



**COMUNE DI TORTOLÌ
ZONA OMOGENEA DELL'OGLIASTRA
PROVINCIA DI NUORO**

**STUDIO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO IN LOCALITÀ MONTE ATTU
EX ART. 37 COMMA 3 LETT. B DELLE N.A. DEL P.A.I.**

**ALLEGATO A - RELAZIONE GEOLOGICA
E GEOTECNICA**

IL TECNICO



DOTT. GEOL. ALESSIO SODDE

Via Ariosto 9, Ilbono (Nu)
Tel. 3881851787
alessiosodde81@gmail.com
Sito web: Geoworksardegna.it



Sodde Alessio
14.03.2023 10:46:43
GMT+00:00

REVISIONE 1 DEL 21.01.2022



IL COMMITTENTE:

Sig. Massimo Coccoda

IL PROPONENTE

Comune di Tortolì (Nu)



INDICE

1	PREMESSA	1
2	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA DI STUDIO	2
3	ASSETTO GEOMORFOLOGICO E IDROGRAFICO	7
3.1	ARCHIVI STORICI DEI FENOMENI FRANOSI	13
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	14
5	ASSETTO LOTOSTRATIGRAFICO DI DETTAGLIO DEL BACINO IN STUDIO	14
6	CARTOGRAFIA DI PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA	15
6.1	PREMESSA	15
7	CARTA DELLA PENDENZA DEI VERSANTI	17
8	CARTA LITOLOGICA	17
9	CARTA DELL'USO DEL SUOLO	18
10	CARTA DELL'INSTABILITÀ POTENZIALE DEI VERSANTI METODOLOGIA TRADIZIONALE	19
11	CARTA DELL'INSTABILITÀ POTENZIALE DEI VERSANTI NUOVA METODOLOGIA	19
12	RISULTATI DEL CALCOLO DELL'INSTABILITÀ POTENZIALE	21
13	CARTA GEOMORFOLOGICA E DEI FENOMENI FRANOSI	22
14	CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DI FRANA	23
15	CARTA DEGLI ELEMENTI A RISCHIO O DEL DANNO POTENZIALE	25
16	CARTA DEL RISCHIO DA FRANA	26
17	CONCLUSIONI	27

ALLEGATI

TAV. B – CARTA DI INQUADRAMENTO TERRITORIALE
TAV. C – CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA VIGENTE
TAV. D - CARTA DELLA PENDENZA DEI VERSANTI
TAV. E - CARTA LITOLOGICA
TAV. F - CARTA DELL'USO DEL SUOLO
TAV. G - CARTA DELL'INSTABILITÀ POTENZIALE DEI VERSANTI NUOVA METODOLOGIA
TAV. H - CARTA GEOMORFOLOGICA E DEI FENOMENI FRANOSI
TAV. I - CARTA DI PERICOLOSITÀ DA FRANA
TAV. L - CARTA DEGLI ELEMENTI A RISCHIO
TAV. M - CARTA DEL RISCHIO DA FRANA
ALLEGATO O – Schede di intervento



1. PREMESSA

Il Sig. Coccoda Massimo, proprietario di un fondo di terreno ubicato in località Monta Attu a Tortolì, ha conferito al sottoscritto Geol. Alessio Sodde, l'incarico di redigere uno "Studio di dettaglio dell'Assetto idrogeologico del settore, ai sensi delle N.A. del PAI (art. 37 comma 3 lett. b)".

Secondo la perimetrazione vigente, gran parte dell'area compresi gli immobili di sua proprietà, ricade in classe di pericolosità Hg3.

La presente Relazione Geologica e Geotecnica illustra i risultati dei rilievi geologici, geomorfologici e dei fenomeni franosi e segue le Raccomandazioni per la redazione della "Relazione Geologica" ai sensi delle Norme Tecniche predisposte dal Consiglio Nazionale dei Geologi.

La seguente Relazione è incentrata sulle seguenti tematiche:

- ❖ definizione del modello geologico, geomorfologico, idrologico ed idrogeologico;
- ❖ censimento dei fenomeni franosi storici e rilievo dei dissesti in atto;
- ❖ assetto litostratigrafico dei terreni definito sulla base di dati bibliografici e dei rilievi in situ;
- ❖ metodologia di indagine e predisposizione della nuova Cartografia Geotematica.

Lo studio è stato svolto secondo le indicazioni riportate nelle Linee Guida "Attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico" della RAS ed in particolare sulla base di quanto previsto dalle Direttive applicative della L. n. 120/2020 ai procedimenti di variante dei Piani per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Sardegna - Allegato A alla Delibera del Comitato Istituzionale n. 1 del 04.12.2020.



2. LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA DI STUDIO

Il comune di Tortolì è situato nella Sardegna centro-orientale, provincia di Nuoro, Zona omogenea dell'Ogliastra; il bacino idrografico in esame ricade in località Monte Attu, nella periferia occidentale dell'abitato.

La delimitazione del settore in studio, preliminarmente concordata con il Funzionario istruttore dell'Agenzia del distretto competente per territorio, è stata effettuata in ambiente GIS sulla base del DTM con risoluzione 1m della RAS e comprende un bacino idrografico esteso per 4,6 ettari delimitato a sud dalla SS 198, a nord dal rilievo di Monte Attu, ad est e ad ovest di crinali che da detto rilievo si raccordano all'area di piana a valle lungo cui corre la SS 125.

L'areale è ricompreso nelle seguenti tavole cartografiche:

- Carta topografica I.G.M.I. in scala 1:25.000 n. 531 Sez. "Tortolì";
- Carta topografica C.T.R. in scala 1:10.000 n° 531080 "Tortolì";

Nella distinzione cartografica relativa alle Perimetrazioni delle Aree a Rischio del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), l'area in oggetto ricade nel Sub Bacino 6 Sud Orientale.

Allo stato attuale la perimetrazione prevede l'inserimento di gran parte del bacino idrografico all'interno della classe di pericolosità Hg3 e di una porzione, quella centrale e quella più meridionale, pianeggiante in Hg1 (Figura 2.5). Relativamente alla parte idraulica l'area non risulta perimetrata.



Figura 2.1 - Localizzazione del Comune di Tortolì nella Provincia di Nuoro



Figura 2.2 – individuazione bacino di studio su ripresa satellitare di Google Earth

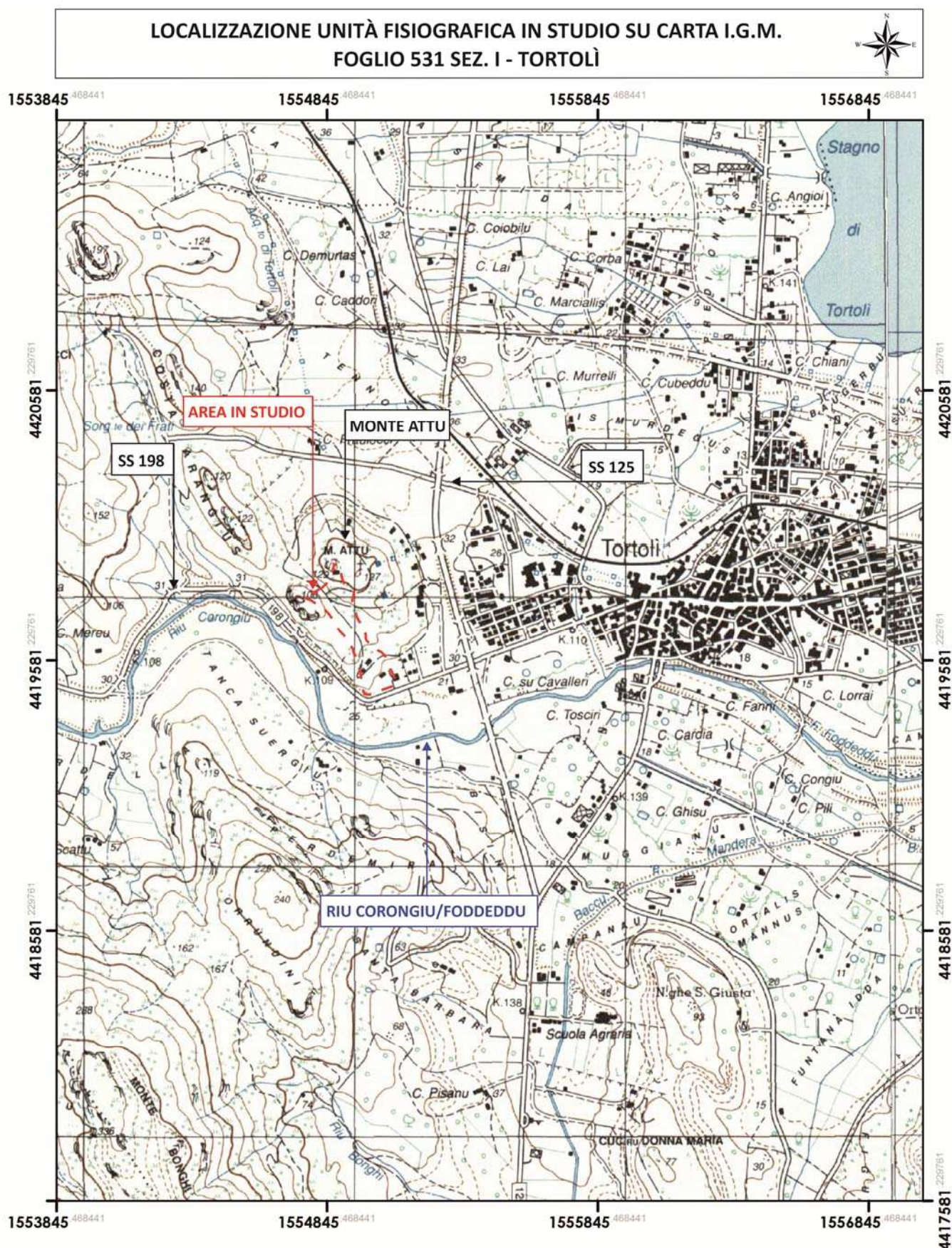


figura 2.3 - Inquadramento topografico dell'area di studio su base IGM

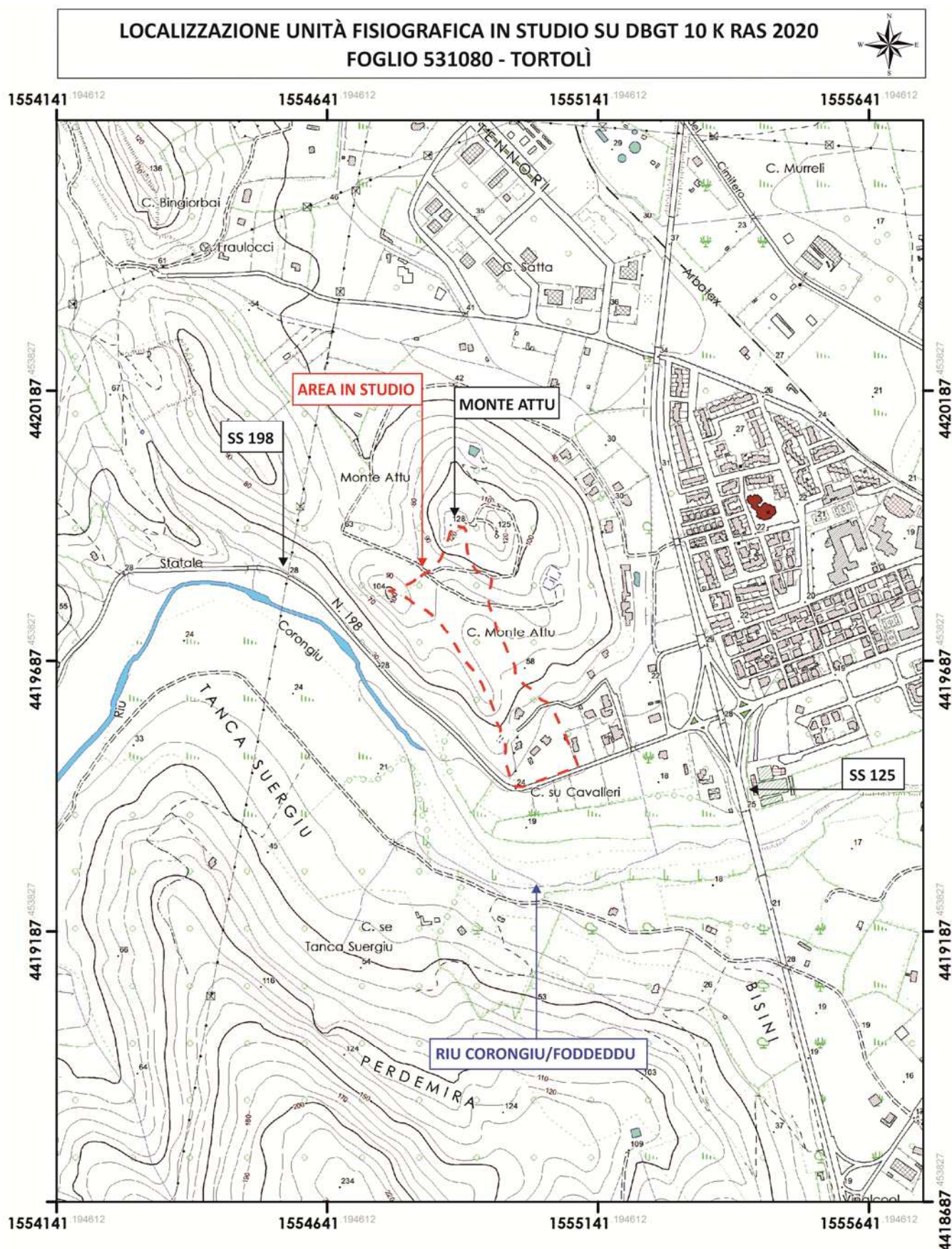


Figura 2.4 - Inquadramento topografico dell'area di studio su base GDB_RAS_2020

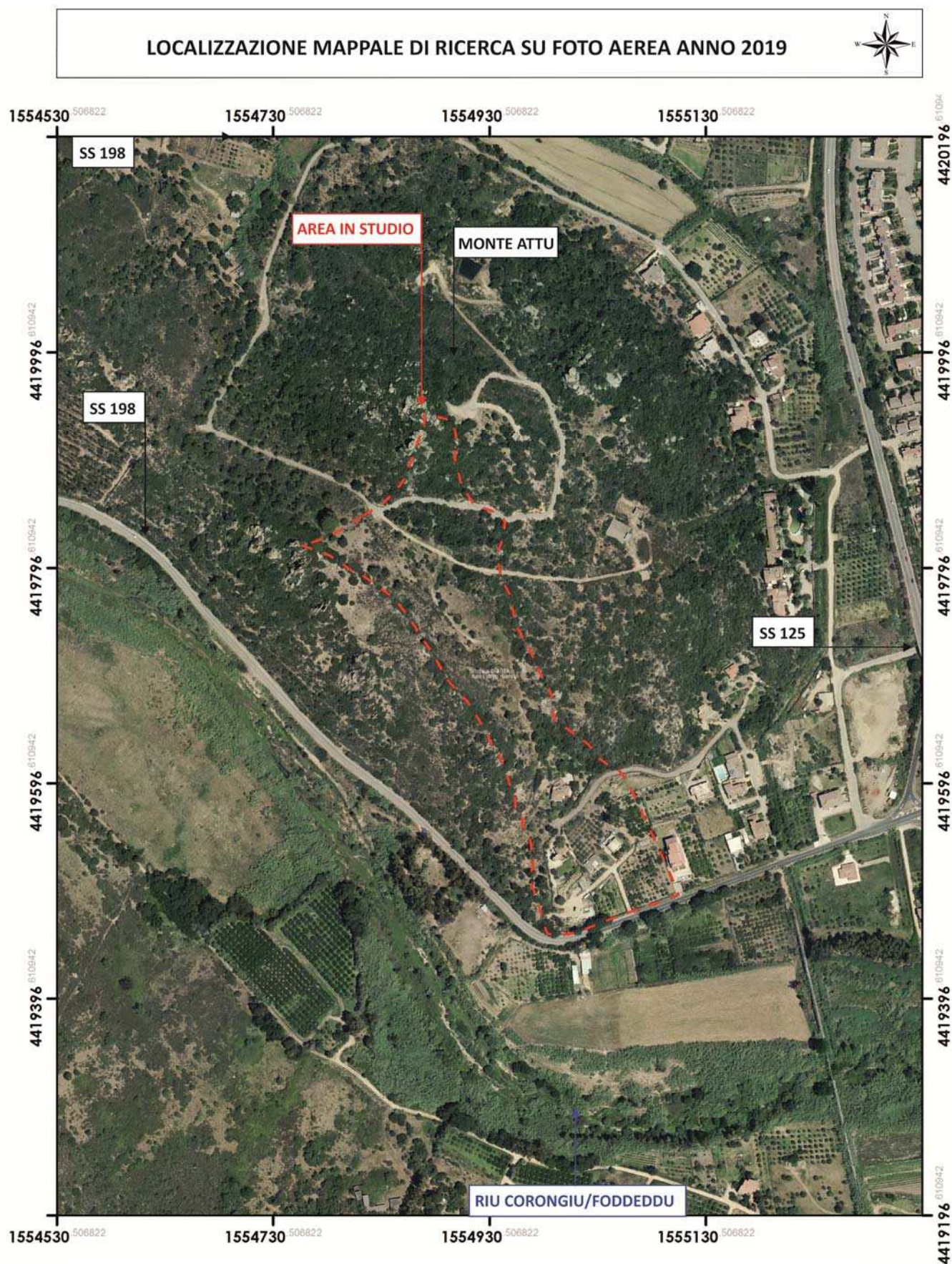


Figura 2.5 - Inquadramento topografico del territorio comunale su base ortofoto anno 2019

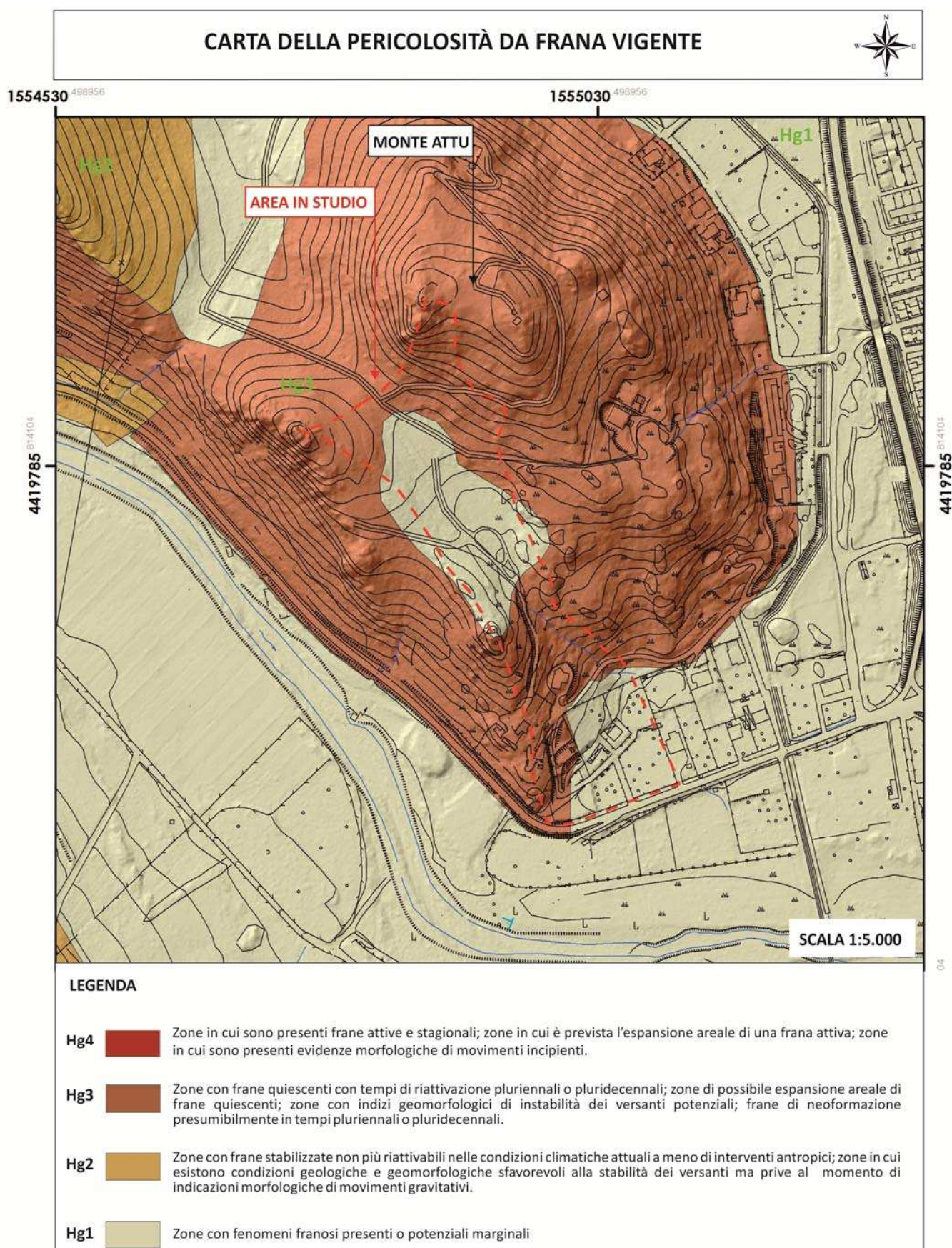


Figura 2.6 - Inquadramento dell'area di studio su cartografia PAI parte frane vigente



3. ASSETTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGRAFICO

L'abitato di Tortolì è localizzato sulla costa centro-orientale dell'isola nell'ambito di una piana costiera risultato dell'azione morfodinamica di diversi corsi d'acqua.

Si tratta di una piana di natura alluvionale, sviluppata parallelamente alla costa orientale, che trova continuità con la piana di Girasole e Lotzorai a nord, mentre è delimitata a ovest e a sud da alcuni rilievi granitici e a est dal mar Tirreno e dal promontorio granitico di Capo Bellavista.

Il settore in esame ricade ad ovest del centro abitato, in località Monte Attu, un modesto rilievo ad ossatura granitica che raggiunge la quota massima di circa 129 m s.l.m. e che costituisce la propaggine orientale dell'area collinare/montuosa situata ad ovest della cittadina.

Il substrato geologico su cui è impostato il settore è costituito dal basamento granitico paleozoico da lapideo ad alterato (granito arenizzato s.s.) intruso da un variegato corteo filoniano, (principalmente porfidi granitici) che dà forma ai modesti rilievi che circondano la cittadina, sormontato nell'area della piana dai depositi alluvionali del Foddeddu e dei diversi corsi d'acqua minori, e che riappare in affioramento nell'area a costiera ad est della città, nel promontorio di Capo Bellavista e lungo la linea di costa che procede verso sud.

Il bacino idrografico, di forma stretta ed allungata in direzione NNW-SSE, esteso per circa 4,6 ettari, è delimitato a sud dalla SS 198, ad ovest da un crinale impostato su un filone di porfido granitico orientato NNW-SSE che può essere seguito senza soluzione di continuità per diversi km verso NW, a nord dal rilievo di Monte Attu e infine ad est da un modesto crinale che si diparte da detto rilievo e prosegue verso sud in direzione della SS 198.

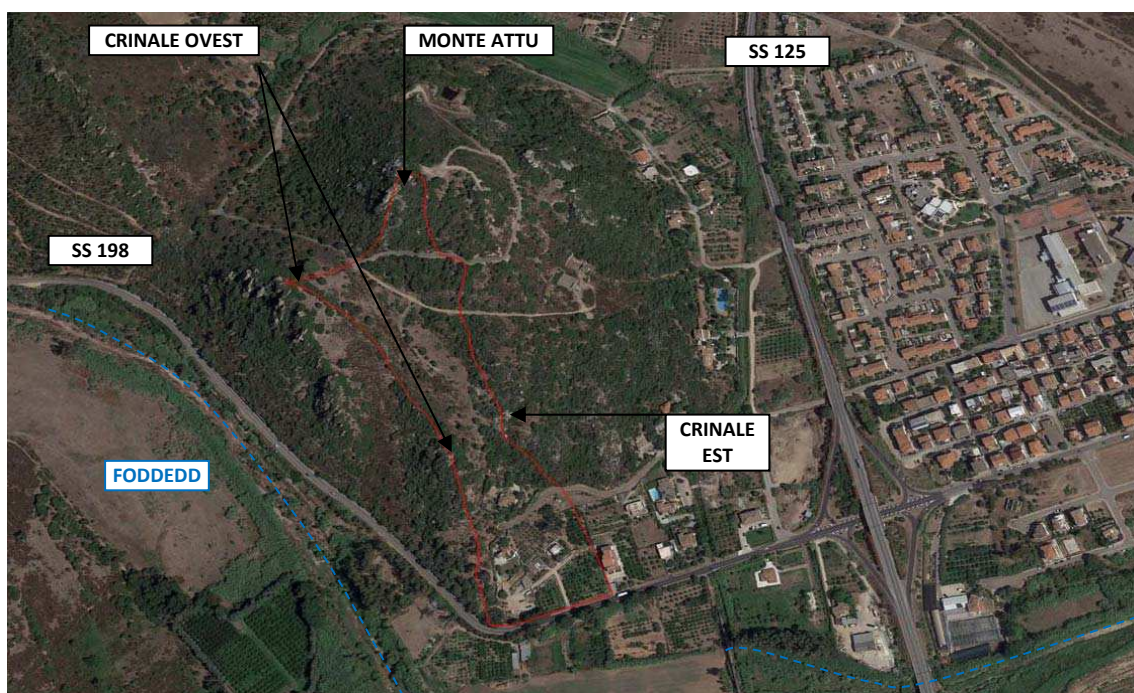


Foto 3.1 - Inquadramento dell'area di studio su ripresa satellitare tratta da Google Earth



La morfologia del bacino è variabile, da pianeggiante nella parte più meridionale ubicata sulla piana alluvionale del rio Foddeddu, a collinare sul rilievo, sino a particolarmente accidentata in corrispondenza del crinale che lo delimita ad ovest e della cima del Monte Attu, dove si raggiungono pendenze ragguardevoli ($>50-60^\circ$).

Dal punto di vista morfologico possono per cui essere individuati 3 settori:

- settore di valle sviluppato sulla piana del Foddeddu, a morfologia piatta, leggermente degradante verso sud in direzione del corso d'acqua e con pendenze $< 5\%$; risulta delimitato a valle dalla SS 198, verso nord dalla Via Flaiani. È caratterizzato dalla presenza di diversi edifici ed in gran parte coltivato ad agrumeti. Passa verso monte al settore collinare. Nella parte a monte è caratterizzato dalla presenza di alcune terrazzamenti sorretti da muri in cls dove trovano spazio alcuni fabbricati e le relative pertinenze. Dal punto di vista geologico è contraddistinto dalla presenza dei depositi alluvionali del Rio Foddeddu mentre verso monte, dove compare il rilievo, affiora il substrato granitico per lo più arenizzato con locali spuntoni e massi di roccia granitica di natura residuale.



Foto 3.1 – Settore di valle a morfologia pianeggiante ripreso dalla via Flaiani



Foto 3.2 - Settore di valle ripreso dal rilievo di Monte Attu

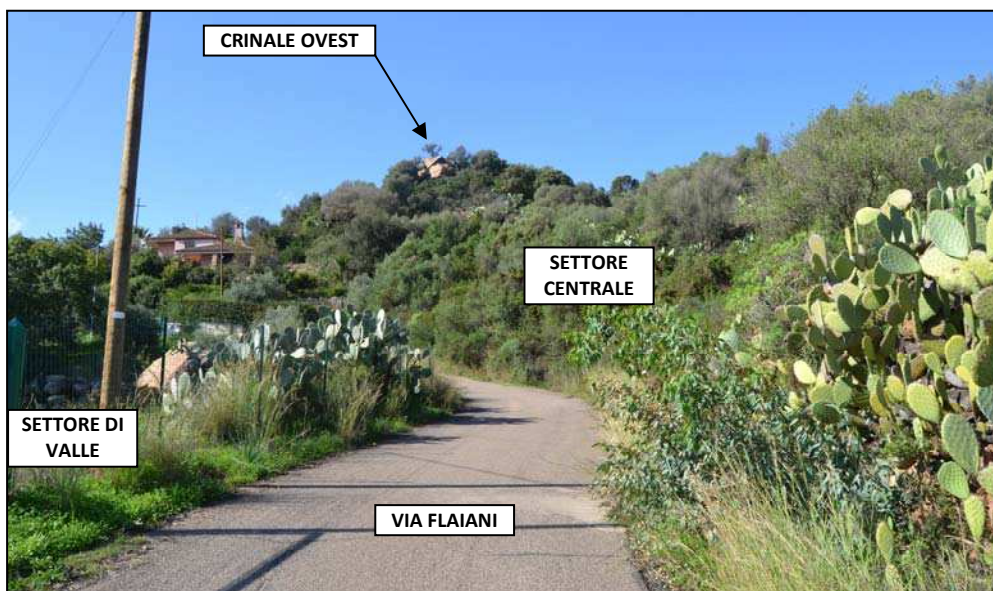


Foto 3.3 – Ripresa da Via Flaiani verso ovest; a destra il settore centrale a morfologia collinare; a sinistra il settore di valle

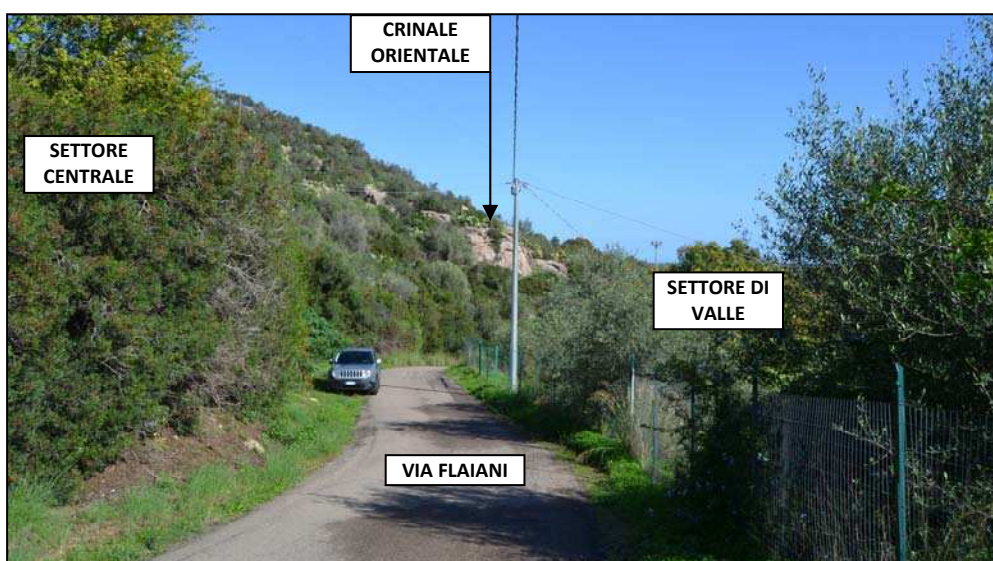


Foto 3.4 – Ripresa da Via Flaiani verso est; a sinistra il settore centrale a morfologia collinare; a destra il settore di valle



- Settore centrale compreso tra crinale ovest, crinale est e settore a valle. Si presenta debolmente degradante verso il quadrante meridionale, ed è caratterizzato da valori di acclività molto contenuti ($< 10^\circ$) con un incremento nella porzione confinante con il settore di valle (sino a 20°). E' in gran parte vegetato a macchia mediterranea. Litologicamente costituito da graniti per lo più alterati, ricoperti nella porzione centrale della vallecchia da depositi colluviali.

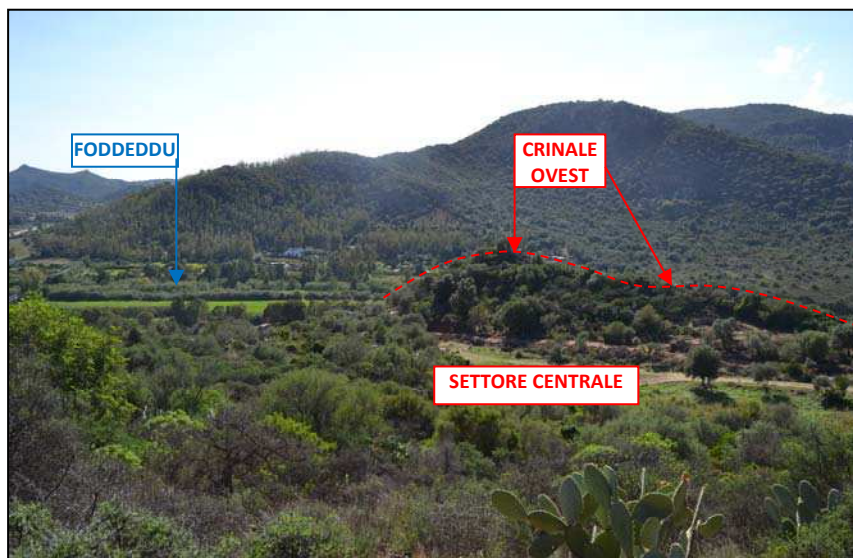


Foto 3.5 – Settore centrale ripreso est



Foto 3.6 – Settore centrale ripreso da nord



Foto 3.7 – Porzione meridionale del settore centrale con valori di acclività intorno al 20%



- Settore di crinale e rilievo di Monte Attu. Si tratta dei crinali che delimitano il bacino di studio; quello ad ovest è costituito da un filone di porfido granitico, che in virtù della maggiore resistenza all'erosione rispetto all'incassante granitico arenizzato, si eleva sul territorio formando una cresta rocciosa costituita da spuntori e massi isolati, talora in precarie condizioni di equilibrio statico. Il crinale ad est così come il rilievo di Monte Attu è invece costituito da affioramenti di roccia granitica lapidea, formati da massi talora di notevoli dimensioni di natura residuale, sovrapposti, ed originatisi per fenomeni di morfoselezione chimico-fisica a carico del substrato granitico, che portano all'allontanamento della frazione alterata e lasciano in posto massi e spuntori di roccia lapidea, talora in precarie condizioni di equilibrio statico.



Foto 3.8 –
Crinale ovest
ripreso da SE



Foto 3.9–
Rilievo di
Monte Attu
ripreso da SW



Foto 3.10 – Crinale ovest ripreso dalla SS 198



Foto 3.10 – Rilievo di Monte Attu ripreso da NW (versante esterno al bacino di studio)



Foto 3.10 – Con il tratteggio rosso il bacino di studio ripreso dalla SS 125

In considerazione di quanto suesposto i fenomeni geomorfologici sono limitati a locali crolli e ribaltamenti di massi rocciosi nelle aree a maggiore pendenza localizzate nell'ambito delle aree di crinale, principalmente quello ovest, costituito dal filone di porfido, e in corrispondenza della cima del rilievo di monte Attu.

Nel settore di valle, pianeggiante, i processi sono limitati al ruscellamento superficiale in occasione dei principali eventi meteorici mentre nel settore centrale in virtù della diffusa copertura vegetale (macchia mediterranea) e delle pendenze contenute (in genere $< 20^\circ$) ugualmente i processi morfologici sono limitati e rientrano all'interno delle normali dinamiche di versante, ovvero ruscellamento con ridotti fenomeni di trasporto di sedimenti.

Si rimanda alla carta geomorfologica e dei fenomeni franosi per l'individuazione dei principali fenomeni geomorfologici.

3.1 ARCHIVI STORICI DEI FENOMENI FRANOSI

Rispetto a eventi franosi che hanno interessato il territorio comunale, le informazioni storiche registrate negli archivi dei Progetti A.V.I. (Aree Vulnerate Italiane), C.N.R. G.N.D.C.I., I.F.F.I. (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) e del P.A.I. non segnalano alcun evento.



4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Come anticipato il substrato geologico su cui è impostato il settore è costituito dal basamento granitico paleozoico da lapideo ad alterato, intruso da un variegato corteo filoniano, rappresentato principalmente da porfidi granitici.

5. ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO DI DETTAGLIO DEL BACINO DI STUDIO

Con riferimento alla Carta litologica di cui all'elaborato E, si seguito si riporta la descrizione delle unità geologiche affioranti nel territorio in studio, che, in ordine cronologico dall'antico al recente, comprendono:

BASAMENTO PALEOZOICO ERCINICO

[VGDb] Substrato granitico lapideo (granodioriti monzogranitiche) fratturato.

CORTEO FILONIANO

[fp] Corpi filoniani di porfido granitico.

DEPOSITI OLOCENICI

[bnb - bnc] Depositi alluvionali terrazzati

[YDT] Substrato granitico arenizzato

[DV] Depositi di versante

[b₂] Coltri eluvio-colluviali



6. CARTOGRAFIA DI PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

6.1 PREMESSA

Lo studio P.A.I. è stato svolto sulla base delle indicazioni riportate sulle linee guida “Attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico” della Regione Autonoma della Sardegna ed in particolare seguendo le prescrizioni previste nelle “Direttive applicative della L. n. 120/2020 ai procedimenti di variante dei piani per l’assetto idrogeologico dell’Autorità di Bacino della Sardegna - Allegato A alla delibera del Comitato Istituzionale n. 1 del 04.12.2020”.

Conformemente a quanto riportato nelle Linee Guida PAI, l’analisi è stata condotta prendendo in considerazione i parametri direttamente coinvolti nel determinare la potenzialità franosa ed attribuendo a ciascuno di essi un peso proporzionale alla presunta incidenza del singolo parametro sul possibile sviluppo del fenomeno franoso.

Per ogni diverso tematismo/parametro è stata elaborata una specifica cartografia tematica associata al relativo database.

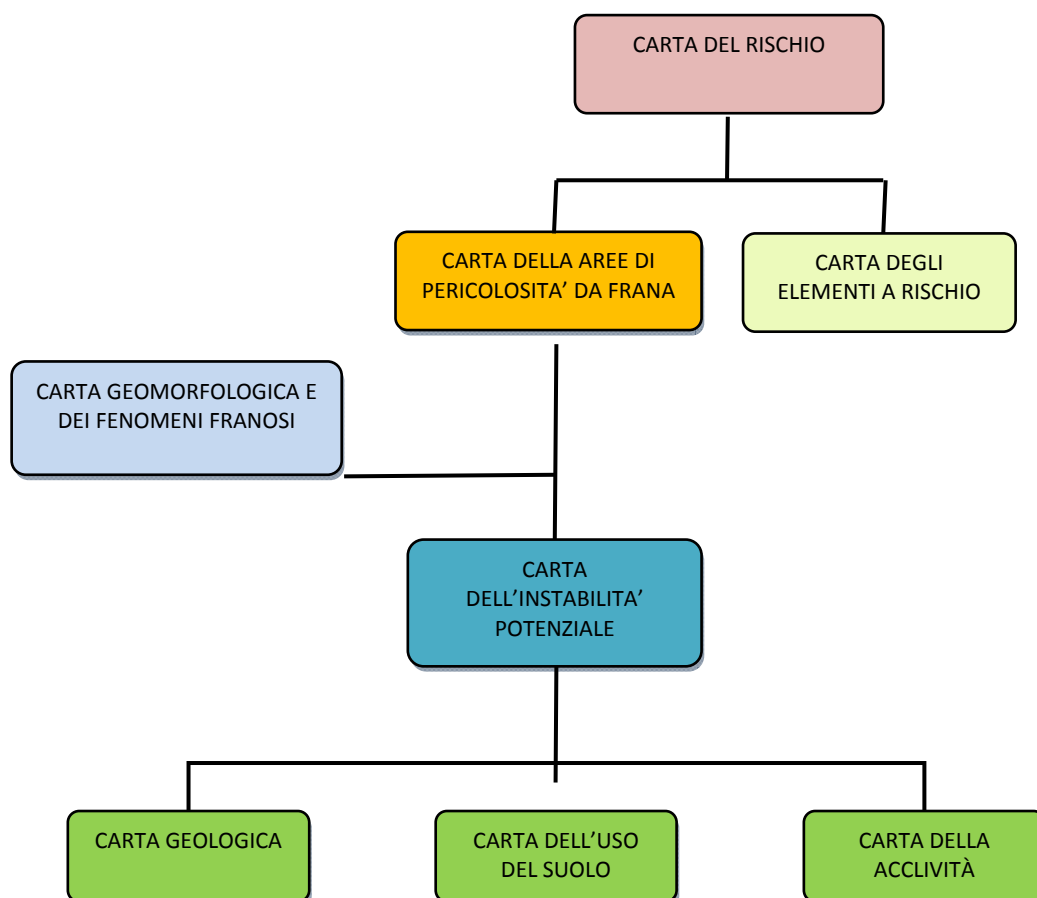


Figura 6.1 - Diagramma di flusso per la redazione della cartografia prodotta



Il processo di realizzazione della Carta di Pericolosità da Frana parte dalla sovrapposizione (*overlay mapping*) delle carte geotematiche primarie (Carta Litologica, Carta dell'Uso del Suolo e Carta dell'Acclività) da cui si ricava la Carta dell'Instabilità Potenziale, che traduce in termini numerici l'influenza che i fattori stessi esercitano sulle condizioni di stabilità dei versanti.

Successivamente, a questa carta di instabilità viene sovrapposto un altro tematismo non direttamente esprimibile come peso numerico ovvero la Carta Geomorfologica e dei Fenomeni Franosi, ottenuta mediante un rilevamento diretto sul territorio.

Il prodotto ultimo di tale processo è la **Carta di Pericolosità da Frana** che rappresenta la carta di sintesi finale, nella quale tutto il territorio indagato è perimetrato secondo aree a diverso grado di pericolosità, in cui la classe a maggiore pericolosità è quella corrispondente ai valori con pesi più bassi e definisce quindi le situazioni più instabili, mentre ai versanti più stabili corrispondono pesi più alti.

Infine, sulla base di quanto indicato nelle linee guida PAI, è stata realizzata anche la **Carta degli Elementi a Rischio** presenti all'interno del territorio indagato, dalla cui sovrapposizione con la Pericolosità franosa si origina la **Carta del Rischio di Frana**.

La base topografica utilizzata negli elaborati cartografici è rappresentata dal DTM con risoluzione di 1 m, che copre l'intero territorio comunale.

Vengono di seguito descritte le Carte Geotematiche prodotte.



7. CARTA DELLA PENDENZA DEI VERSANTI

La carta della pendenza dei versanti è il risultato di elaborazioni svolte in ambiente GIS a partire dal modello digitale con passo 1 m della Regione Sardegna.

L'utilizzo di un modello digitale del terreno ad elevata risoluzione, piuttosto che il modello con risoluzione a 10 m, ha consentito di incrementare notevolmente il dettaglio dello studio, consentendo di rilevare al meglio sia il substrato geologico che le variazioni di pendenza.

Le informazioni sulle pendenze sono espresse in percentuale e coincidono con quelle assegnate dal PAI e sono riportati in Tabella 8.1.

Dalla carta dell'Acclività (Elaborato D) risultano pendenze contenute nelle classi 0-10% e 10-20% su gran parte del territorio analizzato mentre nelle aree di crinale e nel rilievo di monte Attu le pendenze risultano sino ad elevate, con locali punti >50%.

		PESO GEOLOGIA UTILIZZATO	PESO GEOLOGIA PAI CINSIA
CLASSE DI PENDENZA	0 - 10%	+2	+2
	10 - 20%	+1	+1
	20 - 35%	0	0
	35 - 50%	-1	-1
	> 50%	-2	-2

Tabella 7.1 – Classi di pendenza e relativi pesi assegnati

8. CARTA LITOLOGICA

Le Linee Guida del PAI prevedono che alla litologia siano assegnati pesi variabili in un range tra 1 e 9 e che tale attribuzione venga fatta considerando le caratteristiche fisico-meccaniche dei litotipi (compattezza, grado di cementazione e di alterazione, permeabilità, resistenza) e del relativo assetto strutturale (giacitura, presenza di scistosità, grado di fratturazione ecc.), determinato sulla base del rilevamento Geologico-Tecnico di campagna.

In particolare, poiché nelle Linee Guida la scelta dei pesi risulta limitata a poche litologie, sono stati ritenuti più attendibili i pesi mostrati in Tabella 1, dove ai litotipi rocciosi sono stati attribuiti valori più elevati perché, seppur tenere ed erodibili, trattasi comunque di rocce, mentre alle coperture sedimentarie recenti sono stati assegnati pesi più bassi, in linea con quelli PAI.



	PESO GEOLOGIA UTILIZZATO	PESO GEOLOGIA LINEE GUIDA PAI
VGDb Substrato granitico lapideo fratturato (granodioriti monzogranitiche)	7	9
fp Corpi filoniani di porfido granitico	7	9
bn Depositi alluvionali terrazzati	5	5
DV Depositi di versante	4	-
ydt Mantelli eluviali dei corpi granitici (granito arenizzato)	5	-
B2 Coltri eluvio colluviali	3	-

Tabella 8.1 - unità geologiche e relativi pesi assegnati

9. CARTA DELL'USO DEL SUOLO

Tale carta è stata elaborata utilizzando come supporto informativo la Carta dell'uso del Suolo in scala 1:25.000 riferita all'anno 2008 ed elaborata dalla *Corine Land Cover*, anch'essa fruibile dal Geoportale RAS. Successivamente questo tematismo è stato ri-perimetrato con maggior dettaglio sulla base dell'analisi sulle immagini satellitari reperite dal sito Google e dalle ortofotogrammetrie contenute nel sito *Sardegna Foto Aeree*, nonché sulle informazioni ricavate direttamente in campagna nel corso dei rilievi geologici durante il quale è stata acquisita una dettagliata documentazione fotografica.

In particolare l'analisi territoriale sull'utilizzo del suolo evidenzia un utilizzo prevalentemente agricolo del settore di valle, occupato da agrumeti e dai fabbricati rurali.

La macchia mediterranea occupa gran parte del resto del bacino mentre la porzione centrale è occupata da aree agroforestali.

Anche in questo caso, come riportato in Tabella 9.1, i pesi assegnati risultano abbastanza in linea con quelli proposti nelle Linee Guida del PAI.

		PESO USO SUOLO UTILIZZATO	PESO GEOLOGIA LINEE GUIDA PAI
3	CODICE 1122 Fabbricati rurali	0	0
5	CODICE 1221 Reti stradali e spazi accessori	-1	-1
13	CODICE 222 Frutteti e frutti minori	0	0
16	CODICE 244 Aree agroforestali	0	-1
20	CODICE 3231 Macchia mediterranea	+2	-

Tabella 9.1 - Classi d'uso del suolo e relativi pesi assegnati



10. CARTA DELL'INSTABILITÀ POTENZIALE DEI VERSANTI METODOLOGIA TRADIZIONALE PAI

Dalla sovrapposizione dei tre tematismi sopradescritti viene elaborata la carta dell'Instabilità potenziale dei versanti, a cui corrispondono intervalli di valori/pesi derivanti dalla sommatoria dei pesi assegnati alle singole carte.

Schematicamente le classi di instabilità potenziale sono mostrate in Tabella 10.1.

CLASSE DI INSTABILITÀ POTENZIALE		PESI	
		da	a
Potenzialmente stabile	1	10	12
Limitata	2	7	9
Media	3	4	6
Forte	4	1	3
Massima	5	-3	0

Tabella 10.1 - Classi di instabilità potenziale

11. CARTA DELL'INSTABILITÀ POTENZIALE DEI VERSANTI NUOVA METODOLOGIA

Per la valutazione dell'instabilità potenziale rispetto alla classica metodologia PAI è stata utilizzata la matrice di calcolo sviluppata dal sottoscritto ed applicata nell'ambito di altri studi sull'assetto geomorfologico come ad esempio l'Art 37 del Comune di Ilbono (approvato in via definitiva dall'agenzia del distretto), l'Art 37 del Comune di Tertenia e l'Art.8 del centro matrice del comune di Borore, etc., ispirata a quella utilizzata nel bacino prototipo dello studio Coghinas – Mannu – Temo.

La metodologia di calcolo dell'instabilità potenziale proposta è la seguente, basata sull'utilizzo dei classici punteggi litologici (Linee guida PAI), le cui incongruenze nel calcolo dell'instabilità potenziale in aree a bassa acclività, vengono risolte nell'applicazione della sintassi:

N°	CASISTICA DELLE CONDIZIONI DI CORREZIONE ACCLIVITA'	SINTASSI DEL SISTEMA
1	(P) con peso = -4) > 275% (70° circa)	Assegna direttamente il valore di instabilità potenziale massima (Σ pesi = -3)
2	P con peso = -3 e -2 Compresa fra (> 65% e (<) 275%	Computa il peso relativo al valore dell'acclività + ½ valore litologia + valore Uso del Suolo
3	P con peso = -1 compresa tra (>) 35% e (<) 65%	Computa "valore acclività + valore litologia + valore uso del suolo" (conserva la matrice convenzionale)
4	Di P con peso = 0 Compresa tra (>) 20% e (<) 35%	Computa la somma di +2, il peso relativo alla litologia ed il peso relativo all'uso del suolo
5	P con peso $\geq 1 < 20\%$	Assegna il valore + 12 (situazione potenzialmente stabile e classe d'instabilità 1)

Tabella 11.1 – Sintassi nuova matrice



Con l'utilizzo delle seguenti classi di pendenza:

CLASSI DI PENDENZA	PESI ASSEGNATI
0-10%	+2
10-20%	+1
20-35%	0
35-65%	-1
65% -100%	-2
100% - 275%	-3
>275%	-4

Tabella 11.2 – Pesi assegnati all'Acclività nella nuova matrice

I risultati dell'applicazione della sintassi sono per cui i seguenti:

- Con pendenze superiori a 275% si ottiene automaticamente la classe di instabilità massima;
- Con valori di acclività compresi tra 65%÷275% la matrice prevede la somma di 1/2 litologia + il valore dell'acclività e dell'uso del suolo; si ottengono valori di instabilità potenziale da molto forte a forte;
- Con valori di pendenza compresi tra 65%÷35%, si utilizza la matrice convenzionale;
- Con pendenze comprese tra 20%÷35% la matrice prevede la computazione di 2 + la litologia + l'uso del suolo. In questo caso diviene molto importante l'uso del suolo;
- Con pendenze inferiori al 20% si ottiene automaticamente la classe di instabilità 1 o situazione stabile.



12. RISULTATI DEL CALCOLO DELL'INSTABILITA' POTENZIALE

NUOVA METODOLOGIA.

La carta dell'instabilità potenziale scaturita dall'applicazione della nuova sintassi si differenzia sensibilmente da quella ottenuta con la metodologia classica. In particolare evidenzia una distribuzione delle diverse classi di instabilità molto meno omogenea, riuscendo a distinguere con maggior grado di dettaglio le varie condizioni di instabilità in relazione alle variazioni geomorfologiche del territorio in esame.

La prima differenza sostanziale che balza all'occhio è la presenza molto più diffusa della classe di instabilità potenziale 1 e 2 ovvero, rispettivamente, "situazione stabile" e "instabilità limitata" che coincide con la classe di pericolosità Hg1 e che comprende anche la classe Hg 0, non prevista nelle linee guida PAI.

Tale condizione include le aree a morfologia pianeggiante o subcollinare, con valori di pendenza inferiori al 20%, che con l'overlay tradizionale venivano spesso inserite in classe di instabilità 3 ("instabilità media").

Nell'area di indagine sono state individuate le seguenti classi di instabilità potenziale:

- **Classe di Instabilità potenziale massima (5):** è la classe meno rappresentata e si rinviene su alcune aree ad elevata pendenza come alcune scarpate stradali. Talune di esse sono sostenute da muri in cls, come in via Flaiani, che il dtm non riesce a distinguere.
- **Classe di Instabilità potenziale forte (4):** più diffusa della precedente si rinviene nelle aree ad acclività maggiore del 65% localizzate principalmente sul rilievo di Monte Attu e sui crinali che delimitano il bacino, soprattutto il filone ad ovest. In alcuni casi tale classe di instabilità appare eccessiva rispetto alle reali condizioni di pericolosità del territorio, soprattutto laddove, sulla base del rilievo geomorfologico, non sono state riscontrate condizioni di criticità particolare.
- **Classe di Instabilità potenziale media (3):** costituisce la 2° classe più rappresentata. Comprende gran parte delle aree di versante a pendenza media localizzate sui fianchi dei crinali.
- **Classe di Instabilità potenziale limitata (2):** costituisce la 3° classe più rappresentata; comprende aree a pendenza inferiore ai 33° gradi.
- **Classe di instabilità 1 – Situazione potenzialmente stabile:** costituisce la classe più rappresentata e coincide con le aree a minor pendenza distribuite lungo la piana compresa tra la SS 198 e la via Flaiani, e nella vallecchia compresa tra il rilievo di Monte Attu ed il filone post ad ovest.



13. CARTA GEOMORFOLOGICA E DEI FENOMENI FRANOSI

La Carta Geomorfologica e dei fenomeni franosi è stata prodotta su base topografica Lidar 1 m utilizzando le informazioni del rilievo diretto in campagna eseguito nel corso dei diversi sopralluoghi eseguiti.

Utilizzando le Linee Guida proposte dal Servizio Geologico Nazionale (Quaderno serie III volume n.4) per la predisposizione della cartografia geomorfologica, come indicato dalla circolare n ° 1 del 2013 dell'ADIS, sono state perimetrate le principali forme naturali o antropiche rilevate nel bacino in studio.

In considerazione della limitata estensione dell'area di studio, sono stati individuati due elementi principali:

- le aree caratterizzate da pericolosità di crollo di blocchi, che coincidono con gli affioramenti rocciosi del rilievo di Monte Attu e con il crinale costituito dal filone ad ovest;
- alcune scarpate stradali instabili o potenzialmente instabili, non sostenute

La carta Geomorfologica è stata utilizzata, con la carta dell'instabilità potenziale nuova matrice e la carta delle pendenze, come principale riferimento-guida per la redazione della Carta di Pericolosità Franosa finale.



14. CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DI FRANA

La Carta di sintesi della pericolosità franosa finale - rappresentata nell'elaborato I - si ottiene dalla sovrapposizione della Carta d'instabilità potenziale dei versanti, che tiene conto mediante la sommatoria ottenuta con la nuova matrice di calcolo di tre fattori (litologia, uso del suolo e acclività) della potenziale predisposizione al dissesto di un territorio, con la Carta geomorfologica e dei fenomeni franosi. Essa fornisce "il quadro delle condizioni di stabilità del territorio attraverso il parametro **Hg**, secondo quattro livelli indicati nella Tabella 14.1, corrispondenti alle LL.GG. del P.A.I..

PERICOLOSITÀ (Hg)			DESCRIZIONE
CLASSE	INTENSITÀ	VALORE	
Hg1	Moderata	0,25	I fenomeni franosi presenti o potenziali sono marginali
Hg2	Media	0,50	Zone in cui sono presenti solo frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici (assetti di equilibrio raggiunti naturalmente o mediante interventi di consolidamento); zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi.
Hg3	Elevata	0,75	Zone in cui sono presenti frane quiescenti per la cui riattivazione ci si aspettano presumibilmente tempi pluriennali o pluridecennali; zone di possibile espansione di frane attualmente quiescenti; zone in cui sono presenti indizi geomorfologici di instabilità dei versanti e in cui si possono verificare frane di neoformazione presumibilmente in un intervallo di tempo pluriennale o pluridecennale.
Hg4	Molto elevata	1,00	Zone in cui sono presenti frane attive, continue o stagionali; zone in cui è prevista l'espansione di areale di una frana attiva; zone in cui sono presenti evidenti geomorfologiche di movimenti incipienti

Tabella 14.1 - Definizione dei livelli di pericolosità del territorio. (Fonte: Linee Guida del P.A.I.)

Rispetto a queste quattro classi nella cartografia della pericolosità da frana è stata introdotta una nuova classe nominata **Hg0** a cui corrispondono le aree a pericolosità geomorfologica assente e prive di indizi morfologici che possano preludere a condizioni di pericolosità potenziali ovvero tutte le aree aventi pendenza inferiore al 20%.

Con diretto riferimento alla «CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA» si riporta nel seguito la caratterizzazione di dettaglio delle differenti classi di pericolosità perimetrate all'interno del settore di interesse, contestualizzandole con lo stato dei luoghi accertato nel corso delle analisi sul campo condotte nei diversi sopralluoghi effettuati.



LE AREE A PERICOLOSITÀ PER FRANA HG3

Coincidono con le aree a pendenza maggiore e nelle quali possono verificarsi i fenomeni di crollo e ribaltamento, come individuate nella carta geomorfologica.

LE AREE A PERICOLOSITÀ PER FRANA HG2

Questa classe di pericolosità è stata individuata sul versante del rilievo di Monte Attu compreso tra l'area Hg3 a monte e la strada, a valle, che porta in cima; ancora è stata individuata nel settore centrale tra il crinale ad ovest ed il crinale ad est e sino alla via Flaiani, ed è legata alle condizioni di acclività.

LE AREE A PERICOLOSITÀ PER FRANA HG1

Questa classe di pericolosità è stata individuata nella vallecchia compresa tra rilievo di Monte Attu e il crinale ad ovest ed immediatamente a valle della via Flaiani.

A favore della stabilità contribuiscono la bassa pendenza e la sostanziale assenza di fenomeni di dissesto per frana in atto o potenziali.

AREA A PERICOLOSITÀ PER FRANA HG0

Coincide con il settore di piana del Foddeddu ubicato nella porzione meridionale del bacino, ovvero l'area con *pendenze* < 20%, non soggetta a fenomeni franosi e ne predisposta al dilavamento superficiale.



15. CARTA DEGLI ELEMENTI A RISCHIO O DEL DANNO POTENZIALE

In questa Tavola sono stati rappresentati tutti gli elementi a rischio ai sensi del DPCM 29.09.1998 presenti all'interno del territorio di indagine, costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi.

La cartografia prodotta utilizza come base informativa quella edita dall'ufficio competente dell'ADIS, implementata dalle risultanze del rilievo dell'uso del suolo.

Ai fini del presente lavoro gli elementi a rischio sono stati classificati sulla base delle caratteristiche essenziali di urbanizzazione e di uso del suolo, come indicato dalle Linee Guida PAI.

Nel territorio comunale si individuano 4 classi di elementi a rischio:

Classe Eg4 – comprende i fabbricati rurali e le area a valenza archeologica;

Classe Eg2 - comprende la zona agricola;

Classe Eg1 – vi rientra il resto del territorio ovvero le aree libere da insediamenti e le aree a macchia mediterranea e agroforestali.



16. CARTA DEL RISCHIO DA FRANA

Dalla sovrapposizione delle carta della pericolosità da frana e di quella degli elementi a rischio è stata infine ottenuta la Carta delle Aree a Rischio di Frana. Anche in questo caso la procedura di sovrapposizione adottata segue i dettami delle Linee Guida PAI ovvero è stata effettuata sulla base della seguente matrice

	Hg0	Hg1	Hg2	Hg3	Hg4
E1	Rg0	Rg1	Rg1	Rg1	Rg1
E2	Rg0	Rg1	Rg1	Rg2	Rg2
E3	Rg0	Rg1	Rg2	Rg3	Rg3
E4	Rg0	Rg1	Rg2	Rg3	Rg4

Tabella 16.1 – Matrice di calcolo del rischio da frana

Sono state individuate 4 classi di rischio.

Classe Rg3 – Le aree a rischio RG3 sono molto limitate e coincidono con le aree a pericolosità Hg3 ricadenti nel settore nord del bacino laddove, secondo la carta del danno prodotta dalla RAS, è presente un'area archeologica.

Classe Rg2 – Le aree a rischio RG2 sono limitate e coincidono con il versante Sud del rilievo di Monte Attu e con le aree a pericolosità Hg2 ricadenti nel settore urbanizzato.

Classe Rg1 – Questa classe è la prevalente per ampiezza e comprende le aree Hg2 con uso del suolo a macchia mediterranea o agroforestale e quelle a pericolosità Hg1.

Classe Rg0 – Vi rientra la porzione meridionale del bacino non caratterizzata da pericolosità da frana.



17. CONCLUSIONI

L'obiettivo della presente relazione è stato quello di determinare le condizioni di pericolosità geomorfologica di una piccola porzione del territorio di Tortolì ricadente in località Monte Attu, attraverso l'analisi dei fattori direttamente responsabili della franosità, ovvero geologia, uso del suolo ed acclività ed altresì individuando, mediante rilievi in situ, i processi geomorfologici attivi o attivabili sul settore in studio.

Nella fattispecie, dal punto di vista geologico, il territorio studio si contraddistingue per la diffusa presenza in affioramento del basamento intrusivo ercinico attraversato da alcuni filoni di porfido granitico, generalmente alterato in superficie (granito arenizzato) ricoperto in discontinuità stratigrafica dalle coperture sedimentarie costituite dalle coltri colluviali ed alluvionali nel settore di valle. Nelle aree di rilievo il basamento lapido è affiorante.

L'analisi territoriale evidenzia un'acclività molto bassa nel settore meridionale, compresa tra la via Flaiani e la SS 198 e nell'area centro-settentrionale compresa tra i due spartiacque. Valori di acclività più significativi si riscontrano in corrispondenza del crinale ovest e del rilievo di Monte Attu.

L'uso del suolo rileva che gran parte del territorio è coperto da macchia mediterranea o aree agroforestale mentre la porzione meridionale è occupata da aree urbane e agricole.

L'analisi geomorfologica eseguita attraverso i rilievi di campagna, ha permesso di constatare che gli unici processi geomorfologici degni di nota si limitano a fenomeni di crollo di blocchi che possono verificarsi lungo il crinale ad ovest e sul rilievo di Monte Attu, mentre nel resto del bacino i processi geomorfologici (ruscellamento areale) sono molto blandi o assenti.

Le criticità sospese sono state incluse nella Carta di pericolosità Franosa nella classe Hg3, ed altresì alcune aree impostate sul basamento granitico arenizzato, in virtù della pendenza sono state cartografate a pericolosità Hg2.

Per contro il resto del bacino, privo di evidenze di dissesto, è stato inserito nella classe di pericolosità Hg0 dove la morfologia è pianeggiante o Hg1 laddove le acclività sono un po' più accentuate.

In conclusione le analisi di dettaglio condotte hanno dimostrato senza dubbio che la perimetrazione vigente, che include gran parte del bacino in classe di pericolosità da frana elevata Hg3, è oltremodo eccessiva in relazione alle reali condizioni di equilibrio dei versanti, eccezion fatta per le aree in cui possono verificarsi fenomeni di dissesto per crollo, così come cartografate nella carta geomorfologica e dei fenomeni franosi.



NORMATIVA VIGENTE

Per redigere la presente relazione si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- Legge n. 64 del 02.02.1974 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche», che prevede l'obbligatorietà dell'applicazione per tutte le opere, pubbliche e private, delle norme tecniche che saranno fissate con successivi decreti del Ministero LL.PP.;
- D.M. LL.PP. 11.03.1988 di applicazione della legge suddetta «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»;
- Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988 che prevede l'obbligo di sottoporre tutte le opere civili pubbliche e private da realizzare nel territorio della Repubblica, alle verifiche per garantire la sicurezza e la funzionalità del complesso opere-terreni ed assicurare la stabilità complessiva del territorio nel quale si inseriscono;
- Circolare n. 218/24/3 del 09.01.1996 Istruzioni applicative per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica;
- D.M. LL.PP. 16.01.1996 Norme tecniche per la costruzione in zone sismiche;
- D.P.R. 380/01
- DM 17/01/2018) «Nuove Norme Tecniche per le costruzioni»;
- P.A.I – Piano stralcio per l'assetto idrogeologico delle Regione Autonoma della Sardegna
- P.G.R.A. Piano Stralcio di Gestione del Rischio Alluvioni delle Regione Autonoma della Sardegna
- Linee guida "Attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico";
- Circolare 1/2019, approvata con la Deliberazione n. 2 del 19 febbraio 2019;
- Direttive applicative della L. n. 120/2020.