

PROGETTO

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN
PARCO EOLICO OFFSHORE
DENOMINATO "PUGLIA 495MW"**

TITOLO

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE

PROGETTISTA	PROPONENTE	VISTI
<p>TECNOCONSULT ENGINEERING CONSTRUCTION S.r.l. Via Einaudi 20c 61032 Fano (PU) Tel. +39 0721 855856 / 855370 e-mail: tecnoconsult@tecnoconsult.it PEC: tecee@pec.it</p> <p>Progettista: Ing. Paolo Pierangeli</p> 	<p>INERGIA S.p.a.</p>  <p>Sede Operativa: Via Cola D'Amatrice n.1 63100 ASCOLI PICENO Tel.: 0736/342490 Fax: 0736/341243</p> <p>Sede legale: Via Arno n.21 00198 ROMA Tel.: 06/97746380 Fax: 06/97746381 PEC: direzione.inergia@legalmail.it</p>	

DATI PROGETTAZIONE

Cod. Elaborato Progettista	Commessa	

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
a	05/12/2022	Prima Emissione	Tecnoconsult	A.Corradetti	R.Cairolì

Indice

1	PREMESSA	3
2	UBICAZIONE.....	4
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE A SCALA REGIONALE	5
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE DELLE AREE A MARE.....	7
5	ASSETTO GEOLOGICO DELLE AREE A TERRA	14
5.1	TETTONICA E STORIA GEOLOGICA.....	14
5.2	STRATIGRAFIA	17
5.3	IDROGEOLOGIA.....	22
5.4	MORFOLOGIA E IDROGRAFIA.....	23
6	INQUADRAMENTO BATIMETRICO E GEOMORFOLOGICO DEL FONDO MARINO	31
7	INQUADRAMENTO SISMICO	39
8	CONCLUSIONI	45

1 Premessa

Il presente documento costituisce la relazione geologica del progetto preliminare per la realizzazione delle opere del parco eolico offshore formato da 33 turbine eoliche di tipo galleggiante che verrà costruito al largo delle coste della Puglia ad est del promontorio del Gargano.

Grazie alla struttura galleggiante di sostegno delle turbine è stato possibile posizionare il parco eolico in acque distanti oltre 36 km dalla costa Pugliese. L'energia prodotta sarà trasportata tramite un cavidotto sottomarino, lungo circa 75 km, che approderà sulla costa ad est della zona portuale di Barletta ed un cavo a terra che, dopo un percorso di circa 20 km, verrà collegato alla stazione d'utenza in prossimità della centrale Terna ad ovest rispetto all'abitato di Andria.

Le informazioni riportate nella presente relazione sono state ricavate da dati presenti in bibliografia: indagini geologiche, morfologiche, sedimentologiche e sismiche; l'analisi effettuata fornisce una caratterizzazione preliminare delle aree che ospiteranno le opere in progetto.

In particolare, saranno trattati i seguenti argomenti:

- Inquadramento geologico a scala regionale per fornire un quadro geodinamico generale dell'area.
- Inquadramento geomorfologico dell'area dell'impianto eolico con l'obiettivo di definire l'assetto dei fondali marini e delle zone di terra interessate da quanto previsto in progetto.
- Inquadramento sismico dell'area.

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 gli elementi ritenuti critici dal punto di vista geologico, geomorfologico e sismico.

2 Ubicazione

L'area di studio si trova al largo di un tratto settentrionale della costa della Puglia al largo del promontorio del Gargano.

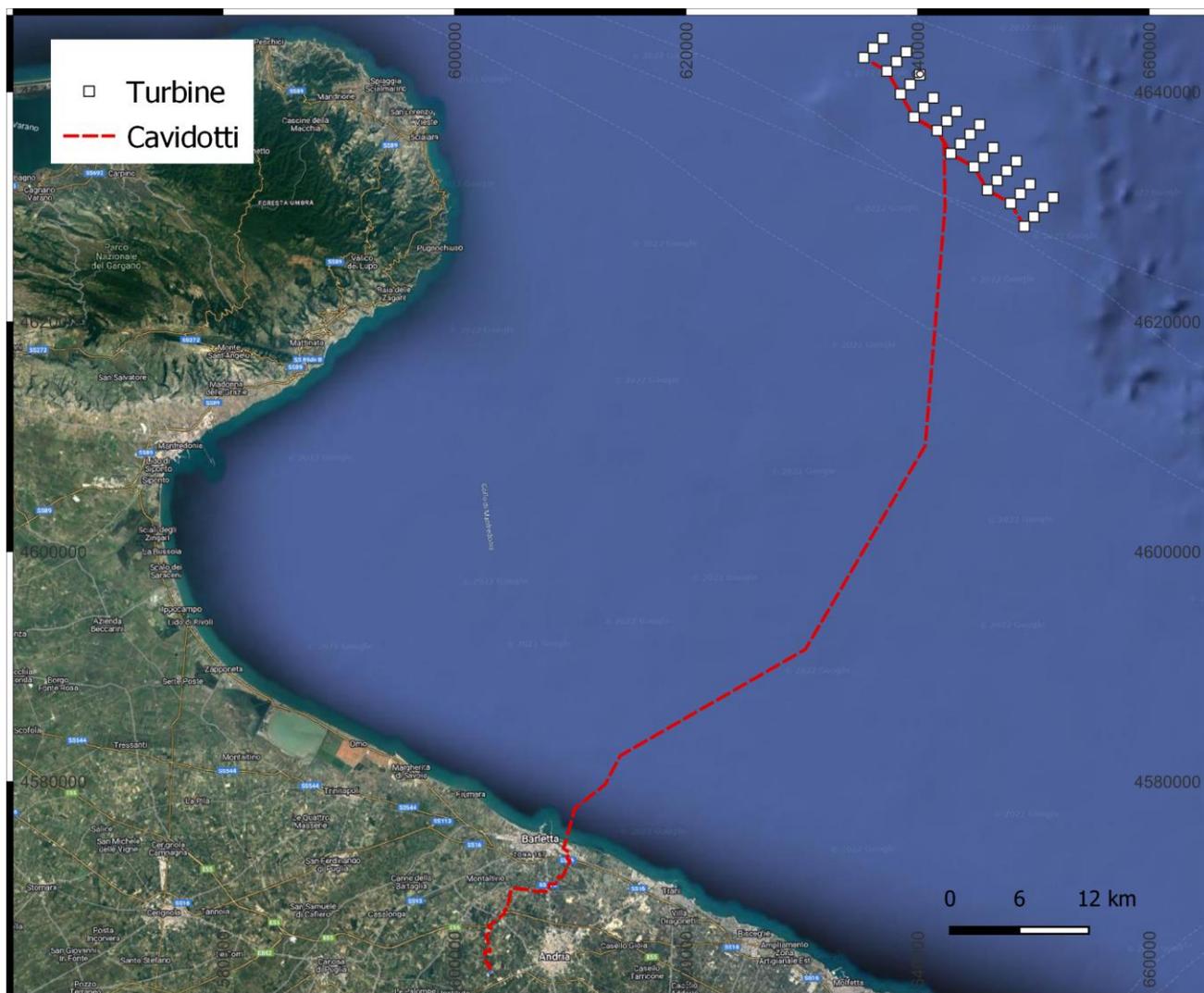


Figura 2-1 – Ubicazione del Parco eolico in progetto

Il parco eolico è compreso tra i punti aventi le coordinate indicate nella tabella seguente (EPSG CODE: 32633).

Longitudine	Latitudine
634500	4643150
649400	4627600
652600	4630700
636750	4645500

Il cavidotto a terra interesserà i comuni di Barletta e Andria dove verrà anche realizzata la sotto-stazione elettrica.

3 Inquadramento geologico strutturale a scala regionale

L'area in studio si inserisce nell'Adriatico meridionale in una porzione del cosiddetto «Blocco Apulo», la cui evoluzione appare legata alla dinamica della Zolla africana. La zona è inserita nell'attuale area di avampaese dei sistemi collisionali dinarico-ellenico ed appenninico, come anche testimoniato anche dal progressivo incremento degli spessori della copertura plio-quadernaria verso i fronti principali. L'assetto crostale è caratterizzato dalla presenza di un'ampia monoclinale, immergente verso i fronti ellenici e sollevata verso la Puglia.

L'iniziale strutturazione dell'area è da imputare ai processi litosferici responsabili dell'apertura del bacino della Tetide che, a **partire dal Trias**, determinano la formazione di una serie di horst e graben, colmati da depositi inizialmente di ambiente fluvio-deltizio (quarzo-areniti del Verrucano) e poi evaporitico (dolomie e anidriti; Anidriti di Burano; Ricchetti e altri, 1988). In seguito, a partire dal **Lias**, si assiste all'instaurarsi di una piattaforma carbonatica che nell'attuale entroterra pugliese persiste per tutto il mesozoico (Calcere di Bari e Calcere di Altamura; Mostardini e Merlini, 1986; Ricchetti e altri). Nell'attuale area marina, dal Trias al Lias inferiore si ha una sedimentazione di carbonati di piattaforma simili a quelli delle coeve unità della Piattaforma Apula. Successivamente, si individuano due settori; quello di piattaforma, posta in continuità con la Piattaforma Apula, e quello di bacino nel quale, fino al Paleogene, si sedimentano carbonati e marne di ambiente pelagico. Tali depositi risultano analoghi a quelli di alcune unità affioranti nel Promontorio Garganico e nell'Appennino Umbro-marchigiano. Le unità sedimentarie **oligocenico-quadernarie** sono costituite da depositi di natura prevalentemente clastica provenienti dal disfacimento delle catene attigue, poste al di sopra di una unconformity paleogenica di estensione regionale, correlabile con i primi importanti eventi deformativi dei sistemi collisionali peri-adriatici (De Alteriis, 1995).

In definitiva la storia geologica della zona è caratterizzata da due fasi principali. La prima è compresa tra il Trias e il Paleogene, quando l'area rappresentava una porzione del margine tetideo, interessata da una tettonica prevalentemente estensionale. La fase di rifting triassico è seguita da una attenuazione della attività tettonica e dominata dalla subsidenza termica del margine. Dal Cretacico superiore la ripresa delle movimentazioni è presumibilmente connessa con i primi eventi compressivi relativi alla collisione Africa-Europa e alla successiva ripresa della tettonica estensionale. Nella seconda fase l'area si configura come area di avanfossa-avampaese Dinarico-Ellenico, in cui alcuni eventi compressivi si alternano a lunghi periodi in cui prevale una tettonica estensionale flessurale. Questo processo produce un assetto strutturale particolarmente complesso in cui si evidenziano delle riattivazioni a più riprese e secondo modalità diverse (inversioni tettoniche) di un sistema tettonico ereditato.

La Puglia dal punto di vista geodinamico occupa un ruolo particolare rispetto al resto della penisola italiana; essa è infatti il solo territorio a non risentire delle compressioni orogenetiche, in questo caso quelle appenniniche, per la sua posizione rispetto al fronte deformato della catena appenninica. Il fronte è in progressivo spostamento verso NE ma non è ancora giunto ad incorporare i territori pugliesi che sono infatti collocati appena oltre il margine esterno dell'Appennino centro-meridionale e quindi non sono interessati dagli sovrascorrimenti derivanti dalle deformazioni compressive proprie della catena.

Alcune deformazioni sono presenti anche nelle successioni pugliesi, ma si limitano a sciami di faglie sub-verticali (una delle più importanti è quella, orientata E-W a carattere trascorrente, che lambisce Mattinata e si perde in Adriatico). Sono invece assenti gli accavallamenti tipici e peculiari dei settori crostali superficiali altamente deformati.

Le faglie sub-verticali della Puglia sono, nel loro insieme, il blando riflesso dovuto ai movimenti del vicino margine appenninico campano-lucano, in evidente compressione. L'estesa successione rocciosa della Puglia, composta da migliaia di metri di sedimenti calcarei marini di prevalente età mesozoica e, in parte, cenozoica, ha costituito un volume rigido che si è frammentato in giganteschi blocchi separati proprio dalle faglie sub-verticali. I diversi blocchi hanno subito movimenti, in massima parte verticali, ma anche, localmente, orizzontali, ossia trascorrenti a causa della ricerca di un nuovo equilibrio profondo, alterato dal carico crostale del vicino fronte appenninico in avanzamento.

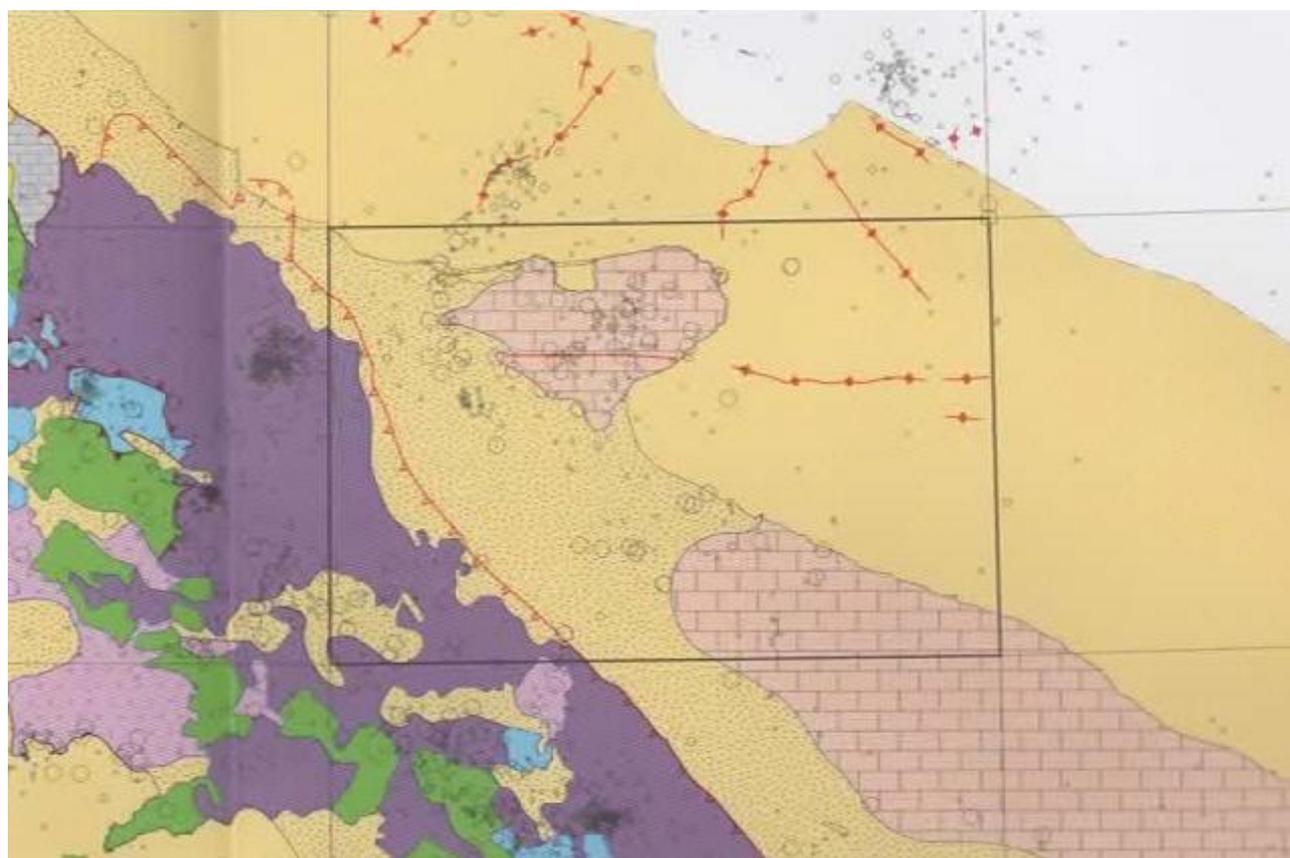


Figura 3-1 Inquadramento geologico regionale.

4 Inquadramento geologico strutturale delle aree a mare

L'area in esame si inserisce nella porzione occidentale del bacino Adriatico meridionale che rappresenta l'avanfossa della catena albanese ovest-vergente e il suo avampaese affiorante in Puglia nella regione delle Murge e del Gargano. A partire dall'Eocene superiore - Oligocene, i raccorciamenti della catena albanese provocarono la flessurazione per carico della placca adriatica, di cui la Piattaforma Apula rappresentava il rialzo periferico.

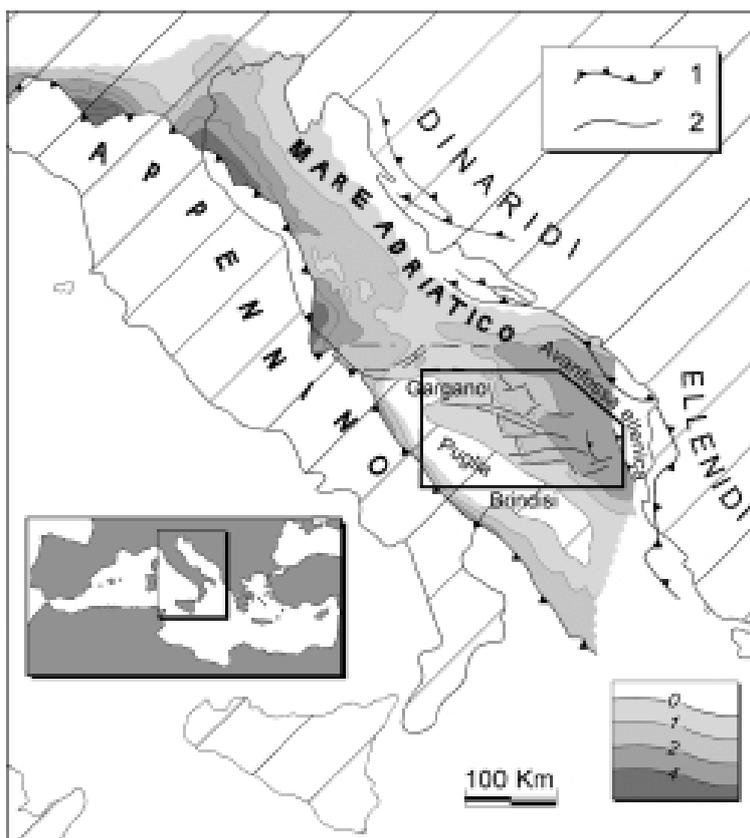


Figura 4-1 Schema strutturale semplificato del Mare Adriatico (Morelli, 1991). 1) Principali fronti tettonici, 2) principali linee tettoniche.

La morfologia attuale del fondo marino mostra come alcune lineazioni tettoniche abbiano influenzato il suo andamento. Diversi autori hanno evidenziato la presenza di alcuni allineamenti orientati E-W i quali interessano la zona di scarpata e procedono verso la zona di bacino, e che rappresentano gli elementi strutturali predominanti nel quadro deformativo dell'area; essi coincidono con fasce intensamente tettonizzate a grande sviluppo lineare (100-150 km), quali il "Sistema Sud-Garganico" (SSG; Colantoni et alii, 1990) la "Linea di Gondola" (De Dominicis & Mazzoldi, 1987), il "Sistema di Monopoli" (SM; Morelli et alii, 1985) ed altre linee minori.

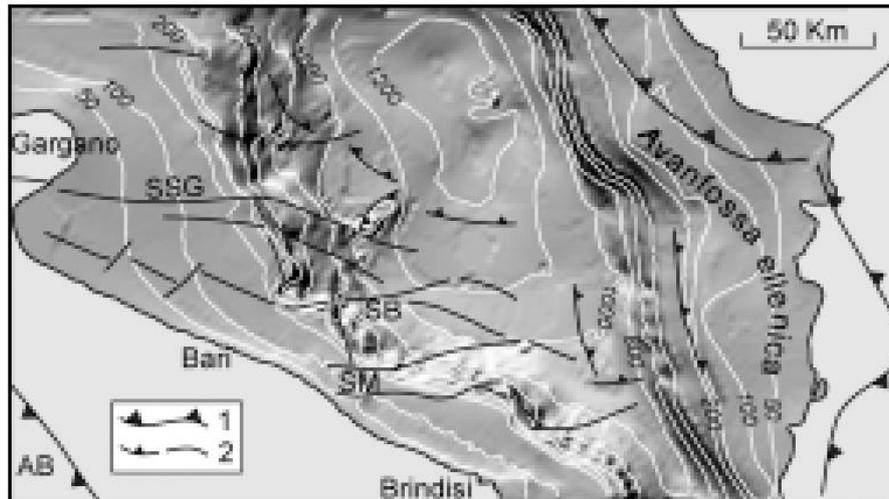


Figura 4-2 Carta batimetrica con indicazioni delle principali linee tettoniche. AB) Fossa Brandanica; SB) Sistema di Bari; SM) Sistema di Monopoli; SSG) Sistema Sud-Garganico. (Morelli, 1991).

Diversi autori hanno riconosciuto l'importanza di tali lineazioni e la loro complessa strutturazione viene attribuita alla natura prevalentemente trascorrente e polifasica delle dislocazioni (De Dominicis & Mazzoldi, 1987; Ortolani & Pagliuca, 1987).

Durante la fase di rifting del Giurassico lo stile strutturale era organizzato, come detto, in una serie di horst e graben allungati in direzione NW-SE tagliati da lineazioni orientate NE-SW. Nel giurassico, alla strutturazione preesistente si sovrappongono gli effetti di un evento tettonico responsabile della riorganizzazione morfostrutturale dell'intero margine, si formano alcune linee con orientazione NNW-SSE tagliate da fasce disposte circa E-W rappresentate dal "Sistema Sud-Garganico", dal Sistema di Monopoli e dal Sistema di Bari. Tali sistemi interessano tutta la piattaforma e sono responsabili del particolare andamento della scarpata "a denti di sega".

Lo stile deformativo, i dati di letteratura e quelli stratigrafici hanno fatto ipotizzare da Morelli che tale settore del margine tetideo sia stato sottoposto all'azione di una zona di taglio profonda, destra, di dimensione regionale; secondo l'autore questa ipotesi risulta compatibile con il quadro deformativo di tutta l'area mediterranea durante il Cretacico superiore quando alcuni eventi compressivi, caratterizzati da una direzione di spinta N-S, sono intervallati da una ripresa della tettonica estensionale. I relitti della fase compressiva sono in gran parte rimobilizzati e obliterati dagli eventi tettonici successivi durante i quali gli stessi sistemi strutturali hanno rappresentato delle fasce di debolezza e di concentrazione della deformazione. Durante il Paleogene tali sistemi vengono riattivati dalla propagazione di spinte orientate NS-SW provenienti dal sistema collisionale Dinarico. Questo processo determina una completa trasformazione dell'area con variazione dei caratteri lito-stratigrafici della copertura e dell'assetto morfo-tettonico assumendo dal Paleogene ad oggi le modalità evolutive tipiche di un bacino di avanfossa-avampaese. Ad ampia scala questo settore di avampaese adriatico si sviluppa tra i due sistemi collisionali dell'Appennino meridionale e delle Dinaridi-ellenidi caratterizzati da spinte coeve e convergenti (NE-SW); tra i due sistemi l'area del Blocco Apuleo, attualmente emerso, rappresenta il peripheral bulge comune ed indeformato, dei quali oltre a subire i condizionamenti generati dalla flessura della litosfera, veicola rigidamente le spinte.

Informazioni preliminari alla progettazione riguardanti la litologia del fondale dove è prevista l'installazione degli aerogeneratori e lungo il percorso cavi sono desumibili dai dati ottenuti nel passato per la trivellazione dei pozzi di idrocarburi e resi disponibili dal progetto ViDEPI (Visibilità dei Dati afferenti all'attività di Esplorazione Petrolifera in Italia) proposto e diretto dalla Società Geologica Italiana.

Le perforazioni, essendo state realizzate per tutt'altro fine, forniscono delle informazioni utilizzabili solo preliminarmente alla caratterizzazione litologico-geotecnica del fondo marino per la realizzazione delle opere di ancoraggio delle turbine eoliche. Una descrizione sommaria 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).

La figura seguente riporta la posizione delle trivellazioni maggiormente utilizzabili per vicinanza con le zone di installazione.

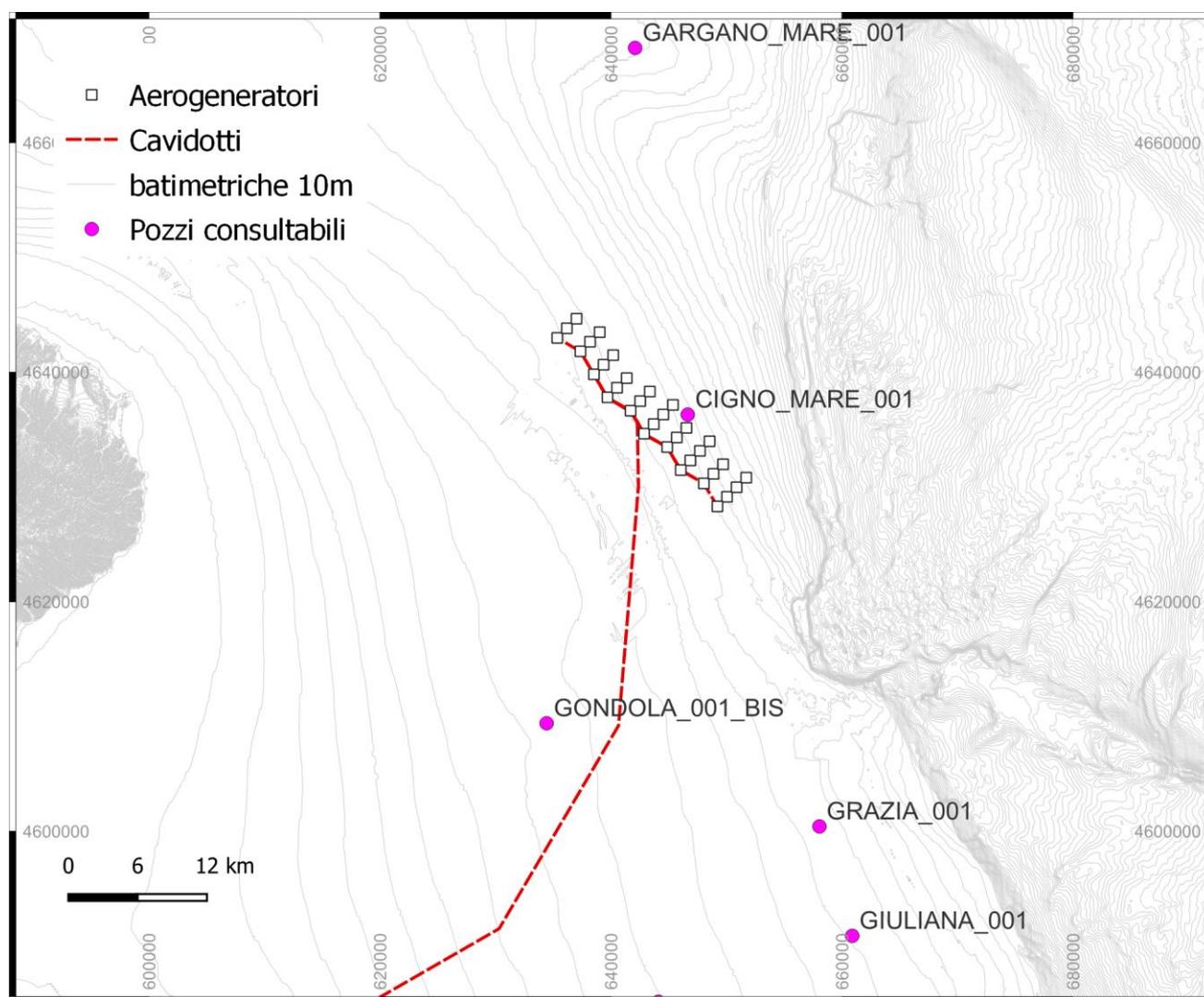


Figura 4-3 Posizione delle perforazioni eseguite per la ricerca di idrocarburi.

Si tratta delle informazioni derivanti da cinque trivellazioni esplorative, nella tabella seguente vengono riassunte le informazioni desumibili dai report di ciascuna perforazione limitatamente ai primi cento metri a partire dal fondo marino.

Nome pozzo petrolifero	Anno perforazione	Informazioni da descrizione stratigrafia
Gargano mare 001	1975	Per i primi 100 m di profondità dal fondo marino la litologia viene descritta come "Argilla grigia, plastica con abbondanti frammenti di microfauna".
Cigno Mare 001	1982	Per i primi 100 m di profondità dal fondo marino la litologia viene descritta come "Argilla grigio-azzurra, plastica, siltosa e leggermente quarzo-sabbiosa".
Gondola 001 Bis	1970	Nessuna informazione per i primi 100 metri di perforazione. I cuttings recuperati ad oltre 170 m di profondità dal fondo indicano calcari.
Grazia 001	1970	Nessuna informazione per i primi 100 metri di perforazione. Le prime informazioni stratigrafiche registrate sono quelle ad oltre 270 m di profondità dal fondo del mare dove viene registrata la presenza di "Argilla grigia leggermente siltosa".
Giuliana 001	1984	Nessuna informazione per i primi 205 metri di perforazione. Inferiormente nella colonnina litologica della perforazione è stata registrata la presenza di argille siltose per oltre 250 m di spessore.

Con le informazioni disponibili sembra che la prevalenza, fino alla profondità considerata (100 metri dal fondo marino), sia quella dei depositi a granulometria fine con predominanza di argilla.

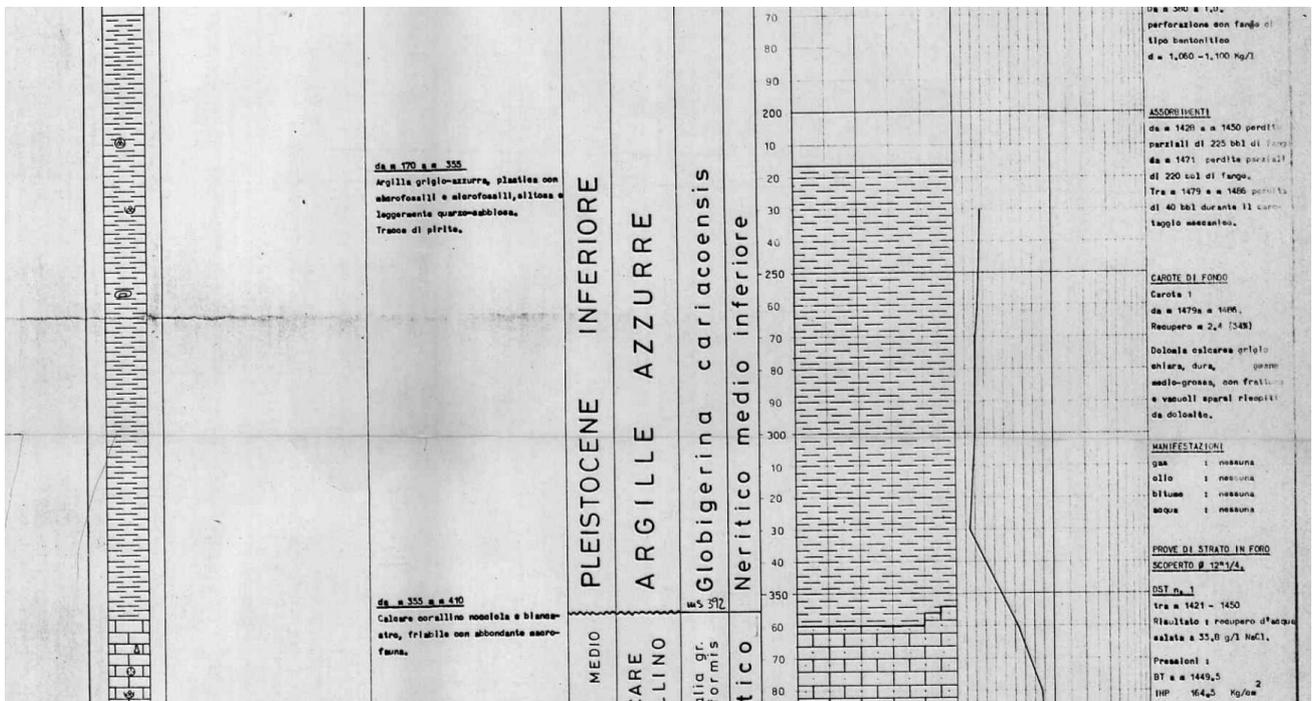


Figura 4-4 Porzione del log stratigrafico ottenuto dalla perforazione "Cigno Mare 001" (Montedison) eseguita nel 1982.

Le informazioni geologico-stratigrafiche disponibili per il settore in studio sono state riassunte nel Foglio NL 33-8-9 "Bari" della Carta Geologica dei Mari Italiani alla scala 1:250.000 (Servizio Geologico d'Italia – ISPRA/CNR-ISMAR).

La cartografia prodotta si suddivide in due sezioni:

- una carta geologica superficiale che rappresenta i corpi geologici che affiorano o subaffiorano sul fondo marino, con particolare attenzione a quelli originati durante la fluttuazione tardo-quadernaria del livello marino. Lo studio dei depositi recenti rappresentati sulla carta geologica

superficiale si basa su un'integrazione di rilievi morfobatimetrici, sismica a riflessione, campionature del sottofondo ottenute tramite varie tecniche di carotaggio e determinazioni biostratigrafiche e geocronologiche.

- una carta geologica del sottofondo marino, che descrive l'assetto strutturale e stratigrafico dell'area in esame e la sua evoluzione geologica attraverso la mappatura di uno o più orizzonti stratigrafici significativi ed arealmente estesi.

L'area del Foglio NL 33-9/9 Bari corrisponde ad un tratto di piattaforma e scarpata continentale adriatica compresa tra la costa della Puglia e il limite delle acque nazionali. La zona include una complessa area di piattaforma esterna, tra 130 e circa 200 m di profondità, e un tratto di scarpata a profondità maggiori di 200 m caratterizzate da morfologie erosive e da alcune aree di sedimentazione localizzata che dà luogo allo sviluppo di complesse forme di fondo.

Nella carta geologica del sottofondo sono anche contenuti profili geologici regionali costruiti sulla base dei profili sismici integrati con i dati ricavati dalle perforazioni petrolifere. La figura seguente riporta la sezione che passa per la zona di realizzazione del campo eolico.

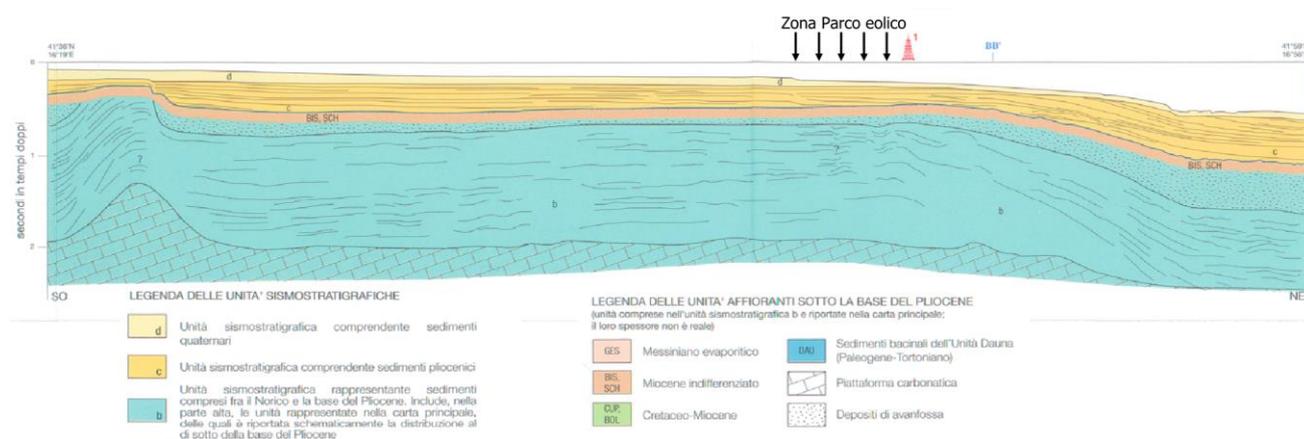


Figura 4-5 Sezione geologica da profilo sismico (da foglio NL 33-8/9 "Bari")

Gli aerogeneratori di progetto, insistono in aree in cui sono presenti termini del dominio bacinale mesozoico; al disotto dei depositi quaternari-pliocenici sono presenti i litotipi delle unità del Bisciaro e Schlier (BIS-SCH), ovvero marne grigio-verdi-brunastre talora passanti a calcari marnosi.

Nella carta geologica superficiale (di cui nella figura seguente si riporta uno stralcio con sovrapposta la posizione degli aerogeneratori) è possibile verificare come la maggior parte delle turbine sia posizionata nella unità dei "Sistemi di Stazionamento Basso e di caduta", si tratta di depositi fangosi con depositi di sabbia fine prevalentemente bioclastica aventi spessori limitati. Le turbine che occupano la porzione sud-orientale del campo eolico sono posizionate invece sui depositi delle unità trasgressive; si tratta di depositi sabbiosi derivanti da deposizione in ambiente di spiaggia sommersa. Unicamente due/tre turbine risultano poste nelle "Unità precedenti la sequenza deposizionale tardo quaternaria (pt)".

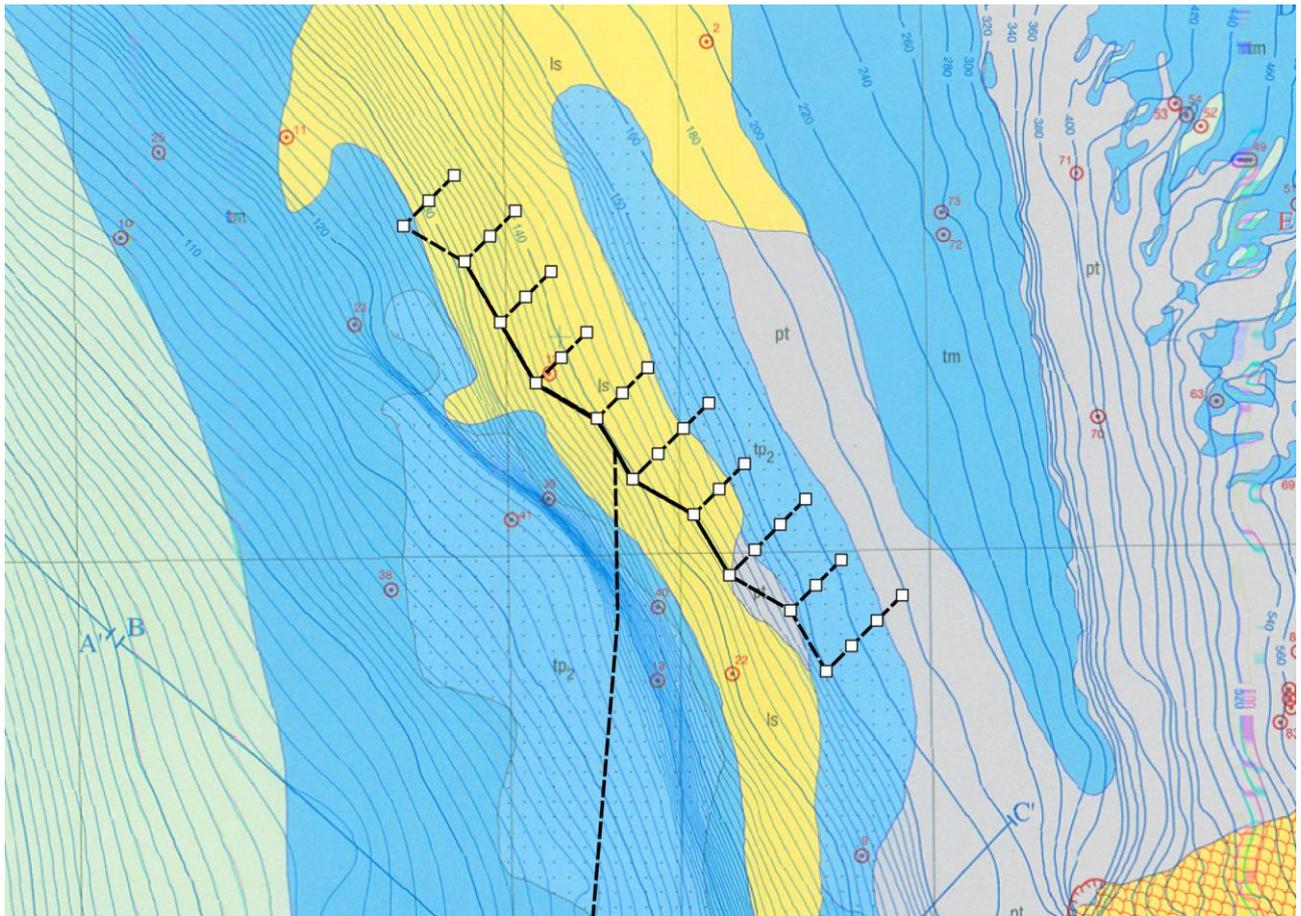
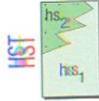


Figura 4-6 Stralcio "Carta superficiale" del Foglio NK 33-8/9 "Bari" della Carta Geologica dei Mari Italiani.

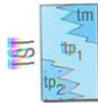
SISTEMI DI STAZIONAMENTO ALTO

Unità a geometria progradazionale costituita in prevalenza da un complesso pelitico (hs_1) di prodelta-piattaforma interna ad argille e silt argillosi con grado di bioturbazione variabile contenenti faune a *Turritella communis*; nella fascia costiera la successione è caratterizzata dall'intercalazione di sottili strati sabbiosi e bioclastici che segnano il passaggio graduale ad un complesso sabbioso di spiaggia (hs_2); quest'ultimo è costituito da sabbie ben cernite, da fini a medie, contenenti una fauna a *Chamelea gallina*. I depositi di prodelta (hs_1) presentano una geometria progradazionale caratterizzata da un clinoforo subacqueo con rottura di pendenza (ciglio) tra 25 e 30 m di profondità. A mare della rottura di pendenza si registra il massimo spessore del deposito (circa 30 m) e le massime velocità di sedimentazione (fino a 16-18 mm/anno). Nell'area più meridionale della piattaforma, sopra la superficie di fondo (*bottomset*), si osservano rilievi di fango fino a 3-4 m sul fondo del mare con andamento allungato in pianta. Queste strutture sono attribuibili a deformazione dei sedimenti innescata da sfuggita di fluidi sopra la superficie di massima ingressione marina (mfs). Questa superficie corrisponde ad un intervallo condensato caratterizzato dalla presenza di molluschi (*ostree*); in piattaforma esterna e scarpata, questa superficie approssima la l.o. del foraminifero planctonico *Globorotalia inflata*. I depositi di stazionamento alto sono assenti in un'ampia fascia della piattaforma interna del Golfo di Manfredonia, nella piattaforma esterna e nella scarpata superiore (parte settentrionale del foglio). I depositi di stazionamento alto presentano un aumento di spessore sul fianco NW di dune fangose attive sulla scarpata continentale a profondità maggiori di ca. 400 m. **VERSILIANO p.p.**



SISTEMI TRASGRESSIVI

Unità a geometria aggradazionale costituita da tre sotto-unità sovrapposte con tendenza allo spostamento verso terra dei rispettivi depocentri. Le tre sotto-unità sono separate da superfici di annegamento che marcano fasi di spostamento della linea di riva verso terra. Queste sotto-unità sono caratterizzate da associazioni di facies e geometria interna marcatamente differenti. La base dell'unità è rappresentata da una superficie di trasgressione (ts) che marca l'inizio della risalita del livello relativo del mare su un substrato esposto ad erosione sub-aerea in piattaforma o da una superficie di annegamento in scarpata. I depositi trasgressivi affiorano lungo quattro fasce principali: a profondità maggiori di 160 m sono presenti depositi fangosi marini localmente organizzati in ampie dune o in altri depositi da corrente a larga scala (*sediment drifts*); nella fascia tra 100 e 160 m affiorano depositi trasgressivi marini (tm) e, localmente, depositi sabbiosi attribuiti ad ambienti di spiaggia sommersa (tp_2) annegati durante le prime fasi della trasgressione; a Nord del Promontorio del Gargano, tra 45 e 60 m di profondità, affiora la parte apicale (*topset*) di un corpo progradazionale (tp_1) attribuito alla sotto-unità trasgressiva intermedia; nella parte centrale del Golfo di Manfredonia, a profondità minori di 30 m, subaffiorano depositi trasgressivi sabbiosi a bioclasti (tp_2) originatisi durante le ultime fasi di risalita del livello del mare. All'interno del TST si riconosce una valle incisa sinuosa estesa a gran parte del Golfo di Manfredonia. Tale struttura, e i relativi canali distributori, è profonda oltre 20 m e presenta due fasi di riempimento: la più profonda caratterizzata da geometrie di accrezione laterale, la soprastante caratterizzata da depositi fangosi di estuario in aggradazione verticale con marcato onlap sui fianchi della valle incisa. **TIRRENIANO p.p. - VERSILIANO p.p.**



SISTEMI DI STAZIONAMENTO BASSO (LST) E DI CADUTA (FST)

L'unità comprende depositi di stazionamento basso, fangosi con lenti di sabbia fine prevalentemente bioclastica, e depositi regressivi fangosi a basso angolo. I primi affiorano in aree di piattaforma esterna soprattutto nella porzione settentrionale del Foglio e sulla scarpata superiore dove è presente un'unità a geometria progradazionale di spessore ridotto che rappresenta un ambiente di delta subacqueo. I secondi sono rappresentati da sedimenti fangosi, ricchi in sostanza organica che tendono a diventare leggermente più sabbiosi verso il ciglio della piattaforma. Nell'insieme, questa successione regressiva registra l'intervallo che va dall'interglaciale Eemiano fino all'inizio dell'ultimo glaciale. Nella porzione settentrionale del Foglio questa unità non raggiunge il ciglio della piattaforma continentale ma rimane confinata a profondità inferiori in piattaforma esterna. Nella zona interessata dalla fascia deformativa di Gondola, questa unità appare coinvolta in una serie di blandi piegamenti. Sulla scarpata continentale è presente la nicchia di distacco e la parte apicale di un esteso deposito di frana sottomarina originatisi durante l'ultimo massimo glaciale a spese di unità progradazionali pleistoceniche. **TIRRENIANO p.p.**



UNITÀ PRECEDENTI LA SEQUENZA DEPOSIZIONALE TARDO QUATERNARIA

Unità più vecchie dell'ultimo ciclo glaciale interglaciale affiorano a fondo mare e lungo la costa meridionale del Golfo di Manfredonia nella porzione settentrionale del Foglio, in corrispondenza della scarpata superiore interessata da frane e spazzata da correnti erosive di grande energia. Queste unità comprendono depositi progradazionali indifferenziati originatisi durante le successive oscillazioni eustatiche pleistoceniche. **PRE-TIRRENIANO INDIFF.**



Figura 4-7 Stralcio della legenda del Foglio NK 33-8/9 "Bari" della Carta Geologica dei Mari Italiani.

5 Assetto geologico delle aree a terra

5.1 Tettonica e storia geologica

Le cinque aree fisiografiche pugliesi appartengono ai tre domini strutturali del sistema orogenico dell'Appennino meridionale, individuatosi a partire **dall'Oligocene superiore-miocene inferiore**: Catena Appenninica, Fossa Bradanica comprendente il Tavoliere delle Puglie e la Fossa Premurgiana, l'Avampaese Apulo che, attualmente, corrisponde al Promontorio del Gargano, all'Altopiano delle Murge e alle Serre Salentine, con le aree depresse interposte. L'evoluzione geologico-strutturale della regione in esame è quindi fortemente connessa alle diverse tappe evolutive della Catena Appenninica meridionale. Nel Paleozoico superiore questo territorio costituiva una propaggine del paleocontinente africano. A partire dal **Paleozoico superiore fino al Triassico medio**, sul margine settentrionale del paleocontinente africano, in lento abbassamento, si individuò, in condizioni climatiche semiaride, un'ampia piana alluvionale e deltizia percorsa da fiumi meandrici, per cui sul basamento cristallino si depositò una copertura detritica spessa oltre 1000 m. Nel **Triassico superiore**, la Pangea cominciò gradualmente a frammentarsi, le aree meridionali del Mare della Tetide furono gradualmente sommerse (incluso il "futuro settore pugliese") e si costituì quindi una piana tidale con lagune e stagni costieri, soggetta a ripetute variazioni del livello marino. I depositi terrigeni alluvionali furono ricoperti da depositi salini evaporitici, in prevalenza gessosi e da **sedimenti carbonatici** (calcari e dolomie con abbondante sostanza organica), sedimentazione tipica di un ambiente epicontinentale. Durante il **Giurassico medio**, insieme al tratto centrale dell'attuale Oceano Atlantico, si aprì l'Oceano Ligure-Piemontese che separò progressivamente la Placca Euroasiatica da quella Africana di conseguenza, una tettonica disgiuntiva, con l'attivazione di faglie listriche e trascorrenti, interessò il margine settentrionale della Placca Africana, con il relativo continente, e si individuò una propaggine, nota come Placca Apula (o Placca Adria) che fronteggiava diverse aree oceaniche. All'interno della Placca Apula si impostarono dei bacini marini profondi separati da estese piattaforme carbonatiche, tra cui la Piattaforma Apula. Durante il mesozoico, la Piattaforma Apula fu caratterizzata da un'attiva sedimentazione compensata dalla subsidenza in condizioni di bassofondo in un ambiente marino tropicale con acque poco profonde. La sedimentazione di piattaforma epicontinentale progressivamente evolse in un complesso carbonatico di scogliera di tipo bahamiano. La crescita della piattaforma non avvenne sempre in condizioni di bassofondo. Essa registrò, infatti, periodi di parziale emersione (episodiche continentalizzazioni), dovuti sia a variazioni globali del livello marino, sia a deformazioni tettoniche connesse ai processi di convergenza tra la Placca Africana e quella Euroasiatica, che provocarono blandi inarcamenti della piattaforma con relativa emersione.

Tali emersioni permettevano l'esposizione di ampie zone della Piattaforma Apula con la creazione di vaste paludi e acquitrini. Le continue variazioni del livello marino durante il Cretaceo avrebbero quindi permesso l'emersione di ampi tratti della piattaforma. Un'importante ed estesa emersione della Piattaforma Apula fu quella avvenuta nel **Cretaceo superiore** quando si instaurò un lungo periodo di continentalità indotto da un sollevamento litosferico, intraplacca, connesso alle fasi iniziali del processo di collisione tra la Placca Africana e quella Euroasiatica.

Tra la fine del **Cretaceo e l'inizio del Cenozoico** la Piattaforma Apula subì un ampio inarcamento, evolvendosi progressivamente in una vasta area emersa, corrispondente in gran parte all'attuale

territorio pugliese. L'ambiente continentale si protrasse per quasi tutto il Cenozoico. Durante il Paleogene la sedimentazione carbonatica di piattaforma continuò saltuariamente sia sui margini della piattaforma che sui fondali antistanti, caratterizzati da evidenti lacune stratigrafiche e discordanze stratigrafiche nelle relative successioni sedimentarie, indotte da circoscritte ingressioni del livello marino connesse da fenomeni di natura locale (tettonici) o globale (eustatici). Tali successioni costituiscono lembi di esiguo spessore ed estensione, attualmente localizzati lungo la fascia costiera garganica e salentina, all'epoca depositatesi soprattutto in ambienti di piattaforma-scarpata e pendio e localmente, durante il Paleocene, in ambiente bacinale. Durante le fasi geodinamiche eoceniche avvennero, inoltre, importanti manifestazioni vulcaniche intraplaça. In particolare, con l'Eocene superiore, si raggiunse la sutura dell'Oceano Ligure-piemontese, ed i margini continentali della Placca Africana e di quella Euroasiatica entrarono in collisione. Inoltre, un magmatismo calcalino di arco a Ovest del massiccio corsosardo, la rotazione di 30°-50° di questo massiccio e l'apertura di un bacino di retro-arco dietro lo stesso massiccio, sono alcuni degli eventi geodinamici associati a questa fase di convergenza, al termine della quale si creò la Catena Appenninica. A partire dal **miocene inferiore**, il settore crostale pugliese cominciò a subire gli effetti deformativi connessi alla formazione sia della Catena Appenninica, ad Ovest, sia di quella dinarica, ad Est, assumendo così il ruolo di Avampaese. Inoltre, durante le fasi di costruzione dell'Appennino, l'Avampaese Apulo assunse progressivamente l'inflessione ed il sottoscorrimento dei margini rivolti verso i fronti di avanzamento degli opposti edifici tettonici (Ricchetti & Mongelli, 1980) determinando così l'assetto morfostrutturale di pilastro tettonico (Horst), dislocato da faglie in diversi blocchi che subirono abbassamenti e sollevamenti. Prima del significativo abbassamento del mare avvenuto durante il messiniano ("crisi di salinità del messiniano" nota in tutta l'area del mediterraneo), circoscritte ingressioni marine, con la sedimentazione di carbonati, coinvolsero le porzioni marginali dell'Avampaese Apulo durante il miocene. Un'estesa **trasgressione marina** caratterizzò la fine del **messiniano**: gran parte delle aree emerse dell'Avampaese Apulo furono sommerse e si individuò la **Fossa Bradanica**, bacino marino interposto tra l'Appennino Meridionale e l'Avampaese. Durante il Pliocene inferiore e medio, diverse emersioni ed immersioni coinvolsero l'Avampaese, testimoniate da depositi carbonatici di piattaforma aperta. Durante il Pliocene superiore, mentre il fronte di accavallamento appenninico migrava verso Est, l'area in esame appariva come un vasto arcipelago, dove i blocchi sollevati costituivano delle isole rocciose calcaree, mentre i blocchi ribassati corrispondevano a bracci di mare poco profondi; la Fossa Bradanica era quindi un bacino marino profondo. Lungo le coste di queste isole si depositavano sabbie e ghiaie carbonatiche, mentre argille emipelagiche si sedimentavano nei settori marini poco profondi a fronte dell'Appennino. Alla fine del Pliocene superiore e all'inizio del Pleistocene inferiore, a causa del lento e progressivo affondamento, molte delle isole furono sommerse dal mare e le aree marine poco profonde si ampliarono con la conseguente deposizione delle argille emipelagiche. La tappa finale dell'evoluzione geodinamica del territorio pugliese, tuttora in atto, iniziò nel **Pleistocene**, quando l'Avampaese Apulo e la Fossa Bradanica cominciarono a sollevarsi come conseguenza della locale resistenza alla subduzione della porzione pugliese della Placca Adriatica, caratterizzata da uno spessore maggiore della litosfera continentale (100-110 km) rispetto a quella adriatica (70 km). A partire da quel momento, si registrarono variazioni del livello del mare correlate a fenomeni tettonici (sollevamento della Piattaforma Apula e Fossa Bradanica) ed a cambiamenti climatici (intervalli glaciali ed intervalli interglaciali) che portarono alla deposizione di depositi regressivi costieri del Pleistocene inferiore-medio e di depositi marini terrazzati del Pleistocene medio-superiore, nonché di depositi alluvionali terrazzati pleistocenici.

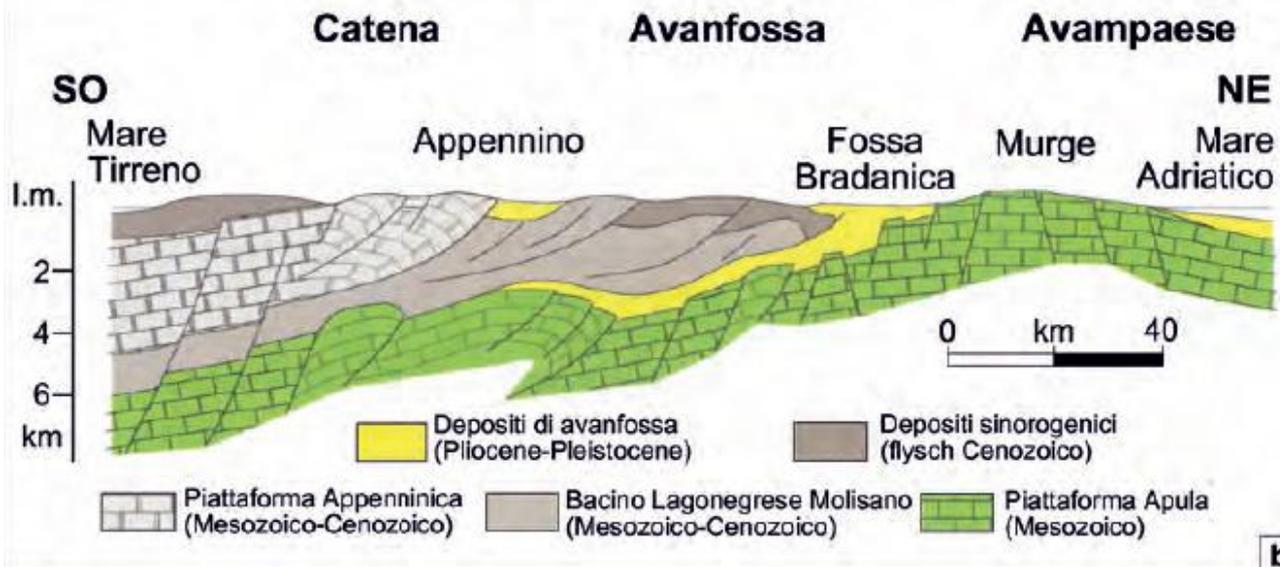


Figura 5-1 Carta geologica e sezione dell'Italia centro meridionale (Cotecchia, 2014).

5.2 Stratigrafia

L'area di progetto si inserisce nella zona di passaggio tra i depositi plio-pleistocenici (depositi marini post cambriani e "Calcareniti di Gravina") ed i depositi calcarei del Cretaceo (Calcari di Bari) che caratterizzano le Murge.

La figura seguente è stata tratta dal Foglio 176 "Barletta" della Carta Geologica D'Italia alla scala 1:100.000.

Si nota che il percorso a terra del cavidotto interessa una limitata fascia di depositi sabbiosi costieri attuali, per poi attraversare un'ampia fascia (circa 4.5 km a partire dalla costa) di depositi di origine marina (di epoca pleistocenica) litologicamente costituiti da sabbie fini in prevalenza quarzose, con straterelli cementati e da calcareniti grossolane. Procedendo verso l'interno, il cavidotto interessa zone in cui si alternano i depositi marini pleistocenici con i litotipi della formazione Pliocenica della "Calcareniti di Gravina" (calcareniti calcareniti bianche o giallastre a vario grado di cementazione con frammenti di coralli). Il percorso previsto sembra interessare solo marginalmente i litotipi cretacei della formazione del Calcari di Bari, inoltre, localmente in prossimità del corso del Canale Camaggi, il cavidotto interferisce con depositi alluvionali recenti, sabbiosi e ghiaiosi.

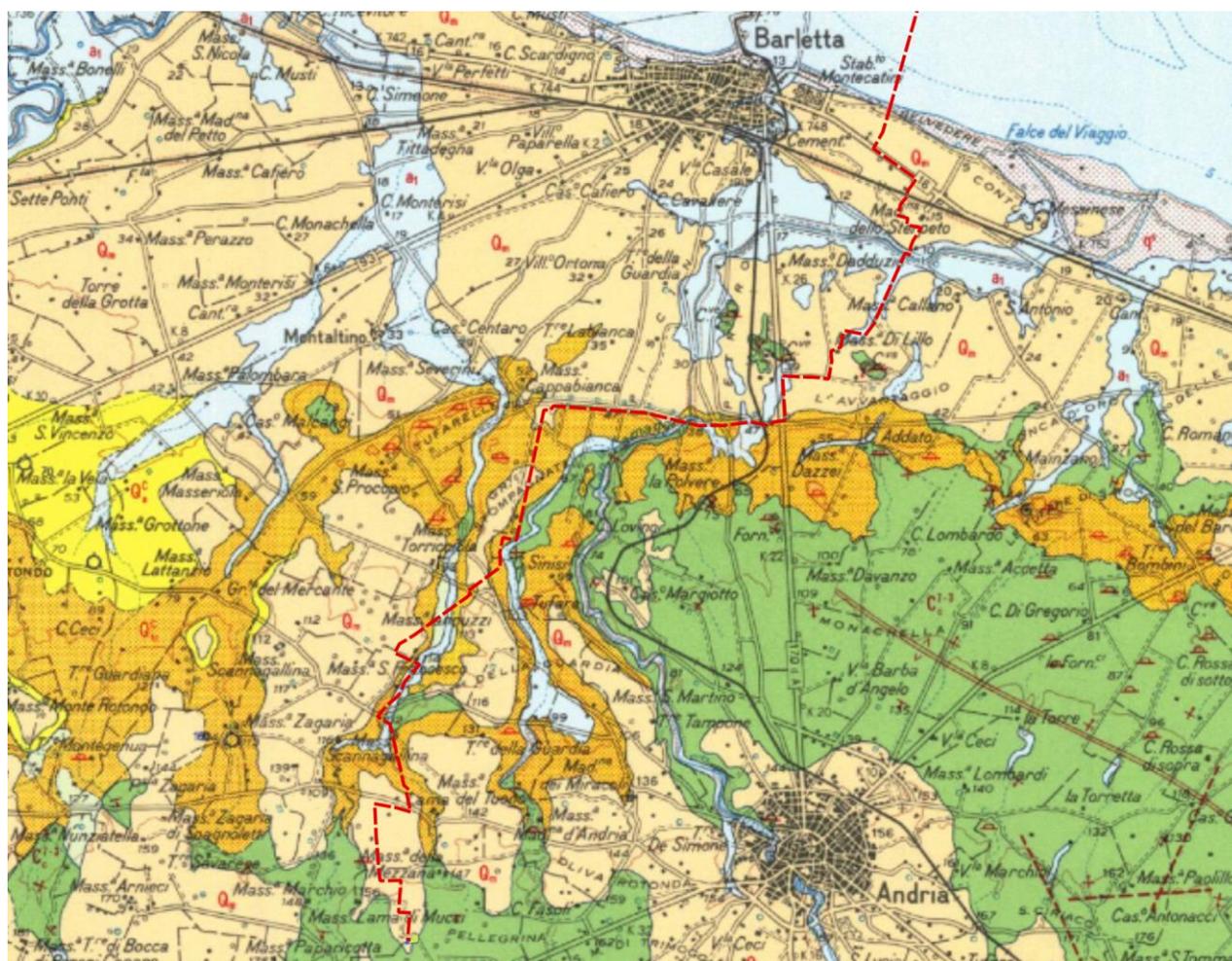


Figura 5-2 Estratto dal Foglio "Barletta" della Carta Geologica D'Italia. La linea rossa tratteggiata rappresenta il percorso del cavidotto.

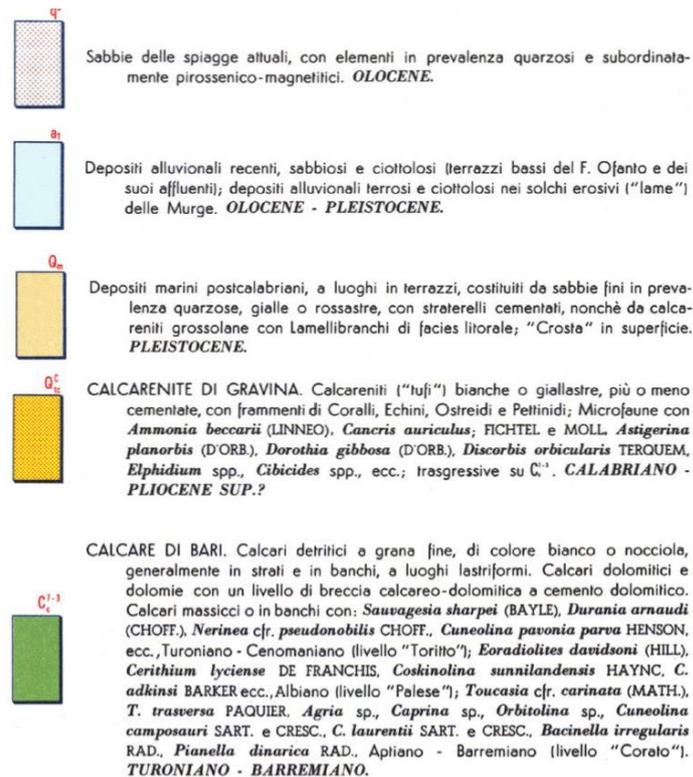


Figura 5-3 Legenda della carta geologica della figura precedente.

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 ricavate dalle perforazioni eseguite nel corso degli anni. La figura riportata nel seguito indica la posizione ed i codici di quelle realizzate più in prossimità del percorso di interesse.

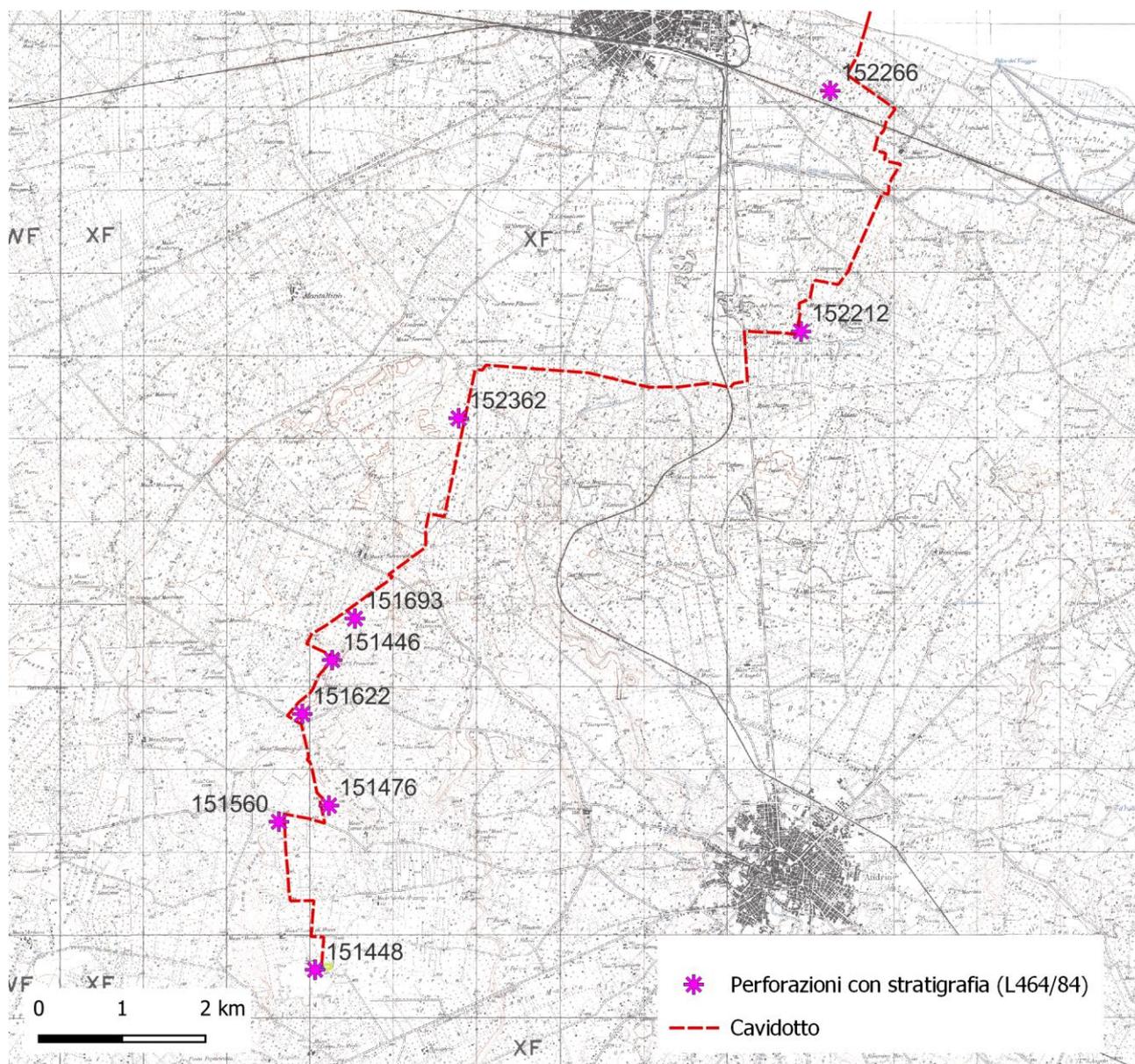


Figura 5-4 Ubicazione delle perforazioni eseguite nella zona di interesse.

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)
151448	1990	260.0	170.0	159.0
Pozzo				
Spessore (mt)	STRATIGRAFIA			
7.0	TERRENO VEGETALE			
119.0	CALCARE GRIGIO COMPATTO			
65.0	CALCARE GRIGIO FESSURATO			
69.0	CALCARE GRIGIO COMPATTO			

Codice	Anno	Prof. Raggiunta (m)	Quota p.c. (mslm)	Prof falda (m)
151560 Pozzo	1994	240.0	107.0	107.0
Spessore (mt)	STRATIGRAFIA			
1.0	TERRENO VEGETALE			
1.0	CROSTA SUPERFICIALE			
57.0	CALCARE FRATTURATO			
44.0	CALCARE DOLOMITICO			
61.0	CALCARE FRATTURATO CON STRATI DI ARGILLA			
24.0	CALCARE			
2.0	CALCARE CARSIFICATO			
22.0	DOLOMIA			
14.0	CALCARE DOLOMITICO			
2.0	CALCARE CARSIFICATO			
12.0	CALCARE DOLOMITICO			

Codice	Anno	Prof. Raggiunta (m)	Quota p.c. (mslm)	Prof falda (m)
151476 Pozzo	1990	220.0	96.0	95.0
Spessore (mt)	STRATIGRAFIA			
1.0	TERRENO VEGETALE			
24.0	ROCCIA FRATTURATA			
36.0	ROCCIA GRIGIA			
58.0	ROCCIA BIANCA			
61.0	ROCCIA GRIGIA			
16.0	ROCCIA FRATTURATA			
24.0	ROCCIA BIANCA			

Codice	Anno	Prof. Raggiunta (m)	Quota p.c. (mslm)	Prof falda (m)
151622 Pozzo	1997	179.0	96.0	100.0
Spessore (mt)	STRATIGRAFIA			
32.0	TUFO			
18.0	CALCARE BIANCO STRATIFICATO			
2.0	VUOTO			
8.0	CALCARE BIANCO COMPATTO			
12.0	CALCARE BIANCO STRATIFICATO			
18.0	CALCARE BIANCO			
30.0	CALCARE BIANCO STRATIFICATO CON PRESENZA D'ACQUA			
2.0	ARGILLA ROSSA			
8.0	CALCARE BIANCO COMPATTO			
12.0	CALCARE BIANCO STRATIFICATO CON PRESENZA D'ACQUA			
21.0	CALCARE BIANCO			
19.0	CALCARE BIANCO STRATIFICATO CON PRESENZA D'ACQUA			

Codice	Anno	Prof. Raggiunta (m)	Quota p.c. (mslm)	Prof falda (m)
151446 Pozzo	1990	200.0	115.0	93.0
Spessore (mt)	STRATIGRAFIA			
1.0	TERRENO VEGETALE			
58.0	TUFO			
21.0	ROCCIA BIANCA			
2.0	ARGILLA ROSSA			
6.0	CALCARE GRIGIO			
3.0	CALCARE BIANCO CON PICCOLA FALDA			
109.0	CALCARE CON INTERPOSTA ARGILLA E FALDE ACQUIFERE			

Codice	Anno	Prof. Raggiunta (m)	Quota p.c. (mslm)	Prof falda (m)
151693 Pozzo	1999	170.0	100.0	100.0
Spessore (mt)	STRATIGRAFIA			
0.5	TERRA			
59.5	TUFO			
12.0	CALCARE GRIGIO STRATIFICATO			
1.0	ARGILLA ROSSA			
9.0	CALCARE GRIGIO STRATIFICATO			
2.0	ARGILLA ROSSA			
9.0	CALCARE GRIGIO STRATIFICATO			
1.0	ARGILLA ROSSA CON VUOTO			
23.0	CALCARE GRIGIO STRATIFICATO			
11.0	CALCARE GRIGIO COMPATTO			
4.0	CALCARE GRIGIO STRATIFICATO CON ACQUA			
24.0	CALCARE GRIGIO COMPATTO			
6.0	CALCARE GRIGIO STRATIFICATO CON ACQUA			
5.0	CALCARE GRIGIO COMPATTO			
1.0	ARGILLA ROSSA CON ACQUA			
2.0	CALCARE GRIGIO STRATIFICATO			

Codice	Anno	Prof. Raggiunta (m)	Quota p.c. (mslm)	Prof falda (m)
152362 Pozzo	1999	112.0	60.0	60.0
Spessore (mt)	STRATIGRAFIA			
1.0	TERRENO VEGETALE			
0.5	CAPPELLO			
2.0	SABBIA GIALLASTRA			
1.5	ARGILLA GIALLA			
20.0	TUFO			
20.0	ROCCIA BIANCA			
15.0	ROCCIA FRATTURATA			
19.0	ROCCIA GRIGIA			
11.0	ROCCIA BIANCA			
1.5	ROCCIA BIANCA CON FALDA			
11.5	ROCCIA GRIGIA			
5.0	ROCCIA CON FALDA			
4.0	ROCCIA GRIGIA			

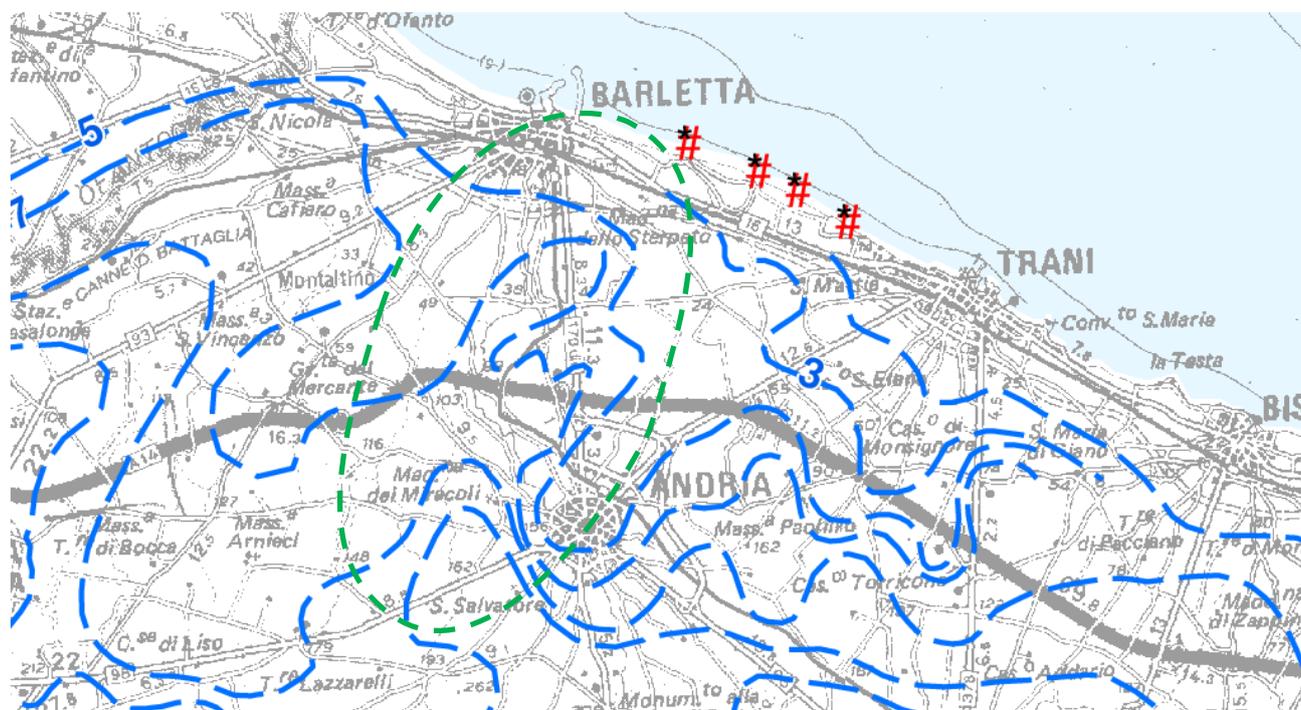
Codice	Anno	Prof. Raggiunta (m)	Quota p.c. (mslm)	Prof falda (m)
152212 *Cer Pozzo	1996	42.0	40.0	33.0
Spessore (mt)	STRATIGRAFIA			
0.5	TERRENO VEGETALE			
1.5	CROSTA CALCAREA (PLEISTOCENE)			
1.5	SABBIA CARBONATICA GIALLASTRA (PLEISTOCENE)			
1.0	ARGILLA DEBOLMENTE SABBIOSA (PLEISTOCENE)			
2.5	SABBIONE TUFACEO CON TROVANTI CALCARENITICI (PLEISTOCENE)			
8.0	CALCARENITE ORGANOGENA (PLIOCENE)			
15.0	CALCARE BIANCO COMPATTO (CRETACEO)			
5.0	CALCARE DOLOMITICO (CRETACEO)			
3.0	CALCARE DOLOMITICO FRATTURATO CON PRESENZA D'ACQUA (CRETACEO)			

Codice	Anno	Prof. Raggiunta (m)	Quota p.c. (mslm)	Prof falda (m)
152266 Pozzo	1997	7.0	13.0	12.0
Spessore (mt)	STRATIGRAFIA			
1.0	TERRENO VEGETALE			
1.0	SABBIA CALCAREA CEMENTATA			
8.0	SABBIA GIALLA			
3.0	SABBIA CEMENTATA			
7.0	CIOTTOLI			
7.0	ARGILLA GIALLA CON INTERCALAZIONI SABBIOSE			
13.0	ARGILLA GIALLA			
2.0	SABBIA CEMENTATA			
16.0	ARGILLA BLU			
6.0	TUFO			
6.0	ROCCIA FRATTURATA			

5.3 Idrogeologia

Informazioni riguardanti l'idrogeologia della zona di intervento sono desumibili dalle carte e dai documenti contenuti nel **Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia**. L'area in oggetto ricade in quello che viene definito **Acquifero della Murgia**; la falda carsica murgiana ha sede nelle rocce calcareo-dolomitiche di età mesozoica della Piattaforma apula raramente ricoperte per trasgressione da sedimenti calcarenitici quaternari. Tali rocce, permeabili per fratturazione e carsismo, sono in connessione idraulica rispetto alla circolazione di fondo che è a sua volta influenzata da fattori stratigrafici e strutturali oltre che dalla distribuzione del fenomeno carsico. L'alimentazione idrica della falda si realizza nelle zone più interne e topograficamente più elevate, fino a 40 Km dalla costa, dove i calcari affiorano con continuità e la presenza di forme carsiche superficiali, come inghiottitoi e doline, favorisce una rapida infiltrazione dell'acqua di pioggia. Le precipitazioni, che alimentano le risorse idriche sotterranee, sono irregolarmente distribuite sul territorio e la relativa scarsità di apporti meteorici determina fenomeni di progressiva salinizzazione degli acquiferi soprattutto in prossimità della costa. La falda defluisce direttamente in mare, in maniera diffusa, e la zona di emergenza risulta essere pressoché coincidente con la linea di costa che rappresenta il livello di base della circolazione idrica sotterranea. L'acqua dolce di falda è in contatto con l'acqua marina di intrusione continentale

su cui poggia per la minore densità. La falda circola generalmente in pressione e su più livelli, di norma al di sotto del livello del mare, e fluisce verso mare in direzione perpendicolare alla linea di costa. In prossimità del litorale, l'acqua si rinviene spesso in condizioni di falda libera o confinata poco al di sotto del livello del mare.



— isopiezica (m s.l.m.)

EMERGENZE CENSITE DA S.I.M. DI BARI

Portata < 10 l/s

Portata > 10 l/s

Figura 5-5 Estratto dalla Tavola 6.2 "Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento" PTA Puglia. In verde tratteggiato la zona d'intervento.

5.4 Morfologia e idrografia

Il tracciato del cavidotto si sviluppa dalla quota del livello del mare, ad est della zona portuale di Barletta, a circa 160 m slm all'arrivo alla stazione elettrica Terna di Andria ed è contraddistinto da superfici a debole pendenza e da una morfologia alquanto regolare di tipo tabulare.

Le discontinuità maggiori dell'area sono legate ai corsi d'acqua che interessano la piana (Canale Camaggi, Lama di Mucci e Lama del tuono) e a qualche zona interessata da attività estrattiva.

Per visualizzare l'andamento altimetrico della zona, sono stati utilizzati i dati D.T.M. (Digital Terrain Model) resi disponibili dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (Tarquini S., Isola I., Favalli

M., Battistini A. - 2007) che permettono una buona discretizzazione dell'andamento topografico generale avendo una maglia di circa 10x10 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.

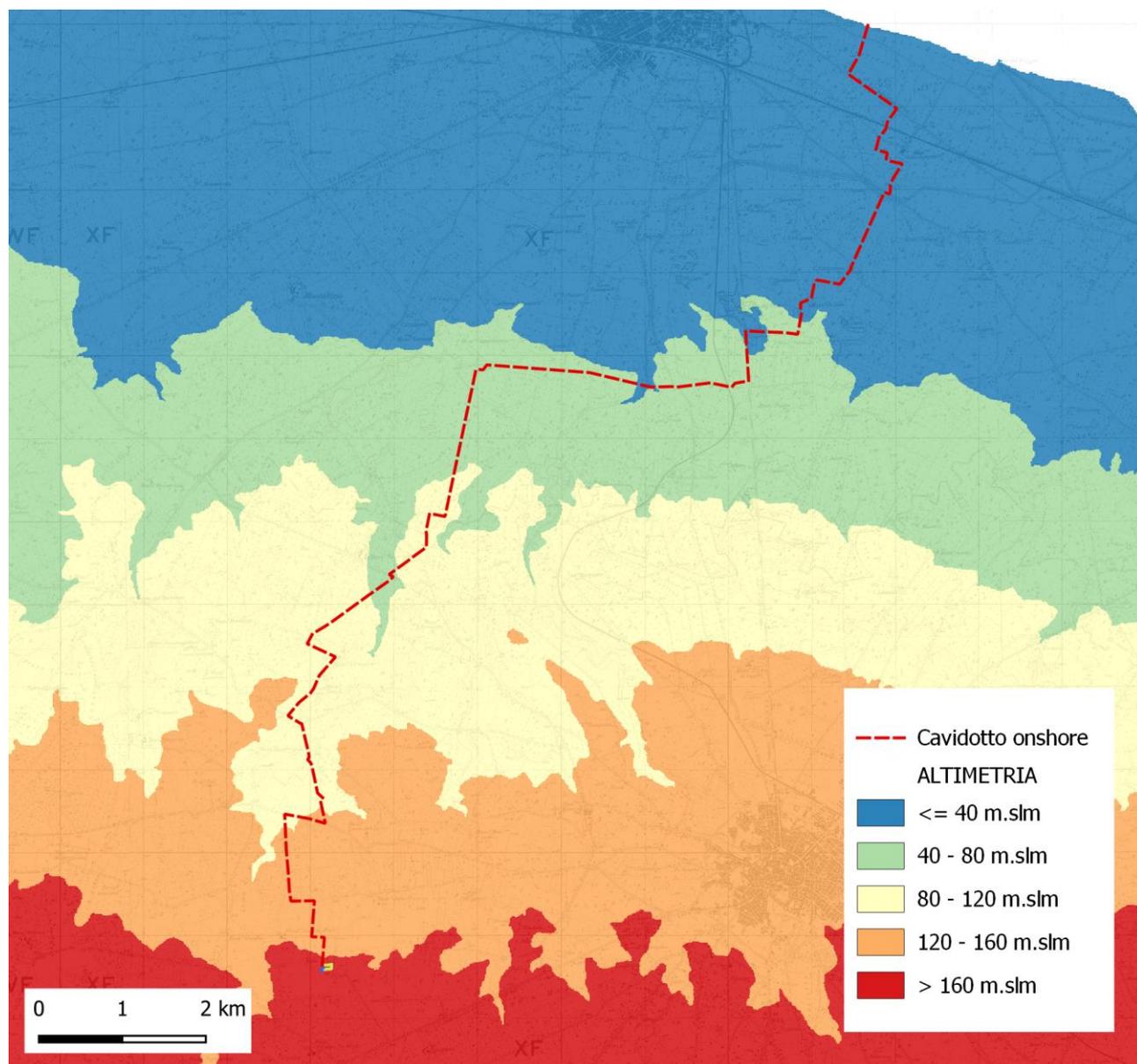


Figura 5-6 Carta dell'altimetria ottenuta dal DTM "Tinality" (Tarquini S., Isola I., Favalli M., Battistini A. - 2007).

La figura seguente rappresenta invece le pendenze, anch'esse derivate dal modello digitale del terreno, del piano campagna di un intorno significativo delle zone di intervento. Si osserva che il tracciato del cavidotto a terra è posizionato prevalentemente su superfici sub-pianeggianti che per lo più costeggiano i tracciati stradali e che le discontinuità più rilevanti si individuano nella fascia più distante dalla costa in concomitanza con i sistemi di drenaggio citati in precedenza.

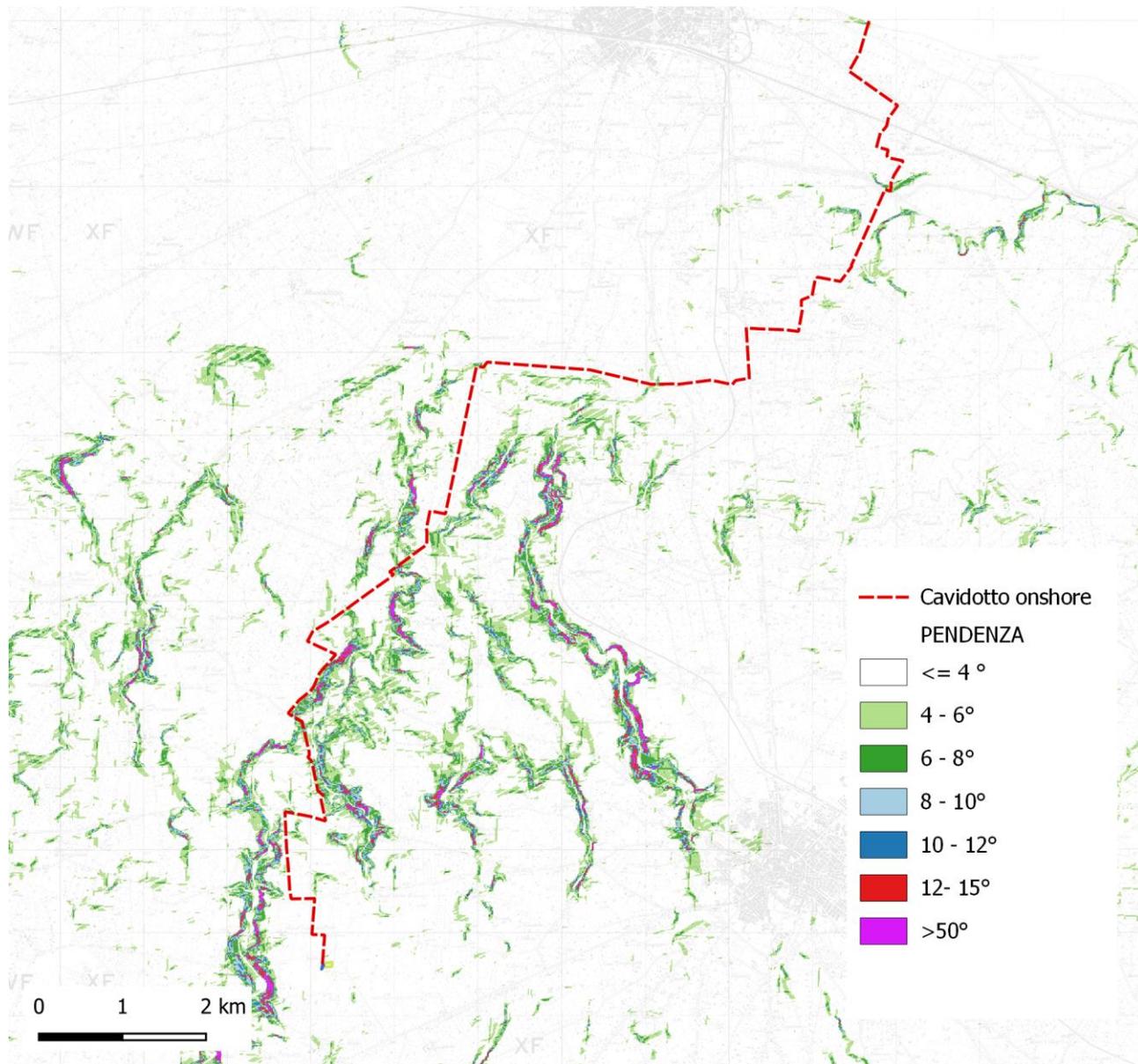


Figura 5-7 Carta delle pendenze ricavata dal DTM "Tinity".

La stabilità morfologica dell'area risulta pertanto elevata, sia per la scarsa o nulla pendenza dei terreni, sia per la limitata presenza di linee d'incisione sul terreno. Inoltre, nel percorso di progetto non sono note e cartografate problematiche relative alla presenza di cavità sotterranee legate alla dinamica carsica (doline, ecc).

Il reticolo idrografico dell'area ed in generale in tutta la piana, è scarsamente inciso; il tracciato del cavidotto a terra, attraverserà il corso del Canale Camaggi in due punti come anche quello della Lama di Mucci. Secondo il Piano Gestione del Rischio Alluvioni (**PGRA**) la dinamica idraulica di tali corsi d'acqua determina situazioni di pericolosità idraulica che interferiscono planimetricamente con il progettato. Nella figura seguente vengono indicate le perimetrazioni indicate nel PGRA.

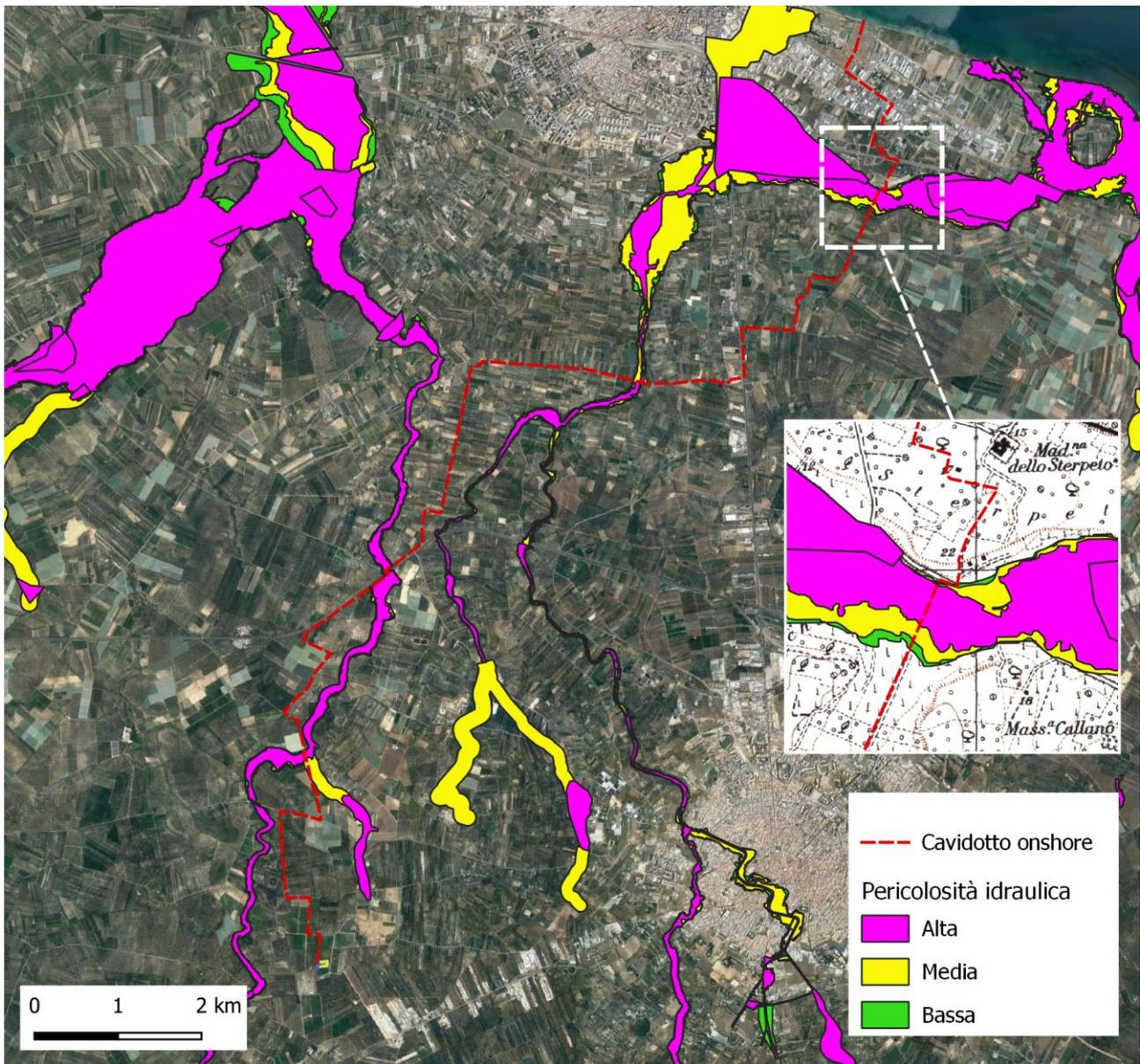


Figura 5-8 Pericolosità idraulica indicata nel P.G.R.A.

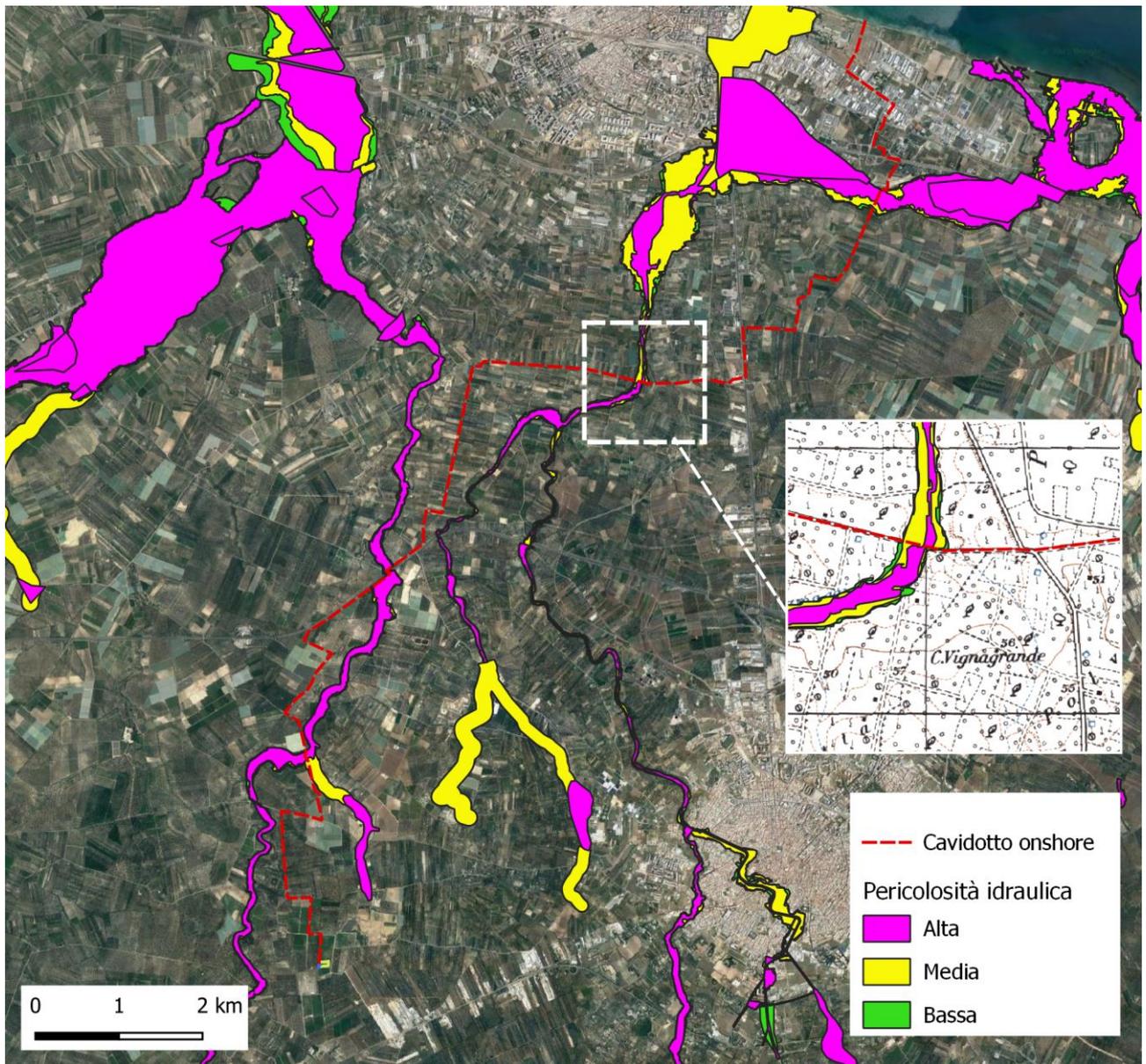


Figura 5-9 Pericolosità idraulica indicata nel P.G.R.A.

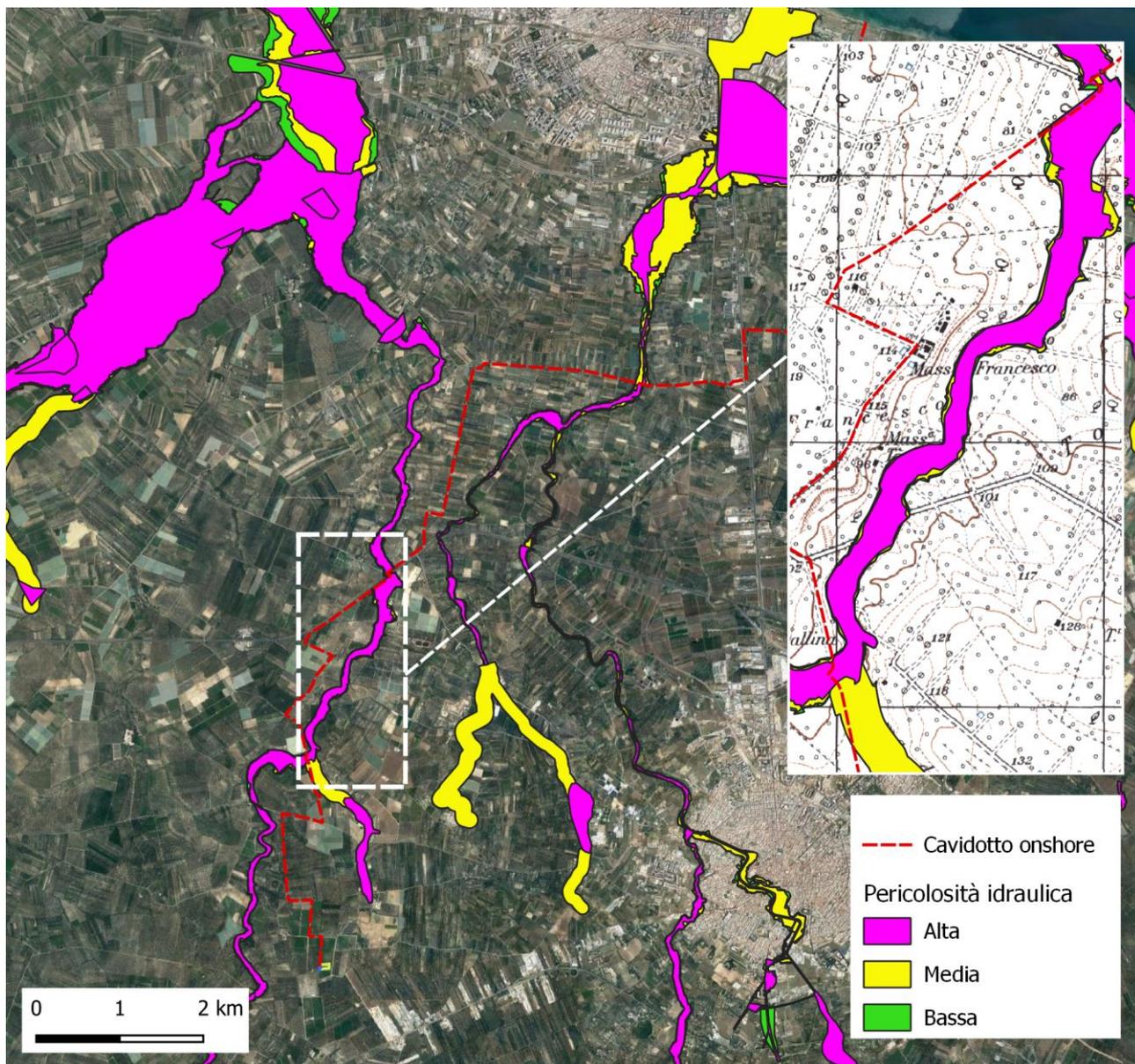
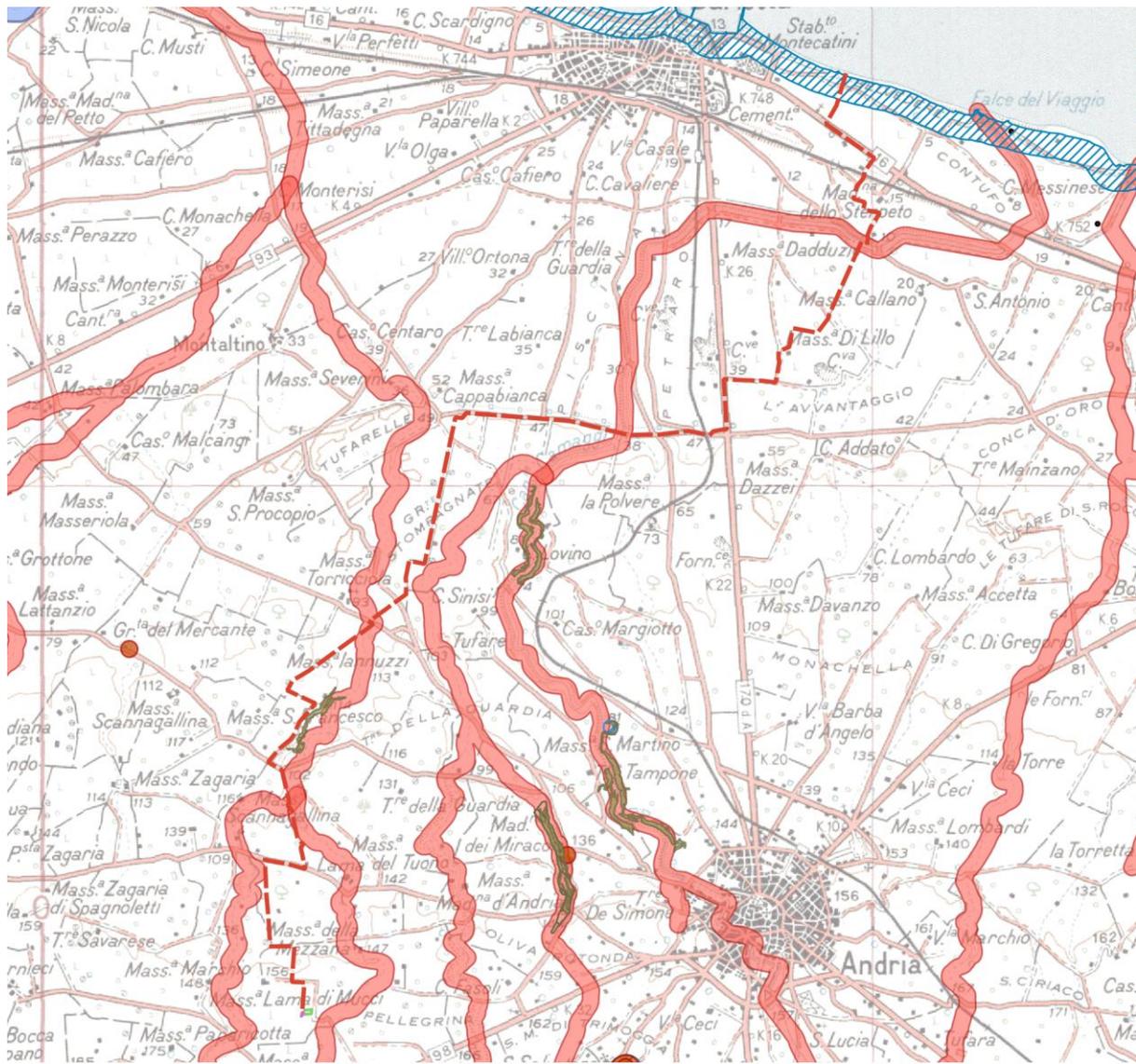


Figura 5-10 Pericolosità idraulica indicata nel P.G.R.A.

Il Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (P.P.T.R) persegue le finalità di tutela e valorizzazione, nonché di recupero e riqualificazione dei paesaggi di Puglia, descrive e norma le attività possibili nelle diverse componenti che descrivono il territorio. In particolare in riferimento alle componenti idrologiche e geomorfologiche il percorso del cavidotto interferisce con la fascia dei “Territori costieri” e con il “reticolo idrografico di connessione della R.E.R.” come possibile verificare nella figura seguente.



— Cavidotto onshore

6.1.1 Componenti geomorfologiche

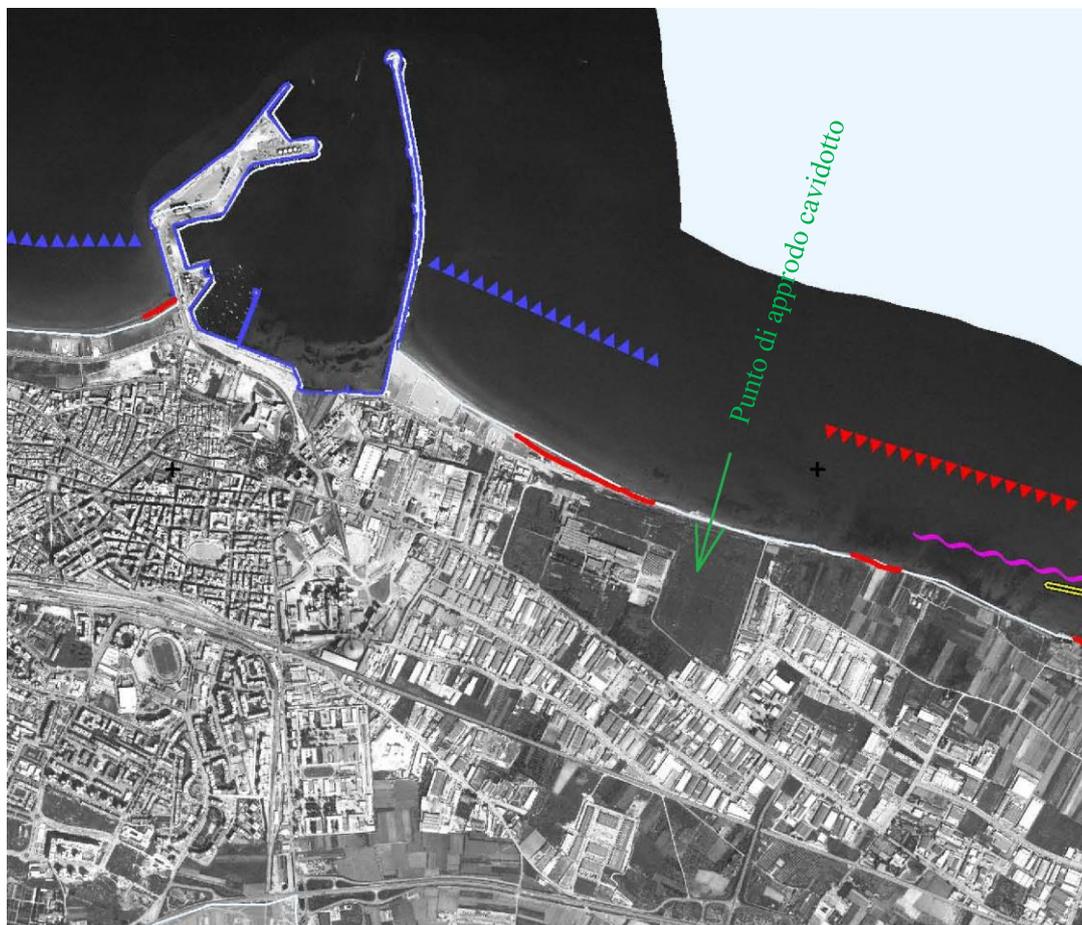
- UCP - Versanti
- UCP - Lame e gravine
- UCP - Doline
- UCP - Grotte (100m)
- UCP - Geositi (100m)

6.1.2 Componenti idrologiche

- BP - Territori costieri (300m)
- BP - Fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche (150m)
- UCP - Reticolo idrografico di connessione della R.E.R. (100m)
- UCP - Sorgenti (25m)

Figura 5-11 Componenti geomorfologiche e idrologiche PPTR.

Il Piano Regionale delle Coste (PRC) è lo strumento che disciplina l'utilizzo delle aree del Demanio Marittimo, con le finalità di garantire il corretto equilibrio fra la salvaguardia degli aspetti ambientali e paesaggistici del litorale pugliese, la libera fruizione e lo sviluppo delle attività turistico ricreative. La zona in cui il cavidotto del progetto approda a terra non sembra indicare tendenze evolutive di rilievo ed è considerata una di quelle in cui si ha "Bassa sensibilità ambientale".



Evoluzione costa sabbiosa

Tendenze evolutive storiche della costa 1950-2003

▼▼▼▼▼▼▼▼ Linea di riva in arretramento

▲▲▲▲▲▲▲▲ Linea di riva in avanzamento

Tendenza evolutiva recente 1992-2005 (10m)

— Arretramento

— Avanzamento

Opere di difesa

— porto

— terrapieni senza gabbionate

Figura 5-12 Estratto dalla tavola n°20 del PRC della Regione Puglia.

6 Inquadramento batimetrico e geomorfologico del fondo marino

L'ambito territoriale su cui insiste il progetto del Parco Eolico è la zona del Mare Adriatico ad est del promontorio del Gargano.

L'area interessata dall'installazione degli aerogeneratori è ubicata, come detto, ad una distanza minima di oltre 36 Km dalla costa, mentre il cavidotto di collegamento alla rete elettrica si sviluppa lungo un percorso di circa 75 Km dalla zona di installazione fino a giungere a terra ad est dell'area portuale di Barletta. La zona di installazione si posiziona in corrispondenza della parte esterna della piattaforma continentale, in un tratto di mare con fondali a profondità comprese tra 120 e 180 m.

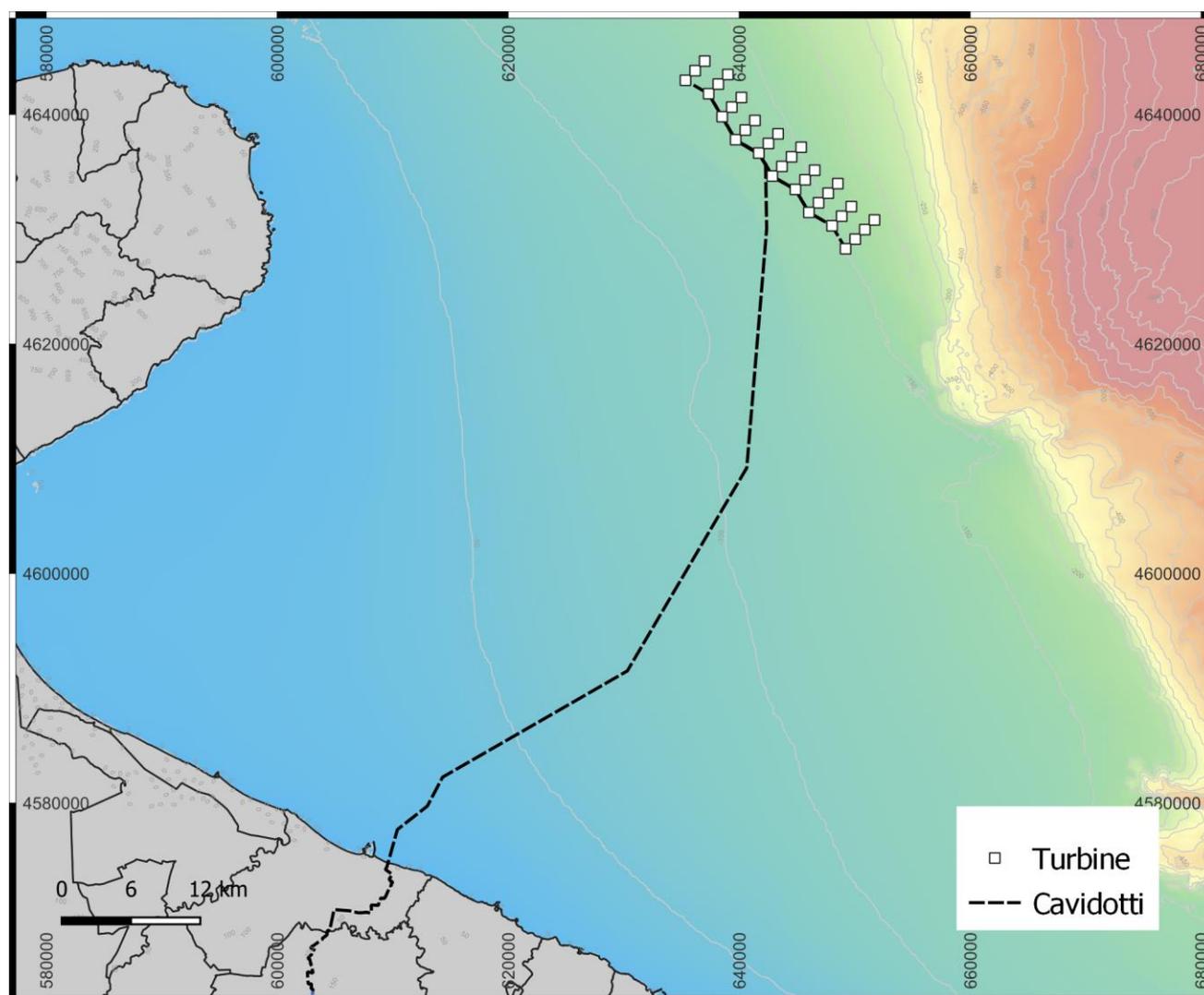


Figura 6-1 Batimetria dell'area del parco eolico.

Informazioni sulla batimetria a grande scala sono desumibili dai risultati del progetto EMODnet (European Marine Observation and Data Network) finanziato dal Direttorato 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 Bathymetry che fornisce un modello digitale del terreno (DTM) e le isobate riportate nella figura precedente.

Nella figura seguente vengono riportate le pendenze del fondo del mare, calcolate sempre dai dati batimetrici ricavati dal progetto EMODnet Bathymetry; si nota come sia la zona di installazione degli aerogeneratori che quella del percorso cavi siano caratterizzate da basse pendenze.

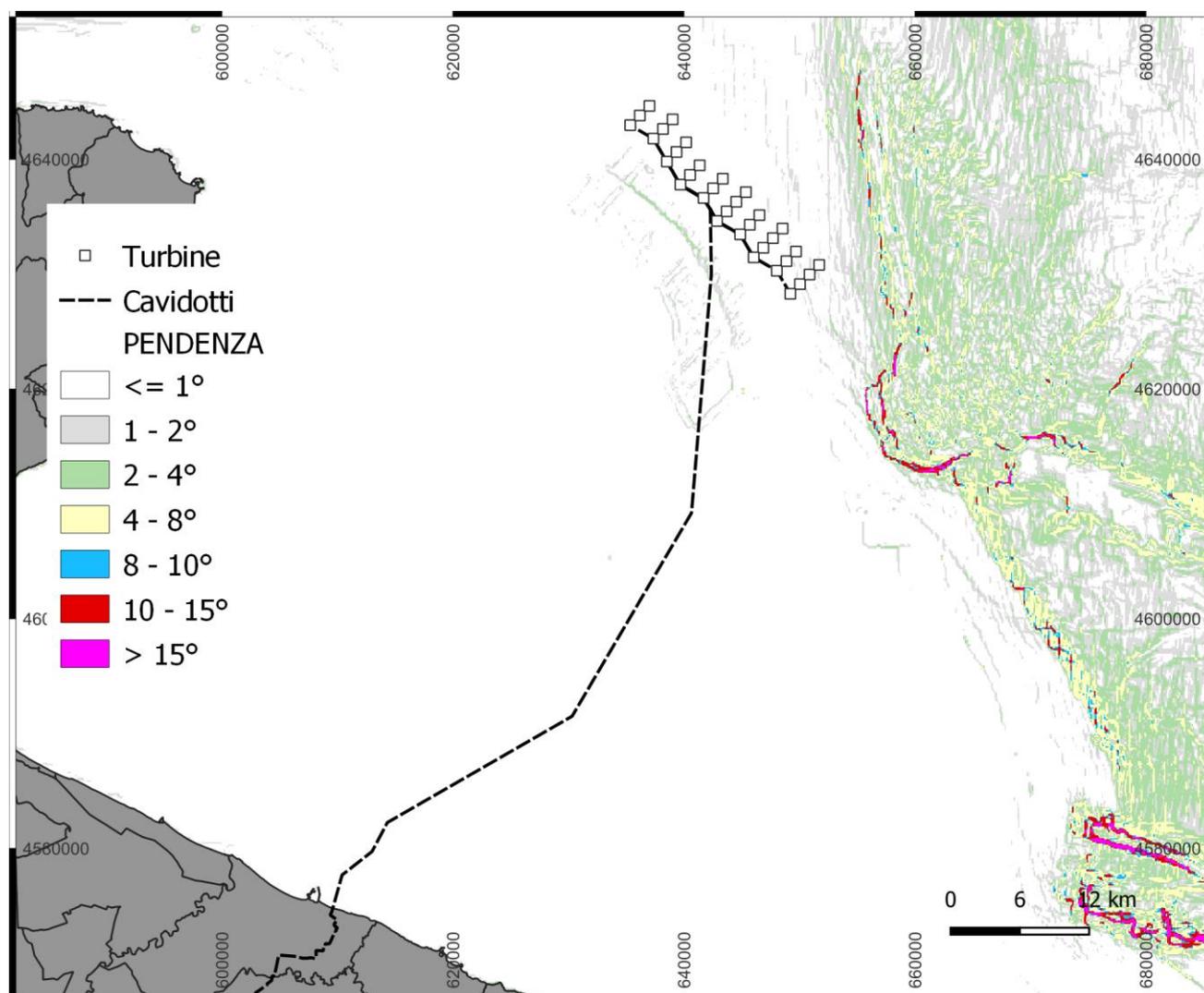


Figura 6-2 Carta delle pendenze del fondo marino, ottenuta dai dati EMODnet.

Informazioni sulla pericolosità dei fondali dei mari italiani (area peninsulare centro-meridionale, Sicilia e Sardegna) possono essere ricavati dai risultati del progetto quinquennale “MaGIC” (Marine Geohazards along the Italian Coasts) avviato nel 2007 tramite un finanziamento del Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio, nell’ambito di un Accordo di Programma Quadro con il Consiglio Nazionale delle Ricerche – CNR.

Il progetto ha consentito lo sviluppo di 72 carte alla scala 1:50.000 degli elementi di pericolosità presenti nei fondali marini; ogni carta è stata organizzata in quattro livelli informativi a dettaglio crescente: i domini fisiografici (contesto geologico e fisiografico dell’area), le unità morfologiche, all’interno delle quali si distinguono gli elementi morfo-batimetrici e i punti di criticità (cioè le aree che meritano una maggiore attenzione).

Risultati ottenuti dal programma “MaGIC” sono stati utilizzati dal Dipartimento della Protezione Civile per dare avvio al progetto “MaGIC 2” (2015) che ha consentito di gerarchizzare i punti di criticità precedentemente individuati ed associare a ciascuno di essi una classe di suscettibilità (“Bassa”, “Media” ed “Alta”), in relazione al loro possibile effetto – diretto od indiretto – sulla costa e sul tratto di mare antistante.

Sebbene quindi il progetto sia finalizzato alla determinazione dei rischi legati alla fascia costiera, lo studio dei centri vulcanici sommersi, delle strutture legate alla fuoriuscita dei fluidi del sottofondo e soprattutto lo studio delle nicchie di frana, dei segni di incipiente instabilità sottomarina e della morfologia del fondale sono informazioni molto utili anche nella progettazione di quelle opere che seppur non realizzate in zone prossime alla costa possono beneficiare delle conoscenze maturate in riferimento allo stato di stabilità dei fondali.

I risultati ottenuti dai progetti “MaGIC” e “MaGIC 2” sono scaricabili (dati sia vettoriali che raster) da un portale dedicato.

La zona dell’installazione degli aerogeneratori è solo parzialmente ricadente all’interno delle aree studiate, in particolare nel foglio n°54 “Vieste”.

La figura seguente riporta, sulla base dei dati “MaGIC”, la posizione di quanto progettato in rapporto ai domini fisiografici. Si nota come già detto che il parco eolico ed il cavidotto interessino unicamente la scarpata continentale.

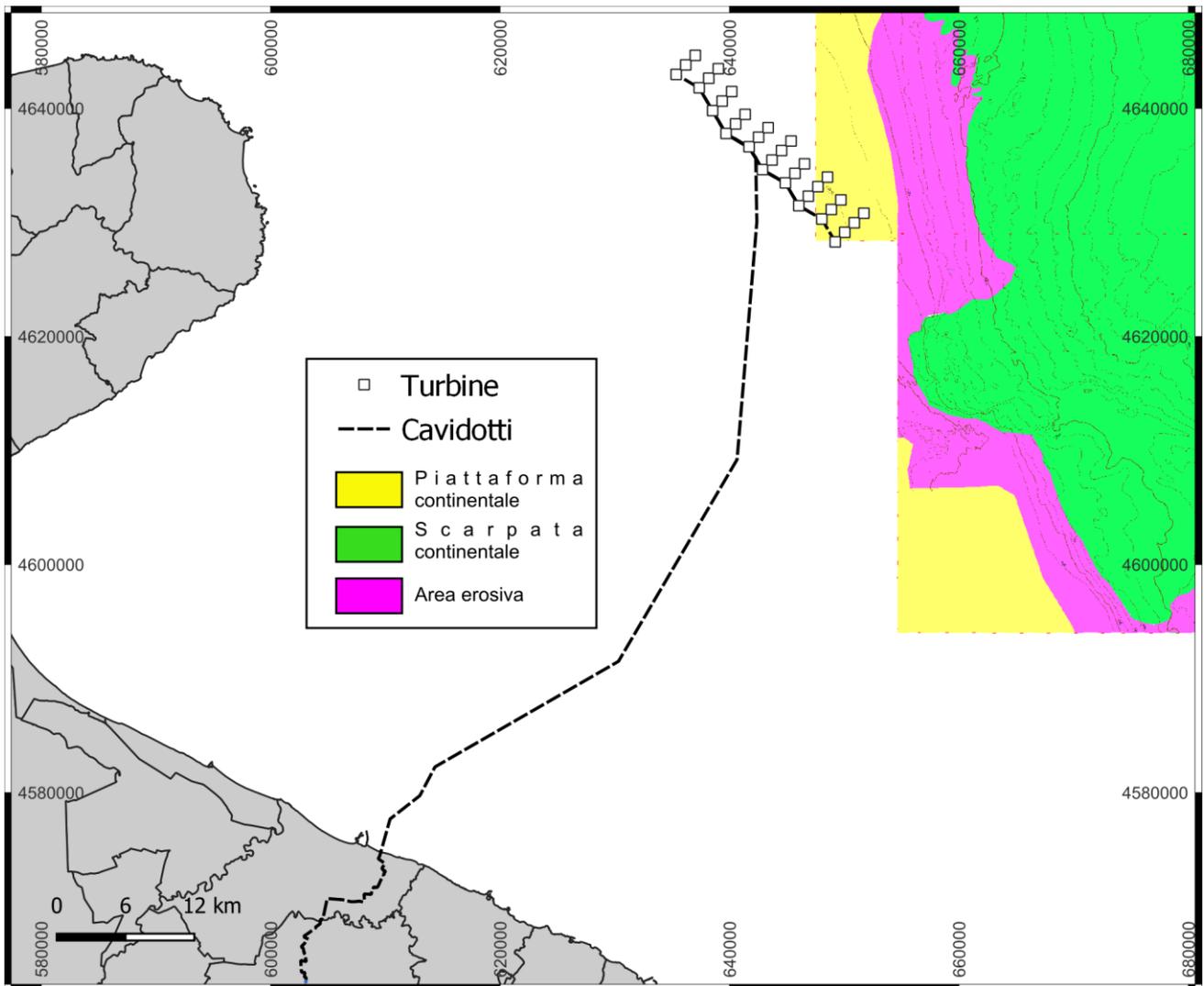


Figura 6-3 Posizione della zona di intervento in rapporto ai domini fisiografici (da dati "MaGIC").

Nel progetto "MaGIC 2", in riferimento alle unità morfologiche, non sono stati evidenziati punti di criticità particolari nella zona di installazione degli aerogeneratori.

La figura seguente riporta le unità morfologiche come indicate nel progetto MaGIC; si nota come l'elemento più importante sia rappresentato dall'estesa zona interessata dalla "Frana Significativa" presente a sud-est della zona d'installazione degli aerogeneratori (a circa 9 km di distanza) ed il cui coronamento è ben visibile anche, nella figura riportata in precedenza (cfr fig 6.2), dalle pendenze del fondo marino.

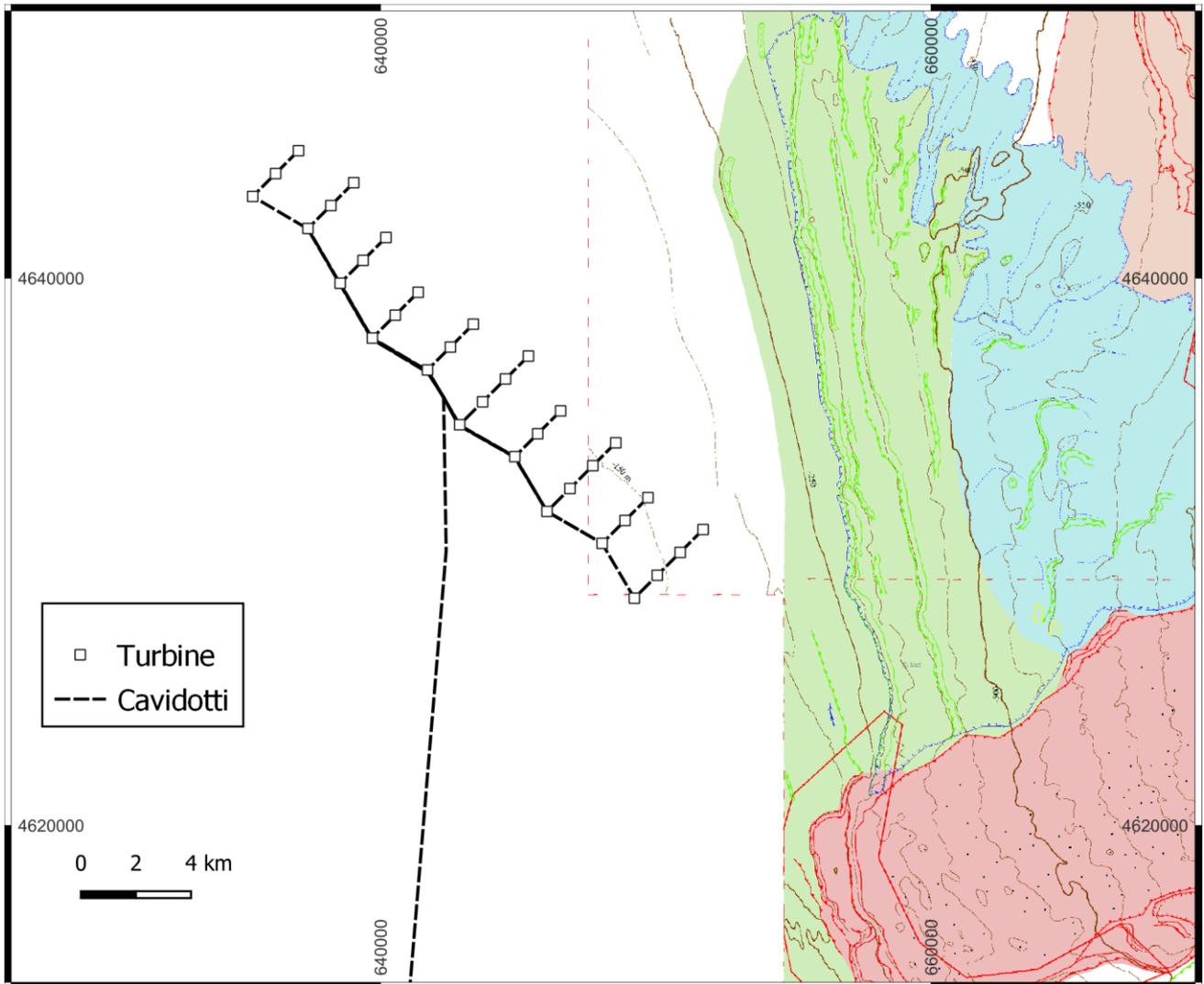


Figura 6-4 Sovrapposizione di quanto progettato con il contenuto dei fogli n°54 "Vieste" e n°53 "Bari" del Progetto MaGIC2.

Livello interpretativo 2: Unità Morfologiche

Canyon/Canali	Affioramento di Substrato Litoide	Area a Depositi di Frana Prevalenti	Area a Forme di Fondo	Area a Depressioni Prevalenti
Frana Significativa	Area a Flussi non Canalizzati	Area a Depositi Contortiti Prevalenti	Area a Fuoriuscita di Fluidi	Area ad Erosione Diffusa
Affioramento Vulcanico	Lineamento Tettonico	Area a Depositi da Flussi Torbidi Prevalenti		

Livello interpretativo 3: Elementi Morfobatimetrici

Scarpata Indefinita (Ciglio a spigolo vivo)	Scarpata Canale con argine (Ciglio)	Scarpata Nicchia di Frana complessa (Base)	Area Dune (Limite)	Cono eruttivo
Scarpata Indefinita (Ciglio a spigolo tondo)	Scarpata Canale minore (Ciglio e spigolo vivo)	Scarpata Nicchia di Frana intracanalale (Ciglio)	Barcana	Fessura di alimentazione
Scarpata Indefinita (Base)	Scarpata Canale minore (Ciglio a spigolo tondo)	Area Frana superficie regolare (Limite)	Area a Barcane (Limite)	Colata lavica (Limite)
Scarpata Erosione generica (Ciglio a spigolo vivo)	Scarpata Canale minore (Base)	Area Frana superficie gibbosa (Limite)	Area a Megarippie (Limite)	Dico
Scarpata Erosione generica (Ciglio a spigolo tondo)	Scarpata Terrazzo intracanalale (Ciglio)	Area Frana a blocchi (Limite)	Area a Megarippie (Limite)	Edificio a testa piatta
Scarpata Erosione generica (Base)	Scarpata Terrazzo intracanalale (Base)	Area Frana di flusso (Limite)	Onda di sedimentazione (Asse)	Hummocky vulcanici (Limite)
Scarpata Piattaforma continentale (Ciglio a spigolo vivo)	Scarpata Terrazzo intracanalale (Base)	Area a fessure di trazione (Limite)	Area deposito intracanalale	Pockmark
Scarpata Piattaforma continentale (Ciglio a spigolo tondo)	Scarpata Terrazzo intracanalale (Base)	Area a creep (Limite)	Area deposito flusso gravitativo non canalizzato	Vulcano di Fango
Scarpata Piattaforma continentale (Base)	Cresta	Zona di traslazione di Frana	Rilievo di origine incerta	Centro Eruttivo
Scarpata Terrazzo deposizionale (Ciglio a spigolo vivo)	Scarpata di Faglia (Ciglio a spigolo vivo)	Dorsale piega di compressione (Asse)	Depressione di origine incerta	Diapiro di Fango
Scarpata Terrazzo deposizionale (Ciglio a spigolo tondo)	Scarpata di Faglia (Ciglio a spigolo tondo)	Canale a fondo concavo	Depressione di origine erosiva	Blocco Stratificato
Scarpata Terrazzo deposizionale (Base)	Scarpata di Faglia (Base)	Canale a fondo a V	Substrato affiorante vulcanico (Limite)	Blocco
Scarpata Canyon/Canale (Ciglio a spigolo vivo)	Dorsale Piega	Solco erosivo	Substrato affiorante generico (Limite)	Espulsione di Fluidi
Scarpata Canyon/Canale (Ciglio a spigolo tondo)	Scarpata Nicchia di Frana semplice (Ciglio)	Area a Pockmark (Limite)	Bloccostruzione	Emissioni Termali
Scarpata Canyon/Canale (Base)	Scarpata Nicchia di Frana semplice (Base)	Area a Pockmark (Limite)	Cratere	
Scarpata Canyon/Canale (Base)	Scarpata Nicchia di Frana complessa (Ciglio)	Duna	Caldera	

Figura 6-5 Legenda dei fogli n°53 "Bari" e n°54 "Vieste" del progetto MaGIC2.

La figura seguente riporta, sempre dal progetto MaGIC, quelle che sono state considerate le zone di maggiore criticità e che comunque distano diversi chilometri dalla zona di progetto; nel seguito una loro breve descrizione.

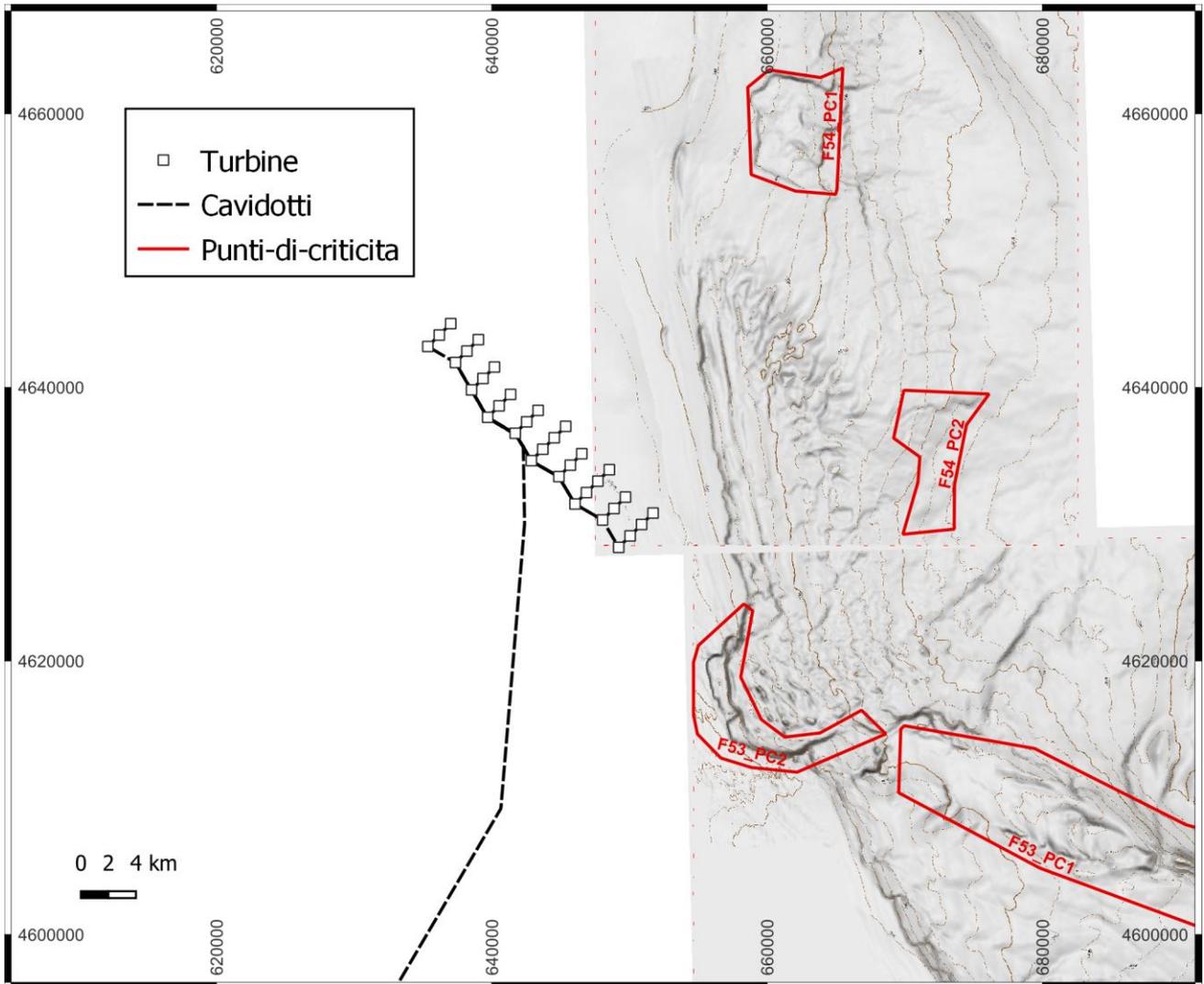


Figura 6-6 Punti di criticità indicati nel Progetto MaGIC.

F54 PC1:

Frana di notevole estensione, con nicchia ben definita (circa 7.5 k di ampiezza) che interessa depositi olocenici, non drappeggiati da unità successive (post frana). Non ci sono evidenze di depositi da trasporto in massa al di sopra di questa nicchia, quindi si può dedurre che il meccanismo di rottura in questa zona sia di tipo retrogressivo e l'area può essere definita attualmente potenzialmente instabile.

F54 PC2:

Frana di media dimensione (circa 5 km di ampiezza della nicchia), localizzata circa 70 km ad est di Vieste. Tale evento di frana interessa depositi olocenici e presenta un meccanismo di rottura di tipo retrogressivo.

F53 PC1:

“Struttura tettonica di Gondola”, è una faglia che è possibile considerare attiva dal punto di vista geologico benchè non sia associata ad una forte sismicità. (forse perché la sua attività sismica ha un tempo di ritorno più lungo rispetto al breve periodo di osservazione disponibile). Un elemento di rischio

è il fatto che, essendo la zona fortemente tettonizzata da strutture associate alla presenza della faglia principale, l'area può essere soggetta a frane con maggiore facilità delle aree circostanti. Infatti alcune nicchie di distacco sono già visibili anche se gli accumuli non sono facilmente separabili da quelli della frana principale di Gondola.

F53 PC2:

“Area di frana di Gondola” La scarpata della nicchia della frana di Gondola (18 km di sviluppo complessivi con una altezza media di circa 200 m) presenta più piani di taglio lungo scarpate secondarie. Il corpo della frana di Gondola, suddiviso in blocchi, ha una lunghezza di 24 km, dal piede della nicchia al fronte più marcato (ma raggiunge 50 km di lunghezza totale se si considera il deposito di frana distale sepolto sotto una spessa coltre di depositi glaciali e postglaciali) e una larghezza di circa 8-10 km. Il corpo di frana ha uno spessore medio di 35 m. A fianco del corpo principale a blocchi è presente un corpo di frana di dimensioni minori la cui morfologia è piuttosto variabile: da regolare, tipo “colata di fango”, a irregolare e gibbosa, con blocchi e/o asperità superficiali. Essa ha una lunghezza di 16 km e una larghezza media di circa 4 km.

7 Inquadramento sismico

La Puglia rispetto ad altre aree del paese è certamente meno coinvolta in manifestazioni sismiche soprattutto in relazione alla frequenza temporale. Questo avviene come conseguenza del fatto che strutturalmente rappresenta un lembo emerso di una placca relativamente rigida e poco deformabile costretta tra le grandi placche Europea ed Africana e che è confinata da regioni strutturalmente più deformabili dove, quindi, gli sforzi derivanti dagli spostamenti relativi tra le diverse placche tendono a scaricarsi sotto forma di terremoti. I fenomeni sismici più rilevanti nella regione sono avvenuti in Capitanata e nel Gargano mentre nel Salento la sismicità appare più moderata. Il territorio inoltre risente dei terremoti che si verificano nel basso ionio e nel versante greco-albanese.

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.

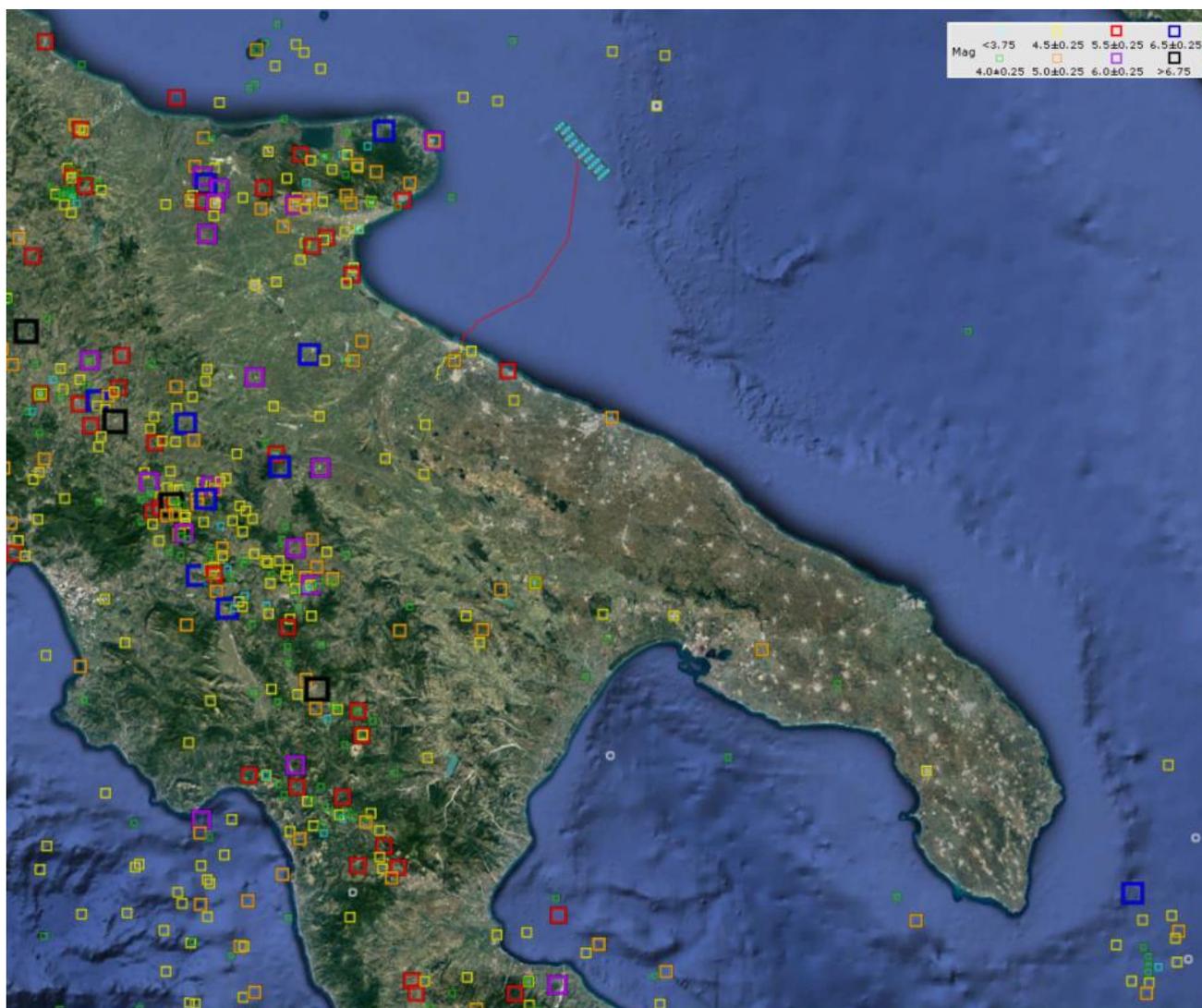


Figura 7-1 Posizione degli epicentri dei terremoti presenti nel database del progetto CPTI15 dell'Istituto Nazionale di geofisica e vulcanologia.

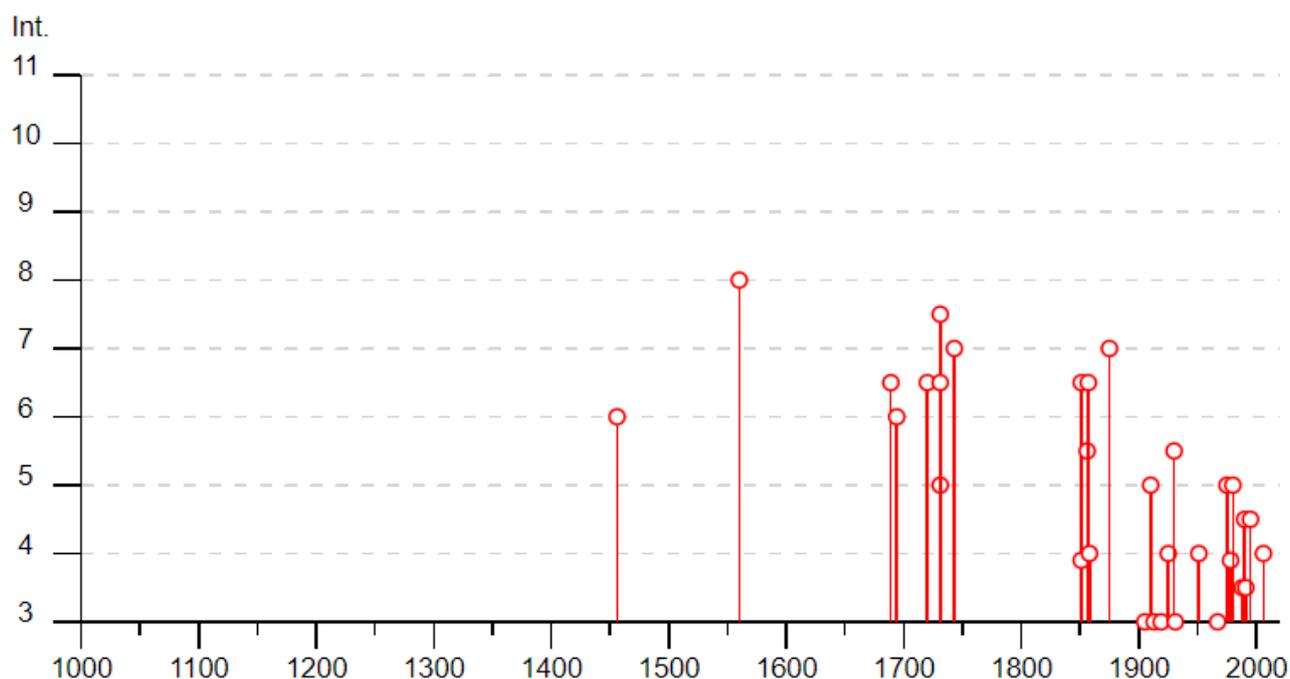


Figura 7-2 Grafico intensità macrosismica/tempo relativo alla storia del comune di Barletta ricavato dal DBMI15.

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 Seismogenetic 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 sua mitigazione.

Le principali sorgenti presenti nel DISS appartengono a due tipologie: le Sorgenti Sismogenetiche Individuali (Individual Seismogenetic 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 Seismogenetic 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 Mare Adriatico meridionale nell'area della Puglia settentrionale, di interesse di questo studio; la figura seguente riporta le sorgenti sismogenetiche di interesse per il progetto.

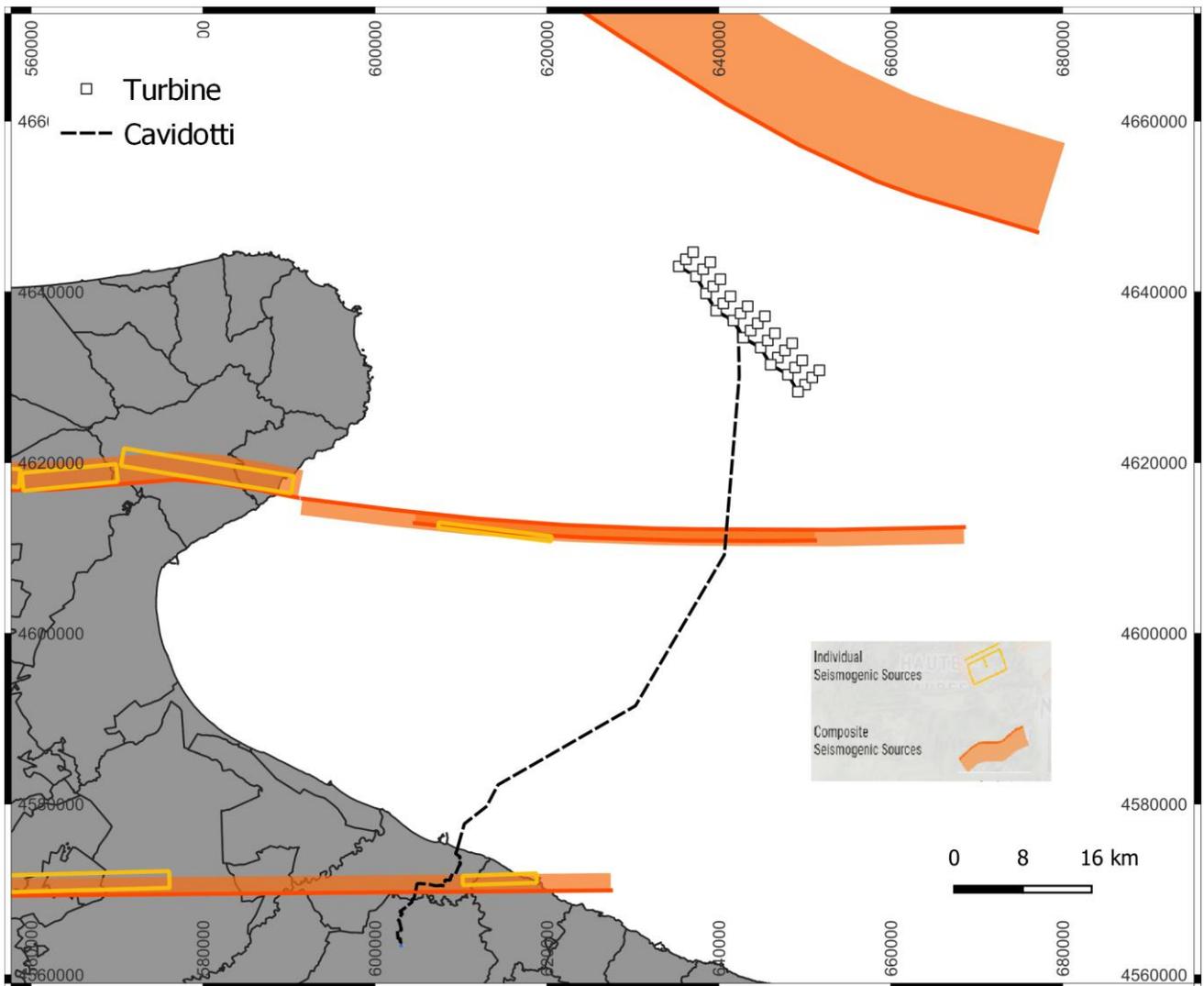
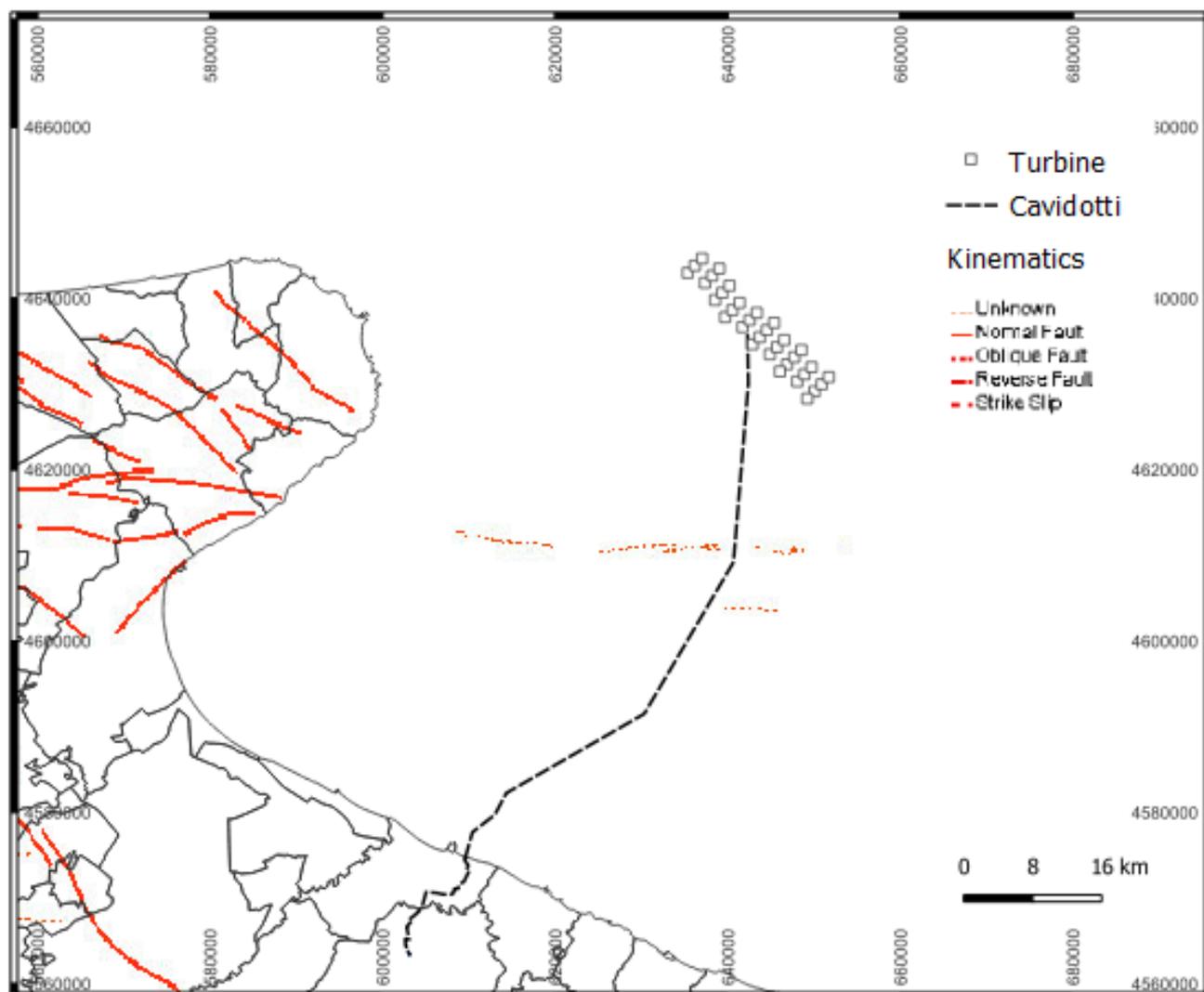


Figura 7-3 Mappa delle sorgenti sismogenetiche indicate nel DISS 3.3.0 dell'Istituto di Geofisica e Vulcanologia.

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”). Come si nota dalla figura seguente non sono note lineazioni che interessano la zona di installazione degli aerogeneratori. La “faglia di Gondola” potrebbe invece interessare il percorso del cavidotto a mare (ad ogni modo va sottolineato che il movimento di tale faglia risalirebbe al pleistocene e non ci sono evidenze di movimenti nell'Olocene o in epoche storiche).



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.

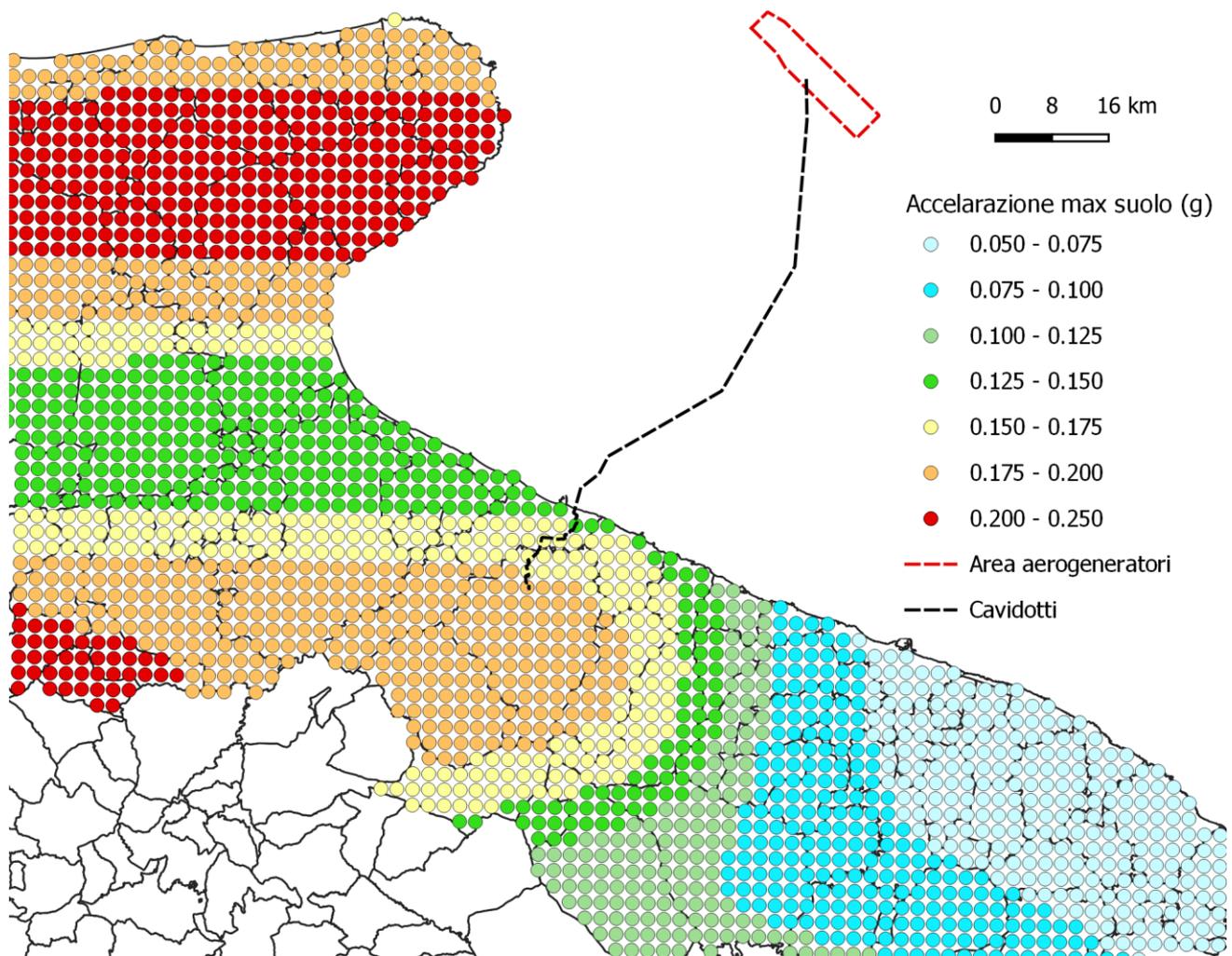


Figura 7-4 Mappa della pericolosità sismica (<http://zonesismiche.mi.ingv.it>) espressa in termini di accelerazione massima del suolo.

Secondo la mappatura realizzata dall'INGV – l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia -, il comune di Barletta ricade in “zona 2” (in questa zona forti terremoti sono possibili), mentre Andria in “zona 3” (in questa zona i forti terremoti sono meno probabili rispetto alla zone 1 e 2).

*Attuale classificazione sismica (DGR n. 153/2004
che ha recepito OPCM n. 3274/2003).*

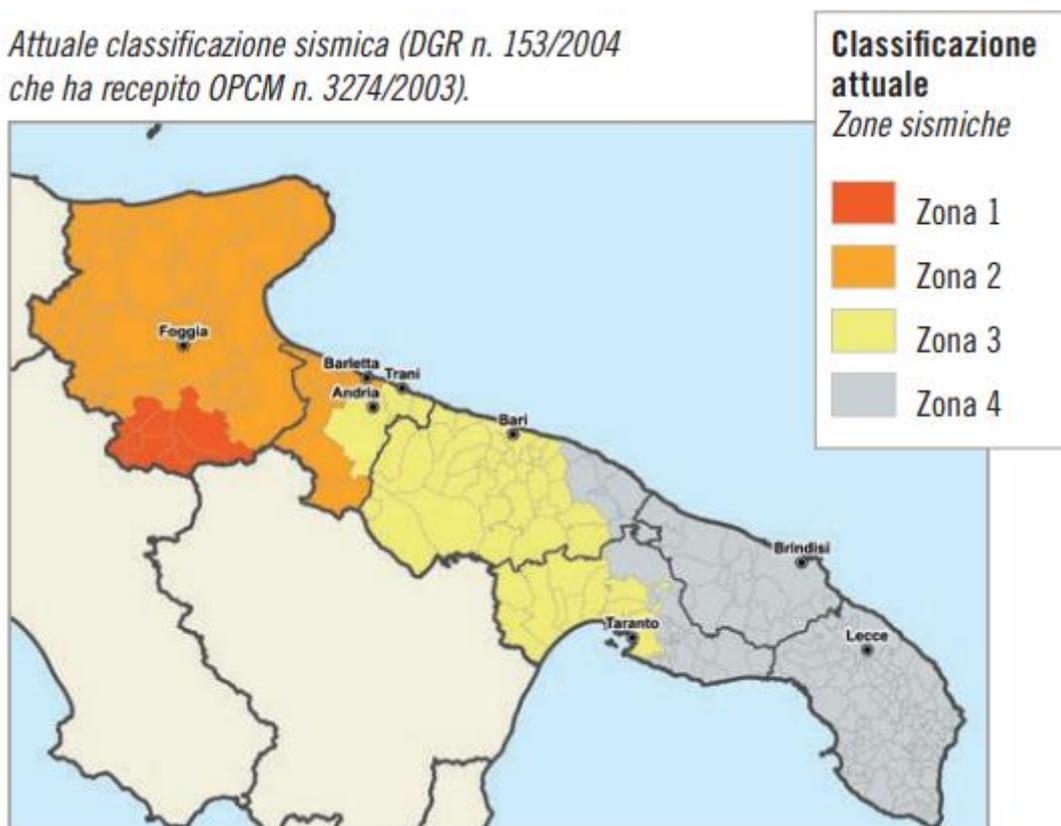


Figura 7-5 La Zonazione sismica della Puglia.

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 in Puglia, in una porzione del mare Adriatico ad est del promontorio della Puglia.

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 in questa fase particolari problematiche che possano essere di impedimento per quanto progettato.

Il campo eolico e la sottostazione elettrica di terra non risultano interferire con faglie capaci, mentre il cavidotto in un tratto a mare interferisce con una lineazione che però non mostra attività dopo il Pleistocene.

Alcuni tratti del percorso del cavidotto a terra ricadono in zone che il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) ha indicato come potenzialmente interessate da pericolosità idraulica. Tali perimetrazioni tuttavia non interessano l'area della sotto-stazione elettrica ed i cavi verranno messi in opera mediante la metodologia T.O.C. bypassando di fatto le zone perimetrate senza la necessità di realizzazione di manufatti in tali aree.

Nel prosieguo delle fasi progettuali dovranno essere previste indagini e rilevamenti 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 oggi disponibili. Nella zona a terra andranno pianificate indagini geognostiche e geofisiche laddove saranno realizzate trivellazioni orizzontali controllate (T.O.C.) per la posa dei cavi e dove è prevista la realizzazione della stazione elettrica.