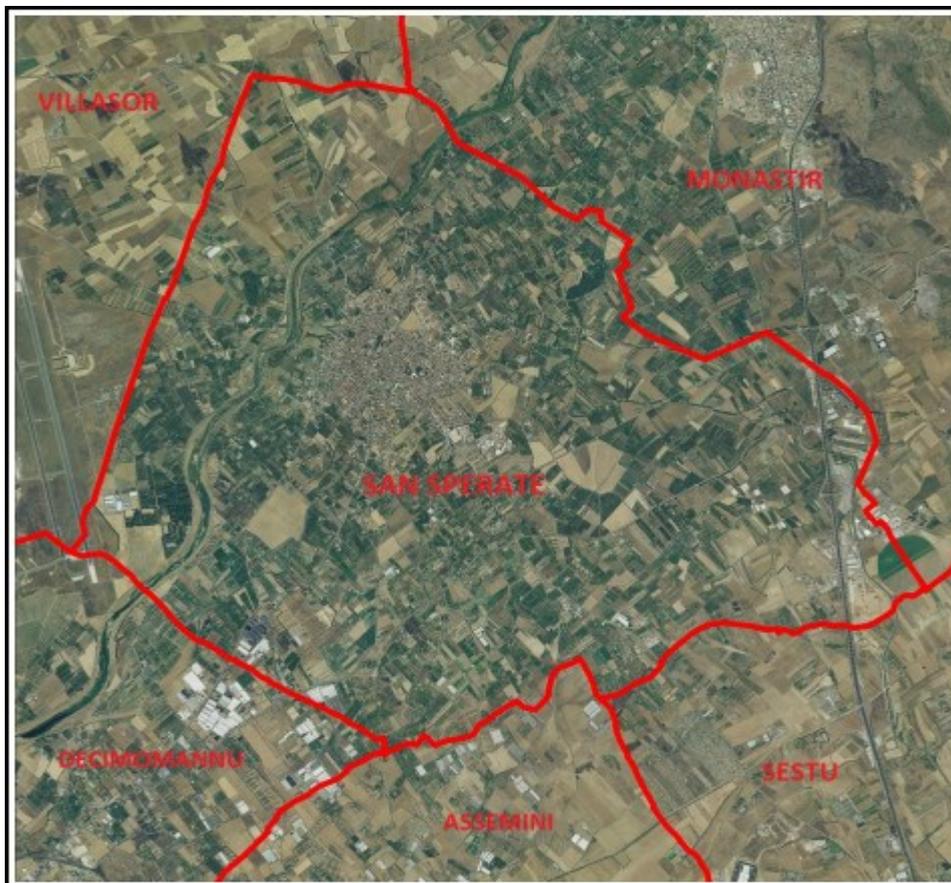


# COMUNE SAN SPERATE



## PROPOSTA DI VARIANTE AL PAI

(Art. 37 - Comma 3 lett.b NTA del P.A.I.)  
Aree a pericolosità e rischio da Frana



<b>Sindaco</b> Fabrizio Madeddu	<b>Ass. Pianificazione, Urbanistica</b> Roberto Schirru	<b>Dirigente area Tecnica</b> Ing. Stefania Mameli	
<b>RELAZIONE</b>		Elaborato:	Revisione:
		Data: Maggio 2023	
<b>Progettazione:</b> Ing. Alessandro Salis		<b>Dr. Geol. Luigi Maccioni</b>	 <b>S.I.G.E.A. S.R.L.</b> Via Cavalcanti, 1 – 09047 Selargius (CA) Tel. 335 244024 <a href="mailto:maccionisigea@gmail.com">maccionisigea@gmail.com</a>
<b>Collaboratori:</b> Dr. Geol. Stefano Demontis Ing. Manuela Maccioni			

# COMUNE DI SAN SPERATE CA)

## Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

### INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....</b>	<b>4</b>
<b>3. PERIMETRAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA.....</b>	<b>5</b>
3.1 – INTRODUZIONE .....	5
3.2 – IL CONCETTO DI RISCHIO DA FRANA .....	6
3.3 – APPROCCIO METODOLOGICO.....	7
3.4 – SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO (GIS).....	9
<b>4. PERICOLOSITÀ DA FRANA.....</b>	<b>11</b>
4.1 - INTRODUZIONE .....	11
4.2 - VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIVITÀ DA FRANA .....	12
4.2.1 – Introduzione .....	12
4.2.2 – Instabilità dei versanti.....	13
4.2.2.1 - Pendenze .....	13
4.2.2.2 – Geolitologica.....	14
4.2.2.3 - Uso del Suolo .....	16
4.2.2.4 – Carta della Instabilità dei versanti .....	17
4.2.3 – Geomorfologia.....	18
4.3 - LA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DA FRANA .....	19
4.4 – LA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA .....	21
<b>5. ELEMENTI A RISCHIO .....</b>	<b>24</b>
<b>6. RISCHIO DA FRANA.....</b>	<b>26</b>
6.1 VALUTAZIONE DEL RISCHIO .....	26
6.2 CARTA DELLE AREE A RISCHIO DA FRANA.....	27

### FIGURE

Figura 1 -Inquadramento territoriale .....	4
Figura 2 - Schema del processo logico per la definizione delle aree a rischio da frana.....	8

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

---

Figura 3 - Schema del processo logico per la realizzazione della carta della pericolosità da frana .....	12
--	----

#### TABELLE

Tabella 1: Definizione delle classi di pericolosità da frana Hg .....	11
Tabella 2 - Pesi attribuiti alle classi di pendenza. ....	14
Tabella 3 - Attribuzione dei pesi alle classi litologiche.....	15
Tabella 4 – Pesi e Classi di uso del suolo secondo il CORINE - Land Cover.....	17
Tabella 5 - Classi di instabilità potenziale.....	17
Tabella 6 - Fenomeni franosi e pesi .....	19
Tabella 7 – criteri per la determinazione delle classi di suscettività.....	20
Tabella 8 – Classi, intensità e valore della pericolosità .....	22
Tabella 9. Classificazione degli elementi a rischio e attribuzione del relativo peso. .....	25
Tabella 10 - Matrice di valutazione del rischio di frana.....	26
Tabella 11 – Descrizione delle classi di rischio di frana .....	27
Tabella 12 – Superfici delle classi di rischio .....	28

#### ALLEGATI

• Tavola 01 - Corografia	scala 1:10.000
• Tavola 02 - Carta geologica	scala 1:10.000
• Tavola 03 – Carta dell’uso del suolo	scala 1:10.000
• Tavola 04 - Carta delle pendenze	scala 1:10.000
• Tavola 05 - Carta dell’instabilità da frana	scala 1:10.000
• Tavola 06 - Carta geomorfologia	scala 1:10.000
• Tavola 07 - Carta suscettività al dissesto da frana	scala 1:10.000
• Tavola 08 - Carta della pericolosità da frana	scala 1:10.000
• Tavola 09 - Carta degli elementi a rischio	scala 1:10.000
• Tavola 10 - Carta del rischio da frana	scala 1:10.000

## **1. PREMESSA**

Il Comune di San Sperate, con deliberazione del Consiglio Comunale nr. 28 del 07/06/2021, ha adottato lo Studio di assetto idrogeologico esteso a tutto il territorio comunale di San Sperate, redatto ai sensi dell'art. 8, comma 2 delle NTA del PAI.

Successivamente ha deliberato di attivare la procedura di variante del PAI, in accordo con l'art. 37 delle Norme di Attuazione.

Le analisi e le elaborazioni per lo studio di variante sono state eseguite in conformità sia con la relazione generale del PAI, sia con le linee guida sulle attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio geomorfologico, sia con quelle predisposte a supporto delle attività di adeguamento degli strumenti urbanistici al PPR ed al PAI.

La presente relazione illustra l'approccio metodologico ed il processo logico che ha permesso di determinare e cartografare le aree a rischio di frana del territorio comunale di San Sperate.

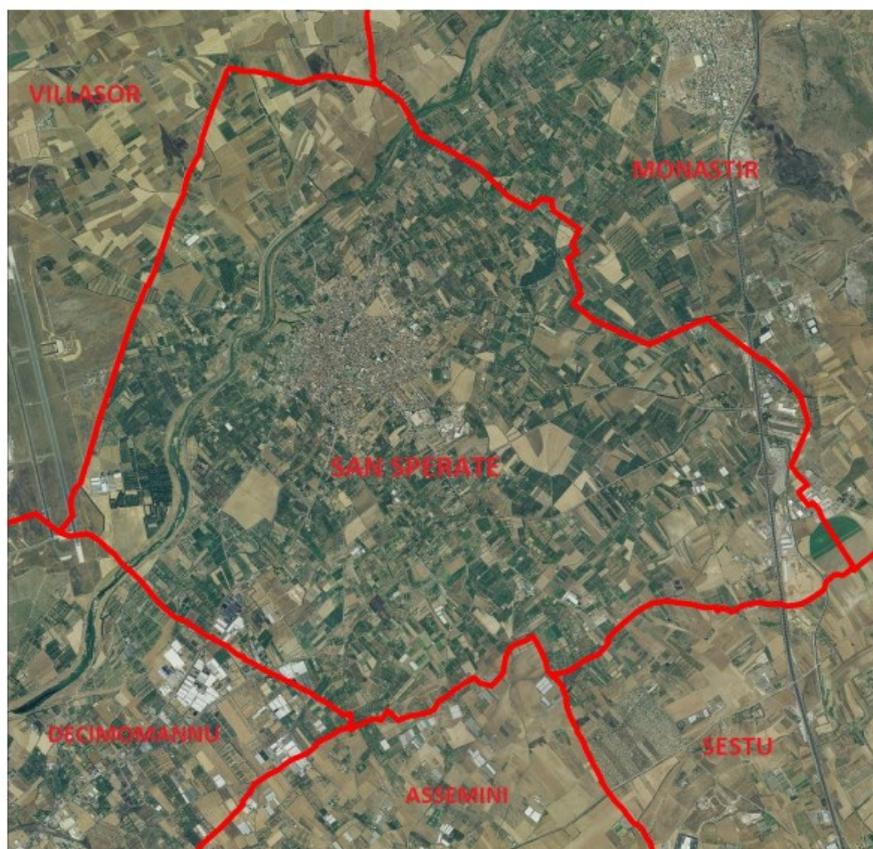
La relazione illustra dapprima il procedimento analitico attraverso il quale si è pervenuti alla individuazione e perimetrazione delle aree a pericolosità di frana.

Successivamente riferisce sui criteri di identificazione e classificazione degli elementi a rischio. Infine, espone la determinazione del rischio da frana e l'elaborazione della relativa cartografia.

Alla presente relazione sono allegati gli elaborati cartografici relativi alla pericolosità ed al rischio di frana, oltre a quelli tematici di supporto.

## **2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

Il territorio comunale di San Sperate (Provincia di Cagliari) ricade all'interno del settore sud-orientale della pianura del Campidano e ricade nella cartografia I.G.M. 1:25.000 nei Fogli n. 556 (Sezione I) e n. 557 (sezione IV), mentre nella Cartografia Tecnica Regionale 1:10.000 è ricompreso nei Fogli n. 556040, n. 557010, n. 556080 e n. 557050. Il territorio comunale si estende con forma trapezoidale per una superficie di 26,2 km<sup>2</sup> e risulta confinante con i comuni di Assemmini, Decimomannu, Villasor, Monastir e Sestu.



---

**Figura 1 -Inquadramento territoriale**

Dal punto di vista morfologico, l'intero territorio comunale si presenta uniformemente pianeggiante, solcato da due corsi d'acqua principali il Rio Mannu e il Rio Flumineddu, che scorrono da Nord-Est a Sud-Ovest.

### **3. PERIMETRAZIONE E CLASSIFICAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA**

#### **3.1 – INTRODUZIONE**

L'individuazione delle aree a rischio da frana e la loro rappresentazione nella carta del rischio, è un elaborato che scaturisce da analisi specifiche richieste nel processo di adeguamento del PUC al PPR ed al PAI.

Lo scopo della carta del rischio da frana è essenzialmente quello di individuare aree sottoposte a rischio più elevato rispetto ad altre, anche a parità di pericolosità, in dipendenza degli elementi che vi si trovano ubicati. Tramite la gradazione del rischio "R" si individuano infatti le zone in cui ad elevate criticità idrogeologiche è associata una maggiore presenza umana e, di conseguenza, si determinano le zone da difendere prioritariamente.

La carta del rischio fornisce quindi un quadro della situazione attuale del rischio da frana nell'ambito del territorio comunale e pertanto rappresenta un importante strumento, anche se non il solo, per determinare con un criterio oggettivo le misure più urgenti di prevenzione e la priorità degli interventi di mitigazione (strutturali ma anche non strutturali).

Si sottolinea infine che la carta del rischio non sostituisce le mappature del rischio previste nei piani di protezione civile, pur costituendone un supporto essenziale, in quanto non è stata elaborata ad una scala di sufficiente dettaglio, soprattutto per quanto riguarda la classificazione degli elementi a rischio. Ai piani di protezione civile a livello comunale spetta naturalmente il compito di individuare e dettagliare i singoli elementi presenti in relazione alle loro funzioni, alla loro destinazione d'uso ed alla loro specifica vulnerabilità, e soprattutto di individuare le opportune misure (non strutturali) di prevenzione e mitigazione del rischio per le diverse aree.

### 3.2 – IL CONCETTO DI RISCHIO DA FRANA

Giova richiamare la definizione del concetto di rischio da frana, inteso come rischio totale, che si basa sulla combinazione di più fattori sia di carattere tecnico (nel caso specifico di natura idrogeologica), che di tipo socio-economico, tramite la nota espressione formale del rischio (Rg):

$$Rg = Hg \times E \times V$$

dove:

**Hg**: pericolosità, intesa come la probabilità che si realizzino le condizioni di accadimento dell'evento calamitoso;

**E**: valore degli elementi a rischio, intesi come persone e beni;

**V**: vulnerabilità, intesa come la capacità degli elementi a rischio di resistere all'evento in considerazione.

Da quanto precede ne consegue che il rischio da frana deriva dall'incrocio tra la pericolosità, gli elementi a rischio costituiti dagli insediamenti, dalle attività antropiche e dal patrimonio ambientale e la vulnerabilità.

Per quanto concerne **la vulnerabilità (V)**, intesa come capacità degli elementi a rischio a resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento e quindi dal grado di perdita degli elementi a rischio, **si assume sempre il valore massimo pari all'unità conformemente a quanto indicato nella relazione generale del PAI.**

**Pertanto, il rischio di frana viene determinato sulla base della pericolosità per rapporto con gli elementi a rischio.**

L'incrocio tra le diverse classi di pericolosità e le diverse porzioni di territorio, classificate in funzione del loro uso e quindi tipologicamente come elementi a rischio, ha consentito per queste ultime l'attribuzione della specifica classe di rischio.

### **3.3 – APPROCCIO METODOLOGICO**

Per rischio si intende il valore atteso delle perdite umane, dei feriti, dei danni a proprietà e delle perturbazioni alle attività economiche dovuti ad un particolare fenomeno. Come già scritto, assunta la vulnerabilità pari all'unità, il rischio deriva dal prodotto tra la pericolosità (probabilità che un certo fenomeno di determinata intensità si verifichi in una data area in un dato periodo di tempo) per il valore dell'elemento di rischio (valore economico o numero di unità relative ad ogni elemento di rischio).

Ne consegue quindi che il percorso logico per pervenire alla perimetrazione e classificazione delle aree a rischio da frana ed alla loro rappresentazione cartografica, si basa sulla determinazione della pericolosità (*Hg*) e l'identificazione degli elementi a rischio (*E*).

Il procedimento analitico e la sequenza logica delle attività che ha portato alla realizzazione della carta delle aree a rischio da frana, è riportato nello schema in figura 2.

Si precisa che la perimetrazione delle aree a rischio da frana e la loro classificazione è rappresentata in elaborati cartografici in scala 1:10.000.

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

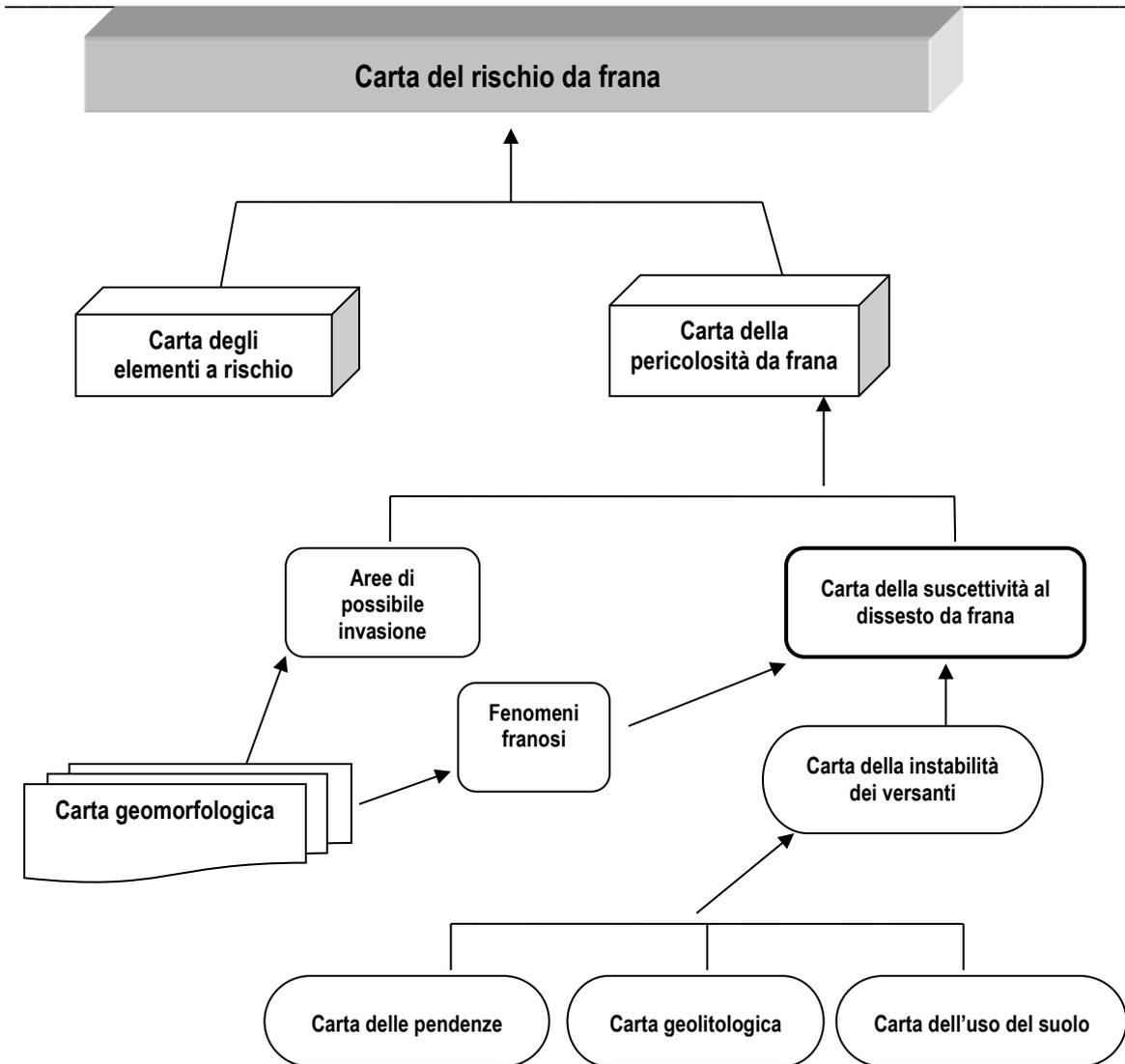


Figura 2 - Schema del processo logico per la definizione delle aree a rischio da frana.

Dallo schema rappresentato in figura 1 si evince che alla determinazione del rischio da frana si perviene attraverso il conseguimento di una sequenza logica di risultati intermedi.

Tra questi rivestono particolare rilevanza i seguenti due:

1. **Pericolosità da frana;**
2. **Elementi a rischio.**

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

---

Dallo schema si evince inoltre che:

- La pericolosità da frana scaturisce dall'incrocio delle aree di possibile invasione con quella della suscettività al dissesto da frana.
- La suscettività al dissesto da frana deriva dalla combinazione tra la carta dei fenomeni franosi con quella della instabilità potenziale dei versanti,
- La instabilità dei versanti è il risultato dell'analisi incrociata delle pendenze, geolitologia e uso del suolo.

E' opportuno precisare che i fenomeni franosi e le aree di possibile invasione, sono perimetrati nella carta geomorfologica.

### **3.4 – SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO (GIS)**

Come è noto il GIS ha la peculiarità di operare su dati geografici e descrittivi attraverso funzioni di analisi spaziale al fine di rispondere a domande sul mondo reale. Pertanto, i dati contenuti in questi sistemi sono dei modelli del mondo reale che evidenziano determinati aspetti della realtà. Il modello deve pertanto rappresentare le entità presenti nel mondo reale e le relazioni che intercorrono tra di esse.

E' importante sottolineare che i modelli sono progettati per evidenziare solo determinati aspetti della realtà: quelli utili alle nostre analisi. Il modello dati è quindi un insieme di costrutti che descrivono e rappresentano particolari aspetti del mondo reale in un computer. Il modello dati è una astrazione della realtà.

Nel caso del GIS del Comune di San Sperate per la valutazione e perimetrazione e delle aree a rischio di frana, il modello concettuale abbraccia componenti riconducibili alle risorse naturali che relative alle infrastrutture, quali, geolitologia, geomorfologia, pendenze, uso del suolo e le interrelazioni che determinano i processi di dissesto.

Il processo logico - illustrato nella figura 1 - attraverso il quale si perviene alla realizzazione della carta delle aree a rischio da frana, si è avvalso delle capacità del

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

---

GIS e in particolare della funzione di sovrapposizione di strati informativi al fine di generare conoscenza aggiuntiva rispetto a quella contenuta nei singoli strati (*overlay mapping*).

Come base topografica è stata utilizzata la Carte Tecnica Regionale Numerica (CTR) in scala 1:10.000.

Questa base è stata utilizzata come “sfondo” sui cui inquadrare i dati vettoriali relativi ai contenuti delle carte tematiche le quali, quindi, utilizzano lo stesso sistema di proiezione ed il medesimo sistema cartografico di riferimento.

Il sistema è stato sviluppato e gestito con l’ausilio di un software commerciale, attraverso la costruzione di livelli (layer) distinti per singole tipologie di informazione e georeferenziati in coordinate Gauss- Boaga.

Le informazioni geometriche e geografiche inserite nel GIS riguardano i contenuti dei seguenti tematismi:

#### **Input:**

- base topografica: CTR 1:10.000 fornito dall'Amministrazione;
- geolitologia;
- geomorfologia;
- uso del suolo;
- pendenze;
- elementi a rischio.

#### **Output**

Le operazioni di tipo spaziale eseguite su questi dati hanno permesso di pervenire ai seguenti output:

- Carta della instabilità potenziale;
- Carta della suscettività al dissesto da frana;
- Carta della pericolosità da frana;
- Carta del rischio da frana;

## 4. PERICOLOSITÀ DA FRANA

### 4.1 - INTRODUZIONE

Qui di seguito si riporta la definizione e la tabella delle classi di pericolosità tratte dalle linee guida del PAI.

*La pericolosità da frana Hg individua la possibilità dell'instaurarsi di un fenomeno franoso in un determinato punto del territorio. Contrariamente alla pericolosità idraulica non è possibile una quantificazione della frequenza d'accadimento e per tale motivo nella redazione del PAI si è assunta una suddivisione della pericolosità in quattro classi in base allo stato d'attività ed al grado d'importanza del fenomeno franoso. In quest'ottica le aree di pericolosità da frana rappresentano le aree soggette a possibili fenomeni franosi.*

Pericolosità (Hg)	
Classe	Intensità
Hg 1	Moderata
Hg 2	Media
Hg 3	Elevata
Hg 4	Molto elevata

**Tabella 1: Definizione delle classi di pericolosità da frana Hg**

In accordo con la classificazione in tabella 1, si è proceduto a identificare e perimetrare le aree di pericolosità da frana seguendo lo schema logico riportato nella seguente figura 3.

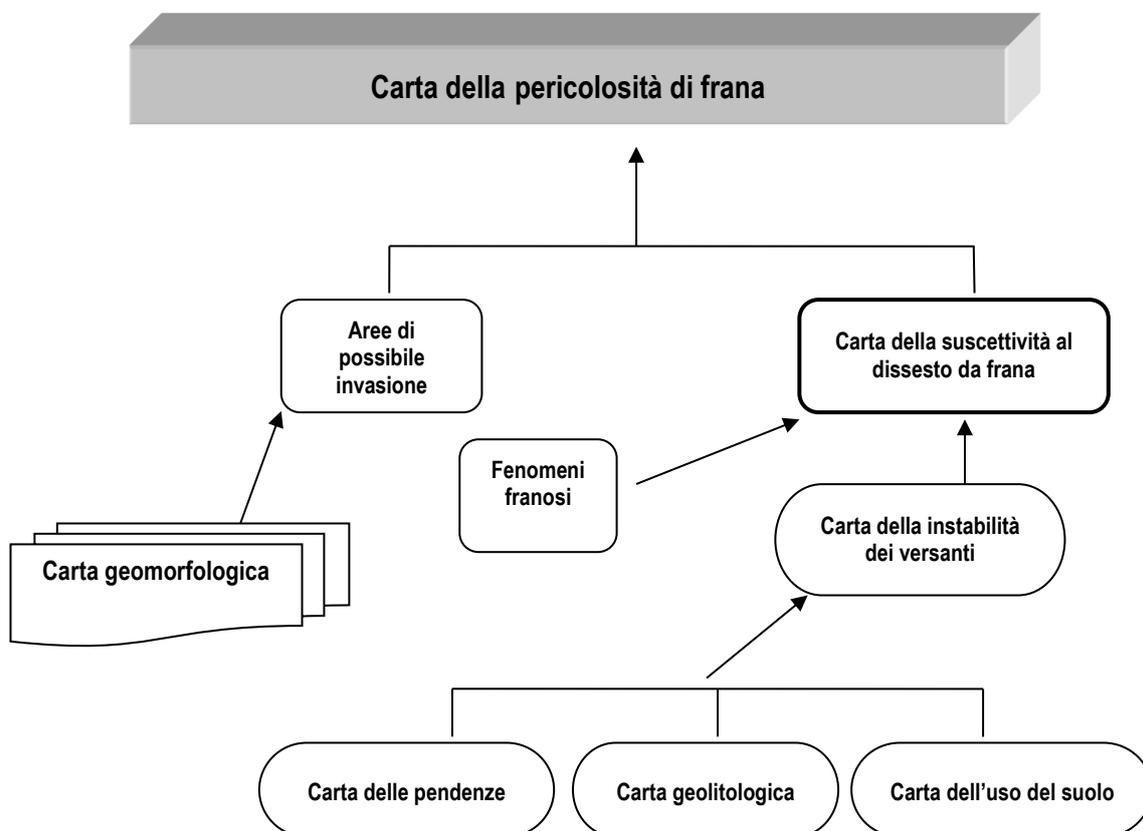


Figura 3 - Schema del processo logico per la realizzazione della carta della pericolosità da frana

## 4.2 - VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIVITA' DA FRANA

### 4.2.1 – Introduzione

Come già scritto e rappresentato nello schema in fig. 1, la valutazione della suscettività al dissesto da frana rappresenta, alla scala 1:10.000; il risultato della combinazione dei contenuti della **carta della instabilità** e della **carta geomorfologica** (sempre alla scala 1:10.000).

La carta della instabilità dei versanti, a sua volta, costituisce il risultato dell'incrocio dei seguenti tematismi:

- Carta delle Pendenze;

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

---

- Carta geolitologica;
- Carta dell'uso del suolo.

Per quanto concerne la geomorfologia, nel processo di valutazione della suscettività al dissesto da frana, rivestono particolare importanza i fenomeni franosi perimetrati nella carta in scala 1:10.000.

#### **4.2.2 – Instabilità dei versanti**

La carta della instabilità dei versanti scaturisce dall'analisi incrociata delle classi in cui sono stati suddivisi le tematiche relative a pendenze, geolitologia e uso del suolo, che qui di seguito vengono descritte.

##### **4.2.2.1 - Pendenze**

Tra le caratteristiche fisiche del territorio prese in considerazione ai fini di questo studio, l'acclività dei versanti riveste un'importanza notevole nell'area esaminata. Essa influenza fortemente i fattori determinanti l'andamento del bacino idrografico e quindi l'evoluzione geomorfologica dell'area. Un altro aspetto messo in relazione con la ripartizione delle classi di pendenza è quello relativo alla pianificazione del territorio, in quanto i valori di acclività, condizionando l'uso delle macchine agricole e l'utilizzazione irrigua dei terreni, contribuiscono a determinare la compatibilità degli usi, siano essi agricoli, forestali o altri ancora, dei terreni stessi.

In accordo con le linee guida del PPR la realizzazione della carta delle acclività è un tematismo da sviluppare partendo dai punti quotati contenuti nello strato informativo "Forme naturali del terreno e altimetria" del Database geografico della Sardegna, realizzato tramite la ristrutturazione della CTR in scala 1:10.000.

Le linee guida del PAI propongono le seguenti classi di pendenza ed i relativi pesi che sono ricompresi tra -2 e +2.

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

---

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

Tabella 2 - Pesi attribuiti alle classi di pendenza.

#### **4.2.2.2 – Geolitologica**

Da un punto di vista geologico il territorio comunale di San Sperate è caratterizzato da affioramenti di terreni riconducibili a:

- **Depositi Quaternari dell'Area Continentale**
- **Successione Sedimentaria Oligo-Miocenica**

#### **Depositi Quaternari (Olocene) dell'Area Continentale**

##### ***Depositi antropici***

**h1i:** Trattasi di un'area occupata da una discarica industriale.

##### ***Depositi alluvionali***

**ba:** depositi alluvionali del Riu Mannu e Flumineddu) costituiti prevalentemente da ghiaie da medie a grossolane.

**bb:** depositi alluvionali del Riu Mannu e Flumineddu prevalentemente sabbiosi e in subordine limi e argille.

**bc:** depositi alluvionali prevalentemente limi e argille.

##### ***Depositi alluvionali terrazzati***

**bna:** depositi alluvionali terrazzati con prevalenza di ghiaie grossolane con lenti e livelli di sabbie e ghiaie fini.

#### **Successione Sedimentaria Miocenica**

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

**GLS:** Marne Di Gesturi. Marne arenacee e siltitiche giallastre con intercalazioni di arenarie e calcareniti contenenti faune a pteropodi, molluschi, foraminiferi, nannoplancton, frammenti ittiolitici, frustoli vegetali. BURDIGALIANO SUP. - LANGHIANO MEDIO.

#### Valutazione della litologia

In accordo con lo schema di classificazione e la scala dei valori da applicare proposti nelle linee guida del PAI, nella seguente tabella 3 sono riportate le litologie rilevate nel territorio comunale di San Sperate con i pesi attribuiti.

L'attribuzione dei pesi assume valori crescenti da 1 a 10, con i valori più alti assegnati ai termini litologici più resistenti, compatti, poco alterati, mentre quelli più bassi sono assegnati ai termini più fragili e sciolti.

Si precisa che la litologia tiene conto non solo delle caratteristiche della natura dei terreni, ma anche delle caratteristiche fisico-meccaniche quali compattezza, grado di cementazione e stratificazione.

SIGLA	UNITA'	PESO
<b>h1i</b>	Depositi antropici. Discariche industriali. OLOCENE	<b>1</b>
<b>ba</b>	Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE	<b>1</b>
<b>bb</b>	Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE	<b>1</b>
<b>bc</b>	Depositi alluvionali. Limi ed argille. OLOCENE	<b>1</b>
<b>bna</b>	Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE	<b>2</b>
<b>GST</b>	MARNE DI GESTURI. Marne arenacee e siltitiche giallastre con intercalazioni di arenarie e calcareniti contenenti faune a pteropodi, molluschi, foraminiferi, nannoplancton, frammenti ittiolitici, frustoli vegetali. BURDIGALIANO SUP. - LANGHIANO MEDIO	<b>4</b>

**Tabella 3 - Attribuzione dei pesi alle classi litologiche.**

**COMUNE DI SAN SPERATE CA)****Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)****4.2.2.3 - Uso del Suolo**

Per quanto concerne l'uso del suolo, si è proceduto all'aggiornamento dell'elaborato cartografico, in scala 1:10.000, realizzato nel secondo semestre del 2009 nel processo di adeguamento del PUC al PPR. Come richiesto dalle linee guida della regione, è stato adottato lo schema di legenda CORINE - Land Cover. Nella seguente tabella 4 vengono riportate le classi di uso del suolo ed i relativi pesi.

UDS I LIVELLO		UDS II LIVELLO		UDS III LIVELLO		PESO
1	Territori modellati artificialmente	1.1	Zone urbanizzate	1.1.1	Tessuto urbano continuo	0
				1.1.2	Tessuto urbano discontinuo	0
		1.2	Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione	1.2.1	Insedimenti industriali commerciali e dei grandi impianti dei servizi pubblici e privati	0
				1.2.2	Reti ed aree infrastrutturali stradali e ferrovie	-1
				1.2.4	Aree aeroportuali ed eliporti	0
		1.3	Zone estrattive, discariche	1.3.3	Cantieri	-2
		1.4	Zone verdi non artificiali agricole	1.4.1	Aree verdi urbane	1
				1.4.2	Aree ricreative, sportive e archeologiche urbane e non urbane	0
				1.4.3	Cimiteri	0
		2	Territori agricoli	2.1	Seminativi	2.1.1
2.1.2	Seminativi in aree non irrigue					-2
2.2	Colture permanenti			2.2.1	Vigneti	-2
				2.2.2	Frutteti e frutti minori	0
				2.2.3	Oliveti	0
2.4	Zone agricole eterogenee			2.4.1	Colture temporanee associate a colture permanenti	1

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

				2.4.2	Sistemi colturali e particellari complessi	-1
				2.4.3	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	-2
3	Terreni boscati e ambienti seminaturali	3.1	Zone boscate	3.1.1	Boschi di latifoglie	2
		3.2	Associazioni vegetali arbustive erbacee e/o	3.2.2	Cespuglietti e arbusteti	1

**Tabella 4 – Pesi e Classi di uso del suolo secondo il CORINE - Land Cover.**

Preme sottolineare che nella valutazione dell'uso del suolo si è tenuto conto anche della eventuale presenza di aree percorse da incendi, quale fattore di ulteriore penalizzazione.

La verifica nel sito della Regione Sardegna ha permesso di rilevare che, nel territorio comunale di San Sperate, gli incendi non hanno interessato aree a pericolosità da frana.

#### **4.2.2.4 – Carta della Instabilità dei versanti**

La sovrapposizione dei tre tematismi e la somma dei pesi attribuiti, ha permesso di determinare la classe della instabilità potenziale di frana per mezzo della tavola di conversione riportata nella seguente tabella 5.

Somma pesi		Classe di stabilità	Descrizione instabilità
da	a		
10	12	1	Potenzialmente stabile
7	9	2	Potenzialmente bassa
4	6	3	Potenzialmente media
1	3	4	Potenzialmente elevata
-3	0	5	Potenzialmente molto elevata

**Tabella 5 - Classi di instabilità potenziale**

Sono state adottate 5 classi di instabilità potenziale, con valore crescente di gravità a partire dalla 1.

## **COMUNE DI SAN SPERATE CA)**

### **Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)**

---

La classe di maggiore instabilità è quella corrispondente a valori più bassi dei pesi, mentre un pendio stabile è rappresentato dai valori più alti (i fattori che contribuiscono hanno buone caratteristiche di tenuta).

I risultati sono riportati nell'allegato elaborato cartografico in scala 1:10.000. Dall'elaborato si evince che gran parte del territorio comunale ricade in classe di instabilità potenziale forte e, in subordine, media e molto forte.

Questo risultato non trova riscontro nella realtà ma scaturisce dalla rigida applicazione del metodo di calcolo previsto nelle Linee Guida del PAI che conduce ad una sopravvalutazione della componente geolitologica e a una sottovalutazione delle classi di pendenza laddove queste siano molto basse o nulle come nel caso del territorio di San Sperate.

In questi casi, come previsto nelle Linee Guida, nel procedimento di conversione della stessa in termini di pericolosità si dovrà attribuire all'area la classe di instabilità "prevalentemente stabile".

#### **4.2.3 – Geomorfologia**

Il territorio comunale di San Sperate ricade interamente nella pianura del Campidano ed è pertanto caratterizzato da un paesaggio pianeggiante. Trattasi di una pianura alluvionale che digrada dolcemente verso sud da quote intorno a 50 mt. s.l.m. a circa 30 mt.

##### **Processi geomorfologici**

Come ben si evince dalla carta geomorfologia nel territorio del comune di San Sperate non sono stati rilevati processi geomorfologici potenziali.

##### **Fenomeni franosi**

Si è proceduto dapprima all'analisi del PAI vigente e dei fenomeni franosi individuati nell'Inventario I.F.F.I (Inventario Fenomeni Franosi in Italia), che fornisce un esaustivo censimento della loro distribuzione nel territorio della Sardegna. Da

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

questa analisi è emerso che il PAI vigente e l'inventario I.F.F.I. **non** riportano fenomeni franosi nel territorio comunale di San Sperate.

L'assenza di fenomeni franosi è stata confermata anche dai rilievi eseguiti per la realizzazione della carta geomorfologica in scala 1:10.000, in accordo con le linee guida del PPR.

Come illustrato nella figura 1, i fenomeni franosi concorrono alla determinazione della suscettività al dissesto da frana attraverso l'incrocio con le classi di instabilità. A tal fine ai fenomeni franosi sono stati assegnati i pesi riportati nella seguente tabella 6, che ne caso di San Sperate è di 0.

<b><i>Fenomeni franosi</i></b>	<b><i>Peso</i></b>
<i>Frane attive</i>	4
<i>Frane quiescenti con alta probabilità di riattivazione</i>	3
<i>Quiescenti con bassa probabilità di riattivazione</i>	2
<i>Frane inattive</i>	1
<i>Assenza di frane</i>	0

**Tabella 6 - Fenomeni franosi e pesi**

### **Aree di possibile invasione**

In assenza di fenomeno franosi è evidente che non possono sussistere aree di possibile invasione, ovvero aree di transito e di accumulo di materiali riconducibili a dissesti in atto o potenziali.

### **4.3 - LA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DA FRANA**

In accordo con lo schema in fig. 1, la suscettività al dissesto da frana viene determinata dall'incrocio tra le classi di instabilità da frana ed i fenomeni franosi.

In tabella 7 sono riportati i criteri adottati per la determinazione delle cinque classi che esprimono la suscettività al dissesto da frana.

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

Somma Fenomeni franosi + instabilità	Descrizione	Classe di suscettività
1	Suscettività al dissesto +nulla	S 1
2	Suscettività al dissesto bassa	S 2
3	Suscettività al dissesto media	S 3
4 --6	Suscettività al dissesto elevata	S 4
>6	Suscettività al dissesto molto elevata	S 5

**Tabella 7 – criteri per la determinazione delle classi di suscettività**

Le diverse classi sono rappresentate nella carta della suscettività al dissesto da frana, la quale ha costituito uno strumento di lavoro intermedio nel processo di identificazione e perimetrazione delle aree a rischio da frana.

La carta delimita le aree caratterizzate da diverse classi di suscettività al dissesto determinate secondo il procedimento analitico descritto nei paragrafi precedenti.

Nella carta sono riportate, se presenti, sia le aree di innesco dei fenomeni franosi, che le aree di transito ed accumulo di materiali provenienti da dissesti innescatisi su aree limitrofe.

Le aree a diverso grado di suscettività al dissesto sono così definite:

**Suscettività al dissesto molto elevata (S5).** Aree caratterizzate dalla presenza di fenomeni di dissesto attivi, da fenomeni di dissesto attualmente quiescenti ma con elevata probabilità di riattivazione, a seguito della presenza di evidenze manifeste di fenomeni di dissesto potenziale o della concomitanza di più fattori con caratteristiche fortemente predisponenti al dissesto (acclività, spessori consistenti di depositi sciolti di copertura, caratteristiche strutturali del substrato roccioso, caratteristiche idrogeologiche e contrasti di permeabilità, condizioni attuali di uso del suolo, prossimità ad aree interessate da dissesti attivi o potenzialmente riattivabili).

**Suscettività al dissesto elevata (S4).** Aree caratterizzate dalla presenza di fenomeni di dissesto quiescenti e/o inattivi, da limitate evidenze di fenomeni di dissesto potenziale o dalla concomitanza di più fattori predisponenti al dissesto (acclività, spessori consistenti di depositi sciolti di copertura, caratteristiche

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

---

strutturali del substrato roccioso, caratteristiche idrogeologiche e contrasti di permeabilità, condizioni attuali di uso del suolo, prossimità ad aree interessate da dissesti attivi o potenzialmente riattivabili).

**Suscettività al dissesto media (S3).** Aree caratterizzate da scarse evidenze di fenomeni di dissesto potenziale o dalla presenza di alcuni dei fattori predisponenti al dissesto (acclività, spessori consistenti di depositi sciolti di copertura, caratteristiche strutturali del substrato roccioso, caratteristiche e contrasti di permeabilità, condizioni attuali di uso del suolo, prossimità ad aree interessate da dissesto).

**Suscettività al dissesto bassa (S2).** Aree di ambito subpianeggiante, collinare o montuoso in cui si rilevano limitatissime evidenze di dissesto in atto o potenziale, che non sono soggette agli effetti di fenomeni di dissesto presenti in aree adiacenti e nelle quali non si rilevano significativi fattori predisponenti al dissesto (acclività, spessori consistenti di depositi sciolti di copertura, caratteristiche strutturali del substrato roccioso, caratteristiche e contrasti di permeabilità, condizioni attuali di uso del suolo, prossimità ad aree interessate da dissesto).

**Suscettività al dissesto assente (S1).** Aree in cui non si rilevano evidenze di dissesto in atto o potenziale, che non sono soggette agli effetti di fenomeni di dissesto presenti in aree adiacenti e nelle quali non si rilevano fattori predisponenti al dissesto. Sono ricomprese anche le aree con pendenze inferiori al 10%.

#### **4.4 – LA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA**

La Carta della Pericolosità costituisce un elaborato di sintesi derivante dalla Carta della suscettività al dissesto da frana e da quella delle aree di possibile invasione. Questo elaborato individua, pertanto, sia le aree di potenziale innesco dei fenomeni franosi, sia le aree di transito e accumulo di materiali provenienti da dissesti innescatisi su aree limitrofe.

Ad ogni categoria di area delimitata è assimilato un corrispondente livello di pericolosità ed un valore quantitativo stimato in base alla presunta intensità del fenomeno e così classificato:

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

---

Pericolosità (Hg)		
Classe	Intensità	Valore
Hg 1	Bassa	0,25
Hg 2	Media	0,50
Hg 3	Elevata	0,75
Hg 4	Molto elevata	1

**Tabella 8 – Classi, intensità e valore della pericolosità**

Le aree a diverso grado di pericolosità sono così definite:

**Pericolosità molto elevata (Hg 4):** Aree caratterizzate dalla presenza di fenomeni di dissesto attivi, da fenomeni di dissesto attualmente quiescenti ma con elevata probabilità di riattivazione, a seguito della presenza di evidenze manifeste di fenomeni di dissesto potenziale o della concomitanza di più fattori con caratteristiche fortemente predisponenti al dissesto (acclività, spessori consistenti di depositi sciolti di copertura, caratteristiche strutturali del substrato roccioso, caratteristiche idrogeologiche e contrasti di permeabilità, condizioni attuali di uso del suolo. Comprendono inoltre settori di territorio prossimi ad aree interessate da dissesti attivi o potenzialmente riattivabili, aree di possibile transito e/o accumulo di flussi detritico-fangosi provenienti da dissesti innescatisi a monte ed incanalati lungo direttrici delimitate dalla morfologia, oltre ad aree di possibile transito e/o recapito di materiali provenienti da dissesti di diversa tipologia, innescatisi a monte ed anche non convogliati lungo direttrici delimitate dalla morfologia.

**Pericolosità elevata (Hg 3):** Aree caratterizzate dalla presenza di fenomeni di dissesto quiescenti e/o inattivi, da limitate evidenze di fenomeni di dissesto potenziale o dalla concomitanza di più fattori predisponenti al dissesto (acclività, spessori consistenti di depositi sciolti di copertura, caratteristiche strutturali del substrato roccioso, caratteristiche idrogeologiche e contrasti di permeabilità, condizioni attuali di uso del suolo), o dalla prossimità ad aree interessate da dissesti attivi o potenzialmente riattivabili.

**Pericolosità media (Hg 2):** Aree caratterizzate da scarse evidenze di fenomeni di dissesto potenziale o dalla presenza di alcuni dei fattori predisponenti al dissesto (acclività, spessori consistenti di depositi sciolti di copertura, caratteristiche strutturali del substrato roccioso, caratteristiche e contrasti di permeabilità,

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

---

condizioni attuali di uso del suolo), o dalla prossimità ad aree interessate da dissesto.

**Pericolosità bassa (Hg 1):** Aree di ambito subpianeggiante, collinare o montuoso in cui si rilevano scarse o nulle evidenze di dissesto in atto o potenziale e scarsa o nulla dipendenza dagli effetti di fenomeni di dissesto presenti in aree adiacenti e nelle quali non si rilevano significativi fattori predisponenti al dissesto (acclività, spessori consistenti di depositi sciolti di copertura, caratteristiche strutturali del substrato roccioso, caratteristiche e contrasti di permeabilità, condizioni attuali di uso del suolo).

Come si evince dall'elaborato cartografico nel territorio comunale di San Sperate non sono presenti aree di pericolosità da frana.

Fanno eccezione tre piccolissime aree suscettibili di fenomeni potenziali attribuite alla classe di pericolosità elevata Hg3.

La prima si rinviene lungo l'argine del Riu Mannu in prossimità del territorio comunale di Decimomannu, mentre la seconda area si ritrova all'altezza del km 16 in corrispondenza del rilevato stradale lungo la SS131.

## **5. ELEMENTI A RISCHIO**

Gli elementi a rischio “E”, ai sensi del DPCM 29.09.1998, sono classificati in base al danno relativo a:

- l'incolumità delle persone;
- gli agglomerati urbani comprese le zone di espansione urbanistica;
- le aree su cui insistono insediamenti produttivi, impianti tecnologici di rilievo (distributori di benzina, serbatoi di gas), in particolare quelli definiti a rischio rilevante ai sensi di legge;
- le infrastrutture a rete (reti distribuzione idrica, energetica, telefonica; reti di fognatura; reti di trasporto urbano) e le vie di comunicazione di rilevanza strategica anche a livello locale;
- il patrimonio ambientale e i beni culturali, storici, architettonici d'interesse rilevante;
- le aree sede di servizi pubblici (strutture di soccorso - ospedali, vigili del fuoco), e privati, di impianti sportivi e ricreativi, strutture ricettive e infrastrutture primarie.

La Carta degli elementi a rischio rappresenta tutti gli elementi nei quali è ipotizzabile una qualche forma di danno.

L'elaborazione della carta è stata eseguita attraverso l'analisi de seguenti elaborati:

- Cartografia IGM 1:25.000;
- Carta Tecnica Regionale-CTR 1:10.000;
- Zonizzazione PUC vigente;
- Fotografie aeree;
- Ortofoto della RAS.

Il territorio è stato classificato in base alle caratteristiche essenziali di urbanizzazione e di uso del suolo e ad ogni classe è stato attribuito un peso conformemente alla tabella XII della relazione generale del PAI e riproposta nella seguente tabella 9.

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

Classi	Elementi	Peso
E1	Aree escluse dalle definizioni E2, E3 ed E4. Zona boschiva. Zone di protezione ambientale con vincolo estensivo (p.e. vincolo Galasso). Zone falesie costiere con possibilità di frequentazione.	0.25
E2	Zona agricola generica. Infrastrutture puntuali per le telecomunicazioni. Zone di protezione ambientale con vincolo specifico ma non puntuale (p.e. parchi, riserve...).	0.50
E3	Infrastrutture pubbliche (altre infrastrutture viarie e fondo artificiale, ferrovie, oleodotti, elettrodotti, acquedotti, bacini artificiali); Zone per impianti tecnologici e discariche di R.S.U. ed assimilabili, zone di cava e zone minerarie attive e non, discariche minerarie di residui di trattamento, zona discarica per inerti; Beni naturali protetti e non, beni archeologici; Zona agricola irrigua o ad alta produttività, colture strategiche e colture protette; Specchi d'acqua con aree d'acquacoltura intensiva ed estensiva; Zona di protezione ambientale puntuale (monumenti naturali e assimilabili)	0.75
E4	Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità; nuclei rurali minori di particolare pregio; zone di completamento; zone di espansione; grandi insediamenti industriali e commerciali; servizi pubblici prevalentemente con fabbricati di rilevante interesse sociale; aree con limitata presenza di persone; aree extraurbane poco abitate; edifici sparsi; nuclei urbani non densamente popolati; aree sedi di significative attività produttive (insediamenti artigianali, industriali, commerciali minori); Zona discarica rifiuti speciali o tossico nocivi; Zona impianti industriali ad elevato rischio potenziale; Aree di intensa frequentazione turistica (zone residenziali estive, alberghiere; zone campeggi e villaggi turistici, spiagge e siti balneari, centri visita etc.); Beni architettonici, storici e artistici; Infrastrutture pubbliche strategiche (strade statali); Porti vari, aeroporti, stazioni.	1.00

**Tabella 9. Classificazione degli elementi a rischio e attribuzione del relativo peso.**

Questo elaborato permette di individuare aree sottoposte a rischio più elevato rispetto ad altre, anche a parità di pericolosità, in dipendenza degli elementi che vi si trovano ubicati. Tramite la gradazione del rischio si individuano infatti le zone in cui ad elevate criticità idrogeologiche è associata una maggiore presenza umana e, di conseguenza, si determinano le zone da difendere prioritariamente.

## 6. RISCHIO DA FRANA

### 6.1 VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Le condizioni di rischio sono state valutate in base al danno che scaturisce dalla quantificazione della possibile perdita di vite umane, dalla compromissione del sistema fisico e dalla distruzione delle attività produttive, del patrimonio storico-architettonico, del paesaggio naturale, con un bilancio socio-economico ed ambientale negativo.

Giova qui richiamare la nota espressione formale del rischio (**Rg**):

$$Rg = Hg \times E \times V$$

Assunto che la **Vulnerabilità abbia un valore pari all'unità**, si ha che i diversi gradi di rischio sono determinati attraverso una matrice nella quale si sono posti in relazione le classi di pericolosità (Hg) con le classi degli elementi a rischio(E), così come desunte dalla Carta degli insediamenti, delle attività antropiche e del patrimonio ambientale.

I diversi gradi di rischio si sono determinati attraverso una matrice nella quale si sono posti in relazione le classi di pericolosità (susceitività) con le classi degli elementi a rischio, così come desunte dalla Carta degli insediamenti, delle attività antropiche e del patrimonio ambientale.

L'attribuzione della classe di rischio è stata effettuata utilizzando la seguente matrice:

	Hg 1	Hg 2	Hg 3	Hg 4
E1	Rg1	Rg1	Rg1	Rg1
E2	Rg1	Rg1	Rg2	Rg2
E3	Rg1	Rg2	Rg3	Rg3
E4	Rg1	Rg2	Rg3	Rg4

**Tabella 10 - Matrice di valutazione del rischio di frana**

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

Le aree sono state pertanto classificate secondo quattro livelli di rischio, in funzione sia del fattore di pericolo intrinseco dell'evento naturale, che in relazione all'uso del territorio e quindi alla presenza degli elementi di valore.

Nella seguente tabella 11 è riportata la descrizione delle 4 classi di rischio:

Rischio di frana		Descrizione degli effetti
classe	intensità	
Rg 1	Moderato	danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
Rg 2	Medio	sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano tuttavia l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
Rg 3	Elevato	sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione della funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
Rg 4	Molto elevato	sono possibili perdite di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale e la distruzione delle attività socio-economiche

**Tabella 11 – Descrizione delle classi di rischio di frana**

Come già scritto, il procedimento analitico che ha portato alla determinazione e perimetrazione delle aree a rischio di frana, è stato sviluppato in automatico sovrapponendo, nell'ambito del GIS, la Carta della suscettività di frana e delle aree di possibile invasione con la Carta degli elementi a rischio.

Il metodo è stato applicato in modo più qualitativo che quantitativo. Non è stato cioè individuato il valore degli elementi a rischio in termini quantitativi né la specifica vulnerabilità dei singoli elementi, ma si è fornita una valutazione più globale e qualitativa che consente di individuare i fattori essenziali attraverso una procedura semplificata che ne permette una gradazione in classi.

## **6.2 CARTA DELLE AREE A RISCHIO DA FRANA**

La perimetrazione delle aree a rischio è riportata nella "Carta delle aree a rischio da frana", elaborata e restituita in scala 1:10.000.

La carta del rischio fornisce un quadro della situazione attuale del rischio da frana

## COMUNE DI SAN SPERATE CA)

### Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)

nel territorio comunale e rappresenta un importante strumento, anche se non il solo, per determinare, eventualmente, con un criterio oggettivo le misure più urgenti di prevenzione e la priorità degli interventi di mitigazione (strutturali ma anche non strutturali).

La carta costituisce pertanto la base conoscitiva sulla quale predisporre un piano di gestione del rischio individuando le priorità di intervento e la messa a punto delle strategie di mitigazione del rischio.

Nella fase di pianificazione degli interventi si dovranno comunque valutare anche considerazioni di carattere più ampio della sola sovrapposizione delle carte di pericolosità con la carta degli elementi a rischio. Benché infatti la carta del rischio individui le aree con un maggiore carico insediativo o valore economico, che ricadono in classi di alta pericolosità, non è detto che le criticità si limitino a quelle a più alto rischio evidenziate nella carta, né che la soluzione dello specifico problema debba vedersi esclusivamente come un intervento localizzato.

Nella seguente tabella 12 sono riportate le superfici occupate dalle singole classi di rischio e la percentuale per rapporto all'area totale del territorio comunale di 2620 ettari.

<b>Rischio (Rg)</b>		
Classe	Superficie ha	%
Rg 1	1,97	0,07
Rg 2	0	0
Rg 3	1,30	0,05
Rg 4	0	0
Totale	3,27	0,12

**Tabella 12 – Superfici delle classi di rischio**

Dalla tabella si evince che solamente lo 0,12% del territorio comunale è interessato dal rischio da frana.

## **COMUNE DI SAN SPERATE CA)**

### **Studio di Variante al PAI (art. 37 N.A.)**

---

Come si evince dall'elaborato cartografico trattasi di tre piccolissime. La prima, di classe Rg1, si rinviene lungo l'argine del Riu Mannu in prossimità del territorio comunale di Decimomannu.

La seconda area, di classe Rg3, interessa i fianchi del rilevato stradale lungo la SS131 all'altezza del km 16, la cui manutenzione al fine di assicurare la stabilità è assicurata dall'organo competente.

Di fatto il territorio del comunale di San Sperate non presenta situazioni di rischio da frana che richiedono la predisposizione ed esecuzione di interventi di mitigazione o rimozione dello stato di rischio.

Comunque, permane la raccomandazione di un costante monitoraggio delle aree a rischio e la periodica manutenzione al fine di prevenire l'attivazione dei processi suscettibili di generare i rischi.