



INTERNAL CODE

C24FSTR001WR05800

PAGE

1 di/of 67

TITLE: Relazione geotecnica

AVAILABLE LANGUAGE: IT

**“IMPIANTO EOLICO ACRÌ”**

COMUNI DI ACRÌ, SAN DEMETRIO CORONE, TERRANOVA DA SIBARI, CORIGLIANO – ROSSANO E CASALI DEL MANCO (CS)

**PROGETTO DEFINITIVO**

**RELAZIONE GEOTECNICA**

Il tecnico

Ing. Leonardo Sblendido

File: C23FSTR002WR05800\_Relazione geotecnica

<b>00</b>	<b>26/07/2024</b>	<b>PRIMA EMISSIONE</b>	<b>A.Scalercio</b>	<b>A.Scalercio</b>	<b>L. Sblendido</b>
<i>REV.</i>	<i>DATE</i>	<i>DESCRIPTION</i>	<i>PREPARED</i>	<i>VERIFIED</i>	<i>APPROVED</i>

**VALIDATION**

<i>NOME</i>	<i>NOME</i>	<i>NOME</i>
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

<i>PROJECT / PLANT</i> ACRI EO	<b>INTERNAL CODE</b>
	<b>C24FSTR001WR05800</b>

<b>CLASSIFICATION:</b> COMPANY	<b>UTILIZATION SCOPE</b>
--------------------------------	--------------------------



## Indice

1	PREMESSA .....	3
1.1	RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE E TECNICHE .....	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO .....	5
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	7
3.1	ASSETTO GEOLOGICO – STRATIGRAFICO LOCALE .....	20
4	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	27
5	MODELLO GEOTECNICO .....	27
6	CARATTERISTICHE SISMICHE GENERALI .....	31
6.1	SISMICITA' E TETTONICA ATTIVA .....	31
6.1.1	LE SORGENTI SISMOGENETICHE .....	31
6.1.2	ITHACA -DATABASE DELLE FAGLIE CAPACI.....	34
6.2	MACROZONAZIONE SISMICA – PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE .....	40
7	LIQUEFAZIONE .....	42
8	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO .....	44
9	CATEGORIA TOPOGRAFICA .....	46
10	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	47
10.1	CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI .....	47
10.2	VERIFICA A SCORRIMENTO .....	56
10.3	CALCOLO DEI CEDIMENTI .....	66
10.4	VERIFICA A RIBALTAMENTO .....	67



## 1 PREMESSA

La presente relazione descrive gli interventi progettuali riferiti all'impianto eolico, comprensivo delle opere di connessione alla futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 380/150/36 kV, proposto da Hergo Renewables S.p.A., nei territori comunali di Acri, San Demetrio Corone, Terranova da Sibari, Corigliano – Rossano, Casali del Manco, nella provincia di Cosenza, Calabria. Gli aerogeneratori sono tutti collocati nel territorio comunale di Acri, mentre negli altri comuni sono collocate le opere di connessione e le aree di stoccaggio e trasbordo.

Il parco eolico è costituito da n.23 aerogeneratori di potenza nominale singola pari a 4,5 MW per una potenza nominale complessiva pari a 103,5 MW.

L'energia elettrica prodotta sarà convogliata dall'impianto, mediante cavi interrati di tensione 36 kV, su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Laino – Rossano TE".

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto 36 kV per il collegamento in antenna dell'impianto sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo di arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

L'impianto sarà destinato a funzionare in parallelo alla rete elettrica nazionale in modo da immettere energia da fonte rinnovabile in rete; l'iniziativa inoltre contribuirà al potenziamento della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile su territorio nazionale.

In fase esecutiva, le ipotesi e le prescrizioni contenute nella presente relazione dovranno essere necessariamente verificate. Se il confronto tra i dati forniti dalla presente relazione e quelli provenienti da osservazioni dirette dovesse evidenziare differenze sostanziali, nel pieno rispetto del D.M. 17/01/2018, le indagini dovranno essere necessariamente integrate e le opere adeguate alle eventuali criticità riscontrate.

### 1.1 RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE E TECNICHE

La presente relazione e gli studi ad essa associati sono redatti in conformità a quanto previsto dalla normativa tecnica, fra cui di seguito sono elencati i principali riferimenti:

- ✓ Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321) "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- ✓ Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76) "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche". Indicazioni progettive per le nuove



- costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981;
- ✓ Decreto Ministero dei Lavori Pubblici n. 47 (11 marzo 1988) "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
  - ✓ Circolare Min. LL.PP: 24 settembre 1988 n° 30483: "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
  - ✓ Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, Strutture di contenimento ed Aspetti geotecnici (1998).
  - ✓ Circolare Ministero Lavori Pubblici 24 settembre 1988 n.30483 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione". (Pres. Cons. Superiore — Servizio Tecnico Centrale).
  - ✓ D.P.R 6 giugno 2001 n. 380: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";
  - ✓ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (ordinanza n. 3274 – Allegati 1, 2 e 3);
  - ✓ Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al DM 14/01/2008. Circolare 02/02/2009 n° 617 C.S.LL.PP;
  - ✓ DM 17/01/2018: Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni;
  - ✓ Legge Regione Calabria 2 ottobre 2018, n. 37 - "Modifiche alla legge regionale 31 dicembre 2015, n. 37 (Modifica alla legge regionale n. 35 del 19 ottobre 2009 e s.m.i. - Procedure per la denuncia degli interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica)";
  - ✓ Legge 146 del 18/06/2020 con oggetto "Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica – Abrogazione della Legge Regionale 31 Dicembre 2015 N. 37

È necessario ricordare che le norme stesse tengono conto del fatto che la fase di progetto non è sufficiente per definire nei dettagli la reale situazione geologico-tecnica. È necessario pertanto che, in base a quanto disposto dalle norme medesime, sia da eseguirsi, in relazione alle esigenze della fase costruttiva, il controllo delle ipotesi di progetto attraverso i dati ottenuti con verifiche nel corso dei lavori, adottando il cosiddetto "Metodo Osservazionale", volto al controllo e all'eventuale modifica di quelle variabili di progetto sensibili alle caratteristiche geotecniche effettivamente



riscontrate.

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

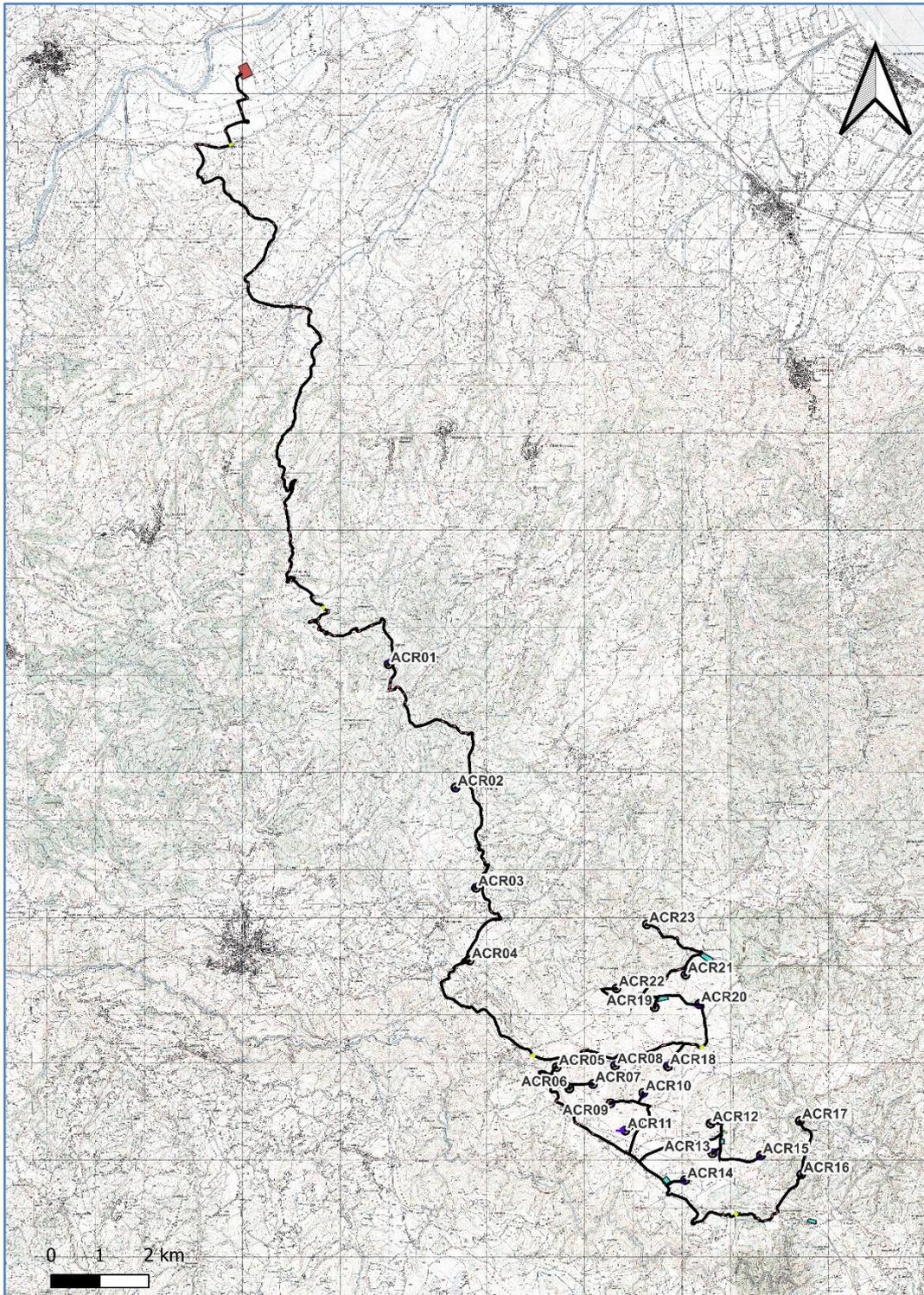
Gli aerogeneratori di progetto sono localizzati nel comune di Acri mentre le opere di connessione ricadono nel comune di Acri, San Demetrio Corone, Terranova da Sibari e Corigliano – Rossano, nella provincia di Cosenza, Calabria

L'area di realizzazione dell'impianto eolico è posta a nord della vallata del Mucone, nell'altopiano della Sila Greca. L'area di questo altopiano si sviluppa intorno alle quote di 1000 m circa.

Nell'elaborazione del presente lavoro è stato necessario avvalersi di cartografia tecnica e tematica, reperita attraverso la consultazione di appositi portali, avvalendo dei servizi di consultazione WMS e di scaricamento WFS-WCS:

- GeoPortale Nazionale, servizi di consultazione WMS: [Servizio WMS - Geoportale Nazionale \(minambiente.it\)](#)
- GeoPortale Nazionale, servizi di scaricamento dati vettoriali WFS: [Servizio di scaricamento WFS - Geoportale Nazionale \(minambiente.it\)](#)
- GeoPortale Nazionale, servizi di scaricamento dati raster WCS: [Servizio di scaricamento WCS - Geoportale Nazionale \(minambiente.it\)](#)
- ✓ Carta Geologica della Calabria in scala 1:25.000 (shapefile)
- ✓ Carta Geologica della Calabria in scala 1:25.000, Foglio 229, I Quadrante, N.E. "Terranova Da Sibari"
- ✓ Carta Geologica della Calabria in scala 1:25.000, Foglio 229, I Quadrante, S.E. "S. Demetrio Corone"
- ✓ Carta Geologica della Calabria in scala 1:25.000, Foglio 229, II Quadrante, N.E. "Acri"
- ✓ Carta Geologica della Calabria in scala 1:25.000, Foglio 230, III Quadrante, N.O. "Monte Palèparto"
- ✓ Geoportale Regione Calabria: [Home - Geoportale \(regione.calabria.it\)](#)

Per l'area non è disponibile la cartografia Geologica CARG in scala 1:50.000, e pertanto viene presa in considerazione la carta geologica della Calabria in scala 1:25.000, che, seppur datata, costituisce ancora un valido strumento conoscitivo in campo strettamente litologico. I tematismi della cartografia in scala 1:25.000 sono stati anche digitalizzati e risultano disponibili in formato shapefile.



- |   |  |
|---|--|
|  Aerogeneratore e sorvolo relativo |  Piazzole   |
|  Aree di stoccaggio                |  Pista esistente da adeguare                      |
|  Cabina di raccolta                |  Scavi e riporti                                  |
|  Cavidotto 36 kV in Canaletta      |  Strada di nuova realizzazione                    |
|  Cavidotto 36 kV in TOC            |  Viabilità esistente da adeguare                  |
|  Cavidotto 36 kV                   |  Futura Stazione Elettrica (SE) RTN 380-150-36 kV |

Figura 1: Area di Impianto su carta IGM 1.90.000



### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area oggetto del presente studio è situata nella porzione settentrionale del frammento crostale conosciuto in letteratura come Arco Calabro-Peloritano (ACP). Con questo termine si indica il territorio che dal punto di vista geografico attuale comprende l'area della Calabria a sud di Castrovillari e nel nord della Sicilia corrispondente alla catena dei Monti Peloritani. L'Arco Calabro-Peloritano rappresenta una parte della catena legata all'orogenesi ercinica dell'Europa occidentale, distaccatosi successivamente durante l'apertura del Mediterraneo assieme al Blocco Sardo-Corso, le cui successioni più antiche sono costituite da rocce metamorfiche del Paleozoico e intrusive tardo erciniche. Formazioni più giovani appartengono al complesso appenninico, costituite in prevalenza da rocce sedimentarie, principalmente carbonatiche, del Mesozoico e Cenozoico, la cui continuità litologica viene interrotta con il gruppo del Pollino, al contatto con la "Pollino Fault Zone". Su queste unità poggiano depositi che risalgono dal Miocene medio al Quaternario. Le successioni sedimentarie sono state successivamente sovrastate dalle sequenze metamorfiche e cristalline intrusive, emergendo solo in corrispondenza di alcune "finestre tettoniche", dove le unità sovrastanti sono state rimosse.

Quanto descritto finora può essere interpretato, essenzialmente, come conseguenza della convergenza iniziata a partire dalla fine del Mesozoico tra la placca continentale africana e quella eurasiatica, che ha portato alla chiusura del paleo-oceano che li divideva, la Tetide. A partire dal Paleocene, con un'acme nell'Oligo-Miocene, i complessi cristallini calabridi, testimonianza dell'orogenesi ercinica che ha caratterizzato il margine sudeuropeo, sono sovrascorsi con doppia vergenza sulle due placche continentali, verso la placca europea assieme al complesso delle liguridi, relitti oceanici della Tetide, e verso la placca africana o Adria, a seconda delle interpretazioni, che costituisce l'ossatura dell'Appennino Meridionale. Secondo le interpretazioni geologiche più accreditate, i complessi cristallini e metamorfici calabri rappresentano un segmento della catena alpina vera e propria, sovrascorsi per molte decine di km sul complesso appenninico come "falda di ricoprimento" (Amodio-Morelli *et al.*, 1976; Bonardi *et al.*, 1982; Tortorici, 1982; Carminati *et al.*, 2012). I fenomeni di sovrascorrimento nell'attuale area calabro-peloritana si conclusero sostanzialmente nel Tortoniano superiore, mentre nelle catene alpina ed appenninica continuano tuttora.

Con la fine della fase compressiva nell'Eocene (Carminati *et al.*, 2012) la distribuzione delle masse continentali era sostanzialmente differente dalle attuali. Il Bacino Provenzale e il Mar Tirreno non esistevano ancora e i corrispettivi degli attuali mari Adriatico e Ionio avevano un'estensione notevolmente maggiore. Calabria, Corsica e Sardegna costituivano un blocco unico, sopra i quali si espandevano grandi effusioni vulcaniche basaltiche, testimonianza della produzione di magmi legati alla presenza di una placca oceanica in subduzione al di sotto della massa continentale. Con il passaggio dalla fase compressiva alla fase estensionale, di rifting e successivo drifting, è avvenuto il distacco tra il margine sudeuropeo e il blocco Sardo-Corso connesso all'Arco Calabro

Peloritano, portando alla formazione del Bacino Provenzale nel Miocene. Verso la fine del Miocene, l'apertura del Mar Tirreno ha comportato il definito distacco tra il Blocco Sardo-Corso e la Calabria (Guerra & Moretti, 1994). Una delle indicazioni di questa evoluzione geodinamica è data dalle firme caratteristiche delle tipologie di vulcanismo e dalle età dei prodotti (Carminati *et al.*, 2012). Infatti, le diverse età delle espansioni vulcaniche nel Tirreno e in Sardegna scandiscono le tappe della progressiva traslazione verso SE dell'Arco Calabro. Si passa dai materiali calcarei della Sardegna Occidentale, caratteristici delle fasi geodinamiche compressive, ai basalti *tholeitici* della piana abissale tirrenica, legati tipicamente alle fasi di espansione oceanica (Guerra & Moretti, 1994). La subduzione della placca oceanica corrispondente all'attuale Mar Ionio ha avuto quindi un ruolo fondamentale in questa evoluzione geodinamica, perdurando tuttora. A questa infatti viene attribuita la sismicità profonda (più di 500 km) che interessa attualmente il bacino tirrenico.

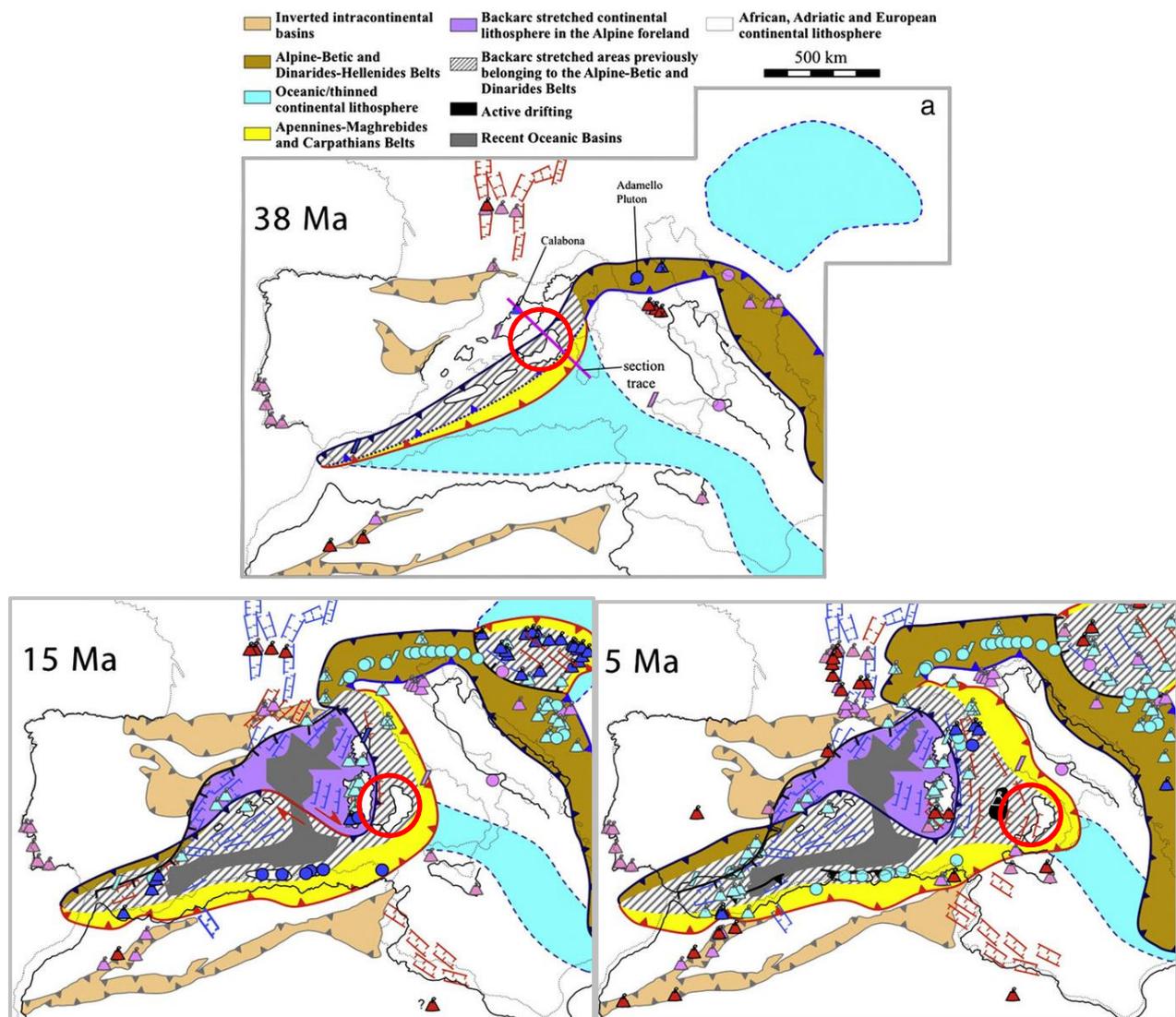


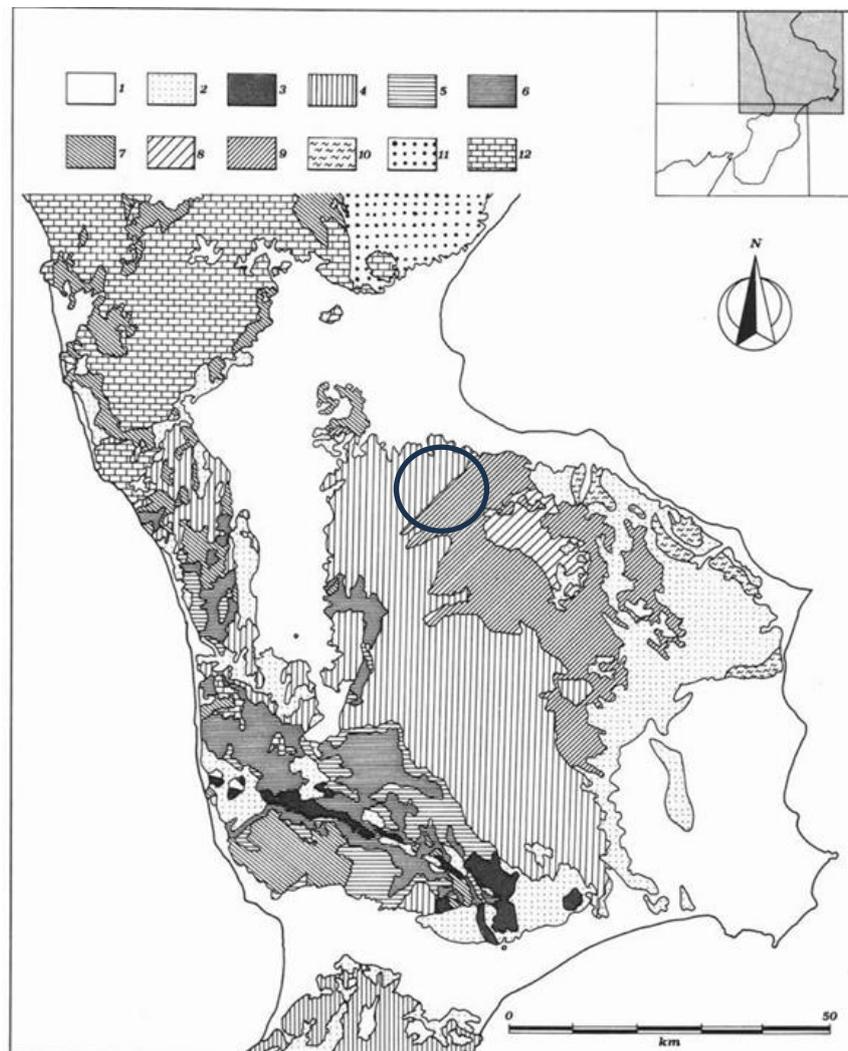
Figura 2: Paleogeografia e interpretazione geodinamica del Mediterraneo occidentale nel Cenozoico. Il cerchio rosso indica la posizione dell'Arco Calabro Peloritano. Modificato da Carminati *et al.* 2012.



Allo stato attuale la regione è animata da un'intensa attività geodinamica testimoniata oltre che dagli intensi e diffusi fenomeni erosivi e dall'elevata franosità, anche dai violenti terremoti che l'hanno ripetutamente colpita in epoca storica. In meno di quattro secoli, infatti, quasi la metà del territorio calabrese è stato colpito almeno una volta da un terremoto di intensità del grado X (MCS) o superiore, mentre i tre quarti dello stesso territorio hanno subito almeno un evento del grado IX (MCS). Il progredire della migrazione verso est dell'Arco Calabro Peloritano, con velocità di circa 5 mm/anno considerando fisso il Blocco Sardo Corso (Devoti *et al.*, 2008), implica la progressiva chiusura del bacino dello Ionio con la subduzione della sua litosfera sotto il margine continentale calabro in sovrascorrimento (Gvirtzman & Nur, 1999; Buiter, 2000, 2002; Wortel & Spakman, 2000). I terremoti profondi che caratterizzano il basso Tirreno, sono considerati come una dimostrazione dell'attività del fenomeno (Guerra & Moretti, 1994).

Bonardi *et al.* (1982) e Tortorici (1982) suddividono l'ACP in due settori, uno settentrionale (dove ricade l'area di studio) e uno meridionale, che vengono a contatto lungo un allineamento orientato grossomodo in direzione ENE-WSW che da Capo Vaticano si estende fino a Soverato (vedi figura seguente). Il settore settentrionale si estende a N dell'allineamento Capo Vaticano-Soverato e comprende parte della Catena Costiera, la Sila e le Serre settentrionali. In esso Tortorici (1982) ha individuato cinque unità (caratterizzate da un grado metamorfico crescente verso l'alto) di cui, le due più profonde sono rappresentate da unità ofiolitifere (porzioni di crosta oceanica) mentre le rimanenti sono riconducibili a porzioni di crosta continentale.

L'unità più profonda è rappresentata dall'Unità del Frido che affiora in tutto il settore settentrionale ed in Lucania. È costituita da una successione di metapeliti con intercalazioni di metacalcari e quarziti cui sono strettamente associate ofioliti rappresentate da prevalenti metabasalti, serpentiniti ed occasionalmente da Fe-gabbri come elementi di metabrecce. Questa unità, così come definita da Lanzafame *et al.* (1979), comprende l'Unità di Diamante-Terranova (Dietrich *et al.*, 1976). Al di sopra giace un'Unità Ofiolitica, comprensiva delle Unità di Malvito e di Gimigliano (Dietrich *et al.*, 1976), costituita prevalentemente da lave a *pillow* e brecce di *pillow* con rari Mg-gabbri associati, su cui poggiano coperture di età Titonico-Neocomiana estremamente variabili, le quali assumono caratteri sempre più terrigeni procedendo da N verso S. Tettonicamente sovrastante alle Unità Ofiolitifere giace l'unità di Bagni, che rappresenta l'unità di derivazione continentale geometricamente più bassa (affiora prevalentemente in Sila Piccola e nell'alta valle del Fiume Crati). È costituita da un basamento filladico contenente intercalazioni di micascisti, metareniti e porfiroidi e sopporta una copertura mesozoica, visibile nei dintorni di Guardia Piemontese (Scandone, 1971; Dietrich *et al.*, 1976). In posizione ancora più elevata abbiamo l'unità di Castagna, affiora prevalentemente in Sila Piccola, lungo il bordo orientale della valle del Fiume Crati e lungo il settore settentrionale delle Serre (Paglionico & Piccarreta, 1977). È costituita da micascisti a granato, paragneiss biotitici e gneiss occhiadini con frequenti associazioni di masse



 Area di Interesse

Figura 3: Schema geologico-strutturale del settore settentrionale dell'Arco Calabro-Peloritano. 1=sequenze medio-suprapliocenico-pleistoceniche; 2=sequenze tortoniano-infraplioceniche; 3=Unità di Stilo; 4=Unità di Polia Copanello; 5=Unità di Castagna; 6=Unità di Bagni; 7=Unità ofiolitifere (Unità del Frido + Unità ofiolitica superiore); 8=Unità di Longobucco, basamento; 9=Unità di Longobucco, copertura sedimentaria; 10=Unità Sicilidi; 11=Unità del Cilento; 12=Unità carbonatiche della catena appenninica.

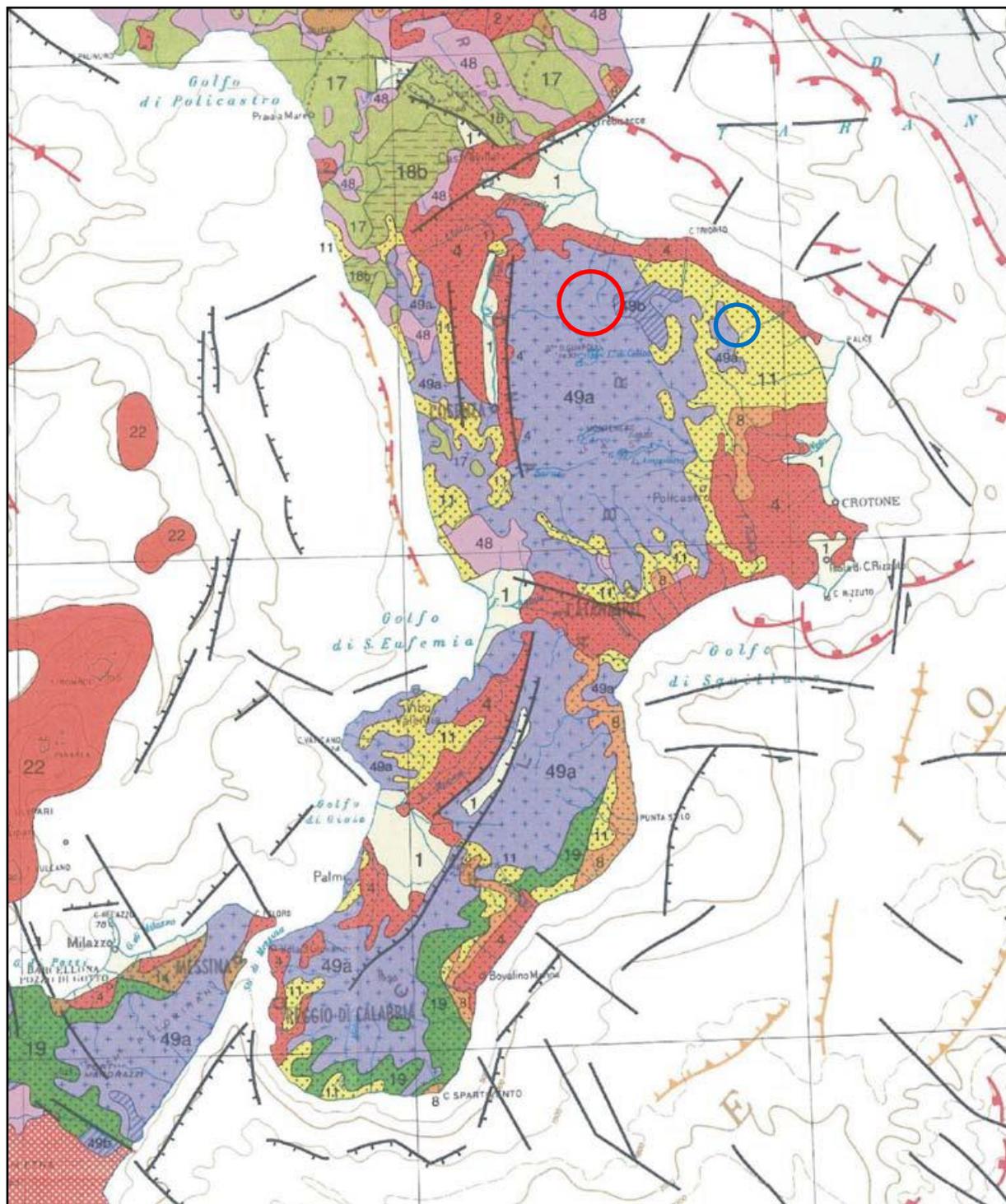
pegmatitiche e granitoidi. L'unità cristallina tettonicamente più elevata è rappresentata dall'Unità Polia-Copanello che affiora diffusamente in tutto il settore considerato. È costituita da gneiss kinzigitici con intercalate masse di anfiboliti e di metaperidotiti. Le metamorfite sono intruse da masse granitiche e tonalitiche. In questa unità potrebbe essere compresa anche l'Unità di Monte Gariglione (Amodio-Morelli *et al.*, 1976; Zanettin-Lorenzoni, 1982). Lungo la parte orientale del massiccio Silano le unità descritte ricoprono l'Unità di Longobucco. Essa è costituita da un basamento di filladi con intercalazioni di quarziti e porfiroidi contenenti intrusioni granitiche, su cui riposano trasgressive due sequenze sedimentarie di età Meso-Cenozoica (Lanzafame & Tortorici, 1980). Nel complesso le varie unità cristalline si sovrappongono tettonicamente su unità



carbonatiche che costituiscono i domini più interni della catena appenninica (Scandone *et al.*, 1974; Amodio-Morelli *et al.*, 1976). In Calabria settentrionale tali domini sono rappresentati da tre unità tettoniche che affiorano in finestre al di sotto delle coltri cristalline e nel massiccio del Pollino. Si distingue un'unità basale, affiorante prevalentemente sul Pollino, denominata Unità del Pollino, una intermedia, denominata Unità di S. Donato, affiorante lungo il bordo nord-occidentale del massiccio del Pollino e nelle finestre di Cetraro e delle Terme di Caronte, ed una superiore, Unità di Verbicaro, affiorante nelle finestre di Guardia Piemontese e di Monte Cocuzzo. Tali unità sono costituite da successioni calcareo dolomitiche del Trias medio - Paleogene, su cui si depositano a partire dal Miocene inferiore sequenze terrigene. Lungo il limite settentrionale dell'arco affiora una successione sedimentaria appartenente all'Unità del Cilento. Tali terreni sono costituiti da successioni flyschoidi, nei cui livelli basali si ritrovano una serie di blocchi costituiti da elementi derivanti dalle unità cristalline calabresi. Trasgressive su tutto l'edificio giacciono le successioni del Tortoniano inferiore-Pliocene inferiore, che recano intercalati livelli costituiti da sedimenti appartenenti alle unità sicilidi, note in letteratura come Unità Crotonidi (Ogniben, 1955), e del Pliocene medio-superiore-Pleistocene.

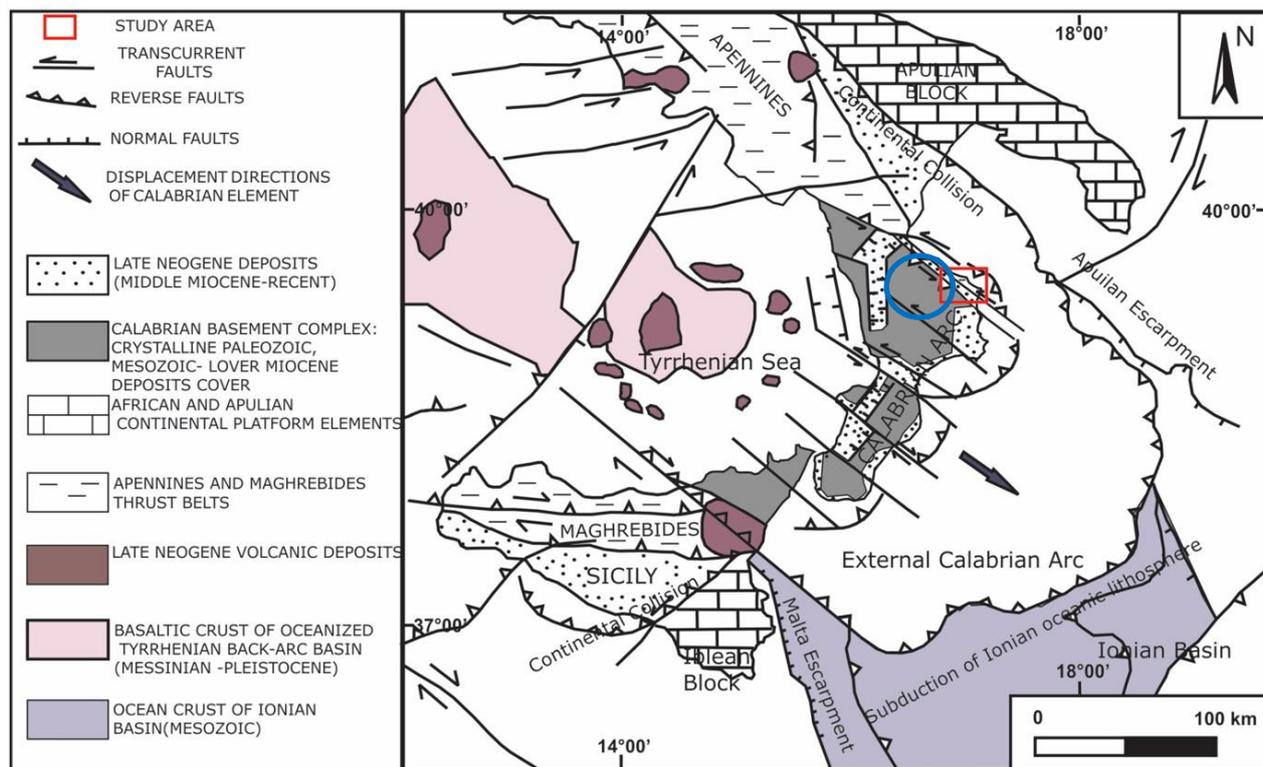
Altri autori considerano i terreni del basamento calabro come parte di un dominio Austroalpino della placca africana, mentre in altre alternative interpretazioni, le falde dell'Arco Calabro sono considerate appartenenti ad un microcontinente situato tra Africa ed Europa o come risultato dell'assemblaggio di tre "microblocchi crostali".

A seguire, in Fig. 5, si riporta lo schema geologico della Calabria tratto da Bigi *et al.*, 1989.



 Area di interesse

Figura 4: Schema geologico della Calabria. 1) Depositi continentali (alluvioni, sedimenti lacustri e lagunari) e, subordinatamente, marini (spiagge) – Pleistocene superiore-Olocene; 4, 8 ) Depositi terrigeni marini – Pliocene inferiore p.p. - Pleistocene inferiore; 11, 16) Depositi terrigeni marini – Miocene sup. - Pliocene inferiore p.p.; 17, 18) Unità carbonatiche e terrigene della catena Appenninica – Triassico-Oligocene; 19) Sabbie e conglomerati – Oligocene-Miocene; 48) Sedimenti oceanici con ofioliti – Cretacico-Oligocene; 49) Unità metamorfiche e graniti (da Bigi et al., 1989).



 Area di interesse

Figura 5: Sketch-map geologico strutturale dell'area del Mediterraneo centrale, l'area di studio è indicata dall'ellisse azzurro. In Muto et alii 2014, modificato.

La tettonica ha influenzato fortemente i bacini neogenici come conseguenza della progressiva migrazione verso sud-est dell'Arco Calabro. Un complesso insieme di faglie trascorrenti e *thrusts* associati caratterizzano il lato ionico calabrese, come si può osservare nella Fig. 6.

Per quanto riguarda le informazioni circa il basamento metamorfico si fa riferimento alle Note Illustrative del Foglio CARG "San Giovanni in Fiore", a sud-est dell'area in oggetto.

Il Massiccio della Sila è costituito da un blocco crostale relativamente indeformato, compreso tra il Bacino Crotonese a est e la Valle del Crati a ovest. La strutturazione del massiccio è relativamente precoce (alpina) e si è completata prima dell'apertura del Tirreno e del conseguente distacco dell'Arco Calabro dal Blocco Sardo Corso. A grande scala, nel massiccio si possono distinguere tre complessi cristallini principali di età principalmente paleozoica (unità di Bocchigliero-Mandatoriccio, Unità della Sila ed Unità di Monte Gariglione), cui si sovrappongono nell'estremità nord-orientale pochi lembi di copertura meso-cenozoica (Dubois, 1976; Grandjaquet *et alii*, 1978; Bouillin, 1984; Messina, 1994).

L'Unità di Monte Gariglione è strutturalmente la più elevata ed affiora estesamente su tutta la metà sud-occidentale del massiccio. È formata da magmatiti e metamorfiti erciniche, di grado da medio-alto ad alto. Le magmatiti sono rappresentate in massima parte da granodioriti, passanti a graniti e subordinatamente a tonaliti, spesso a megacristalli di plagioclasio e K-feldspato, apliti, pegmatiti e porfidi, sempre interessati da una evidente foliazione metamorfica. Associate alle rocce chiaramente magmatiche si trovano ortogneiss e paragneiss, spesso occhiadini, micascisti a biotite



od a biotite-muscovite, spesso granatiferi.

L'Unità della Sila è formata da numerosi corpi intrusivi, raramente con sovraimpressione metamorfica, che variano composizionalmente da gabbri (anfibolo+pirosseno+olivina+biotite) a leucomonzograniti (muscovite±biotite+Kfeldspato±plagioclasì±cordierite), con prevalenza dei termini intermedi granodioritici o tonalitici (Messina *et alii*, 1994). Nel complesso si tratta di plutoni messi in posto in livelli crostali medio-alti, con progressione dai termini più basici verso quelli più acidi. I complessi plutonici sono intersecati da numerosi e spesso potenti filoni acidi, da aplitici a pegmatitici ricchi in muscovite e grandi cristalli di K-feldspato. Gli elementi in tracce ed i dati isotopici (Messina *et alii*, 1994) suggeriscono l'ipotesi che l'intera unità derivi dal *mixing* tra magmi mantellici e materiali anatettici crostali.

L'Unità di Bocchigliero (strutturalmente più bassa ed assimilata da numerosi autori all'Unità di Bagni affiorante presso Guardia Piemontese) e l'Unità di Mandatoriccio (di grado metamorfico maggiore), affiorano nei settori nord-orientali del massiccio, formando buona parte del substrato cristallino del Bacino Crotonese. Sono formate da metamorfiti di grado da medio-basso a medio, porfiroidi, meta-arenarie e meta-grovacche, quarziti e filladi grigie fino a nere. Entrambe le unità presentano strettissime analogie con le unità erciniche di medio grado della Sardegna centrale, con in più, nell'Unità di Mandatoriccio, una evidente sovraimpronta metamorfica post-ercinica, marcata in campagna da numerosissime vene tardo-metamorfiche di quarzo bianco, strappate e budinate dalla ripresa della deformazione tangenziale alpina. Le lineazioni mineralogiche e di estensione, evidenti nei litotipi arenacei e nei porfiroidi, indicano direzioni di trasporto tettonico verso SO.

Con il termine Bacino Crotonese viene indicata la vasta estensione di depositi neogenici compresa tra le pendici orientali della Sila ed il mare Ionio (Ogniben, 1955; Roda, 1964; Moretti, 1993). Strutturalmente questa unità geologica è formata da un esteso sistema di *semigraben* a ribassamento orientale con geometria tipo *piggy-back* e si configura come un bacino di avanti-arco interposto tra l'asse N-S della catena cristallina ad O ed il sistema dei *thrust* esterni che compongono il cuneo di accrezione attivo nell'*off-shore* ionico (Finetti & Del Ben, 1986; Moretti & Guerra, 1997; Van Dijk *et alii*, 2000).

Uno schema generale dei rapporti esistenti fra le principali Unità Tettono-stratigrafiche esistenti nel settore nord calabrese è riportato a seguire, in Fig. 7.

L'area di progetto ricade su rocce cristalline del Paleozoico come quarzo-dioriti, graniti, gneiss o migmatiti dell'Unità della Sila nella porzione meridionale, mentre nella porzione settentrionale ricadono anche su depositi mio-pliocenici.

Il prodotto più recente di mappatura dell'area in questo specifico campo è rappresentato dalla Carta Geologica della Calabria in scala 1.25.000.

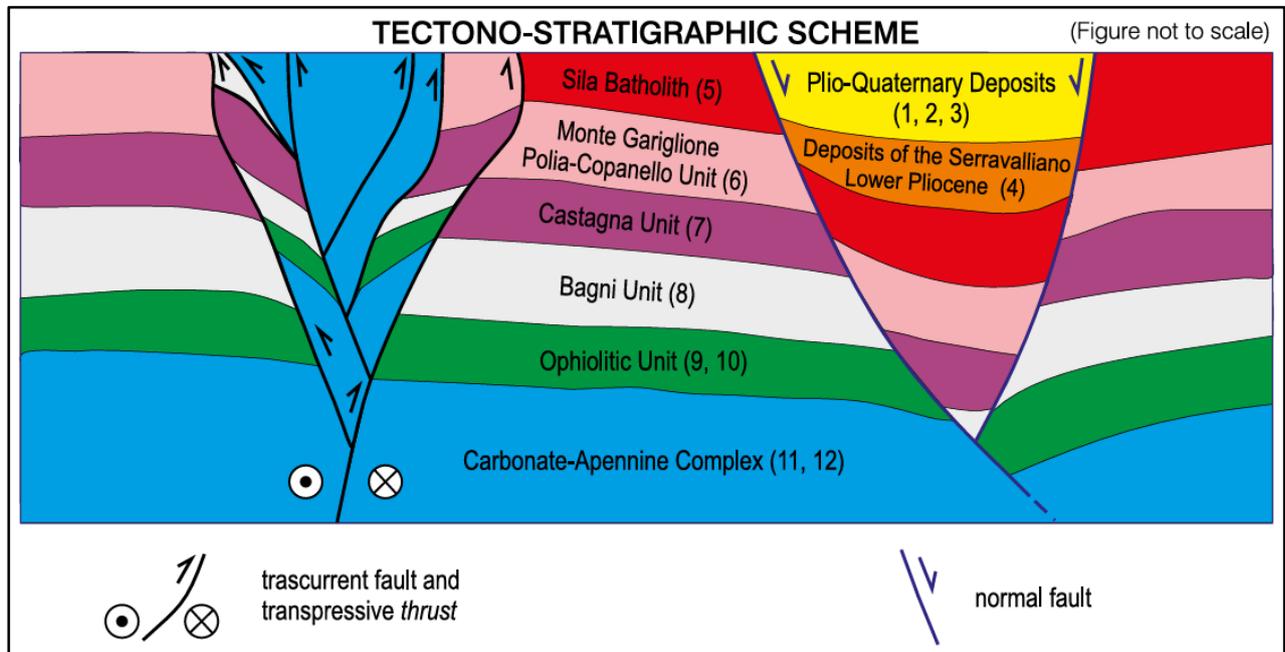
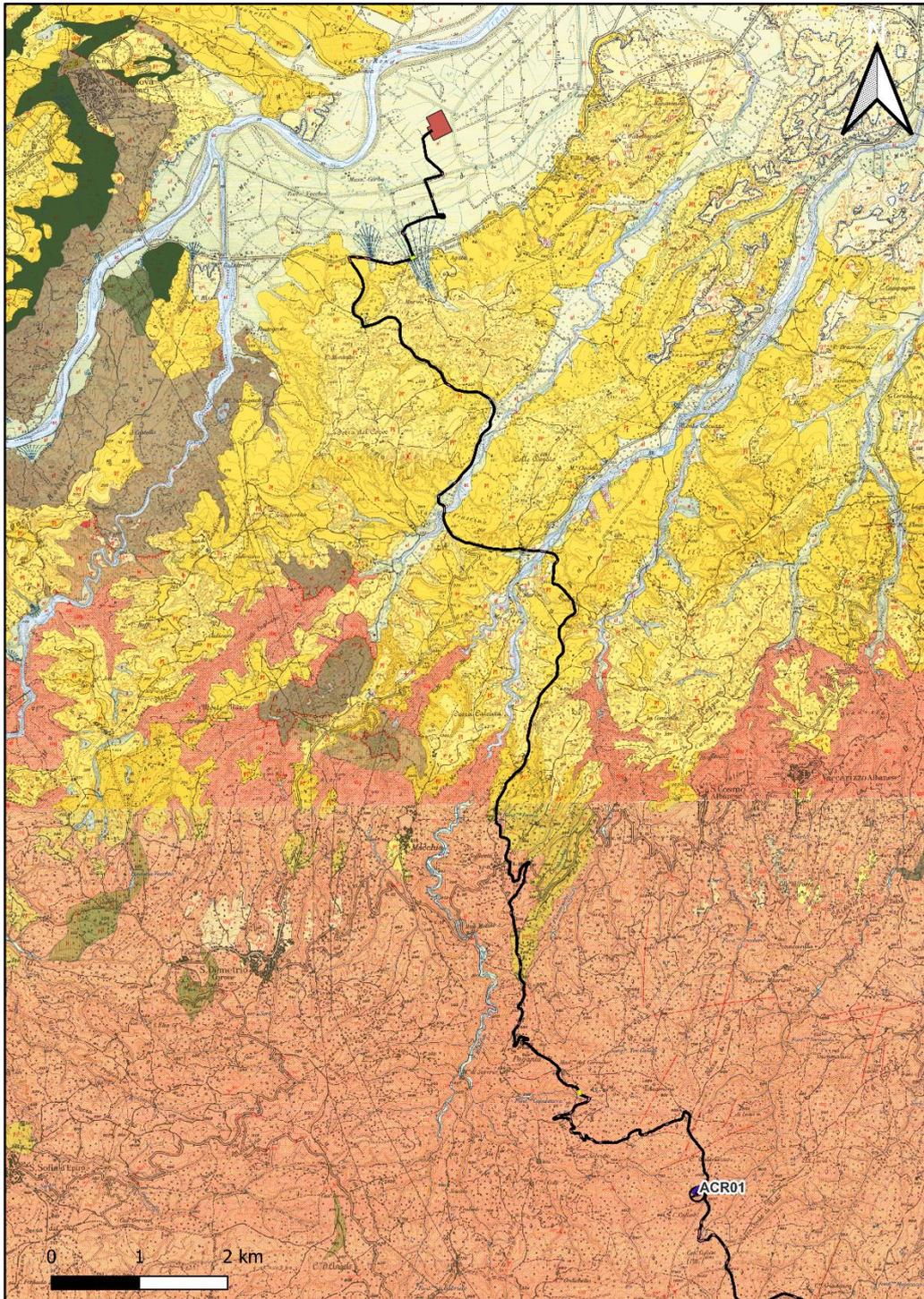


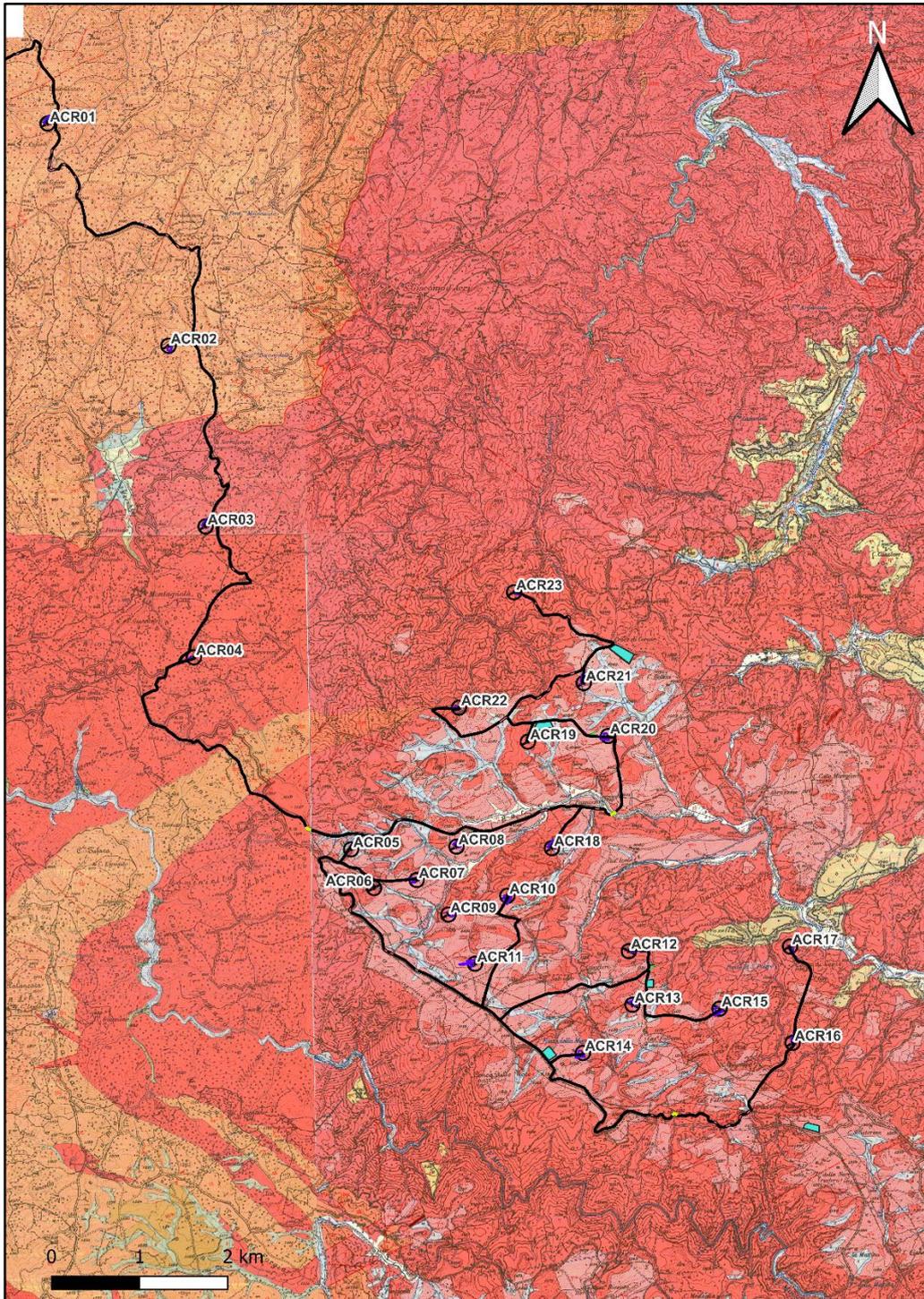
Figura 6: Schema tettono-stratigrafico di riferimento per l'area della Valle Crati (da Tansi et al., 2015).

Come si può osservare dalla figura sottostante tutta l'area di progetto di messa in posa degli aerogeneratori ricade su litologie legate a magmatismo intrusivo come quarzo-dioriti e graniti o metamorfiche, come gli gneiss o le migmatiti, mentre le opere di connessione oltre ad impostarsi sulle litologie appena descritte ricadono in parte su litologie di origine sedimentaria di natura argillosa con conglomerati, sabbie e depositi alluvionali.



- |   |  |
|---|--|
|  Aerogeneratore e sorvolo relativo |  Piazzole   |
|  Aree di stoccaggio                |  Pista esistente da adeguare                      |
|  Cabina di raccolta                |  Scavi e riporti                                  |
|  Cavidotto 36 kV in Canaletta      |  Strada di nuova realizzazione                    |
|  Cavidotto 36 kV in TOC            |  Viabilità esistente da adeguare                  |
|  Cavidotto 36 kV                   |  Futura Stazione Elettrica (SE) RTN 380-150-36 kV |

Figura 7: Dettaglio dell'area di progetto (nord) sulla Carta Geologica della Calabria in scala 1.25.000. Le opere di connessione poggiano su litologie che variano da gneiss a rocce sedimentarie argillose, sabbiose-conglomeratiche e sedimenti alluvionali fissati – Scala 1:50.000.



- |   |                                   |   |   |
|---|-----------------------------------|---|---|
|  | Aerogeneratore e sorvolo relativo |  | Piazzole  |
|  | Aree di stoccaggio                |  | Pista esistente da adeguare                         |
|  | Cabina di raccolta                |  | Scavi e riporti                                     |
|  | Cavidotto 36 kV in Canaletta      |  | Strada di nuova realizzazione                       |
|  | Cavidotto 36 kV in TOC            |  | Viabilità esistente da adeguare                     |
|  | Cavidotto 36 kV                   |  | Futura Stazione Elettrica (SE)<br>RTN 380-150-36 kV |

Figura 8: Dettaglio dell'area di progetto (sud) sulla Carta Geologica della Calabria in scala 1.25.000. Gli aerogeneratori e le opere di connessione posano su litologie che variano da scisti, gneiss, quarzo-dioriti a graniti e materiali eluviali e colluviali derivati dall'alterazione delle precedenti. – Scala 1:50.000.



Alluvioni mobili, ciottolose e sabbiose, dei letti fluviali.



Alluvioni fissate dalla vegetazione o artificialmente.



Prodotti di dilavamento, talora misti a materiale alluvionale.



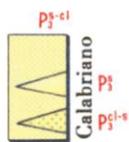
Depositi conglomeratici di antichi terrazzi fluviali, ricorrenti lungo le valli attuali. Le caratteristiche geotecniche sono analoghe a quelle dell'unità  $Q^{cl-s}$ .



Argille grigio-azzurre, siltose, male stratificate ( $P_3$ ). Contengono una abbondante e variata microfauna, comprendente: *Anomalina balthica* (SCHRÖETER), *Bulimina marginata* d'ORBIGNY, *Virgulina schreibersiana* CZJEK, *Eponides frigidus* (CUSHMANN) var. *granulatus* di NAPOLI. Locali intercalazioni sabbiose e conglomeratiche. Localmente alla base si sviluppano sabbie con ciottoli, arenarie tenere e conglomerati  $P_3^{cl}$ . Contengono una ricca ed abbondante macrofauna, fra cui: *Pecten jacobaeus* LINNE, *Chlamys varia* LINNE, *Anomia ephippium* LINNE, *Ostrea edulis* LINNE. Questo complesso presenta scarsa resistenza all'erosione e tende a dare luogo a movimenti franosi. Permeabilità bassa, elevata nelle parti sabbiose.



Sabbie ed arenarie tenere bruno-chiare, localmente rossastre, spesso con piccoli ciottoli. Questo complesso presenta rapide variazioni di spessore ed è interdigitato con le silts  $P_3^s$ . Contengono localmente una microfauna a foraminiferi piuttosto limitata, fra cui: *Quinqueloculina pulchella* d'ORBIGNY, *Elphidium crispum* (LINNE), *Streblus beccarii* (LINNE) e *Siphogaudryina soldanii* (FORNASINI); in associazione con ostracodi e frammenti di macrofossili. Localmente con macrofossili, fra cui: *Astarte sulcata* DA COSTA, *Acanthocardia echinata* LINNE, *Parvicardium papillosum* LINNE e *Calliostoma cingulatum* BROCCHI. La resistenza all'erosione di questo complesso varia col locale grado di cemen-



Alternanza di sabbie e conglomerati poligenici con piccoli e grossi ciottoli, calcarei ed arenacei, arrotondati; frequentemente interdigitati e talora con brusche variazioni laterali e verticali ( $P_3^{cl}$ ). Il colore varia tra il giallo-bruno ed il rossastro. Localmente sono presenti conglomerati ben cementati ( $P_3^{cl-s}$ ), e sabbie ( $P_3$ ). Frequenti le intercalazioni argillose, specialmente verso la base. Contengono localmente una microfauna piuttosto scarsa, con le seguenti specie caratteristiche: *Bulimina marginata* d'ORBIGNY, *Bulimina elegans* d'ORBIGNY var. *marginata* (FORNASINI), *Bolivinita quadrilatera* (SCHWAGER). Localmente con macrofossili, fra cui: *Pecten jacobaeus* LINNE e *Ostrea edulis* LINNE. Le caratteristiche geotecniche sono simili a quelle riscontrabili nell'unità  $Q^{cl}$ .



Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione delle rocce dei gruppi  $Y$  e  $sb$ , probabilmente in relazione con superfici di erosione pleistoceniche o pre-pleistoceniche.



Complesso di rocce acide intrusive a composizione variabile: quarzo diorite, quarzo monzonite, granodiorite, granito. Localmente con vene e piccoli filoni di dolerite alterata. Queste rocce sono di solito profondamente alterate e gli affioramenti presentano scarsa resistenza alla escavazione, eccetto nelle incisioni vallive ove la roccia è più fresca. Le rocce di questo complesso presentano in genere molte diaclasi e sono spesso fratturate. Nella parte orientale della valle del Fiume Trionto, ove l'erosione è intensa, vi sono numerose piccole frane. Permeabilità bassa, con aumento della stessa nelle zone più intensamente tettonizzate.



Scisti e gneiss biotitici (*sb*), localmente con bande granatifere (*sbg*). Le rocce di questo complesso sono molto fratturate, ma presentano una elevata resistenza all'erosione. Permeabilità bassa, con aumento della stessa nelle zone di più intensa tettonizzazione.



Scisti e gneiss biotitici, iniettati da vene ed ammassi di granito con produzione di zone migmatitiche. Le caratteristiche geotecniche di questo complesso sono analoghe a quelle riscontrabili nel precedente.

Figura 9: Legenda della Carta Geologica della Calabria in scala 1.25.000 dell'area di progetto.



INTERNAL CODE

**C24FSTR001WR05800**

PAGE

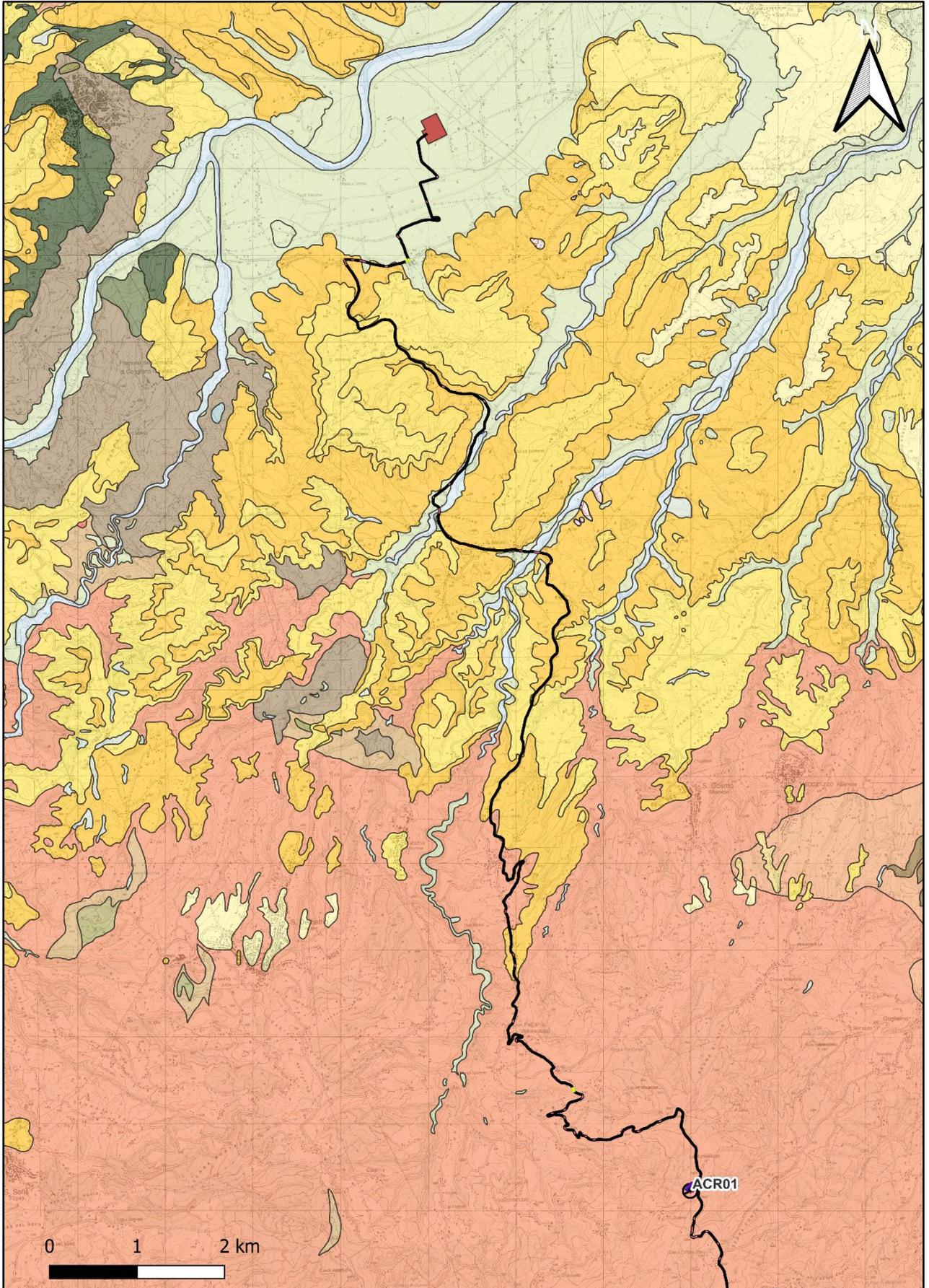
20 di/of 67

### **3.1 ASSETTO GEOLOGICO – STRATIGRAFICO LOCALE**

La Sila settentrionale è caratterizzata da rocce magmatiche intrusive e metamorfiche del Paleozoico appartenenti all'Unità della Sila sovrascorse a carbonati mesozoici del Complesso Appenninico e unità terrigene sin-orogeniche.

Il maggior grado di dettaglio in termini di litologia può essere desunto dalla consultazione della Carta Geologica della Calabria in scala 1:25.000 edita dalla Cassa per il Mezzogiorno, rilevata negli anni sessanta del secolo scorso. Prendendo a riferimento le immagini a seguire è possibile quindi fare alcune osservazione sui terreni di interesse progettuale. Nonostante le notevoli dimensioni dell'area di progetto le litologie sono piuttosto simili tra loro, distinguibili in litologie recenti a nord, paleozoiche a sud e ascrivibili a terreni sedimentari sciolti, terreni argillosi, arenacei, conglomeratici, metamorfici e cristallini magmatici intrusivi. Localmente si incontrano calcari mesozoici.

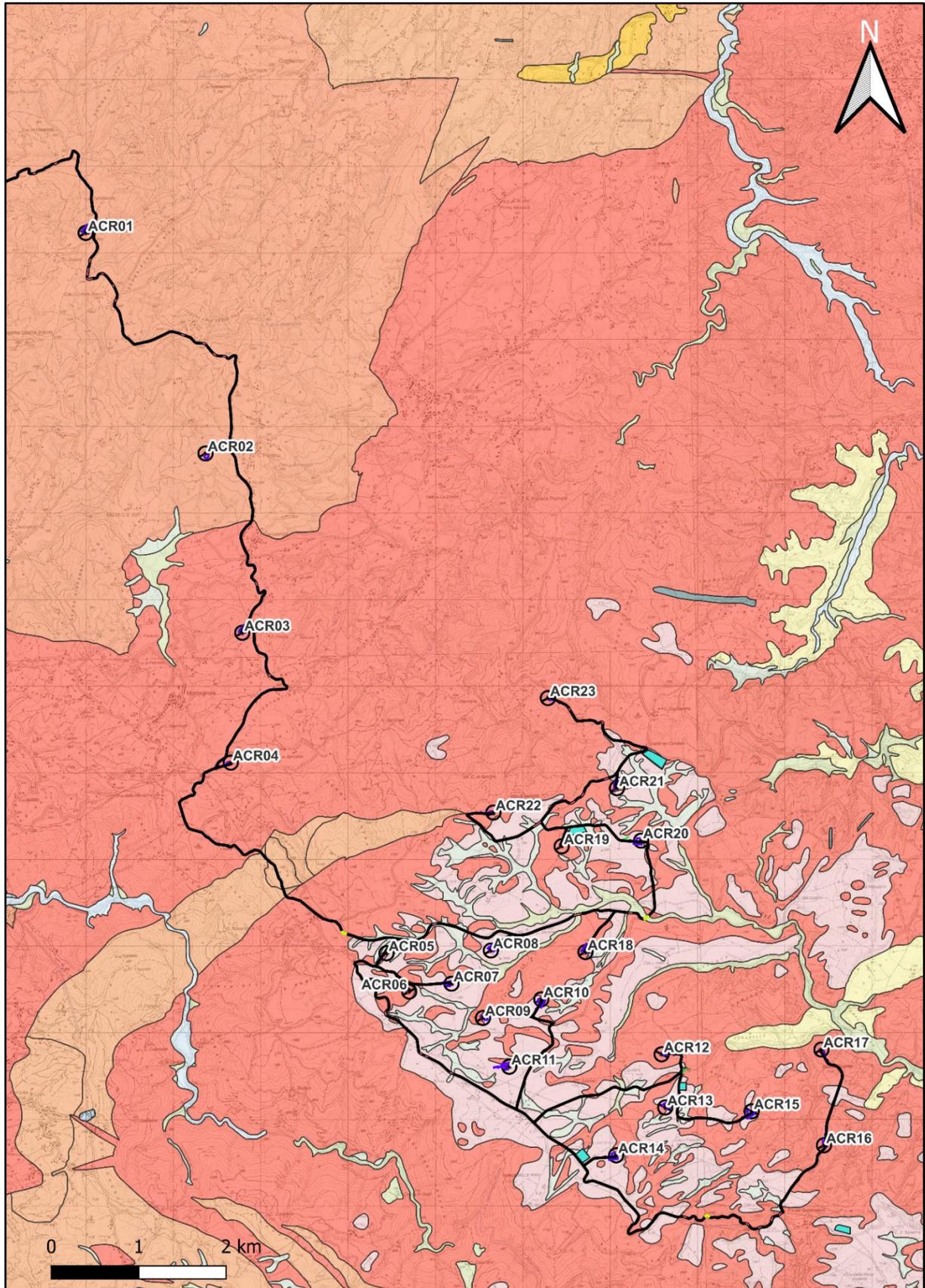
Di seguito si riportano estratti di dettaglio della Carta Geologica della Calabria in scala 1:25.000 in formato digitale con sovrapposizione del layout di impianto in ambiente GIS.



	Aerogeneratore e sorvolo relativo		Piazzole
	Aree di stoccaggio		Pista esistente da adeguare
	Cabina di raccolta		Scavi e riporti
	Cavidotto 36 kV in Canaletta		Strada di nuova realizzazione
	Cavidotto 36 kV in TOC		Viabilità esistente da adeguare
	Cavidotto 36 kV		Futura Stazione Elettrica (SE) RTN 380-150-36 kV

-  Alluvioni mobili ciottolose mobili dei letti fluviali e/o depositi di litorale - Olocene
-  Alluvioni fissate dalla vegetazione e/o artificialmente - Olocene
-  Prodotti di soliflussione e dilavamento - Olocene
-  Detriti di frana - Olocene
-  Conglomerati e sabbie dei terrazzi marini - Pleistocene
-  Conglomerati alluvionali di antichi terrazzi fluviali - Pleistocene
-  Resti di antichi terrazzi fluviali - Pleistocene
-  Terrazzi alluvionali - Pleistocene
-  Sottili e sporadici lembi di copertura pleistocenica sulla litologia - Pleistocene
-  Sabbie da fini a grossolane, ghiaie, conglomerati e sabbioni - Pleistocene
-  Sabbie e conglomerati alluvionali e/o di antiche conoidi di deiezione bruno rossastri - Pleistocene
-  Sabbie ed arenarie bruno-rossastre o bruno-chiare con conglomerati - Pliocene
-  Sabbie gialle o grigie, e sabbie argillose con intercalazioni arenacee o calcaree - Pliocene superiore
-  Silts da bruno-chiare a grigie - Pliocene superiore
-  Argille siltose e marnose da grigio-azzurre a grigio-chiare - Pliocene superiore
-  Conglomerati poligenici grossolani bruno-rossastri, con matrice sabbiosa grossolana - Pleistocene
-  Conglomerati e sabbie giallastre o bruno-rossastre - Pliocene superiore
-  Calcari e calcareniti - Cretacico
-  Calcari rossi e biancastri con intercalazioni marnose - Giurassico
-  Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti - Paleozoico
-  Rocce ignee basiche verdi, pillow, gabbri e dioriti, dioriti biotitico quarzose - Paleozoico
-  Scisti filladici grigi lucenti - filladi grigie, grigio-scure o nere - Paleozoico
-  Filladi calcaree grigie e calcescisti grigi - Paleozoico
-  Scisti e gneiss biotitici - Paleozoico
-  Gneiss, para-gneiss e scisti biotitico-granatiferi - Paleozoico
-  Calcari cristallini - Paleozoico
-  Anfiboliti plagioclasiche e gneiss basic ad orneblenda - Paleozoico
-  Serpentine zonate e pirosseniti oliviniche - Paleozoico
-  Serpentine - Paleozoico

Figura 10: Area nord di progetto; Carta geologica con legenda annessa. Scala 1:50.000. Shapefile in ambiente GIS.



	Aerogeneratore e sorvolo relativo		Piazzole
	Aree di stoccaggio		Pista esistente da adeguare
	Cabina di raccolta		Scavi e riporti
	Cavidotto 36 kV in Canaletta		Strada di nuova realizzazione
	Cavidotto 36 kV in TOC		Viabilità esistente da adeguare
	Cavidotto 36 kV		Futura Stazione Elettrica (SE) RTN 380-150-36 kV

-  Alluvioni mobili ciottolose mobili dei letti fluviali e/o depositi di litorale - Olocene
-  Alluvioni fissate dalla vegetazione e/o artificialmente - Olocene
-  Prodotti di soliflussione e dilavamento - Olocene
-  Discariche - Olocene
-  Conglomerati alluvionali di antichi terrazzi fluviali - Pleistocene
-  Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici - Pleistocene
-  Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici - Pleistocene
-  Sabbie ghiaiose, sabbie, silts ed argille umiche torbose lacustri - Pleistocene
-  Conglomerati sabbiosi bruno-rossastri, antichi depositi alluvionali - Pleistocene
-  Conglomerati e sabbie giallastre o bruno-rossastre - Pliocene superiore
-  Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti - Paleozoico
-  Scisti e gneiss biotitici - Paleozoico
-  Gneiss, para-gneiss e scisti biotitico-granatiferi - Paleozoico

Figura 11: Area sud di progetto; Carta geologica con legenda annessa. Scala 1:50.000. Shapefile in ambiente GIS.

Nella tabella a seguire si fornisce un quadro schematico dei terreni affioranti in corrispondenza degli elementi progettuali principali; elemento di rilievo è la possibilità che nella medesima area di piazzola possano essere interessati terreni differenti, sia da un punto di vista litostratigrafico, sia da un punto di vista geotecnico. Nello specifico, gli aerogeneratori ACR05, ACR10, ACR11, ACR13, ACR15, ACR18 e ACR21 sembrano essere caratterizzati da disomogeneità nell'area di fondazione. Disomogeneità nella piazzola interessano però un numero maggiore di aerogeneratori, coinvolgendo ACR05, ACR06, ACR09, ACR10, ACR11, ACR13, ACR15 e ACR21. In particolare, la piazzola di ACR21 risulta localizzata in parte su prodotti di soliflussione e dilavamento, sedimenti quindi sciolti e poco coesi. Le indagini geognostiche, da effettuare in fase esecutiva, forniranno il quadro di riferimento e verificheranno le condizioni geologiche e geotecniche effettive.



Elemento di progetto	Terreno area di fondazione	Piazzola
Aerogeneratore ACR01	Gneiss, para-gneiss e scisti biotitico-granatiferi	Gneiss, para-gneiss e scisti biotitico-granatiferi
Aerogeneratore ACR02	Gneiss, para-gneiss e scisti biotitico-granatiferi	Gneiss, para-gneiss e scisti biotitico-granatiferi
Aerogeneratore ACR03	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti
Aerogeneratore ACR04	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti
Aerogeneratore ACR05	<ul style="list-style-type: none"><li>• Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici</li><li>• Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici</li><li>• Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti</li></ul>
Aerogeneratore ACR06	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti	<ul style="list-style-type: none"><li>• Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici</li><li>• Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti</li></ul>
Aerogeneratore ACR07	Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici	Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici
Aerogeneratore ACR08	Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici	Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici
Aerogeneratore ACR09	Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici	<ul style="list-style-type: none"><li>• Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici</li><li>• Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti</li></ul>
Aerogeneratore ACR10	<ul style="list-style-type: none"><li>• Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce</li></ul>



Elemento di progetto	Terreno area di fondazione	Piazzola
	<p>di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti</li> </ul>	<p>acide intrusive e scisti e gneiss biotitici</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti</li> </ul>
Aerogeneratore ACR11	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici</li> <li>Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici</li> <li>Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti</li> </ul>
Aerogeneratore ACR12	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti
Aerogeneratore ACR13	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici</li> <li>Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici</li> <li>Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti</li> </ul>
Aerogeneratore ACR14	Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici	Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici
Aerogeneratore ACR15	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici</li> <li>Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici</li> <li>Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti</li> </ul>
Aerogeneratore ACR16	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti
Aerogeneratore ACR17	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti
Aerogeneratore ACR18	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prodotti di solifluzione e dilavamento</li> <li>Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti</li> </ul>	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti
Aerogeneratore	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-



Elemento di progetto	Terreno area di fondazione	Piazzola
ACR19	muscovitici, quarzo monzoniti	muscovitici, quarzo monzoniti
Aerogeneratore ACR20	Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici	Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici
Aerogeneratore ACR21	<ul style="list-style-type: none"><li>Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici</li><li>Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Prodotti di solifluzione e dilavamento</li><li>Materiali eluviali e colluviali, risultanti dalla profonda alterazione di rocce acide intrusive e scisti e gneiss biotitici</li><li>Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti</li></ul>
Aerogeneratore ACR22	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti
Aerogeneratore ACR23	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti	Graniti, granodioriti, graniti biotitico-muscovitici, quarzo monzoniti

Tabella 1: Terreni prevedibili (sulla base della letteratura geologica) in corrispondenza dei principali elementi di progetto.

#### 4 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nella presente fase progettuale non sono disponibili indagini geognostiche, demandate alla successiva fase progettuale, quando saranno univocamente definite le geometrie dei litotipi e le loro caratteristiche geotecniche. Le indagini saranno necessariamente multidisciplinari, comprendendo sia indagini dirette, con sondaggi a carotaggio continuo, sia di tipo indiretto, con tecniche di tipo geofisico.

#### 5 MODELLO GEOTECNICO

In mancanza delle indagini geognostiche necessarie alla definizione di un modello univoco di dettaglio, comprendente sia la modellazione litostratigrafica locale, sia il modello geotecnico relativo, si propone un modello preliminare, con l'indicazione della tipologia di terreni presenti e i principali parametri geotecnici che possono essere attribuiti.

I complessi gneissici sono sempre accompagnati da un orizzonte di alterazione, di spessore variabile, che può considerato pari a circa 10 m come indicazione di massima. Ove presenti, gli orizzonti eluvio-colluviali hanno spessore variabile nel range 1-3 m circa.



Come riferimento è possibile quindi modellare due stratigrafie-tipo sulla base della presenza della copertura eluvio-colluviale:

Tipo 1

0,0-2,0 m	Terreno eluvio-colluviale
2,0-12,0 m	Orizzonte di alterazione del complesso granitoide/gneissico
12,0 m - indef.	Complesso granitoide/gneissico

Tipo 2

0,0-10,0 m	Orizzonte di alterazione del complesso granitoide/gneissico
10,0 m - indef.	Complesso granitoide/gneissico

Di seguito, per ciascun aerogeneratore, vengono forniti i terreni di riferimento per l'area di piazzola e per l'impronta della fondazione.

Elemento di progetto	Terreno area di fondazione	Piazzola
Aerogeneratore ACR01	Complesso gneissico	Complesso gneissico
Aerogeneratore ACR02	Complesso gneissico	Complesso gneissico
Aerogeneratore ACR03	Complesso granitoide s.l.	Complesso granitoide s.l.
Aerogeneratore ACR04	Complesso granitoide s.l.	Complesso granitoide s.l.
Aerogeneratore ACR05	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eluvium e colluvium</li><li>• Complesso granitoide s.l.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eluvium e colluvium</li><li>• Complesso granitoide s.l.</li></ul>
Aerogeneratore ACR06	Complesso granitoide s.l.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eluvium e colluvium</li><li>• Complesso granitoide s.l.</li></ul>
Aerogeneratore	Eluvium e colluvium	Eluvium e colluvium



Elemento di progetto	Terreno area di fondazione	Piazzola
ACR07		
Aerogeneratore ACR08	Eluvium e colluvium	Eluvium e colluvium
Aerogeneratore ACR09	Eluvium e colluvium	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eluvium e colluvium</li><li>• Complesso granitoide s.l.</li></ul>
Aerogeneratore ACR10	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eluvium e colluvium</li><li>• Complesso granitoide s.l.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eluvium e colluvium</li><li>• Complesso granitoide s.l.</li></ul>
Aerogeneratore ACR11	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eluvium e colluvium</li><li>• Complesso granitoide s.l.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eluvium e colluvium</li><li>• Complesso granitoide s.l.</li></ul>
Aerogeneratore ACR12	Complesso granitoide s.l.	Complesso granitoide s.l.
Aerogeneratore ACR13	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eluvium e colluvium</li><li>• Complesso granitoide s.l.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eluvium e colluvium</li><li>• Complesso granitoide s.l.</li></ul>
Aerogeneratore ACR14	Materiali eluviali e colluviali	Materiali eluviali e colluviali
Aerogeneratore ACR15	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eluvium e colluvium</li><li>• Complesso granitoide s.l.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eluvium e colluvium</li><li>• Complesso granitoide s.l.</li></ul>
Aerogeneratore ACR16	Complesso granitoide s.l.	Complesso granitoide s.l.
Aerogeneratore ACR17	Complesso granitoide s.l.	Complesso granitoide s.l.
Aerogeneratore ACR18	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eluvium e colluvium</li><li>• Complesso granitoide s.l.</li></ul>	Complesso granitoide s.l.
Aerogeneratore ACR19	Complesso granitoide s.l.	Complesso granitoide s.l.



Elemento di progetto	Terreno area di fondazione	Piazzola
Aerogeneratore ACR20	Eluvium e colluvium	Eluvium e colluvium
Aerogeneratore ACR21	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eluvium e colluvium</li> <li>• Complesso granitoide s.l.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eluvium e colluvium</li> <li>• Complesso granitoide s.l.</li> </ul>
Aerogeneratore ACR22	Complesso granitoide s.l.	Complesso granitoide s.l.
Aerogeneratore ACR23	Complesso granitoide s.l.	Complesso granitoide s.l.

A seguire si riporta la tabella con i parametri geotecnici da abbinare a ciascuna litologia.

Descrizione	$\phi$ (°)	C (kPa)	$c_u$ (kPa)	$\gamma$ (t/m <sup>3</sup> )	compressione monoassiale (Mpa)
Complesso granitoide s.l.	40	30	80	2,3	50
Orizzonti di alterazione di gneiss e graniti	32	0	0	1,85	-
Eluvium e colluvium	24	0-2	0-5	1,7	-
Complesso gneissico	38	20	60	2,2	40

## 6 CARATTERISTICHE SISMICHE GENERALI

### 6.1 SISMICITA' E TETTONICA ATTIVA

La sismicità di questo territorio è associata a strutture sismogenetiche costituite da più sistemi sismogenici, afferenti all'area del Pollino, alla Valle del Crati, ai sistemi di Corigliano-Rossano e di Acri.

#### 6.1.1 LE SORGENTI SISMOGENETICHE

Il primo passo per la definizione dell'azione sismica è quella di individuare le "sorgenti sismiche capaci" caratterizzanti l'area di studio. Per il presente studio si è fatto riferimento al DISS 3.3.0 (Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy) che individua per l'area oggetto del presente studio le sorgenti sismogenetiche.

Dall'osservazione della cartografia su WebGis è possibile osservare che l'area di diretto interesse è caratterizzata anche dalla presenza di sorgenti attualmente oggetto di dibattito, in particolare la faglia denominata Rossano, proposta da Galli (2006), attualmente in fase di verifica. Al momento attuale il sito del progetto DISS non fornisce per tale sorgente né i parametri geometrici né la magnitudo massima attesa.

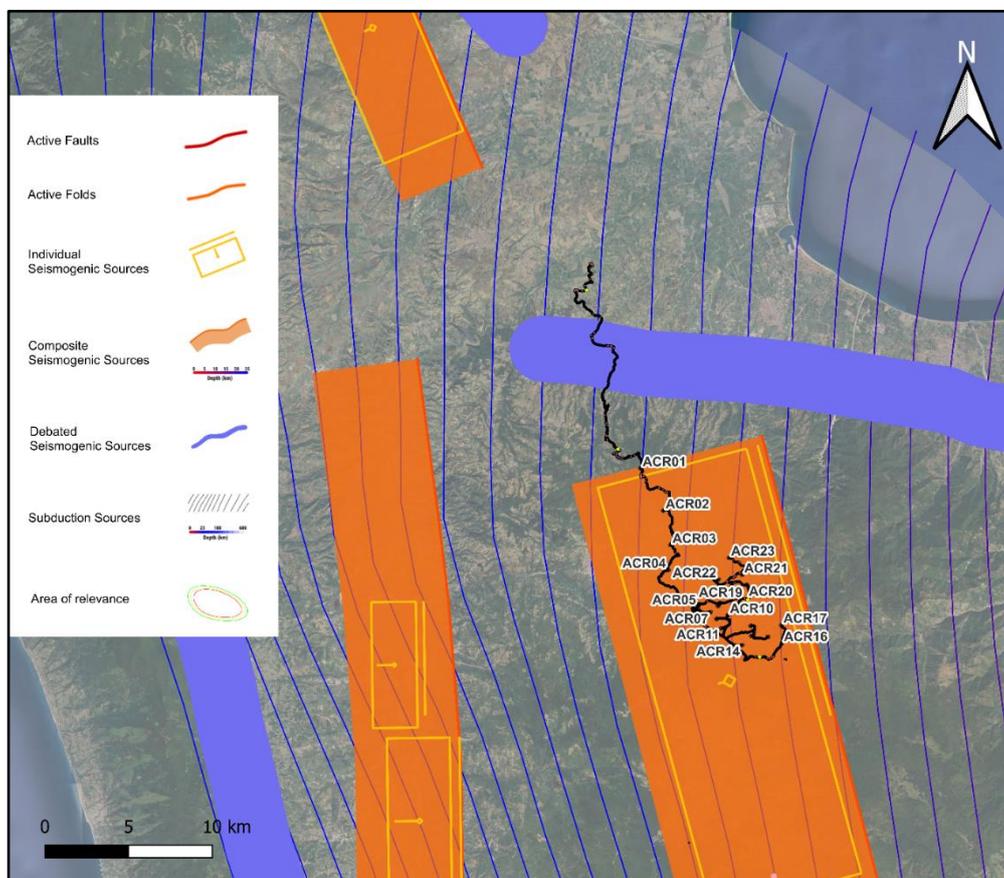


Figura 12: Le Sorgenti Sismogenetiche dell'area calabrese ionica settentrionale, contenute nella nuova versione del "Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy"; per l'ubicazione dell'area in esame (progetto DISS - <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>).



Le sorgenti sismogeniche più prossime in questo database sono la sorgente composita Cecita Lake, con magnitudo massima di 6,8, la sorgente composita Crati Valley, con magnitudo massima 6,6, la sorgente composita Pollino, con magnitudo massima 6,4, e la sorgente dibattuta Rossano, associata al forte sisma di Rossano del 1836.

PARAMETRIC INFORMATION

Parameter			Quality	Evidence
Location [Lat/Lon]	39.43 / 16.48	LD		Based on data by Galli and Bosi (2003).
Length [km]	26.5	OD		Based on geological data from Galli and Bosi (2003).
Width [km]	16.0	ER		Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
Min depth [km]	1.0	LD		Based on geological data from Galli and Bosi (2003).
Max depth [km]	14.1	AR		Derived from dip, width and min depth.
Strike [deg]	166	LD		Based on geological data from Galli and Bosi (2003).
Dip [deg]	55	EJ		Inferred from geological and geomorphological observations.
Rake [deg]	270	LD		Based on geological data from Galli and Bosi (2003).
Slip Per Event [m]	1.60	ER		Calculated from Mo using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min...max	0.7000... 1.2000	OD		Based on regional geodynamic considerations.
Recurrence [y] min... max	1333... 2286	EJ		Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	6.8	ER		Calculated using empirical relationship.

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

Figura 13: Dati sorgente composita Cecita Lake



PARAMETRIC INFORMATION

Parameter		Quality	Evidence
Min depth [km]	1.0	EJ	Inferred from geological and seismological observations.
Max depth [km]	10.0	EJ	Inferred from geological and seismological observations.
Strike [deg] min... max	160...200	EJ	Inferred from geological observations.
Dip [deg] min... max	40...70	EJ	Inferred from geological observations.
Rake [deg] min... max	260...280	EJ	Inferred from geological and seismological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.4000... 1.0000	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.6	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

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

Figura 14: Dati sorgente composita Crati Valley

PARAMETRIC INFORMATION

Parameter		Quality	Evidence
Min depth [km]	1.0	LD	Based on geological data from Cinti et al. (1995).
Max depth [km]	10.0	LD	Based on geological data.
Strike [deg] min... max	150...170	LD	Based on geological data from Cinti et al. (1995).
Dip [deg] min... max	55...65	LD	Based on geological data from Cinti et al. (1995).
Rake [deg] min... max	260...280	EJ	Assumed from geological and seismotectonic considerations.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.2000... 0.6000	LD	Based on long-term geological markers.
Max Magnitude [Mw]	6.4	ER	Estimated from Leonard's (2014) scaling relations.

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

Figura 15: Dati sorgente composita Pollino



INTERNAL CODE

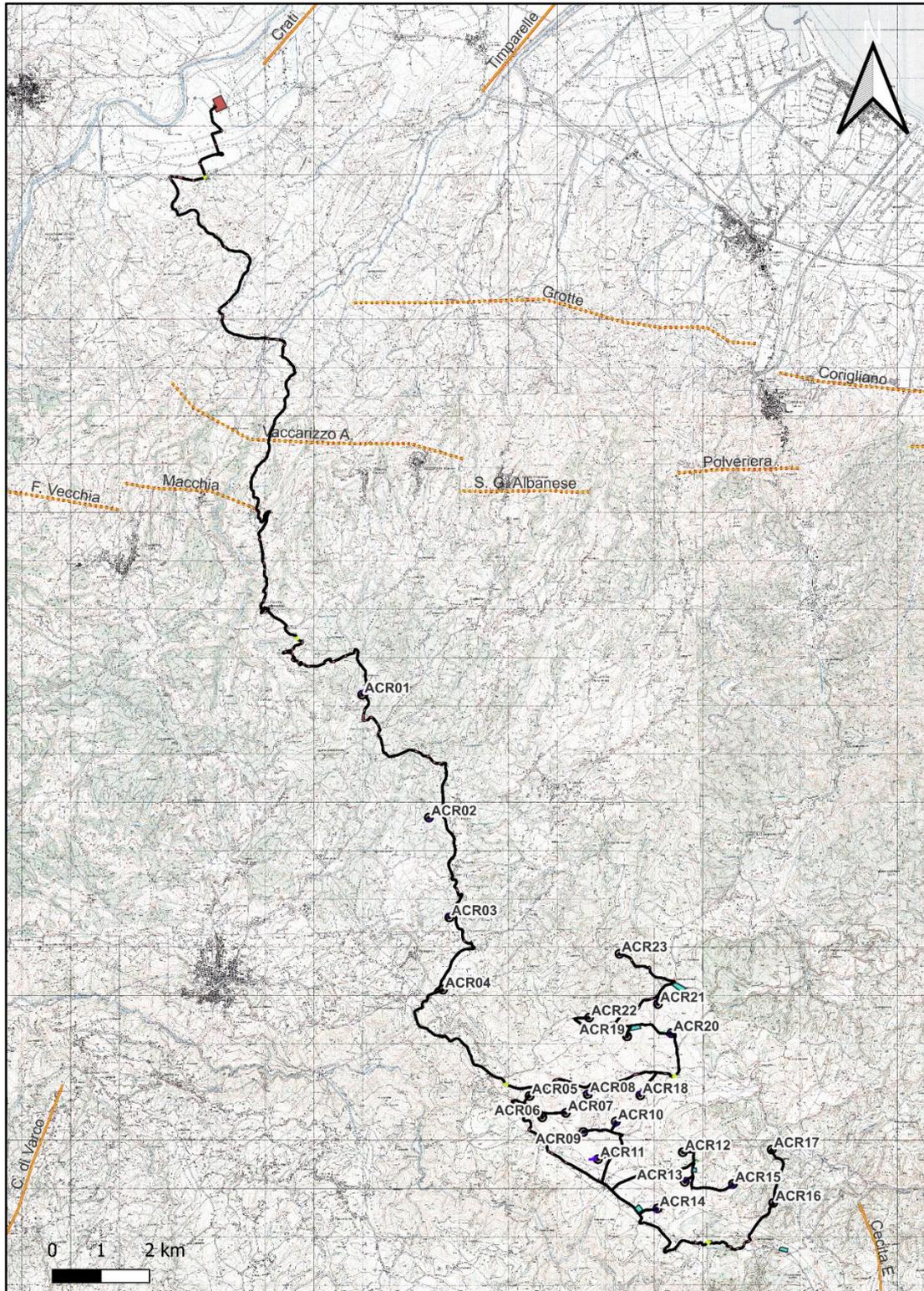
C24FSTR001WR05800

PAGE

34 di/of 67

### 6.1.2 ITHACA -DATABASE DELLE FAGLIE CAPACI

Il catalogo ITHACA (ITaly HAzard from CApable faults) colleziona le informazioni disponibili sulle faglie capaci, cioè le faglie che potenzialmente possono creare deformazione tettonica permanente in superficie, che interessano il territorio italiano. ITHACA è uno strumento fondamentale per l'analisi di pericolosità ambientale e sismica, per la comprensione dell'evoluzione recente del paesaggio, per la pianificazione territoriale e per la gestione delle emergenze di Protezione Civile. Lo stralcio che di seguito si riporta conferma l'assenza di segmenti di faglia capace nell'area di realizzazione dell'impianto.



- |   |  |
|---|--|
|  Aerogeneratore e sorvolo relativo |  Piazzole   |
|  Aree di stoccaggio                |  Pista esistente da adeguare                      |
|  Cabina di raccolta                |  Scavi e riporti                                  |
|  Cavidotto 36 kV in Canaletta      |  Strada di nuova realizzazione                    |
|  Cavidotto 36 kV in TOC            |  Viabilità esistente da adeguare                  |
|  Cavidotto 36 kV                   |  Futura Stazione Elettrica (SE) RTN 380-150-36 kV |

Cinematismo Faglie (ITHACA)

- |   |
|---|
|  Normal Fault  |
|  Oblique Fault |

Figura 16 - Le faglie capaci presenti all'intorno dell'area di studio, contenute nel database ITHACA (shapefile in ambiente GIS). Scala 1:90000.

Le faglie capaci più prossimi all'area di studio sono: la faglia normale Crati, del Sistema "East Sibari Plain"; la faglia obliqua normale sinistra Grotte, la faglia obliqua normale sinistra Vaccarizzo Albanese, la faglia obliqua normale sinistra Macchia, la faglia obliqua normale sinistra San Giorgio Albanese e la faglia obliqua normale sinistra Fontana Vecchia del Sistema "Corigliano-Rossano"; la faglia normale Lago di Cecita del Sistema "Cecita – Silvana Mansio". Solamente il cavidotto di connessione risulta intersecare lineamenti presenti nel database ITHACA, più precisamente le faglie Vaccarizzo Albanese e Macchia. Inoltre, gli aerogeneratori ACR16 e ACR17 risultano distanti poco più di 2 km dalla faglia Lago di Cecita, a ovest.

Fault description	
<b>GENERAL IDENTIFICATION</b>	
Fault Code	36901
Fault Name	Crati
Region Name	Calabria
Tectonic Environment	ND
System Name	East Sibari Plain
Synopsis	
Rank	Primary
<b>GEOMETRY AND KINEMATICS</b>	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	220
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	NW
Fault Length (km)	10.6
Mapping Scale	1:50000
Fault Depth (m)	
Kinematics	Normal
<b>ACTIVITY</b>	
Surface Evidence	ND
Last Activity	Pleistocene generic
Applied Technique	Drillings
Evidence for Capability	Displacement of Quaternary deposits and/or land forms

Figura 17: Caratteristiche salienti faglia capace Crati. (Fonte: <https://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>)

Fault description	
<b>GENERAL IDENTIFICATION</b>	
Fault Code	35905
Fault Name	Grotte
Region Name	Calabria
Tectonic Environment	ND
System Name	Corigliano - Rossano System
Synopsis	
Rank	Primary
<b>GEOMETRY AND KINEMATICS</b>	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	275
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	N
Fault Length (km)	8.5
Mapping Scale	1:50000
Fault Depth (m)	
Kinematics	Oblique Normal SX
<b>ACTIVITY</b>	
Surface Evidence	ND
Last Activity	Early Pleistocene
Evidence for Capability	Displacement of Quaternary deposits and/or land forms

Figura 18: Caratteristiche salienti faglia capace Grotte. (fonte: <https://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>)

Fault description	
<b>GENERAL IDENTIFICATION</b>	
Fault Code	35900
Fault Name	Vaccarizzo Albanese
Region Name	Calabria
Tectonic Environment	ND
System Name	Corigliano - Rossano System
Synopsis	
Rank	Primary
<b>GEOMETRY AND KINEMATICS</b>	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	275
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	N
Fault Length (km)	6.5
Mapping Scale	1:50000
Fault Depth (m)	
Kinematics	Oblique Normal SX
<b>ACTIVITY</b>	
Surface Evidence	ND
Last Activity	Early Pleistocene
Evidence for Capability	Displacement of Quaternary deposits and/or land forms

Figura 19: Caratteristiche salienti della faglia Vaccarizzo Albanese.

(Fonte: <https://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>)

Fault description	
<b>GENERAL IDENTIFICATION</b>	
Fault Code	35904
Fault Name	Macchia
Region Name	Calabria
Tectonic Environment	ND
System Name	Corigliano - Rossano System
Synopsis	
Rank	Primary
<b>GEOMETRY AND KINEMATICS</b>	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	275
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	N
Fault Length (km)	2.8
Mapping Scale	1:50000
Fault Depth (m)	
Kinematics	Oblique Normal SX
<b>ACTIVITY</b>	
Surface Evidence	ND
Last Activity	Early Pleistocene
Evidence for Capability	Displacement of Quaternary deposits and/or land forms

Figura 20: Caratteristiche salienti della faglia Macchia. (fonte: <https://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>)

Fault description	
<b>GENERAL IDENTIFICATION</b>	
Fault Code	35901
Fault Name	San Giorgio Albanese
Region Name	Calabria
Tectonic Environment	ND
System Name	Corigliano - Rossano System
Synopsis	
Rank	Primary
<b>GEOMETRY AND KINEMATICS</b>	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	275
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	N
Fault Length (km)	2.7
Mapping Scale	1:50000
Fault Depth (m)	
Kinematics	Oblique Normal SX
<b>ACTIVITY</b>	
Surface Evidence	ND
Last Activity	Early Pleistocene
Evidence for Capability	Displacement of Quaternary deposits and/or land forms

Figura 21: Caratteristiche salienti della faglia San Giorgio Albanese.

(Fonte: <https://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>)

Fault description	
<b>GENERAL IDENTIFICATION</b>	
Fault Code	35903
Fault Name	Fontana Vecchia
Region Name	Calabria
Tectonic Environment	ND
System Name	Corigliano - Rossano System
Synopsis	
Rank	Primary
<b>GEOMETRY AND KINEMATICS</b>	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	275
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	N
Fault Length (km)	2.7
Mapping Scale	1:50000
Fault Depth (m)	
Kinematics	Oblique Normal SX
<b>ACTIVITY</b>	
Surface Evidence	ND
Last Activity	Early Pleistocene
Evidence for Capability	Displacement of Quaternary deposits and/or land forms

Figura 22: Caratteristiche salienti della faglia Fontana Vecchia.

(Fonte: <https://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>)

Fault description	
<b>GENERAL IDENTIFICATION</b>	
Fault Code	35400
Fault Name	Lago di Cecita
Region Name	Calabria
Tectonic Environment	ND
System Name	Cecita - Silvana Mansio
Synopsis	
Rank	Primary
<b>GEOMETRY AND KINEMATICS</b>	
Segmentation	Single Segment
Average Strike (°)	170
Dip (°)	Undefined
Dip Direction	W
Fault Length (km)	11.9
Mapping Scale	1:
Fault Depth (m)	
Kinematics	Normal
<b>ACTIVITY</b>	
Surface Evidence	ND
Last Activity	Late Pleistocene
Evidence for Capability	Displacement of middle-late Pleistocene deposits and/or land forms

Figura 23: Caratteristiche salienti della faglia Lago di Cecita. (Fonte: <https://sgi.isprambiente.it/ithaca/viewer/index.html>)

## 6.2 MACROZONAZIONE SISMICA – PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

In data 24 ottobre 2005 entra in vigore il D.M. 14/09/2005 “Norme Tecniche per le Costruzioni con successivi aggiornamenti nel 2008 e 2018. La norma suddivide il territorio in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore di parametro  $a_g$ , che rappresenta l’accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A. La norma afferma che le zone 1, 2 e 3 possono essere suddivise in sottozone caratterizzate da valori di  $a_g$  intermedi rispetto ai massimi di ciascuna zona e intervallati da valori non minori di 0,025. In tal caso i vari territori saranno assegnati alle sottozone in base ai valori di  $a_g$  con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni”. La classifica è stata successivamente più volte integrata e aggiornata (ultimo aggiornamento aprile 2023 fonte: <https://rischi.protezionecivile.gov.it/it/sismico/attivita/classificazione-sismica/>).

Con l’OPCM 3519 del 28/04/2006 viene proposta una nuova zonizzazione con suddivisione degli intervalli di accelerazione più dettagliati, pari a 0,025. La figura successiva è tratta dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo ( $a_{max}$ ) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/sec; cat. A). Come si può notare, l’area in esame ricade in un settore caratterizzato da valori di accelerazione massima del suolo compresi tra 0,15g fino a 0,25g.

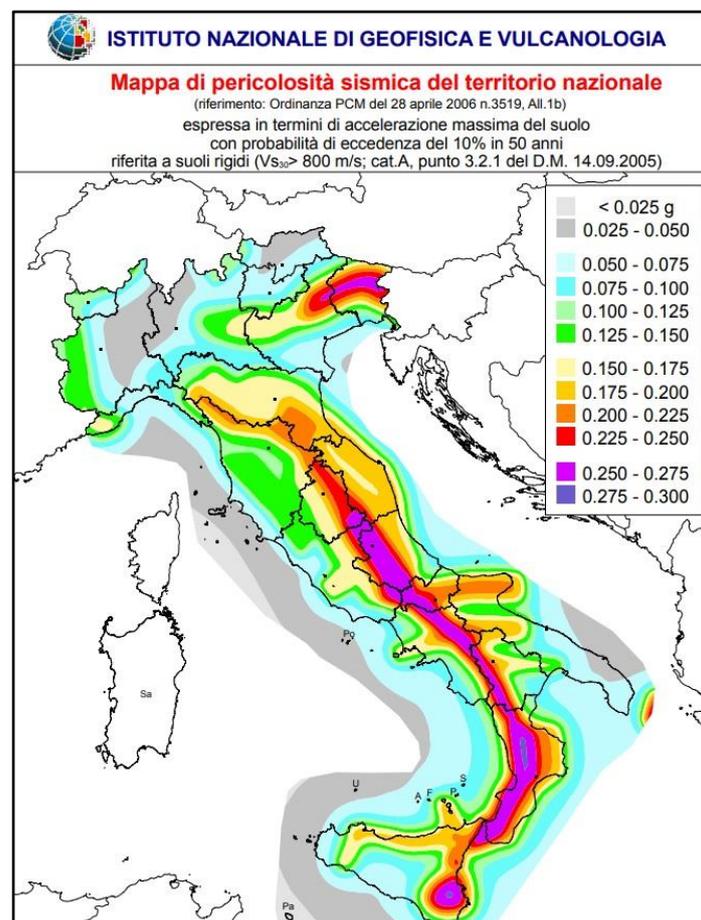


Figura 24 - Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (OPCM n.3519/2006).

## 8.2 Macrozonazione sismica

Gli aerogeneratori di progetto e le opere di connessione ricadono in più territori comunali: Acri, San Demetrio Corone, Terranova da Sibari, Corigliano – Rossano e Casali del Manco. Fra questi, solo Casali del Manco ricade in zona 2, mentre tutti gli altri comuni ricadono in zona 2.

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [ $a_g$ ]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [ $a_g$ ]
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	$a_g > 0,25$ g	0,35 g
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	$a_g \leq 0,05$ g	0,05 g

Figura 25: Livello di pericolosità delle zone sismiche suddivise in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06 e ss.mm.ii.).

Dalla mappa di pericolosità sismica della figura seguente è confermato quanto detto precedentemente; visualizzando i valori corrispondenti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni) della PGA (Peak Ground Acceleration, ovvero accelerazione massima al suolo), con accelerazione  $a_g > 0,25$ .

## Modello di pericolosità sismica MPS04-S1

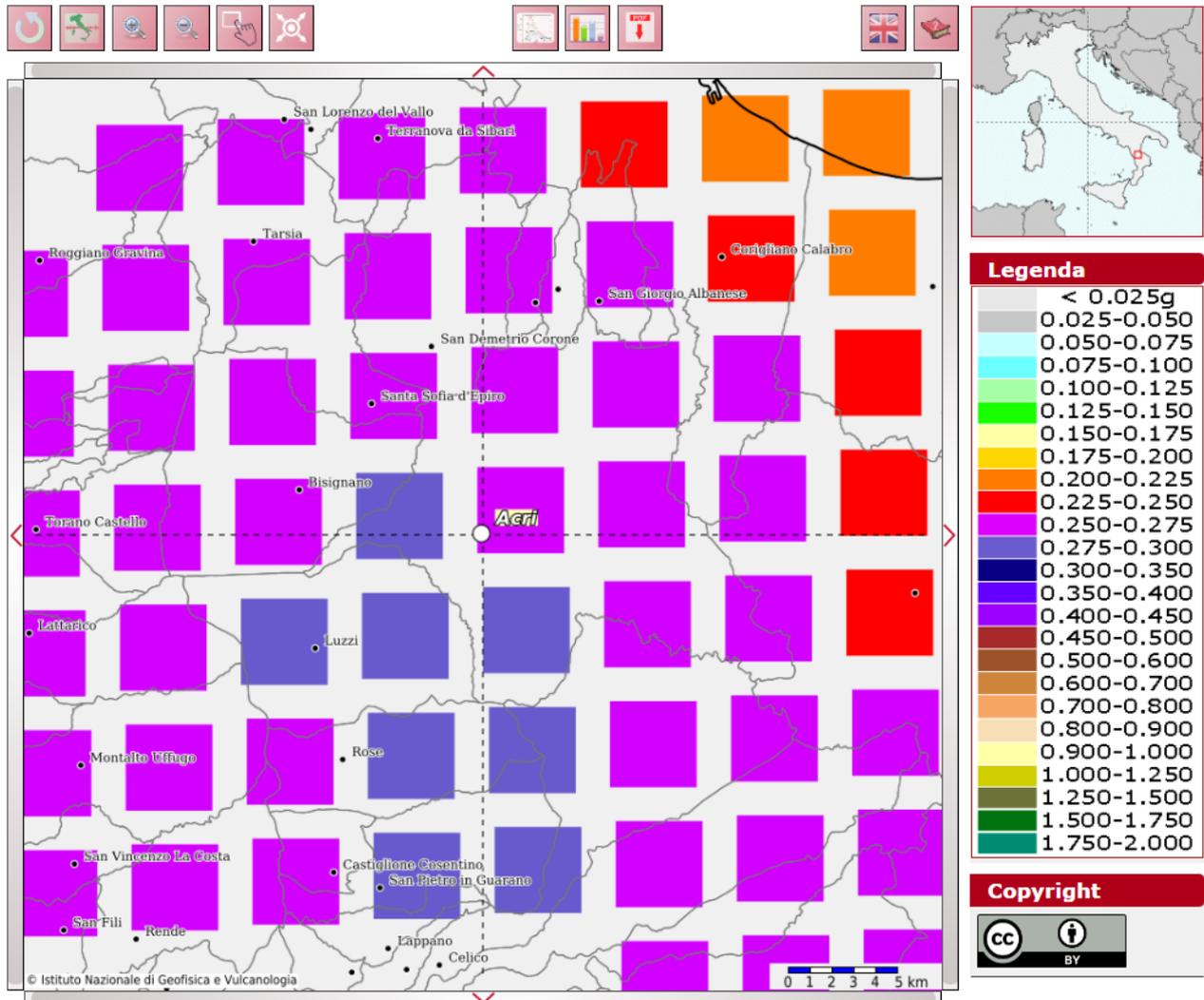


Figura 26: Mappa di pericolosità sismica di base (Fonte INGV); griglia di riferimento; le accelerazioni attese risultano comprese fra 0,225 g e 0,275 g. Scala 1:150000.

## 7 LIQUEFAZIONE

La liquefazione è un fenomeno legato alla drastica diminuzione di resistenza a taglio e/o rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno. Valutazioni circa la possibilità o meno di sviluppo di fenomeni di liquefazione durante eventuali attività sismiche vanno svolte in presenza di terreni granulari saturi, con fuso granulometrico a dominanza sabbiosa.

L'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2018), così come già in parte riportato nelle NTC 2008, indica che le verifiche alla liquefazione per le opere possono essere omesse quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di campo libero inferiori a

0,1 g;

- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e per strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 23(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 23(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

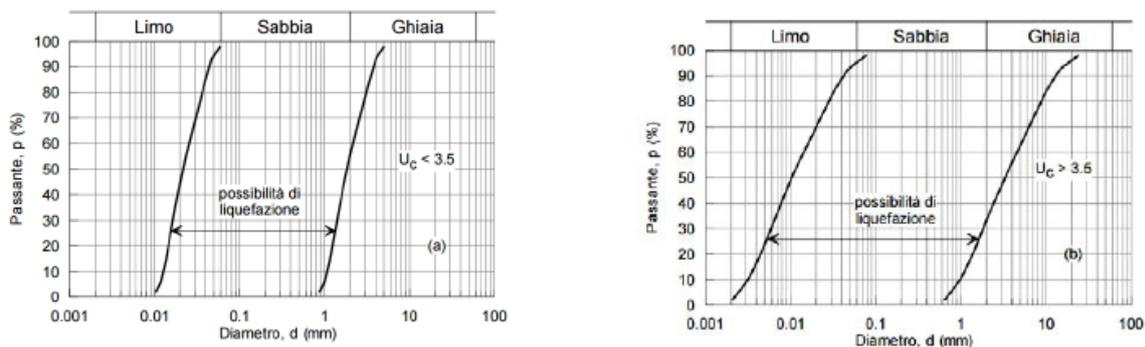


Figura 27 - Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione ai sensi delle NTC.

Alla luce delle caratteristiche litologiche e dell'età dei terreni (nessun terreno olocenico sciolto con opere di progetto), e in considerazione dell'assenza di falda a bassa profondità, anche in caso di sollecitazioni cicliche intense quali quelle attese, è possibile escludere fenomeni di liquefazione dei sottofondi. In ogni caso, nella successiva fase progettuale dovranno essere realizzate indagini volte a verificare l'effettiva litologia dei sottofondi, il fuso granulometrico dei terreni di natura sedimentaria e la presenza di eventuali falde locali. Qualora le indagini confermino il quadro geologico e idrogeologico qui delineato, non saranno necessarie verifiche di tipo quantitativo del potenziale di liquefazione.



## 8 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella tabella seguente, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio "VS". I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- $h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;
- $V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;
- $N$  numero di strati;
- $H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella tabella seguente.



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

Tabella 2: *Categorie di sottosuolo ai sensi delle NTC vigenti*

La caratterizzazione di tale importante parametro di progetto è demandata alla successiva fase progettuale, quando saranno disponibili le necessarie indagini geofisiche.

In via del tutto preliminare è possibile ipotizzare per gli aerogeneratori poggianti sul basamento metamorfico siano caratterizzati da categoria di suolo di fondazione A, ma con la possibilità che lo stato di alterazione sia tale da configurare una categoria B. Per quanto riguarda le WTG in contesti tipicamente sedimentari di età miocenica e pliocenica si prevede variabilità fra le categorie B e C in funzione del grado di cementazione e/o dello stato di addensamento/consistenza. I terreni argillosi sono quelli che più comunemente possono portare a categoria di fondazione di tipo C.

La determinazione della categoria è demandata alla fase di progetto successiva

## 9 CATEGORIA TOPOGRAFICA

Tale parametro viene definito a partire dalle caratteristiche morfologiche delle aree in cui si inseriscono le opere, ovvero dal posizionamento in contesti pianeggianti, di versante o di dorsale (più o meno ampia), secondo la definizione della seguente tabella.

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

Figura 28: Categorie topografiche ai sensi delle NTC 2018

A seguire, per ciascuna WTG di progetto viene individuata la categoria topografica, con il relativo coefficiente di amplificazione topografica. In linea generale è possibile affermare che gli aerogeneratori sono prevalentemente in categoria T1, ad eccezione di ACR01, ACR02, ACR17, ACR22 e ACR23 caratterizzati da una categoria T3.

Elemento di progetto	Categoria topografica	Coefficiente topografico
Aerogeneratore ACR01	T3	1,2
Aerogeneratore ACR02	T3	1,2
Aerogeneratore ACR03	T1	1,0
Aerogeneratore ACR04	T1	1,0
Aerogeneratore ACR05	T1	1,0
Aerogeneratore ACR06	T1	1,0
Aerogeneratore ACR07	T1	1,0
Aerogeneratore ACR08	T1	1,0
Aerogeneratore ACR09	T1	1,0
Aerogeneratore ACR10	T1	1,0
Aerogeneratore ACR11	T1	1,0
Aerogeneratore ACR12	T1	1,0
Aerogeneratore ACR13	T1	1,0
Aerogeneratore ACR14	T1	1,0
Aerogeneratore ACR15	T1	1,0
Aerogeneratore ACR16	T1	1,0
Aerogeneratore ACR17	T3	1,2
Aerogeneratore ACR18	T1	1,0
Aerogeneratore ACR19	T1	1,0
Aerogeneratore ACR20	T1	1,0



Elemento di progetto	Categoria topografica	Coefficiente topografico
Aerogeneratore ACR21	T1	1,0
Aerogeneratore ACR22	T3	1,2
Aerogeneratore ACR23	T3	1,2

Tabella 3: Categoria topografica per ciascuna WTG

## 10 VERIFICHE GEOTECNICHE

La verifica agli S.L.U. delle platee di fondazione risulta particolarmente difficoltosa poiché tali fondazioni spesso hanno forme non rettangolari e pertanto non è possibile valutarne la capacità portante attraverso le classiche formule della geotecnica.

Per potere valutare la portanza delle platee si è quindi implementato un tipo di verifica in cui la fondazione viene modellata per intero (potendo essere costituita, nella forma più generale, da travi rovesce, plinti, pali e platee).

In particolare, gli elementi strutturali vengono modellati in campo elastico lineare, mentre il terreno viene modellato come un letto di molle:

- a) lineari elastiche e non reagenti a trazione per le platee;
- b) molle non lineari elasto-plastiche non reagenti a trazione per le travi Winkler ed i plinti diretti.

Per le molle elastiche delle platee viene calcolato anche il limite elastico, al fine di bloccare il calcolo del moltiplicatore dei carichi qualora venga raggiunto tale limite.

Il legame di tipo elastico reagente a sola compressione è ottenuto utilizzando come rigidità all'origine la costante di Winkler del terreno. Il modello così ottenuto è in grado di tenere in conto dell'eterogeneità del terreno in maniera puntuale. Su tale modello viene quindi condotta un'analisi non lineare a controllo di forza immettendo le forze agenti sulla fondazione.

Il calcolo viene interrotto quando le molle delle platee attingono al loro limite elastico o qualora venga raggiunto uno stato di incipiente formazione di cerniere plastiche nelle travi Winkler. In corrispondenza a tali eventi viene calcolato il moltiplicatore dei carichi.

Per il calcolo delle strutture in oggetto si adotteranno i criteri della Geotecnica e della Scienza delle Costruzioni.

### 10.1 CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra la pressione verticale di esercizio in fondazione e la pressione limite per il terreno, valutata secondo Brinch-Hansen:



$$q_{lim} = q N_q Y_q i_q d_q b_q g_q s_q + c N_c Y_c i_c d_c b_c g_c s_c + \frac{1}{2} G B' N_g Y_g i_g b_g s_g$$

dove

**Caratteristiche geometriche della fondazione:**

q = carico sul piano di fondazione

B = lato minore della fondazione

L = lato maggiore della fondazione

D = profondità della fondazione

$\alpha$  = inclinazione base della fondazione

G = peso specifico del terreno

B' = larghezza di fondazione ridotta = B - 2 eB

L' = lunghezza di fondazione ridotta = L - 2 eL

**Caratteristiche di carico sulla fondazione:**

H = risultante delle forze orizzontali

N = risultante delle forze verticali

eB = eccentricità del carico verticale lungo B

eL = eccentricità del carico verticale lungo L

FhB = forza orizzontale lungo B

FhL = forza orizzontale lungo L

**Caratteristiche del terreno di fondazione:**

$\beta$  = inclinazione terreno a valle

c = cu = coesione non drenata (condizioni U)

c = c' = coesione drenata (condizioni D)

$\Gamma$  = peso specifico apparente (condizioni U)

$\Gamma = \Gamma'$  = peso specifico sommerso (condizioni D)

$\phi = 0$  = angolo di attrito interno (condizioni U)

$\phi = \phi'$  = angolo di attrito interno (condizioni D)

**Fattori di capacità portante:**



$$Nq = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \exp(\pi \cdot \tan\phi) \quad (\text{Prandtl-Cauchot-Meyerhof})$$

$$Ng = 2(Nq + 1) \tan\phi \quad (\text{Vesic})$$

$$Nc = \frac{Nq - 1}{\tan\phi} \quad \text{in condizioni D} \quad (\text{Reissner-Meyerhof})$$

$$Nc = 5,14 \quad \text{in condizioni U}$$

### Indici di rigidezza (condizioni D):

$$Ir = \frac{G}{c' + q' \tan\phi} = \text{indice di rigidezza}$$

$$q' = \text{pressione litostatica efficace alla profondità } D + \frac{B}{2}$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)} = \text{modulo elastico tangenziale}$$

$$E = \text{modulo elastico normale}$$

$$\mu = \text{coefficiente di Poisson}$$

$$Icr = \frac{1}{2} \exp\left[\frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\tan(45 - \frac{\phi'}{2})}\right] = \text{indice di rigidezza critico}$$

### Coefficienti di punzonamento (Vesic):

$$Yq = Yg = \exp\left[\left(0,6 \frac{B}{L} - 4,4\right) \tan\phi' + \frac{3,07 \sin\phi' \log(2Ir)}{1 + \sin\phi'}\right] \text{ in condizioni drenate, per } Ir \leq Icr$$

$$Yc = Yq - \frac{1 - Yq}{Nq \times \tan\phi'}$$

### Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

$$ig = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \text{ang}\phi'}\right)^{m+1}$$



$$iq = \left( \frac{1-H}{N+B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^m$$

$$ic = iq - \frac{1-iq}{Nc \times \tan \phi'} \quad \text{in condizioni D}$$

$$ic = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times cu \times Nc} \quad \text{in condizioni U}$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} \quad mL = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} \quad \Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

#### Coefficienti di affondamento del piano di posa (Brinch-Hansen):

$$dq = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \arctg \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

$$dc = dq - \frac{1-dq}{Nc \times \tan \phi} \quad \text{in condizioni D}$$

$$dc = 1 + 0,4 \arctan \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni U}$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni U}$$

#### Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$bg = \exp(-2,7\alpha \tan \phi)$$

$$bc = bq = \exp(-2\alpha \tan \phi) \quad \text{in condizioni D}$$

$$bc = 1 - \frac{\alpha}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$bq = 1 \quad \text{in condizioni U)}$$



**Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:**

$$g_c = g_q = \sqrt{1 - 0,5 \tan \beta} \quad \text{in condizioni D}$$

$$g_c = 1 - \frac{\beta}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$g_q = 1 \quad \text{in condizioni U}$$

**Coefficienti di forma (De Beer):**

$$s_g = 1 - 0,4 \frac{B'}{L'}$$

$$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \tan \phi$$

$$s_c = 1 + \frac{B' N_q}{L' N_c}$$

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (effetto cinematico) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (effetto inerziale). Tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati  $K_{hi}$  e  $I_{gk}$ , il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito. L'effetto inerziale produce variazioni di tutti i coefficienti di capacità portante del carico limite in funzione del coefficiente sismico  $K_{hi}$  e viene portato in conto impiegando le formule comunemente adottate per calcolare i coefficienti correttivi del carico limite in funzione dell'inclinazione, rispetto alla verticale, del carico agente sul piano di posa. Nel caso in cui sia stato attivato il flag per tener conto degli effetti cinematici il valore  $I_{gk}$  modifica invece il solo coefficiente  $N_g$ ; il fattore  $N_g$  viene infatti moltiplicato sia per il coefficiente correttivo dell'effetto inerziale, sia per il coefficiente correttivo per l'effetto cinematico.

Di seguito viene mostrato lo stato tensionale indotto al suolo allo S.L.U. calcolato applicando i carichi massimi trasferibili in fondazione dall'aerogeneratore ed il bulbo tensionale corrispondente alla verticale più sollecitata in modo da comprendere come le tensioni si scaricano al suolo ed in che modo disturbano lo stato tensionale naturale del terreno.

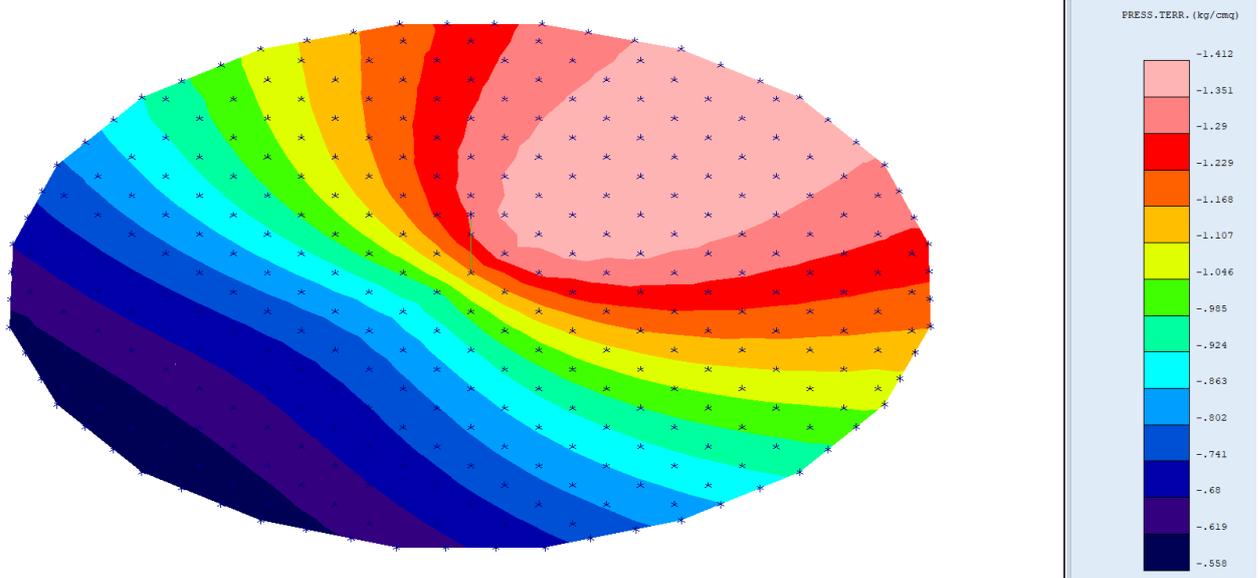


Figura 29: Tensioni indotte al suolo.

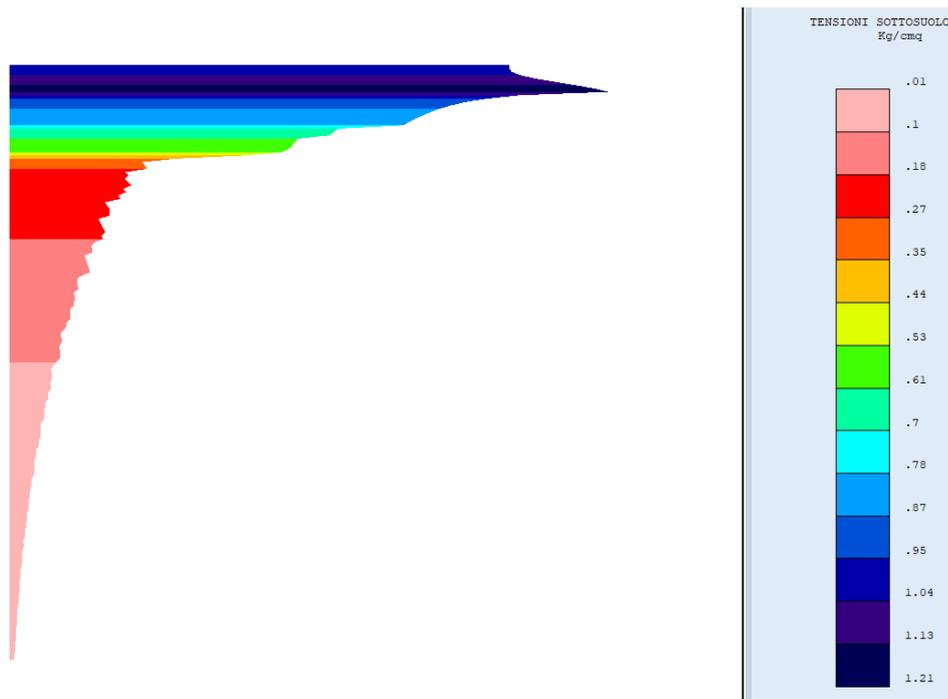


Figura 30: Bulbo tensionale della verticale più sollecitata.

Ottenuto lo stato tensionale indotto al suolo si è verificata la portanza dell'insieme suolo-fondazione per le varie combinazioni di carico calcolandone il moltiplicatore ultimo di collasso. Di seguito vengono riportati, in forma tabellare, i risultati ottenuti.



PORTANZA GLOBALE PIASTRE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLU

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltipl. Collasso	%Pl. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltipl. Collasso	%Pl. Moll	Moltipl. Minimo	STATUS (m)
A1 / 1	2948	2948	1,000	0					1,000	OK
A1 / 2	2961	2961	1,000	0						OK
A1 / 3	2948	2948	1,000	0						OK
A1 / 4	2961	2961	1,000	0						OK
A1 / 5	2948	2948	1,000	0						OK
A1 / 6	2948	2948	1,000	0						OK
A1 / 7	2961	2961	1,000	0						OK
A1 / 8	2948	2948	1,000	0						OK
A1 / 9	2948	2948	1,000	0						OK
A1 / 10	2961	2961	1,000	0						OK
A1 / 11	2948	2948	1,000	0						OK
A1 / 12	2948	2948	1,000	0						OK
A1 / 13	2961	2961	1,000	0						OK
A1 / 14	2948	2948	1,000	0						OK
A1 / 15	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 16	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 17	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 18	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 19	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 20	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 21	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 22	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 23	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 24	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 25	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 26	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 27	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 28	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 29	2223	2223	1,000	0						OK



INTERNAL CODE

C24FSTR001WR05800

PAGE

54 di/of 67

A1 / 30	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 31	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 32	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 33	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 34	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 35	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 36	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 37	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 38	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 39	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 40	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 41	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 42	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 43	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 44	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 45	2223	2223	1,000	0	OK
A1 / 46	2223	2223	1,000	0	OK

**PORTANZA GLOBALE PIASTRE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLD**

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Result	Resist	Moltipl.	%Pl.	Result	Resist	Moltipl.	%Pl.	Moltipl.	STATUS
	(t)	(t)	Collasso	Moll	(t)	(t)	Collasso	Moll	Minimo	(m)
A1 / 1	2948	2948	1,000	0					1,000	OK
A1 / 2	2961	2961	1,000	0						OK
A1 / 3	2948	2948	1,000	0						OK
A1 / 4	2961	2961	1,000	0						OK
A1 / 5	2948	2948	1,000	0						OK
A1 / 6	2948	2948	1,000	0						OK
A1 / 7	2961	2961	1,000	0						OK
A1 / 8	2948	2948	1,000	0						OK
A1 / 9	2948	2948	1,000	0						OK
A1 / 10	2961	2961	1,000	0						OK
A1 / 11	2948	2948	1,000	0						OK



PORTANZA GLOBALE PIASTRE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLD

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltipl. Collasso	%PI. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltipl. Collasso	%PI. Moll	Moltipl. Minimo	STATUS (m)
A1 / 12	2948	2948	1,000	0						OK
A1 / 13	2961	2961	1,000	0						OK
A1 / 14	2948	2948	1,000	0						OK
A1 / 15	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 16	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 17	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 18	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 19	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 20	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 21	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 22	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 23	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 24	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 25	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 26	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 27	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 28	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 29	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 30	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 31	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 32	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 33	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 34	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 35	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 36	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 37	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 38	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 39	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 40	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 41	2223	2223	1,000	0						OK



**PORTANZA GLOBALE PIASTRE - MOLTIPLICATORI DI COLLASSO - SLD**

Comb N.ro	DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI	
	Risult (t)	Resist (t)	Moltipl. Collasso	%PI. Moll	Risult (t)	Resist (t)	Moltipl. Collasso	%PI. Moll	Moltipl. Minimo	STATUS (m)
A1 / 42	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 43	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 44	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 45	2223	2223	1,000	0						OK
A1 / 46	2223	2223	1,000	0						OK

## 10.2 VERIFICA A SCORRIMENTO

La verifica allo scorrimento sul piano di posa della fondazione consiste nell'imporre l'equilibrio alla traslazione orizzontale tra tutte le forze instabilizzanti e resistenti che intervengono nel problema, richiedendo che l'equilibrio sia soddisfatto con un opportuno fattore di sicurezza alla traslazione, imposto dalle norme.

Il piano su cui scorre l'opera di sostegno è rappresentato dalla base della fondazione.

Si riporta a seguire la verifica a scorrimento per le varie combinazioni di carico.

**VERIFICA ALLO SCORRIMENTO**

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione N.ro	Tipo Elem.	Elem N.ro	N (t)	Tg(fi)/ Gf/Gr	C/Gc/Gr t/mq	Area mq	Vres (t)	Fh (t)	Verifica Locale	S(Vres) (t)	S(Fh) (t)	Verifica Globale
A1 / 15	PIASTRA	1	8,74	0,244	90,91	1,000	93,04	1,58	OK	93,04	1,58	
	PIASTRA	3	0,70	0,244	90,91	0,100	9,26	0,13	OK	102,30	1,70	
	PIASTRA	4	2,60	0,244	90,91	0,425	39,27	0,47	OK	141,57	2,17	
	PIASTRA	5	1,28	0,244	90,91	0,238	21,97	0,23	OK	163,54	2,40	
	PIASTRA	6	1,21	0,244	90,91	0,251	23,07	0,22	OK	186,61	2,62	
	PIASTRA	7	0,89	0,244	90,91	0,193	17,75	0,16	OK	204,36	2,78	
	PIASTRA	8	2,08	0,244	90,91	0,458	42,17	0,38	OK	246,54	3,16	
	PIASTRA	9	0,67	0,244	90,91	0,141	13,00	0,12	OK	259,54	3,28	
	PIASTRA	10	1,84	0,244	90,91	0,362	33,38	0,33	OK	292,92	3,61	
	PIASTRA	11	2,04	0,244	90,91	0,362	33,43	0,37	OK	326,35	3,98	
	PIASTRA	12	1,57	0,244	90,91	0,249	23,00	0,28	OK	349,34	4,26	
	PIASTRA	13	3,23	0,244	90,91	0,458	42,45	0,58	OK	391,80	4,85	
	PIASTRA	14	1,51	0,244	90,91	0,192	17,83	0,27	OK	409,63	5,12	
	PIASTRA	15	2,06	0,244	90,91	0,239	22,23	0,37	OK	431,85	5,49	
	PIASTRA	16	2,21	0,244	90,91	0,237	22,07	0,40	OK	453,92	5,89	
	PIASTRA	17	4,17	0,244	90,91	0,425	39,65	0,75	OK	493,57	6,64	



VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione	Tipo	Elem	N	Tg(fi)/	C/Gc/Gr	Area	Vres	Fh	Verifica	S(Vres)	S(Fh)	Verifica
N.ro	Elem.	N.ro	(t)	Gfi/Gr	t/mq	mq	(t)	(t)	Locale	(t)	(t)	Globale
PIASTRA	18	1,00	0,244	90,91	0,100	9,34	0,18	OK	502,91	6,82		
PIASTRA	19	3,49	0,244	90,91	0,351	32,78	0,63	OK	535,69	7,45		
PIASTRA	20	2,91	0,244	90,91	0,305	28,47	0,53	OK	564,16	7,98		
PIASTRA	21	3,69	0,244	90,91	0,417	38,78	0,67	OK	602,94	8,64		
PIASTRA	22	2,80	0,244	90,91	0,351	32,61	0,50	OK	635,55	9,15		
PIASTRA	23	4,95	0,244	90,91	0,917	84,54	0,89	OK	720,09	10,04		
PIASTRA	24	5,97	0,244	90,91	1,103	101,76	1,08	OK	821,85	11,11		
PIASTRA	25	5,22	0,244	90,91	0,917	84,60	0,94	OK	906,45	12,06		
PIASTRA	26	5,68	0,244	90,91	1,000	92,29	1,02	OK	998,75	13,08		
PIASTRA	27	5,08	0,244	90,91	0,993	91,54	0,92	OK	1090,29	14,00		
PIASTRA	28	5,38	0,244	90,91	1,000	92,22	0,97	OK	1182,51	14,97		
PIASTRA	29	5,08	0,244	90,91	0,989	91,14	0,92	OK	1273,64	15,88		
PIASTRA	30	5,65	0,244	90,91	1,000	92,29	1,02	OK	1365,93	16,90		
PIASTRA	31	5,34	0,244	90,91	1,000	92,21	0,96	OK	1458,14	17,86		
PIASTRA	32	5,26	0,244	90,91	1,033	95,22	0,95	OK	1553,36	18,81		
PIASTRA	33	5,47	0,244	90,91	0,917	84,67	0,99	OK	1638,03	19,80		
PIASTRA	34	5,87	0,244	90,91	0,989	91,33	1,06	OK	1729,35	20,86		
PIASTRA	35	6,19	0,244	90,91	0,993	91,81	1,12	OK	1821,17	21,97		
PIASTRA	36	6,28	0,244	90,91	1,000	92,44	1,13	OK	1913,60	23,11		
PIASTRA	37	6,27	0,244	90,91	1,103	101,83	1,13	OK	2015,43	24,24		
PIASTRA	38	5,99	0,244	90,91	1,000	92,37	1,08	OK	2107,80	25,32		
PIASTRA	39	5,98	0,244	90,91	1,000	92,37	1,08	OK	2200,17	26,40		
PIASTRA	40	5,95	0,244	90,91	1,000	92,36	1,07	OK	2292,53	27,47		
PIASTRA	41	6,32	0,244	90,91	1,000	92,45	1,14	OK	2384,98	28,61		
PIASTRA	42	6,32	0,244	90,91	1,000	92,45	1,14	OK	2477,42	29,75		
PIASTRA	43	5,61	0,244	90,91	1,000	92,27	1,01	OK	2569,70	30,76		
PIASTRA	44	3,81	0,244	90,91	0,786	72,35	0,69	OK	2642,05	31,45		
PIASTRA	45	3,88	0,244	90,91	0,805	74,11	0,70	OK	2716,17	32,15		
PIASTRA	46	5,06	0,244	90,91	1,000	92,14	0,91	OK	2808,31	33,06		
PIASTRA	47	4,57	0,244	90,91	0,958	88,23	0,82	OK	2896,54	33,88		
PIASTRA	48	4,45	0,244	90,91	0,929	85,55	0,80	OK	2982,10	34,69		
PIASTRA	49	5,03	0,244	90,91	1,000	92,13	0,91	OK	3074,23	35,59		
PIASTRA	50	5,00	0,244	90,91	1,000	92,13	0,90	OK	3166,36	36,49		
PIASTRA	51	5,30	0,244	90,91	1,000	92,20	0,96	OK	3258,56	37,45		
PIASTRA	52	5,26	0,244	90,91	1,000	92,19	0,95	OK	3350,75	38,40		
PIASTRA	53	5,55	0,244	90,91	1,000	92,26	1,00	OK	3443,01	39,40		
PIASTRA	54	5,90	0,244	90,91	1,000	92,35	1,06	OK	3535,36	40,46		
PIASTRA	55	6,30	0,244	90,91	1,000	92,44	1,14	OK	3627,80	41,60		
PIASTRA	56	6,24	0,244	90,91	1,000	92,43	1,12	OK	3720,23	42,72		



VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione	Tipo	Elem	N	Tg(fi)/	C/Gc/Gr	Area	Vres	Fh	Verifica	S(Vres)	S(Fh)	Verifica
N.ro	Elem.	N.ro	(t)	Gfi/Gr	t/mq	mq	(t)	(t)	Locale	(t)	(t)	Globale
PIASTRA	57	5,83	0,244	90,91	1,000	92,33	1,05	OK	3812,56	43,78		
PIASTRA	58	5,51	0,244	90,91	1,000	92,25	0,99	OK	3904,81	44,77		
PIASTRA	59	5,77	0,244	90,91	1,000	92,32	1,04	OK	3997,12	45,81		
PIASTRA	60	6,16	0,244	90,91	1,000	92,41	1,11	OK	4089,53	46,92		
PIASTRA	61	6,08	0,244	90,91	1,000	92,39	1,10	OK	4181,92	48,02		
PIASTRA	62	5,47	0,244	90,91	1,000	92,24	0,99	OK	4274,17	49,00		
PIASTRA	63	5,23	0,244	90,91	1,000	92,18	0,94	OK	4366,35	49,95		
PIASTRA	64	5,73	0,244	90,91	1,000	92,31	1,03	OK	4458,65	50,98		
PIASTRA	65	5,69	0,244	90,91	0,846	78,28	1,03	OK	4536,94	52,01		
PIASTRA	66	5,04	0,244	90,91	0,782	72,33	0,91	OK	4609,26	52,92		
PIASTRA	67	6,75	0,244	90,91	1,033	95,58	1,22	OK	4704,85	54,13		
PIASTRA	68	6,85	0,244	90,91	1,000	92,58	1,24	OK	4797,42	55,37		
PIASTRA	69	6,61	0,244	90,91	1,000	92,52	1,19	OK	4889,94	56,56		
PIASTRA	70	6,67	0,244	90,91	1,000	92,53	1,20	OK	4982,48	57,76		
PIASTRA	71	6,96	0,244	90,91	1,000	92,60	1,25	OK	5075,08	59,02		
PIASTRA	72	7,05	0,244	90,91	1,000	92,63	1,27	OK	5167,71	60,29		
PIASTRA	73	6,70	0,244	90,91	1,000	92,54	1,21	OK	5260,25	61,50		
PIASTRA	74	6,52	0,244	90,91	0,929	86,06	1,18	OK	5346,31	62,68		
PIASTRA	75	7,00	0,244	90,91	0,958	88,83	1,26	OK	5435,13	63,94		
PIASTRA	76	7,47	0,244	90,91	1,000	92,73	1,35	OK	5527,86	65,28		
PIASTRA	77	7,16	0,244	90,91	1,000	92,65	1,29	OK	5620,52	66,58		
PIASTRA	78	7,31	0,244	90,91	1,000	92,69	1,32	OK	5713,20	67,89		
PIASTRA	79	7,45	0,244	90,91	1,000	92,72	1,34	OK	5805,93	69,24		
PIASTRA	80	7,65	0,244	90,91	1,000	92,77	1,38	OK	5898,70	70,62		
PIASTRA	81	7,84	0,244	90,91	1,000	92,82	1,41	OK	5991,52	72,03		
PIASTRA	82	6,84	0,244	90,91	0,904	83,86	1,23	OK	6075,38	73,26		
PIASTRA	83	7,76	0,244	90,91	1,000	92,80	1,40	OK	6168,18	74,66		
PIASTRA	84	7,12	0,244	90,91	1,000	92,64	1,28	OK	6260,82	75,95		
PIASTRA	85	6,70	0,244	90,91	1,000	92,54	1,21	OK	6353,36	77,15		
PIASTRA	86	6,65	0,244	90,91	1,000	92,53	1,20	OK	6445,89	78,35		
PIASTRA	87	7,16	0,244	90,91	1,000	92,65	1,29	OK	6538,55	79,64		
PIASTRA	88	6,56	0,244	90,91	1,000	92,51	1,18	OK	6631,05	80,83		
PIASTRA	89	6,46	0,244	90,91	1,000	92,48	1,16	OK	6723,54	81,99		
PIASTRA	90	7,15	0,244	90,91	1,000	92,65	1,29	OK	6816,19	83,28		
PIASTRA	91	7,08	0,244	90,91	1,000	92,63	1,28	OK	6908,82	84,56		
PIASTRA	92	6,95	0,244	90,91	1,000	92,60	1,25	OK	7001,42	85,81		
PIASTRA	93	6,03	0,244	90,91	1,000	92,38	1,09	OK	7093,80	86,90		
PIASTRA	94	7,57	0,244	90,91	1,000	92,75	1,37	OK	7186,55	88,26		
PIASTRA	95	7,68	0,244	90,91	1,000	92,78	1,39	OK	7279,33	89,65		



VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione	Tipo	Elem	N	Tg(fi)/	C/Gc/Gr	Area	Vres	Fh	Verifica	S(Vres)	S(Fh)	Verifica
N.ro	Elem.	N.ro	(t)	Gfi/Gr	t/mq	mq	(t)	(t)	Locale	(t)	(t)	Globale
PIASTRA	96	8,03	0,244	90,91	1,000	92,86	1,45	OK	7372,20	91,10		
PIASTRA	97	8,22	0,244	90,91	1,000	92,91	1,48	OK	7465,11	92,58		
PIASTRA	98	7,76	0,244	90,91	1,000	92,80	1,40	OK	7557,91	93,98		
PIASTRA	99	7,77	0,244	90,91	1,000	92,80	1,40	OK	7650,71	95,38		
PIASTRA	100	7,66	0,244	90,91	1,000	92,78	1,38	OK	7743,48	96,76		
PIASTRA	101	8,41	0,244	90,91	1,000	92,96	1,52	OK	7836,44	98,28		
PIASTRA	102	8,58	0,244	90,91	1,000	93,00	1,55	OK	7929,44	99,82		
PIASTRA	103	8,71	0,244	90,91	1,000	93,03	1,57	OK	8022,47	101,39		
PIASTRA	104	6,86	0,244	90,91	1,000	92,58	1,24	OK	8115,05	102,63		
PIASTRA	105	6,39	0,244	90,91	1,000	92,47	1,15	OK	8207,51	103,78		
PIASTRA	106	7,48	0,244	90,91	1,000	92,73	1,35	OK	8300,25	105,13		
PIASTRA	107	4,29	0,244	90,91	0,904	83,24	0,77	OK	8383,49	105,91		
PIASTRA	108	4,98	0,244	90,91	1,000	92,12	0,90	OK	8475,61	106,80		
PIASTRA	109	5,21	0,244	90,91	1,000	92,18	0,94	OK	8567,79	107,74		
PIASTRA	110	4,96	0,244	90,91	1,000	92,12	0,89	OK	8659,91	108,64		
PIASTRA	111	3,88	0,244	90,91	0,821	75,57	0,70	OK	8735,47	109,34		
PIASTRA	112	3,06	0,244	90,91	0,651	59,95	0,55	OK	8795,42	109,89		
PIASTRA	113	4,74	0,244	90,91	0,958	88,28	0,86	OK	8883,70	110,75		
PIASTRA	114	5,20	0,244	90,91	1,000	92,18	0,94	OK	8975,88	111,68		
PIASTRA	115	5,20	0,244	90,91	1,000	92,18	0,94	OK	9068,05	112,62		
PIASTRA	116	5,46	0,244	90,91	1,000	92,24	0,98	OK	9160,29	113,61		
PIASTRA	117	5,72	0,244	90,91	1,000	92,30	1,03	OK	9252,59	114,64		
PIASTRA	118	5,46	0,244	90,91	1,000	92,24	0,98	OK	9344,83	115,62		
PIASTRA	119	5,47	0,244	90,91	1,000	92,24	0,99	OK	9437,07	116,61		
PIASTRA	120	5,74	0,244	90,91	1,000	92,31	1,03	OK	9529,38	117,64		
PIASTRA	121	6,03	0,244	90,91	1,000	92,38	1,09	OK	9621,76	118,73		
PIASTRA	122	6,06	0,244	90,91	1,000	92,39	1,09	OK	9714,14	119,82		
PIASTRA	123	5,76	0,244	90,91	1,000	92,31	1,04	OK	9806,45	120,86		
PIASTRA	124	5,19	0,244	90,91	1,000	92,17	0,94	OK	9898,63	121,80		
PIASTRA	125	4,37	0,244	90,91	0,886	81,59	0,79	OK	9980,22	122,59		
PIASTRA	126	3,33	0,244	90,91	0,678	62,45	0,60	OK	10042,67	123,19		
PIASTRA	127	5,28	0,244	90,91	1,019	93,96	0,95	OK	10136,64	124,14		
PIASTRA	128	5,47	0,244	90,91	1,000	92,24	0,99	OK	10228,88	125,13		
PIASTRA	129	3,02	0,244	90,91	0,586	54,02	0,55	OK	10282,90	125,67		
PIASTRA	130	5,13	0,244	90,91	0,942	86,86	0,93	OK	10369,75	126,60		
PIASTRA	131	5,47	0,244	90,91	1,000	92,24	0,99	OK	10462,00	127,58		
PIASTRA	132	5,78	0,244	90,91	1,000	92,32	1,04	OK	10554,31	128,63		
PIASTRA	133	5,78	0,244	90,91	1,000	92,32	1,04	OK	10646,63	129,67		
PIASTRA	134	6,10	0,244	90,91	1,000	92,39	1,10	OK	10739,03	130,77		



VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione	Tipo	Elem	N	Tg(fi)/	C/Gc/Gr	Area	Vres	Fh	Verifica	S(Vres)	S(Fh)	Verifica
N.ro	Elem.	N.ro	(t)	Gfi/Gr	t/mq	mq	(t)	(t)	Locale	(t)	(t)	Globale
PIASTRA	135	6,13	0,244	90,91	1,000	92,40	1,10	OK	10831,43	131,87		
PIASTRA	136	3,68	0,244	90,91	0,680	62,70	0,66	OK	10894,13	132,54		
PIASTRA	137	5,76	0,244	90,91	1,000	92,31	1,04	OK	10986,44	133,58		
PIASTRA	138	5,35	0,244	90,91	0,935	86,34	0,97	OK	11072,78	134,54		
PIASTRA	139	6,13	0,244	90,91	1,000	92,40	1,10	OK	11165,18	135,65		
PIASTRA	140	6,10	0,244	90,91	1,000	92,40	1,10	OK	11257,58	136,75		
PIASTRA	141	6,40	0,244	90,91	1,000	92,47	1,15	OK	11350,05	137,90		
PIASTRA	142	6,45	0,244	90,91	1,000	92,48	1,16	OK	11442,53	139,06		
PIASTRA	143	6,88	0,244	90,91	1,000	92,59	1,24	OK	11535,12	140,30		
PIASTRA	144	6,51	0,244	90,91	1,000	92,49	1,17	OK	11627,61	141,48		
PIASTRA	145	6,53	0,244	90,91	1,000	92,50	1,18	OK	11720,11	142,66		
PIASTRA	146	6,51	0,244	90,91	1,000	92,50	1,17	OK	11812,60	143,83		
PIASTRA	147	6,96	0,244	90,91	1,000	92,61	1,26	OK	11905,21	145,09		
PIASTRA	148	7,01	0,244	90,91	1,000	92,62	1,26	OK	11997,83	146,35		
PIASTRA	149	7,58	0,244	90,91	1,000	92,76	1,37	OK	12090,58	147,72		
PIASTRA	150	7,64	0,244	90,91	1,000	92,77	1,38	OK	12183,35	149,10		
PIASTRA	151	8,62	0,244	90,91	1,000	93,01	1,55	OK	12276,36	150,65		
PIASTRA	152	7,00	0,244	90,91	1,000	92,61	1,26	OK	12368,98	151,91		
PIASTRA	153	7,61	0,244	90,91	1,000	92,76	1,37	OK	12461,74	153,28		
PIASTRA	154	7,53	0,244	90,91	1,000	92,74	1,36	OK	12554,48	154,64		
PIASTRA	155	8,27	0,244	90,91	1,000	92,92	1,49	OK	12647,41	156,13		
PIASTRA	156	8,08	0,244	90,91	1,000	92,88	1,46	OK	12740,28	157,59		
PIASTRA	157	7,41	0,244	90,91	1,000	92,71	1,34	OK	12833,00	158,93		
PIASTRA	158	7,89	0,244	90,91	1,000	92,83	1,42	OK	12925,83	160,35		
PIASTRA	159	6,95	0,244	90,91	1,000	92,60	1,25	OK	13018,43	161,60		
PIASTRA	160	8,46	0,244	90,91	1,000	92,97	1,52	OK	13111,40	163,13		
PIASTRA	161	6,10	0,244	90,91	1,008	93,15	1,10	OK	13204,55	164,23		
PIASTRA	162	6,47	0,244	90,91	1,000	92,48	1,17	OK	13297,04	165,39		
PIASTRA	163	6,40	0,244	90,91	1,000	92,47	1,15	OK	13389,50	166,55		
PIASTRA	164	6,87	0,244	90,91	1,000	92,58	1,24	OK	13482,09	167,79		
PIASTRA	165	4,56	0,244	90,91	0,762	70,36	0,82	OK	13552,45	168,61		
PIASTRA	166	5,84	0,244	90,91	0,925	85,51	1,05	OK	13637,96	169,66		
PIASTRA	167	6,77	0,244	90,91	1,000	92,56	1,22	OK	13730,52	170,88		
PIASTRA	168	6,96	0,244	90,91	1,046	96,77	1,26	OK	13827,29	172,14		
PIASTRA	169	7,28	0,244	90,91	1,000	92,68	1,31	OK	13919,98	173,45		
PIASTRA	170	7,14	0,244	90,91	1,000	92,65	1,29	OK	14012,63	174,74		
PIASTRA	171	7,70	0,244	90,91	1,000	92,78	1,39	OK	14105,41	176,13		
PIASTRA	172	7,52	0,244	90,91	1,000	92,74	1,36	OK	14198,15	177,48		
PIASTRA	173	7,77	0,244	90,91	1,110	102,84	1,40	OK	14300,99	178,88		



VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione	Tipo	Elem	N	Tg(fi)/	C/Gc/Gr	Area	Vres	Fh	Verifica	S(Vres)	S(Fh)	Verifica
N.ro	Elem.	N.ro	(t)	Gfi/Gr	t/mq	mq	(t)	(t)	Locale	(t)	(t)	Globale
PIASTRA	174	7,77	0,244	90,91	1,058	98,10	1,40	OK	14399,10	180,29		
PIASTRA	175	6,41	0,244	90,91	0,821	76,18	1,16	OK	14475,28	181,44		
PIASTRA	176	8,02	0,244	90,91	1,000	92,86	1,45	OK	14568,14	182,89		
PIASTRA	177	7,97	0,244	90,91	1,000	92,85	1,44	OK	14660,99	184,33		
PIASTRA	178	8,20	0,244	90,91	1,000	92,91	1,48	OK	14753,90	185,80		
PIASTRA	179	8,26	0,244	90,91	1,000	92,92	1,49	OK	14846,82	187,29		
PIASTRA	180	8,51	0,244	90,91	1,000	92,98	1,54	OK	14939,80	188,83		
PIASTRA	181	8,44	0,244	90,91	1,000	92,97	1,52	OK	15032,77	190,35		
PIASTRA	182	5,20	0,244	90,91	0,648	60,21	0,94	OK	15092,97	191,29		
PIASTRA	183	7,89	0,244	90,91	0,956	88,85	1,42	OK	15181,83	192,71		
PIASTRA	184	7,41	0,244	90,91	0,877	81,52	1,34	OK	15263,35	194,05		
PIASTRA	185	8,70	0,244	90,91	1,000	93,03	1,57	OK	15356,38	195,62		
PIASTRA	186	8,50	0,244	90,91	1,000	92,98	1,53	OK	15449,36	197,15		
PIASTRA	187	8,77	0,244	90,91	1,000	93,04	1,58	OK	15542,40	198,73		
PIASTRA	188	8,96	0,244	90,91	1,000	93,09	1,62	OK	15635,49	200,35		
PIASTRA	189	9,06	0,244	90,91	1,000	93,12	1,63	OK	15728,61	201,98		
PIASTRA	190	9,25	0,244	90,91	1,000	93,16	1,67	OK	15821,77	203,65		
PIASTRA	191	8,79	0,244	90,91	1,000	93,05	1,59	OK	15914,82	205,23		
PIASTRA	192	5,68	0,244	90,91	0,660	61,35	1,02	OK	15976,17	206,26		
PIASTRA	193	8,93	0,244	90,91	1,009	93,87	1,61	OK	16070,04	207,87		
PIASTRA	194	8,71	0,244	90,91	1,000	93,03	1,57	OK	16163,07	209,44		
PIASTRA	195	9,00	0,244	90,91	1,000	93,10	1,62	OK	16256,17	211,06		
PIASTRA	196	9,10	0,244	90,91	1,000	93,13	1,64	OK	16349,30	212,70		
PIASTRA	197	9,31	0,244	90,91	1,000	93,18	1,68	OK	16442,47	214,38		
PIASTRA	198	9,64	0,244	90,91	1,000	93,26	1,74	OK	16535,73	216,12		
PIASTRA	199	9,85	0,244	90,91	1,000	93,31	1,78	OK	16629,04	217,89		
PIASTRA	200	9,43	0,244	90,91	1,000	93,21	1,70	OK	16722,24	219,59		
PIASTRA	201	9,78	0,244	90,91	1,000	93,29	1,76	OK	16815,53	221,36		
PIASTRA	202	9,37	0,244	90,91	1,000	93,19	1,69	OK	16908,73	223,05		
PIASTRA	203	9,70	0,244	90,91	1,000	93,27	1,75	OK	17002,00	224,80		
PIASTRA	204	9,54	0,244	90,91	1,000	93,23	1,72	OK	17095,23	226,52		
PIASTRA	205	10,08	0,244	90,91	1,000	93,36	1,82	OK	17188,60	228,34		
PIASTRA	206	10,01	0,244	90,91	1,000	93,35	1,81	OK	17281,95	230,14		
PIASTRA	207	10,25	0,244	90,91	1,000	93,41	1,85	OK	17375,35	231,99		
PIASTRA	208	9,84	0,244	90,91	1,000	93,31	1,77	OK	17468,66	233,77		
PIASTRA	209	10,10	0,244	90,91	1,000	93,37	1,82	OK	17562,03	235,59		
PIASTRA	210	10,28	0,244	90,91	1,000	93,41	1,85	OK	17655,44	237,44		
PIASTRA	211	10,20	0,244	90,91	1,000	93,39	1,84	OK	17748,83	239,28		
PIASTRA	212	10,33	0,244	90,91	1,000	93,42	1,86	OK	17842,26	241,14		



VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione	Tipo	Elem	N	Tg(fi)/	C/Gc/Gr	Area	Vres	Fh	Verifica	S(Vres)	S(Fh)	Verifica
N.ro	Elem.	N.ro	(t)	Gfi/Gr	t/mq	mq	(t)	(t)	Locale	(t)	(t)	Globale
PIASTRA	213	9,11	0,244	90,91	1,000	93,13	1,64	OK	17935,39	242,78		
PIASTRA	214	5,15	0,244	90,91	0,574	53,47	0,93	OK	17988,85	243,71		
PIASTRA	215	8,65	0,244	90,91	0,940	87,52	1,56	OK	18076,38	245,27		
PIASTRA	216	9,37	0,244	90,91	1,000	93,19	1,69	OK	18169,57	246,96		
PIASTRA	217	9,64	0,244	90,91	1,000	93,26	1,74	OK	18262,82	248,70		
PIASTRA	218	9,45	0,244	90,91	1,000	93,21	1,70	OK	18356,04	250,41		
PIASTRA	219	9,68	0,244	90,91	1,000	93,27	1,75	OK	18449,30	252,15		
PIASTRA	220	9,89	0,244	90,91	1,000	93,32	1,78	OK	18542,62	253,93		
PIASTRA	221	6,28	0,244	90,91	0,676	63,02	1,13	OK	18605,64	255,07		
PIASTRA	222	8,89	0,244	90,91	0,935	87,20	1,60	OK	18692,84	256,67		
PIASTRA	223	9,78	0,244	90,91	1,008	94,05	1,76	OK	18786,89	258,43		
PIASTRA	224	9,90	0,244	90,91	1,000	93,32	1,78	OK	18880,21	260,22		
PIASTRA	225	10,10	0,244	90,91	1,000	93,37	1,82	OK	18973,58	262,04		
PIASTRA	226	10,07	0,244	90,91	1,000	93,36	1,82	OK	19066,95	263,86		
PIASTRA	227	9,88	0,244	90,91	1,000	93,32	1,78	OK	19160,26	265,64		
PIASTRA	228	10,03	0,244	90,91	1,000	93,35	1,81	OK	19253,62	267,45		
PIASTRA	229	10,25	0,244	90,91	1,000	93,41	1,85	OK	19347,02	269,30		
PIASTRA	230	10,19	0,244	90,91	1,000	93,39	1,84	OK	19440,41	271,13		
PIASTRA	231	10,13	0,244	90,91	1,000	93,38	1,83	OK	19533,79	272,96		
PIASTRA	232	10,23	0,244	90,91	1,000	93,40	1,85	OK	19627,19	274,81		
PIASTRA	233	10,30	0,244	90,91	1,000	93,42	1,86	OK	19720,61	276,66		
PIASTRA	234	10,34	0,244	90,91	1,000	93,43	1,87	OK	19814,04	278,53		
PIASTRA	235	9,12	0,244	90,91	0,925	86,31	1,65	OK	19900,35	280,17		
PIASTRA	236	7,40	0,244	90,91	0,762	71,06	1,33	OK	19971,41	281,51		
PIASTRA	237	10,45	0,244	90,91	1,046	97,62	1,88	OK	20069,03	283,39		
PIASTRA	238	11,18	0,244	90,91	1,110	103,67	2,02	OK	20172,70	285,41		
PIASTRA	239	10,69	0,244	90,91	1,058	98,82	1,93	OK	20271,51	287,34		
PIASTRA	240	10,16	0,244	90,91	1,000	93,38	1,83	OK	20364,90	289,17		
PIASTRA	241	9,57	0,244	90,91	1,000	93,24	1,73	OK	20458,14	290,89		
PIASTRA	242	9,20	0,244	90,91	1,000	93,15	1,66	OK	20551,29	292,55		
PIASTRA	243	10,04	0,244	90,91	1,000	93,35	1,81	OK	20644,64	294,36		
PIASTRA	244	9,71	0,244	90,91	1,000	93,27	1,75	OK	20737,92	296,11		
PIASTRA	245	8,88	0,244	90,91	1,000	93,07	1,60	OK	20830,99	297,72		
PIASTRA	246	8,59	0,244	90,91	1,000	93,00	1,55	OK	20923,99	299,27		
PIASTRA	247	9,35	0,244	90,91	1,000	93,19	1,69	OK	21017,18	300,95		
PIASTRA	248	9,01	0,244	90,91	1,000	93,10	1,63	OK	21110,28	302,58		
PIASTRA	249	8,33	0,244	90,91	1,000	92,94	1,50	OK	21203,22	304,08		
PIASTRA	250	10,22	0,244	90,91	1,000	93,40	1,84	OK	21296,62	305,92		
PIASTRA	251	10,27	0,244	90,91	1,000	93,41	1,85	OK	21390,03	307,77		



VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione	Tipo	Elem	N	Tg(fi)/	C/Gc/Gr	Area	Vres	Fh	Verifica	S(Vres)	S(Fh)	Verifica
N.ro	Elem.	N.ro	(t)	Gfi/Gr	t/mq	mq	(t)	(t)	Locale	(t)	(t)	Globale
PIASTRA	252	10,25	0,244	90,91	1,000	93,40	1,85	OK	21483,43	309,62		
PIASTRA	253	9,97	0,244	90,91	1,000	93,34	1,80	OK	21576,77	311,42		
PIASTRA	254	10,07	0,244	90,91	1,000	93,36	1,82	OK	21670,13	313,23		
PIASTRA	255	9,65	0,244	90,91	1,000	93,26	1,74	OK	21763,39	314,97		
PIASTRA	256	9,32	0,244	90,91	1,000	93,18	1,68	OK	21856,57	316,66		
PIASTRA	257	9,81	0,244	90,91	1,000	93,30	1,77	OK	21949,87	318,42		
PIASTRA	258	9,52	0,244	90,91	1,000	93,23	1,72	OK	22043,10	320,14		
PIASTRA	259	9,01	0,244	90,91	1,000	93,10	1,63	OK	22136,20	321,77		
PIASTRA	260	8,71	0,244	90,91	1,000	93,03	1,57	OK	22229,23	323,34		
PIASTRA	261	9,23	0,244	90,91	1,000	93,16	1,67	OK	22322,39	325,00		
PIASTRA	262	8,09	0,244	90,91	1,000	92,88	1,46	OK	22415,27	326,46		
PIASTRA	263	7,87	0,244	90,91	1,000	92,83	1,42	OK	22508,10	327,88		
PIASTRA	264	8,44	0,244	90,91	1,000	92,96	1,52	OK	22601,06	329,40		
PIASTRA	265	7,84	0,244	90,91	1,023	94,90	1,41	OK	22695,96	330,82		
PIASTRA	266	8,19	0,244	90,91	1,000	92,90	1,48	OK	22788,87	332,29		
PIASTRA	267	8,13	0,244	90,91	1,021	94,78	1,47	OK	22883,65	333,76		
PIASTRA	268	8,73	0,244	90,91	1,000	93,04	1,57	OK	22976,69	335,34		
PIASTRA	269	7,77	0,244	90,91	0,917	85,23	1,40	OK	23061,91	336,74		
PIASTRA	270	8,96	0,244	90,91	1,000	93,09	1,62	OK	23155,00	338,35		
PIASTRA	271	9,88	0,244	90,91	1,134	105,51	1,78	OK	23260,52	340,13		
PIASTRA	272	8,53	0,244	90,91	1,035	96,17	1,54	OK	23356,68	341,67		
PIASTRA	273	10,10	0,244	90,91	1,000	93,37	1,82	OK	23450,05	343,49		
PIASTRA	274	10,20	0,244	90,91	1,000	93,39	1,84	OK	23543,45	345,33		
PIASTRA	275	10,14	0,244	90,91	1,000	93,38	1,83	OK	23636,82	347,16		
PIASTRA	276	10,09	0,244	90,91	1,000	93,37	1,82	OK	23730,19	348,98		
PIASTRA	277	9,89	0,244	90,91	1,000	93,32	1,78	OK	23823,51	350,76		
PIASTRA	278	9,92	0,244	90,91	1,000	93,33	1,79	OK	23916,83	352,55		
PIASTRA	279	10,06	0,244	90,91	1,000	93,36	1,81	OK	24010,19	354,37		
PIASTRA	280	9,10	0,244	90,91	0,917	85,55	1,64	OK	24095,74	356,01		
PIASTRA	281	9,72	0,244	90,91	1,000	93,28	1,75	OK	24189,02	357,76		
PIASTRA	282	9,65	0,244	90,91	1,000	93,26	1,74	OK	24282,28	359,50		
PIASTRA	283	10,32	0,244	90,91	1,023	95,51	1,86	OK	24377,79	361,36		
PIASTRA	284	10,24	0,244	90,91	1,021	95,30	1,85	OK	24473,08	363,21		
PIASTRA	285	10,27	0,244	90,91	1,035	96,59	1,85	OK	24569,68	365,06		
PIASTRA	286	11,07	0,244	90,91	1,134	105,80	2,00	OK	24675,48	367,06		
PIASTRA	287	9,39	0,244	90,91	1,000	93,20	1,69	OK	24768,68	368,75		
PIASTRA	288	10,05	0,244	90,91	1,100	102,41	1,81	OK	24871,09	370,56		
PIASTRA	289	9,38	0,244	90,91	0,988	92,06	1,69	OK	24963,15	372,26		
PIASTRA	290	6,74	0,244	90,91	0,726	67,63	1,21	OK	25030,77	373,47		



VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione	Tipo	Elem	N	Tg(fi)/	C/Gc/Gr	Area	Vres	Fh	Verifica	S(Vres)	S(Fh)	Verifica
N.ro	Elem.	N.ro	(t)	Gfi/Gr	t/mq	mq	(t)	(t)	Locale	(t)	(t)	Globale
PIASTRA	291	5,94	0,244	90,91	0,667	62,05	1,07	OK	25092,83	374,54		
PIASTRA	292	7,60	0,244	90,91	0,793	73,93	1,37	OK	25166,76	375,91		
PIASTRA	293	2,75	0,244	90,91	0,520	47,94	0,50	OK	25214,70	376,41		
PIASTRA	294	2,84	0,244	90,91	0,520	47,96	0,51	OK	25262,67	376,92		
PIASTRA	295	1,55	0,244	90,91	0,312	28,76	0,28	OK	25291,43	377,20		
PIASTRA	296	3,08	0,244	90,91	0,635	58,44	0,56	OK	25349,87	377,75		
PIASTRA	297	1,83	0,244	90,91	0,312	28,83	0,33	OK	25378,70	378,08		
PIASTRA	298	3,60	0,244	90,91	0,590	54,51	0,65	OK	25433,21	378,73		
PIASTRA	299	2,08	0,244	90,91	0,446	41,06	0,38	OK	25474,27	379,11		
PIASTRA	300	1,98	0,244	90,91	0,429	39,50	0,36	OK	25513,77	379,46		
PIASTRA	301	1,84	0,244	90,91	0,404	37,19	0,33	OK	25550,96	379,80		
PIASTRA	302	2,93	0,244	90,91	0,429	39,73	0,53	OK	25590,69	380,32		
PIASTRA	303	2,27	0,244	90,91	0,346	31,99	0,41	OK	25622,68	380,73		
PIASTRA	304	2,97	0,244	90,91	0,404	37,46	0,53	OK	25660,14	381,27		
PIASTRA	305	2,05	0,244	90,91	0,439	40,42	0,37	OK	25700,57	381,64		
PIASTRA	306	1,69	0,244	90,91	0,336	30,97	0,30	OK	25731,54	381,94		
PIASTRA	307	1,66	0,244	90,91	0,319	29,45	0,30	OK	25760,98	382,24		
PIASTRA	308	2,91	0,244	90,91	0,516	47,61	0,52	OK	25808,60	382,77		
PIASTRA	309	1,49	0,244	90,91	0,253	23,41	0,27	OK	25832,00	383,04		
PIASTRA	310	3,51	0,244	90,91	0,546	50,48	0,63	OK	25882,48	383,67		
PIASTRA	311	4,78	0,244	90,91	0,710	65,75	0,86	OK	25948,23	384,53		
PIASTRA	312	4,72	0,244	90,91	0,658	61,00	0,85	OK	26009,22	385,38		
PIASTRA	313	3,49	0,244	90,91	0,429	39,88	0,63	OK	26049,11	386,01		
PIASTRA	314	2,85	0,244	90,91	0,321	29,89	0,51	OK	26079,00	386,53		
PIASTRA	315	2,84	0,244	90,91	0,312	29,04	0,51	OK	26108,04	387,04		
PIASTRA	316	4,91	0,244	90,91	0,516	48,10	0,89	OK	26156,14	387,92		
PIASTRA	317	5,42	0,244	90,91	0,546	50,94	0,98	OK	26207,08	388,90		
PIASTRA	318	2,45	0,244	90,91	0,253	23,64	0,44	OK	26230,72	389,34		
PIASTRA	319	6,62	0,244	90,91	0,658	61,46	1,19	OK	26292,19	390,54		
PIASTRA	320	7,10	0,244	90,91	0,710	66,31	1,28	OK	26358,50	391,82		
PIASTRA	321	4,57	0,244	90,91	0,623	57,74	0,82	OK	26416,24	392,64		
PIASTRA	322	3,99	0,244	90,91	0,521	48,32	0,72	OK	26464,56	393,36		
PIASTRA	323	3,14	0,244	90,91	0,379	35,20	0,57	OK	26499,76	393,93		
PIASTRA	324	4,01	0,244	90,91	0,468	43,48	0,72	OK	26543,24	394,65		
PIASTRA	325	6,26	0,244	90,91	0,623	58,15	1,13	OK	26601,39	395,78		
PIASTRA	326	5,22	0,244	90,91	0,521	48,62	0,94	OK	26650,01	396,72		
PIASTRA	327	4,14	0,244	90,91	0,455	42,34	0,75	OK	26692,34	397,47		
PIASTRA	328	4,54	0,244	90,91	0,468	43,61	0,82	OK	26735,95	398,29		
PIASTRA	329	3,73	0,244	90,91	0,379	35,34	0,67	OK	26771,29	398,96		



VERIFICA ALLO SCORRIMENTO

IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione	Tipo	Elem	N	Tg(fi)/	C/Gc/Gr	Area	Vres	Fh	Verifica	S(Vres)	S(Fh)	Verifica
N.ro	Elem.	N.ro	(t)	Gfi/Gr	t/mq	mq	(t)	(t)	Locale	(t)	(t)	Globale
	PIASTRA	330	4,18	0,244	90,91	0,447	41,70	0,75	OK	26812,99	399,72	
	PIASTRA	331	1,47	0,244	90,91	0,321	29,52	0,26	OK	26842,52	399,98	
	PIASTRA	332	1,12	0,244	90,91	0,236	21,76	0,20	OK	26864,28	400,18	
	PIASTRA	333	2,44	0,244	90,91	0,321	29,76	0,44	OK	26894,04	400,62	
	PIASTRA	334	1,87	0,244	90,91	0,223	20,74	0,34	OK	26914,78	400,96	OK

### 10.3 CALCOLO DEI CEDIMENTI

Il calcolo viene eseguito sulla base della conoscenza delle tensioni nel sottosuolo.

$$\mu = \int \frac{\sigma(z)}{E} dz$$

essendo

E = modulo elastico o edometrico

$\sigma(z)$  = tensione verticale nel sottosuolo dovuta all'incremento di carico q

La distribuzione delle tensioni verticali viene valutata secondo l'espressione di Steinbrenner, considerando la pressione agente uniformemente su una superficie rettangolare di dimensioni B e L:

$$\sigma(z) = \frac{q}{4\pi} \left[ \frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V} \times (V+1)}{V(V+V1)} + \left| \arctan \frac{2 \times M \times N \times \sqrt{V}}{V-V1} \right| \right]$$

con:

$M = B / z$ ;  $N = L / z$ ;  $V = M^2 + N^2 + 1$ ;  $V1 = (M \times N)^2$

Il valore massimo dei cedimenti elastici calcolati risulta essere pari a circa 1 cm, assolutamente compatibile con le dimensioni e la tipologia di struttura.

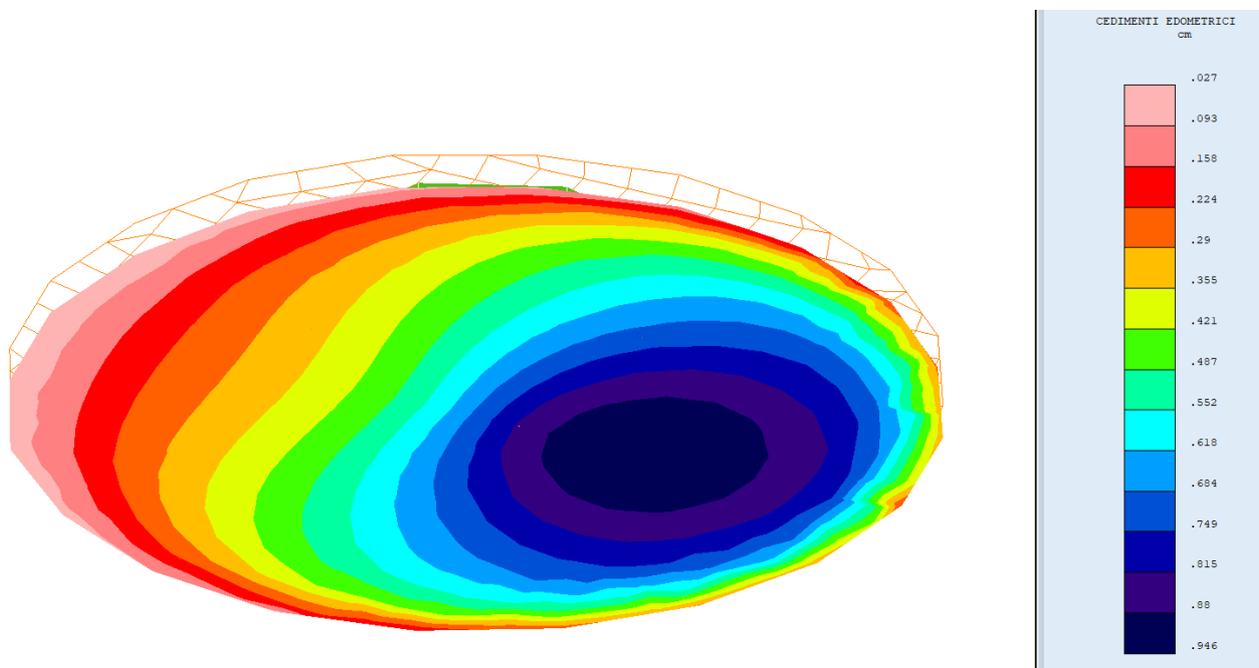


Figura 31: Cedimenti edometrici



#### 10.4 VERIFICA A RIBALTAMENTO

Il calcolo si basa sulla valutazione dell'equilibrio alla rotazione intorno ad ognuno dei lati della fondazione, considerandoli come una cerniera lineare fissa, proiettando tutti i momenti (ribaltanti e stabilizzanti) nel piano verticale ortogonale ai singoli lati di base escludendo qualsivoglia forza di reazione del terreno (che allo stato limite di rotazione rigida infatti è privo di contatto con la fondazione).

Si tratta quindi di controllare se il rapporto tra il momento stabilizzante ed il momento ribaltante  $M_{stab}/M_{rib}$  sia superiore al fattore di sicurezza parziale  $YR = 1.15$ .

Il momento ribaltante è pari al valore massimo di momento trasmesso alla fondazione dall'aerogeneratore che, da scheda tecnica, vale:

$$M_r = 248548.63 \text{ kNm}$$

Il momento stabilizzante è dato dal prodotto del peso del plinto di fondazione più il peso del terreno di copertura moltiplicato per il braccio, ossia la distanza tra il baricentro del plinto di fondazione ed il punto di rotazione attorno al quale si studia l'equilibrio.

Il plinto di fondazione ha un peso di 19057 kN, il terreno di riempimento ha un volume di circa 580 mc, che moltiplicati per il peso specifico di 17kN/mc ci da un peso di 9860 kN. Il braccio del momento stabilizzante è pari al raggio della base del plinto circolare, ossia 11.40m.

Otteniamo dunque che il momento stabilizzante vale:

$$M_s = ((21300\text{kN} + 11309\text{kN}) * 12.25\text{m}) / 1.15 = 347356.7 \text{ kNm}$$

Poiché  $M_s (347356.7 \text{ kNm}) > M_r (248540 \text{ kNm})$  la verifica a ribaltamento risulta **soddisfatta**.

Il tecnico

Ing. Leonardo Sblendido