

COMUNI DI:  
SAN GAVINO MONREALE  
GONNASFANADIGA  
GUSPINI

PROVINCIA: SUD SARDEGNA  
REGIONE: SARDEGNA

FATTORIA SOLARE "SA PEDRERA"  
AGROFOTOVOLTAICO DI 48,177 MWp

IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE 150 kV  
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE E DI COMPATIBILITA'  
IDRAULICA

Tipo Elaborato	Codice Elaborato	Cod. Rintracciabilità	Formato	Foglio / di	Scala
REL.	0121_R.E.15	T0738702	A4	1/32	-

PROPONENTE

EF AGRI SOCIETA' AGRICOLA a r.l.  
Via Del Brennero, 111  
38121 - Trento (TN)

SVILUPPO



SET SVILUPPO s.r.l.  
Corso Trieste, 19  
00198 - Roma (RM)

PROGETTAZIONE

**BRULLI**  
service

Brugnoni

Bolognesi

Geologo

IL DIRETTORE E RESPONSABILE TECNICO

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	23/11/21	Prima Emissione	Geologo	Bolognesi	Brugnoni
01	10/01/22	Seconda Emissione	Geologo	Bolognesi	Brugnoni

**COMUNE DI GUSPINI**

Provincia del Sud Sardegna

***Opere di connessione alla RTN della CU 150kV  
Sa Pedrera, ubicata nel comune di Guspini (SU)***

***ELABORATO:***

**RELAZIONE GEOLOGICA PRELIMINARE**

**Il Tecnico**

*Geol. Luigi Sanciu*

## **INDICE**

Premessa.....	2
Inquadramento cartografico.....	3
Dettagli progettuali.....	4
Relazione geologica.....	5
Relazione sismica.....	10
Modello geotecnico.....	12
Conclusioni.....	13

## **PREMESSA**

Gli interventi in progetto consistono nella realizzazione di opere di connessione alla RTN della CU 150kV Sa Pedrera, ubicata nel comune di Guspini (SU).

A tal fine è stata condotta un'indagine geologica a carattere preliminare al fine di valutarne la fattibilità e orientare correttamente le scelte progettuali come richiesto dalla normativa vigente. Il presente studio, condotto in osservanza alla normativa vigente, si prefigge di:

- definire il modello geologico e geotecnico di riferimento per la progettazione preliminare dell'intervento;
- evidenziare le possibili problematiche di natura geologica o geotecnica;
- fornire, ove possibile, suggerimenti per effettuare le scelte operative più idonee.

In tal senso le indagini vengono svolte con lo scopo di individuare i caratteri stratigrafici, litologici, strutturali, geomorfologici, idrogeologici e di pericolosità geologica del territorio, in relazione alla realizzazione dell'intervento.

Nella fase preliminare della progettazione, tenuto anche conto delle caratteristiche dell'opera, lo scrivente ha ritenuto sufficiente, per comprendere le condizioni geologiche locali, effettuare un rilevamento dell'area, analizzare la documentazione progettuale fornita dal committente e consultare la cartografia tecnica comunale e regionale.

La relazione geologica preliminare è stata redatta in applicazione a quanto richiesto dal D.M. 17 gennaio 2018 e dagli Eurocodici 7 e 8.

Si rimanda alla relazione sullo Studio di Compatibilità Idraulica per le opportune valutazioni e analisi sugli effetti dovuti alla realizzazione degli interventi sui livelli di pericolosità del territorio, delle formazioni presenti, verificandone la compatibilità con le Norme d'Attuazione del PAI.

## INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

L'area oggetto di studio (evidenziata in rosso) è inserita nella Sardegna sud occidentale, nel comune di Guspini, ed è distinta a livello cartografico nelle seguenti tavole:

- 1:25.000, Carta Geologica di Base – Regione Sardegna;
- 1:25.000, Carta Topografica I.G.M. Foglio 546
- 1:10.000, Carta Tecnica Regionale, sezione 540040-080 "Guspini".

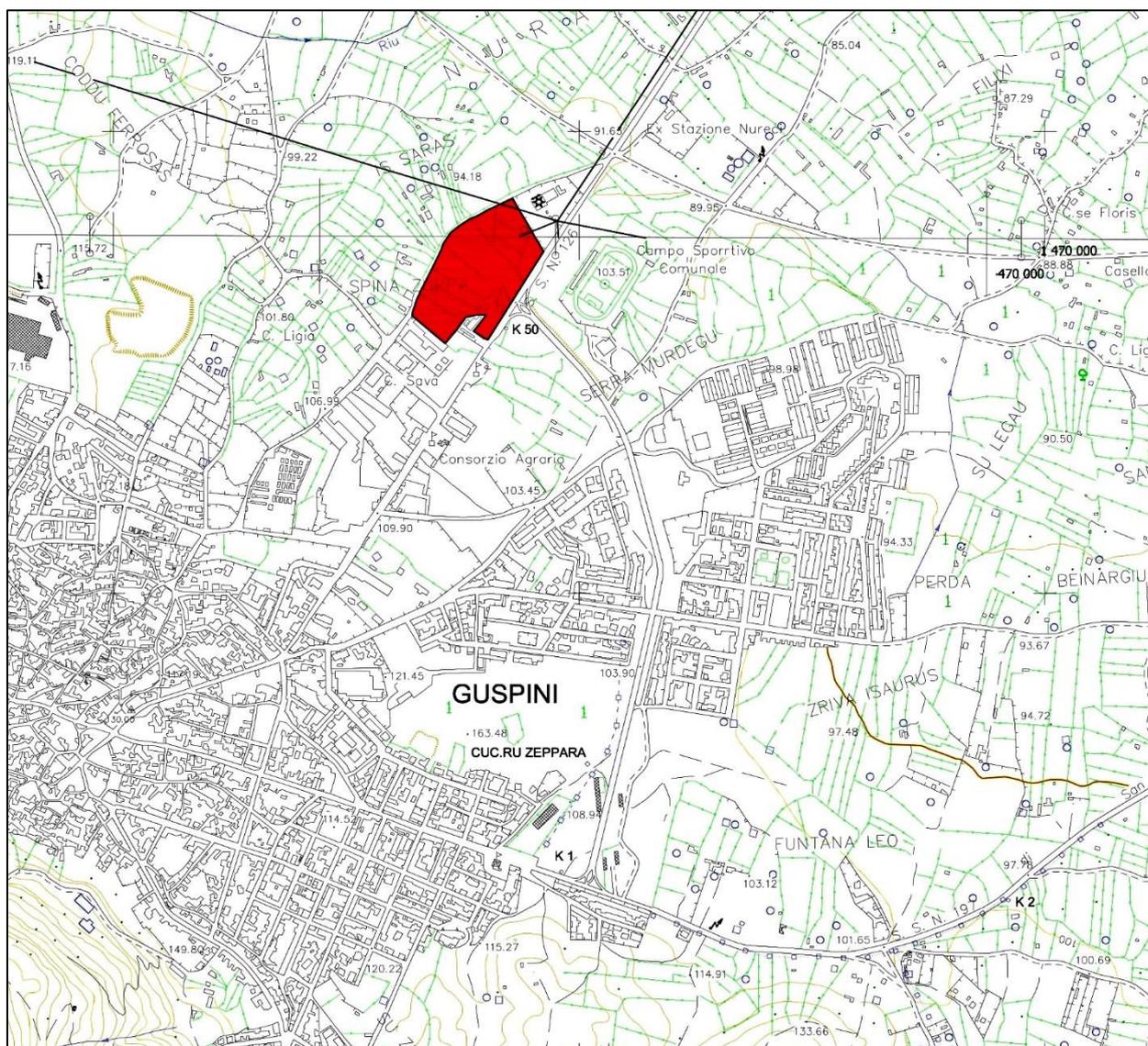


Fig. 1 – Inquadramento cartografico (stralcio carte tecniche regionale).

## **DETTAGLI PROGETTUALI**

Il progetto di cui tratta la presente relazione è relativo all'intervento complessivo composto da una stazione elettrica 150 kV denominata Cabina Utente "Sa Pedrera" che collega l'impianto agrofotovoltaico denominato "Sa Pedrera" in antenna, tramite cavo AT, allo stallo utente attivo di nuova realizzazione in Cabina Primaria "CP Guspini" adiacente. L'opera, nel suo complesso, è quindi funzionale a consentire l'immissione nella RTN in alta tensione dell'energia prodotta dall'impianto agrofotovoltaico del produttore EF Agri Società Agricola A R.L., costituito da n° 2 sottocampi adiacenti tra loro. Il suddetto impianto agrofotovoltaico sarà connesso in media tensione alla Cabina Utente che si affaccerà alla Cabina Primaria "CP Guspini" e l'energia sarà evacuata tramite un cavo in alta tensione completamente interrato verso lo stallo produttore AT dedicato.

Nei documenti 0121\_R.E.01 - "Relazione tecnico illustrativa cabina utente" e 0121\_R.E.07 – "Relazione tecnico illustrativa CP" sono descritti dettagliatamente la cabina utente "Sa Pedrera" il cavo AT di collegamento e lo stallo AT di nuova realizzazione che costituirà l'ampliamento previsto in CP Guspini per connettere il nuovo utente attivo.

La realizzazione della Cabina Utente, del cavo di evacuazione in AT e dell'ampliamento della Cabina Primaria, interessa il Comune di Guspini (provincia Sud Sardegna SU, Regione Sardegna).

## RELAZIONE GEOLOGICA

### Finalità e metodologia di studio

L'inquadramento del contesto geologico è passato attraverso la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito che è consistita nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio in esame. Tale studio è finalizzato sia alla caratterizzazione dei suoli di copertura che dei litotipi geologici presenti ed è funzionale alla successiva definizione delle caratteristiche fisico meccaniche dei terreni interessati dalle opere.

### Inquadramento geologico

Al fine di definire un inquadramento che risultasse adeguato alla scala di dettaglio del presente lavoro è stata impiegata la Carta Geologica di Base della Sardegna in scala 1:25.000 che definisce in maniera particolareggiata i litotipi presenti nell'area d'interesse così come riportato nella figura seguente.

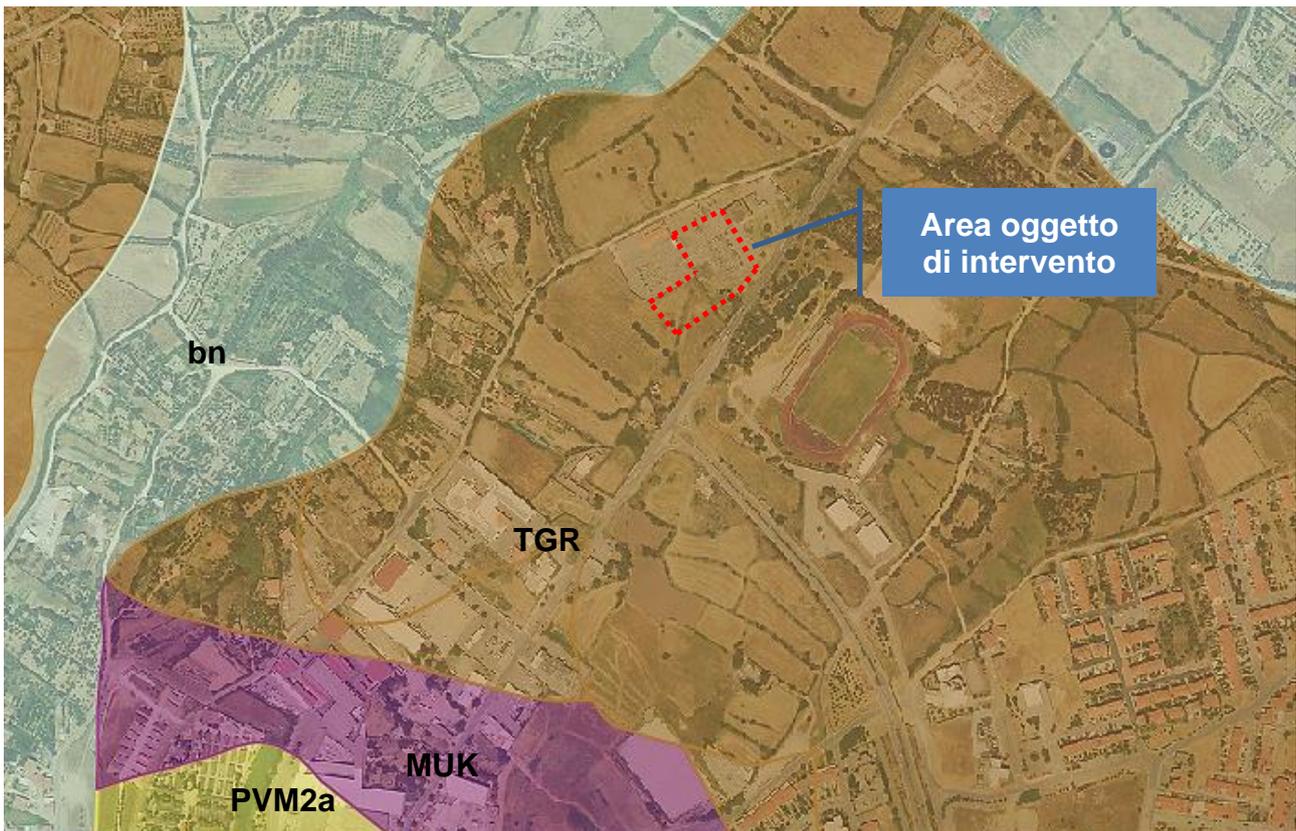


Fig. 2 - Stralcio della carta geologica regionale 1:25000 – PPR.

Le formazioni affioranti nell'area sono, dalla più recente alla più antica:

- **bn**, Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE;
- **PVM2a**, Subsistema di Portovesme: ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUPERIORE;
- **TGR**, UNITÀ DI MONTE TOGORO. Lave da basaltiche ad andesitiche con giacitura in cupola ed in colata; intercalati depositi di “base surge” con laminazioni da incrociate a piano-parallele e a gradazione inversa in facies prossimale; locali livelli a lapilli e breccie non saldati.(K/Ar 24-21 Ma) AQUITANIANO-BURDIGALIANO.
- **MUK**, MUSCHELKALK AUCT. Calcari laminati sottilmente stratificati e calcari dolomitici in grossi strati. TRIASSICO MEDIO (LADINICO)

Nello specifico, le opere che si intendono realizzare andranno ad interessare la formazione TGR – Unità di Monte Togoro. Dal rilevamento di terreno è emerso che nelle immediate vicinanze della strada bianca che costeggia gli impianti già presenti, affiorano rocce lapidee a composizione basaltica/andesitica (Fig.3) Queste litologie sono state osservate anche nello svincolo tra la S.S.126 e la via E. Montale. (Fig. 4).



Fig. 3



Fig. 4



*Fig. 5 – Ubicazione degli affioramenti dell' Unità di Monte Taloro.*

Dalle foto si può notare la fratturazione primaria che interessa queste litologie. Tuttavia, data la loro origine lavica, queste discontinuità sono da riferirsi allo scorrimento superficiale della colata che nelle fasi di raffreddamento iniziale andava a fratturarsi ed allo stesso tempo “saldava” i frammenti. Ciò è molto importante in quanto non siamo davanti ad una fratturazione successiva con conseguente diminuzione della coesione complessiva dell'ammasso roccioso.

L'affioramento roccioso talvolta è mascherato da una copertura di sedimenti alluvionali di varia natura.

### **Caratteri idraulici delle formazioni geologiche**

La descrizione delle caratteristiche idrauliche dei materiali presenti nell'area in studio è stata basata sulle osservazioni dirette e su quanto riportato in letteratura.

Le rocce, in funzione della loro natura, origine e storia geologica, possono presentare caratteri tali da consentire l'assorbimento, l'immagazzinamento, il deflusso e la restituzione di acque sotterranee in quantità apprezzabili, o possono non presentare tali caratteri. Le rocce che hanno la capacità di permettere il deflusso e la restituzione delle acque sotterranee vengono dette rocce serbatoio o acquiferi.

Le rocce serbatoio unitamente alle altre, che non presentano tali caratteri, hanno diverse proprietà idrauliche derivanti dai caratteri fisico-chimici e meccanici. Alcune di queste

proprietà, come la porosità, la capacità di assorbimento, la capacità di percolazione e la permeabilità, condizionando quantitativamente l'assorbimento, l'immagazzinamento ed il movimento delle acque che possono essere captate, sono molto importanti dal punto di vista idrogeologico.

In idrogeologia si parla di rocce permeabili e rocce impermeabili, in relazione alla facilità con cui l'acqua sotterranea penetra, circola e si distribuisce nel sottosuolo. Sono definite permeabili le rocce nelle quali le acque si muovono con una velocità tale da permetterne la captazione, sono invece "impermeabili", quelle nelle quali, in condizioni di pressione naturali, per mancanza di meati comunicanti e/o sufficientemente ampi, non è possibile rilevare movimenti percettibili delle acque.

La permeabilità viene distinta in due tipi fondamentali: primaria e secondaria, a seconda che sia una caratteristica congenita o acquisita.

La permeabilità primaria, o in piccolo, è tipica delle rocce porose, caratterizzate da vuoti intercomunicanti fra i granuli, ed è una proprietà intrinseca del litotipo, poiché la formazione dei meati è singenetica alla formazione della roccia. Solo in alcuni casi, come nei prodotti di alterazione dei graniti e delle arenarie la permeabilità per porosità è secondaria.

La permeabilità secondaria, detta anche per fratturazione, o in grande, è invece tipica delle rocce, sia coerenti che compatte, fessurate. Questa è generalmente una proprietà acquisita, dovuta principalmente a sforzi tettonici o da decompressione, che hanno determinato l'apertura di fessure, spesso successivamente allargate da processi chimico-fisici. Nello specifico dell'area in esame, si può parlare di proprietà intrinseca solo nel caso in cui la permeabilità è dovuta a fessure singenetiche, ossia che si sono formate contemporaneamente alla formazione della roccia come i giunti di raffreddamento, nelle rocce laviche, i giunti di stratificazione ed i piani di scistosità.

### **Inquadramento geomorfologico**

L'area nel suo complesso è caratterizzata da un andamento pianeggiante, frutto dell'erosione delle formazioni vulcaniche e l'instaurarsi di regimi fluviali negli ultimi 2 milioni di anni, in grado di trasportare ingenti quantità di sedimenti.

Le acclività si riducono ulteriormente e sono generalmente comprese tra il 5% ed 2%, con vasti tratti di pianura che raggiungono anche valori di pendenza inferiori al 2%. Solo in corrispondenza delle ripe fluviali attive ed inattive, le pendenze superano il 5%.

Questa differenza nell'andamento delle pendenze è legata essenzialmente ai caratteri litologici dei diversi ambiti territoriali ed alla loro genesi, nonché al significativo il ruolo delle strutture tettoniche, in prevalenza faglie dirette, nel modellamento del territorio.

Sono infatti presenti, anche se arealmente limitati, alcuni terrazzi fluviali, che interrompono insieme ai corsi d'acqua, ai canali artificiali, alle piccole zone palustri e a vaste zone palustri o ex palustri, la continuità morfologica della pianura.

I terrazzi rappresentano vecchie superfici di origine fluviale, messe in risalto dall'erosione operata dai fiumi, successivamente all'evento alluvionale. Queste superfici, generalmente pianeggianti o debolmente inclinate verso valle, sono delimitate da scarpate fluviali, più o meno nette, che raccordano la superficie sommitale con depositi alluvionali più recenti, o con l'alveo dei fiumi.

## **RELAZIONE SISMICA**

### ***Sismicità storica***

La sismicità della Regione Sardegna è assai bassa. Tali evidenze sono messe in rilievo da molti indicatori, quali l'evoluzione cinematica del Mediterraneo centrale, che secondo qualsiasi ricostruzione, ci dice che l'intero blocco sardo-corso è rimasto stabile negli ultimi 7 milioni di anni.

Il catalogo storico dei terremoti riporta, infatti, solo due eventi nel Nord della Sardegna, entrambi di magnitudo inferiore a 5 (nel 1924 e nel 1948); il catalogo strumentale (sismicità degli ultimi 25 anni registrata dalla rete nazionale) riporta solo alcuni eventi nel Tirreno e pochissimi eventi a Sud della Sardegna (come gli ultimi eventi del marzo 2006), tutti eventi di magnitudo inferiore a 5. L'evento sismico più forte in Sardegna, infatti, è stato registrato nel 1948 nella zona tra Castelsardo e Tempio Pausania; fu un terremoto che provocò solo qualche lieve danno. Nel 2006 alcune scosse avvennero nel Golfo di Cagliari, spaventando la popolazione senza danni.

Nella zona presa in esame la situazione è analoga: non è impossibile che si verifichi qualche scossa leggera ma la probabilità è molto bassa. Si tratta, insomma, di eventi di bassa energia, e infrequenti.

### ***sismica di base***

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) D.M. 14.01.2008 così come gli aggiornamenti relativi di cui al D.M. 17.01.2018, introducono il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

La "pericolosità sismica di base", di seguito chiamata semplicemente pericolosità sismica, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni e alle strutture.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - INGV, <http://esse1.mi.ingv.it/> .

Le NTC introducono il concetto di nodo di riferimento di un reticolo composto da 10751 punti in cui è stato suddiviso l'intero territorio italiano. Le stesse NTC forniscono, per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno  $T_r$  considerati dalla pericolosità sismica, tre parametri:

- $a_g$  =accelerazione orizzontale massima del terreno (espressa in g/10);
- $F_0$  =valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  =periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito non è sintetizzata più dall'unico parametro ( $a_g$ ), ma dipende dalla posizione rispetto ai nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame (Tabella A1 delle NTC), dalla Vita Nominale e dalla Classe d'Uso dell'opera. I punti del reticolo di riferimento riportati nella Tabella A1 delle NTC hanno un passo di circa 10 km e sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine.

La rappresentazione grafica dello studio di pericolosità sismica di base dell'INGV, da cui è stata tratta la Tabella A1 delle NTC, è caratterizzata da una mappa di pericolosità Sismica del Territorio Nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo rigido (in g) in funzione della probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento considerato.

Per tutte le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida, Capri gli spettri di risposta sono definiti in base a valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  uniformi su tutto il territorio di ciascuna isola e per tali valori, necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B.

(Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n.29, ed eventuali successivi aggiornamenti).

Per la Regione Sardegna, e quindi per il Comune di Guspini, l'assegnazione dei parametri per i vari tempi di ritorno è semplificata dalle tabelle sottostanti che assegna i singoli valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ .

TR=30			TR=50			TR=72			TR=101			TR=140		
$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$
0,186	2,61	0,273	0,235	2,67	0,296	0,274	2,7	0,303	0,314	2,73	0,307	0,351	2,78	0,313C

TR=201			TR=475			TR=975			TR=2475		
$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$	$a_g$	$F_0$	$T_c^*$
0,393	2,82	0,322	0,5	2,88	0,34	0,603	3	0,372	0,747	3,09	0,401

Tabella valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  per la Regione Sardegna

### **Azione Sismica di progetto**

Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L'azione sismica sulle costruzioni è quindi valutata da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle NTC).

L'azione sismica così individuata viene poi variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

### **Categoria di sottosuolo**

In base a quanto attualmente esposto delle "Norme tecniche per le costruzioni" del D.M. 17 gennaio 2018, che aggiornano e sostituiscono il precedente D.M. del 14 gennaio 2008, è necessario determinare le azioni sismiche di progetto tramite specifiche analisi di sito o mediante un approccio semplificato che si basa sul calcolo della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ( $V_{S,eq}$ ) partendo dal piano di posa delle fondazioni. Il valore di  $V_{S,eq}$  (in m/s) viene calcolato secondo la seguente espressione:

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

dove  $h_i$  e  $V_{S,i}$  indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio  $\gamma < 10^{-6}$ ) dello strato  $i$ -esimo, per un totale di  $N$  strati presenti al disopra del substrato sismico (con  $V_{S,i} > 800$  m/s), fino ad un  $H$  massimo di 30 m ( $V_{S,30}$ ).

### **Condizioni topografiche**

Il sito in esame è ubicato in corrispondenza di un contesto inclinato con pendenze media inferiori ai 15°, in base a quanto previsto dal DM del 17 gennaio 2018, Tabella 3.2.III, l'area può essere classificata nella seguente categoria topografica:

#### **Categoria Topografica "T1"**

		Descrizione
Categorie Topografiche	<b>T1</b>	<b>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione <math>i \leq 15</math>;</b>
	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 3.2.III delle NTC2018*

## **MODELLO GEOTECNICO**

### **Premesse**

Analizzato il contesto geomorfologico e litologico dell'area e le caratteristiche tipologiche dell'intervento in progetto dovrà essere necessariamente realizzata una campagna di indagini geognostiche a supporto della progettazione esecutiva. Tale indagine sarà finalizzata alla definizione dell'andamento stratigrafico del terreno, alla caratterizzazione geotecnica-geomeccanica dei terreni di copertura e del substrato roccioso, alla valutazione dell'eventuale circolazione idrica sotterranea e alla definizione della categoria sismica del sottosuolo.

### **Progetto indagine geognostica.**

La campagna geognostica sarà articolata come segue:

- Esecuzione di **n°2/3 pozzetti geognostici con profondità di 1,5m** e prelievo di campioni per analisi di laboratorio.
- Esecuzione di **n°3 prove penetrometriche dinamiche pesanti** .
- Esecuzione di **n°1 rilievo sismico a rifrazione**

finalizzate rispettivamente alla estensione areale dei dati puntuali desunti dai sondaggi a carotaggio continuo e per la determinazione della Vs30

## **CONCLUSIONI**

Tenuto conto del contesto geologico, geomorfologico ed idrogeologico in cui si inserisce l'intervento, tenuto altresì conto delle caratteristiche del terreno si conferma una sostanziale compatibilità dell'opera in oggetto con la geologia del sito.

Tuttavia, lo scrivente raccomanda l'esecuzione della campagna di indagini geognostiche, così come descritta nei precedenti paragrafi, e di conseguenza siano seguite le indicazioni e/o prescrizioni relative agli interventi di consolidamento, scavo, realizzazione delle fondazioni e regimazione delle acque, fornite nella successiva relazione geologica esecutiva.

Per tutto quanto attiene le informazioni da fornire in fase esecutiva il sottoscritto professionista conferma già fin da ora la propria disponibilità e rimane a disposizione per eventuali chiarimenti.

Cagliari, 16 novembre 2021

*Geol. Luigi Sanciu*

**COMUNE DI GUSPINI**

Provincia del Sud Sardegna

***Opere di connessione alla RTN della CU 150kV  
Sa Pedrera, ubicata nel comune di Guspini (SU)***

**ELABORATO:**

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA**

*Ing. Francesco Sedda*

*Geol. Luigi Sanciu*

## INDICE

Premessa.....	3
Analisi dei vincoli.....	4
Descrizione opere in progetto.....	7
Caratteristiche geologiche e geomorfologiche del territorio.....	10
Caratteristiche idrologiche.....	14
Conclusioni.....	17

## Premessa

Il presente studio di compatibilità idraulica si inquadra nell'ambito del progetto relativo alla realizzazione della connessione alla RTN di un impianto di produzione da fonte rinnovabile.

L'art. 24 delle N.T.A. del Piano di Assetto idrogeologico della Regione autonoma Sardegna (nel seguito PAI) prescrive che *“in applicazione dell'articolo 23, comma 6, lettera b., nei casi in cui è espressamente richiesto dalle presenti norme i progetti proposti per l'approvazione nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata, elevata e media sono accompagnati da uno studio di compatibilità idraulica predisposto secondo i criteri indicati nei seguenti commi”*

Lo studio di compatibilità idraulica deve essere predisposto secondo i criteri indicati nell'Allegato E alle N.T.A. del PAI e deve essere firmato da un ingegnere esperto nel settore idraulico e da un geologo, ciascuno per quanto di competenza, iscritti ai rispettivi albi professionali. Lo studio deve:

- valutare il progetto con riferimento alla finalità, agli effetti ambientali;
- analizzare le relazioni tra le trasformazioni del territorio derivanti dalla realizzazione dell'intervento proposto e le condizioni dell'assetto idraulico e del dissesto idraulico attuale e potenziale dell'area interessata, anche studiando e quantificando le variazioni della permeabilità e della risposta idrologica della stessa area;
- verificare e dimostrare la coerenza del progetto con le previsioni e le norme del PAI;
- prevedere adeguate misure di mitigazione e compensazione all'eventuale incremento del pericolo e del rischio sostenibile associato agli interventi in progetto.

## Analisi dei vincoli

Il Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna (Decreto Ass.to LL.PP. RAS n. 3 del 21.02.2005) fornisce il quadro dell'attuale "rischio" conosciuto sul territorio sardo. Secondo la definizione del D.P.C.M. 29 settembre 1998, "il rischio è il prodotto di tre fattori:

- pericolosità;
- valore degli elementi esposti al rischio;
- vulnerabilità dell'elemento.

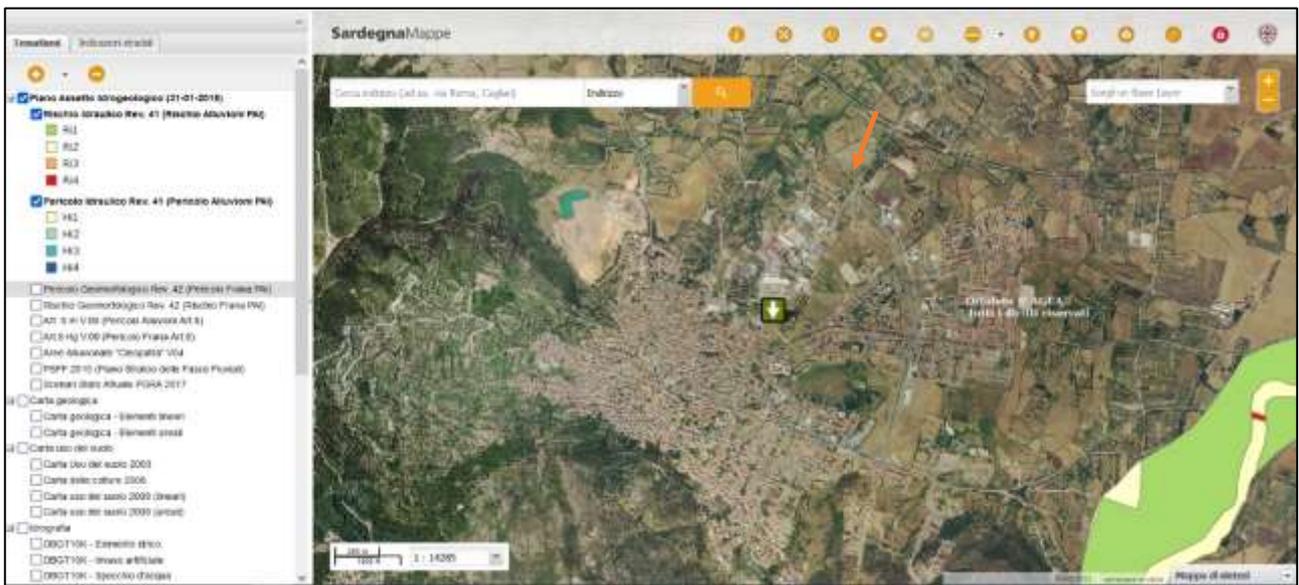
Per pericolosità si intende la probabilità di accadimento dell'evento calamitoso, per elementi l'insieme costituito dalle persone, dai beni localizzati, dal patrimonio ambientale, per vulnerabilità si intende la capacità dell'elemento di sopportare le sollecitazioni esercitate dall'evento.

Il "rischio" è graduato su quattro livelli:

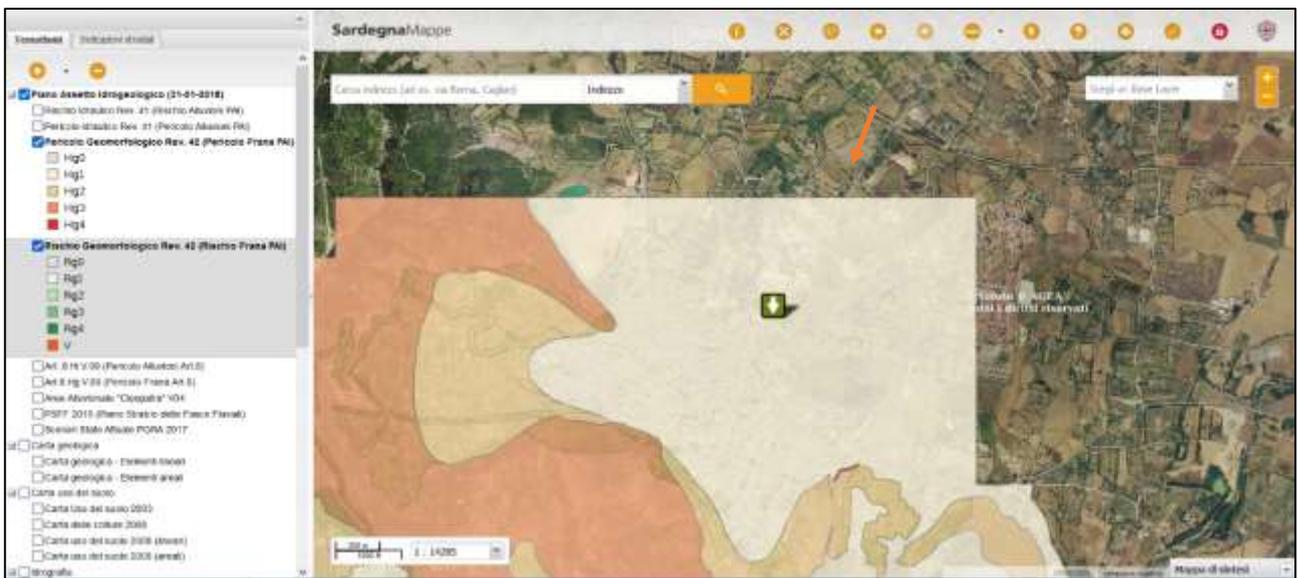
- rischio di frana Rg1, Rg2, Rg3 e Rg4).
- rischio idraulico (Ri1, Ri2, Ri3, Ri4).

Oltre alla delimitazione delle "aree a rischio", il PAI contiene la cartografia con la delimitazione delle "aree pericolose per fenomeni di piena o di frana", che consente di evidenziare il livello di pericolosità che insiste sul territorio e, inoltre, individua gli interventi strutturali, di prima approssimazione, necessari alla mitigazione delle situazioni di rischio idraulico o di frana.

Nel seguito sono riportate due figure contenenti un estratto della cartografia allegata al PAI; queste si riferiscono rispettivamente al rischio e pericolo idraulico e al rischio e pericolo geomorfologico. Rispetto ai suddetti rischi/pericoli, si evidenzia che il contesto locale, oggetto del presente Studio, non ricade in area mappata. Pertanto, le opere in progetto non dovranno generare significative modificazioni del reticolo idraulico principale e secondario, tali da determinare condizioni di pericolo idraulico e conseguente rischio degli elementi vulnerabili.



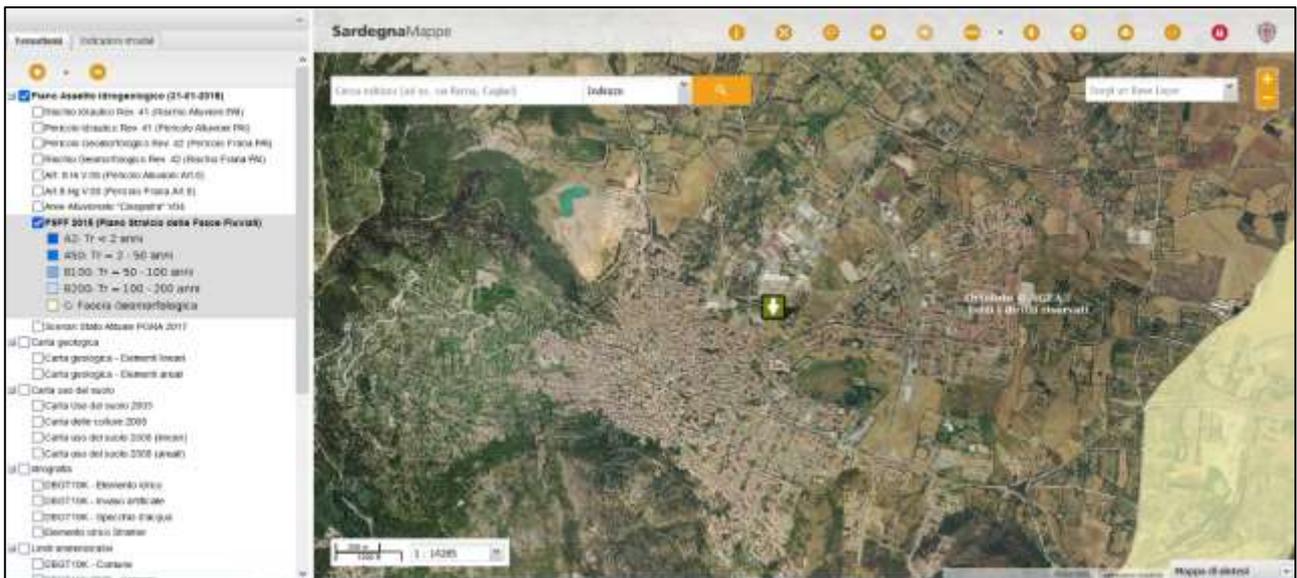
**Figura 1** Estratto del Piano di Assetto Idrogeologico della Regione autonoma Sardegna – rischio e pericolo idraulico. La cartografia è estratta dal navigatore tematico della Regione Sardegna denominato “SardegnaMappe PAI”



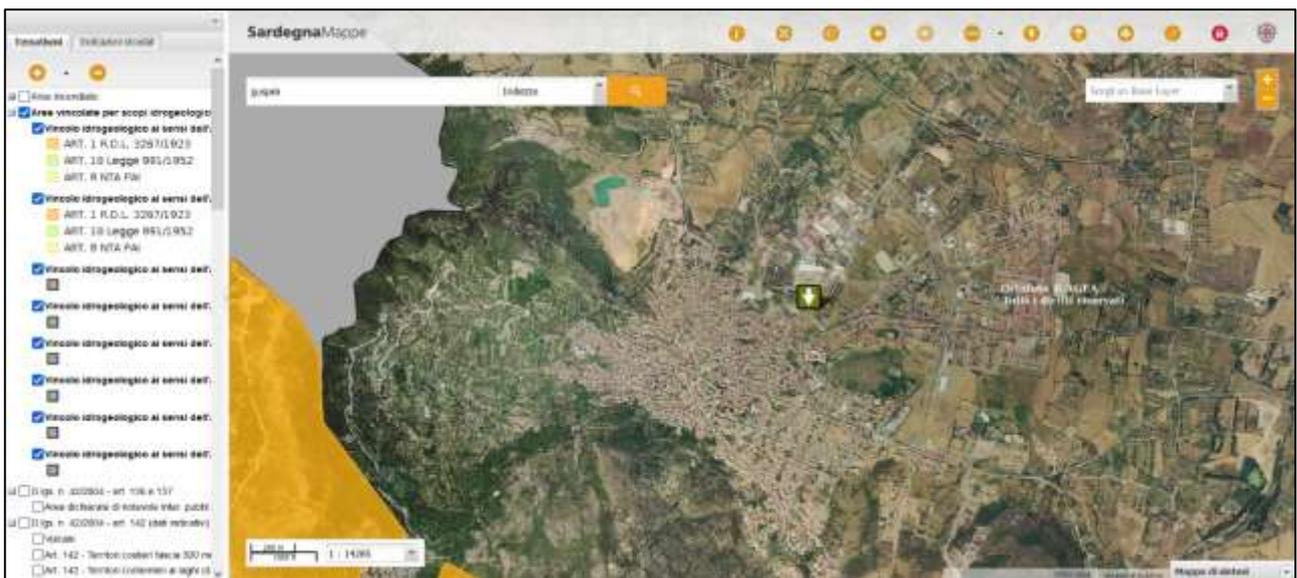
**Figura 2** Estratto del Piano di Assetto Idrogeologico della Regione autonoma Sardegna – rischio e pericolo geomorfologico. La cartografia è estratta dal navigatore tematico della Regione Sardegna denominato “SardegnaMappe PAI”

Dall’esame della documentazione disponibile nei navigatori tematici della Regione autonoma della Sardegna risulta, inoltre, che l’area oggetto di interventi non rientra, altresì, tra le aree censite dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.) né tra le aree alluvionate in seguito al ciclone Cleopatra. L’area non risulta mappata all’interno dell’Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (I.F.F.I) né risulta sottoposta a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/23. Dal punto di vista paesaggistico e ambientale, l’area non risulta all’interno di Parchi Nazionali, Parchi naturali regionali, Siti di Interesse Comunitario (S.I.C), Zone di Protezione Speciale (Z.P.S.), Oasi Permanenti di Protezione e Cattura o altre aree di

interesse naturalistico individuate dalla L.R. 31/89. La stessa non è stata interessata da incendi negli ultimi 10 anni.



**Figura 3** Estratto del Piano Stralcio delle Fasce Fluviiali (PSFF 2015). La cartografia è estratta dal navigatore tematico della Regione Sardegna denominato “SardegnaMappe PAI”.



**Figura 4** Aree a rischio idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/23. La cartografia è estratta dal navigatore tematico della Regione Sardegna denominato “SardegnaMappe Aree Tutelate”.

## **Strumenti urbanistici comunali**

Il comune di Guspini si è dotato di recente di uno *Studio di Compatibilità idraulica e geologica-tecnica*, come richiesto dall'art. 8, comma 2 delle N.T.A del PAI, per l'adeguamento del P.U.C. al P.A.I. e al Piano Paesaggistico Regionale (P.P.R.). Lo studio contiene l'individuazione delle aree caratterizzate da possibili coinvolgimenti da parte di esondazioni o da situazioni di puntuale criticità, al fine di indirizzare le scelte dello strumento urbanistico in termini edificatori. Nello specifico, il presente Studio di Compatibilità Idraulica, necessario per le opere oggetto di interventi, tiene conto dei risultati della raccolta dati e delle analisi contenute nello Studio di Compatibilità idraulica e geologica-tecnica comunale, in quanto si tratta di uno studio di dettaglio che coinvolge anche l'area oggetto di interventi. Alcuni dati e considerazioni riportate nel presente Studio sono stati derivati dal vigente Piano di Protezione Civile Comunale per il rischio idraulico e idrogeologico.

## **Descrizione delle opere in progetto**

Il progetto al quale si riferisce il presente Studio di Compatibilità Idraulica è relativo all'intervento complessivo composto da una stazione elettrica 150 kV denominata Cabina Utente "Sa Pedrera" che collega l'impianto agrofotovoltaico denominato "Sa Pedrera" in antenna, tramite cavo AT, allo stallo utente attivo di nuova realizzazione in Cabina Primaria "CP Guspini" adiacente. L'opera, nel suo complesso, è quindi funzionale a consentire l'immissione nella RTN in alta tensione dell'energia prodotta dall'impianto agrofotovoltaico del produttore EF Agri Società Agricola A R.L., costituito da n° 2 sottocampi adiacenti tra loro. Il suddetto impianto agrofotovoltaico sarà connesso in media tensione alla Cabina Utente che si affaccerà alla Cabina Primaria "CP Guspini" e l'energia sarà evacuata tramite un cavo in alta tensione completamente interrato verso lo stallo produttore AT dedicato. La nuova Cabina Utente, che occuperà complessivamente un'area di circa 1.320 m<sup>2</sup>, sarà dotata di un volume tecnico per il quadro comandi, di forma in pianta rettangolare, avente dimensioni pari a m 27,0 x 6,5. Questo si eleverà su un solo piano fuori terra, senza piani interrati o seminterrati.

Nei documenti 0121\_R.E.01 -"Relazione tecnico illustrativa cabina utente" e 0121\_R.E.07 - "Relazione tecnico illustrativa CP" sono descritti dettagliatamente la cabina utente "Sa Pedrera", il cavo AT di collegamento e lo stallo AT di nuova realizzazione che costituirà l'ampliamento previsto in CP Guspini per connettere il nuovo utente attivo.

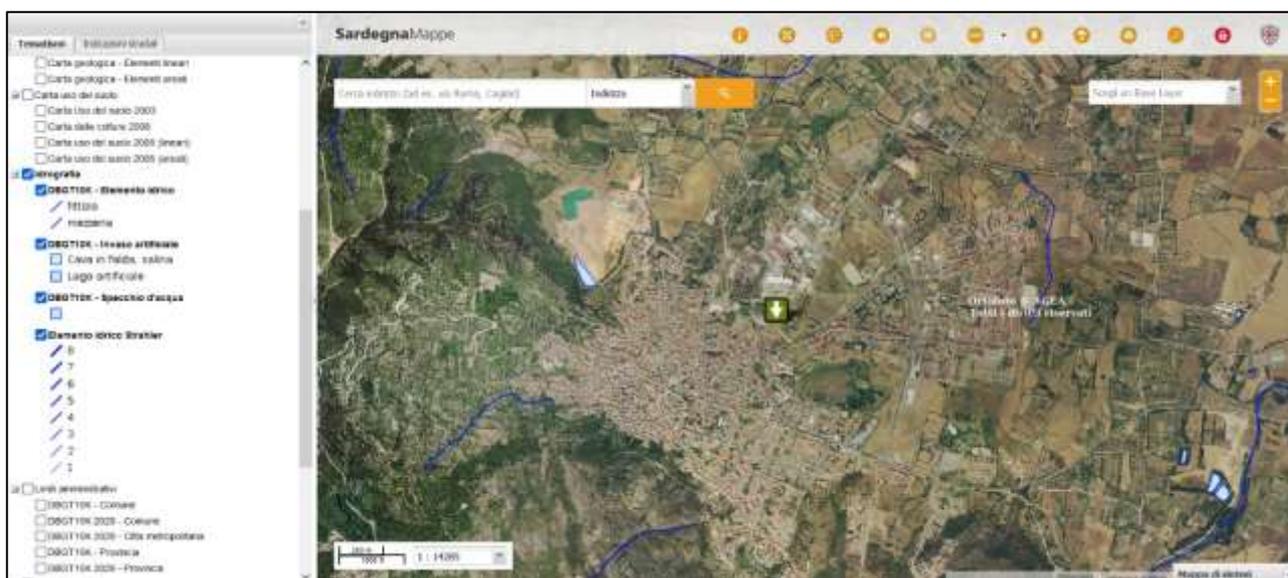
La realizzazione della Cabina Utente, del cavo di evacuazione in AT e dell'ampliamento della Cabina Primaria interessa il Comune di Guspini (provincia Sud Sardegna SU, Regione Sardegna).

## **Descrizione del contesto globale**

L'area oggetto del presente studio ricade nel territorio del comune di Guspini, provincia del Sud Sardegna. Il comune di Guspini è situato nel versante centro-occidentale della Sardegna. Il territorio comunale confina con quello dei comuni di Gonnosfanadiga a sud, di Terralba a nord, di Arbus ad ovest e di San Nicolò d'Arcidano e Pabillonis a est. Il territorio è prevalentemente pianeggiante, ad eccezione della parte occidentale, ove emergono dei rilievi aventi quote massime di poco superiori a 700 m. Dal punto di vista altimetrico, le quote sono comprese tra il livello del mare e 720.2 m s.l.m. di Monte Maiori. Le acclività sono, prevalentemente, piuttosto basse.

Dallo Studio di Compatibilità idraulica e geologica-tecnica comunale è possibile evincere che *la rete idrografica si sviluppa quasi interamente in zone pianeggianti, in parte con alveo scarsamente inciso e poco definito, caratteristico di zone un tempo paludose, in cui risulta difficoltoso definire i compluvi di appartenenza; in altri casi si tratta di torrenti e corsi d'acqua con alveo più inciso e definito, che attraversano la piana da sud a nord.* All'interno dello stesso Studio, il territorio comunale è stato suddiviso in 9 comparti drenanti e 5 comparti minori. I bacini idrografici di dimensioni maggiori sono 3:

- Rio Flumini Bellu
- Torrente Sitzzerri
- Rio Putzu Nieddu



**Figura 5** Idrografia del contesto. La cartografia è estratta dal navigatore tematico della Regione Sardegna denominato "SardegnaMappe PAI".

## Descrizione delle infrastrutture

Gli accessi al centro abitato sono forniti, essenzialmente, dalle seguenti infrastrutture stradali.

- S.S. 196 proveniente da Gonnosfanadiga, Villacidro e SS 130 e SS 131;
- S.S. 197 proveniente da San Gavino Monreale e SS 131;
- S.S. 126 proveniente da San Nicolò d'Arcidano e SS 131;
- S.S. 126 proveniente da Arbus.

Dal Piano di Protezione Civile Comunale si evince che il territorio comunale di Guspini viene percorso da due linee di media tensione (MT) principali e da quattro linee di alta tensione (AT). Nel primo caso si tratta di una linea che attraversa il territorio in direzione sud-ovest nord-est verso San Nicolò d'Arcidano, e di una linea che attraversa il territorio in direzione

ovest-est da Arbus verso San Nicolò d'Arcidano. L'alta tensione è invece costituita da due linee 150 kV (Guspini-Pabillonis e Guspini-Villacidro), da una linea 70 kV (Guspini-ENI risorse) e da una linea 220 kV (Sulcis-Oristano). È doveroso evidenziare che le linee aeree e interrate AT sono di competenza di Terna S.p.A., le linee aeree e interrate MT e BT insieme alle cabine primarie e secondarie sono di competenza di Enel-Distribuzione.

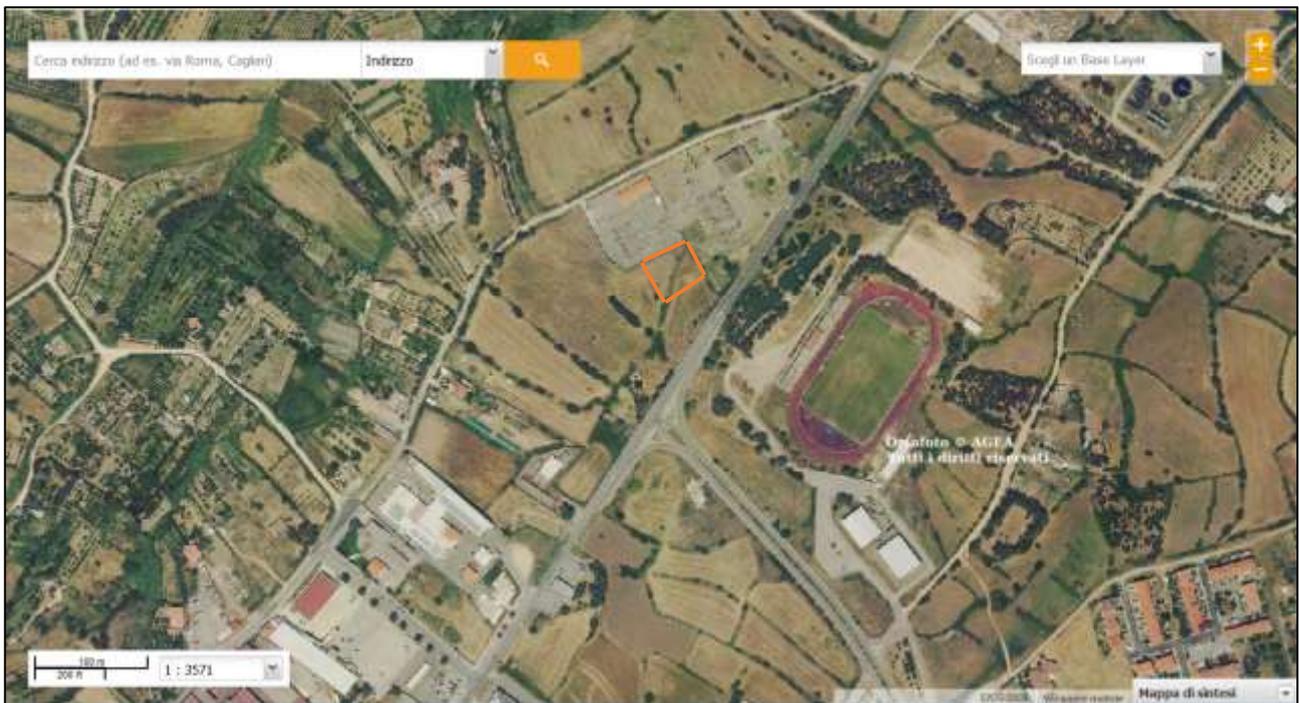
### Descrizione del contesto locale

Il contesto locale di intervento si trova nella periferia nord del centro abitato di Guspini, nella località definita "Spina Zurpa", in prossimità di una zona per insediamenti industriali, artigianali e commerciali, e di una zona sportiva (servizi). La zona urbanistica omogenea nella quale ricade è la "G<sub>E</sub>" (servizi)

Il terreno ove dovrà essere realizzata la Cabina Utente "Sa Pedrera" è prossima alla Cabina Primaria di Enel-Distribuzione denominata "CP Guspini" (idfeature: 2824.000000, id\_univoco: GUPCCCAG).

Le coordinate geografiche del sito sono le seguenti:

Latitudine	Longitudine	Altitudine
39° 32' 56,54"	8°38'10,50"	98 m.s.l.m.



**Figura 6** Vista aerea del contesto locale La cartografia è estratta dal navigatore tematico della Regione Sardegna denominato "SardegnaMappe PAI". In evidenza l'area ove dovrà essere realizzata la nuova Cabina Utente.

Il territorio comunale di Guspini rientra tra le seguenti sezioni della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000: 538110, 538120, 538150, 538160, 539130, 546030, 546040, 547010, 546080, 547050

Rientra, altresì, all'interno dei seguenti fogli delle mappe IGM in scala 1:25.000: 546 I Guspini, 539 III Mogoro, 547 IV San Gavino, 538 II San Nicolò d'Arcidano.

Il sito ricade all'interno della seguente cartografia:

- Carta Tecnica regionale – scala 1:10.000 – Sez.546040 e Sez.546080
- Mappa IGM – scala 1:25.000 – 546 I Guspini

### **Caratteristiche geologiche e geomorfologiche del territorio**

Le formazioni affioranti nell'area sono riconducibili alle litologie presenti nella piana del Campidano. La stratigrafia risulta così costituita: coperture superficiali costituite da alluvioni terrazzate oloceniche, che poggiano sopra ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. Al di sotto e talvolta affioranti, troviamo le lave basaltico/andesitiche ascrivibili al Miocene inferiore. Il termine più antico e più profondo di contro è costituito da calcari del Triassico che non affiorano nell'area considerata

L'area nel suo complesso è caratterizzata da un andamento pianeggiante, frutto dell'erosione delle formazioni vulcaniche e l'instaurarsi di regimi fluviali negli ultimi 2 milioni di anni, in grado di trasportare ingenti quantità di sedimenti.

Le acclività si riducono ulteriormente e sono generalmente comprese tra il 5% e 2%, con vasti tratti di pianura che raggiungono anche valori di pendenza inferiori al 2%. Solo in corrispondenza delle ripe fluviali attive ed inattive, le pendenze superano il 5%.

Questa differenza nell'andamento delle pendenze è legata essenzialmente ai caratteri litologici dei diversi ambiti territoriali ed alla loro genesi, nonché al significativo il ruolo delle strutture tettoniche, in prevalenza faglie dirette, nel modellamento del territorio.

Sono infatti presenti, anche se arealmente limitati, alcuni terrazzi fluviali, che interrompono insieme ai corsi d'acqua, ai canali artificiali, alle piccole zone palustri e a vaste zone palustri o ex palustri, la continuità morfologica della pianura.

I terrazzi rappresentano vecchie superfici di origine fluviale, messe in risalto dall'erosione operata dai fiumi, successivamente all'evento alluvionale. Queste superfici, generalmente pianeggianti o debolmente inclinate verso valle, sono delimitate da scarpate fluviali, più o meno nette, che raccordano la superficie sommitale con depositi alluvionali più recenti, o con l'alveo dei fiumi.

## Regime pluviometrico

Le valutazioni di carattere idrologico contenute nel seguente studio si basano sulla raccolta di dati pluviometrici e dalle considerazioni di carattere idrologico tratti dalla documentazione tecnica raccolta e già specificata in altri paragrafi.

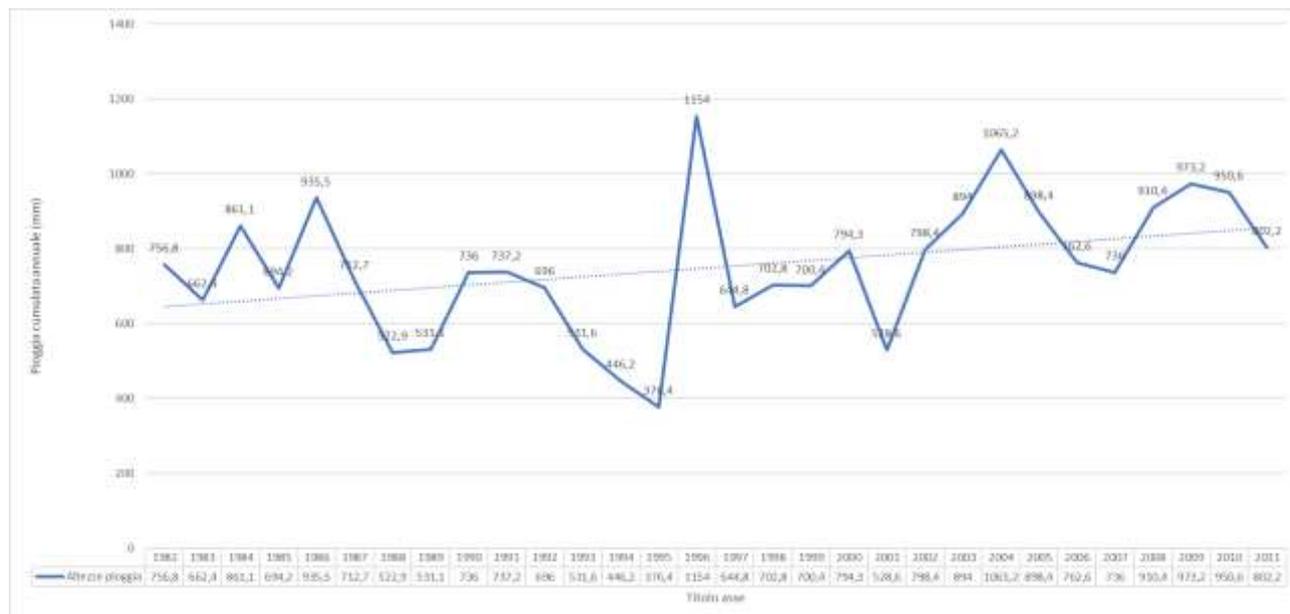
Pur non evidenziandosi pericoli di carattere idrologico, occorre prestare attenzione ai fenomeni anomali in termini di intensità. Negli ultimi anni si sta assistendo sempre più spesso al verificarsi di eventi intensi e concentrati che stanno creando ingenti danni alle cose e, qualche volta, addirittura decessi. Il comune di Guspini, ad esempio, ha subito gli effetti di eventi eccezionalmente intensi nel novembre 2020.

Da qualche tempo è invalso l'uso di indicare con il termine "Flash Flood" i *fenomeni di piena di un corso d'acqua generati da un evento pluviometrico intenso e localizzato ma che provoca un sopralzo dei livelli in modo repentino tale da raggiungere il picco della portata in qualche minuto o in poche ore, caratterizzandosi come una piena improvvisa. Tale tipologia di fenomeni idrometeorologici causa spesso impatti nella rete idrografica in quanto a rapida evoluzione, cogliendo impreparata la popolazione soprattutto nelle intersezioni della viabilità con la rete idrografica. Per tali motivi tali eventi diventano occasionalmente disastrosi qualora si concentrino in prossimità delle aree urbane. La forzante pluviometrica è il fattore cui si attribuisce un peso determinante nella generazione del deflusso: tali fenomeni sono solitamente caratterizzati da eventi con intensità elevate, durate fino a circa 1 ora (Elkhrachy, 2015) e sono molto difficili da prevedere con sufficiente anticipo.*

Oltre alla pioggia, nei processi idrologici che determinano la produzione di deflusso nelle *flash flood* rivestono un ruolo di particolare importanza le proprietà pedologiche del bacino, aspetto che appare di rilievo soprattutto in bacini, come quelli della Sardegna e del Mediterraneo, i quali sono spesso dotati di uno scarso spessore di suolo (Rinat, Marra, Zoccatelli, & Morin, 2018) e con un ridotto fattore di attenuazione dei fenomeni idrometrici.

I dati pluviometrici rilevati e analizzati con il presente Studio si riferiscono alla Stazione pluviometrica di Montevecchio, di proprietà della Regione Autonoma della Sardegna e gestita dall'Agenzia Regionale di Distretto Idrografico – Servizio Tutela e Gestione delle Risorse Idriche. Questi sono stati confrontati con i dati presi in considerazione nello Studio di Compatibilità idraulica e geologica-tecnica comunale, e negli altri documenti tecnici esaminati, necessari per il calcolo delle portate di massima piena, per le verifiche idrauliche e individuazione delle zone inondabili in condizioni di moto permanente e per la mappatura delle zone caratterizzate da pericolo/rischio.

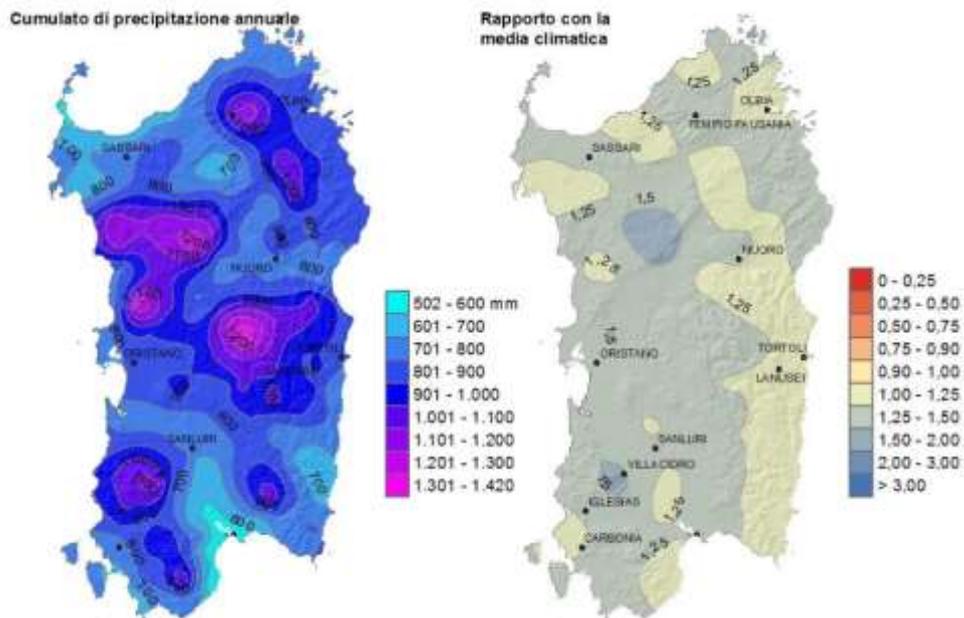
In particolare, sono stati presi in considerazione i dati riferiti al trentennio tra il 1981 e il 2011. La media delle precipitazioni cumulate annuali nel suddetto trentennio è pari a 750,53 mm. La linea di tendenza mostra un leggero incremento delle precipitazioni nel trentennio 1981-2011.



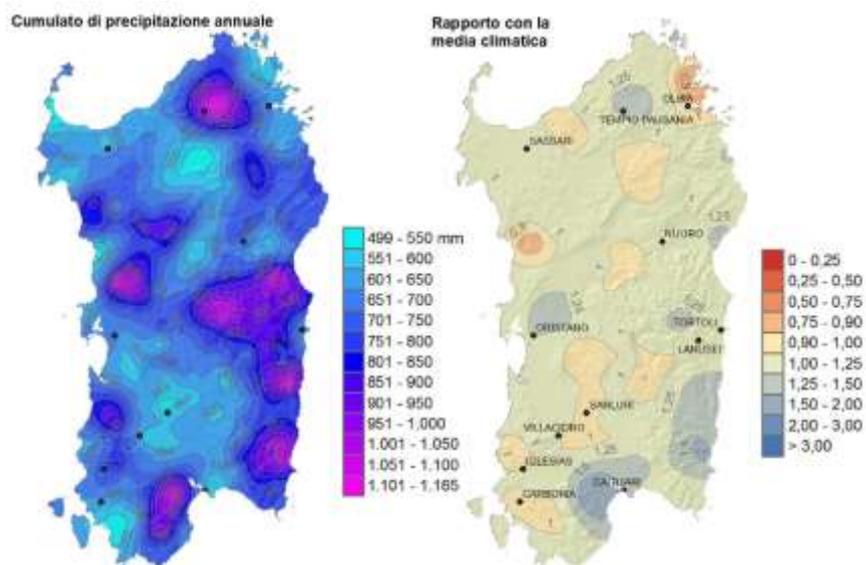
Se si prende in considerazione lo stesso trentennio, si nota come le giornate più piovose sono state quelle del 22 novembre 2011, con 122 mm, e del 25 settembre 2006, con 111.6 mm. Prendendo, invece, in considerazione il periodo compreso tra il 1922 ed il 1992, la media annua è pari a 717,61 mm.

A partire dall'anno 2015 l'ARPAS ha acquisito la responsabilità della pubblicazione degli Annali Idrologici della Regione Sardegna, ai sensi e per gli effetti dell'articolo 17 della Legge Regionale 4/2015, in precedenza a cura dell'Agenzia Regionale per il Distretto Idrografico della Sardegna, che ha pubblicato gli Annali Idrologici della Regione Sardegna fino al 2011. I dati riportati nel grafico di sopra, riferiti al periodo tra il 1981 e il 2011, sono stati ricavati dalle Serie Storiche dell'Agenzia Regionale per il Distretto Idrografico della Sardegna.

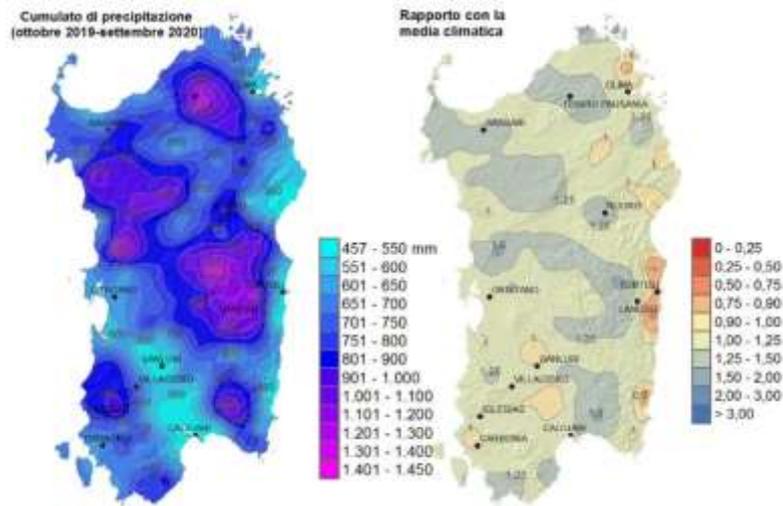
Per avere un quadro della situazione negli ultimi anni si sono esaminati i dati resi disponibili dalla Agenzia regionale per la protezione dell'ambiente della Sardegna (ARPAS) e in particolare quelli disponibili nella Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna.



**Figura 7** Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2017 a settembre 2018 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica



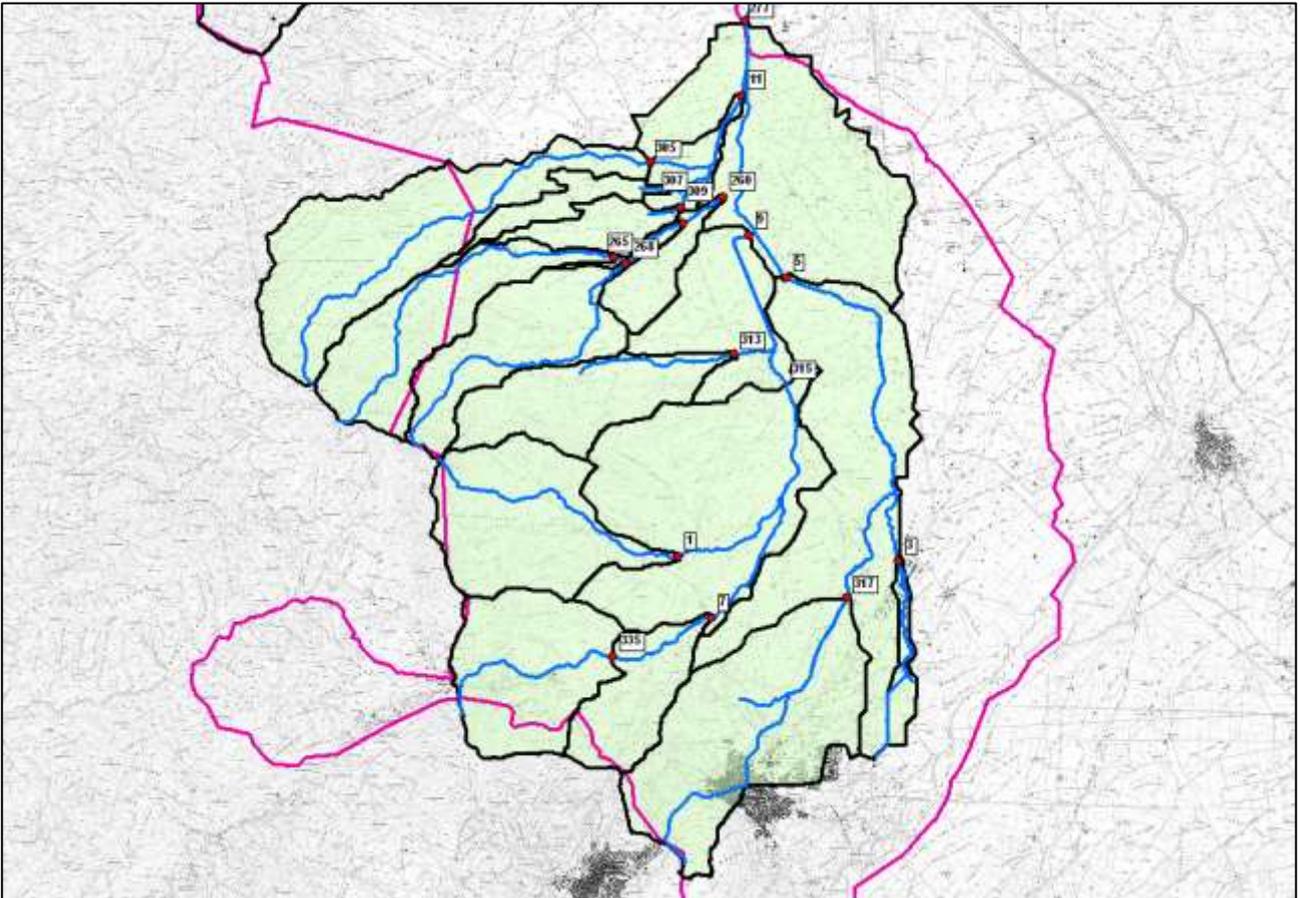
**Figura 8** Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2018 a settembre 2019 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica.



**Figura 9** Cumulato di precipitazione in Sardegna da ottobre 2019 a settembre 2020 e rapporto tra il cumulato e la media climatologica

## Caratteristiche idrologiche

Dall'esame della documentazione allegata allo Studio di Compatibilità Idraulica comunale si evince che il contesto locale, oggetto del presente Studio, ricade all'interno del bacino del *Torrente Sitzerri*. Questo bacino idrografico, dell'estensione di circa 102,05 kmq, occupa la porzione centro-meridionale del territorio comunale di Guspini, estendendosi dal centro abitato di Guspini fino ai confini con il territorio comunale di San Nicolo d'Arcidano. Esso ha origine dalla miniera di Montevecchio (quota 370 slm), per poi procedere verso valle in direzione Nord. L'asta principale ha una lunghezza di circa 21,9 Km, ma solamente nei primi chilometri presenta una pendenza apprezzabile con valori che si attestano sui 2-3%; verso valle la pendenza dell'asta si attesta su valori di qualche unità per mille. La piana attraversata dal torrente presenta vari tratti in cui l'alveo risulta scarsamente inciso e dove scarseggia la copertura vegetale del terreno. Risulta inoltre presente un tratto di circa due chilometri arginato su entrambi i lati.



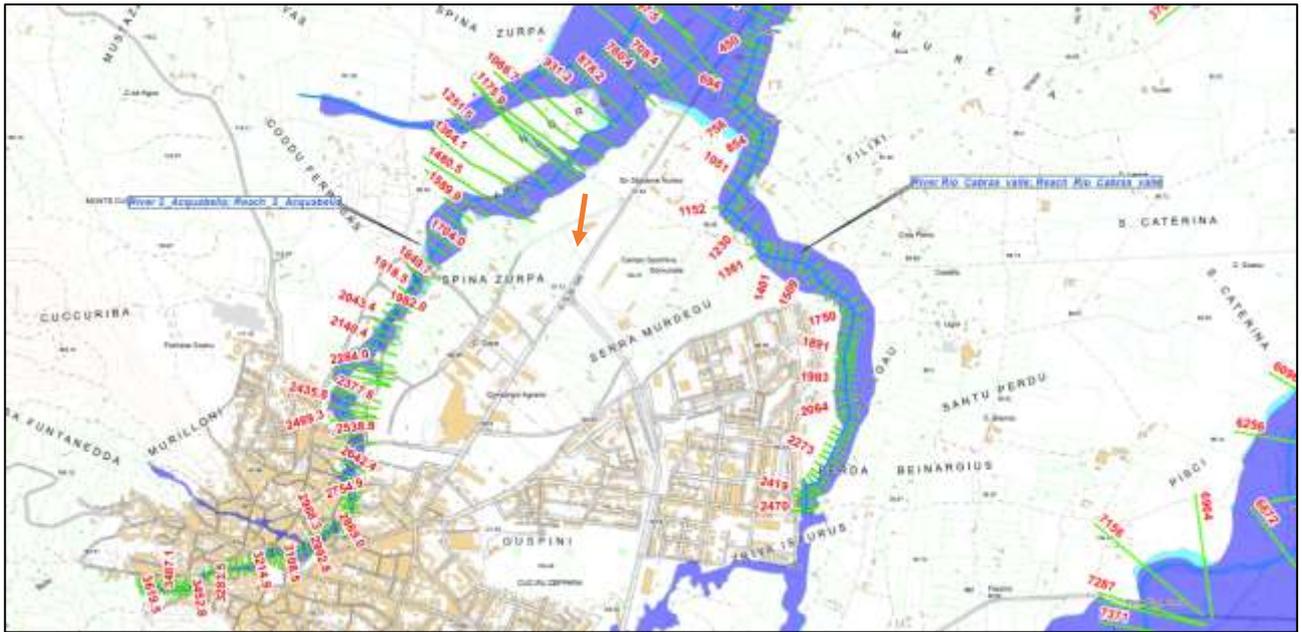
**Figura 10** Estratto della cartografia contenuta nello Studio di Compatibilità idraulica e geologica-tecnica comunale con evidenza del bacino del Torrente Sitzerri.

Il sistema principale del *Torrente Sitzerri* risulta suddiviso, all'interno dello Studio di Compatibilità Idraulica comunale, in due comparti:

- comparto in sinistra idraulica (affluenti Rio di Monti, Fiume 8815, Rio Nuraxi, Fiume 8014, Rio Stracoxiu, Rio Launaxis);
- comparto in destra idraulica (affluenti Rio Melas, Gora Is Molinos).

Il sito oggetto del presente studio si trova all'interno del comparto in destra idraulica, ossia quello legato all'affluente denominato "Rio Melas".

L'area dista circa 500 m dall'asta del bacino. Secondo lo Studio di Compatibilità Idraulica comunale il contesto locale di intervento non è classificato a rischio idraulico, come è possibile evincere dalla seguente figura.



**Figura 11** Estratto della cartografia contenuta nello Studio di Compatibilità idraulica e geologica-tecnica comunale con individuazione delle aree di pericolosità idraulica. Il contesto locale di intervento non è classificato a rischio idraulico.



**Figura 12** Estratto della cartografia contenuta nello Studio di Compatibilità idraulica e geologica-tecnica comunale con individuazione delle aree inondabili. Le simulazioni non hanno classificato l'area come area inondabile.

## **Conclusioni**

Considerata la natura dell'intervento in progetto, pur non essendo la fattispecie di opere in oggetto ricadenti in zona Hi e Hg del P.A.I., si ritiene che l'intervento in questione sia compatibile sia con l'assetto geologico che con il regime idraulico dell'area.

L'intervento in oggetto, trattandosi d'infrastrutture a rete "non altrimenti localizzabili", risulta tale da non costituire significativo ostacolo al deflusso e non limitare la capacità di invaso, né a incrementare il carico insediativo. I lavori proposti risultano scarsamente incidenti sul contesto geologico ed idrogeologico ed ininfluenti sul grado di stabilità geomorfologica generale delle aree considerate.

In ottemperanza alle norme di attuazione P.A.I. art. 23 comma 7, si garantisce che la realizzazione dell'opera in progetto non andrà a modificare l'assetto morfologico ed idraulico preesistente dell'area interessata, e non produrrà alcun impatto sulla stabilità e l'equilibrio dei versanti e sulla loro permeabilità.

**Cagliari,**