



REGIONE  
SARDEGNA



COMUNE DI  
PUTIFIGARI



COMUNE DI  
ITTIRI



PROVINCIA DI  
SASSARI

## PROGETTO DEFINITIVO

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Monte Rosso" con potenza di immissione in rete pari a 92.4 MW e relative opere connesse da realizzarsi nei comuni di Putifigari ed Ittiri (SS)

Titolo elaborato

# Relazione Geologica

Codice elaborato

**F0529BR01A**

Scala

-

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

### Progettazione



#### F4 ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza  
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452  
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico  
(ing. Giovanni Di Santo)



Gruppo di lavoro

Dott. For. Luigi ZUCCARO  
Ing. Giuseppe MANZI  
Ing. Alessandro Carmine DE PAOLA  
Ing. Flavio TRIANI  
Ing. Gerardo SCAVONE  
Ing. Monica COIRO  
Ing. Simone LOTITO  
Arch. Gaia TELESCA



Società certificata secondo le norme UNI-EN ISO 9001:2015 e UNI-EN ISO 14001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).

Consulenze specialistiche

### GEOLOGIA

**Dott. Geol. Gianfranco PIRAS**

Piazza Virchow n.2  
09121 Cagliari  
sgapiras@gmail.com

### Committente



#### wpd Monte Rosso S.r.l.

Viale Regina Margherita 33, 09124 Cagliari (CA)

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Febbraio 2023	Prima emissione	PIRAS	ADP	GDS

# RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA

## 0. Normativa di riferimento

- **Decreto 17 Gennaio 2018 e circolare applicativa 2019**  
Ministero delle infrastrutture e trasporti – Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni
- **Decreto Ministeriale 14.01.2008**  
Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**  
Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
  - Circolare 2 febbraio 2009.
- **Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**  
Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- **Eurocodice 8 (1998)**  
**Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture**  
Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- **Eurocodice 7.1 (1997)**  
Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI
- **Eurocodice 7.2 (2002)**  
Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).  
UNI
- **Eurocodice 7.3 (2002)**  
Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI
- **Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico**
- **Ordinanze Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale**
- **Piani Territoriali di coordinamento (Province)**
- **Piano Strutturale e Regolam. Urbanistico**
- **D.M. 11.03.1988**  
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

## 1. Premessa

Si redige la presente relazione geologica-geotecnica al fine di ricostruire il modello geologico –geotecnico di riferimento di un areale ubicato parte in agro del Comune di Ittiri e parte Comune di Putifigari in cui si intende realizzare un parco eolico.

## 2. Inquadramento geografico

L'area oggetto del presente studio è compresa nella cartografia dell'IGM in scala 1:50.000 nel foglio 479 Ittiri, nei Fogli 479 sez IV Villanova Monteleone e 479 sez I Ittiri in scala 1:25.000, nelle sezioni 479020 Putifigari e 479030 Ittiri della Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:10.000.

In riferimento all'ubicazione geografica degli areali in studio, di seguito si riporta la corografia:

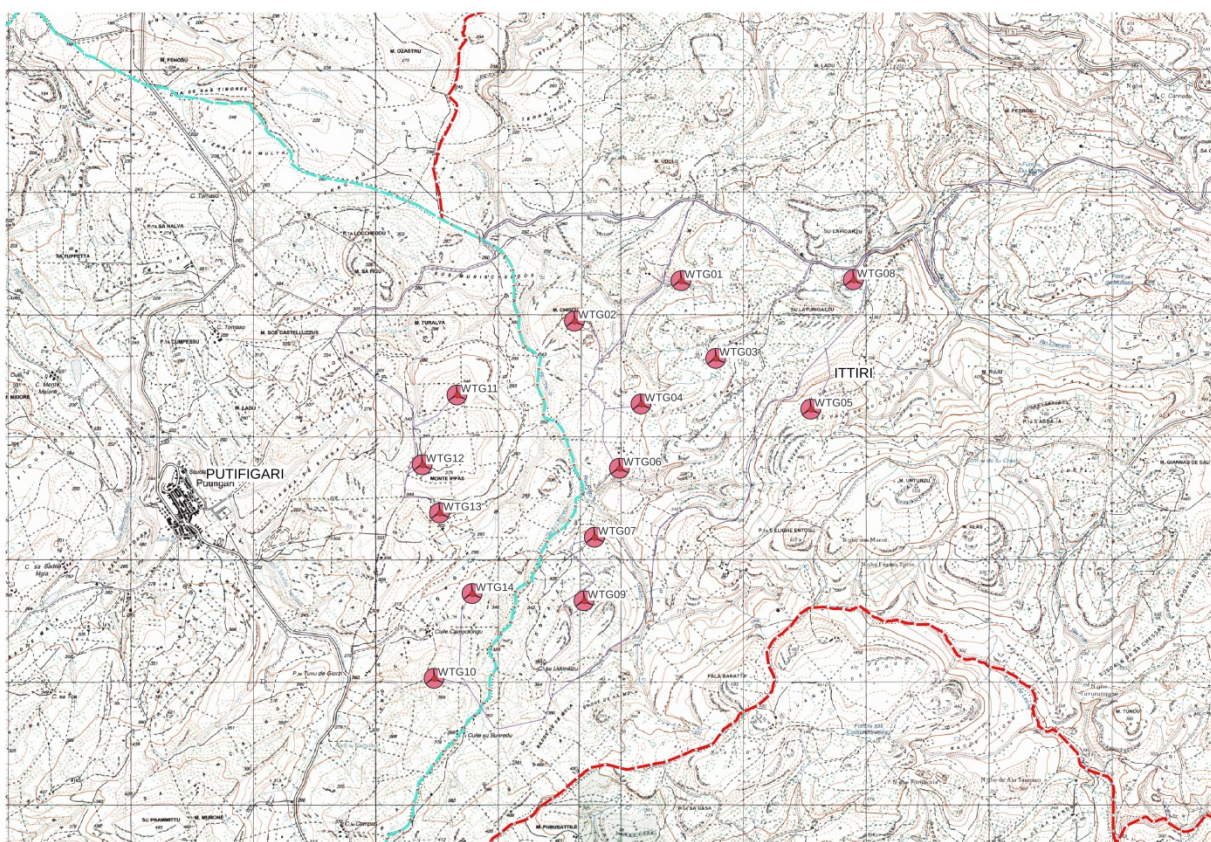


Fig 1: Corografia



Fig 2: Ortofoto

### 3. Inquadramento geologico geomorfologico

L'area appartiene alla regione storica del Logudoro-Mejlogu nella Sardegna nordoccidentale.

Il basamento principale del territorio è per la maggior parte rappresentato da formazioni vulcaniche di età oligo-miocenica, localmente ricoperte dal complesso sedimentario miocenico e, nei fondovalle, da coperture di depositi quaternari a spessore variabile.

Tali litologie si sono formate a seguito del movimento rotatorio che ha interessato l'intero massiccio sardo corso nel corso dell'Oligocene e del Miocene durante il quale fu soggetta ad una serie di fenomeni tettonici che portarono all'ingressione marina entro una vasta depressione compresa tra gli attuali Golfo di Cagliari e Golfo dell'Asinara. Tale trasgressione marina non si manifestò in maniera sincrona in tutte le zone dell'Isola, ma fu preceduta da un importante ciclo vulcanico che ebbe luogo sia in ambiente marino che continentale diversificandosi in diversi cicli di attività caratterizzati dalla prevalenza di prodotti lavici e piroclastici di natura andesitica alternati da vulcaniti di carattere acido.

La stratigrafia del territorio in esame, dalle formazioni più antiche a quelle più recenti può essere così schematizzata:

- successione marina oligo miocenica;
- ciclo vulcanico calcalcalino;
- successione sedimentaria quaternaria.

La gran parte del territorio comunale di Putifigari e Ittiri è litologicamente costituito da lave del ciclo vulcanico calcoalcalino dell'oligo-miocene.

Le lave osservate sono caratterizzati da una notevole variabilità nell'aspetto. Tale eterogeneità, corrispondente ai differenti episodi lavici succedutisi, è dovuta prevalentemente a variazioni mineralogiche e petrografiche e all'alterazione esogena.

Tali litologie e la tettonica della loro messa in posto hanno influenzato le forme del rilievo in concomitanza dell'azione degli agenti atmosferici responsabili della modellazione. In particolare la morfologia dell'area vasta è caratterizzata da basse colline con sommità praticamente pianeggiante e con orli normalmente marcati da margini di scarpata con cadute di detrito sia nelle litologie vulcaniche sia in quelle sedimentarie. I versanti risultano solitamente a medio-bassa pendenza se si eccettuano quelli in corrispondenza dei corsi d'acqua principali in cui l'azione erosiva e gravitativa ha dato luogo a maggiori pendenze. Le quote topografiche variabili, sono mediamente comprese tra 300 e 500 m. s.l.m.

Intercalati alle colate laviche sopra descritte sono state osservate delle formazioni piroclastiche (*tufi s.l.*), ovvero delle rocce generate dall'accumulo di materiali incoerenti costituenti le polveri, i brandelli vetrosi e i cristalli originati dall'eruzione vulcanica e successivamente saldati

Dal punto di vista giaciturale gli affioramenti piroclastici sono caratterizzati dall'assenza di piani di stratificazione visibili, apparendo costituiti da un'unica bancata, anche laddove la potenza è notevole. La formazione assume pertanto un aspetto di "*tufi caotici*".

In genere l'aspetto delle bancate, sempre poco inclinate (< 5°), è massivo, con presenza di fratturazioni locali dovute a fenomeni gravitativi.

Per quanto riguarda la composizione granulometrica, tra i costituenti prevalgono gli elementi più minuti, ceneri e pomici, anche se a tratti sono abbondanti i frammenti rocciosi di media grandezza.

I depositi alluvionali, diffusi nell'area di indagine in prossimità dei principali corsi d'acqua, sono costituiti da elementi in ciottoli eterometrici, di natura vulcanica (tufi e lave), con diversi gradi di arrotondamento, in una matrice sabbioso-limoso, con la presenza di livelli argillosi più o meno ferrettizzati. Si presentano come un complesso poco potente, a causa della continua evoluzione dell'idrografia superficiale, non terrazzato, estremamente uniforme nei caratteri generali, presentandosi come delle piccole piane regolarmente degradanti in direzione Ovest - Nord-Ovest.

Dal punto di vista geomorfologico il settore studiato presenta, per i suoi caratteri litologici, le forme tipiche del paesaggio vulcanico. È costituito da una serie di altopiani di modesta estensione, distintamente delimitati da orli di scarpata e degradanti verso sud-sud est

Le quote variano dai m. 20 fino a 500 m circa. Le pendenze sono in genere piuttosto limitate. Localmente le quote sono interrotte da orli di scarpata. La varietà delle forme osservate sono da mettere in relazione con le conseguenze determinanti dell'erosione differenziata, in seguito alla quale porzioni più tenere del corpo roccioso sono asportate più facilmente di parti più tenaci.

Infatti, i diversi cicli vulcanici oligo-miocenici hanno dato luogo a prodotti con chimismo differente, i quali a loro volta hanno prodotto rocce di diversa durezza e con differente resistenza all'erosione. La tettonica di assestamento ha contribuito poi al completamento dell'attuale assetto morfologico.

Le forme più diffuse sono quelle costituite da superfici debolmente inclinate tipo *cuestas* e le *gradinate*, che si originano nelle aree caratterizzate dall'alternarsi di tufi e delle colate più dure. Altre forme di grande interesse morfologico sono le superfici di erosione. Queste rappresentano delle forme residue di più ampi altopiani oggi scomparsi (*mesas*) e sono spesso delimitate da orli di scarpata. I processi morfologici in atto legati alla dinamica fluviale sono rappresentati principalmente dalla meandrificazione di alcuni corsi d'acqua e dai limitati ma costanti processi di erosione regressiva legati alla forte attività stagionale dei torrenti.

## 4. Inquadramento idrogeologico

Per quanto concerne l'idrografia superficiale, si riscontra la presenza di aree, diffusamente estese, caratterizzate da un reticolo idrografico non particolarmente complesso, costituito, per lo più, da incisioni di modesti torrenti che costituiscono il drenaggio naturale dell'acqua caduta nel corso degli eventi di precipitazione. L'andamento di questi torrenti è legato, essenzialmente, alla presenza di fratture di natura strutturale e, limitatamente, a fenomeni erosivi.

Dal punto di vista idrogeologico, le formazioni presenti possono essere raggruppate in complessi idrogeologici con differenti caratteristiche legate alla permeabilità:

### ***Formazioni a media ed elevata permeabilità***

In questo gruppo ricadono i depositi alluvionali attuali e recenti dei principali corsi d'acqua, costituiti da sabbie e ghiaie a grado molto debole o nullo di cementazione.

### ***Formazioni a bassa permeabilità***

Rientrano in questo gruppo sia le vulcaniti terziarie, le quali, pur possedendo una certa porosità, sono caratterizzate da una permeabilità molto bassa, dipendente esclusivamente dalle linee di frattura e, localmente e in misura estremamente limitata, da parti alterate e degradate.

A causa della generale impermeabilità dei rilievi, laddove l'acclività del paesaggio è maggiore, il deflusso superficiale delle acque avviene in tempi molto brevi con piene a rapido decorso. Le acque, una volta arrivate presso quelle zone pianeggianti caratterizzate dalla presenza di una copertura alluvionale, vanno ad alimentare delle falde superficiali.

## 5. Inquadramento geologico di dettaglio

A seguito di un sopralluogo eseguito in data 16/07/2022 e delle analisi aerofotogrammetriche è stato possibile osservare la costituzione dei terreni sede di imposta del parco eolico. Alcuni punti non sono risultati accessibili in quanto chiusi da recinzioni e cancelli, ma dall'esame di sezioni a vista poste in loro prossimità è stato possibile valutare comunque preliminarmente la costituzione litologica dei terreni di sedime.

Generalmente è presente la roccia da affiorante a subaffiorante appartenente all'Unità di Villanova Monteleone, rappresentata da depositi di flusso piroclastico. In corrispondenza delle aree dove la roccia è sub affiorante, la porzione sommitale è rappresentata da una esigua coltre di terreno vegetale detritico ciottoloso di spessore variabile da 20 cm ad un massimo di 60 cm.



Foto 1: Particolare della roccia affiorante

Questi depositi di flusso piroclastico si presentano in superficie variamente fratturati ma, con la tendenza ad aumentare la compattezza in funzione della profondità. Si tratta comunque di ammassi rocciosi con forte resistenza alla compressione e nella globalità omogenei nel comportamento geo meccanico. Lo spessore di queste litologie è rilevante con variazioni dai 50 a oltre 100 m.

Al di sotto di questa formazione sussistono altre formazioni vulcaniche con caratteristiche geo meccaniche simili. In sostanza si può ritenere che al di là di alcune sporadiche situazioni dove le coperture detritiche, soprattutto a valle, possono essere di svariati metri, nelle aree indagate queste sono dell'ordine di qualche decimetro fino a poco più di un metro. Quindi il bedrock è da considerarsi da affiorante a sub affiorante.





Foto 2: Particolare roccia sub affiorante con debole copertura vegetale e detritica



Foto 3: Panoramica verso le aree stazioni delle WTG 7 – 6 -13 -11

Di seguito si riporta in sintesi l'osservazione stratigrafica preliminare eseguita in corrispondenza di ciascun punto stazione:

ID Stazione eolica	COORDINATE	Descrizione terreni
WGT 01	x 458411	Roccia affiorante-modestissima copertura vegetale 10-20 cm
	y 4492088	

ID Stazione eolica	COORDINATE	Descrizione terreni
WGT 02	x 457541	Roccia affiorante-debole copertura vegetale 20-30 cm
	y 4491759	

ID Stazione eolica	COORDINATE	Descrizione terreni
WGT 03	x 458695	Roccia sub affiorante con grossi massi superficiali
	y 4491454	

ID Stazione eolica	COORDINATE	Descrizione terreni
WGT 04	x 458085	Roccia affiorante con debole copertura vegetale, spessore massimo 20 cm
	y 4491081	

ID Stazione eolica	COORDINATE	Descrizione terreni
WGT 05	x 459471	Roccia sub affiorante con copertura vegetale irregolare, spessore 20 -50 cm
	y 4491039	

ID Stazione eolica	COORDINATE	Descrizione terreni
WGT 06	x 457909	Non raggiungibile Osservazione a distanza: Roccia affiorante
	y 4490557	

ID Stazione eolica	COORDINATE	Descrizione terreni
WGT 07	x 457704	Non raggiungibile Osservazione a distanza: Roccia sub affiorante, debole copertura detritica ciottolosa
	y 4489993	

ID Stazione eolica	COORDINATE	Descrizione terreni
WGT 08	x 459819	Non ispezionato in quanto di nuova ubicazione rispetto a quella precedente. Ricade comunque in un contesto di roccia sub affiorante, di cui però non è stato ancora valutato lo spessore dei terreni di copertura. Si ritiene comunque che sicuramente oltre il metro di copertura detritica sia presente la
	y 4492096	

		roccia compatta.
--	--	------------------

ID Stazione eolica	COORDINATE	Descrizione terreni
WGT 09	x 457620 y 4489474	Roccia affiorante con copertura locale costituita da massi e ciottoli decimetrici

ID Stazione eolica	COORDINATE	Descrizione terreni
WGT 10	x 456395 y 4488841	Roccia affiorante con copertura locali costituita da ciottoli decimetrici

ID Stazione eolica	COORDINATE	Descrizione terreni
WGT 11	x 456582 y 4491155	Non raggiungibili Osservazione a distanza: roccia sub affiorante, debole copertura detritica di spessore variabile da 20 a massimo 40 cm

ID Stazione eolica	COORDINATE	Descrizione terreni
WGT 12	x 456298 y 4490585	Non raggiungibili Osservazione a distanza: roccia sub affiorante, debole copertura detritica di spessore variabile da 20 a massimo 40 cm

ID Stazione eolica	COORDINATE	Descrizione terreni
WGT 13	x 456440 y 4490192	Non raggiungibili Osservazione a distanza: roccia sub affiorante, debole copertura detritica di spessore variabile da 20 a massimo 40 cm

ID Stazione eolica	COORDINATE	Descrizione terreni
WGT 14	x 456705 y 4489533	Non raggiungibili Osservazione a distanza: roccia sub affiorante, debole copertura detritica di spessore variabile da 20 a massimo 40 cm

## 6. Conclusioni

L'esame dei luoghi ha permesso di riscontrare che in tutta l'area interessata dal progetto affiorano litologie riconducibili alla successione vulcanica terziaria, i cui termini superiori sono rappresentati da depositi di flusso piroclastico sui quali poggiano gli elementi fondazionali e i cui spessori sono dell'ordine di molte decine di metri. Questi affioramenti talvolta presentano deboli coperture detritiche dell'ordine di pochi decimetri fino a qualche metro. Sebbene fratturati, sono decisamente compatti e con buone caratteristiche geo meccaniche.

Viste le premesse, al momento l'esecuzione di indagini geofisiche (MASW) non risulta indispensabile per stabilire la profondità del bedrock, mentre saranno determinanti per identificare i parametri geosismici dell'area e in particolare delle onde di taglio Vs.

Per la notevole difficoltà dovuta alla mancanza di piste per raggiungere i punti indicati per l'ubicazione degli aeromotori, e soprattutto le asperità di carattere geomorfologico caratterizzate da forti irregolarità del terreno, non si ritiene opportuno eseguire già da ora questo tipo di indagine, che naturalmente sarà indispensabile in fase esecutiva all'insieme di tutte le altre indagini in situ e prove di laboratorio che la legislazione vigente prevede per questa tipologia di opera.

Cagliari, Novembre 2022

I Professionisti

Dott. Geol. Gianfranco Piras

Dott. Geol. Barbara Chia