sarebbe legato ad un progressivo collasso del bordo occidentale del Bacino Ionico. L'avampese Ibleo, lungo il suo bordo settentrionale ed occidentale è invece limitato da una avanfossa, con sedimentazione silico-clastica prevalentemente alimentata dai quadranti settentrionali durante il Plio-Quaternario. Questo settore del Plateau è stato interessato dalla tettonogenesi plio-quadernaria che ha prodotto l'accavallamento del fronte più esterno della catena (Falda di Gela) sulle parti più periferiche



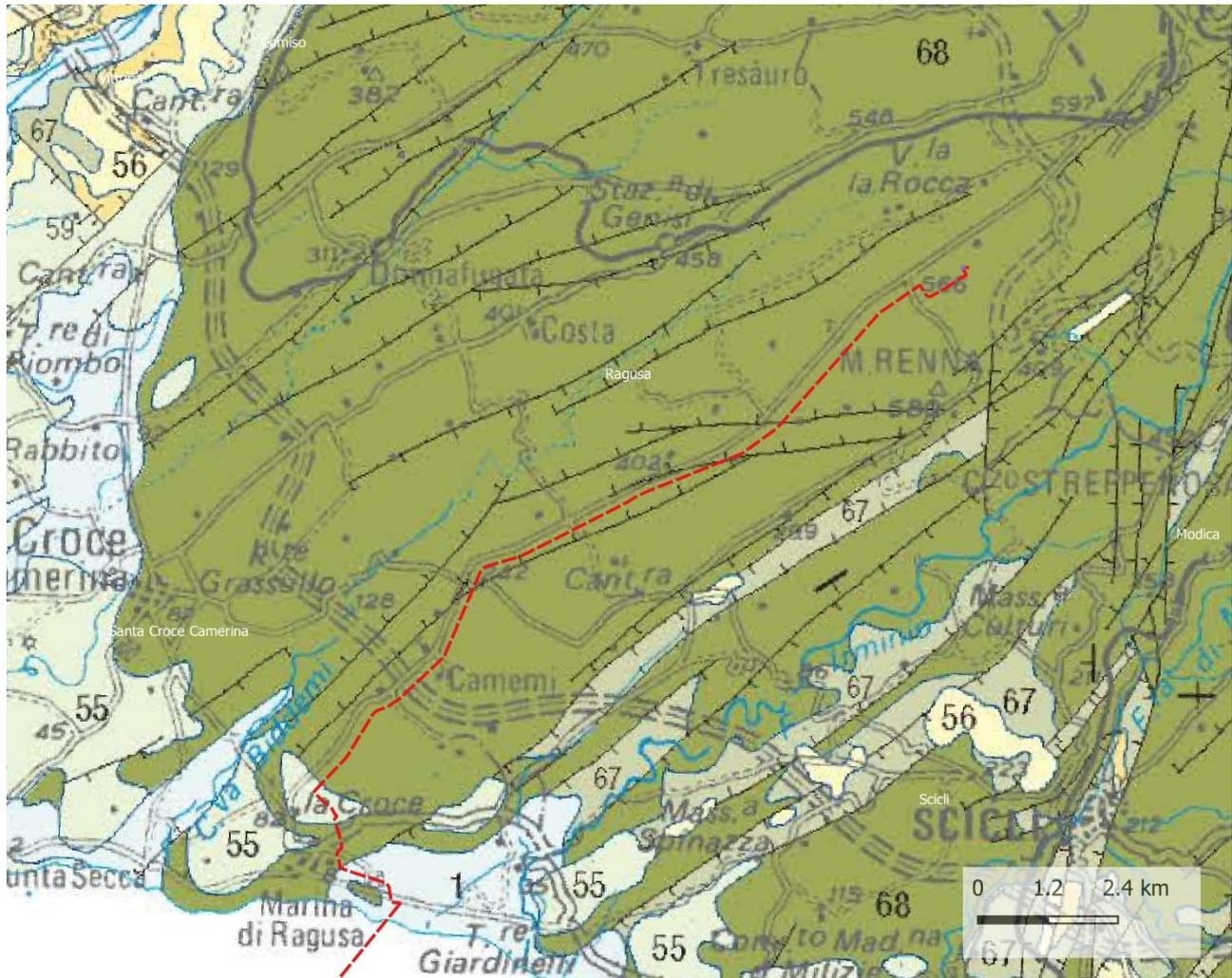
dell'avampaese. Questo sottoscorrimento avviene con sistemi di faglie ad andamento NE-SO sul bordo settentrionale, mentre il margine occidentale è interessato da un complicato sistema in cui si intrecciano direttrici N-S o NNE-SSO (linea di Scicli-F. Irminio) con direttrici NE-SE (linea di Ispica a SE e sistema di Comiso-Chiaramonte a Ovest).

La successione sedimentaria del plateau Ibleo è formata da potenti calcari di piattaforma del Triassico-Giurassico inferiore con intercalazioni di vulcaniti basiche, sormontate da pelagiti carbonatiche ascrivibili all'intervallo Giurassico-Eocene, cui seguono estesi depositi terziari anch'essi carbonatici. Sul plateau Ibleo le rocce sedimentarie affioranti sono in prevalenza terziarie e quaternarie. Vengono distinti due settori: quello orientale caratterizzato da una sequenza di ambiente marino poco profondo, condizionato dallo sviluppo di prodotti vulcanici, e quello occidentale contrassegnato da sedimenti carbonatici di mare aperto, che includono cospicui risedimenti provenienti dalle aree orientali (Lentini, Carbone).

La zona di intervento si posiziona sull'altopiano calcareo in cui affiorano diffusamente i litotipi della Formazione Ragusa (Oligocene superiore-Langhiano inferiore); tale formazione geologica è divisa in due membri: quello inferiore, denominato membro Leonardo, è rappresentato da un'alternanza di calcisiltiti e marne di età Oligocene superiore, quello superiore, noto come membro Irminio, è dato da calcareniti e da calciruditi e marne sabbiose, ascrivibili al Miocene inferiore-medio. Lo spessore totale della formazione varia da 200 a 550 m. Il membro Leonardo è rappresentato da un'alternanza di calcisiltiti e di calcari marnosi di colore biancastro in strati di 30-80 cm i primi e di 5-20 cm i secondi. Lo spessore affiorante è circa 100 m. Nelle aree attorno a Comiso, Ragusa, Modica e Scicli l'intervallo basale del membro Leonardo è caratterizzato da un'alternanza di calcilutiti e marne di colore bianco-crema in strati spessi 10-30 cm. Il membro Irminio è caratterizzato da calcareniti e calciruditi di colore bianco grigiastro o giallastro, talora a stratificazione incrociata con numerose tracce di bioturbazione, in banchi spessi fino a 10 metri separati da sottili livelli sabbioso-marnosi pulverulenti. Lo spessore varia da poche decine di metri a un massimo di 200 m. Il membro Irminio contiene anche un orizzonte fosfatifero di colore bruno e di spessore tra pochi centimetri a vari decimetri, ma notevolmente esteso, da rappresentare un buon livello guida su gran parte del plateau Ibleo (CARBONE e altri, 1987).

## 5.2 Assetto stratigrafico

La sottostazione elettrica e la maggior parte del cavidotto di terra interesseranno i litotipi della già citata Formazione geologica Ragusa; la Carta Geologica della Sicilia (alla scala 1:250.000) indica soltanto nella zona di approdo una fascia di depositi continentali e marini (Pleistocene sup-olocene) ed in una limitata area, sempre in prossimità della costa, la presenza di sabbie ed argille marine passanti a depositi lagunari e continentali (Pleistocene).



**COPERTURE NEOGENICO-QUATERNARIE - NEOGENE-QUATERNARY COVER**

- 1 Depositi continentali e marini talora terrazzati, spiagge. PLEISTOCENE MEDIO-OLOCENE  
*Undifferentiated continental, marine and terrace deposits. MIDDLE PLEISTOCENE-HOLOCENE*

**SUCCESSIONI SEDIMENTARIE E MAGMATICHE D'AVANFOSSA-AVAMPAESE**

Successioni affioranti nel Plateau Ibleo, nell'area di Sciacca, nelle Isole Maltesi e Pelagie.  
**FOREDEEP-FORELAND SEDIMENTARY SUCCESSIONS AND MAGMATIC ROCKS**  
*Successions cropping out in the Hyblean Plateau, Sciacca area, Maltese and Pelagian Islands.*

**AVAMPAESE IBLEO - HYBLEAN FORELAND**

- 55 Sabbie e argille marine passanti a depositi lagunari e continentali. PLEISTOCENE  
*Sands and clays of marine environment grading up to transitional and continental deposits. PLEISTOCENE*

Successione meso-cenozoica degli Iblei occidentali  
*Mesozoic-Tertiary succession of the western sector of the Hyblean Plateau*

- 68 Formazione Ragusa: calcareniti e marne. OLIGOCENE SUPERIORE-LANGHIANO INFERIORE  
*Ragusa formation: calcarenites and marls. LATE OLIGOCENE-EARLY LANGHIAN*

Faglie dirette e trascorrenti  
*Normal and strike slip faults*

Figura 5-2 Carta Geologica della Sicilia scala 1:250.000 (S.Catalano, F. Lentini) stralcio riportato in scala 1:120.000. La linea rossa tratteggiata indica il percorso del cavidotto.

In generale quindi la geologia del sottosuolo delle aree interessate dalla posa del cavidotto a terra e dalla costruzione della sottostazione elettrica risulta essere abbastanza semplice.

Informazioni preliminari sulla stratigrafia del sottosuolo nelle zone interessate dal passaggio del cavo elettrico e dalla costruzione della sottostazione elettrica sono desumibili dai dati contenuti nel portale del Servizio Geologico d'Italia; infatti a seguito della legge 464/84 sono resi disponibili una serie di informazioni desunte dalle perforazioni eseguite nel corso degli anni. La figura riportata nel seguito indica la posizione ed i codici di quelle realizzate in prossimità del percorso di interesse.

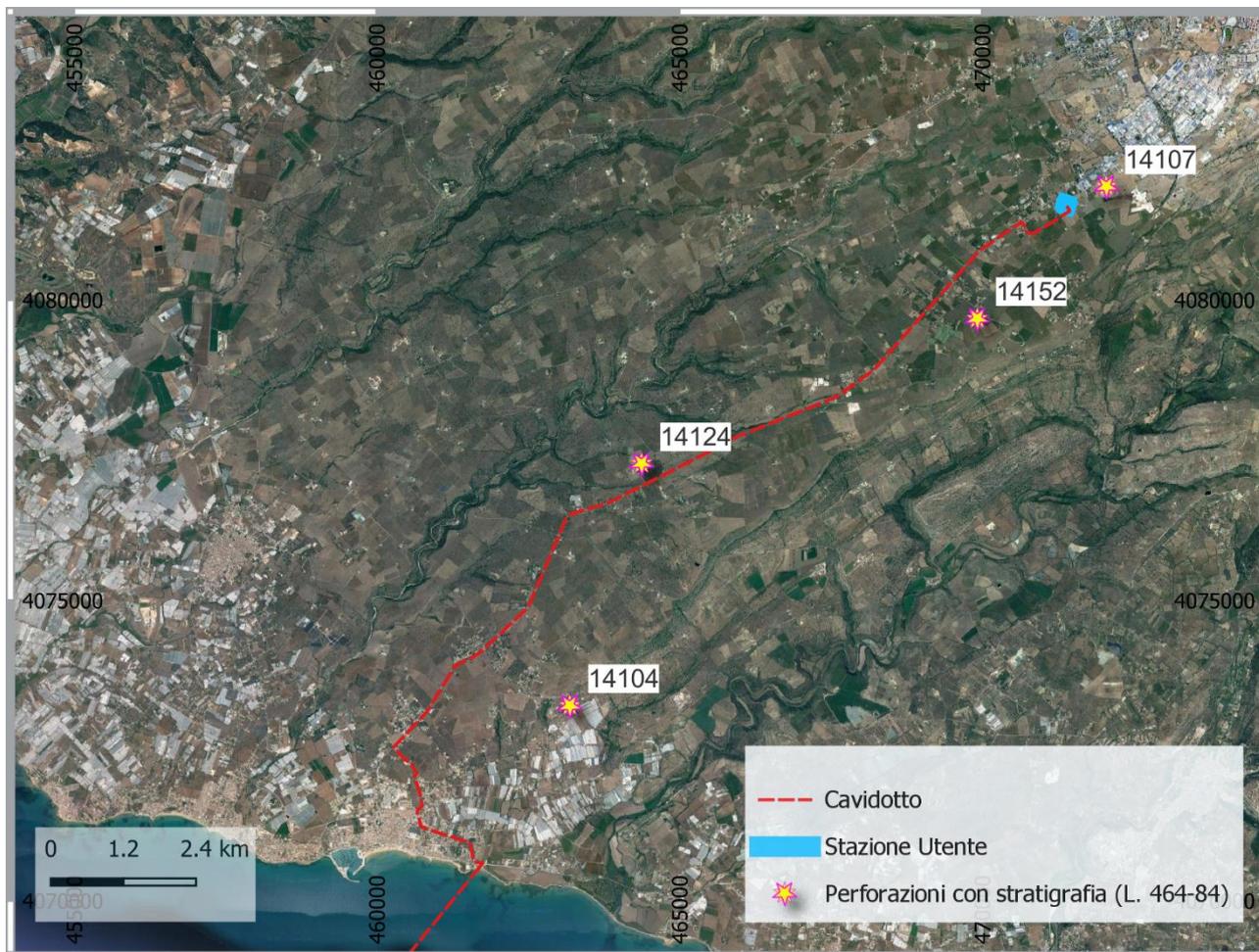


Figura 5-3 Ubicazione delle perforazioni eseguite nella zona di interesse.

Si tratta di perforazioni realizzate per la captazione della risorsa idrica, le tabelle che seguono riportano le informazioni più rilevanti indicate nel portale del Servizio Geologico per ciascuna verticale; quando nel “campo codice” non viene riportato “\*Cer” la descrizione stratigrafica indicata non è stata registrata da geologi professionisti ma presumibilmente dagli stessi perforatori.



Codice	Anno	Prof. Raggiunta (m)	Quota p.c. (mslm)	Prof falda (m)
14104	ND	65	ND	58,0
Spessore (mt)	<b>STRATIGRAFIA</b>			
60,0	ROCCIA CALCAREA RAGUSANA COMPATTA DI COLORE BIANCASTRO			
5,0	ROCCIA CALCAREA COMPATTA FORMAZIONE RAGUSA DI COLORE SCURO			

Codice	Anno	Prof. Raggiunta (m)	Quota p.c. (mslm)	Prof falda (m)
14124	2001	200	290	100,0
Spessore (mt)	<b>STRATIGRAFIA</b>			
200,0	ALTERNANZE CARCARENITO MARNOSE/CALCAREO MARNOSE DEL MEMBRO IRMINIO			

Codice	Anno	Prof. Raggiunta (m)	Quota p.c. (mslm)	Prof falda (m)
14152	2007	200	536	150,0
Spessore (mt)	<b>STRATIGRAFIA</b>			
1,0	SUOLO AGRARIO			
119,0	ALTERNANZA DI CALCARI E CALCARENITI VARIAMENTE FRATTURATI			
30,0	STRATI DI ROCCIA BIANCA E GIALLA			
50,0	BANCHI MARNOSI DI COLORE GRIGIASTRO			

Codice	Anno	Prof. Raggiunta (m)	Quota p.c. (mslm)	Prof falda (m)
14107 *CER	ND	130	580	82,5
Spessore (mt)	<b>STRATIGRAFIA</b>			
98,0	CALCARENITI, CALCARI E CALCARI MARNOSI DEL M.BO IRMINIO (PERMEABILITA' MEDIO-ALTA). / M.BRO IRMINIO - F.NE RAGUSA			
32,0	MARNE E MARNE CALCAREE DEL M.BO LEONARDO (PERMEABILITA' NULLA). / M.BRO LEONARDO - F.NE RAGUSA			

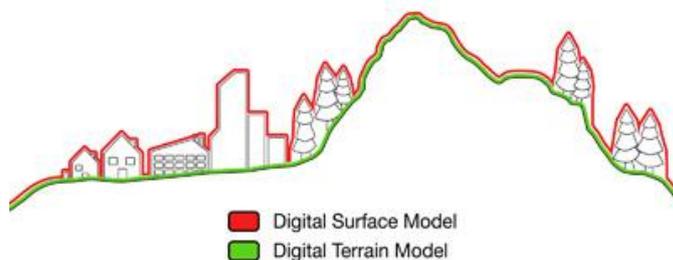
### 5.3 Morfologia e idrografia

Il tracciato del cavidotto si sviluppa dalla quota del livello del mare a est di Marina di Ragusa fino a circa 580 m slm nella zona della stazione elettrica.

La geomorfologia è caratterizzata dal vasto complesso di natura calcarenitico che costituisce l'altopiano ibleo che è stato modificato dall'azione erosiva delle acque superficiali determinando la formazione di valli fluviali incassate che vengono tradizionalmente chiamate "cave"; le valli sono orientate da NNE a SSO e rappresentano le discontinuità morfologiche più rilevanti. In particolare il cavidotto ricade nella zona a morfologica regolare e meno accidentata compresa tra il corso del T. Grasullo a NO e quello, molto più sviluppato, del Fiume Irminio a SE. Le "cave" del sistema degli affluenti del F. Irminio sono quelle che determinano, a nord ed ovest di Ragusa, le strutture erosive più imponenti con valli profondamente incise nell'altopiano calcareo. Lungo il corso dei fiumi si passa da morfologie vallive più pronunciate con profilo a "V", a profili più distesi fino all'apertura verso la zona costiera in corrispondenza dei bordi di terrazzo marino che segnano la articolazione pedecollinare del tavolato.

Verso la costa il complesso calcarenitico presenta una morfologia lievemente digradante che in alcuni tratti si affaccia al mare con basse falesie ed in altri si articola in pianure costiere, generalmente di natura alluvionale, formate da depositi quaternari eterometrici, bordate verso l'entroterra dalla struttura dei terrazzi marini, sedi di depositi di facies costiera o modellati sulla struttura del tavolato.

Per dettagliare il quadro conoscitivo fino a qui illustrato sono stati utilizzati i dati D.T.M. (Digital Terrain Model) resi disponibili dal portale cartografico regionale che permettono una discretizzazione buona dell'andamento topografico avendo una maglia di circa 2x2 m.



I dati hanno consentito di ottenere l'elaborazione rappresentata di seguito che riporta l'andamento altimetrico della zona in cui si sviluppa il tracciato di progetto.

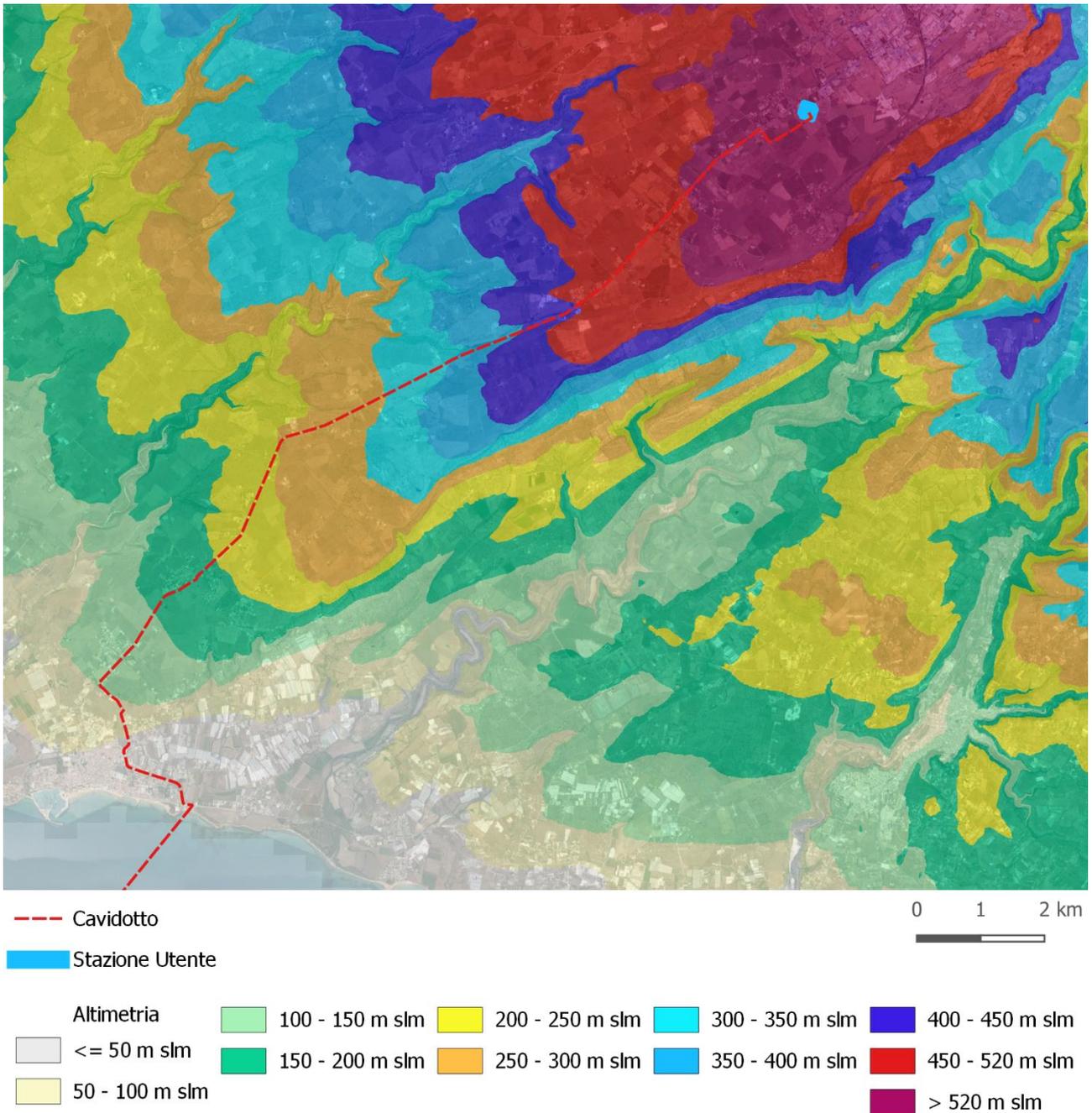


Figura 5-4 Carta dell'altimetria ottenuta dal DTM del portale cartografico regionale.

La figura seguente rappresenta invece le pendenze del piano campagna di un intorno significativo delle zone di intervento anch'esse derivate dal modello digitale del terreno. Si osserva che il tracciato del cavidotto a terra e la sottostazione elettrica, venendo realizzati parallelamente ai corsi d'acqua principali evitano le aree con le discontinuità principali della zona.

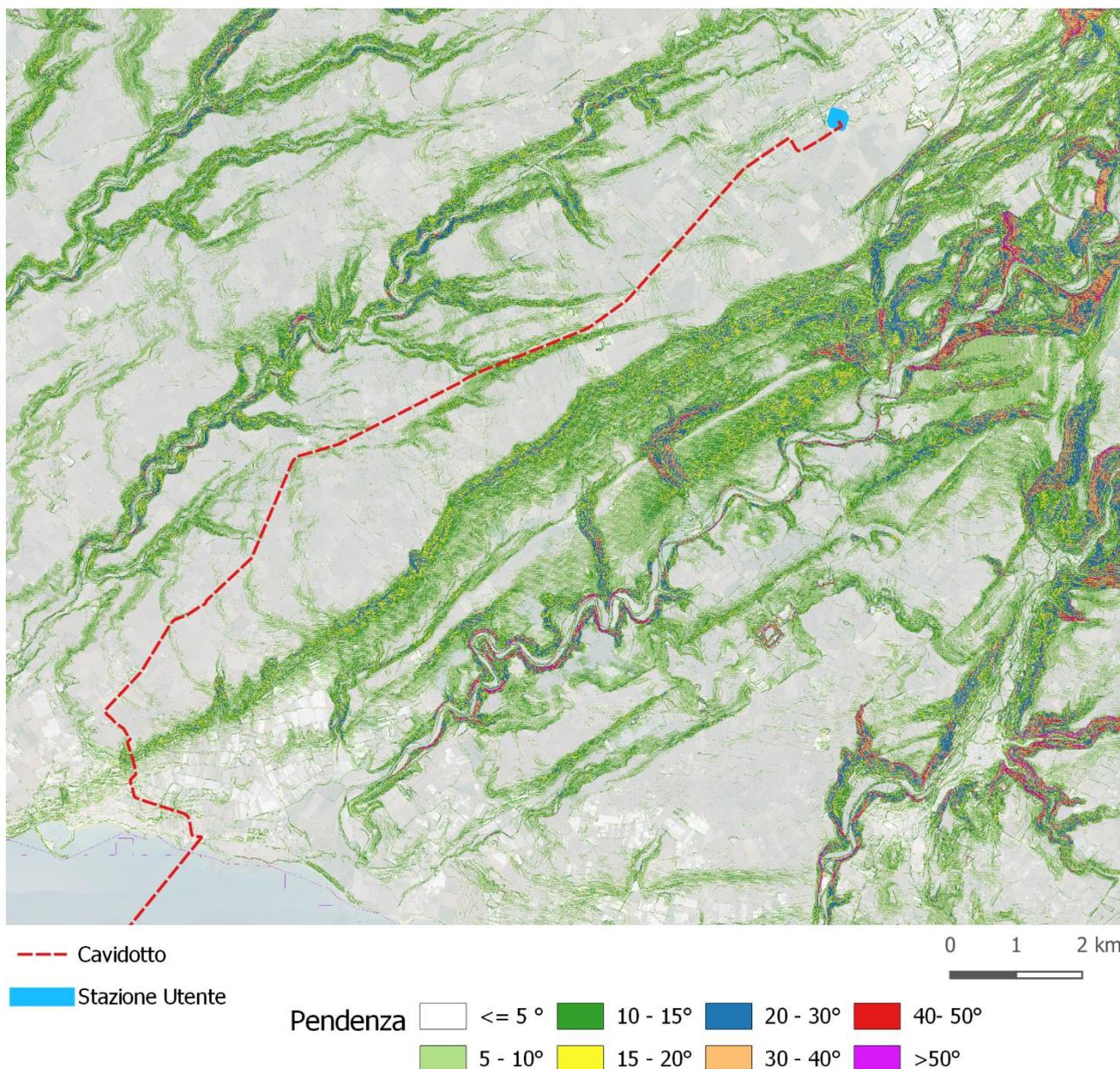


Figura 5-5 Carta delle pendenze ricavata dal DTM del portale cartografico regionale.

La stabilità morfologica dell'area risulta pertanto elevata, sia per la limitata pendenza dei terreni, sia per la lontananza dai corsi d'acqua principali ed anche per le generali buone caratteristiche geomeccaniche dei terreni presenti.

Quanto detto è avvalorato anche dalla consultazione delle cartografie dei dissesti e della pericolosità rilevate nell'ambito dal P.A.I. dall'Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente che confermano l'assenza di dissesti, pericolosità e rischi geomorfologici nell'area in studio (Area Territoriale dei Bacini idrografici del F. Irminio e del T. di Modica ed area intermedia (082-083).

La figura seguente riporta le perimetrazioni di pericolosità e rischio indicate nel P.A.I.; come si nota non sono presenti interferenze con quanto progettato.

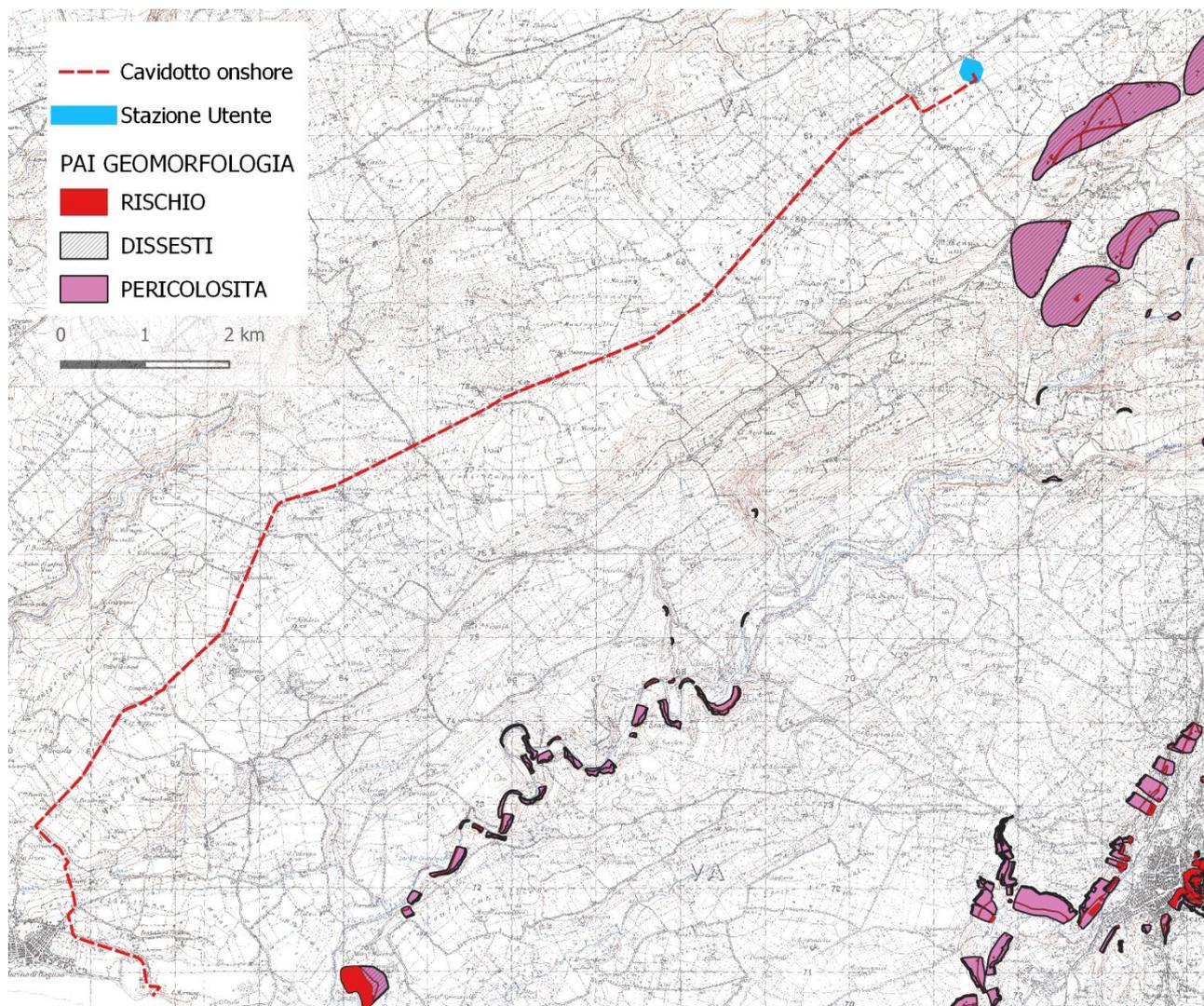


Figura 5-6 Pericolosità e rischio geomorfologico indicati nel P.A.I.

L'inventario dei Fenomeni Franosi d'Italia (I.F.F.I.) è la banca dati nazionale e ufficiale sulle frane. E' realizzato da ISPRA in collaborazione con le Regioni e Province Autonome (art. 6 comma g della L. 132/2016).

La figura seguente conferma che non ci sono fenomeni gravitativi che direttamente o indirettamente coinvolgono quanto previsto in progetto.

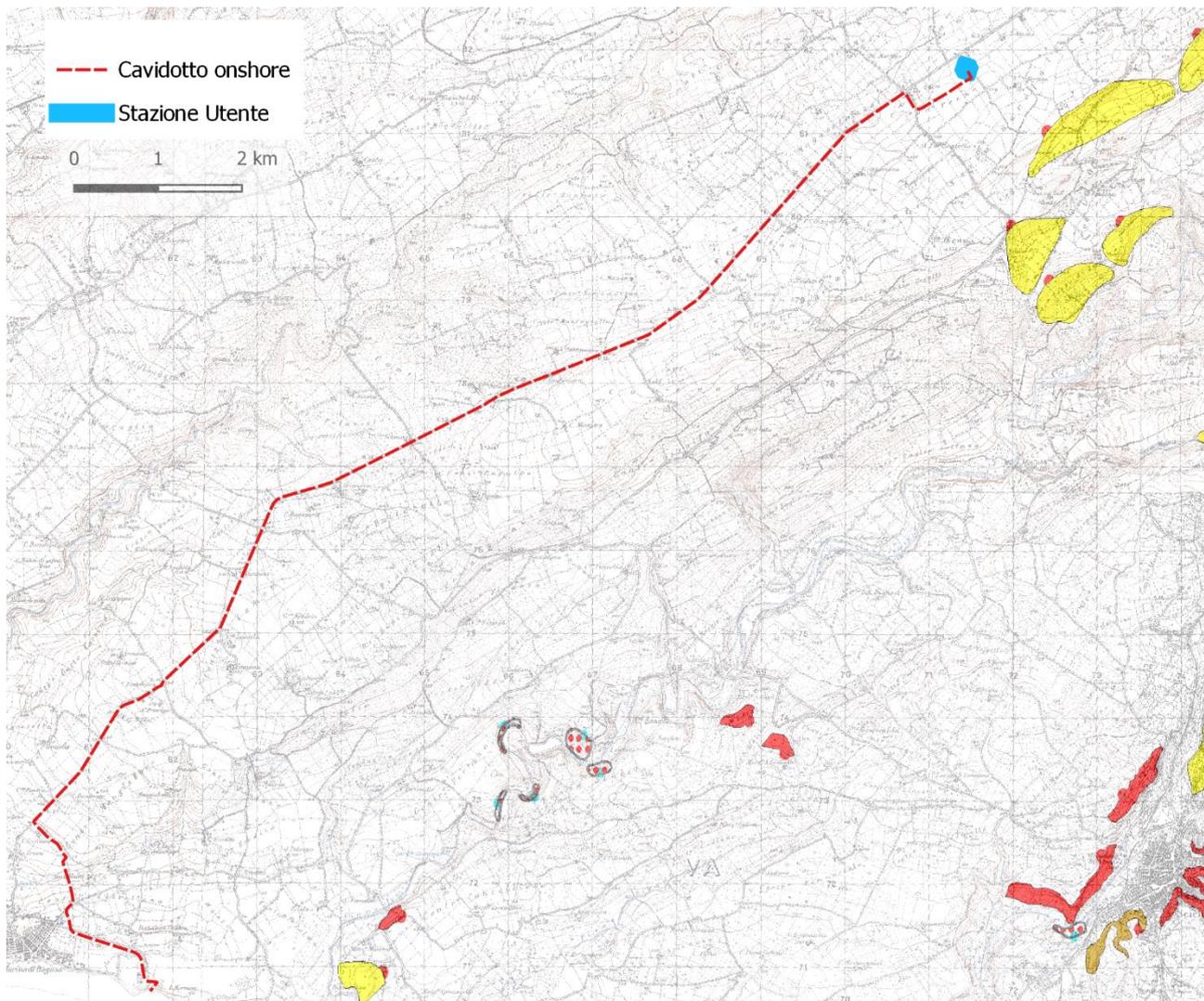


Figura 5-7 Fenomeni franosi censiti nell'intorno della zona d'intervento (I.F.F.I).

Dal punto di vista idrografico l'area interessata dal tracciato del cavidotto a terra corre quasi totalmente in corrispondenza della linea displuviale che divide il bacino idrografico del T. Grasullo da quello del Fiume Irminio.

Uno degli scopi del **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)** è quello di individuare le mappe della pericolosità e del rischio derivanti dalle possibili esondazioni dei corsi d'acqua regionali. Nella figura seguente sono riportate le aree indicate a rischio: sia la sottostazione sia il cavidotto non interferiscono con i perimetri indicati.

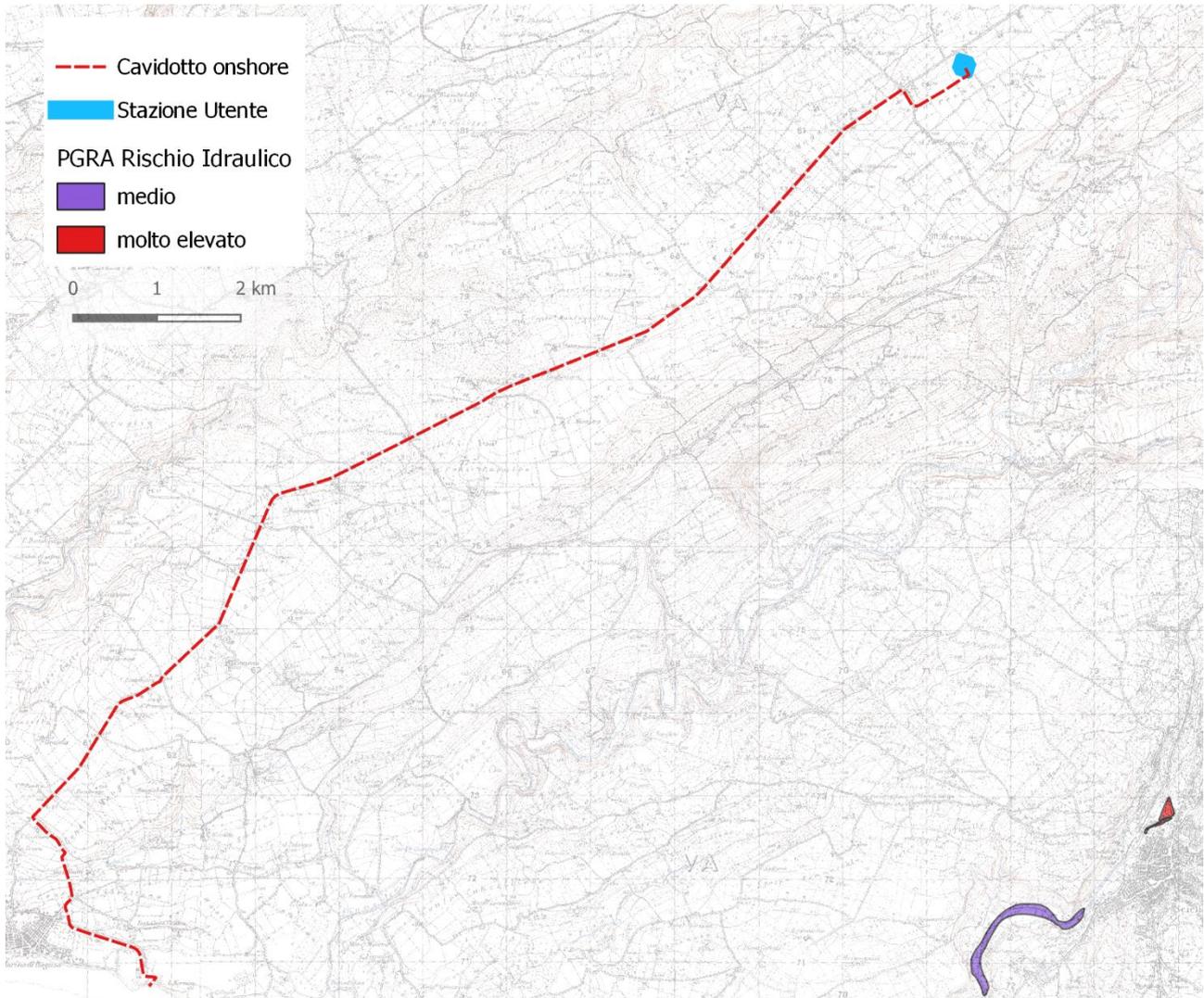


Figura 5-8 Rischio idraulico indicato nel PGRA.

## 6 INQUADRAMENTO BATIMETRICO E GEOMORFOLOGICO DEL FONDO MARINO

L'ambito territoriale su cui insiste il progetto del Parco Eolico è il tratto di mare posto tra l'isola di Malta e la costa sud-orientale della Sicilia.

L'area interessata dall'installazione degli aerogeneratori è ubicata ad una distanza compresa tra circa 28 km e 42 km dalla costa siciliana mentre il cavidotto di collegamento alla rete elettrica si sviluppa lungo un percorso di circa 58 km dalla zona di installazione fino a giungere a terra, ad est di Marina di Ragusa.

Gli aerogeneratori verranno posizionati, in un tratto di mare con fondali posti a profondità comprese tra 130 e 200 m.

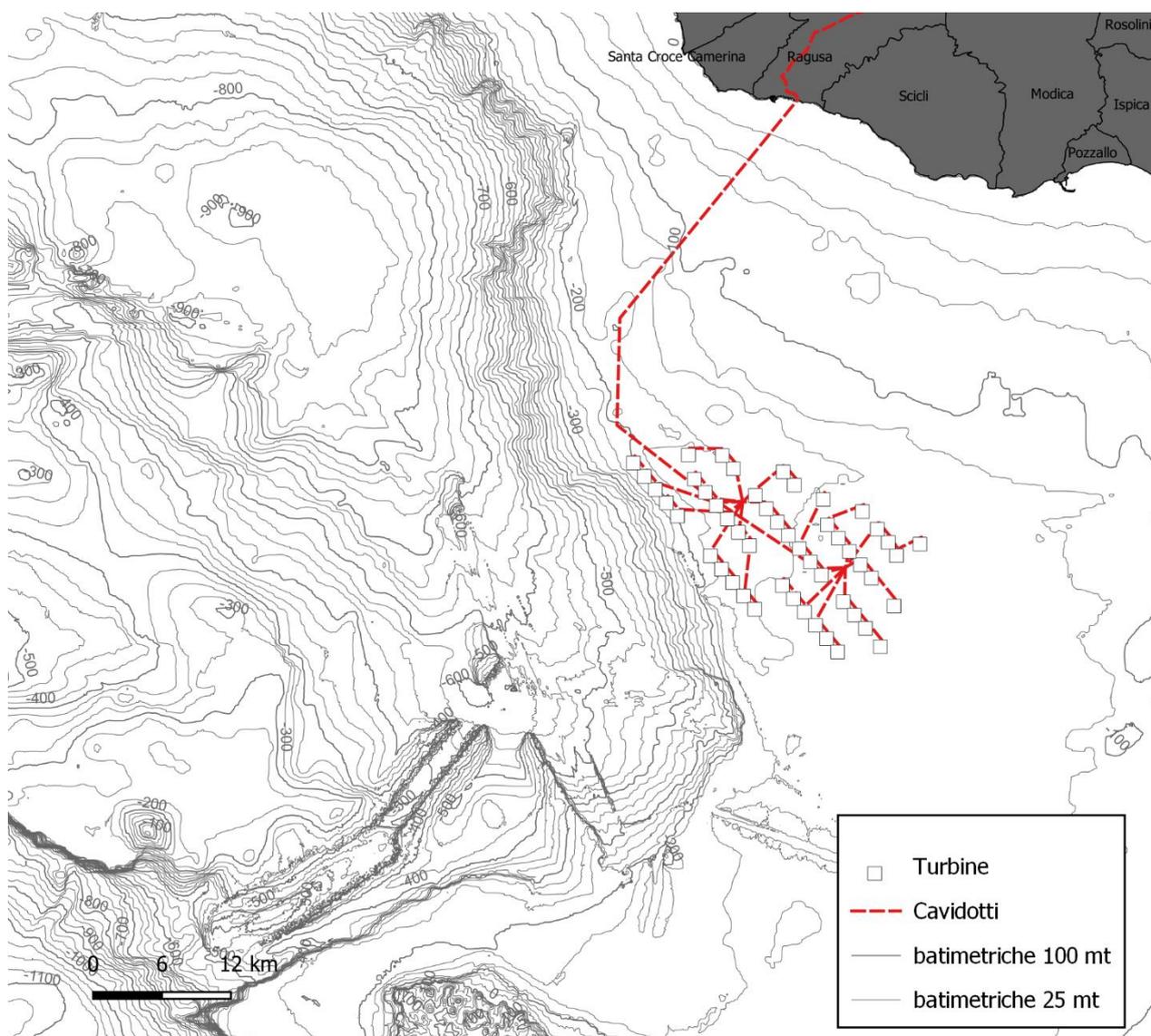


Figura 6-1 Batimetria dell'area del parco eolico.

Informazioni sulla batimetria a grande scala sono desumibili dai risultati del progetto EMODnet (European Marine Observation and Data Network) finanziato dal Dipartimento Generale degli Affari marittimi e della

pesca della Commissione Europea (D.G. MARE), e finalizzato alla creazione di una banca dati europea, consultabile online, relativa alle conoscenze delle aree sommerse.

In particolare è possibile fare riferimento al progetto EMODnet Bathimetry che fornisce un modello digitale del terreno (DTM) del fondo del mare avente una maglia di circa 100 mt dal quale sono state desunte le isobate riportate nella figura precedente.

La zona dell'intervento si posiziona in quella che viene indicata come piattaforma Maltese (o plateau Ragusa-Malta) che è una un'area in cui il fondo del mare presenta modeste ondulazioni e faglie a direzione NE-SO ed è posto a meno di 200 m di profondità e unisce Sicilia e Malta ed è limitato a Est dalla Scarpata di Sicilia-Malta mentre ad ovest degrada raccordandosi alle profondità della fossa di Gela.

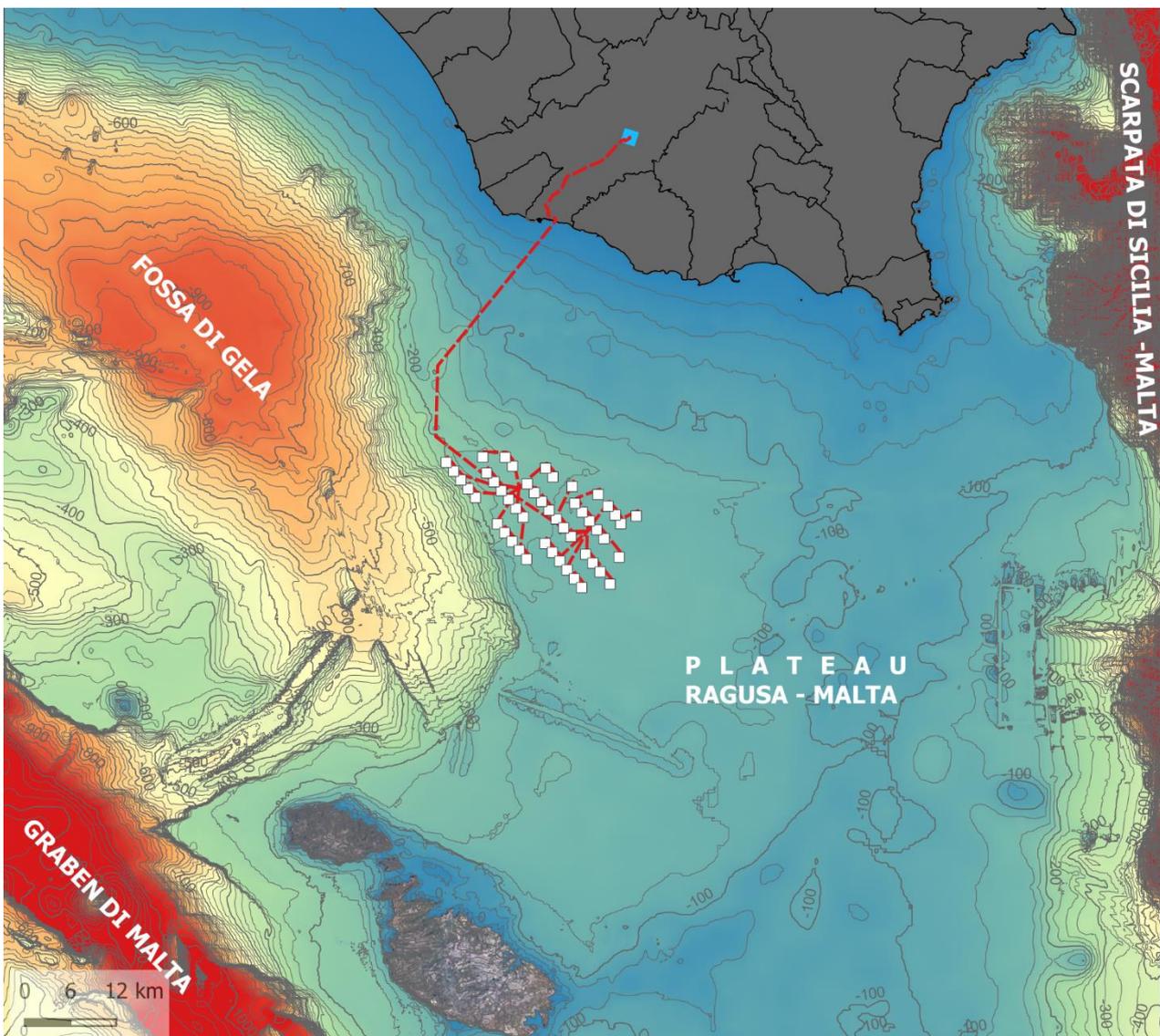


Figura 6-2 Carta ottenuta dal DTM del fondo marino.

Nella figura seguente vengono riportate le pendenze del fondo del mare, calcolate sempre dai dati batimetrici ricavati dal progetto EMODnet Bathimetry; è possibile notare come la posizione degli aerogeneratori e del percorso cavi interessino aree a pendenza modesta.

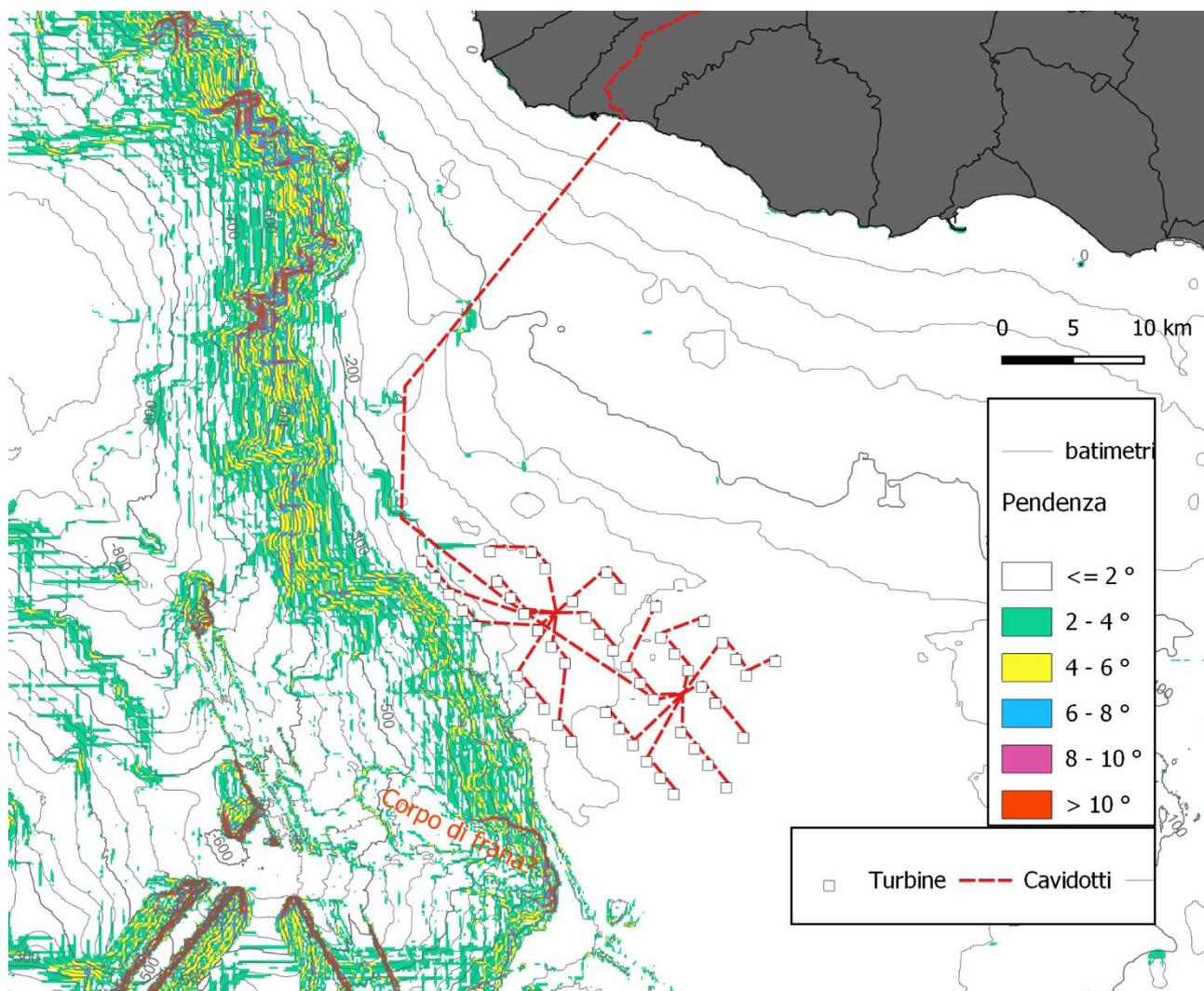


Figura 6-3 Carta delle pendenze del fondo marino, ottenuta dai dati EMODnet

Si deve comunque considerare la dimensione della maglia del DTM che, essendo di 100 metri di lato, può non dare evidenza di variazioni morfologiche puntuali che però potrebbero influenzare le opere previste e quindi andranno ricercate nelle fasi successive del processo progettuale. Nello specifico andranno soprattutto investigate la zona occidentale, dove alcune turbine sono in prossimità del bordo della piattaforma continentale.

I dati batimetrici ad oggi disponibili sembrano mostrare una zona di frana a sud rispetto al campo eolico (a distanza comunque superiore a 5 km); in effetti appare abbastanza evidente la corona di distacco caratterizzata da pendenze decisamente più elevate di quelle della zona e mostrante un caratteristico andamento arcuato, risulta inoltre ben evidente l'accumulo di materiale che determina un corpo allungato da SE a NO.

## 7 INQUADRAMENTO SISMICO

La Sicilia è situata all'interno di un contesto geodinamico molto complesso dell'area Mediterranea caratterizzato dalla continua deformazione delle placche Africana e Euroasiatica. I terremoti più significativi registrati in passato nel territorio della Sicilia, hanno interessato in modo prevalente:

- il settore orientale, soggetto a forti deformazioni determinate dall'apertura del bacino ionico;
- la catena dei Nebrodi - Madonie - Monti di Palermo, che rappresenta il prolungamento della catena appenninica e, quindi, una porzione del corrugamento determinato dallo scontro tra la zolla Africana e quella Europea;
- la zona del Belice;
- le aree a vulcanismo attivo dell'Etna e delle Isole Eolie. Nelle suddette aree, l'elevata pericolosità sismica è correlata alla presenza di diverse zone sismogenetiche che interessano sia la porzione emersa del territorio regionale che le parti sommerse.

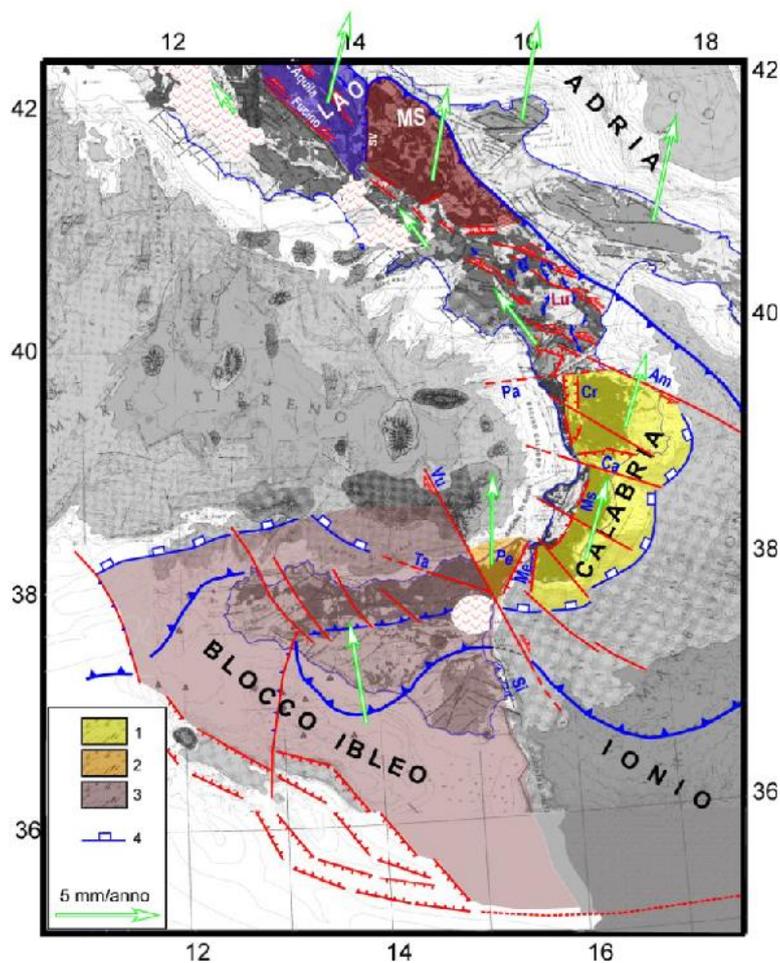


Figura 7-1 Schema tettonico del settore meridionale d'Italia. 1) Arco calabro 2) Blocchetto peloritano 3) Blocco ibleo 4) Fronte esterno della catena alpina. Le frecce verdi indicano la cinematica rispetto all'Eurasia.

Il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (versione CPTI15) rappresenta il più completo e aggiornato database dei parametri macrosismici e strumentali dell'intero territorio nazionale, dal suo database è stata ricavata la figura seguente.

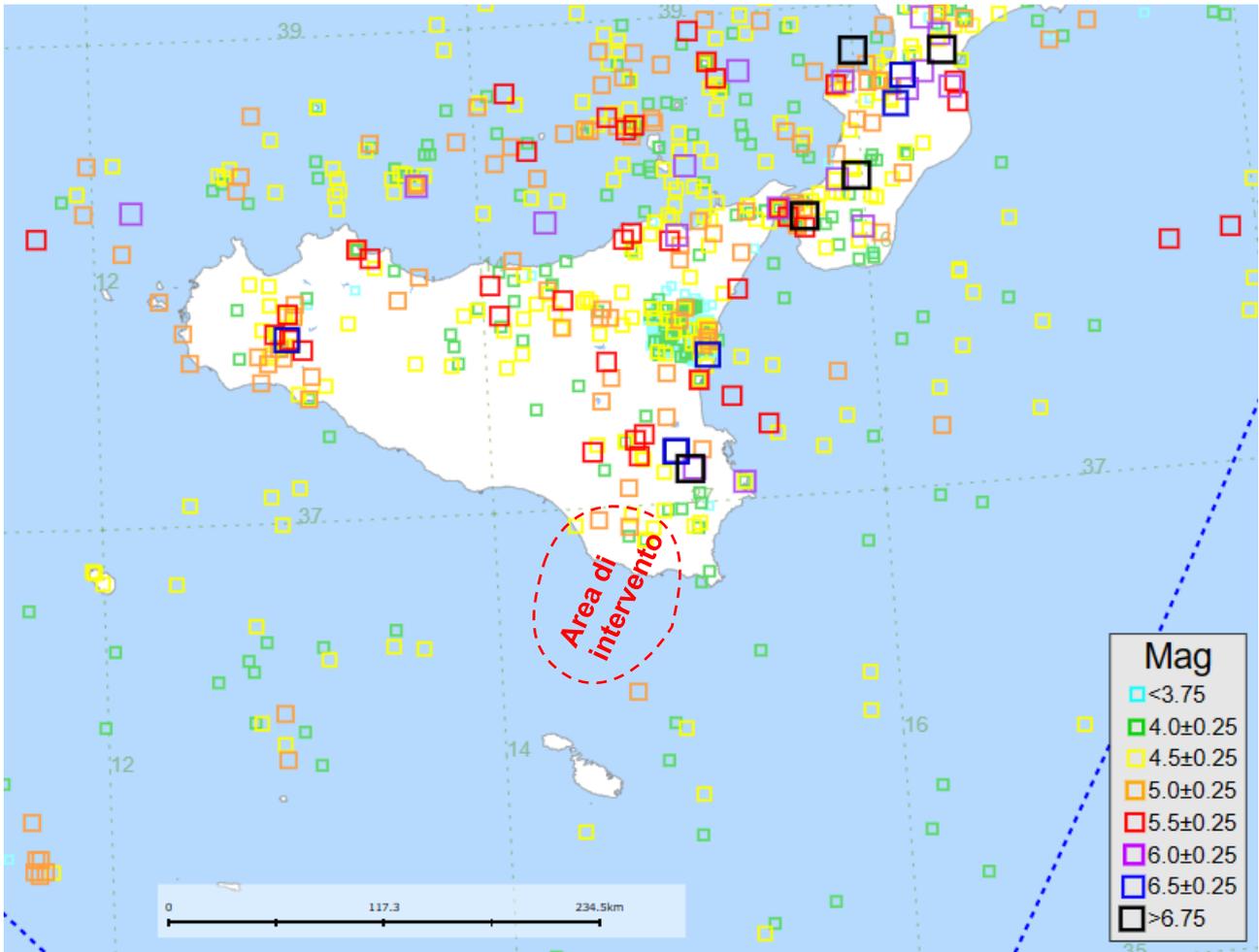


Figura 7-2 Posizione degli epicentri dei terremoti (classificate secondo la Magnitudo Momento MW) presenti nel database del progetto CPT15 dell'Istituto Nazionale di geofisica e vulcanologia.

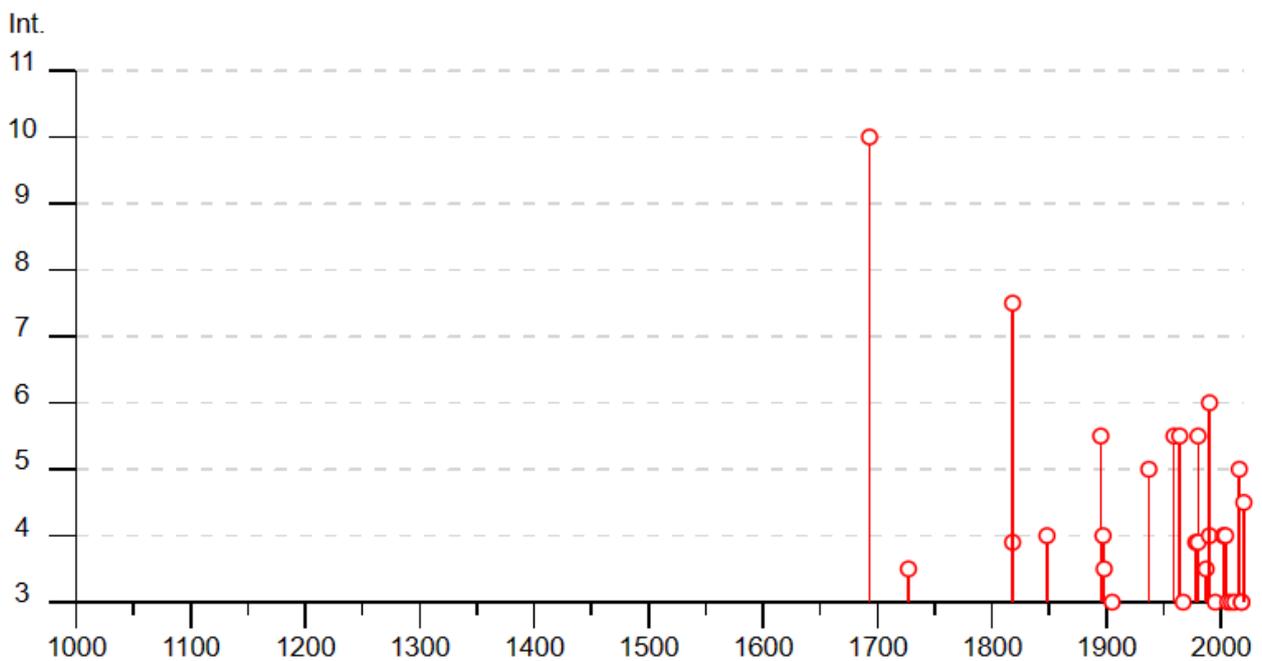


Figura 7-3 Grafico intensità macrosismica/tempo relativo alla storia del comune di Ragusa ricavato dal DBMI15.



Lo studio pregresso dei terremoti storici, le analisi geologiche e geomorfologiche di terreno, l'interpretazione geologica dei dati di sottosuolo permettono di individuare le strutture sismogenetiche, ovvero le strutture geologiche che sono in grado di generare un terremoto. Per tutto il territorio italiano grazie al lavoro dell'INGV sono state catalogate tali sorgenti, in un database DB-DISS (Individual Database Seismogenic Sources), tale database rappresenta un documento importante per la valutazione del rischio sismico per tutto il territorio italiano e permette di ottimizzare tutte le procedure e le operazioni per la mitigazione del rischio sismico.

Le principali sorgenti presenti nel DISS appartengono a due tipologie: le Sorgenti Sismogenetiche Individuali (Individual Seismogenic Sources, ISS), ideate per descrivere nel dettaglio le faglie responsabili di specifici forti terremoti già avvenuti o che si ritiene potranno avvenire, e le Sorgenti Sismogenetiche Composite (Composite Seismogenic Sources, CSS) ideate per descrivere sistemi di faglia estesi, ancorché con un livello di dettaglio necessariamente minore.

Nel catalogo è presente un'ulteriore categoria di sorgente, le Sorgenti Dibattute (DSS), definite come aree attorno a faglie attive proposte in letteratura come potenzialmente sismogenetiche ma che, a giudizio degli autori del DISS, non possono essere trasformate in sorgenti sismogenetiche perché non sufficientemente documentate.

Dal database DISS sono state estratte le principali sorgenti sismogenetiche che riguardano la zona del canale di Sicilia nell'area della Sicilia occidentale; la figura seguente riporta le sorgenti sismogenetiche di interesse per il progetto.

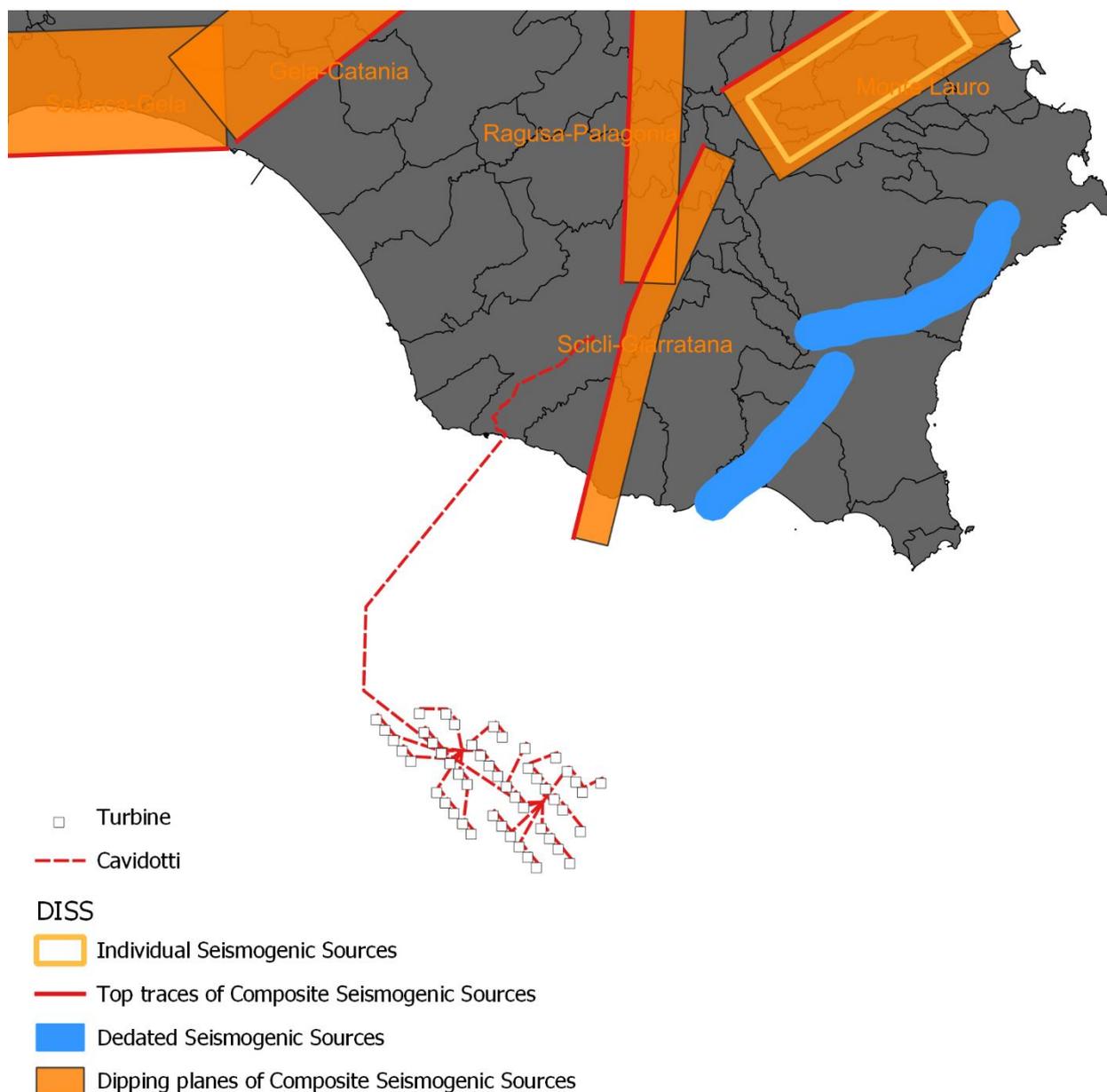


Figura 7-4 Mappa delle sorgenti sismogenetiche indicate nel DISS 3.3.0 dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia.

Le “Composite Seismogenic Sources” più prossime alle zone di intervento sono quelle denominate:

- “Scicli-Giarratana” (codice ITCS017)
- “Ragusa-Palagonia” (codice ITCS035)

Il “progetto ITHACA”, sviluppato dal Servizio Geologico di Stato – ISPRA, riporta la posizione di tutte le faglie attive, in grado cioè di produrre movimenti in superficie (faglie “capaci”). La figura seguente rappresenta la traccia delle “faglie capaci” più prossime alla zona d’intervento; come si vede il cavidotto di terra interferisce con la faglia capace denominata “Faglia di Marina di Ragusa”, si tratta di una faglia normale che ha mostrato una attività “storica” (<3000 anni), mentre il cavidotto offshore sembra incontrare la traccia di una faglia le cui caratteristiche sono molto più incerte sia come tipo di cinematico sia come datazione dell’ultima attività che viene indicata, nel database ISPRA, genericamente al Pleistocene (tra 11500 e 2.5 milioni di anni fa).

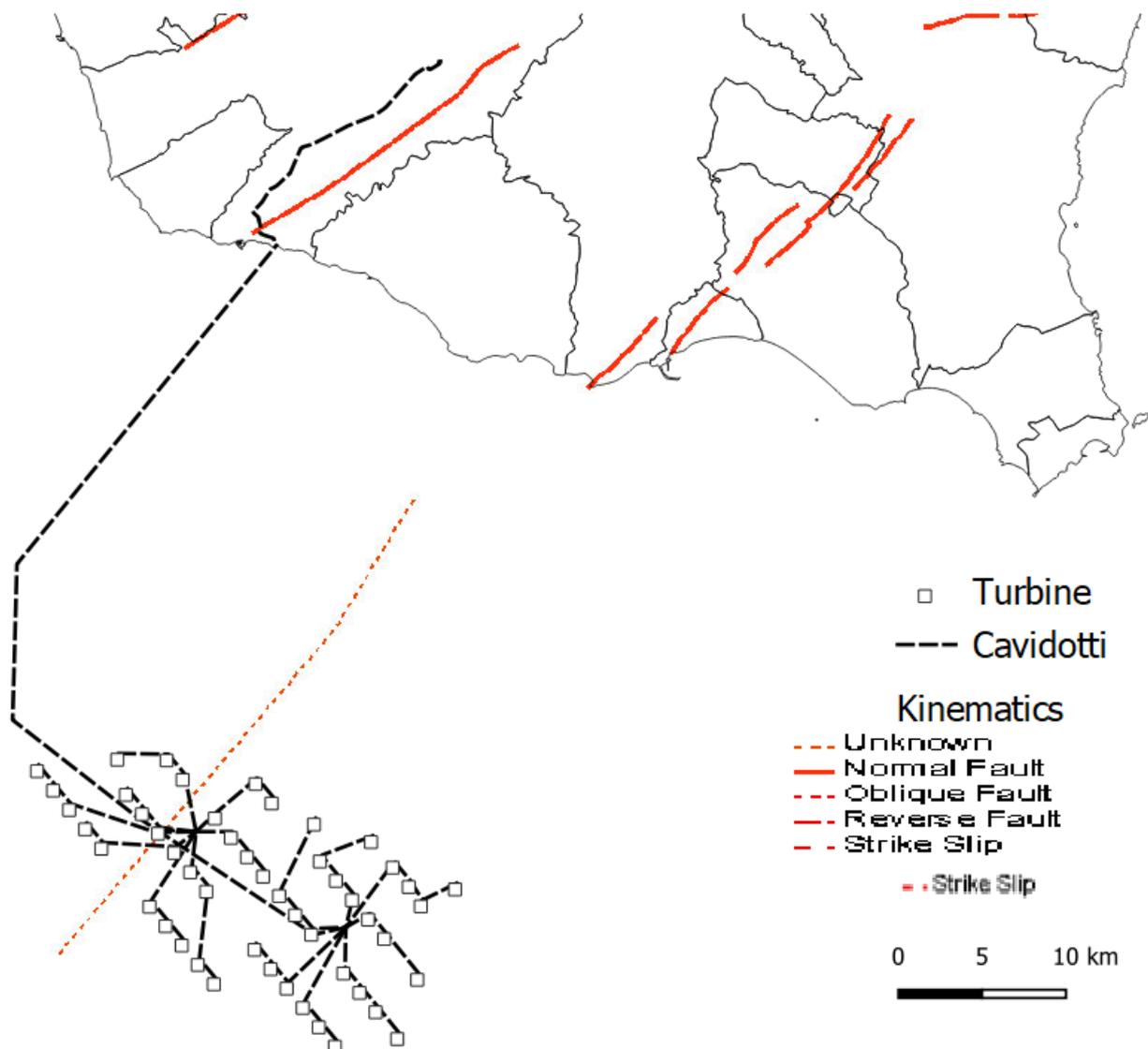


Figura 7-5 Posizione delle faglie “capaci” secondo quanto indicato nel Progetto ITHACA sviluppato dal Servizio Geologico di Stato.

Nel 2004 è stata rilasciata la mappa della pericolosità sismica che fornisce un quadro delle aree più pericolose in Italia. La mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (Ordinanza PCM 28 aprile 2006, n. 3519) è espressa in termini di accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/s; cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005).

L'Ordinanza PCM 28 aprile 2006, n. 3519 ha reso tale mappa uno strumento ufficiale di riferimento per il territorio nazionale.

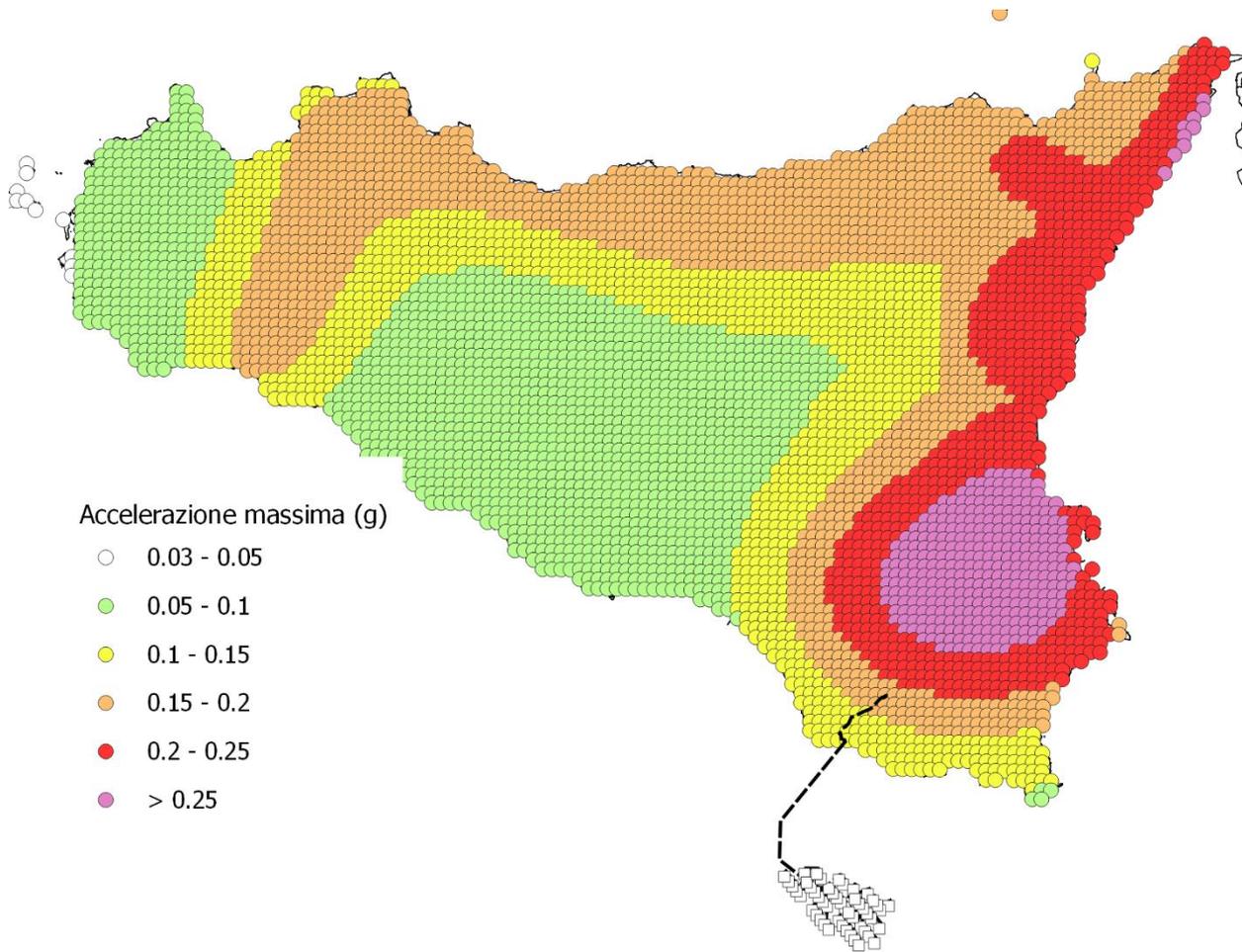


Figura 7-6 Mappa della pericolosità sismica (<http://zonesismiche.mi.ingv.it>) espressa in termini di accelerazione massima del suolo

Secondo la mappatura realizzata dall'INGV – l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – e recentemente aggiornata, il comune di Ragusa ricade in zona sismica "1" (secondo la classificazione è la zona più pericolosa; la probabilità che capiti un forte terremoto è alta).

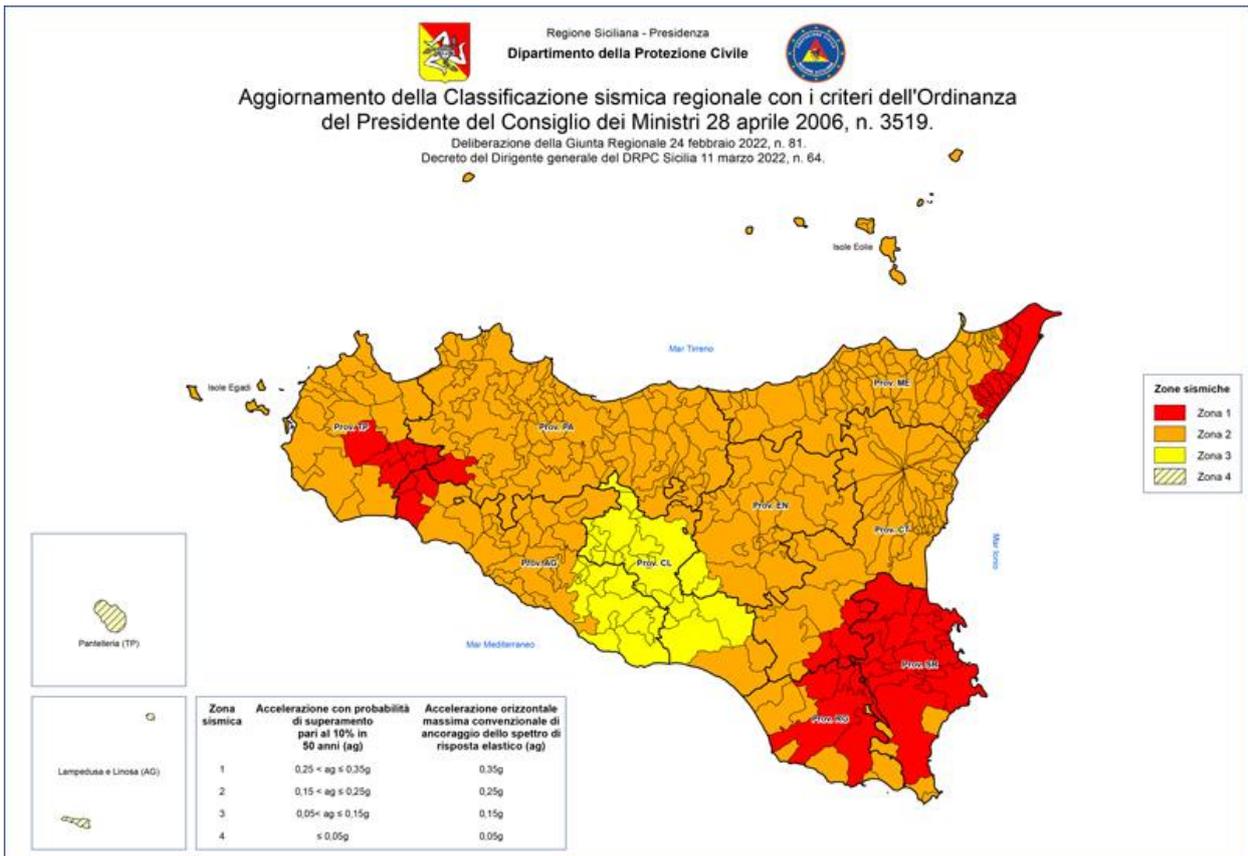


Figura 7-7 La Zonazione sismica della Sicilia.



## **8 CONCLUSIONI**

La presente relazione geologica preliminare è di supporto al progetto della centrale eolica offshore e delle relative opere di connessione a terra ubicata nella Sicilia sud-orientale, nel canale di Malta a sud di Ragusa.

Da quanto emerso dallo studio preliminare condotto e relazionato nella presente, il contesto geologico e geomorfologico nel quale si sviluppa l'area in studio non ha evidenziato particolari problematiche di natura geologico-geomorfologica che possano essere di impedimento a quanto progettato.

Le zone di terra sono al di fuori di perimetrazioni di pericolosità idraulica e geomorfologica indicate nel P.A.I. e nel PGRA. Il campo eolico a mare e la sottostazione elettrica non risultano interferire con faglie capaci; solo il percorso cavi di terra ha interferenze con una faglia diretta con indicazione di movimento in età storica.

Sulla base dei dati batimetrici ad oggi disponibili, le zone di interesse a mare non paiono interessare discontinuità geomorfologiche rilevanti.

Nel prosieguo delle fasi progettuali dovranno essere previste tuttavia indagini ed analisi specifiche per completare con il dettaglio necessario il quadro stratigrafico e morfologico di riferimento per la realizzazione delle opere.

In particolare occorrerà eseguire indagini geognostiche per determinare litologie e caratteristiche geomeccaniche del sottosuolo delle zone interessate dalle strutture per l'ancoraggio delle fondazioni galleggianti degli aerogeneratori e prevedere un rilievo di dettaglio delle morfologie presenti sul fondo marino per verificare che non sussistano problematiche non evidenziate dai dati a grande scala ad oggi disponibili. Nella zona a terra andranno pianificate indagini geognostiche e geofisiche nei tratti in cui saranno realizzate trivellazioni orizzontali controllate (T.O.C.) per la posa dei cavi ed in quella dove è prevista la realizzazione della stazione elettrica.