



PROVINCIA SUD SARDEGNA



COMUNE DI VILLACIDRO



COMUNE DI GUSPINI



REGIONE SARDEGNA



COMUNE DI SAN GAVINO MONREALE



COMUNE DI GONNOSFANADIGA



CONSORZIO INDUSTRIALE PROVINCIALE M.C. VILLACIDRO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO IN AREA INDUSTRIALE

NEI COMUNI DI VILLACIDRO E S.GAVINO MONREALE (SU)

Potenza massima di immissione in rete: 20 000 kW

Potenza installata lato DC: 25,197 MWp

B

PROGETTO DEFINITIVO

OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE

SE 220/150kV e raccordi aerei, potenziamento elettrodotto Villacidro-Guspini

B. Progetto definitivo

RELAZIONE GEOLOGICA

B.6

COMMITTENTE

GREENENERGYSARDEGNA2

IL PROGETTISTA



BETTIOL ING. LINO S.R.L.

Società di Ingegneria

S.L.: Via G. Marconi 7 - 31027 Spresiano (TV)

S.O.: Via Panà 56ter - 35027 Noventa Padovana (PD)

Tel. 049 7332277 - Fax. 049 7332273

E-mail: bettiolinglinosrl@legalmail.it

DATA: MARZO 2021

Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE	4
3	DESCRIZIONE DELL'AREA PROPOSTA PER L'INTERVENTO.....	6
3.1	Localizzazione delle aree di intervento e delle soluzioni proposte	6
3.2	Caratteristiche geologiche e geotecniche	8
3.2.1	<i>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA DI STUDIO</i>	<i>8</i>
3.2.2	<i>INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO GENERICO E INDICAZIONI GEOLOGICHE GENERALI DELLE AREE INTERESSATE</i>	<i>8</i>
3.2.3	<i>CENNI DI IDROGEOLOGIA DEI LUOGHI.....</i>	<i>8</i>
3.2.4	<i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE INTRODUTTIVO DI QUEST'AREA DELLA SARDEGNA.....</i>	<i>9</i>
3.2.5	<i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO DELL'AREA RISTRETTA INTERESSATA DALLE LINEE ELETTRICHE.....</i>	<i>10</i>
3.2.6	<i>CENNI SULLA GEOLOGIA STRUTTURALE DEI LUOGHI.....</i>	<i>15</i>
3.2.7	<i>DISTINZIONE IN UNITA' IDROGEOLOGICHE</i>	<i>15</i>
3.3	Sismicità	17

1 PREMESSA

Su incarico di Green Energy Sardegna 2 S.r.l. si è provveduto a redigere il progetto definitivo per gli interventi previsti dal documento prot. 0070210 del 09/10/2019 con cui Terna invia a e-distribuzione, in virtù dell'art.34 del TICA, la Soluzione Tecnica Minima Generale (S.T.M.G.) per connettere un nuovo impianto da fonte rinnovabile di Green Energy Sardegna 2 alla cabina primaria di e-distribuzione di Villacidro (SU). Tale documento fa parte integrante del preventivo di connessione inviato da e-distribuzione a Green Energy Sardegna 2 S.r.l in data 19/12/2019 con numero di protocollo 0267100.

Il codice unico di rintracciabilità della pratica di connessione assegnato da e-distribuzione è il seguente: **T0737100**.

Il codice pratica assegnato da Terna è il seguente: **201900272**.

Terna individua nel STMG le seguenti opere da realizzare per connettere il nuovo impianto di Green Energy Sardegna 2 S.r.l. alla CP di e-distribuzione di Villacidro:

- realizzazione di:
 - *nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione a 220/150 kV della RTN da inserire in entra-esce alla linea della RTN a 220 kV "Oristano –Sulcis" a cui collegare le linee della RTN a 150 kV "Guspini – Villacidro" e "Pabillonis – Guspini" e la CP Guspini;*
 - *Potenziamento/rifacimento della linea RTN a 150 kV nel tratto compreso tra la CP Villacidro e la nuova SE a 220/150 kV.*

Gli interventi sono funzionali alla connessione in rete del nuovo impianto di produzione da fonte rinnovabile di tipo solare-fotovoltaico da 27 MWp di Green Energy Sardegna 2 S.r.l. (potenza in immissione richiesta 20 MW) denominato "Figuniedda" da realizzarsi in comune di Villacidro (SU) e agli impianti di produzione ad altri produttori connessi in AT e MT che hanno accettato i preventivi di connessione e condividono le stesse opere di rete da autorizzare e realizzare.

Le opere di seguito descritte costituiscono pertanto, ai sensi dell'art. 12 D.Lgs. 387/2003 e delle linee guida nazionale D.M. 10/09/2010, infrastruttura indispensabile alla costruzione e all'esercizio dell'impianto a fonte rinnovabile e pertanto vengono autorizzate nell'ambito del procedimento di autorizzazione unica.

Tale relazione vuole inquadrare l'area da un punto di vista geologico e stratigrafico, morfologico ed idrogeologico.

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE

Come già accennato in premessa, gli interventi previsti sono i seguenti:

- una nuova Stazione Elettrica di Guspini di interconnessione tra la rete RTN a 220kV e la rete RTN a 150kV;
- raccordi aerei per inserire in entra-esce la nuova SSE di Guspini e nella linea a 220kV "Oristano-Sulcis";
- raccordi aerei per la connessione della Guspini-Pabillonis alla nuova SSE 220/150;
- n.2 nuovi elettrodotti aerei in semplice terna a 150 kV di tipo unificato per connettere in antenna alla nuova SSE la CP Guspini;
- ripotenziamento del tratto di linea aerea a150 kV nel tratto compreso tra la nuova SSE di Guspini e la CP di Villacidro.

La nuova stazione di Guspini sarà formata da due reparti in AT: uno a 220 kV e uno a 150 kV interconnessi con due autotrasformatori da 250 o 400 MVA.

I comuni coinvolti dagli interventi sono Guspini, Gonnosfanadiga, San Gavino Monreale e Villacidro. L'unico intervento che coinvolge tutti i comuni è il rinforzo del tratto di linea 150 kV "Villacidro – Guspini" tra la nuova SE e la CP Villacidro mentre tutti i restanti interventi si trovano all'interno del comune di Guspini.

Di seguito si riporta un'immagine che indica la posizione della CP di Guspini, della linea 220kV "Oristano-Sulcis" alla quale collegarsi in entra esci e la linea da rinforzare tra la CP di Guspini e la CP Villacidro. Per l'inquadramento generale dell'area vedere le tavole A.2, A.3, A.4.

Dall'immagine successiva si evince inoltre che i comuni coinvolti negli interventi di razionalizzazione della rete elettrica sono:

- Guspini
- Gonnosfanadiga
- San Gavino Monreale
- Villacidro.

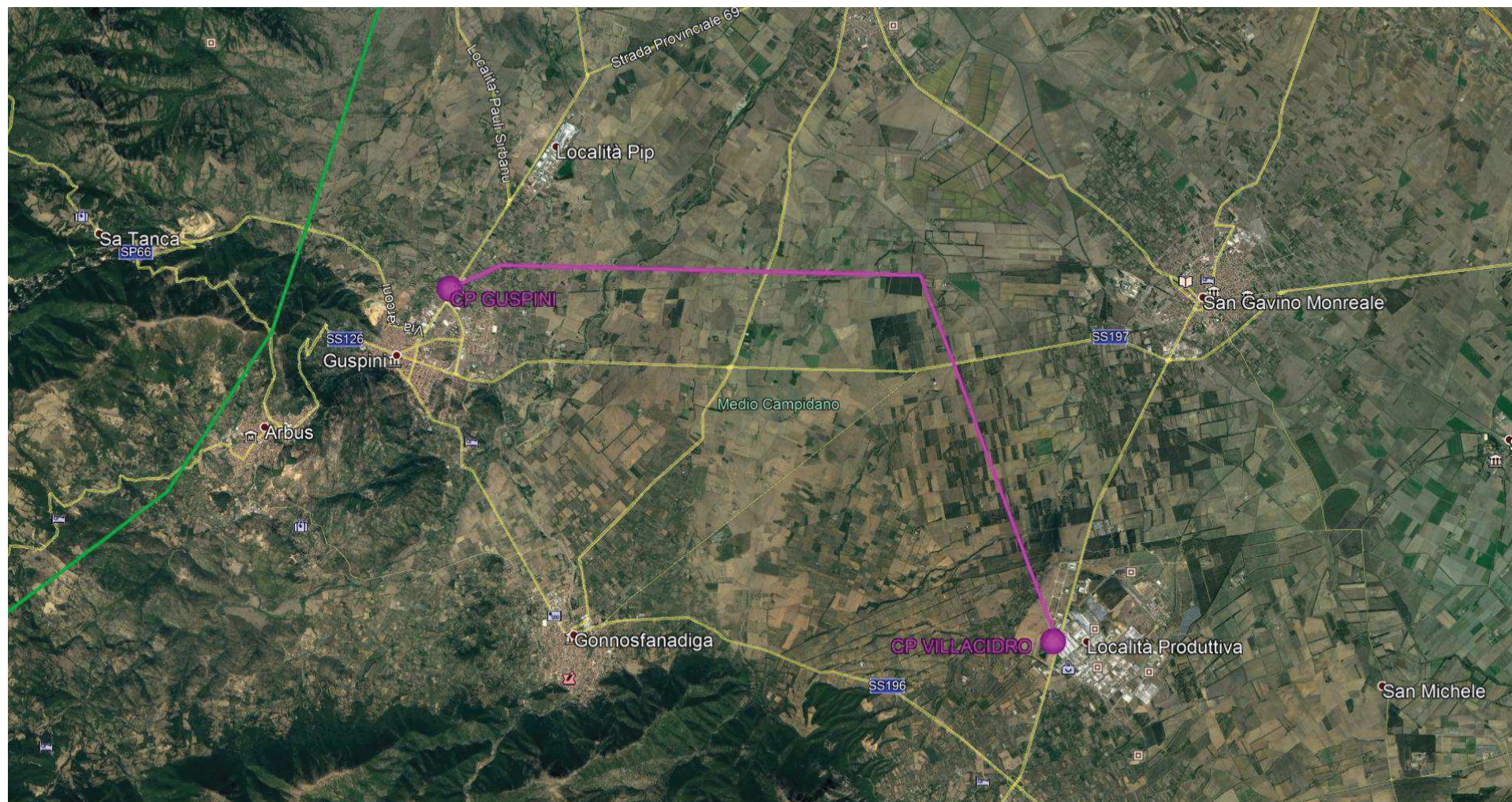


Figura 1 – Area di intervento

3 DESCRIZIONE DELL'AREA PROPOSTA PER L'INTERVENTO

Di seguito viene individuata la localizzazione del sito oggetto di analisi e viene descritto lo stato di fatto dello stesso ed il contesto ambientale.

3.1 Localizzazione delle aree di intervento e delle soluzioni proposte

Gli interventi da analizzare si trovano nei comuni di Guspini, Gonnosfanadiga, San Gavino Monreale, Villacidro.

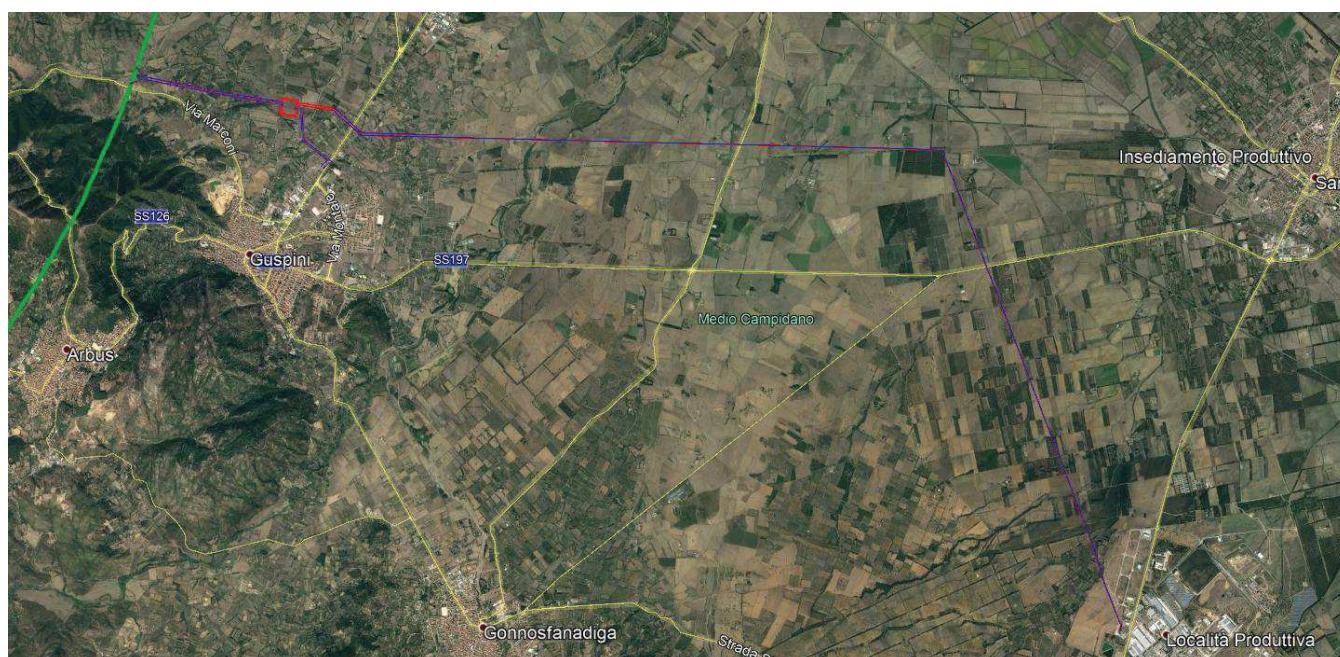


Figura 2 – Localizzazione degli interventi

La linea 150kV da rinforzare come si nota dall'immagine aerea attraversa principalmente aree agricole. Inizia infatti dalla CP di Villacidro, posta a nord-ovest del centro abitato di Villacidro, in un'area commerciale/industriale, ci dirige verso nord percorrendo aree agricole, e all'altezza dell'abitato di San Gavino Monreale svolta ad ovest fino ad arrivare nella CP di Guspini sempre attraversando aree a destinazione agricola. Tale CP, come è più visibile dalla successiva immagine è posta a nord del centro abitato di Guspini, al di fuori del centro stesso.



Figura 3 – Localizzazione degli interventi nel comune di Guspini

L'area individuata per la realizzazione della nuova SSE e dei relativi raccordi è anch'essa a carattere prevalentemente agricolo con zone destinate ai pascoli e altre coltivate.

3.2 Caratteristiche geologiche e geotecniche

3.2.1 *Inquadramento geografico dell'area di studio*

L'area oggetto di studio, ricade in territorio di Guspini, Provincia del Sud-Sardegna; il sito risulta ubicato in centro abitato, nella località "Bingias Novas".

E' compresa nel Foglio topografico I.G.M. in scala 1:25000, n° 546-I titolato Guspini e nei Foglio CTR in scala 1:10000 N° 546080 titolato Guspini e nel Foglio N° 546040 titolato "M. Urradili".

La linea elettrica esistente, che partendo da Guspini (Staz. Elettrica S.S.126) arriva procedendo verso Est e poi verso Sud-Sud-Est alla Centrale elettrica Gruppo Beretta in località "*Su Filixi*" (Villacidro, è compresa parte nel Foglio IGM 546-I e parte nel Foglio IGM 547-IV

3.2.2 *Inquadramento geomorfologico generico e indicazioni geologiche generali delle aree interessate*

La forma dominante del sito è una piana alluvionale sub-pianeggiante, debolmente digradante verso nord-est, geneticamente da ricondursi al riempimento della fossa tettonica del Campidano avvenuto dall'Oligocene al Quaternario ed in particolare al deposito Pleistocenico di conoidi alluvionali di raccordo con la piana stessa.

Dal punto di vista geomorfologico, il territorio interessato dalla proposta progettuale attinente al posizionamento della nuova linea elettrica e relativi annessi, ricade in una zona piuttosto importante, se consideriamo le linee più vicine al paese di Guspini.

La tratta più vicina al paese di Guspini e compresa nella zona fra la località "Nuracci" e "Spina Zurpa" (dove è segnata la stazione elettrica), si osserva che la linea attraversa una vasta superficie terminale della piana alluvionale campidanese, che sta per evolvere poco più a meridione, verso una morfologia più movimentata che annuncia le prime formazioni collinari di natura vulcanica terziaria, ma a luoghi appartenenti alle litologie del basamento paleozoico.

3.2.3 *Cenni di idrogeologia dei luoghi*

Volendo poi fornire anche una descrizione generica dell'area oggetto d' interesse, dal punto di vista idrogeologico, a parte la presenza piuttosto accesa di **corrivazione idrica superficiale** (vd. asta

fluviale Rio Terra Maistus e altre aste minori come il "Rio Urradili", " Riu su Monti", Riu su boi", Riu Pratzidus" e altri), diremo che la zona notoriamente risulta caratterizzata da strati acquiferi sotterranei in falde di tipo freatiche, ma anche da falde acquifere semi-profonde e piuttosto profonde multistrato. In altre occasioni di lavoro, nei dintorni e non lontano dall'ampia area oggetto d'interesse sono state fatte varie perforazioni per ricerca di strati acquiferi sotterranei, interessanti le formazioni geologiche locali. Tali ricerche, hanno reso nota in questa parte della piana alluvionale del Campidano, l'esistenza di strati acquiferi su tre livelli fondamentali: il primo superficiale e compreso nell'intervallo stratigrafico delle alluvioni ubicato fra i -5/-7 m fino a -12/-15 m ; - il secondo compreso fra i -35 m fino a -60/-75 m ; - ed il terzo intercettabile dopo i -90 /-120 m, fino a -150/-200 m di profondità.

Acquiferi aventi differenti caratteristiche di potenzialità in termini di portata idrica. Gli acquiferi più superficiali, risultano scarsi per scopi di tipo agricolo produttivo. Ma quelli semi-profondi e profondi, a luoghi evidenziano portate idriche di tutto rispetto, sicuramente sufficienti per scopi produttivi irrigui.

Va segnalato che in alcuni settori della piana alluvionali, vicini alle formazioni vulcaniche relative sia al Ciclo Vulcanico Alpino che a quello Oligomiocenico e dove la copertura alluvionale con spessori inferiori ai -100 m poggia stratigraficamente sulle vulcaniti, si intercettano acquiferi di tutto rispetto, ubicati nelle dislocazioni tettoniche relative alle vulcaniti di cui sopra.

3.2.4 ***Inquadramento geologico generale introduttivo di quest'area della sardegna***

L'area in esame si colloca nell'ambito del vasto graben oligo-miocenico del Campidano, una depressione tettonica bordata ad est e ad ovest da una serie di faglie a direzione NNW-SSE di carattere regionale, che hanno prodotto, in relazione alla tettonica del rift Sardo uno smembramento del basamento Paleozoico con l'abbassamento della fossa del Campidanorispetto ai livelli laterali.

Questi, nel bordo occidentale, sono rappresentati dai rilievi dell'iglesiente in cui la falda tettonica dell'Arburese, costituita dalle Arenarie di San Vito (Cambriano medio -Ordoviciano inf.), sovrascorrono sulle successioni sedimentarie del Carbonifero -Ordoviciano medio; dette unità sono state a loro volta intruse dai complessi plutonici carboniferi dell' Arburese e del Monte Linas.

Il graben tettonico Campidanese è stato riempito, anche fino a circa 1.500 metri nella porzione meridionale, da sedimenti di ambiente prevalentemente marino e subordinatamente continentale, con età dall'Oligocene al Pliocene.

Verso l'alto si passa quindi ai depositi continentali alluvionali terrazzati del Quaternario costituiti da ghiaie e sabbie in matrice argillosa, deposte dal Flumini Mannu di Pabillonis e dai suoi affluenti anche in facies di conoide alluvionale.

L'area in oggetto in particolare ricade nella zona di coalescenza di due estese conoidi di genesi alluvionale (Sintema di Porto Vesme – Subsintema di Porto Scuso), riferibili al Pleistocene superiore, deposte dal Riu Terra Maistus e dal Riu Piras – Riu Canneddus e che si irradiano dalla zona in cui i corsi d'acqua escono dai rispettivi rilievi paleozoici; tali conoidi si raccordano poi più a oriente alla pianura del Campidano.

Dette conoidi sono state successivamente reincise dai corsi d'acqua con conseguente nuova deposizione alluvionale in epoca olocenica.

In riferimento all'analisi dei pozzi ISPRA ed in particolare dei pozzi riportati con numero 2 – 5 – 6 nella figura 52, risulta che nell'area in esame questi depositi di genesi alluvionale sono costituiti, fino a circa 90 m, da prevalenti livelli lenticolari di ghiaie e sabbie con subordinate argille.

Al di sotto è presente il basamento, come è stato rinvenuto a circa 90 m sul sondaggio 6 (granitoide).

In dipendenza alla genesi del deposito queste alluvioni sono costituite da lenti con spessore e con caratteristiche granulometrico-tessiturali e meccaniche variabili nello spazio, in relazione anche alla energia delle acque che le hanno messe in posto; il basamento paleozoico inoltre presenta profondità e litologie variabili in dipendenza alla vicinanza del sito al margine della fossa tettonica.

Nell'area in oggetto in fase di progettazione esecutiva saranno quindi eseguite indagini in situ (sondaggi geognostici e/o prove penetrometriche e/o prove di laboratorio), che permetteranno di definire la distribuzione nello spazio e le profondità di dette lenti e le loro caratteristiche granulometriche e meccaniche.

3.2.5 ***Inquadramento geologico-stratigrafico dell'area ristretta interessata dalle linee elettriche***

In questo paragrafo, viene descritta genericamente la **stratigrafia generale del territorio**. **Partendo dalle formazioni più antiche** (non affioranti nelle aree percorse dalle linee proposte, ma rilevabili nelle colline e montagne di Guspini a meridione e a distanza di 1,5 / 2 Km dai siti di partenza delle linee elettriche proposte), **sino alle più recenti formazioni quaternarie relative alle coperture alluvionali**, può essere sintetizzata come segue:

A) Basamento Paleozoico

Partendo dalle formazioni basali del Bed-rock, questa parte del territorio isolano è rappresentata generalmente dalle litologie appartenenti alle formazioni geologiche del Basamento Cristallino Paleozoico, nelle quali si è incassato il Plutone granitico Ercinico dell'arburese, ben rilevabile e visibile nei settori vicini a Guspini.

Litologie metamorfiche, fortemente metamorfosate dall'intrusione del Plutone Ercinico, rappresentative dei periodi Devoniano, Carbonifero e a luoghi Siluriano.

A1) Il Plutone granitico Ercinico, Più a meridione, verso il paese di Guspini, immediatamente a monte si possono osservare in affioramento le *“facies”* ascritte al *“Plutone Magmatico Ercinico Arburese”* e nelle vicinanze, anche le formazioni geologiche incassanti del *“Basamento Metamorfico Paleozoico”*, rappresentate in loco da metasiltiti, metareniti scistose, metascisti e argilloscisti e metafilladi, con intercalazioni a strati lenti e livelli di natura quarzifica. Litologie caratterizzate da colorazioni variabili, dal grigio marroncino, talora grigio verdastro al marrone nerastro. Tali formazioni sono ascrivibili al Periodo Devoniano, rilevabili in genere al tetto delle formazioni Siluriane od Ordoviciane (dove il Siluriano non c'è). Le potenze delle formazioni Paleozoiche sono molto elevate (superiori ai 200 metri) .

Nel guspinese, il Plutone Granitico si presenta con le sue note *“facies”* locali, rilevabili estesamente a poca distanza dal sito oggetto di studio, che partendo dall'alto stratigrafico, hanno inizio con un cappellaccio costituito da sabbie incoerenti a granulometria media e medio-fine, originate dai processi di disfacimento meccanico e chimico delle formazioni granitiche.

Presentano una paragenesi mineralogica costituita da quarzo, feldspati e lamelle biotitiche.

Lo spessore delle sabbie granitiche varia da zona a zona da 1-2 mt. , fino ai 3/5 mt. .

Le sabbie sopra menzionate, poggiano stratigraficamente su un orizzonte granitico, caratterizzato da graniti colore rosastro-grigio, intensamente diaclasati e fratturati nonché alterati da presumibili processi di idrolisi dei feldspati.

La paragenesi mineralogica, (come sopra) è rappresentata da quarzo, feldspati e lamelle biotitiche. La potenza dei graniti rosa alterati non supera i 15/20 mt. .

La successione geologico-stratigrafica del Plutone continua verticalmente verso il basso, con la facies granitica classica di queste località, ossia i graniti ercinici veri e propri, contraddistinti da estrema durezza e compattezza; presentano un colore grigio talora e localmente rosato a seconda della concentrazione maggiore o minore di feldspati potassici. La paragenesi è costituita anche in questo

caso da quarzo prevalente, feldspati potassici, plagioclasti, biotiti in lamelle e talora percentuali anche notevoli di minerali accessori (Opx e Cpx) .

La potenza del Plutone granitico ercinico, in queste aree può raggiungere e superare i 200 metri.

B) Vulcaniti del Ciclo Oligomiocenico

Formazioni vulcaniche, andesitico-basaltiche relative al Ciclo Magmatico Oligo-post-Miocenico, rilevabili in maniera estesa anche vicino al sito in oggetto (verso Sud Sud-Est e immediatamente a Sud-Ovest). Si tratta di Filoni, Colate laviche, Formazioni Brecciformi, Cupole di ristagno, talora limitatamente Formazioni a basalto colonnare. Gli spessori delle formazioni vulcaniche presentano potenze interessanti, stimabili sino a oltre 150 mt.

C) Vulcaniti del Ciclo Magmatico Alpino

In particolare a distanza non eccessiva, dal sito in esame, affiorano estesamente anche le formazioni vulcaniche relative al Ciclo Magmatico Alpino, rappresentate da basalti e basalti andesitici.

Poco lontano dal punto oggetto di studio, risalendo verso meridione e anche verso Ovest, si osservano le litologie ascritte alle formazioni vulcaniche del Ciclo Magmatico Alpino, rappresentate da basalti e basalti andesitici. Tutt'attorno, nei rilievi locali si rilevano le facies relative ai graniti che chiaramente testimoniano l'intrusione del Plutone Ercinico.

Da rimarcare il fatto che le formazioni geolitologiche locali (graniti ercinici e basamento paleozoico), si presentano "intensamente tettonizzate" evidenziando nelle rocce del basamento, strutture tettoniche di tipo compressivo (ma non solo) molto significative e d'importanza regionale.

Si osservano inoltre evidenti linee geostrutturali che hanno dato una peculiare conformazione al territorio: "faglie" con direzioni ben definite, le quali hanno generato incisioni canaliformi geomorfologicamente e geologicamente assai interessanti e che localmente presentano corrivazione idrica temporanea.

D) Quaternario (Formazioni oggetto d'interesse)

In dettaglio, potremo asserire che il sito oggetto di descrizione, che verrebbe interessato dalle stazioni elettriche con le relative linee, si presenta con una estesa copertura alluvionale, che si estende da meridione verso settentrione e verso Nord-Est caratterizzata da spessori o meglio "potenze" variabili da

zona a zona e che aumentano man mano che ci si allontana dai rilievi meridionali di quest'area isolana e si procede verso aree più settentrionali.

Le potenze di tali sedimenti, già importanti e superiori ai 25 metri nella parte iniziale dei delle linee elettriche in progetto, ossia nell'area più vicina a Guspini, aumentano in modo eloquente man mano che ci si allontana verso Nord-Est.

Per gli interventi in oggetto, diremo che gli spessori della coltre alluvionale terrazzata sabbioso argillosa olocenica non superano i 20-25 m prima del bed-rock locale (basalti e andesiti mioceniche) sul quale poggiano. Nella parte finale della linea rappresentata col colore blu, si rilevano per un piccolo settore anche i sedimenti alluvionali del Pleistocene, costituiti da ghiaie terrazzate a granulometria medio-grossolana, con sabbie subordinate.

In dettaglio, possiamo asserire in breve che l'area interessata dall'intervento proposto, è caratterizzata geolitologicamente in affioramento, da un "materasso alluvionale" incoerente e a luoghi semicoerente per costipazione naturale, con spessori variabili dai 15/20 m metri finanche ai 60 metri nelle aree più distanti dai rilievi e percorse dalle modeste aste fluviali locali.

Le alluvioni oggetto di descrizione, possono descriversi come sedimenti a granulometria mista, tendente a granulometrie inferiori con meno ciottolame, man mano che si procede verso Nord e Nord-Est e limitatamente verso Nord-Ovest. Possiamo parlare di depositi sabbioso-argillosi con percentuali significative di ciottoli ed elementi in piccola parte anche non elaborati e a spigoli vivi (depositi Olocenici). Si osserva poi un'evoluzione verso granulometrie fini e medio-fini di tipo argilloso-sabbioso più a valle, verso la piana alluvionale arcidanese.

Tale complesso alluvionale, olocenico e pleistocenico, poggia direttamente sulle formazioni geologiche vulcanitiche oligomioceniche e a luoghi su quelle del basamento Paleozoico.

Per l'inquadramento geologico dell'area si fa riferimento alla tavola B32.

4) Per ciò che riguarda invece la linea elettrica già esistente che si diparte dalla stazione elettrica Guspini sulla S.S. 126 e arriva alla Centrale elettrica Gruppo Beretta sulla s.p dell'Ipis (14 bis) (agro Villacidro, si rilevano nel primo tratto Ovest-Est depositi alluvionali terrazzati olocenici, a luoghi caratterizzati da ghiaie grossolane e a luoghi con subordinati limi ed argille. Gli spessori superano senz'altro i 50 m.

Nella tratta inclinata ma più o meno Nord-Sud con inclinazione modesta verso Sud-Est, la linea attraversa il **“Complesso alluvionale Pleistocenico Superiore”** molto esteso (località *“Pillonca, Funtana Cabora, Santa Maria Maddalena, Is Pontixeddus, fino a Sa Struvina”*), caratterizzato da Ghiaie alluvionali terrazzate, a granulometria da media a grossolana con sabbie. Gli spessori, stimabili intorno ai 60/70 m, si riducono avvicinandosi alla stazione elettrica Gruppo Beretta, ove non superano i 30/40 m .

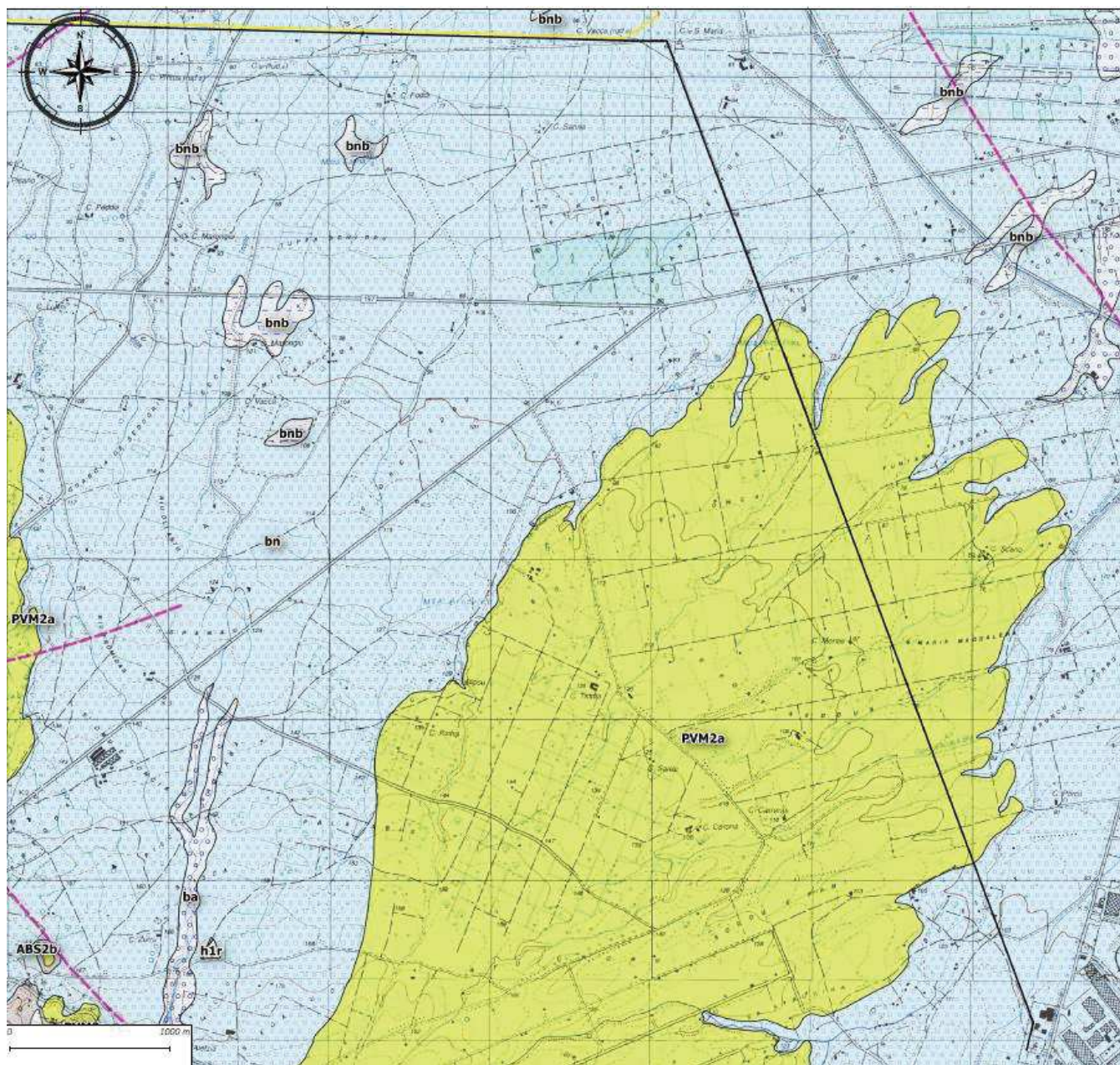


Figura 4 – Estratto della carta geologica

3.2.6 *Cenni sulla geologia strutturale dei luoghi*

In riferimento al presente documento relazionale, è stato effettuato un rilevamento geologico generale dell'area, presentato in scala 1:25000, che ha interessato l'area di indagine ed i settori circostanti.

Pertanto è stata ricostruita una carta geologica rappresentativa sia delle litologie che dei rapporti geolitologici-stratigrafici e tettonici.

Le formazioni geologiche dell'area, spaziano da quelle recenti quaternarie di copertura alluvionale e/o detritica, a quelle Terziarie vulcaniche oligomioceniche, che riguardano le linee elettriche più vicine al paese di Guspini; fino alle formazioni relative al basamento paleozoico incassante ed intrusive erciniche che pur non interessando le linee elettriche, sono fondamentali per la situazione tettonica di quest'area della Sardegna Sud-Occidentale.

Tali formazioni del bed-rock, sono attraversate da importanti ed evidenti strutture tettoniche di tipo compressivo per quanto attiene le formazioni paleozoiche e di tipo distensivo in riferimento alle formazioni terziarie oligomioceniche.

Trattasi di strutture strettamente collegate ai movimenti tettonici relativi alla formazione del Graben Campidanese (Fossa Sarda).

Tali strutture consistono in sistemi importanti di faglie aventi direzioni fondamentali N-S e NE-SO; si osservano inoltre strutture secondarie con orientamento circa E-O le quali sembrerebbero interrompersi sul primo sistema tettonico.

Una di queste faglie, la più rappresentativa dell'area, visibile nella carta geologica allegata nella parte occidentale dell'area oggetto d'indagine, mette a contatto le formazioni vulcaniche Terziarie, con le formazioni del basamento Paleozoico. Contatto ovviamente tettonico, mascherato dai depositi detritici ed alluvionali quaternari di riempimento, trasportati e depositati dalle acque di corrivazione e da altri processi geomorfologici.

Sono proprio queste strutture tettoniche che hanno originato linee preferenziali di corrivazione idrica superficiale e sotterranea, le quali conferiscono una certa importanza idrogeologica a tutta la zona.

3.2.7 *Distinzione in unità idrogeologiche*

Dal punto di vista idrogeologico, sono state distinte dal presente studio tre "Unità Idrogeologiche".

La I° di queste, è rappresentata dalla copertura di sedimenti di origine alluvionale incoerenti con percentuali di ciottolame, classificabile come complesso altamente permeabile per porosità, con diminuzioni significative laddove la componente argillosa aumenta sensibilmente.

Tale complesso idrogeologico, comprende strati acquiferi in falda di tipo sospeso, sovrapposti ed in differenti livelli o intervalli stratigrafici.

La II° Unità Idrogeologica, si identifica, secondo il presente lavoro, con le litologie basaltiche e basaltico-andesitiche ascritte al Ciclo Magmatico Oligomiocenico e di quello più recente Alpino, le quali si presentano in generale intensamente tettonizzate, con numerose fratture e diaclasi e pertanto permeabili solo per fessurazione. La permeabilità risulta a luoghi bassa, ma in altri settori medio elevata, a seconda dell'intensità della fessurazione.

Compresi in questa Unità Idrogeologica, vi sono vari strati acquiferi in frattura, intercettabili a più livelli, talora caratterizzati da portate importanti.

La III° Unità Idrogeologica è rappresentata dalle litologie delle formazioni Paleozoiche e da quelle ascritte al Plutone Granitico (queste ultime presenti fuori dal sito ma vicino), tettonizzate e quindi caratterizzate localmente da notevole fratturazione e diaclasizzazione della litologia e pertanto notevolmente permeabili per fessurazione, le quali consentono una certa alimentazione di eventuali strati acquiferi del sottosuolo, consentendo un relativo trasferimento verticale e in generale un sufficiente drenaggio riferito alle acque piovane e a quelle di corrivazione superficiale. In tale Unità, è possibile l'esistenza di acquiferi in frattura, caratterizzati da basse portate, pertanto spesso non utili per scopi produttivi

La IV° Unità Idrogeologica s'identifica con le porzioni fondamentalmente sane, sempre appartenenti alle formazioni Paleozoiche ed a quelle del Plutone Granitico ercinico, caratterizzate da maggiore compattezza litologica non fessurate e quindi fondamentalmente sane e pertanto impermeabili o poco permeabili se non appunto, per fenomeni di tipo tettonico dovuti a dislocazioni tettoniche ossia diaclasizzazione localizzata della litologia.

Nella I° Unità Idrogeologica, si è a conoscenza della presenza in molti settori della piana alluvionale di uno strato acquifero in falda, classificabile come "falda acquifera di contatto". Trattasi di una falda caratterizzata da portate piuttosto basse (non superiori a 0,5/ 1,0 l/s).

Negli orizzonti stratigrafici più profondi, in corrispondenza della II° e III° Unità Idrogeologica, ma a luoghi anche della quarta, è auspicabile l'esistenza di potenziali strati acquiferi in frattura, costituenti una circolazione idrica sotterranea più o meno profonda caratterizzata da portate idriche che talora risultano importanti l/s.

3.3 Sismicità

Ai sensi dell'*Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri 20 marzo 2003, n. 3274*, e successive integrazioni, i comuni interessati dall'intervento, Guspini, Gonnosfanadiga, San Gavino Monreale e Villacidro sono classificati in zona sismica 4.

Secondo il nuovo D.M. 17/01/2018 "*Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni*", le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento, a partire dai valori dei seguenti parametri sul sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*c : valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per i valori di a_g , F_0 e T^*c , necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento al *Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008*.

Come già accennato, i parametri sismici dipendono anche dalla vita di riferimento della struttura e dalla probabilità di superamento nella vita di riferimento associate a ciascuno degli stati limite considerati.

Nel caso in esame, dal momento che la Stazione Elettrica ed i relativi raccordi rappresentano opere strategiche e di pubblica utilità, si considerano i seguenti dati (D.M. 17/01/2018):

- **Vita nominale di progetto (V_N): 100 anni** (convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali)
- **Classe d'uso: IV** (per costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità) cui corrisponde un coefficiente d'uso **C_u = 2**.

Sa questi due valori si ricava il **periodo di riferimento per l'azione sismica V_R**, che nel nostro caso risulta essere:

$$V_R = V_N \times C_U = 100 \times 2 = \mathbf{200 \text{ anni}}$$

A questo punto è possibile stabilire i parametri di pericolosità sismica del sito per ognuno degli stati limite ai quali sono associati dei tempi di ritorno. Gli stati limite sono così definiti:

- **Stati limite di esercizio** (SLE) che comprendono:
 - **Stato Limite di Operatività** (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
 - **Stato Limite di Danno** (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.
- **Stati limite ultimi** (SLU) che comprendono:
 - **Stato Limite di salvaguardia della Vita** (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
 - **Stato Limite di prevenzione del Collasso** (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Per ognuno di essi i parametri di pericolosità sismica sono i seguenti (calcolati per la CP Guspini):

PARAMETRI DI PERICOLOSITA' SISMICA					
STATO LIMITE		Tr [anni]	ag [g]	F0	T*c [sec]
Operatività	SLO	120	0,0333	2,76	0,31
Danno	SLD	201	0,0393	2,82	0,32
Salvaguardia vita	SLV	1898	0,0703	3,06	0,39
Prevenzione collasso	SLC	2475	0,0747	3,09	0,40

Tabella 1 – Parametri di pericolosità sismica delle opere strutturali permanenti in progetto

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta in base alle condizioni stratigrafiche e alle proprietà dei terreni.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>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.</i>
B	<i>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.</i>
C	<i>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.</i>
D	<i>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.</i>
E	<i>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.</i>

Tabella 2 – Categorie di sottosuolo

La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente VS30 di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità.

Per le fondazioni superficiali, tale profondità 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.

La misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio è fortemente raccomandata. Nei casi in cui tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (Standard Penetration Test), NSPT30 (definito successivamente) nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente CU30 (definita successivamente) nei terreni prevalentemente a grana fina.

Per sottosuoli appartenenti alle ulteriori categorie S1 ed S2 di seguito indicate, è necessario predisporre specifiche analisi per la definizione delle azioni sismiche, particolarmente nei casi in cui la presenza di terreni suscettibili di liquefazione e/o di argille d'elevata sensibilità possa comportare fenomeni di collasso del terreno.

In riferimento alle condizioni topografiche si può affermare che per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione riportata in 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 $i > 30^\circ$

Tabella 3 – Categorie topografiche

Le sopraesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

La verifica dei parametri sismici di riferimento tiene conto dei coefficienti di amplificazione stratigrafica SS e amplificazione topografica ST secondo quanto riportato nelle seguenti tabelle.

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 4 – Espressioni di S_S e C_C

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tabella 5 – Valori di S_T

Il tecnico

Dott. Ing. Giulia Bettiol