

COMUNE DI ORISTANO
PROVINCIA DI ORISTANO

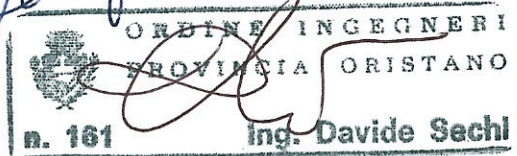
PIANO DI LOTTIZZAZIONE SU PITRASCIU
LOCALITÀ SA RODIA – ZONA C3
VERIFICA DI COMPATIBILITA' GEOLOGICA DEL PIANO
(ART. 8 NTA PAI)

Responsabili dello studio:

Dott. Geol. Fausto A. Pani



Dott. Ing. Davide Sechi



Dott. Geol. Roberta M. Sanna

Novembre 2014

INDICE

1	PREMESSA	4
2	IL PROGETTO	4
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO	5
4	IL PAI E LE LINEE GUIDA	6
5	MODALITÀ DI DEFINIZIONE DELLA CLASSE DI PERICOLOSITÀ DI FRANA UTILIZZATE DAL PAI	6
5.1	INDIVIDUAZIONE E PERIMETRAZIONE DELLE AREE A RISCHIO DI FRANA 6	
5.1.1	INDIVIDUAZIONE DELLE AREE A RISCHIO DI FRANA (FASE I)	6
5.1.2	ATTRIBUZIONE DEI PESI	10
5.1.3	Pendenza dei versanti	10
5.1.4	Litologia	11
5.1.5	Uso del suolo	11
5.1.6	Classi di instabilità potenziale	12
5.2	ALTRI TEMATISMI DI VERIFICA	13
5.2.1	Esposizione dei versanti	13
5.2.2	Fattori climatici	13
5.3	LA CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA	14
5.4	VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI RISCHIO DI FRANA E PERIMETRAZIONE DELLE AREE (FASE II) (non svolta)	16
5.5	INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO (FASE III)(non svolta)	16
5.6	MISURE DI SALVAGUARDIA	18
5.7	TEMATISMI TERRITORIALI DI RIFERIMENTO PER LE ANALISI E CARTOGRAFIA FINALE DI ADEGUAMENTO	19
5.8	CARTA DELLA INSTABILITÀ POTENZIALE DEI VERSANTI	19
5.9	VALUTAZIONE DELLA PROPENSIONE AL DISSESTO IDROGEOLOGICO DI FRANA 20	
5.10	VALUTAZIONE DELLA PROPENSIONE POTENZIALE E REALE AL DISSESTO IDROGEOLOGICO	21
5.11	ATTRIBUZIONE DEI PESI	22
6	GEOLOGIA DEL TERRITORIO DI PROGETTO	23
6.1	CENNI STORICI E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	23
6.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	26
6.3	LA TETTONICA	30
7	GEOMORFOLOGIA DEL TERRITORIO DI PROGETTO	32
7.1.1	La piana alluvionale del Tirso	33
7.1.2	I campi dunari fossili ed attuali e subattuali.	33

7.2	I principali processi morfogenetici	34
8	VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA E ADEGUAMENTO DEL PUC AL PAI.....	36
8.1	Inquadramento territoriale e normativo.....	36
8.2	Finalità della disciplina dell'assetto idrogeologico.....	36
8.3	Procedura di adeguamento.....	37
8.4	Indagine storica sui fenomeni di dissesto	37
8.5	Tematismi territoriali di riferimento per le analisi e cartografia finale di adeguamento	39
9	LE AREE FRANOSE O POTENZIALMENTE FRANOSE	41
10	CONCLUSIONI.....	43

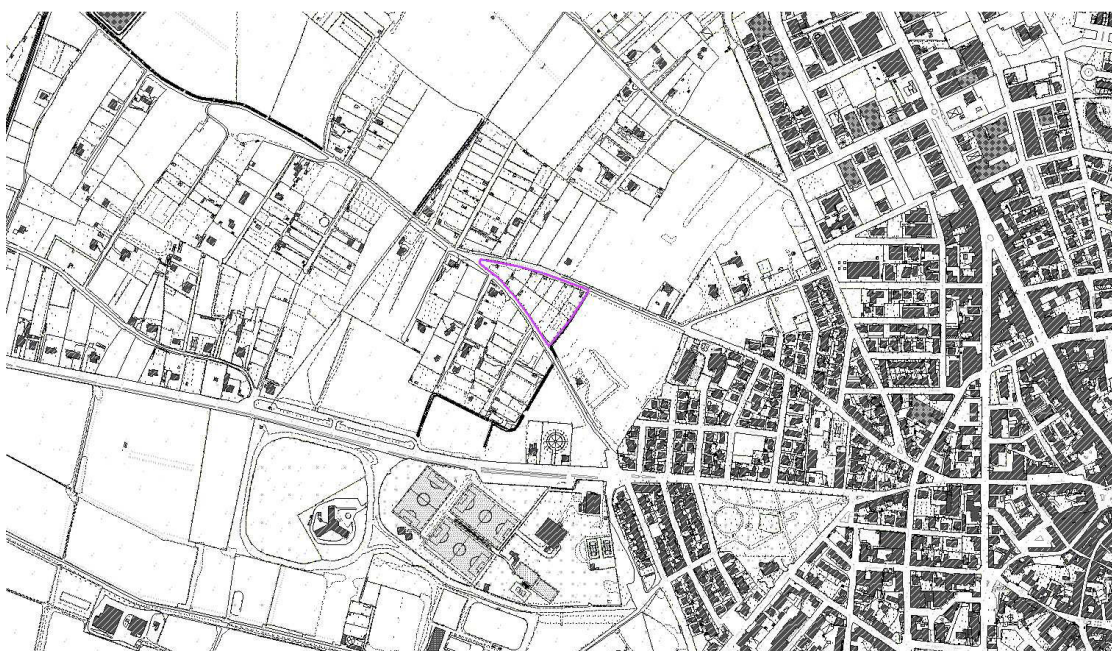
1 PREMESSA

La presente relazione supporta la determinazione della compatibilità idraulica del progetto inerente la lottizzazione residenziale **SU PITRASCIU** in zona **C3** alla periferia occidentale di Oristano.

L'intervento edificatorio ricade in area Hi1 (fascia C) del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali in corso di approvazione ed è valutato rispetto all'Art. 30 delle NTA del PAI vigenti.

2 IL PROGETTO

L'area coinvolta dal progetto è costituita da un settore accorpato, adiacente il prolungamento di via Cairoli, dopo l'intersezione con la Via Manconi Passino, in località sa Rodia.



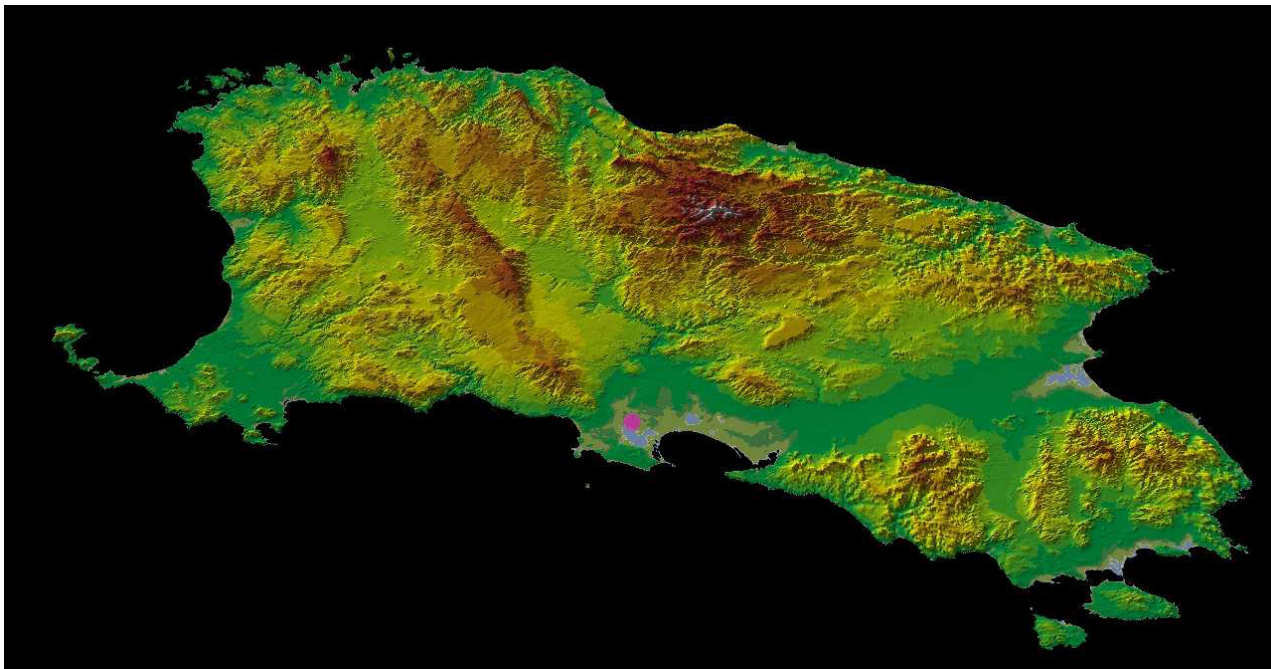
Area di intervento sulla cartografia e sull'immagine del 27 luglio 2013



3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO



Mappa – Il settore di studio sulla Carta geologica del La Marmora



Modello del rilievo – La posizione dell'area di studio nella Sardegna

4 IL PAI E LE LINEE GUIDA

Nelle more della redazione di un Piano di Bacino unitario, la RAS, in ossequio al D.L. 180 (Sarno) convertito in legge con il n° 267, ha richiesto l'operatività per stralci operativi per la pianificazione tematica dei bacini idrografici, definendo nell'immediato la necessità della mappatura delle aree pericolose sulle quali impostare interventi di urgenza finalizzati alla messa in sicurezza e riduzione del rischio e interventi strutturali finalizzati alla riduzione del pericolo.

Parallelamente definisce la trasformabilità del territorio evitando di istituire nuovo rischio con l'attivazione di nuovi insediamenti e nuove infrastrutture in zone definite pericolose.

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, redatto dal coordinamento unificato e basato sulle perimetrazioni di pericolosità operate da un diverso gruppo di lavoro per ogni singolo sottobacino regionale, approvato dall'Amministrazione Regionale con Decreto della Giunta Regionale del 30.12.2004 n° 54/33e reso esecutivo con Decreto Assessoriale n° 3 del 21.02.2005, è stato pubblicato sul BURAS n° 8 del 11.03.2005.

Associate al PAI e peraltro costituenti le Linee Guida su cui è stato redatto il PAI stesso, sono state redatte delle Linee Guida di supporto all'attività di perimetrazione delle Aree di pericolosità di Frana (Hg) e di Inondazione (Hi), di definizione degli Elementi a rischio (E), nonché delle aree a conseguente Rischio di Frana (Rg) e di Inondazione (Ri).

Tali Linee Guida, costituiscono altresì fonte di definizione delle Linee Guida di Adeguamento dei Piani Urbanistici al PAI, redatte e diffuse dall'Assessorato dell'Urbanistica e degli Enti Locali della Regione Autonoma della Sardegna.

5 MODALITÀ DI DEFINIZIONE DELLA CLASSE DI PERICOLOSITA' DI FRANA UTILIZZATE DAL PAI

(da LINEE GUIDA per l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia - PAI – RAS)

5.1 INDIVIDUAZIONE E PERIMETRAZIONE DELLE AREE A RISCHIO DI FRANA

Le attività da prevedere sono le seguenti:

- Individuazione delle aree a rischio di frana (Fase I)
- Perimetrazione delle aree a rischio e definizione delle misure di salvaguardia (Fase II)
- Programmazione della mitigazione del rischio (Fase III)

5.1.1 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE A RISCHIO DI FRANA (FASE I)

Conformemente alle disposizioni del DPCM 29/09/98, per l'attività da svolgersi nell'ambito della fase I occorre avvalersi di un'analisi territoriale svolta in scala adeguata, almeno 1:25.000, in

base ad elementi noti e a dati già disponibili. I risultati saranno quindi riportati nel Sistema cartografico in uso presso la Regione Sardegna.

A tale scopo dovrà essere redatta una serie di cartografie tematiche, associate ad un database, che contengano i principali elementi necessari a tale valutazione; questi documenti dovranno poi essere elaborati, mediante procedure di seguito descritte, per ottenere una carta di sintesi della pericolosità da frana, per la quale si ritiene necessaria l'elaborazione delle seguenti carte, che a loro volta sono il risultato di una serie di elaborazioni precedenti.

- carta dei fenomeni di instabilità dei versanti - scala di analisi 1:10.000; scala di restituzione 1: 25.000 - che mira a rappresentare i fenomeni franosi di cui si hanno informazioni a vari livelli;
- carta dell'instabilità potenziale dei versanti (fattori della franosità) - scala di analisi e di restituzione 1: 10.000 - che vuole rappresentare , attraverso procedimenti induttivi, la propensione al dissesto del territorio.

La metodologia proposta per la realizzazione della Carta della pericolosità da frana, si basa su una serie di esperienze, disponibili nella documentazione bibliografica tecnica, ampiamente documentate. Il principio comune su cui si basano le diverse metodologie, volte alla definizione di aree caratterizzate da una diversa propensione al dissesto, è l'analisi dei dissesti, al fine di individuare le condizioni in cui essi si verificano, e la valutazione dell'influenza che tali condizioni rivestono. Saranno inoltre considerati anche altri tematismi, se disponibili, al fine di completare la definizione della pericolosità del territorio esaminato dal punto di vista della stabilità dei versanti; questi ulteriori elementi di giudizio sono legati all'esposizione dei versanti e alle caratteristiche climatiche generali dell'area di indagine. Le conoscenze acquisite vengono poi utilizzate per individuare se le condizioni riscontrate sussistano nelle aree non interessate da fenomeni di instabilità, al fine di prevenirne il manifestarsi.

La metodologia è semplice nella sua impostazione generale, ma è completa perché, come già anticipato, considera i fattori principali che hanno influenza diretta o indiretta sulle condizioni di stabilità. Consiste nella predisposizione di alcune carte tematiche che rappresentano, rispettivamente i fenomeni geomorfologici esistenti sul territorio e i singoli fattori predisponenti alla franosità; e nella verifica attraverso l'incrocio e la sovrapposizione (overlay) di queste carte, secondo il diagramma di flusso schematizzato in Figura 8

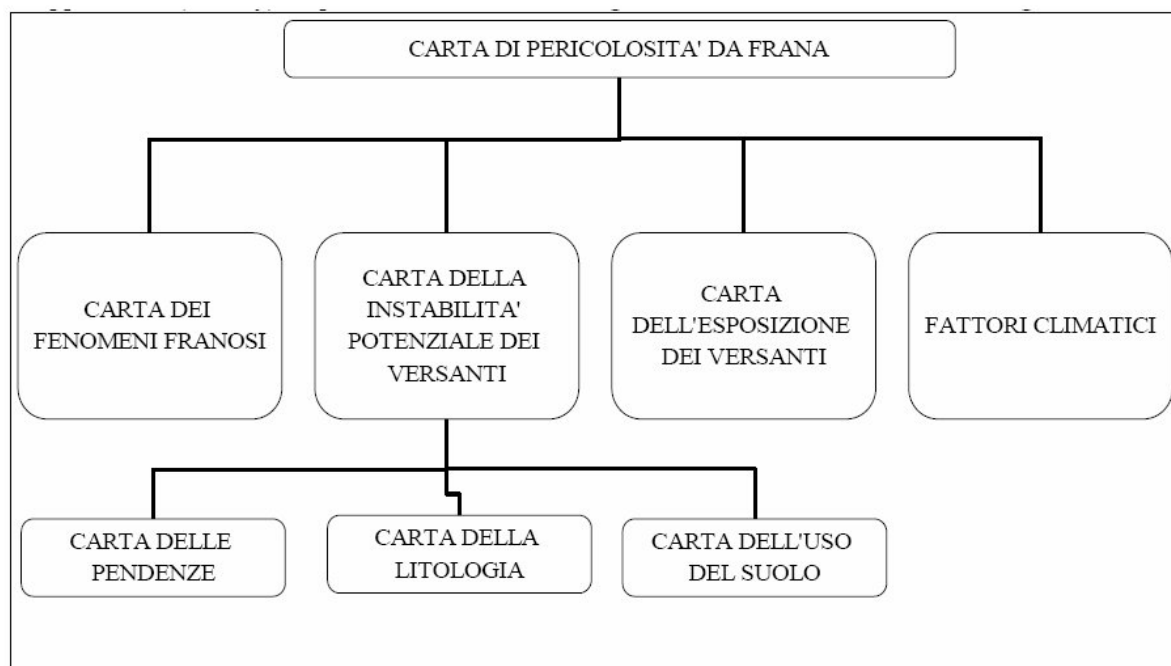


Figura 8 - Schema metodologico per la redazione della Carta di Pericolosità da Frana

5.1.1.1 CARTA DEI FENOMENI FRANOSI

I fenomeni inclusi nel termine movimenti franosi sono elencati nell'allegato A del citato DPCM 29/09/98. Si potranno utilizzare - a corredo delle informazioni disponibili - le informazioni archiviate dal Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche (GNDICNR), nell'ambito del progetto Aree vulnerate italiane (AVI).

Ulteriori informazioni sulle caratteristiche dei singoli fenomeni franosi dovranno essere acquisite mediante la documentazione elaborata dal Servizio Geologico Nazionale (Miscellanea VII, 1996).

Per quanto riguarda la carta dei fenomeni di instabilità dei versanti, in particolare, si dovrà procedere a:

- raccogliere tutti gli elementi necessari per la caratterizzazione geologica e geomorfologica del territorio dei singoli sub-bacini rilevare, alla scala 1:10.000 e restituire, nella versione definitiva in scala 1:25.000, i dissesti e i fenomeni morfologici esistenti distinti e descritti in base alla genesi e allo stato di attività;
- valutare l'evoluzione temporale dei fenomeni censiti e rilevati mediante analisi fontointerpretativa;
- considerare gli interventi di stabilizzazione realizzati o in via di progettazione e/o realizzazione.

La Carta dei fenomeni di instabilità dei versanti è stata realizzata sulla base di uno studio approfondito dell'intero territorio dei singoli sub-bacini in scala 1:10.000; la scala di restituzione è 1:25.000.

In essa, oltre alle forme legate all'orografia e strutturali, all'idrografia superficiale, all'azione delle acque correnti superficiali (fluviali e di versante) e all'azione antropica, verranno

rappresentate le forme legate all'azione della gravità.

La legenda di riferimento è quella proposta dal Servizio Geologico Nazionale, di seguito, a titolo di esempio, si riporta un breve elenco delle forme di versante dovute alla gravità (colore rosso- Stabilo 40; Stabilo 54).

Tabella 10 - Legenda tipo delle forme di versante.

Codice	Forme	attiva	non attiva
	<i>A. Denudazione</i>		
VG1	Nicchia di frana di crollo	x	x
VG2	Nicchia di frana di scorrimento	x	x
VG3	Nicchia di frana di colamento	x	x
VG7	Superficie dissestata da soliflusso		
VG10	Canalone in roccia (e non) con colate di detrito-debris flow		
	<i>B. Accumulo</i>		
VG12	Corpo di frana di crollo	x	x
VG13	Corpo di frana di scorrimento	x	x
VG14	Corpo di frana di colamento	x	x
VG15	Piccola frana non classificabile		
VG16	Detrito di versante		
VG17	Cono di detrito	x	colonizzato dalla vegetazione
VG18	Falda di detrito	x	colonizzata dalla vegetazione
VG22	Deformazioni gravitative profonde		

I risultati di questa fase condurranno alla realizzazione di una Carta Inventario dei fenomeni Franosi, utile per la definizione delle zone a differente pericolosità e, quindi, alla perimetrazione delle aree a rischio.

5.1.1.2 CARTA DELL'INSTABILITÀ POTENZIALE DEI VERSANTI

Per quanto riguarda la Carta dell'instabilità potenziale dei versanti, che rappresenta le condizioni di franosità e di instabilità potenziale dei versanti, si deve disporre di alcune caratteristiche generali dei versanti (litologia, pendenza, uso del suolo, etc.).

L'elaborazione e l'analisi dei dati, secondo la metodologia descritta nel seguito, può essere agevolmente effettuata attraverso l'utilizzando un sistema informativo geografico (GIS) ovvero mediante altre tecniche semiautomatiche o manuali; la rappresentazione dei risultati potrà essere effettuata alla scala 1:25.000.

La metodologia di riferimento, condotta su base puramente qualitativa, si fonda sull'individuazione dei principali elementi descrittivi che giocano un ruolo fondamentale nella propensione al dissesto dei versanti; si tratta dei caratteri morfologici, della composizione litologica, delle condizioni di copertura vegetale e di esposizione dei versanti, delle caratteristiche geomorfologiche e dei fattori climatici.

La metodologia, alla scala di indagine del presente lavoro, è semplificata; non possono essere, infatti, considerati i fattori "scatenanti" (quale, ad esempio, la piovosità) né vengono presi in considerazione le condizioni idrogeologiche locali (circolazione idrica nel versante); i parametri geotecnici dei terreni e delle rocce che costituiscono il pendio; la giacitura degli strati; il grado di fratturazione e di alterazione delle rocce.

Ciò trova giustificazione da un lato nella scala delle approssimazioni e nei caratteri di speditezza delle analisi previste per la redazione dei PSB; dall'altro la mancanza di dati omogenei e affidabili, relativi a questi elementi, per un territorio vasto, quale quello di una intera regione, comporta una necessità di semplificazione dei fattori di valutazione, che, ovviamente, ad una scala di maggior dettaglio, ad esempio comunale, dovrebbe essere evitata.

Dapprima gli elementi dei singoli tematismi sono raggruppati in classi, per ottenere una rappresentazione aggregata del territorio; ad ogni classe viene attribuito un valore (peso) in funzione del ruolo esercitato nella produzione di un dissesto. Nelle successive operazioni di sovrapposizione, si effettua una combinazione (somma algebrica) dei valori assegnati, fino ad ottenere un punteggio finale, che rappresenta l'influenza complessiva che i fattori considerati hanno sulla stabilità del versante.

Questo valore ricade in un intervallo definito cui corrisponde una classe di instabilità potenziale.

Sulla base della documentazione esistente e che verrà resa disponibile, vengono considerati i seguenti fattori di analisi

1. pendenza dei versanti
2. litologia
3. uso del suolo.

La prima operazione avviene effettuando l'incrocio tra due elementi naturali che possono essere ritenuti costanti e non modificabili in tempi brevi, cioè la pendenza dei versanti e la litologia. La seconda operazione prevede l'incrocio tra il risultato della prima (somma algebrica dei pesi) e un elemento che invece può essere variato e può variare nel breve periodo sia dal punto di vista della copertura vegetale che dell'intervento antropico: l'uso del suolo.

5.1.2 ATTRIBUZIONE DEI PESI

5.1.3 Pendenza dei versanti

La pendenza dei versanti è un fattore molto importante in quanto maggiore è l'inclinazione di un pendio, maggiore è la tendenza al dissesto per effetto della gravità, dell'azione degli agenti atmosferici, senza la protezione della vegetazione che non riesce a insediarsi. **A titolo di esempio** si può ritenere che le classi di pendenza presenti siano cinque; si attribuiscono i seguenti pesi, compresi tra -2 e +2.

Tabella 11 - Pesi delle diverse classi di pendenza dei versanti.

<i>Classi di pendenza</i>	<i>Peso</i>
<i>0- 10%</i>	<i>+2</i>
<i>11-20%</i>	<i>+1</i>
<i>21-35%</i>	<i>0</i>
<i>36-50%</i>	<i>-1</i>
<i>>50%</i>	<i>-2</i>

5.1.4 Litologia

Per litologia, non si intendono unicamente le caratteristiche della natura dei terreni (sedimentari, vulcanici, metamorfici) ma anche le caratteristiche fisico-meccaniche ad essi relative (compattezza, grado di cementazione, stratificazione, scistosità).

Per l'attribuzione dei pesi si farà riferimento alle principali esperienze metodologiche riportate in bibliografia e alla conoscenza diretta delle caratteristiche dei litotipi affioranti nel territorio di studio. La scala dei valori da applicare va da 1 a 10; i valori più alti corrispondono ai termini litologici più resistenti, compatti, poco alterati, mentre quelli più bassi ai termini più fragili e sciolti. In tabella sono indicati, a titolo di esempio, i pesi relativi ad alcune classi litologiche individuabili nel territorio regionale sardo.

Tabella 12 - Attribuzione dei pesi alle classi litologiche.

<i>classe</i>	<i>Descrizione</i>	<i>peso</i>
1.	<i>detrito di falda, con detritici e conoidi di deiezione</i>	1
2.	<i>Depositi lagunari, lacustri e palustri</i>	4
3.	<i>Alluvioni ghiaiose recenti ed attuali degli alvei fluviali</i>	5
4.	<i>Alluvioni ghiaiose, antiche e terrazze</i>	5
5.	<i>Alluvioni prevalentemente sabbiose</i>	6
6.	<i>Depositi alluvionali prevalentemente limoso-argillosi</i>	5
7.	<i>Depositi argillosi</i>	2
8.	<i>sabbie eoliche</i>	2
9.	<i>sabbie, anche grossolane con livelli ghiaiosi ed intercalazioni di arenarie</i>	3
10.	<i>arenarie, arenarie conglomeratiche</i>	
11.	<i>marne</i>	4
12.	<i>calcari, calcari marnosi</i>	7
13.	<i>dolomie, dolomie calcaree e calcari dolomitici</i>	8
14.	<i>Calcescisti, micascisti, argilloscisti</i>	4
15.	<i>anfiboliti</i>	7
16.	<i>gneiss con elevata densità di giunti di fratturazione</i>	5
17.	<i>gneiss massicci e con giunti di fratturazione radi</i>	8
18.	<i>tufi, tufi conglomeratici</i>	3
19.	<i>ignimbriti</i>	7
20.	<i>basalti,</i>	8
21.	<i>trachiti, fonoliti</i>	7
22.	<i>andesiti</i>	5
23.	<i>rioliti massicce</i>	7
24.	<i>graniti, granodioriti alterati con potenti coperture di sabbioni arcosisi</i>	2
25.	<i>graniti, granodioriti massicci privi di copertura ed alterazione</i>	9

5.1.5 Uso del suolo

La presenza di una copertura vegetale costituisce una protezione della superficie del terreno all'azione degli agenti atmosferici e un'azione di consolidamento esercitata dall'apparato radicale. Un bosco ad alto fusto è, generalmente, un impedimento al dissesto idrogeologico (massima impedenza), mentre un terreno lavorato stagionalmente, arato con sistemazione ad esempio a "rittochino" è uno scarso impedimento all'erosione e all'instabilità del pendio (impedenza minima o nulla).

In Tabella 13 si riportano, a titolo di esempio, alcune classi di uso del suolo¹⁸ che si ritengono presenti sul territorio regionale sardo; ad ogni classe è stato attribuito un peso, secondo le principali esperienze metodologiche riportate in bibliografia.

Le classi relative all'uso antropico (tessuto urbano e aree industriali) sono state genericamente valutate con peso "0", in relazione alla scala dello studio senza poter considerare particolari situazioni locali; alle aree estrattive è stato riconosciuto un ruolo di degrado (in quanto modificano le condizioni di stabilità); alle reti stradali è stato attribuito un valore di impedenza minima, in quanto l'intaglio stradale è comunque un fattore di disturbo delle condizioni naturali. Nella stessa tabella sono indicati i valori di impedenza e i pesi ad esse corrispondenti.

Tabella 13 - Classi di uso del suolo secondo il CORINE - Land Cover.

<i>Sigla</i>	<i>Classi di uso del suolo</i>	<i>Impedenza</i>	<i>Peso</i>
111	Tessuto urbano continuo	mediocre	0
112	Tessuto urbano discontinuo	mediocre	0
121	Aree industriali e commerciali	mediocre	0
122	Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori	minima	-1
124	Aeroporti	mediocre	0
131	Aree estrattive	nulla	-2
133	Aree in costruzione	minima	-1
211	Seminativi in aree non irrigue	nulla	-2
221	Vigneti	nulla	-2
222	Frutteti	mediocre	0
231	Prati stabili	mediocre	0
242	Sistemi colturali particellari complessi	minima	-1
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie	nulla	-2
311	Boschi di latifoglie	massima	+2
312	Boschi di conifere	massima	+2
313	Boschi misti	massima	+2
321	Aree a pascolo naturale e prateria d'alta quota	mediocre	0
322	Brughiere e cespuglieti	buona	+1
324	Aree vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	buona	+1
331	Spiagge, dune, sabbie	nulla	-2
332	Rocce nude, falesie, rupi e affioramenti	nulla	-2
333	Aree con vegetazione rada	minima	-1
411	Paludi	nulla	-2
511	Corsi d'acqua, canali e idrovie	nulla	-2
512	Bacini d'acqua	nulla	-2

5.1.6 Classi di instabilità potenziale

Sulla base della considerazione dei fattori descritti nelle pagine precedenti e delle esperienze metodologiche, si definiscono le classi di instabilità potenziale dei versanti a cui corrispondono intervalli di valori (pesi) derivati dalle operazioni di sovrapposizione previste.

Si propongono 5 classi di instabilità potenziale, con valore decrescente di gravità; la classe di maggiore instabilità è quella corrispondente a valori più bassi dei pesi (ridotte quindi sono le qualità dei fattori considerati) mentre un pendio stabile è rappresentato dai valori più alti (i fattori che contribuiscono hanno buone caratteristiche di tenuta). Sono riportate nella seguente Tabella 14.

Tabella 14 - Classi di instabilità potenziale

<i>Classe di instabilità</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Pesi</i>	
		<i>da</i>	<i>a</i>
<i>1</i>	<i>Situazione potenzialmente stabile</i>	<i>10</i>	<i>12</i>
<i>2</i>	<i>Instabilità potenziale limitata</i>	<i>7</i>	<i>9</i>
<i>3</i>	<i>Instabilità potenziale media</i>	<i>4</i>	<i>6</i>
<i>4</i>	<i>Instabilità potenziale forte</i>	<i>1</i>	<i>3</i>
<i>5</i>	<i>Instabilità potenziale massima</i>	<i>-3</i>	<i>0</i>

5.2 ALTRI TEMATISMI DI VERIFICA

5.2.1 Esposizione dei versanti

L'esposizione influisce sui processi di trasformazione dei versanti, in quanto i versanti esposti a nord sono quelli più freddi e umidi (con cicli giornalieri, non solo stagionali), mentre quelli esposti a sud hanno condizioni più miti. Nella Tabella 15 che segue si riporta a titolo di esempio una classificazione in base all'esposizione dei versanti; sono indicate 16 classi più una classe speciale per le aree di pianura.

Tabella 15 - Classificazione dell'esposizione dei versanti.

<i>Classe</i>	<i>Orientazione</i>
<i>1</i>	<i>N</i>
<i>2</i>	<i>NNE</i>
<i>3</i>	<i>NE</i>
<i>4</i>	<i>NEE</i>
<i>5</i>	<i>E</i>
<i>6</i>	<i>EES</i>
<i>7</i>	<i>ES</i>
<i>8</i>	<i>SSE</i>
<i>9</i>	<i>S</i>
<i>10</i>	<i>SSO</i>
<i>11</i>	<i>SO</i>
<i>12</i>	<i>OOS</i>
<i>13</i>	<i>O</i>
<i>14</i>	<i>OON</i>
<i>15</i>	<i>ON</i>
<i>16</i>	<i>ONN</i>
<i>-1</i>	<i>aree di pianura</i>

5.2.2 Fattori climatici

Le variazioni climatiche, gli effetti della temperatura combinata alle precipitazioni, provocano il degrado e il disfacimento delle rocce e la conseguente produzioni di detriti sciolti e instabili. Dati bibliografici¹⁹, indicano la piovosità media annua come fattore predisponente al dissesto, secondo la seguente Tabella 16.

Tabella 16 - Influenza della piovosità media annua sulla propensione al dissesto.

<i>mm/a</i>	<i>zona</i>
<i>> 1600</i>	<i>sicuramente franosa</i>
<i>1600 - 1300</i>	<i>probabilmente franosa</i>
<i>1300 – 1000</i>	<i>mediamente franosa</i>
<i>1000 – 700</i>	<i>raramente franosa</i>
<i><700</i>	<i>non franosa</i>

Nell'ambito di studio, il fattore "precipitazioni" ha indubbiamente una notevole influenza sulla stabilità dei versanti, a causa dei valori elevati e dell'intensità dei fenomeni registrati.

5.3 LA CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITA' DA FRANA

La Carta di sintesi della pericolosità deriva dalla verifica dei risultati dell'analisi geomorfologica di terreno aggiornata all'anno 2000 (fenomeni effettivamente presenti sul territorio - vedi "Carta dei fenomeni franosi") e dell'analisi delle condizioni di potenziale instabilità (vedi "Carta dell'instabilità potenziale dei versanti").

La "Carta di sintesi di pericolosità da frana" fornisce pertanto il quadro delle condizioni di stabilità del territorio dei singoli sub-bacini; essa si limita alla rappresentazione dei fenomeni di dissesto in atto e dei fattori che determinano la suscettibilità dei versanti al verificarsi di movimenti gravitativi e di massa .

La "Carta di sintesi di pericolosità da frana", dovrà rappresentare la condizione di pericolosità del territorio, indicata attraverso il parametro Hg, secondo quattro livelli indicati nella Tabella 17, a ciascuno dei quali si è attribuito un "peso" su base puramente empirica:

Tabella 17 - Definizione dei livelli di pericolosità del territorio.

<i>Pericolosità</i>		
<i>Classe</i>	<i>Intensità</i>	<i>Peso</i>
<i>H_g1</i>	<i>Moderata</i>	<i>0,25</i>
<i>H_g2</i>	<i>Media</i>	<i>0,50</i>
<i>H_g3</i>	<i>Elevata</i>	<i>0,75</i>
<i>H_g4</i>	<i>Molto elevata</i>	<i>1</i>

L'attribuzione del livello (ovvero del peso) di pericolosità ad un'area discenderà dal confronto tra lo stato di fatto attuale dei fenomeni franosi e le condizioni generali di instabilità potenziale sulla base di alcuni criteri generali quali:

- prevalenza di classe di instabilità potenziale
- presenza di indizi geomorfologici
- presenza di fenomeni di dissesto in atto e di indizi di movimento
- presenza di fattori tettonici (presenza di faglie o lineazioni riconosciute)
- presenza di copertura boschiva
- presenza di fattori altimetrici
- orientazione del versante.

In particolare, qui di seguito si specificano in dettaglio i quattro livelli di pericolosità al fine di una omogenea attribuzione.

H1 - Aree a pericolosità moderata

Le aree che ricadono in questa classe sono caratterizzate da condizioni generali di stabilità dei versanti, ovvero presentano i seguenti caratteri:

- classi di instabilità potenziale limitata o assente (classe 2 e classe 1)
- presenza di copertura boschiva
- esposizione prevalente dei versanti: Nord
- litologia prevalente: depositi alluvionali sabbiosi, calcari, dolomie e calcari dolomitici, etc.

H2 - Aree a pericolosità media

Le aree che ricadono in questa classe sono caratterizzate da prevalenti condizioni di media pericolosità, in particolare da:

- classe di instabilità potenziale media (classe 3)
- fenomeni di soliflusso
- fenomeni di dilavamento diffuso
- frane di crollo non attive/stabilizzate
- frane di scorrimento attive/stabilizzate
- aree di conoidi non attivatisi recentemente o completamente protette da opere di difesa
- superfici degradate per pascolamento
- presenza di copertura boschiva
- esposizione prevalente dei versanti: Nord
- litologia prevalente: depositi alluvionali depositi sabbiosi, porfidi, marmi saccaroidi e dolomitici, graniti massicci

H3 - Aree a pericolosità elevata

Le aree che ricadono in questa classe sono prevalentemente caratterizzate da fenomeni quiescenti e

potenziali tali da condizionare l'uso del territorio; in particolare da:

- classe di instabilità potenziale forte (classe 4)
- presenza di lineamenti tettonici
- pareti in roccia
- orlo di scarpata o di terrazzo
- falde e con di detrito colonizzati
- fenomeni di erosione delle incisioni vallive
- frane di crollo quiescenti
- frane di scorrimento quiescenti
- deformazioni gravitative profonde di versante non attive
- aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi parzialmente protette da opere di difesa e di sistemazione a monte
- fenomeni di fluidificazione dei suoli
- fenomeni di soliflusso
- fenomeni di dilavamento diffuso e concentrato
- litologia prevalente: depositi detritici; depositi alluvionali antichi, recenti, attuali; depositi argillosi e marnosi; calcescisti, micascisti, argilloscisti; filladi; anfiboliti, gneiss fratturati; graniti alterati con copertura di sabbioni.

H4 - Aree a pericolosità molto elevata

Le aree che ricadono in questa classe sono, in prevalenza, caratterizzate da una

concentrazione di fenomeni in atto tali da condizionare fortemente l'uso del territorio; in particolare

da

- classe di instabilità potenziale massima (classe 5)
- falde e coni di detrito attivi, in particolare posizionati in quota e su versanti esposti a sud
- aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi non protette da opere di difesa e di sistemazione a
- monte
- canali in roccia (e non) con scarico di detrito
- frane di crollo attive
- frane di scorrimento attive
- scivolamenti rapidi in roccia, detrito, fluidificazione di terreni sciolti superficiali
- piccole frane
- deformazioni gravitative profonde di versante attive
- crolli e fenomeni di instabilità lungo l'intaglio stradale.
- litologia prevalente: detrito di falda, coni detritici e conoidi di deiezione, alluvioni ghiaiose, antiche e terrazzate, sabbie eoliche, sabbie, anche grossolane con livelli ghiaiosi ed intercalazioni di arenarie, tufi, tufi conglomeratici, graniti, granodioriti alterati con potenti coperture di sabbioni arcocici

5.4 VALUTAZIONE DEI LIVELLI DI RISCHIO DI FRANA E PERIMETRAZIONE DELLE AREE (FASE II) (non svolta)

Sulla base dei risultati della Fase I, che forniscono indicazioni sulla “pericolosità” delle singole aree nel territorio del sub-bacino indagato, si dovrà nella Fase II procedere alla valutazione dei livelli di rischio in relazione alla presenza di persone e di beni, ed alla loro perimetrazione.

In conseguenza di ciò si dovrà quindi procedere alla definizione degli interventi per la mitigazione del rischio adeguate al livello precedentemente attribuito. Incrociando la pericolosità (H_g) con le classi di elementi a rischio (E), l'attribuzione della classe di rischio ($R_g1 \leq 0.25$; $0.25 < R_g2 \leq 0.50$; $0.5 < R_g3 \leq 0.75$; $0.75 < R_g4 \leq 1.00$) potrà essere effettuata utilizzando la seguente matrice:

Tabella 18 - matrice di valutazione del rischio di frana.

	$H_g 1$	$H_g 2$	$H_g 3$	$H_g 4$
$E1$	$R_g 1$	$R_g 1$	$R_g 1$	$R_g 1$
$E2$	$R_g 1$	$R_g 1$	$R_g 2$	$R_g 2$
$E3$	$R_g 1$	$R_g 2$	$R_g 3$	$R_g 3$
$E4$	$R_g 1$	$R_g 2$	$R_g 3$	$R_g 4$

La rappresentazione cartografica della perimetrazione preliminare delle aree a rischio di frana dovrà essere effettuata alla scala 1:25.000; la rappresentazione cartografica della perimetrazione preliminare delle aree a rischio di frana molto elevato ($R_g 4$) ed elevato ($R_g 3$) dovrà essere effettuata alla scala 1:10.000.

5.5 INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO (FASE III)(non svolta)

In relazione alle situazioni e al livello di rischio riscontrate nel corso delle attività svolte nelle

precedenti Fase I e Fase II, la fase finale dei piani dovrà:

- 1) definire eventuali programmi di interventi urgenti per la riduzione del rischio
- 2) predisporre un programma di interventi atti a mitigare il livello di rischio rilevato.

Secondo le indicazioni del DPCM 29.09.1998 in questa fase per ogni sub-bacino sono stati effettuati:

- analisi e elaborazioni anche grafiche, sufficienti ad individuare le tipologie di interventi da realizzare per la mitigazione o per la rimozione dello stato di pericolosità;
- analisi e elaborazioni anche grafiche, sufficienti a consentire l'individuazione, la programmazione e la progettazione preliminare per l'eventuale finanziamento degli interventi strutturali e non strutturali di mitigazione del rischio o per l'apposizione di vincoli definiti all'utilizzazione territoriale comprese le indicazioni delle eventuali, necessarie delocalizzazioni di insediamenti;
- indagini geologiche e geotecnica per l'acquisizione dei parametri e elementi di valenza progettuale;
- l'acquisizione dei parametri e elementi utili al monitoraggio eventuale del rischio.

Gli interventi che dovranno essere individuati saranno sostanzialmente ascrivibili alle due categorie degli interventi strutturali e non strutturali.

- **Interventi strutturali**

Si intendono opere di:

- manutenzione ordinaria e straordinaria della sezione fluviale,
- sistemazioni integrate versanti-rete idrografica;
- arginature compatibili alle necessità di smaltimento a valle;
- opere di laminazione delle piene;
- canali scolmatori;
- utilizzo di invasi esistenti per laminazione di piena;
- sistemazione dei versanti, consolidamento scarpate con specie arboree ed arbustive autoctone e secondo un criterio funzionale di rapido attecchimento, crescita e efficacia;
- regimazione delle acque di scorrimento superficiale, al fine di limitare l'infiltrazione sui pendii a rischio (rifacimento rete scolante, esecuzione di drenaggi superficiali e sotterranei);
- adozione di tecniche di coltivazione agricola che favoriscano l'instaurarsi e il mantenimento di condizioni di stabilità;
- ripristino della funzione prioritaria del bosco per la costruzione del manto vegetale;
- creazione di appositi vivai specializzati in piante autoctone arboree ed arbustive che potrebbero coprire il fabbisogno per gli interventi di forestazione e di sistemazione delle aree instabili e produrre un incremento quantitativo e qualitativo della manodopera specializzata legata i lavori forestali; corsi di formazione professionale e di aggiornamento nel campo di manutenzione e interventi di ingegneria naturalistica;
- progressiva limitazione o modifica dell'uso di tecniche di lavorazione dei terreni, (ad esempio a "rittochino", lungo le linea di massima pendenza, causa di aumento dei fenomeni di ruscellamento e di erosione superficiale, di eliminazione di terrazzi, etc.).

- **Interventi non strutturali**

Si potrà prevedere una proposta di indirizzi e direttive da introdurre, a vari livelli, negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica nonché di pianificazione di settore ed in

particolare nella pianificazione di bacino idrografico. Si intende inoltre la specifica pianificazione d'emergenza ai vari livelli (sistemi di allertamento e di allarme) e le attività di informazione e formazione culturale sui diversi tipi di rischi e sui comportamenti da assumere in caso di emergenza.

In sintesi potranno essere quindi formulati:

- indirizzi che la Regione attuerà in collaborazione con Province, Comunità Montane, Comuni e Enti per la predisposizione di normative, la redazione di linee guida alla progettazione e per la azioni di difesa, l'acquisizione di finanziamenti per progetti pilota e altro da identificare. etc.;
- direttive che la Regione attuerà in collaborazione con Province, Comunità Montane, Comuni e Enti per promuovere la predisposizione di sistemi di monitoraggio per il controllo nel tempo dell'evoluzione delle piene fluviali e dei fenomeni di dissesto, la predisposizione dei piani di allertamento, di emergenza e di protezione per le popolazioni esistenti, la disseminazione dell'informazione e la formazione a tutti i livelli, soprattutto nella popolazione scolastica.

5.6 MISURE DI SALVAGUARDIA

È compito dei redattori sub-bacino definire le misure di salvaguardia per prevenire o minimizzare il rischio di frana e di inondazione secondo le direttive del DPCM 29/09/98. Nella predisposizione delle misure di salvaguardia si dovrà tenere conto della tutela e conservazione del patrimonio ambientale e dei beni culturali.

a) Aree a rischio molto elevato ed elevato - Livello R_{4i,g} e R_{3i,g},

Per queste aree dovranno essere definite le misure di salvaguardia, ai sensi del punto 3.2 Misure di salvaguardia per rischio di frana del DPCM 29.09.1998.

In linea generale, nelle aree a rischio, con diversificazione in funzione della gravità del rischio stesso, verranno identificati gli usi del territorio in:

- privilegiati
- consentiti
- condizionati
- esclusi.

Per quanto concerne il rischio di inondazione, le misure di salvaguardia dovranno specificatamente indicare gli interventi idraulici necessari per la messa in sicurezza delle aree, tali da migliorare significativamente le condizioni di funzionalità idraulica, da non aumentare il rischio di inondazione a valle e da non pregiudicare la possibile attuazione di una sistemazione idraulica definitiva..

Per quanto concerne il rischio di frana, le misure dovranno identificare le aree nelle quali saranno consentiti esclusivamente gli interventi di demolizione senza ricostruzione; gli interventi di manutenzione ordinaria così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della legge n. 457/1978; gli interventi strettamente necessari a ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamento di destinazione d'uso che comportino aumento del carico urbanistico.

Dovranno altresì essere indicate le norme, gli strumenti ed i soggetti responsabili delle concessioni e dei controlli atti a consentire gli interventi previsti alla lettera a) e b) del punto 3.1 del citato DPCM. Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla regolamentazione delle attività estrattive di cava e agli attingimenti.

b) Aree a rischio medio e moderato - Livello R_{2i,g} e R_{1i,g}.

Nell'ambito del presente lavoro, per il significato e l'importanza che viene attribuito allo sviluppo della prevenzione e della cultura della prevenzione al fine di non generare in futuro nuove situazioni di rischio, si provvederà comunque a definire, oltre l'individuazione e la perimetrazione, le relative misure di salvaguardia. (DPCM 29.09.1998-Premesse) anche per le aree a rischio medio) e moderato da considerare "aree di attenzione".

In particolare anche per le aree a rischio in cui il grado di pericolosità è elevato ma per l'assenza, o la scarsità, di persone, cose e patrimonio ambientale, è attribuita una classe di rischio limitata (livelli 1 e 2), saranno comunque considerate, e indicate, eventuali misure di prevenzione per l'utilizzo del territorio al fine di non generare in futuro nuove situazioni di rischio.

5.7 TEMATISMI TERRITORIALI DI RIFERIMENTO PER LE ANALISI E CARTOGRAFIA FINALE DI ADEGUAMENTO

La procedura utilizzata per la definizione della instabilità potenziale dei versanti ha utilizzato una serie di tematismi derivanti dalle cartografie di analisi di base, fattorizzate attraverso valutazioni di varia natura e variato in funzione della disponibilità dei temi richiesti e dell'approfondimento necessario.

I tematismi utilizzati sono:

1. Acclività;
2. Geo-litologia;
3. Uso del suolo;

Con l'ausilio di tali informazioni rese efficaci attraverso una fattorizzazione è stata prodotta una Carta della Instabilità Potenziale dei Versanti, che è stata confrontata con le informazioni reperite negli inventari, studi e ricerche sulla franosità e i dissesti consultati.

Sono quindi stati derivati i seguenti tematismi:

1. Pericolosità da frana;

Ai fini della valutazione della compatibilità dell'utilizzo del territorio comunale di Monserrato è stata prodotta quindi una cartografia in sviluppo o somma, della pericolosità riscontrata nello studio con quella mappata dal PAI e costituente il sistema di misure di salvaguardia in attesa di una successiva ripermetrazione da operarsi in fase successiva.

5.8 CARTA DELLA INSTABILITA' POTENZIALE DEI VERSANTI

Rispondendo al Decreto Legge 11 giugno 1998 n. 180, convertito il 3 agosto 1998 nella

Legge n.267, la Regione Sardegna ha incaricato un Gruppo di Coordinamento e alcuni gruppi di singoli professionisti, perché svolgessero quanto indicato nell'Atto di Indirizzo e Coordinamento di cui al DPCM del 29 settembre 1998: ossia elaborassero il Piano di Assetto Idrogeologico [PAI., 2003] per il territorio regionale.

Tra i risultati prodotti è stata definita in maniera distinta la perimetrazione delle aree a rischio di piena e/o frana e di quelle potenzialmente pericolose. L'elaborato del PAI è nato in seguito al Decreto Legge 11 giugno 1998 n. 180, convertito il 3 agosto 1998 nella Legge n.267, per il quale la Regione Sardegna ha incaricato un Gruppo di Coordinamento e alcuni gruppi di singoli professionisti, perché svolgessero quanto indicato nell'Atto di Indirizzo e Coordinamento di cui al DPCM del 29 settembre 1998 ed elaborassero quindi il Piano di Assetto Idrogeologico [PAI., 2003].

Il PAI, pur essendo uno studio a scala regionale, è l'unico documento tecnico ufficiale recepito dalla Regione Sardegna, ma che data la scala di redazione produce la necessità di avere a disposizione una valutazione a scala di maggior dettaglio.

Ulteriori problematiche sono introdotte dalle modalità di uso del territorio, ad esempio l'uso di tecniche agronomiche inadeguate, le urbanizzazioni, l'abbandono o l'inadeguata realizzazione di sistemazioni idraulico-forestali, gli incendi boschivi, etc..

Tali fattori, in situazioni già predisposte al rischio da fattori geomorfologici, tendono ad accentuare la suscettibilità ai fenomeni di dissesto.

Al fine di operare una analitica ed estensiva valutazione della potenziale instabilità dei versanti di rilievi costituenti il territorio investigato, si è ritenuto opportuno, adottare una procedura sistematica di valutazione che contemperasse quelle messe a punto o testate in varie pubblicazioni.

In particolare è stata **considerata come esempio di riferimento la procedura testata da Ghiglieri et alii nel fascicolo 3-4 2006 della rivista Geologia tecnica & ambientale, trimestrale dell'Ordine Nazionale dei Geologi.**

Il lavoro in oggetto ha testato la procedura nel settore dei bacini idrografici del Rio Badde Manna e del Rio di Banari, compresi nel sub-bacino n. 3 Coghinas-Mannu-Temo secondo la suddivisione in 7 sub-bacini prevista dal PAI, sono state periodicamente interessate da fenomeni di instabilità, che hanno generato danni al territorio ed alle infrastrutture.

5.9 VALUTAZIONE DELLA PROPENSIONE AL DISSESTO IDROGEOLOGICO DI FRANA

L'elaborazione della carta della instabilità potenziale da frana è **costruita sulla base delle Linee Guida Pai**, considerando altresì le procedure proposte, dalla **"Guida alla realizzazione di una carta dello stabilità dei versanti"** pubblicata dalla Regione Emilia Romagna [RER, 1977], e da quanto indicato dal Servizio Geologico d'Italia nelle **"Linee guida per lo realizzazione della cartografia dello pericolosità geologica connesso ai fenomeni d'instabilità dei versanti"** [CARG, 1992]. La metodica utilizzata in nel lavoro prescelto è **altresì verificata per confronto** attraverso altre numerose ricerche [ARDAU et 01., 2002, 2003; BARBIERI & GHIGLIERI, 2003; GHIGLIERI et 01., 2004] per **essere resa maggiormente coerente con le peculiarità ambientali e territoriali della Sardegna.**

La metodica considera i principali fattori, ad influenza diretta e indiretta, che influenzano l'instabilità dei versanti. I fattori sono stati classificati in due categorie: invarianti, ovvero fissi nel tempo (litologia, morfologia e pedologia) e varianti, ovvero a rapido mutamento e modificabili dall'uomo (uso reale del suolo).

Questi sono resi omogenei e classificati attraverso l'attribuzione di "pesi" numerici, in relazione alla maggiore o minore propensione a favorire o ad ostacolare il dissesto. Nel primo caso il peso assegnato corrisponde ad un valore più basso; nel secondo caso si attribuisce un valore più alto. **Le Linee Guida Pai sono insufficienti nella fattorizzazione della estesa serie di unità geolitologiche e dell'uso del suolo o della vegetazione.**

L'attribuzione dei pesi, per le litologie ed usi non considerati dalle Linee Guida PAI, è stata una delle operazioni più delicate per la applicazione della metodica. Infatti, il modello di valutazione è corretto se i parametri considerati vengono sperimentalmente misurati e se vengono riconosciute le loro possibili interazioni.

Pur se valutata opportuna una maggiore discriminazione nelle classi di acclività, in quando maggior generatore di instabilità a pari caratteristiche geologiche e di uso del suolo, sono state utilizzate le classi di acclività suggerite dalle Linee Guida PAI.

I pesi attribuiti ad ogni fattore sono quindi sommati algebricamente per successivi incroci o sovrapposizioni (overlay) dei diversi strati informativi (pendenza, esposizione, etc.) al fine di ottenere gli elaborati finali restituiti attraverso la "Carta della Instabilità Potenziale dei Versanti" e la successiva "Carta della Pericolosità di Frana".

5.10 VALUTAZIONE DELLA PROPENSIONE POTENZIALE E REALE AL DISSESTO IDROGEOLOGICO

Lo studio e l'analisi dei fattori morfologia, litologia e pedologia, rilevati, col dettaglio della scala 1: 10.000, ha portato alla compilazione di quattro tematismi primari. I dati sono stati mantenuti in formato vettoriale e sovrapposizione mediante la procedura di overlay mapping (in ambiente ArcGIS), si è effettuata la sovrapposizione degli elaborati.

La somma aritmetica dei diversi pesi consente di ottenere una carta intermedia di zonazione, costituita da un insieme di poligoni corrispondenti a delle areole a pesi differenziati che definiamo Carta della Instabilità Potenziale dei versanti rappresentante i diversi gradi di propensione.

La interpretazione e la ripermimetrazione a seguito del controllo diretto della carta forniscono la nuova Carta della Pericolosità di Frana.

I risultati ottenuti confermano la buona attendibilità della carta finale prodotta, specie se confrontati con le informazioni relative alle aree storicamente interessate da fenomeni di dissesto.

È interessante infine sottolineare come la metodologia utilizzata si differenzi, rispetto ad altre proposte della letteratura scientifica, per il contributo apportato al modello dall'osservazione diretta dell'area in studio.

In particolare per quanto concerne l'"utilizzo del suolo": l'analisi congiunta delle classi di uso e copertura del suolo e delle "tecniche colturali" consente di evidenziare a livello di dettaglio la vulnerabilità dei sistemi agroforestali, come riscontrato per gli ambienti boscati e semi-naturali.

In questi contesti, l'indagine in loco ha consentito di verificare la funzionalità dei sistemi forestali (o pre-forestali) e quindi di pesare diversamente categorie appartenenti alla medesima classe di copertura del suolo.

5.11 ATTRIBUZIONE DEI PESI

La fase più delicata, nell'elaborazione delle carte di sintesi, costituita dall'attribuzione dei pesi ai fattori considerati in funzione dell'influenza che i fattori stessi si pensa esercitino sull'accadimento dei fenomeni di dissesto, è stata assolta con il riutilizzo delle tabelle pubblicate in tale studio, integrate in funzione delle litologie, dell'uso del suolo e dei suoli non tabellati nelle Linee Guida.

TIPO	SIGLA	UNITA	PESO_GEO_R
AA0_003	ha	Depositi antropici. Manufatti antropici. OLOCENE	1
AA2_003	bb	Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE	4
AA3_001	e5	Depositi palustri. Limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi. OLOCENE	4
AA4_001	d	Depositi eolici. Sabbie di duna ben classate. OLOCENE	2
AA5_001	g2	Depositi di spiaggia. Sabbie e ghiaie, talvolta con molluschi, etc. OLOCENE	3
AA5_002	g	Depositi di spiaggia antichi. Sabbie, arenarie, calciruditi, ghiaie. ?PLEISTOCENE SUP. - ?OLOCENE	3

Tabella Attribuzioni pesi Litologia

LAYER	TIPO USO	PESO_USO
1111	Tessuto residenziale compatto e denso	0
1112	Tessuto residenziale rado	0
1121	Tessuto residenziale rado e nucleiforme	0
1122	Fabbricati rurali	0
1211	Insedamenti industriali/artig. e comm. e sp	0
1212	Insedamenti di grandi impianti di servizi	0
1221	Reti stradali e spazi accessori	0
1222	Reti ferroviarie e spazi annessi	0
1223	Grandi impianti di concentramento e smista	0
1224	Impianti a servizio delle reti di distribuzione	0
123	Aree portuali	0
124	Aree aeroportuali ed eliporti	0
131	Aree estrattive	0
1321	Discariche	0
1322	Depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri d	0
133	Cantieri	0
141	Aree verdi urbane	0
1421	Aree ricreative e sportive	0
1422	Aree archeologiche	0
143	Cimiteri	0
2111	Seminativi in aree non irrigue	-3
2112	Prati artificiali	-3
2121	Seminativi semplici e colture orticole a pien	-3
2122	Risale	-3
2123	Vivai	-3
2124	Colture in serra	-3
221	Vigneti	-3
222	Frutteti e frutti minori	-2
223	Oliveti	-2
231	Prati stabili	-3
2411	Colture temporanee associate all'olivo	-3
2412	Colture temporanee associate al vigneto	-3
2413	Colture temporanee associate ad altre colt	-3
242	Sistemi culturali e particellari complessi	-3
243	Aree prevalentemente occupate da colture	-3
244	Aree agroforestali	-2
3111	Boschi di latifoglie	2
31121	Pioppeti, saliceti, eucalitetti ecc. Anche in fo	1
31122	Sugherete	1
31123	Castagneti da frutto	1
31124	Altro	1
3121	Bosco di conifere	1
3122	Arboricoltura con essenze forestali di conife	1
313	Boschi misti di conifere e latifoglie	1
321	Aree a pascolo naturale	-3
3221	Formazioni vegetali basse e chiuse	-4
3222	Formazioni di ripa non arboree	-4
3231	Macchia mediterranea	1
3232	Gariga	-4
3241	Aree a ricolonizzazione naturale	1
3242	Aree a ricolonizzazione artificiale	1
3311	Spiagge di ampiezza superiore a 25m	-4
3312	Aree dunali non coperte da vegetazione di a	-4
3313	Aree dunali coperte da vegetazione di ampi	-4
3314	Distese di sabbia	-4
3315	Letti di torrenti di ampiezza superiore a 25m	-4
332	Pareti rocciose e falesie	-4
333	Aree con vegetazione rada > 5% e< 40%	-4
411	Paludi interne	0
412	Torbiere	0
421	Paludi salmastre	0
422	Saline	0
423	Zone intertidali	0
5111	Fiumi, torrenti e fossi	0
5112	Canali e idrovie	0
5121	Bacini naturali	0
5122	Bacini artificiali	0
5211	Lagune, laghi e stagni costieri a produzione	0
5212	Acquaculture in lagune, laghi e stagni cost	0
522	Estuari e delta	0
5231	Aree marine a produzione ittica naturale	0
5232	Acquaculture in mare libero	0

L'analisi delle cause predisponenti i dissesti ha preso in considerazione tutti i molteplici fattori dell'instabilità quantificandoli in classi in funzione della loro importanza relativa attraverso l'attribuzione di "pesi" numerici, proporzionati al grado di pericolosità relativa, e visualizzandoli in una serie di elaborati di base.

I pesi dell'acclività sono stati conservati identicamente alle Linee Guida.

Tabella Attribuzioni pesi Uso del suolo

6 GEOLOGIA DEL TERRITORIO DI PROGETTO

L'area di riferimento è quella del territorio del Territorio di Oristano – sa Rodia - Brabau, ricadente nel bacino idrografico del sistema Cispìri – Mar'e Foghe adducente nello stagno di Cabras e Tirso, quindi al Golfo di Oristano.

Il territorio di Oristano - Brabau è sostanzialmente omogeneo e costituito dal grande sistema dei sedimenti quaternari compresi tra i corsi d'acqua del Tirso e lo stagno di Santa Giusta.

Il sistema è compreso nell'area del Campidano di Oristano e ne condivide tutte le caratteristiche.

6.1 CENNI STORICI E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

I terreni terziari e quaternari affioranti nel Campidano di Oristano, sono stati, fin dal secolo scorso, oggetto di studio da parte di numerosi Autori. Alcuni di loro si sono interessati solo del contenuto paleontologico, altri hanno dato anche interpretazioni paleogeografiche e paleoecologiche.

La Marmora (1857) considera le colline del Sinis formate da sedimenti terziari costituiti da calcari grossolani giallastri, ricoperti da lembi di lave basaltiche. Alla base del versante orientale si sviluppa la "piccola pianura" la cui superficie è modellata sul "grès quaternario". L'Autore analizza la penisola di Capo San Marco e la considera un sito importante per differenziare i sedimenti "subappennini" dal "grès quaternario". Nella falesia di NO affiorano infatti i depositi subappennini, costituiti da una marna turchina alla base, calcare a corbula al tetto, mentre nell'versante orientale affiorano i diversi strati di grès quaternario, i cui depositi basali inglobano ciottoli di basalto e frammenti di marna.



Mappa – L'area del Sinis dalla Carta del La Marmora (1857)

Tilia Zuccari (1969) sulla base delle analisi micropaleontologiche eseguite sui testimoni del sondaggio Oristano 2, perforato presso Riola nel 1962 e che raggiunse la profondità di 1700 m, ricostruisce la sequenza stratigrafica che dall'alto in basso è composta da:

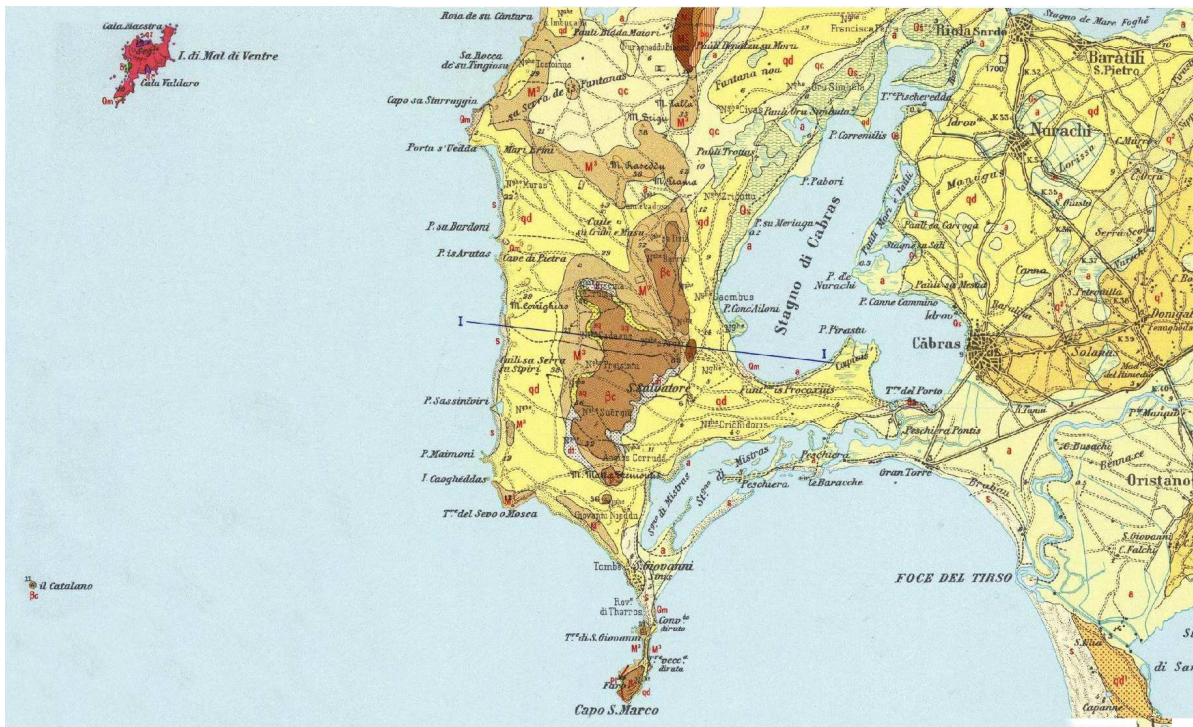
fluvio-torrentizia o lacustre. Pliocene (Formazione di Samassi), (m 310 - 370);

- marne arenacee, quarzoso-micacee, grigio scure, a Foraminiferi e Lamellibranchi. Pliocene inferiore, (m 730 - 820);

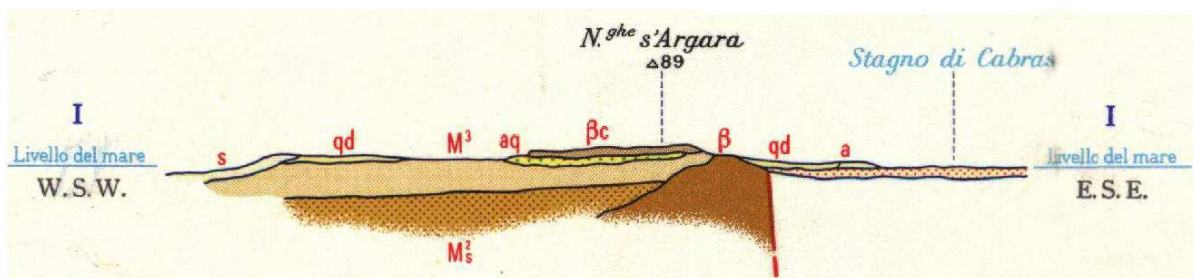
- sabbie e ciottolame di rocce cristalline paleozoiche, marne argillose e sabbie. Messiniano (?), (m 820 - 870);

- marne grigie, con intercalazioni di arenarie fini, a Foraminiferi e rari Lamellibranchi a valve assai sottili. Tortonian-Burdigaliano, (m 870 - 1430);

- marne per lo più arenacee e arenarie siltitiche grigiastre, ad intercalazioni tuffitiche, brecciolari e probabilmente laviche, bruno-verdastre, basaltico- andesitiche. Burdigaliano-Aquitano, (m 1430 - 1802).



Mappa – Carta Geologica d'Italia – Foglio 216-217 Oristano (RAS – SGI 1989)

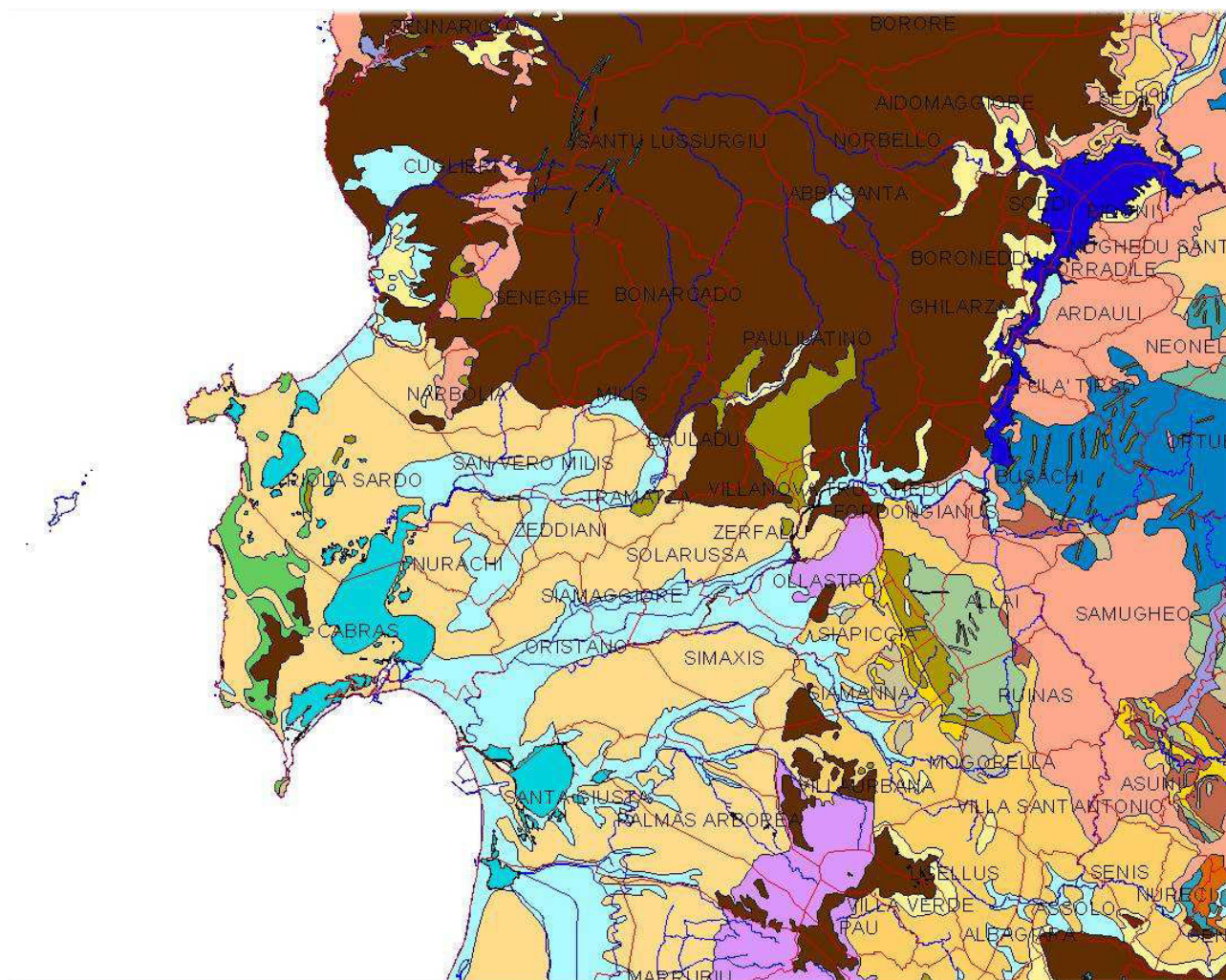


Mappa – Dalla Carta Geologica d'Italia – Foglio 216-217 Oristano (RAS – SGI 1989) la sezione II passante per il Sinis

6.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Il territorio circostante l'area di Oristano – Brabau è costituito da terreni sedimentari e vulcanici di età terziaria e quaternaria, e quindi relativamente giovani. Fa eccezione l'Isola di Mal di Ventre, costituita invece da terreni del basamento cristallino paleozoico.

La sua parte occidentale è trova affacciata alla costa del Mar di Sardegna mentre il suo settore orientale si protende verso il bacino idrografico del Tirso.



Mappa – L'area di progetto inquadrata nella geologia dell'area vasta

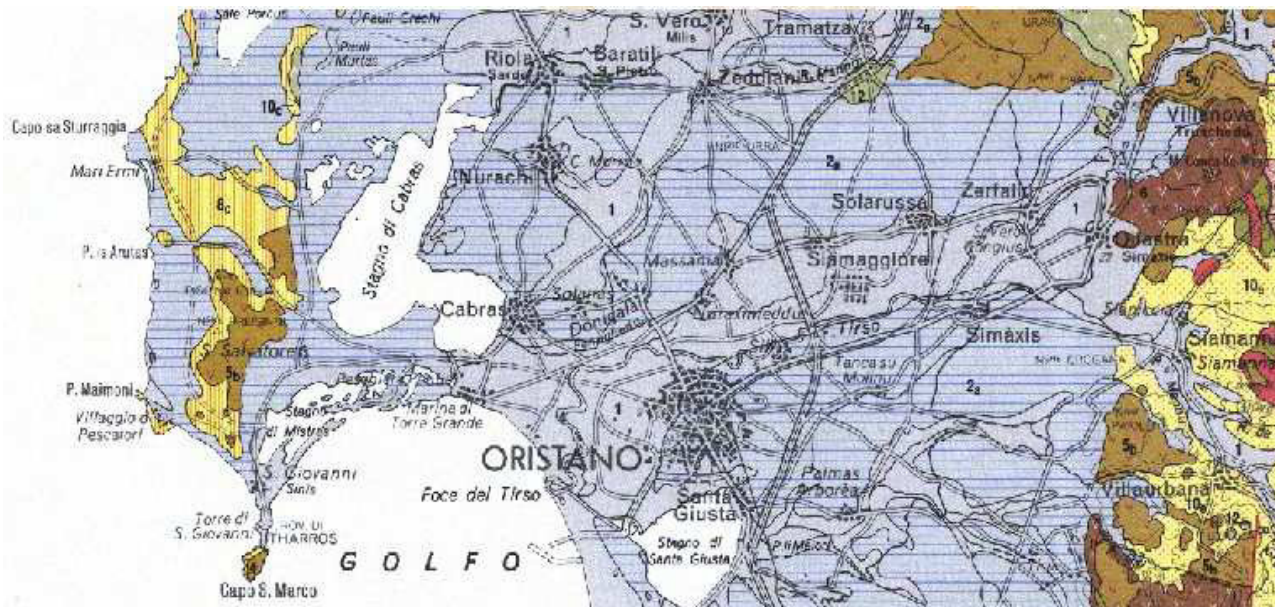
La parte orientale del territorio di Oristano – sa Rodia - Brabau occupa la piccola porzione del Campidano di Oristano compresa tra lo Stagno di Santa Giusta e lo Stagno di Cabras e costituisce l'originaria area di esondazione retro costiera del Tirso.

Il Campidano, una vasta superficie sub-pianeggiante o debolmente ondulata, modellata sui potenti depositi detritici plio-quaternari di varia origine, si estende per circa 100 km, con direzione NO-SE dal golfo di Cagliari al Golfo di Oristano, con una larghezza di circa 40 km, delimitata ad est e ad ovest da due pilastri tettonici, che nel Campidano di Oristano sono rappresentati dalla dorsale del Monte Grighine e dall'edificio vulcanico di Monte Arci, ad est, e dalla penisola del Sinis ad ovest. A nord la pianura è delimitata dal massiccio vulcanico del Montiferru.

La pianura oristanese costituisce l'estremità occidentale della fossa tettonica plio-quaternaria più nota come "graben campidanese", risultato del ringiovanimento, lungo i bordi paleozoici, delle

direttrici tettoniche, responsabili della parte mediana e meridionale della struttura oligo-miocenica, che si sviluppava dal golfo di Cagliari a quello dell'Asinara, nota come "Fossa Sarda".

La fossa oligo-miocenica è stata colmata da oltre 1.500 m di sedimenti marini quali marne, calcari, calcareniti spesso fossiliferi, alternati ad episodi vulcanici del ciclo calco-alcalino, che spesso affiorano lungo i bordi della fossa.



Mappa – L'area di progetto nella Carta Geologico-Strutturale (Carmignani et alii..)

Durante il Plio-Quaternario nel Campidano sono stati ulteriormente depositi circa 800 m fra sedimenti e vulcaniti alcaline, che poggiano sulle formazioni più antiche del ciclo sedimentario e vulcanico oligo-miocenico.

La serie sedimentaria plio-quaternaria, di spessore variabile fra qualche decina e qualche centinaia di metri, è il risultato della colmata operata da parte del fiume Tirso e dei suoi affluenti nel Pleistocene ed Olocene.

Questa successione è costituita da sedimenti continentali, per lo più appartenenti alla Formazione di Samassi, sui quali poggiano potenti depositi alluvionali, lacustri e lagunari pleistocenici, seguiti da depositi marini e lagunari flandriani-versiliani con intercalate le lave basaltiche.

I depositi marini quaternari, rappresentati da depositi di ambiente freddo, e da depositi tirreniani tipici, sono presenti nelle sole fasce costiere.

Il sottosuolo campidanese è quindi caratterizzato dall'alternarsi di strati più o meno potenti, talora lentiformi, di ghiaie ciottoloso-sabbiose, di argille, argille limose e sabbie argillo-limose, localmente sono presenti anche dei livelli torbosi, deposti a più riprese dal Tirso e dei suoi affluenti, che grande importanza hanno avuto nella formazione della piana e nel suo successivo modellamento.

I singoli orizzonti, spesso lentiformi, presentano spessori molto variabili da luogo a luogo, rendendo difficili le correlazioni stratigrafiche.

La sequenza stratigrafica del Campidano di Oristano è stata ricostruita sulla base dei risultati di due perforazioni profonde eseguite nei primi anni '60 per una ricerca di idrocarburi promossa dalla Regione Autonoma della Sardegna.

Il primo sondaggio eseguito presso Case Sassu (tra lo Stagno di S'Ena Arrubia e l'ex stagno di Sassu), raggiunse la profondità di 1802 m ed attraversò i seguenti terreni:

- Sabbie limi argillosi, con livelli di conchiglie marine e di stagno (Quaternario) da 0 a 33 m;

- Argille, limi e scarse sabbie ciottolose in facies alluvionale e palustre (Quaternario) da 33 a 94 m;
- Argille grigiastre, limi e rare sabbie in facies prevalentemente alluvionale, con resti di gasteropodi d'acqua dolce e di piante palustri (Pliocene sup.) da 94 a 304 m;
- Basalto, grigio scuro, compatto, in colate, da 304 a 310 m;
- “Formazione di Samassi”, costituita da alternanze di limi marnoso-calcarei, talora sabbiosi, conglomerati a ciottoli di marne mioceniche prevalenti, argille e marne ad abbondanti foraminiferi miocenici e pliocenici rimaneggiati, in facies fluvio-torrentizia e subordinatamente lacustre (Pliocene medio-superiore) da 310 a 730 m;
- Marne arenacee a foraminiferi e resti di molluschi marini (Pliocene inf.) da 730 a 820 m;
- Complesso sabbioso-ciottoloso, argillo-marnoso e sabbioso-marnoso sterile (Messiniano?) da 820 a 870 m;
- Alternanze di marne ed arenarie fini di ambiente di mare aperto, a foraminiferi e lamellibranchi (Tortoniano-Burdigaliano) da 870 a 1430 m;
- Marne prevalentemente arenacee ed arenarie con intercalazioni tufacee, piroclastiche e probabilmente laviche, andesitico-basaltico, talora in giacitura caotica (Burdigaliano-Aquitano) da 1430 a 1802 m.

Il secondo sondaggio eseguito nella periferia sud-occidentale dell'abitato di Riola raggiunse il 1700 m di profondità ed attraversò i seguenti terreni:

- Sabbie dunari, sabbie e limi a conchiglie marine e di stagno, ricoprenti ghiaie alluvionali prevalentemente quarzose (Quaternario) da 0 a 20 m;
- Argille e limi sabbiosi con intercalazioni ghiaiose, in facies alluvionale prevalente e palustre (Quaternario – Pliocene Sup (?)), da 20 a 218 m;
- Basalto grigio scuro, da compatto a bolloso, in colate, da 218 a 243 m;
- “Formazione di Samassi”, costituita da alternanze di marne arenaceo-calcaree, conglomerati a ciottoli di marne e arenarie mioceniche prevalenti, sabbie, argille torbose, limi, ad abbondanti foraminiferi miocenici e pliocenici rimaneggiati, in facies fluvio-torrentizia e subordinatamente lacustre (Pliocene medio-superiore) da 243 a 671 m;
- Marne argillose ed arenacee, a foraminiferi e resti di lamellibranchi marini (Pliocene inf.) da 671 a 729 m;
- Marne e sabbie talora grossolane, in facies marina e dubbitativamente continentali nella parte alta (Messiniano ? Miocene superiore-medio?) da 729 a 856 m;
- Ignimbriti, andesiti e tufi associati (Miocene inf.) da 856 a 1298 m;
- Tufiti con intercalati livelli marini ad ostree (Miocene inferiore) da 1298 a 1308 m;
- Andesiti, Ignimbriti e tufi associati, talora con filoni e vene di calcedonio (Miocene inferiore – Oligocene superiore) da 1308 a 1700 m.

I basalti plio-quaternari, omologhi a quelli di Capo Frasca, di Capo San Marco e del Sinis, si trovano nel sottosuolo, disposti a gradinata, perché ribassati da una serie di faglie, parallele ed

ortogonali alla direzione della fossa, mostrando profondità crescenti da nord verso sud e da est verso ovest.

La colata più superficiale, attraversata da numerose perforazioni per acqua effettuate poco a monte dell'abitato di Solarussa, si trova ad una profondità di alcune decine di metri, ricoperta da depositi alluvionali, e poggia a sua volta su altri sedimenti alluvionali di età precedente. Nelle perforazioni effettuate dall'AGIP, le colate basaltiche sono ribassate alla profondità di circa 218 metri presso Riola e di 304 metri presso Sassu.

Nell'Oristanese la pianura è attraversata dal tratto terminale del fiume Tirso e dei suoi affluenti, tale superficie è resa meno monotona dalla presenza di superfici terrazzate, lagune, stagni e piccole paludi. Questi corpi idrici, relitti di bracci fluviali e meandri abbandonati del Tirso e dei suoi affluenti, oggi in parte bonificati, ed i terrazzi fluviali testimoniano le modificazioni evolutive dei corsi d'acqua e della linea di costa legate a periodi di sedimentazione alternati a periodi di erosione.

L'area, oggi pressoché pianeggiante, è caratterizzata dalla presenza di terrazzi fluviali dovuti alle inondazioni dei fiumi gravitanti nell'area. Nella piana, nel settore caratterizzato dal talweg del Tirso, si riconoscono diversi ordini di terrazzi dal T0 attuale e subattuale al T3 legato agli eventi alluvionali più antichi.

Oltre che per la posizione topografica differente tali terrazzi possono essere differenziati anche per il tipo di depositi e per il tipo di suolo che su di essi si è evoluto. I terrazzi sub-attuali ed attuali si trovano nell'area di golena e sono costituiti da sabbie quarzose fini e ghiaie e ciottoli eteromorfi e poligenici, su di essi si sono evoluti dei suoli, denominati terreni di "Bennaxi", che presentano elevate potenzialità per l'uso agricolo. I terrazzi più antichi, che si sviluppano a quote più alte rispetto ai primi, sono caratterizzati da livelli di ciottoli e ghiaie poligeniche ed eterometriche, in matrice sabbio-limo-argillosa ferrettizzata, fortemente addensati. Su di essi si sono evoluti dei suoli meno fertili dei precedenti, denominati terreni di "Gregori". La piana è attraversata anche da una fitta rete di canali artificiali, realizzati dagli anni '30 fino ad oggi.

In affioramento il termine più antico dei depositi detritici quaternari è rappresentato dalle alluvioni antiche terrazzate. Questi depositi, costituiti da alternanze di livelli ciottolosi, ghiaiosi e sabbiosi, in matrice argillo-limosa, con locali lenti di argilla e di torba, caratterizzati da una elevata eterometria della frazione più grossolana, non si rinvencono in affioramento nel territorio comunale.

Seguono i depositi delle alluvioni medie, rappresentati da livelli ciottoloso-ghiaiosi, ma con una maggiore frazione sabbiosa, le così dette alluvioni rimaneggiate, formatesi evidentemente, nel Pleistocene medio e superiore, dall'erosione e successiva sedimentazione di parte dei depositi alluvionali antichi, ad opera dei fiumi presenti.

Generalmente questi depositi alluvionali sono costituiti da materiali detritici provenienti dal bacino del Tirso. Le sabbie sono di tipo quarzoso-feldspatico, ed i ciottoli e le ghiaie sono costituiti da clasti di quarziti, granitoidi e rocce cristalline del basamento paleozoico della Sardegna, estesamente diffuso in affioramento nei territori attraversati dal Tirso.

Questi depositi alluvionali, per la loro origine, presentano caratteri macroscopici molto simili a quelli delle alluvioni antiche, dalle quali derivano, pertanto i limiti fra le due formazioni non sono sempre netti e facilmente riconoscibili in campagna. L'unico aiuto per la delimitazione degli affioramenti di questa formazione è dato dalla morfologia, più uniforme, rispetto a quella dei depositi antichi.

Questi terreni, che costituiscono buona parte del territorio di Oristano - Brabaucampidanese, ne occupano il settore altimetricamente più elevato compreso tra i 4 e gli 8 m s.l.m. Essi si sviluppano con continuità dall'abitato di Cabras fino ai limiti comunali settentrionale ed orientale. A sud sono troncati in corrispondenza dell'argine destro del Tirso, dove lasciano il posto alle alluvioni recenti, e a sud-ovest dall'alveo, oggi canalizzato e rettificato, del Rio Tanui.

Localmente inglobano piccole aree depresse, vecchie paludi bonificate, dove si rinvencono invece terreni più francamente limoso-argillosi.

Nella sequenza stratigrafica seguono i depositi alluvionali ciottoloso-sabbiosi sciolti, subattuali ed attuali, che si rinvencono lungo l'alveo del Tirso, caratterizzato in questo tratto da andamento meandriforme, lungo l'alveo del Rio Tanui, e nei terreni che si sviluppano fra questi due corsi d'acqua.

Anche nel settore della foce del Tirso si rinvencono questi depositi alluvionali recenti, che nella zona più prossima alla linea di riva sfumano nelle sabbie di spiaggia e sono ricoperti dal sabbie eoliche.

Questi depositi ciottoloso-sabbiosi, decisamente sciolti, mostrano una maggiore granulometria decisamente più minuta dei depositi alluvionali medi, con prevalenza delle frazioni argillo-limose e sabbiose. Essi derivano in parte dal rimaneggiamento dei depositi più antichi, ma è consistente anche il materiale derivante dalla deposizione del carico solido delle piene del Tirso.

Nelle zone più vicine alla costa oltre agli apporti prettamente fluviali, questi depositi hanno ricevuto consistenti apporti sabbiosi di origine eolica, provenienti dalla vicina spiaggia e dal campu dunare retrostante, quello dove negli anni '50 è stata impiantata la pineta di Torregrande.

Questi depositi, interessati nel tempo da processi pedogenetici, risultano ora ricoperti da suoli vertici anche di notevole spessore, e solo in profondità si notano meglio le facies alluvionali più tipiche.

Nel settore compreso tra la strada provinciale per San Giovanni di Sinis e quella per Torregrande le alluvioni recenti, lasciano il posto ai limi palustri, che si sviluppano attorno alla Peschiera di Pontis e nel ramo residuo dello Stagno di Sa Mardini.

Depositi argillo-limosi, talvolta torbosi, di ambiente palustre prendono il posto dei depositi alluvionali lungo la sponda sinistra dello stagno di Cabras, sviluppandosi anche nel settore a nord dell'abitato dove sono presenti gli stagni di Mar'e Pauli e di Pauli e Sali. Il passaggio fra queste due formazioni è spesso graduale, altre volte è digitato.

Di colore scuro, talvolta nerastro, sono costituiti da alternanze di fanghi nerastri, limi-argillosi, argille e lenti di torba, accumulatisi nel tempo nelle aree più depresse della pianura, dove si sviluppavano aree palustri.

La formazione, da poco costipata a molle, presenta una certa frazione sabbiosa, derivante dall'erosione delle zone circostanti.

Il territorio comunale, così come il resto della Sardegna, non è classificato sismico. Anche l'attività vulcanica, presente ed importante in ere precedenti, risulta oggi del tutto assente.

I terreni descritti sono riportati nella carta geologica allegata dove non sono state differenziate tutte le facies presenti, perché spesso gli affioramenti, di dimensioni assai ridotte, non sono facilmente cartografabili. Nella descrizione che segue si cercherà di descrivere tutti gli eventi riconoscibili, soprattutto per quanto riguarda i depositi marini e quelli eolici, in quanto nel territorio di Oristano - Brabauaffiora una delle sequenze più complete della Sardegna, di età Pleistocene medio-superiore ed Olocene.

I caratteri geologici del territorio di progetto sono sintetizzati nella carta geologica allegata.

6.3 LA TETTONICA

I tempi nei quali sono avvenuti i fenomeni geologici e tettonici che hanno portato all'attuale configurazione dell'area centro-mediterranea sono misurabili in milioni di anni.

200 milioni di anni fa America, Africa ed Europa erano riunite in un unico continente (Pangea). Intorno a 180 milioni di anni fa ebbe luogo il distacco tra Africa ed America settentrionale. Questo evento, che portò all'apertura dell'Oceano Atlantico centrale, fu seguito intorno ad 80 milioni di anni fa dal distacco dell'Europa dal Nordamerica e dalla conseguente apertura dell'Atlantico settentrionale. Con il distacco dell'Europa dall'America settentrionale cominciò il moto di convergenza tra Europa ed Africa. I margini continentali di queste due placche entrarono in collisione circa 50 milioni di anni fa.

Intorno a 30 milioni di anni fa cominciò la rotazione del Blocco Sardo-Corso con il suo distacco dalla costa meridionale della Francia e l'apertura del Mediterraneo occidentale.

Successivamente, intorno ad 8 milioni di anni fa cominciò ad aprirsi il bacino tirrenico alle spalle dell'Appennino e dell'Arco Calabro che nel corso della loro formazione avanzarono progressivamente verso l'attuale Valpadana e verso gli attuali mari Adriatico e Ionio.

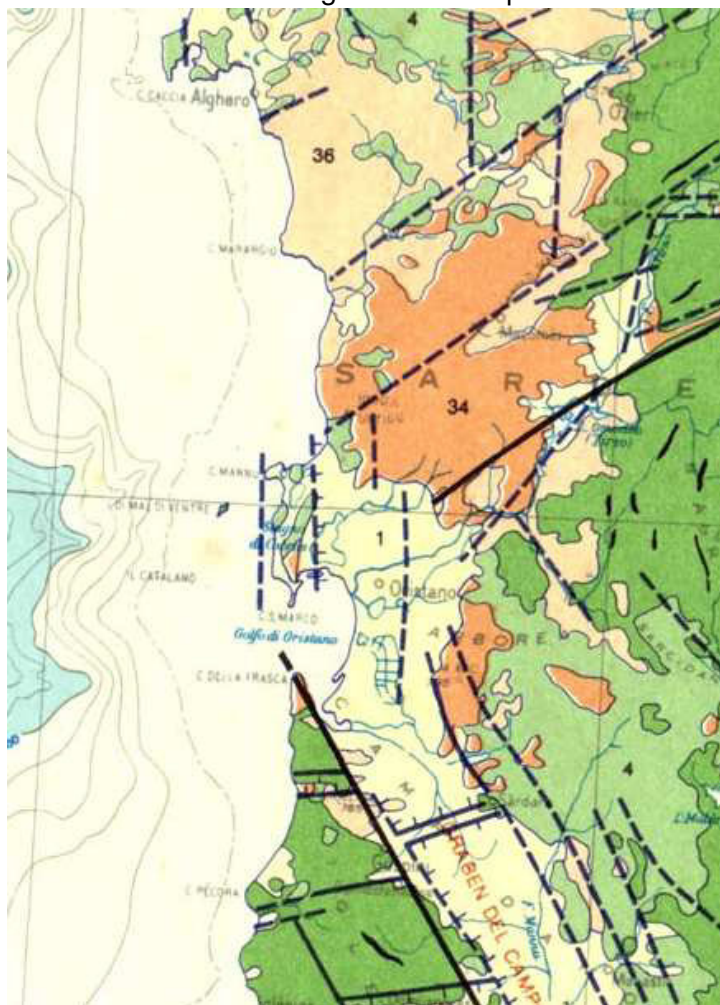
Le velocità che descrivono il moto relativo tra la placca africana e la placca europea variano da qualche centimetro per anno a frazioni di centimetro per anno. Le velocità di "scarrucolamento all'indietro" dei margini di placca nelle zone di subduzione e le velocità di apertura dei bacini post-collisionali possono essere più elevate, ma di regola non superano i 5-6 centimetri per anno nell'area centro-mediterranea.

In particolare, nel settore geologico algero-provenzale, un processo di rotazione di blocchi litosferici (sfenocasma ligure) ha portato alla formazione di nuova crosta oceanica e alla rotazione di ca. 35° in senso antiorario del blocco sardo-corso che è così passato da una posizione di continuità con l'area europeo-provenzale all'attuale posizione d'isolamento all'interno dell'area mediterranea.

Tale posizione, raggiunta nel Miocene inferiore (20 milioni di anni fa circa), da allora risulta sostanzialmente stazionaria. La Collisione continentale tra il margine sud-europeo e l'Adria ha causato in Sardegna e Corsica occidentale e meridionale estese e diffuse faglie trascorrenti con tipiche strutture sia transpressive (con tipiche flower-structures, raddoppio delle coperture mesozoiche e paleogeniche e locali sovrascorrimenti del basamento cristallino paleozoico sulle coperture stesse: ad es. Monte Albo nella Sardegna NE e P.ta Carcina nella Corsica SE) sia transtensive (con sviluppo di bacini transtensivi lungo zone di releasing delle faglie principali: ad es. bacini transtensivi dell'Anglona, di Chilivani, Ottana, ecc.).

Contemporaneamente all'azione dello sfenocasma ligure venne attivato, in fase post-collisionale, un nuovo processo di subduzione a est del blocco sardo-corso, con l'associata formazione di un arco vulcanico (vulcanismo calcalalino sardo).

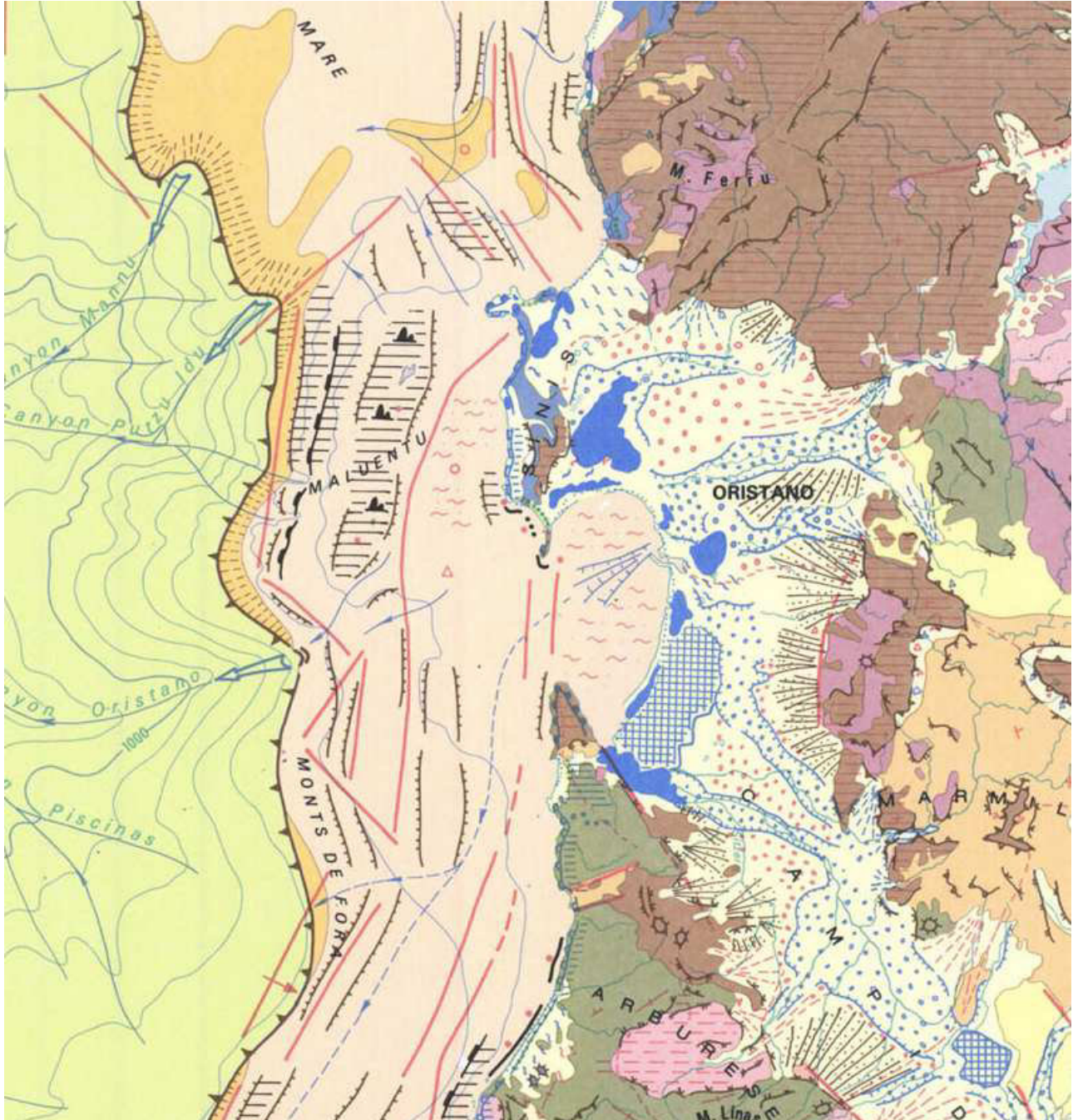
Su scala geologica le modeste velocità di movimento descritte, possono produrre sostanziali modificazioni paleogeografiche, con la creazione di oceani dove prima esistevano continenti o con la costruzione di gigantesche catene di montagne dove prima si estendevano spazi oceanici.



Mapa della tettonica del S della Sardegna (da Carmignani et alii, Mem Descr Carta Geol. Strutt. Sardegna op. cit.)

7 GEOMORFOLOGIA DEL TERRITORIO DI PROGETTO

L'assetto geomorfologico del territorio di Oristano - Brabau è dovuto all'interazione degli aspetti geostrutturali dell'area con i processi esogeni, intendendo con il termine geostrutturali: la tettonica, i processi vulcanici, i caratteri litologici, ossia le caratteristiche chimico-fisiche che condizionano la resistenza dei materiali nei confronti dei processi di demolizione (composizione, coerenza, alterabilità, resistenza, fragilità, etc.), e quelli giaciturali; e con il termine processi esogeni: alterazione, erosione, trasporto e deposizione.



Mappa - L'area del Sinis dalla Carta geomorfologica della Sardegna da Ulzega et alii

Giocano un ruolo attivo anche le condizioni climatiche, la presenza e lo stato di copertura vegetale e non ultima l'attività antropica.

Il territorio di progetto, per quanto in un primo momento possa sembrare omogeneo e monotono, mostra invece una considerevole variabilità di forme e processi morfogenetici, che creano paesaggi morfologici assai vari, di interesse didattico–scientifico e paesaggistico.

In esso si possono riconoscere due principali domini geomorfologici:

- la piana alluvionale del Tirso
- i campi dunari fossili, attuali e subattuali

Ognuna di queste aree presenta caratteri morfologici tipici molto diversi dalle altre, come conseguenza diretta della natura geostrutturale e dei processi morfogenetici in essa prevalenti.

7.1.1 La piana alluvionale del Tirso

Il settore posto alle spalle della costa è costituito dalla piana alluvionale del Tirso.

L'area è attualmente caratterizzata da una regimazione idraulica superficiale originata al momento della trasformazione fondiaria e della bonifica del settore.

Il settore esterno alla golena arginata è drenato artificialmente attraverso una idrovora che ne allontana le acque superficiali consentendone l'utilizzo agricolo.

Tutta l'area veniva originariamente inondata nel corso delle piene invernali del Tirso, in particolare prima della costruzione della Diga di Santa Chiara.

7.1.2 I campi dunari fossili ed attuali e subattuali.

I campi dunari si rinvergono quasi con continuità lungo tutta la costa occidentale.

Nel nostro caso, l'esempio è costituito rappresentato dal vasto estendimento di dune subattuali ed attuali di Torre Grande e di quelle ormai consumate dall'attività estrattiva, del Cirras.

Le dune sono di tipo longitudinale, orientate prevalentemente secondo la direzione del vento prevalente. Il cuneo di sabbie eoliche, separato dalla spiaggia dal cordone dunare di retrospiaggia raggiunge e supera la provinciale che ne margina il piede di retroduna.

Negli anni '50 per cercare di fermare l'avanzata delle sabbie eoliche nell'entroterra è stata impiantata nella zona tra la provinciale e la spiaggia una pineta artificiale.

Particolarmente significativa è inoltre l'azione morfogenetica esplicita dall'uomo. Tra i processi antropici ricadono tutte le modificazioni del rilievo dovute all'attività umana, siano esse determinate deliberatamente dall'uomo, come costruzioni, strade, laghi artificiali, o siano conseguenze morfologiche non previste di tali attività, come certi tipi di frane, dissesti, etc..

7.2 I principali processi morfogenetici

La fase morfogenetica principale responsabile dell'assetto morfologico dell'area in esame è certamente legata a fattori strutturali. Sotto questa voce si intendono le evidenze morfologiche legate sia alla natura litologica e giacitura dei diversi affioramenti sia alle deformazioni tettoniche che li hanno interessati.

Lungo tutta la fascia costiera l'azione del vento ha dato luogo a vasti campi dunari, ed alcuni di essi sono ancora attivi.

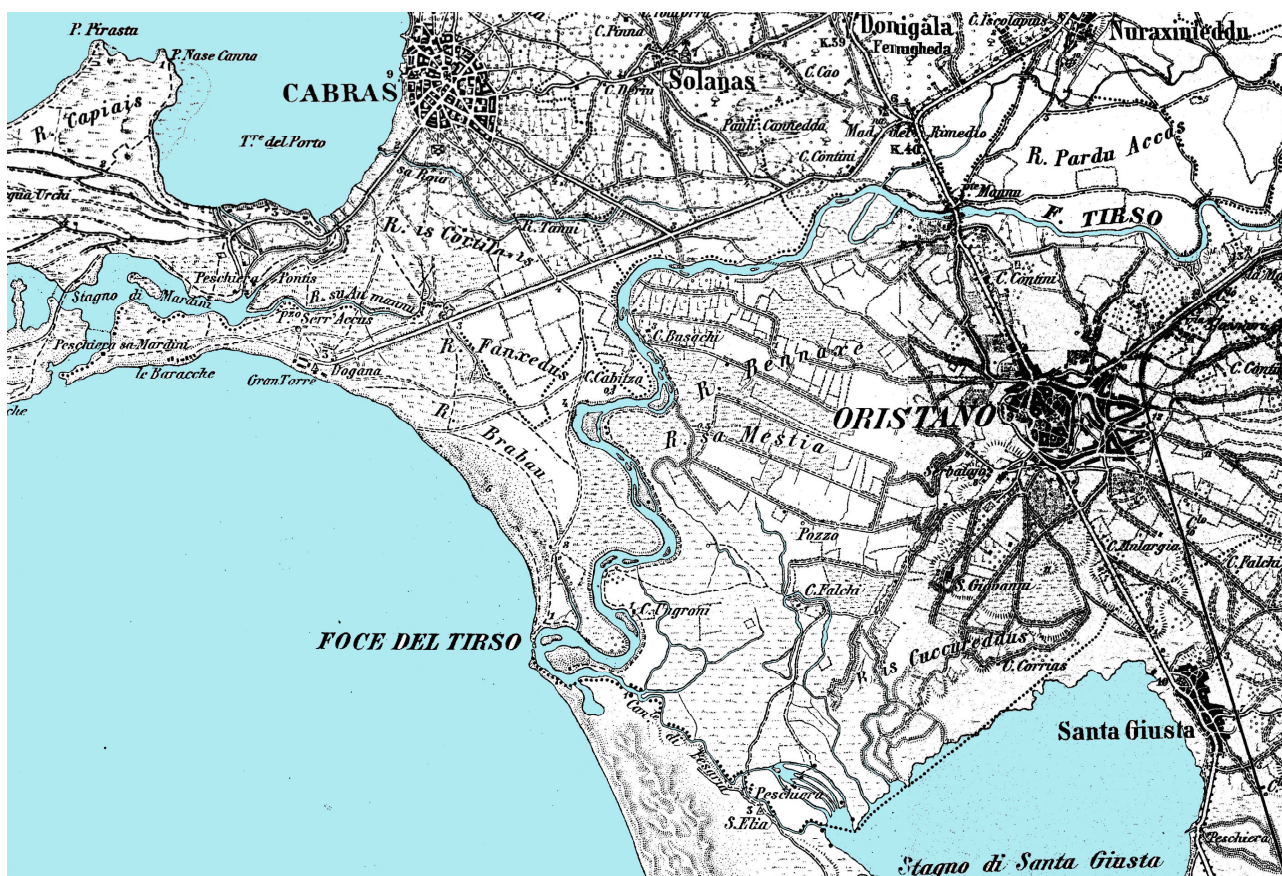
Altri, come Torregrande, sono stati rimboschiti per cercare di stabilizzare le dune.

I campi dunari non protetti dalla vegetazione subiscono frequenti modificazioni ad opera del vento.

La costa occidentale è caratterizzata da tratti alterni di costa alta e rocciosa e costa bassa e sabbiosa.

Il settore costiero che si affaccia nel golfo di Oristano, è caratterizzato, in gran parte, da una costa ad arco sabbiosa.

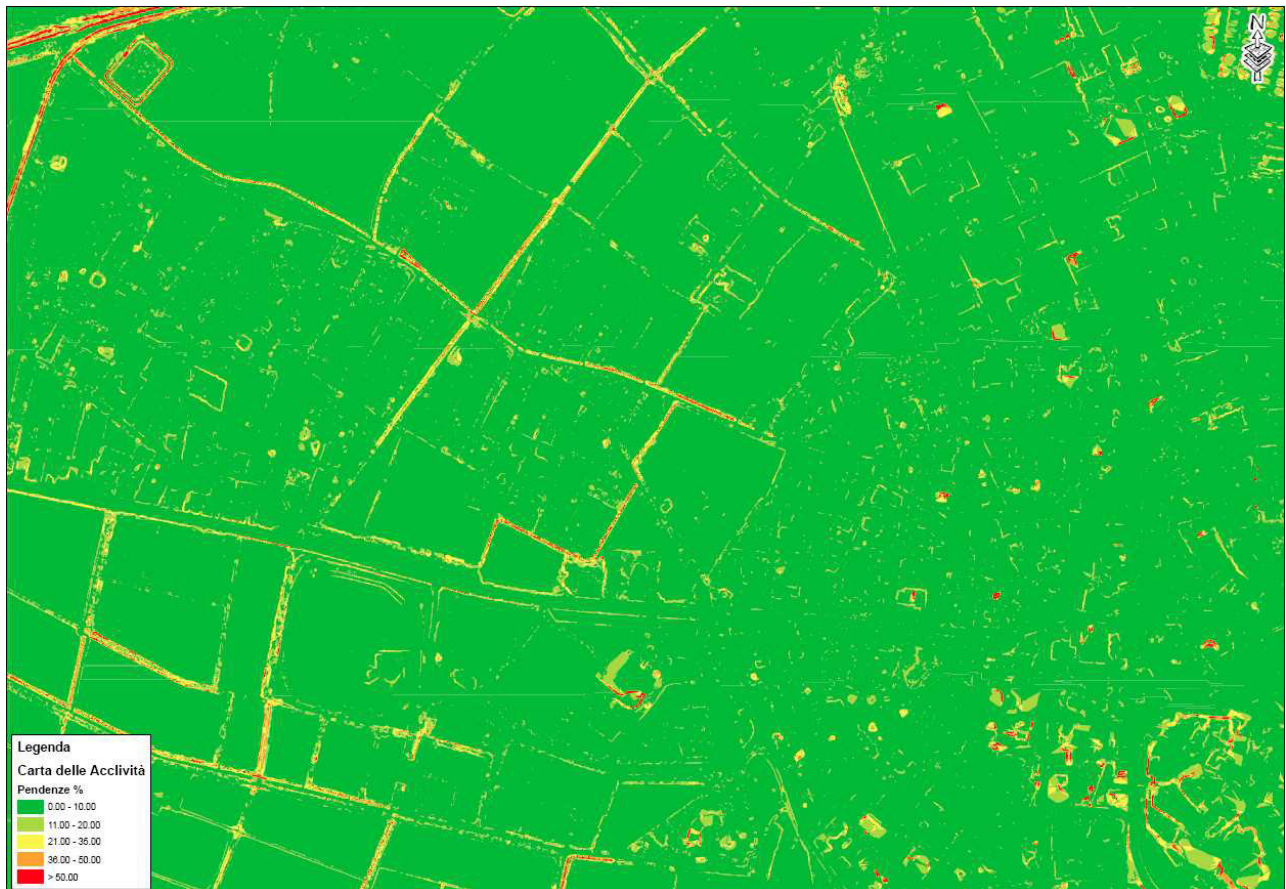
La spiaggia, comprendente anche il settore focivo del Tirso, è alimentata dagli apporti solidi del Tirso, nonostante il trasporto solido del fiume sia diminuito nel tempo per la presenza di alcune dighe di ritenuta lungo il suo corso, e sembra essere in una situazione di equilibrio. Non sono evidenti arretramenti della linea di spiaggia, forse anche per la presenza nella spiaggia sommersa di vaste praterie di posidonia che proteggono il sistema spiaggia dall'azione erosiva delle onde.



Mappa – Il reticolo idrografico tra Santa Giusta e Cabras prima delle modificazioni e arginature

Il settore di progetto è costituito dalla piana alluvionale del Tirso, oggi salvaguardata da un sistema arginale messo in opera tra le due guerre mondiali.

L'area, antecedentemente la formazione degli argini del Tirso, era correntemente soggetta a naturali inondazioni annuali che laminavano parte delle piene verso lo Stagno di Santa Giusta e quello di Cabras.



La carta delle acclività prodotta secondo le prescrizioni delle Linee Guida PAI mostra la presenza di acclività costituite dalle sole scarpe di rilevati.

Non sono presenti all'interno dell'area canali di dreno, incisi nel piano campagna con profondità e scarpe tali da costituire fonte d pericolosità di frana.

8 VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA E ADEGUAMENTO DEL PUC AL PAI

8.1 Inquadramento territoriale e normativo

Nella redazione del Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico della Regione Sardegna il bacino unico regionale è stato suddiviso in sette sub-bacini.

Si è provveduto all'individuazione degli elementi a rischio presenti sul territorio ed alla perimetrazione delle aree a pericolosità e rischio idrogeologico, nonché della definizione dei criteri di salvaguardia, insieme ad una prima programmazione delle misure di mitigazione del rischio rilevato.

La redazione del PAI, per ragioni legate alla scala di analisi a livello regionale, alla disponibilità dei dati di base su scale ridotte, nonché ai tempi previsti per l'elaborazione, non ha consentito la mappatura di tutte le aree pericolose e i dissesti potenziali o in atto presenti sul territorio

Tali aree sono state quindi individuate e perimetrate con il dettaglio proprio delle mappature di pianificazione.

Il PAI avente valore di Piano di settore, prevale sui piani e programmi di settore di livello Regionale in quanto finalizzato alla salvaguardia di persone, beni, ed attività dai pericoli e dai rischi idrogeologici (N.T.A. PAI, Art. 4, comma 4).

Le previsioni del PAI prevalgono su quelle degli altri strumenti regionali di settore con effetti sugli usi del territorio e delle risorse naturali, sulla pianificazione urbanistica provinciale, comunale, delle Comunità montane, anche di livello attuativo, nonché su qualsiasi pianificazione e programmazione territoriale insistente sulle aree di pericolosità idrogeologica (N.T.A. PAI, Art. 6, comma 2). Sono fatte salve le norme di legge o di strumenti di programmazione e di pianificazione territoriale o di settore che direttamente o indirettamente stabiliscano per aree con pericolosità idrogeologica anche potenziale prescrizioni più restrittive di quelle stabilite dal PAI (N.T.A. PAI, Art. 4, comma 14). Nel caso di sovrapposizione delle discipline del PAI e del Piano Paesaggistico Regionale per le aree a pericolosità idrogeologica si applicano quelle più restrittive (N.T.A. P.P.R., Art 44).

In ottemperanza alle Norme di Attuazione del PAI si è provveduto a riportare alla scala grafica della strumentazione urbanistica vigente i perimetri delle aree a rischio R4, R3, R2 e delle aree pericolose H4, H3, H2 e ad adeguare contestualmente le norme dello strumento urbanistico (N.T.A. PAI, Art. 4, comma 5). Le N.T.A. PAI prevedono inoltre che nell'adeguamento della Pianificazione comunale vengano delimitate le aree di significativa pericolosità idraulica non perimetrate in precedenza dal PAI (N.T.A. PAI, Art. 26).

Ove si è ritenuto che le perimetrazioni del PAI non fossero sufficientemente adeguate a descrivere i problemi di pericolosità del territorio comunale, sono state effettuati studi di maggior dettaglio redigendo analisi idrauliche e/o geologiche a livello locale.

8.2 Finalità della disciplina dell'assetto idrogeologico

La disciplina dell'assetto idrogeologico si prefigge il raggiungimento di due obiettivi:

- ☐ la messa in sicurezza delle aree già antropizzate attraverso azioni strutturali e non strutturali;
- ☐ la prevenzione del rischio attraverso norme d'uso del territorio.

Mentre la riduzione del pericolo o la mitigazione del rischio sono competenza di sponte regionale attraverso un piano programmatico di interventi.

La prevenzione è competenza sia del governo regionale attraverso regole e linee di indirizzo per l'uso del territorio sia del governo locale come attuazione delle regole generali del Piano ma, soprattutto, nella fase decisionale della pianificazione locale.

In tale ottica l'attività di indagine locale è stata operata, sia al fine di pervenire al necessario approfondimento delle problematiche sia, soprattutto, per sfruttare l'opportunità di pervenire a una conoscenza partecipata delle caratteristiche del territorio che consenta una assunzione condivisa delle decisioni.

La definizione delle aree di pericolosità ovvero di quelle aree soggette a fenomeni di dissesto quali aree esondabili o aree soggette a fenomeni franosi, è stata necessaria per fondare la pianificazione sulla base della sua zonizzazione e per la definizione della realizzazione delle necessarie opere, attività e interventi.

L'individuazione delle aree di pericolosità e degli elementi a rischio presenti sul territorio, porterà a riconoscere le aree a rischio ovvero le aree dove il realizzarsi di un fenomeno di dissesto può comportare danni, quantificabili con perdita di vite umane o di risorse del territorio.

La successiva quantificazione del danno atteso consentirà la programmazione degli interventi da realizzare per la mitigazione del rischio.

8.3 Procedura di adeguamento

In ottemperanza alle procedure di adeguamento descritte nelle Linee Guida per il Riordino delle Conoscenze e quindi al fine di rendere compatibili le trasformazioni territoriali connesse al rilascio delle concessioni e delle autorizzazioni comunali con la disciplina del PAI e il PPR, sono state redatte alla scala di pianificazione le aree di pericolosità e di rischio idrogeologico, ed adottate le norme di attuazione del PUC le prescrizioni e i vincoli per tali zone.

La perimetrazione è stata effettuata attraverso la procedura semplificata o approfondita.

In particolare, la procedura semplificata è stata adottata in alcune aree già perimetrate dal PAI dove le informazioni portate dal PAI sono state ritenute adeguate e corrette e le perimetrazioni sono state solamente assestate sulla cartografia aerofotogrammetria di dettaglio.

La procedura approfondita è stata utilizzata per la definizione della mappatura della pericolosità da frana, attraverso la produzione di una carta della instabilità potenziale dei versanti, tarata con la disponibilità di informazioni di dettaglio su eventi storici o con rilievi diretti.

8.4 Indagine storica sui fenomeni di dissesto

Nell'ambito della procedura di adeguamento del PUC al PAI è stata attivata un'analisi conoscitiva dei fenomeni di dissesto e delle condizioni di pericolosità e rischio sul territorio comunale.

L'indagine svolta è consistita nell'esame della bibliografia presente che ha consentito l'identificazione delle aree storicamente soggette a dissesto idrogeologico.

Sono state consultate numerose fonti, analizzate e sintetizzate, che vengono elencate di seguito, utilizzate per le valutazioni sulla instabilità.

In particolare, sono state consultate :

□ **Progetto Aree vulnerate Italiane (AVI) - Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR (GNDICNR), si tratta di una raccolta di dati storici di piene e frane messe a disposizione per la consultazione al sito internet www.gndci.cnr.it;**

Lo Studio sulle Aree Vulnerate Italiane (AVI), svolto dal Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR, operato per conto del CNR GNDICI, in Sardegna, dalla Geostudi descriveva fino al 1990 un significativo numero di eventi calamitosi di origine naturale talvolta suscitati, innescati o amplificati dall'attività umana.

Le schede S0 raccolte, pari a un totale di 189 per eventi di frana e 1366 per eventi meteorologici differenti, costituenti la notizia primaria dell'evento possono essere suddivise secondo le seguenti tipologie:

Le schede S0 raccolte nel corso della fase di I° livello, relativamente alle fonti cronachistiche, ammontano a 2099, mentre nella fase di II° livello sono state consultate le fonti cronachistiche (L'Unione Sarda e La Nuova Sardegna) nei periodi prossimi agli eventi meteorologici più importanti per un totale di circa 845 edizioni quotidiane.

Le notizie apportanti informazioni originali hanno consentito la redazione di ulteriori 74 schede S0.

Il totale delle S0 raccolte è stato di 2175.

Il periodo indagato con le ricerche cronachistiche va dal 01/01/1918 al 31/12/1990, mentre sono state ricevute schede rilevate dalle altre U.O. a partire dal 1906.

Le schede S1, prodotte accorpando le S0 provenienti da fonti diverse, sono relative a singoli eventi ed alla stessa data.

Le S2, costituite da diverse S1 di fonti diverse, costituiscono l'evidenza cronachistica degli eventi succedutisi tra il 01/01/1918 ed il 31/12/1990.

Le schede S3 Frane sono state compilate, come da istruzioni, raggruppando tutto il materiale inerente un evento franoso, ricorsivo o meno, arealmente definito.

Le schede S3 Piene riguardano invece un evento con un areale indefinito, cronologicamente ben delimitato.

Successivamente all'istituzione del DB, il numero di eventi è cresciuto, ed al 1998 erano registrate ben 218 frane in 180 siti e 816 piene in 243 siti.

Occorre precisare che tale statistica riguarda tutti gli eventi di cui si possiedono informazioni in qualche misura, anche se non confermati da rilievi accurati ed accertati. La vulnerabilità dell'isola nei confronti di alluvioni e frane è in sensibile aumento, specialmente a causa delle pressioni antropiche.

I dati descrivono una sardegna sostanzialmente stabile, ma con il 50% degli eventi ricorsivi ubicati in Ogliastro, Barbagia, Sarrabus-Gerrei.

La parte settentrionale dell'isola è stata interessata nell'ultimo secolo da fenomeni di dissesto idrogeologico diffusi e/o localizzati.

☐ **Progetto SCAI - Studio sui Centri Abitati Instabili – Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR G.N.D.C.I.**

L'appartenenza del sottoscritto al Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche per la Linea 2 (Eventi franosi a grande rischio, Progetto SCAI), ha incentivato lo studio verso le situazioni a rischio e l'individuazione di quelle aree soggette interessate da paleofrane nell'ambito delle provincie di appartenenza del progetto: la provincia di Sassari e la provincia di Oristano. Tale programma di ricerca ha portato a risultati di un certo interesse, presentati in sede di Conferenza alle riunioni periodiche del G.N.D.C.I. nella sede del C.N.R. a Roma. Nell'ambito di tale lavoro è stato possibile anche individuare e segnalare, per la prima volta, la presenza di deformazioni gravitative profonde in Sardegna, dove finora il fenomeno non era stato identificato. La prima segnalazione venne comunicata nell'ambito delle "Giornate di Studio sulla Morfotettonica in Italia" (Tolentino 8/9 gennaio 1991). Nel complesso, la ricerca nel settore della stabilità dei versanti ha permesso di pubblicare un certo numero di lavori alcuni dei quali dedicati direttamente alle deformazioni gravitative profonde.

☐ **Progetto Naz. M.P.I. – C.N.R. "Dinamica, dissesti e tutela delle spiagge"**

Fin dalla metà degli anni 80 è stata avviata a Sassari una linea di ricerca sulle fasce costiere successivamente confluita nel Progetto Nazionale 40% M.P.I. - C.N.R. "Dinamica, dissesti e tutela delle spiagge". In alcuni lavori le ricerche inerenti la dinamica dei litorali ed i problemi connessi hanno fatto parte di studi di maggior respiro che hanno riguardato anche

la ricostruzione geomorfologica del territorio costiero e l'evoluzione del paesaggio nelle aree costiere. In particolare, nell'area della foce del fiume Liscia è stato possibile riconoscere differenti livelli di terrazzi sommersi in un successivo lavoro sono state calcolate, per la prima volta in Sardegna, le volumetrie di masse sabbiose in movimento nel corso di circa 18 mesi grazie alle diverse mappature eseguite sul fondale ed alla loro variazione morfologica, calcolata con programmi di grafica sulla base delle differenze geometriche tridimensionali. Lo studio delle zone costiere ha, nel corso del tempo, prodotto lavori che sono stati talvolta oggetto di comunicazioni scientifiche anche a congressi internazionali riportando i dati sulla situazione delle coperture eoliche nell'arcipelago di Olbia o riferendo i dati sull'apporto del materiale detritico sulle spiagge dell'intero nord Sardegna evidenziando in tal modo sia l'importante modificazione antropica indiretta sui litorali, sia il ruolo che talvolta possiedono questi materiali nell'individuazione dei moti di deriva litoranei e l'uso che può avere una tale cartografia nell'ambito della programmazione del territorio costiero. Sono stati conclusi altri lavori inerenti l'assetto delle coste settentrionali e le condizioni di erosione nelle aree ritenute più fragili che hanno condotto alla realizzazione di lavori di interesse regionale sull'assetto costiero del nord Sardegna e dell'intera isola.

□ **Servizio Geologico Nazionale (SGN) in collaborazione con le Regioni e le Province Autonome, Progetto IFFI, Inventario dei Fenomeni Franosì in Italia, messo a disposizione nel sito dell'APAT;**

Lo studio ha censito 1.523 fenomeni e compilato le relative schede contenenti le informazioni di 1°

livello, di 2° livello e nella misura del 88 % di 3° livello.

Ad ogni frana è stato associato almeno un elemento iconografico di riferimento; nei casi di grande estensione si è provveduto a più foto, talora estratte da fotoaerea Ortofoto A.I.M.A. (1997).

□ **Le frane della Sardegna – Sebastiano Crinò – da “L'ingegnere” – Roma, 1930;**

□ **Censimenti e catalogazioni o raccolta di notizie effettuati presso Province, Comunità Montane, Comuni limitrofi;**

□ **Progetto VAPI – Valutazione delle Piene in Sardegna – Pubblicazione CNR 1418;**

□ **Memorie e testimonianze storiche di particolari eventi di piena e di frana storica.**

Le informazioni raccolte e successivamente mappate sono state verificate a campione per la verifica dello stato attuale dei luoghi che sono stati interessati da fenomeni di dissesto, l'eventuale persistere di situazioni di pericolo e la valutazione dello stato e dell'efficacia delle opere di messa in sicurezza adottate.

Il materiale informativo raccolto ha costituito la base di partenza per la conoscenza della vulnerabilità del territorio e della sua sensibilità nei confronti dei fenomeni di dissesto idrogeologico ed ha rappresentato un ulteriore supporto alla definizione delle aree di pericolosità.

8.5 Tematismi territoriali di riferimento per le analisi e cartografia finale di adeguamento

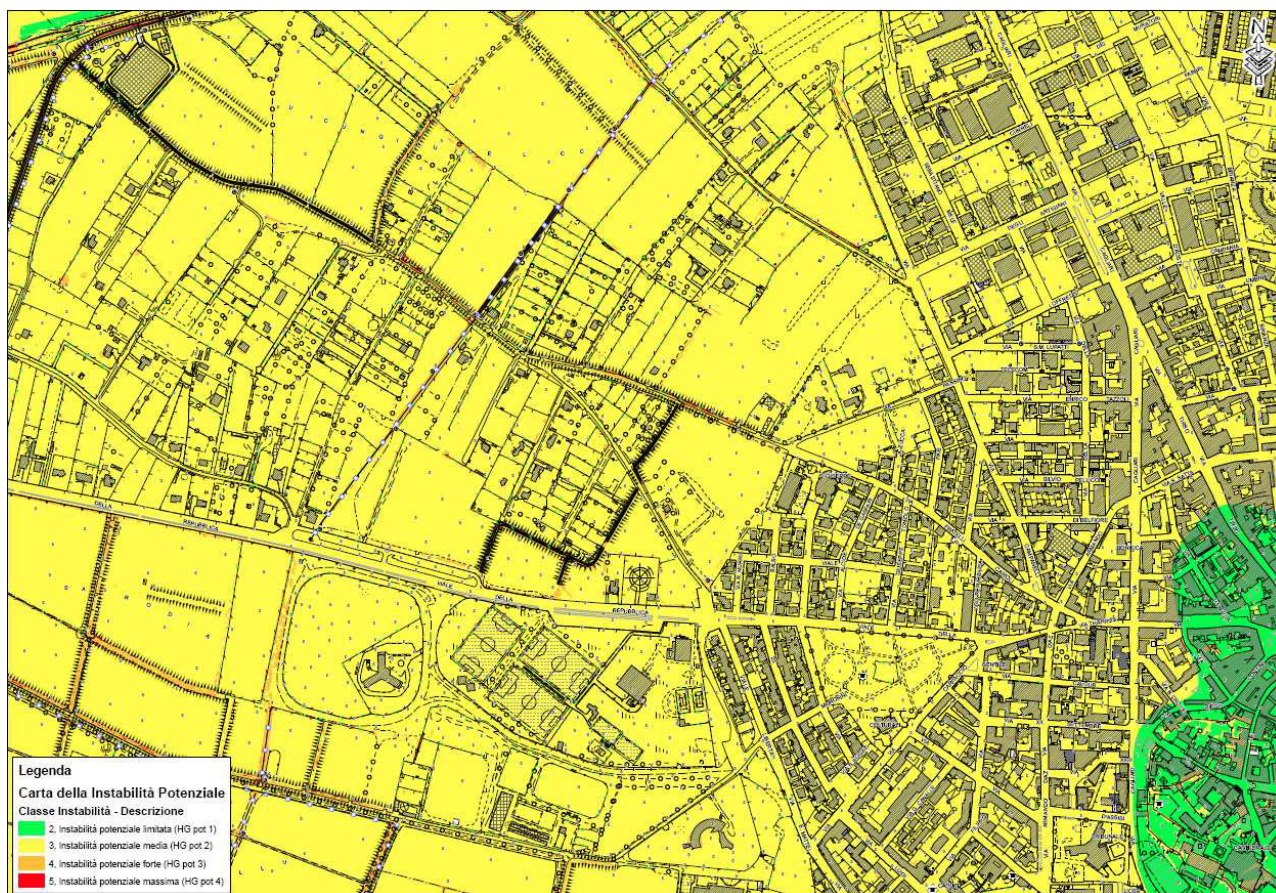
La procedura utilizzata per la definizione della instabilità potenziale dei versanti ha utilizzato una serie di tematismi derivanti dalle cartografie di analisi di base, fattorizzate attraverso valutazioni di varia natura, seguendo una metodologia pubblicata sul Notiziario dell'Ordine dei Geologi, Geologia Tecnica, e variato in funzione della disponibilità dei temi richiesti e dell'approfondimento necessario.

I tematismi utilizzati sono:

1. Acclività;
2. Geo-litologia;
3. Uso del suolo;

Con l'ausilio di tali informazioni rese efficaci attraverso una fattorizzazione è stata prodotta una Carta della Instabilità Potenziale dei Versanti, che è stata confrontata con le informazioni reperite negli inventari, studi e ricerche sulla franosità e i dissesti consultati.

9 LE AREE FRANOSE O POTENZIALMENTE FRANOSE

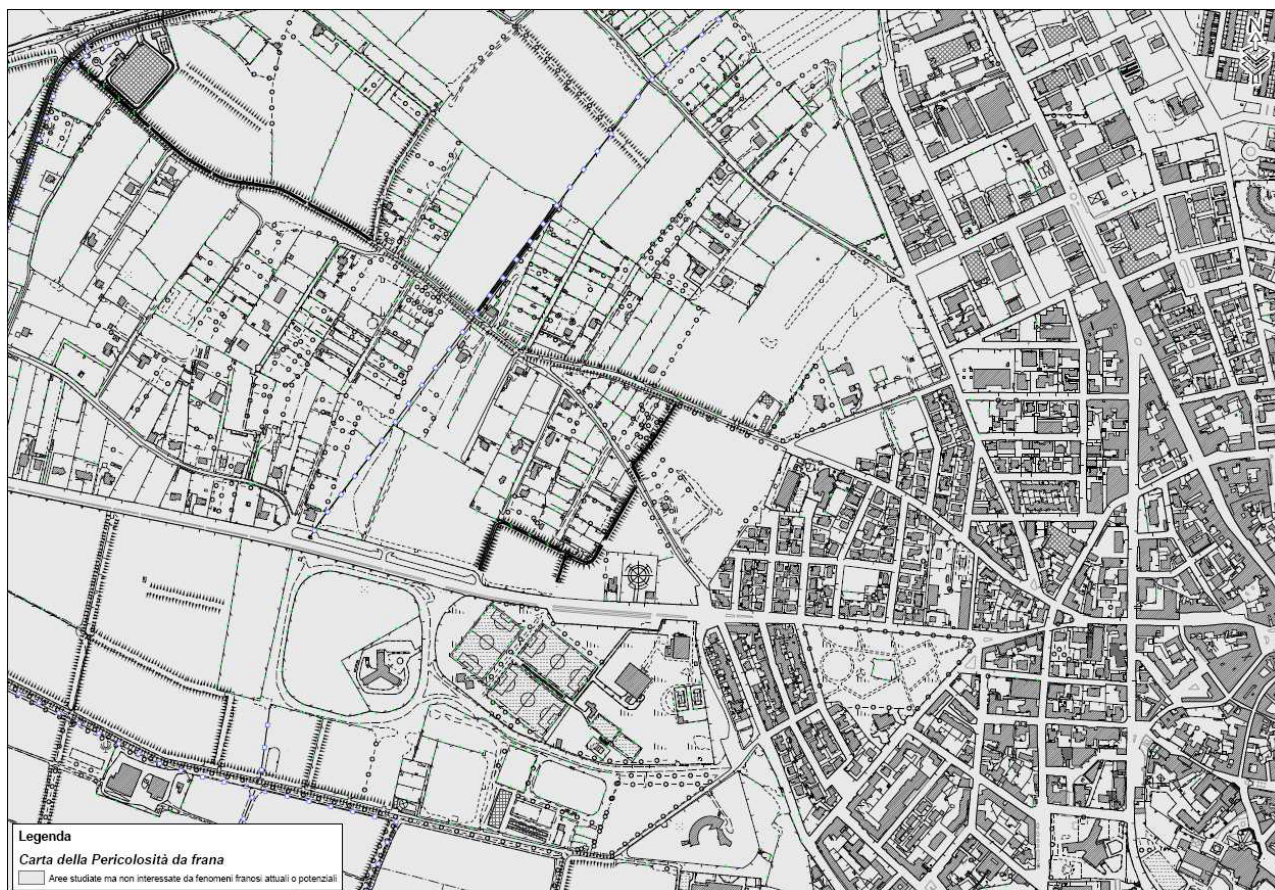


Mappa – L'instabilità potenziale dei versanti ottenuta per interazione con la metodologia PAI convertendo i valori di instabilità potenziale in pericolosità potenziale nella scala PAI.

La carta della pericolosità connessa ai fenomeni franosi costituisce una valutazione della pericolosità da frana finalizzata alla zonazione del territorio in aree suscettibili di innesco.

Per i fenomeni franosi in genere, quindi, i modelli predittivi si limitano a definire dove un determinato fenomeno è possibile che accada e con quale probabilità, senza determinare in modo esplicito i tempi di ritorno e le intensità.

Le aree individuate nella carta prodotta sono state definite di massima attraverso le metodologie illustrate e verificate con sopralluoghi.



Mappa - La carta della pericolosità reale del territorio di progetto

Il territorio di progetto, per motivi morfologici, è povero di condizioni che facilitino l'avviarsi di fenomeni di instabilità.

10 CONCLUSIONI

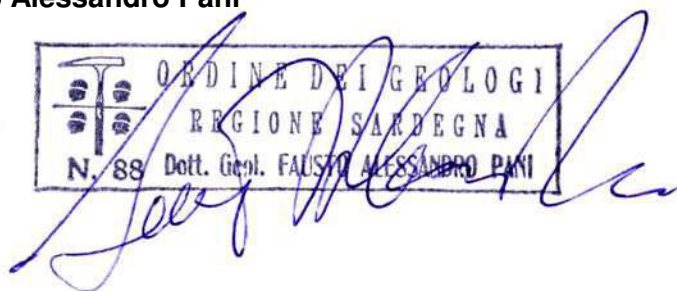
Il territorio, è mappato dal progetto AVI, dal PAI e dall'IFFI, e non è interessato in nessun modo da problematiche morfologiche.

Non sono presenti fenomeni storici o comunque anche recentemente censiti, significativi.

In particolare, non si riconoscono eventi o frane potenziali nel settore di progetto.

Il progetto è quindi compatibile con la pericolosità di frana riscontrata.

Geologo Fausto Alessandro Pani



Collaboratore:

Geologo Roberta Maria