

COMUNE DI SARROCH

PIANO URBANISTICO COMUNALE

LEGGE REGIONALE DEL 22.12.1989 N. 45

A5

ADEGUAMENTO AL P.P.R. E AL PAI

STUDIO GEOLOGICO - IDROGEOLOGICO
GEOLOGICO TECNICO - ADEGUAMENTO AL PAI

MARZO 2011

Gruppo di lavoro:

Ing. Raffaele Sundas Progettista

Ing. Roberto Bordicchia consulente per la progettazione urbanistica- VAS

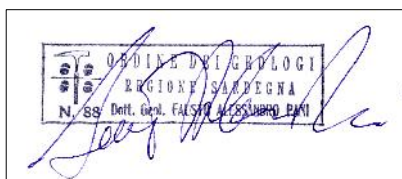
dott. Fausto Pani Geologo - VAS

dott. Roberta Sanna - Geologo

dott. Paolo Callioni - Agronomo

Arch. Mario Bordicchia Beni architettonici

dott. Fabio Nieddu Archeologo





COMUNE DI SARROCH
Provincia di Cagliari

PIANO URBANISTICO COMUNALE
IN ADEGUAMENTO AL PPR

Sistema geologico, idrogeologico, paesaggio, ambiente e sostenibilità

Fausto Alessandro Pani - Geologo
Roberta Maria Sanna Geologo



INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	4
2.	FASE DI RIORDINO DELLE CONOSCENZE	5
2.1	L'ARCHIVIO CARTOGRAFICO E I METADATI	5
2.2	TEMATISMI DI BASE	5
2.3	TEMATISMI DERIVATI E CARTOGRAFIE DI PROGETTO/PIANIFICAZIONE	6
3.	QUADRO ABIOTICO DEL TERRITORIO DI SARROCH.....	7
3.1	AREA DI STUDIO	7
3.2	INQUADRAMENTO AMMINISTRATIVO.....	7
3.3	INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO.....	8
3.4	CARATTERI CLIMATICI.....	9
3.5	PRINCIPALI PARAMETRI METEOCLIMATICI	10
3.6	CARATTERI CLIMATOLOGICI COMPLESSIVI.....	14
3.7	LE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E STRUTTURALI DEL SETTORE DI SARROCH.....	15
3.8	I CARATTERI DELL'AREA VASTA	15
3.9	CARATTERI LITOSTRATIGRAFICI DEL TERRITORIO COMUNALE.....	16
3.10	CARTA GEOLITOLOGICA	18
4.	CARATTERISTICHE LITO-GEOTECNICHE DEL TERRITORIO COMUNALE.....	20
4.1	CARTA GEOLOGICO-TECNICA.....	21
4.2	LA DIFESA DEL SUOLO – STRATEGIA EUROPEA.....	22
4.3	PROPOSTA DI DIRETTIVA QUADRO PER LA PROTEZIONE DEL SUOLO (SFD - SOIL FRAMEWORK DIRECTIVE), COM(2006) 232	23
5.	IL SISTEMA DELLE ACQUE SOTTERRANEE E SUPERFICIALI NEL TERRITORIO DI SARROCH ..	24
5.1	IDROGRAFIA SUPERFICIALE	24
5.2	CARATTERI IDRAULICI DELLE FORMAZIONI GEOLOGICHE.....	25
5.2.1	<i>IDROGEOLOGIA</i>	<i>28</i>
5.2.2	<i>[I1] Unità detritica-alluvionale olocenica.....</i>	<i>28</i>
5.2.3	<i>[I2] Unità vulcanica terziaria</i>	<i>28</i>
5.2.4	<i>[I3] Unità detritico-alluvionale pleistocenica</i>	<i>28</i>
5.2.5	<i>[I4] Unità intrusiva paleozoica</i>	<i>28</i>
5.2.6	<i>[I5] Unità metamorfica paleozoica.....</i>	<i>29</i>
5.3	VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA E PROBLEMATICHE DEL TERRITORIO COMUNALE.....	30
5.4	CARTA IDROGEOLOGICA	31
5.5	LE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE: PREVENZIONE E CONTROLLO DELL'ALTERAZIONE DELLE CARATTERISTICHE QUALITATIVE E QUANTITATIVE	32
5.5.1	<i>Prescrizioni per le classi di permeabilità elevata e permeabilità media.....</i>	<i>32</i>
5.5.2	<i>Prescrizioni per le classi di permeabilità bassa</i>	<i>32</i>
5.5.3	<i>Prescrizioni particolari per le zone di ricarica della falda</i>	<i>32</i>
5.5.4	<i>Indirizzi per le classi di permeabilità elevata e permeabilità media</i>	<i>33</i>
5.5.5	<i>Indirizzi per la realizzazione di nuovi pozzi</i>	<i>33</i>
5.6	MORFOLOGIA	34
5.7	CARTA GEOMORFOLOGICA.....	35
5.8	L'ATTIVITA' DI CAVA	38



5.9	I PROBLEMI D'IMPATTO AMBIENTALE LEGATI ALL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA	39
5.10	CARTE MORFODIGITALI: TIN, ACCLIVITA', ESPOSIZIONE ED ALTIMETRIA.....	41
6.	VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA E ADEGUAMENTO DEL PUC AL PAI.....	44
6.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E NORMATIVO	44
6.2	FINALITÀ DELLA DISCIPLINA DELL'ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	44
6.3	PROCEDURA DI ADEGUAMENTO.....	45
6.4	INDAGINE STORICA SUI FENOMENI DI DISSESTO	45
6.5	TEMATISMI TERRITORIALI DI RIFERIMENTO PER LE ANALISI E CARTOGRAFIA FINALE DI ADEGUAMENTO.....	49
6.6	CARTA DELLA INSTABILITA' POTENZIALE DEI VERSANTI.....	50
6.7	VALUTAZIONE DELLA PROPENSIONE AL DISSESTO IDROGEOLOGICO DI FRANA	52
6.7.1	<i>Metodica proposta.....</i>	<i>52</i>
6.7.2	<i>Rilievo dei fattori geoambientali</i>	<i>52</i>
6.7.2.1	Morfologia.....	53
6.7.2.2	Litologia	53
6.7.2.3	Pedologia.....	53
6.8	ATTRIBUZIONE DEI PESI E APPLICAZIONE DELLA METODICA.....	53
6.9	VALUTAZIONE DELLA PROPENSIONE POTENZIALE E REALE AL DISSESTO IDROGEOLOGICO.....	53
6.9.1	<i>CARTA DELLA PERMEABILITÀ DEI SUOLI.....</i>	<i>54</i>
6.9.1.1	METODOLOGIA DI LAVORO	54
6.9.1.2	Quadro di riferimento tecnico.....	54
7.	I PROCESSI DI DEGRADO DEL SUOLO E DEL SISTEMA IDROGEOLOGICO NEL COMUNE DI SARROCH.....	56
7.1	IL CONSUMO DEL SUOLO.....	57
7.1.1	<i>Compensazione ecologica:.....</i>	<i>57</i>
7.1.2	<i>Alternative al consumo di suolo:</i>	<i>57</i>
7.2	LA PERICOLOSITA' ED IL RISCHIO DA FRANA.....	58
7.2.1	<i>Perimetrazione delle aree a rischio da frana.....</i>	<i>58</i>
7.2.2	<i>Aree di pericolosità da frana</i>	<i>58</i>
7.2.3	<i>Aree di versante a significativa pericolosità da frana non perimetrale dal PAI.....</i>	<i>58</i>
7.2.4	<i>Fasce di tutela nelle aree a pericolosità da frana</i>	<i>59</i>
7.2.5	<i>Aree di rischio da frana</i>	<i>59</i>
7.3	LA DEFINIZIONE DEGLI ELEMENTI A RISCHIO	61
7.3.1	<i>Carta degli elementi a rischio.....</i>	<i>62</i>
8.	L'INTERAZIONE TRA PREVISIONI URBANISTICHE E LA PERICOLOSITA' E IL RISCHIO IDROGEOLOGICO.....	65
8.1.1	<i>Carta della sovrapposizione delle previsioni urbanistiche con le perimetrazioni del PAI</i>	<i>65</i>



1. INTRODUZIONE

Il territorio del Comune di Sarroch, è parte del sistema pedemontano orientale del Golfo di Cagliari; nel presente studio sono stati esaminati gli aspetti di maggiore interesse ai fini della del processo di pianificazione territoriale nell'ambito dell'adeguamento del PUC al PPR.

Il processo di pianificazione per l'adeguamento del Piano Urbanistico Comunale al PPR, pone all'evidenza una serie di temi collegati alla sostenibilità e alle modalità delle trasformazioni del territorio con particolare riguardo:

- alle trasformazioni degli **ambiti rurali del territorio**, e degli elementi economici, ambientali architettonici e culturali legati riconducibili alla dimensione rurale
- al sistema del complesso ambientale **verde-vegetazione**, e alle possibili interazioni ambientali che le azioni su tale sistema comportano per quanto riguarda sia l'ambito urbano che quello extraurbano
- ai criteri per il governo dei **processi di trasformazione ambientale** e di uso di alcune parti del territorio e alle possibili relazioni con i sistemi naturalistici ed ambientali presenti nel territorio di Sarroch

In tale senso, per una pianificazione armonica del territorio del Comune, e in specifico riferimento alle indicazioni della normativa di attuazione del PPR, i sistemi indicati sono stati affrontati attraverso le fasi della:

- conoscenza
- interpretazione
- risposta/rappresentazione

Pertanto, il lavoro è stato affrontato realizzando le fasi:

- a) **del riordino delle conoscenze**
- b) **della lettura critica e trascrizione delle relazioni ambientali e antropiche** che potessero contribuire a porre le singole parti entro una logica di sistema, anche per evidenziarne le connessioni e le implicazioni potenziali
- c) **dell'identificazione della strategia e la definizione degli indirizzi di intervento del piano** a partire dall'interpretazione della processualità relazionale dei diversi elementi, degli ambiti di paesaggio e dei sistemi di relazione delle componenti ambientali, socioeconomiche, progettuali di livello locale.

Gli scenari di progetto, pertanto, sono stati delineati in stretta connessione con gli elementi dell'analisi, attraverso la definizione di base di criteri di interpretazione e di proiezione, anche basati sulle esigenze concrete del territorio e della sua popolazione, oltre che sulla proiezione di alcuni elementi di innovazione finalizzati a migliorare gli effetti delle trasformazioni e gli scenari finali.



2.FASE DI RIORDINO DELLE CONOSCENZE

Il processo del **riordino delle conoscenze** opera come monitoraggio, inventario e classificazione delle risorse e dei fenomeni presenti sul territorio, in un sistema aperto, per sperimentare una pianificazione locale e regionale basata sulla conoscenza e valorizzazione delle preesistenze storico-culturali, naturalistiche e ambientali, materiali e immateriali che caratterizzano il territorio.

L'approccio adottato dalla RAS per programmare, attraverso i PUC, lo sviluppo locale del territorio isolano, porta il Piano Urbanistico Comunale ad operare come strumento globale in grado di assicurare, già attraverso la banca dati informatizzata GIS, costruita e implementata localmente nell'ambito della predisposizione del Piano Urbanistico stesso, la base conoscitiva adeguata per fornire prescrizioni e indirizzi progettuali.

Gli elaborati considerati, dalla RAS, strettamente necessari per l'adeguamento dei Piani Urbanistici Comunali sia per ciò che concerne l'assetto storico-culturale (al di là delle normative nazionali e regionali vigenti), sia per quanto riguarda il patrimonio delle risorse ambientali, sono essere predisposti nelle forme di cartografie, schede e abachi, mettendoli in opera attraverso gli strumenti digitali a disposizione.

Gli elaborati sono stati articolati in basi cartografiche, relazioni generali e/o di settore, in schede e progetti guida, con il fine di meglio descrivere elementi, aggregazioni, situazioni e progetti, alla base della elaborazione del nuovo Piano Urbanistico Comunale in adeguamento al PUC ed al PAI.

2.1L'archivio cartografico e i metadati

Il lavoro di adeguamento dello Strumento urbanistico comunale al Piano Paesaggistico Regionale ha prodotto una prima analisi delle cartografie prodotte in ambito comunale e, se esistenti, finalizzate alla redazione del PUC.

Nella fase propedeutica, per il loro utilizzo nella fase di adeguamento dello strumento urbanistico al PPR e in fase di costituzione dell'Ufficio di Piano è stata effettuata la richiesta e necessaria strutturazione dei dati in forma di archivio digitale accessibile, provvisoriamente messo a disposizione dell'Ufficio di Piano e dei collaboratori e consulenti.

Le informazioni disponibili sono state schedate quali Metadati come richiesto dalla Regione Sardegna, che ha adottato questa procedura di descrizione delle informazioni geografiche, proponendo l'elenco di informazioni ritenute minime ed inserite nel database in formato .mdb.

2.2Tematismi di base

Sulla base dei criteri e delle procedure definite nelle Linee Guida, sono stati mappati i necessari tematismi di base per l'analisi territoriale, la valutazione delle sue vocazioni e delle vulnerabilità, in coerenza geometrica e topografica con la base topografica numerica: CTR scala 1:10.000 e/o GeoDB10k.

Per il settore dei caratteri abiotici, sono stati mappati i seguenti tematismi:

- ✓ Geolitoologia e Litogeotecnica: dati giacitureali, coperture detritiche, presenza di geositi secondo metodi e legende standardizzati;
- ✓ Idrogeologia: permeabilità, punti d'acqua, altezza falda, grado di fatturazione;
- ✓ Geomorfologia: rilevamento delle forme del territorio, processi di morfogenesi, acclività, esposizione carsismo, presenza di morfositi.
- ✓ Per il settore dei caratteri abiotici, sono stati mappati i seguenti tematismi:

Per il settore dei caratteri merobiotici e biotici, sono stati mappati i seguenti tematismi:



- ✓ Pedologia: acquisizione di parametri relativi ai suoli (granulometria, porosità, contenuto di sostanza organica, fertilità, presenza di strati impermeabili), individuazione dei processi di pedogenesi, processi di degradazione, presenza di pedositi;
- ✓ Vegetazione: fisionomia della copertura vegetale, composizione floristica prevalente, caratterizzazione fitosociologica della vegetazione, tipologie forestali, caratterizzazione bioclimatica e fitoclimatica, valenze botaniche;
- ✓ Uso del suolo: eventuale definizione di maggior dettaglio e verifica del contenuto informativo.

2.3 Tematismi derivati e cartografie di progetto/pianificazione

Sulla base di essi sono state effettuate analisi ulteriori per procedere all'intervento pianificatorio in modo consono ed appropriato alla qualità, agli indirizzi di salvaguardia e di sostenibilità ambientale posti alla base del PPR

1. Emergenze ambientali sensu latu.
2. Emergenze ambientali sensu stricto (es. Carta del rischio di erosione).
3. Valenze ambientali e definizione di dettaglio delle categorie.
4. Capacità d'uso dei suoli.
5. Attitudine dei suoli a usi diversi.
6. Sostenibilità d'uso del paesaggio agrario.
7. Valenze floristico vegetazionali.
8. Delimitazioni della copertura vegetale ai sensi della normativa vigente (es. D. Lgs, 227/01)

Nell'ambito delle cartografie derivate o di sintesi sono state prodotti i seguenti tematismi per l'adeguamento al PAI, la cui descrizione dettagliata è riportata nei paragrafi a seguire.

- A. Carta degli elementi a rischio;
- B. Carta della pericolosità idraulica;
- C. Carta della pericolosità da frana;
- D. Carta del rischio idraulico;
- E. Carta del rischio da frana;
- F. Sovrapposizione Zonizzazione PUC - Pericolosità;
- G. Sovrapposizione Zonizzazione PUC - Rischio.



3. QUADRO ABIOTICO DEL TERRITORIO DI SARROCH

3.1 AREA DI STUDIO

L'area di riferimento è quella del territorio del Comune di Sarroch, ricadente nel settore occidentale del Golfo di Cagliari.

Il territorio comunale di Sarroch è costituito da un'area che dalla costa si spinge fino nell'interno del settore montano.

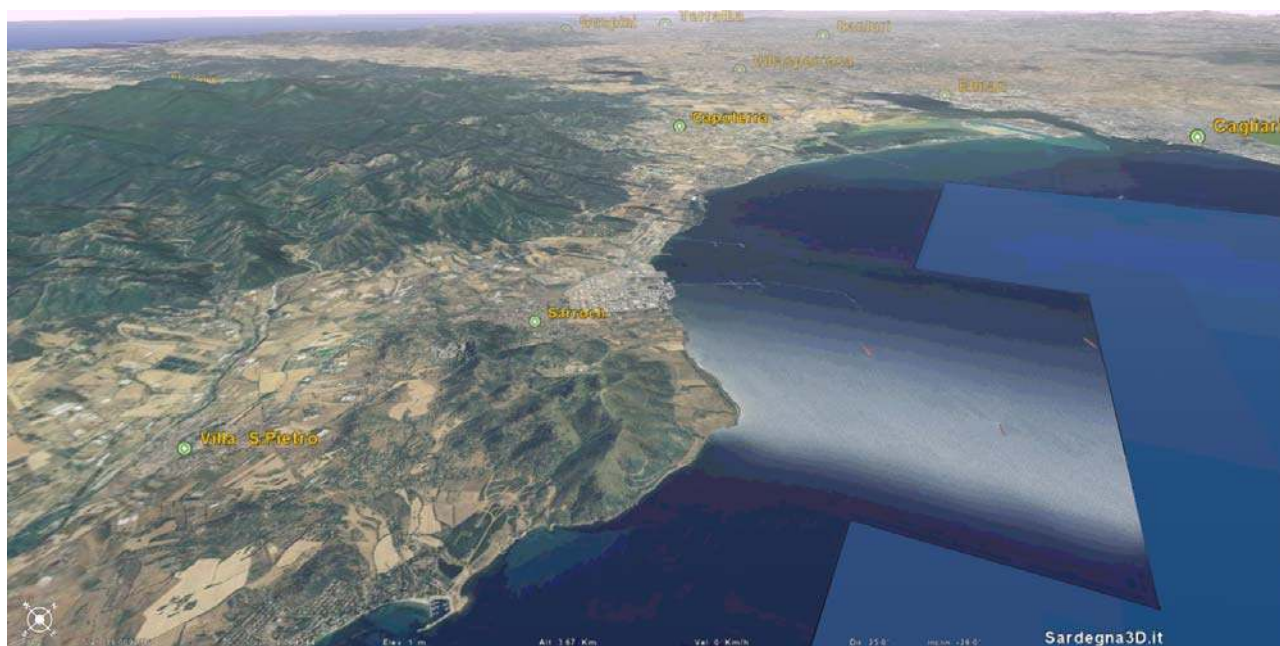


Immagine – Il centro di Sarroch e sullo sfondo i comuni dell'hinterland cagliaritano

3.2 INQUADRAMENTO AMMINISTRATIVO

L'area interessata dal Piano Urbanistico Comunale di Sarroch, ricade nella parte occidentale del golfo di Cagliari, ed interessa una superficie compresa tra le pendici del sistema montuoso del Sulcis e la costa, tra i comuni di Capoterra, Villasannicola e Pula.

Mappa – Il sistema dei comuni gravitanti sul Golfo di Cagliari con Sarroch, in viola, al sinistra

Simulazione 3d – Il sistema de rilievo del territorio di Sarroch da SO

3.3 INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

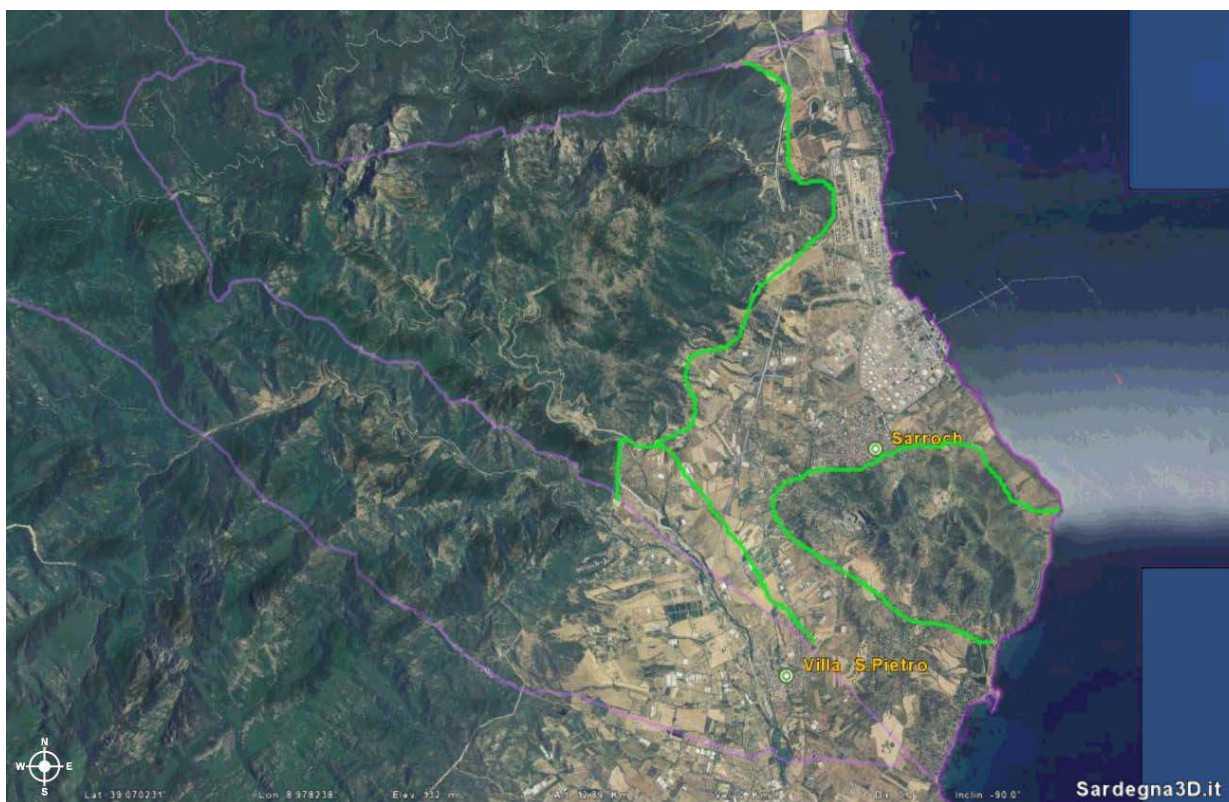
L'area del territorio comunale di Sarroch ricade in alcune Sezioni del Foglio 565 e 566.

Mappa – L'inquadramento del territorio comunale di Sarroch nel taglio cartografico CTRN

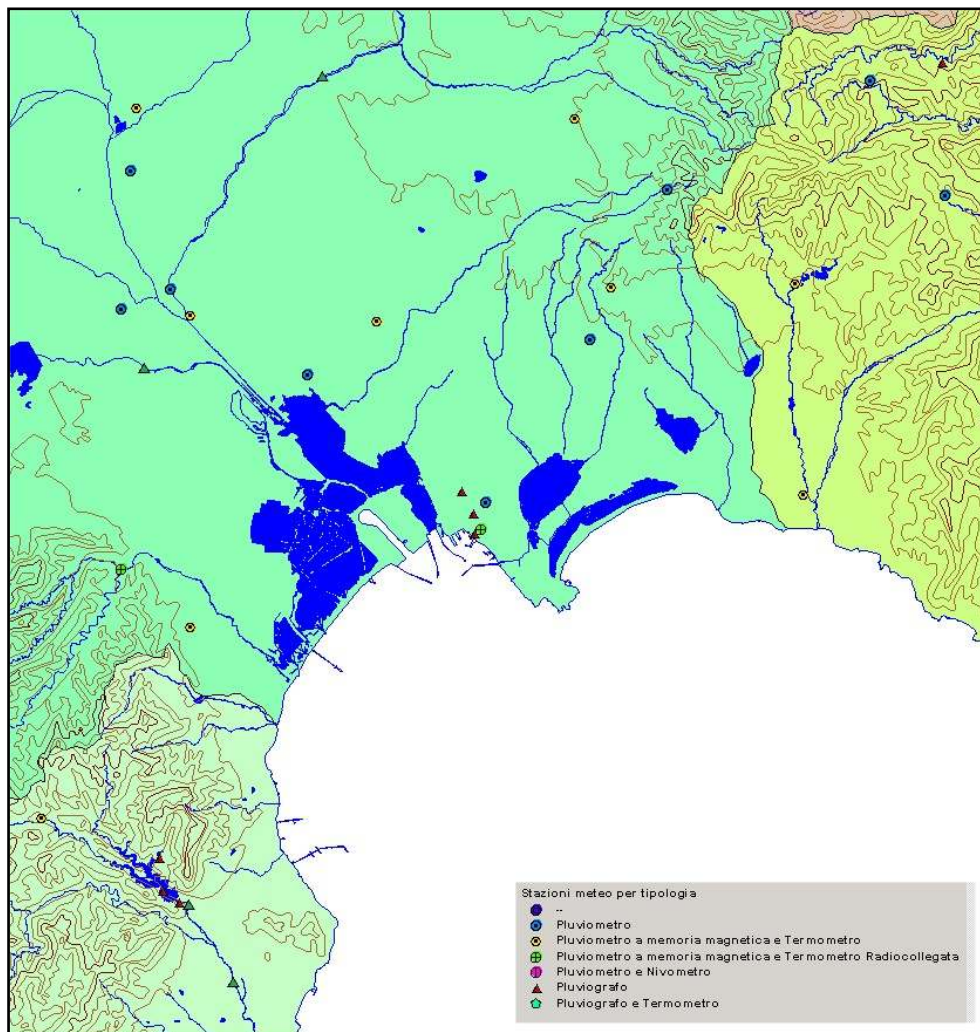
Il territorio del comune di Sarroch è costituito da un'area che dipartendosi dal settore montano del Sulcis si stende lungo la costa dal comune di Capoterra a Quello di Pula.

Il territorio comunale è caratterizzato dalla presenza di 3 grandi domini:

- il sistema montano paleozoico;
- il sistema della piana del Mannu di Pula;
- il sistema collinare del Monte Arrubiu;
- il sistema pedemontano tra Antigori e Sarroch.



L'area in esame ricade nella Sardegna meridionale, e mostra caratteristiche topografiche, pluviometriche e termometriche riferibili ad un'unica grande macroarea costituita dal campidano meridionale ed in particolare dal sistema dell'hinterland cagliaritano, caratterizzato da un clima leggermente differenziato dal sistema dell'anfiteatro circostante l'intero golfo.



**Mapa -
Distribuzione delle
stazioni
pluviometriche e
termometriche
nell'area circostante
Cagliari.**

3.4 CARATTERI CLIMATICI

L'area in esame mostra caratteri orografici omogenei comuni all'arco pedemontano cagliaritano. Questa omogeneità orografica determina possibili correlazioni con le informazioni provenienti da una grande serie di stazioni meteorologiche vicine.

Per poter quindi delineare i caratteri climatici dell'area vengono quindi analizzati e descritti i principali parametri meteorologici: temperatura, piovosità e ventosità.

A tal fine in primo luogo sono stati acquisite le serie storiche dei dati pluvio-termometrici ed anemometrici rilevati nelle stazioni meteorologiche ricadenti nel territorio in esame ed in quelle ubicate nel suo intorno. Sulla scorta dell'analisi dei dati acquisiti sono stati descritti i singoli regimi.

In assenza di stazioni di rilevamento ubicate nell'area di pertinenza sono stati utilizzati i dati relativi alle principali stazioni meteo della Sardegna, con caratteri orografici e di esposizione il più possibile vicini a quelli dell'area in esame.

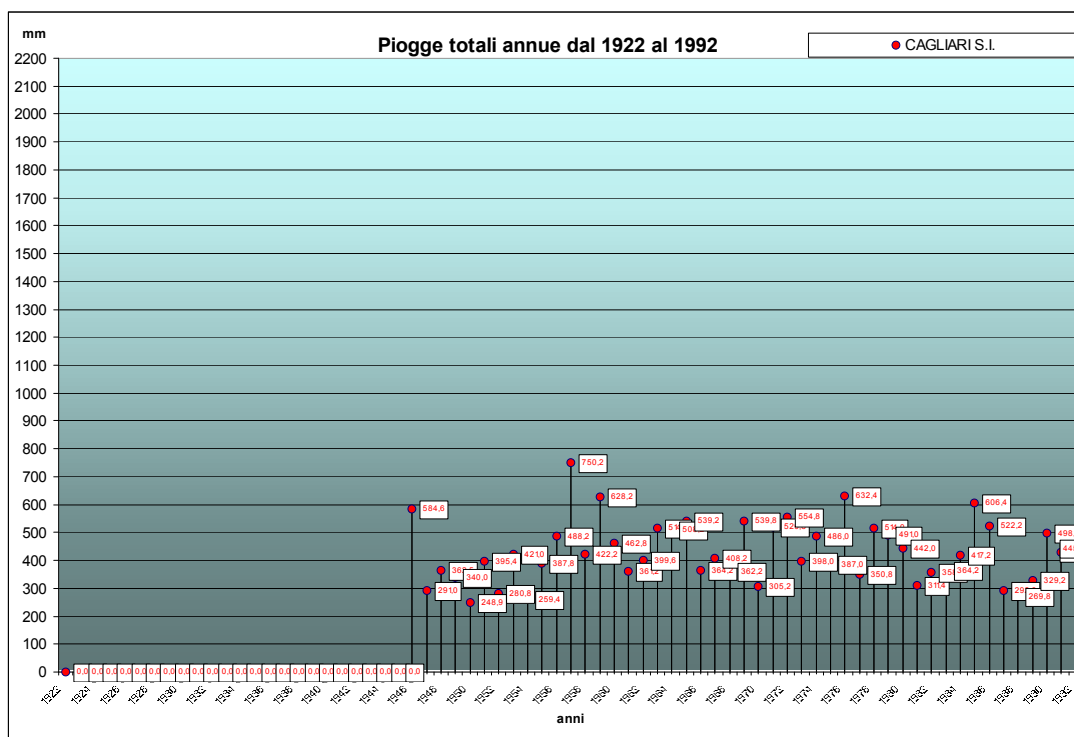


Diagramma - La piovosità su Cagliari dal 1922 al 1992

3.5 PRINCIPALI PARAMETRI METEOCLIMATICI

Per la caratterizzazione del regime pluviometrico dell'area, oltre ai dati rilevati nella stazione pluviometrica direttamente interessata, sono stati acquisiti ed analizzati i dati delle stazioni limitrofe. Il settore in esame si trova al margine della Pianura del Campidano e ricade nella fascia climatica del tipo di clima subtropicale.

La temperatura media annua può essere calcolata con una buona approssimazione attorno ai 16 gradi centigradi, con temperature superiori ai 30 gradi centigradi per almeno 60 giorni all'anno e massime che talvolta superano i 40 gradi centigradi. La massima assoluta registrata è di 42.5 gradi centigradi. Le minime si attestano intorno agli 8-9 gradi centigradi e difficilmente si abbassano fino a raggiungere lo zero. Nell'inverno 1955-56 ed in quello 1956-57 sono state registrate temperature estreme di - 8,3 gradi centigradi.

I dati riguardanti le piovosità sono stati ricavati direttamente dalla stazione pluviometrica del Servizio Idrografico posta al centro dell'area interessata.

Nei diagrammi presentati sono riportati i dati inerenti la stazione di Cagliari del Servizio Idrografico utilizzata, relativi ad un arco temporale di 70 anni (1922-92) per i dati pluviometrici e termometrici.

La pluviometria riscontrata varia da i 250 ai 750 mm/anno, con una media annua delle precipitazioni di circa 430 mm, mentre la piovosità massima giornaliera verificatasi è 107 mm nel 1971, corrispondente ad una pioggia avente una probabilità di verificarsi una volta su 50 anni.

La media annua dei giorni piovosi è compresa tra i 50 ed i 60 giorni.

Le precipitazioni sono concentrate nel periodo metà autunno-inverno, mentre il periodo fine primavera-estate è caratterizzato da un'accentuata aridità. Il bilancio idrico secondo Thorntwaite produce un deficit idrico fra i mesi di maggio ed ottobre.



Diagramma - L'andamento delle piogge nell'arco dell'anno per la stazione di Cagliari

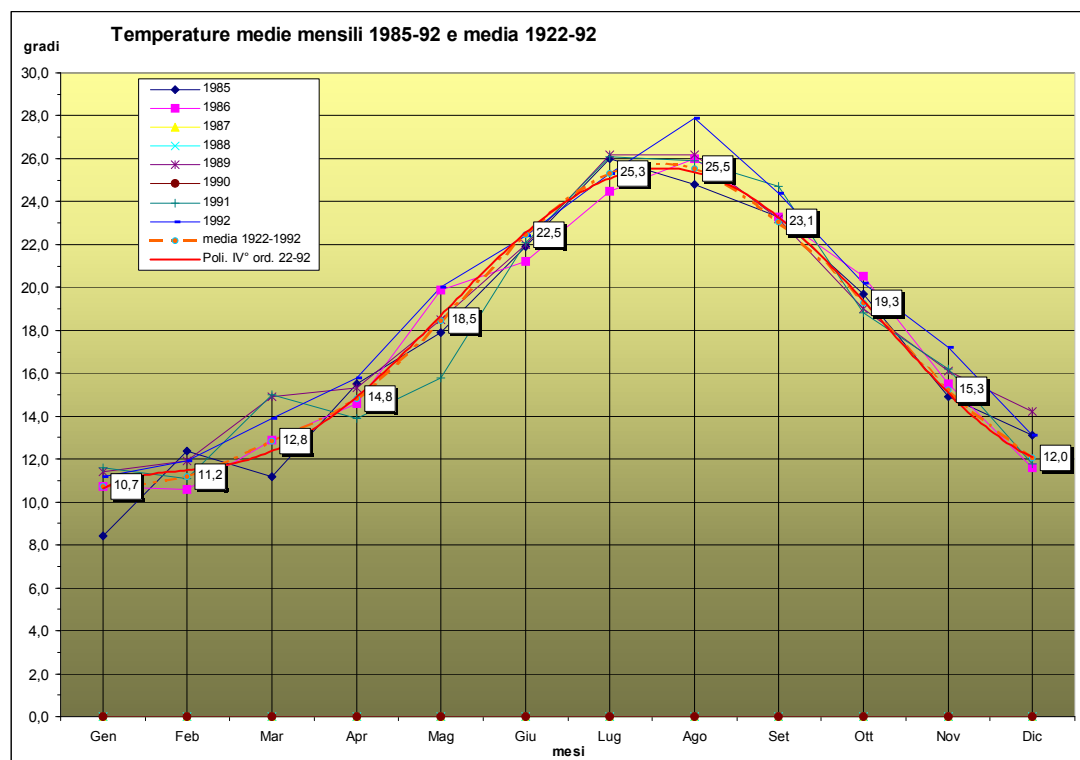
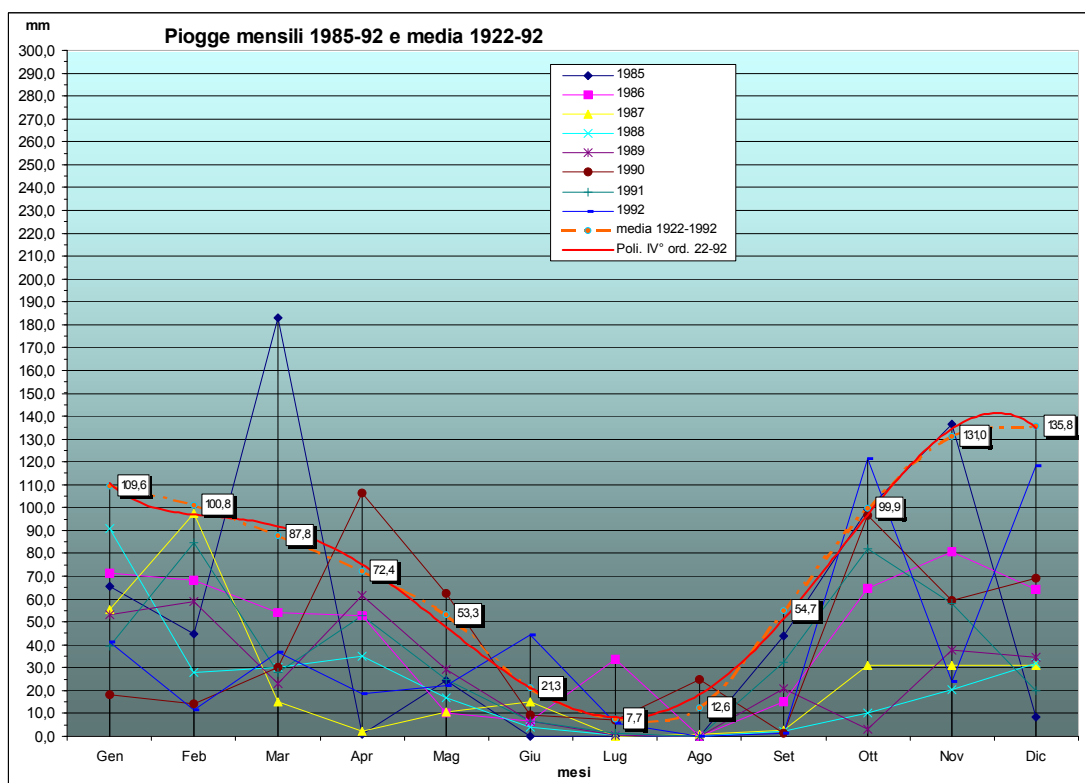


Diagramma - L'andamento delle temperature nell'arco dell'anno per la stazione di Cagliari

L'umidità relativa media è del 75%.

La pressione atmosferica media annuale, ridotta al livello del mare, è compresa tra 1015.1 mb e 1014.9 mb.



I venti dominanti sono quelli provenienti dal IV quadrante (ponente e maestrale) e dal III quadrante (libeccio). I venti dominanti raggiungono spesso velocità elevate superando anche i 25 m/s. I mesi più ventosi sono generalmente quelli invernali.

Gli apporti meteorici sono distribuiti principalmente nei mesi di Ottobre, Novembre, Dicembre, Gennaio e Febbraio. In particolare il mese che fa registrare le medie più alte è quello di Dicembre.

Il periodo da Febbraio a Maggio è caratterizzato da piogge primaverili, di entità non trascurabile ma complessivamente di ammontare inferiore a quelle invernali.

La stagione secca comincia generalmente tra Maggio e Giugno e si protrae sovente fino al mese di Settembre e, talvolta, a quello di Ottobre.

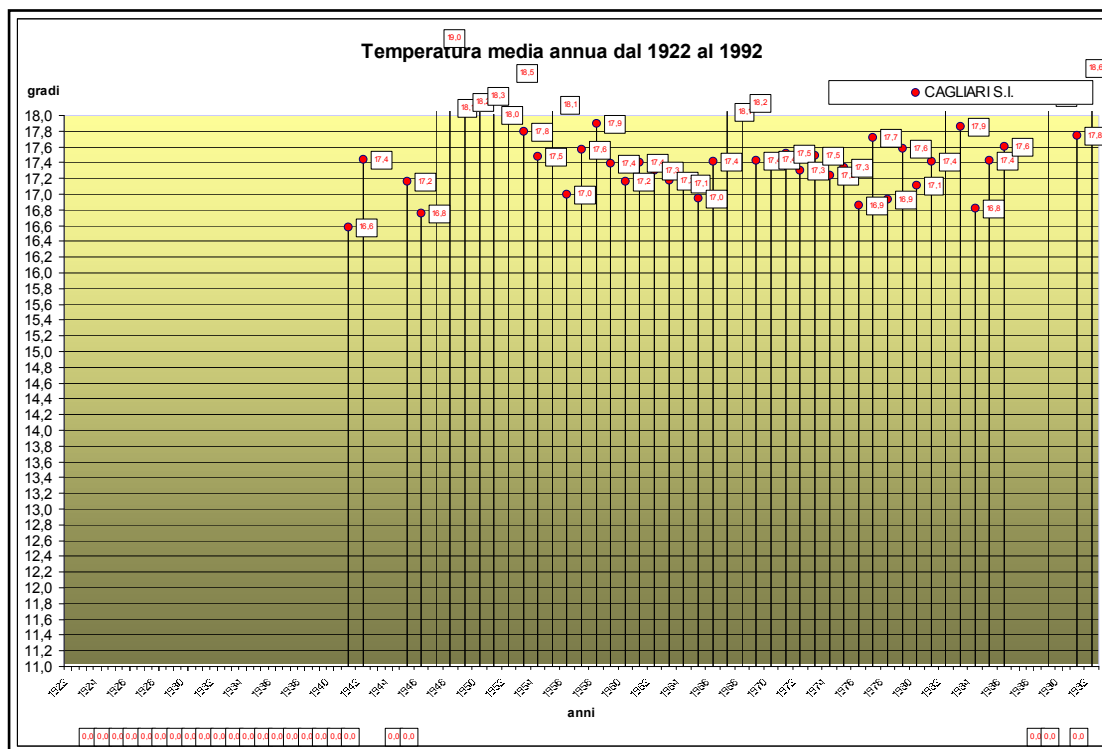


Diagramma - La temperatura media diurna annua dal 1922 al 1992

La piovosità massima totale annua verificatasi, ottenuta per interpolazioni dei dati delle stazioni circostanti, dovrebbe aggirarsi sui 900 mm/anno. Le altezze medie annue di pioggia si aggirano su valori prossimi ai 460 mm.

Tali sono connessi con le piogge legate al tempo di SE che si manifesta in genere in modo dannoso, provocando le piene di livello più elevato.

L'elaborazione dei dati acquisiti ha permesso di ricostruire l'andamento delle isoiete, mentre la successiva analisi dei dati elaborati ha portato all'identificazione dei caratteri peculiari del regime pluviometrico nell'area esaminata.

Si può notare che il fattore che influenza principalmente il regime pluviometrico è costituito dall'esposizione dell'area.

Nell'area in esame non sono presenti stazioni termometriche per cui i valori medi della temperatura sono stati estrapolati dalle stazioni di misura di tale parametro più vicine e con caratteri orografici più simili a quelli in oggetto.

La stazione termometrica più vicina con una serie storica sufficiente e con caratteri di altimetria simili è rappresentata dalla stazione del Servizio Idrografico di Cagliari.



Dall'elaborazione ed analisi dei dati acquisiti è stato desunto il regime termico dell'area. Esso è caratterizzato da valori di temperatura media diurna compresi tra i 16.5 °C ed i 17 °C.

Le temperature medie massime diurne variano tra i 22 e i 16 °C. La fascia pedemontana orientale del sistema del Sarrabus-Gerrei mostra i valori medi più alti compresi tra i 22 ed 20 °C. Il settore sommitale del Serpeddi (1067 m s.l.m.m.) è invece caratterizzato dai valori più bassi, compresi tra i 14 ed i 16 °C, mentre la fascia di passaggio tra queste due aree mostra valori compresi tra i 16 ed 20°C.

Si nota come la distribuzione dei massimi termici diurni sia dominata prevalentemente dall'altimetria e subordinatamente dalle condizioni orografiche e di esposizione.

Le temperature minime diurne, che si registrano generalmente durante la stagione invernale, ed in particolare nel mese di gennaio e più raramente in quello di febbraio, mostrano valori compresi tra i 7 ed i 13 °C. Le temperature più basse, dell'ordine di 6-8 °C, si registrano nel settore sommitale dei rilievi.

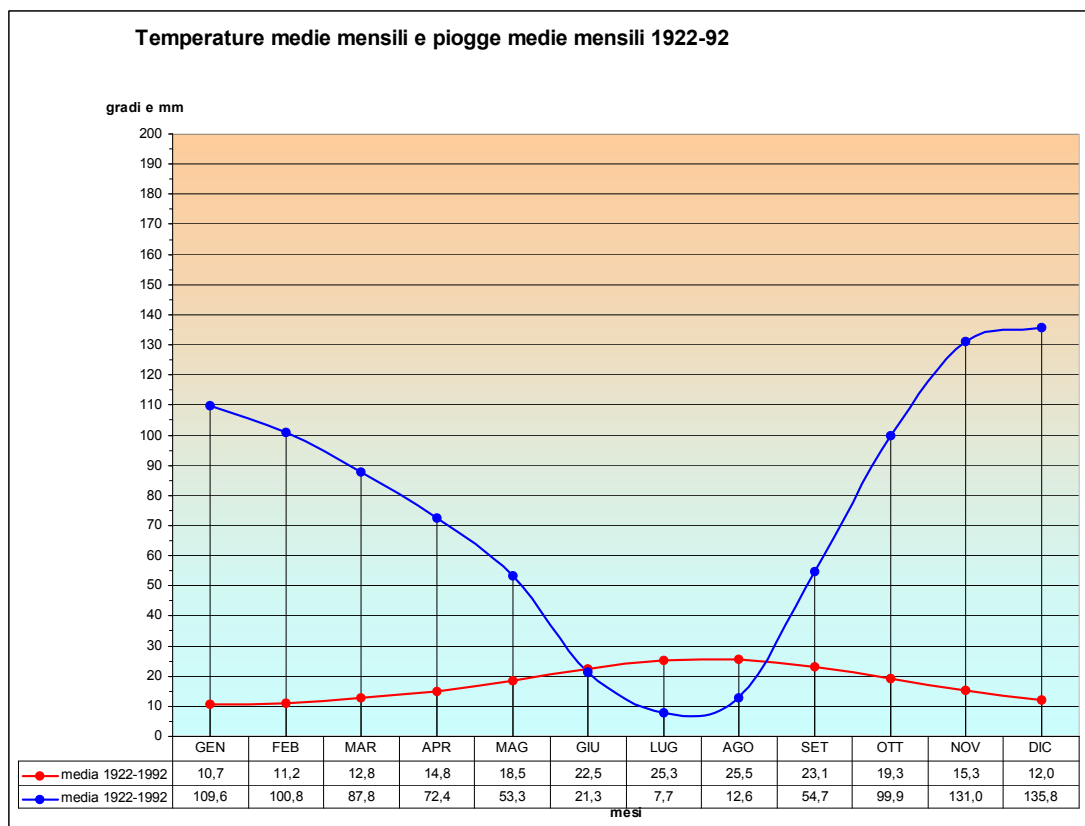


Diagramma - Il diagramma ombrotermico per la stazione

Le escursioni termiche diurne sono generalmente comprese tra i 10 ed i 12 °C per tutta l'area che si sviluppa nel versante meridionale, mentre nel settore sommitale del Serpeddi le escursioni sono maggiormente legate alla ventosità. Procedendo dalla fascia pedemontana verso il Parteolla e la Marmilla i valori di escursione termica si riducono a valori compresi tra 8 e 10°C.

Mediamente nell'arco di un anno si riscontrano da 8 a 14 giorni di gelo notturno.

L'umidità relativa mostra nell'area in esame valori medi compresi tra 65% ed il 70%. L'andamento di questo parametro non è costante nel tempo ma si riscontrano variazioni stagionali. In inverno i valori raggiungono circa l'80%, in primavera diminuiscono gradualmente per raggiungere il minimo annuale, di circa 55% di umidità relativa, che si registra durante l'estate. In autunno si ha una graduale e costanza crescita dei valori che di nuovo raggiungono il massimo durante l'inverno.

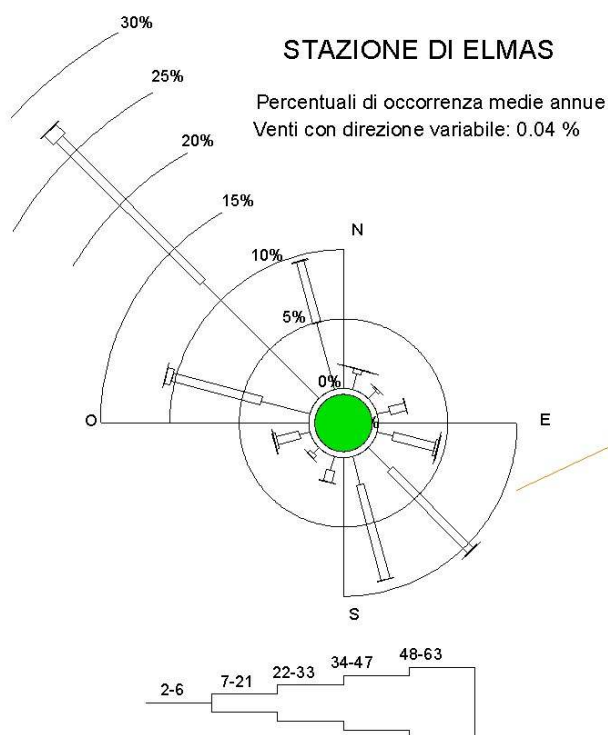
I giorni sereni, con nuvolosità minore di 3/10 di cielo coperto sono 145 all'anno, i giorni nuvolosi, con nuvolosità compresa tra i 3/10 ed i 7/10 di cielo coperto sono di media 101 all'anno, i giorni coperti, con nuvolosità maggiore di 7/10 sono in media 124 giorni all'anno.

La media annua della pressione atmosferica è compresa tra 1010,1 millibar e 1015,1 millibar, corretti al livello del mare con variazioni stagionali anche elevate comprese tra 945,5 millibar nel periodo invernale e 949,1 millibar nel periodo estivo.

Per la caratterizzazione del regime anemometrico dell'area sono stati utilizzati i dati registrati nella stazione di Cagliari.

L'elaborazione ed analisi dei dati anemometrici suddetti mostrano una prevalenza dei venti provenienti da NO ed O. I venti provenienti da NO spesso raggiungono e superano i 25 m/s di velocità al suolo. Tutti gli altri venti sono in relazione mediamente molto meno frequenti. L'area è quindi caratterizzata da un'elevata ventosità, soprattutto nella parte sommitale della catena, ben esposta ai venti, ed in particolare ai venti del IV quadrante.

Diagramma - Il diaframma azimutale per la stazione di



a tutti i

dei venti
Elmas

meno

parte

canali

Anche il settore altimetricamente elevato è comunque esposto all'azione dei venti dominanti, che in devianti dalla presenza della catena montuosa, subiscono degli incrementi di velocità attraversando i preferenziali costituiti dalle incisioni morfologiche e dalle strette valli.

3.6 CARATTERI CLIMATOLOGICI COMPLESSIVI

Dall'analisi dei singoli regimi meteorologici il territorio in esame ricade in parte in un settore della Sardegna caratterizzato dal tipo di clima sub-umido ed in parte in un settore della Sardegna caratterizzato dal tipo di clima temperato caldo.

Il clima del tipo temperato caldo caratterizza la fascia basale del versante e lungo tutto il settore pedemontano e subpianeggiante che si sviluppa verso ovest nella fascia costiera da Capoterra a Pula.

Questo tipo di clima presenta temperature medie annue comprese tra i 15 ed 16,9 °C. La media del mese più freddo, generalmente gennaio, varia tra 6,5 e 9,9 °C, da tre a quattro mesi mostrano temperatura media pari o superiore a 20°C. Le precipitazioni oscillano tra i 430 mm/a e gli 550 mm/a.

Esso caratterizza vaste aree della Sardegna con altitudini e condizioni di esposizione ed orografiche assai varie, dove le condizioni termo-pluviometriche garantiscono, in condizioni protette dal vento, lo sviluppo di vegetazione arborea e di diversi tipi di coltivazioni, sebbene spesso nel periodo secco, caratterizzato da elevata siccità, le colture intensive necessitano di ulteriore irrigazione di soccorso.



3.7LE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E STRUTTURALI DEL SETTORE DI SARROCH

3.8I CARATTERI DELL'AREA VASTA

Le caratteristiche geologiche del territorio di Sarroch sono principalmente legate alla complessa evoluzione paleozoica e quaternaria del Sulcis e della Sardegna meridionale in generale: in questo settore infatti affiorano rocce metamorfiche ed intrusive di età paleozoica, rocce vulcaniche del terziario e rocce sedimentarie di età compresa tra il Pleistocene superiore e l'Olocene.

I metasedimenti paleozoici, caratterizzati da un metamorfismo di basso grado, costituiscono i termini più antichi del settore in studio e sono riferibili al Cambiano-Ordoviciano inferiore e al Carbonifero inferiore: trattasi di metarenarie micacee, quarziti e metarose di colore grigio-verdastro in alternanze da centimetriche a metriche con metasiltiti e metapeliti grigiastre (F.NE DELLE ARENARIE DI S. VITO) e da metarenarie, quarziti e metargilliti localmente alternate a metaconglomerati (F.NE DI PALA MANNA). Si presentano polideformate in seguito alle fasi orogenetiche erciniche ed interessate da intensi piegamenti, superfici di scistosità, faglie, fratture e da importanti sovrascorrimenti tettonici.

Le formazioni granitoidi sono disposte in vasti affioramenti plutonici in giacitura batolitica o laccolitica od in ammassi irregolari, affioranti nell'area a W e a SW dell'abitato di Capoterra. Sono costituite da termini leucocrati a composizione granitica e notevole omogeneità composizionale, da grana media e da tessiture isotrope. La messa loro in posto, così come quella dei corpi filoniani, è riconducibile al Ciclo Magmatico Ercnico che, al contempo, ha provocato – sulle strutture e tessiture delle sequenze clastiche paleozoiche – fenomeni di metamorfismo, determinando, altresì, estese deformazioni con traslazioni ed accavallamenti tettonici, delle successioni litologiche. Masse di granitoidi tardoerciniche e post-erciniche hanno ulteriormente deformato e metamorfosato i sedimenti inducendo fenomeni di ricristallizzazione.

In discordanza sulle rocce metamorfiche e granitiche poggiano i depositi pleistocenici ed olocenici, che formano coltri di spessore variabile da pochi decimetri sino a diverse decine di metri. Talora, al contatto con le litologie granitiche, la copertura quaternaria è commista ai prodotti di alterazione dei graniti i quali, nella porzione più esterna, presentano una fascia con diffusa arenizzazione.

I primi depositi quaternari sono legati alle dinamiche erosive e deposizionali connesse con la variazione del livello marino, in relazione alle oscillazioni climatiche avvenute nell'ultimo periodo glaciale del Pleistocene superiore (Würm). Si tratta di alluvioni costituite prevalentemente da conglomerati a matrice argilloso-arenacea con elementi clastici soprattutto di rocce paleozoiche e con locali intercalazioni arenacee e/o argillose, talora terrazzati ed ubicati al di sopra dei fondovalle attuali.

In altri casi i terreni pleistocenici sono rappresentati da falde di detrito grossolane a litologia breccioide o, alle pendici dei versanti granitoidi, da sabbie di arenizzazione granitica. Sono incoerenti, o dotati di una lieve diagenizzazione e costituiti essenzialmente dall'accumulo caotico di clasti eterometrici debolmente gradati, la cui composizione rispecchia i litotipi granitoidi dei rilievi al contorno. Questi depositi, che rappresentano i corpi sedimentari di raccordo (*pediment*) tra i rilievi montuosi del Sulcis orientale e la fascia costiera, spesso pedogenizzati, si rinvengono diffusamente e con grande continuità nella sistema pedemontano di Sarroch.

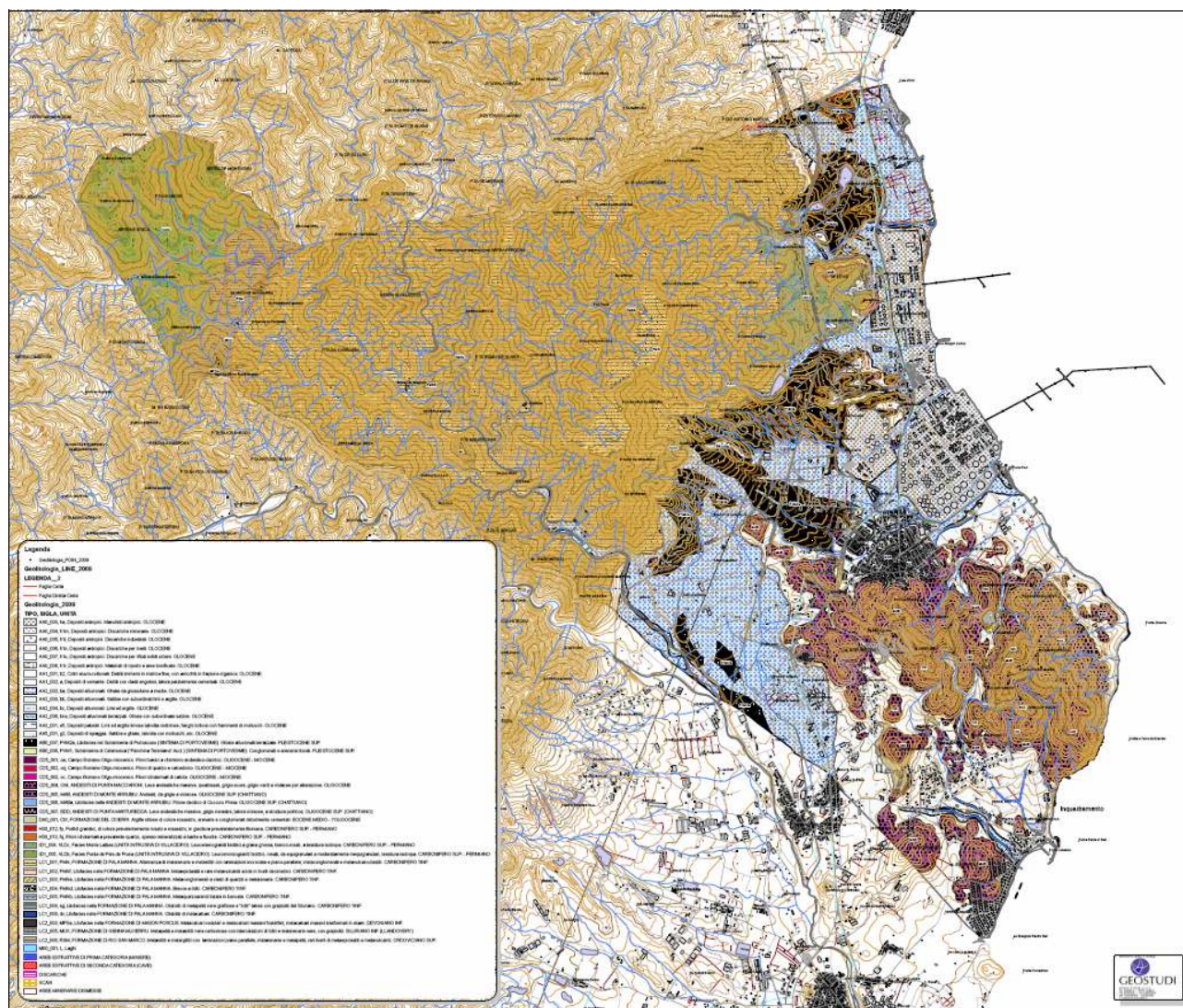
Le repentine variazioni climatiche succedutesi nel Pleistocene fino all'Olocene hanno inciso e terrazzato queste litologie clastiche poco cementate o incoerenti ma ben addensate, permettendo il successivo deposito di sedimenti alluvionali recenti (olocenici) ed attuali che marcano il reticolo idrografico recente ed attuale delle fasce prospicienti la fascia costiera, in associazione anche a coltri eluvio-colluviali di spessore quasi mai significativo.

Le alluvioni recenti costituiscono lembi di piccole piane alluvionali intersecate dai corsi d'acqua attuali; si rinvengono ai lati degli alvei attivi o dei tratti di alveo regimati e non sono

interessati dalle ordinarie dinamiche fluviali. Si tratta di depositi grossolani con lenti e livelli di sabbie e di ghiaie fini, sciolti o poco cementati ed in genere clasto-sostenuti con matrice arenacea e argillosa. In questi depositi l'alterazione e la pedogenesi sono quasi assenti.

Le alluvioni attuali caratterizzano gli alvei attivi sia perenni che a carattere tipicamente torrentizio e di modesta lunghezza. In genere trattasi di sedimenti grossolani con locali intercalazioni di lenti e livelli sabbiosi.

3.9 CARATTERI LITOSTRATIGRAFICI DEL TERRITORIO COMUNALE



Facendo riferimento alla «CARTA GEOLOGICA D'ITALIA» a cura dell'APAT, Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico d'Italia, in scala 1:25.000, le unità geologiche presenti nel settore in studio sono schematizzabili con la seguente sequenza stratigrafica, dai termini più recenti a quelli più antichi:



TIPO, SIGLA, UNITA

	AA0_003, ha, Depositi antropici. Manufatti antropici. OLOCENE
	AA0_004, h1m, Depositi antropici. Discariche minerarie. OLOCENE
	AA0_005, h1i, Depositi antropici. Discariche industriali. OLOCENE
	AA0_006, h1n, Depositi antropici. Discariche per inerti. OLOCENE
	AA0_007, h1u, Depositi antropici. Discariche per rifiuti solidi urbani. OLOCENE
	AA0_008, h1r, Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. OLOCENE
	AA1_001, b2, Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, con arricchiti in frazione organica. OLOCENE
	AA1_002, a, Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE
	AA2_002, ba, Depositi alluvionali. Ghiaie da grossolane a medie. OLOCENE
	AA2_003, bb, Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE
	AA2_004, bc, Depositi alluvionali. Limi ed argille. OLOCENE
	AA2_006, bna, Depositi alluvionali terrazzati. Ghiaie con subordinate sabbie. OLOCENE
	AA3_001, e5, Depositi palustri. Limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi. OLOCENE
	AA5_001, g2, Depositi di spiaggia. Sabbie e ghiaie, talvolta con molluschi, etc. OLOCENE
	AB0_007, PVM2a, Litofacies nel Subsystema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate. PLEISTOCENE SUP.
	AB0_008, PVM1, Subsystema di Calamosca ("Panchina Tirreniana" Auct.) (SINTEMA DI PORTOVESME). Conglomerati e arenarie litorali. PLEISTOCENE SUP.
	CD5_001, oa, Campo filoniano Oligo-miocenico. Filoni basici a chimismo andesitico-dacitico. OLIGOCENE - MIOCENE
	CD5_002, oq, Campo filoniano Oligo-miocenico. Filoni di quarzo e calcedonio. OLIGOCENE - MIOCENE
	CD5_003, oc, Campo filoniano Oligo-miocenico. Filoni idrotermali di calcite. OLIGOCENE - MIOCENE
	DA0_004, ONI, ANDESITI DI PUNTA MACCIARONI. Lave andesitiche massive, ipoabissali, grigio scure, grigio verdi e violacee per alterazione. OLIGOCENE
	CD5_005, MAB, ANDESITI DI MONTE ARRUBIU. Andesiti, da grigie a violacee. OLIGOCENE SUP. (CHATTIANO)
	CD5_006, MABa, Litofacies nelle ANDESITI DI MONTE ARRUBIU. Filone dacitico di Cuccuru Pinna. OLIGOCENE SUP. (CHATTIANO)
	CD5_007, EDD, ANDESITI DI PUNTA MARTUREDDA. Lave andesitiche massive, grigio nerastre, talora violacee, a struttura porfirica; OLIGOCENE SUP. (CHATTIANO)
	DA0_001, CIX, FORMAZIONE DEL CIXERRI. Argille siltose di colore rossastro, arenarie e conglomerati debolmente cementati. EOCENE MEDIO - ?OLIGOCENE
	H00_012, fp, Porfidi granitici, di colore prevalentemente rosato e rossastro; in giacitura prevalentemente filoniana. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
	H00_013, fq, Filoni idrotermali a prevalente quarzo, spesso mineralizzati a barite e fluorite. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
	ID1_004, VLdc, Facies Monte Lattias (UNITÀ INTRUSIVA DI VILLACIDRO). Leucosienograniti biotitici a grana grossa, bianco-rosati, a tessitura isotropa. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
	ID1_005, VLDb, Facies Punta de Peis de Pruna (UNITÀ INTRUSIVA DI VILLACIDRO). Leucomonzograniti biotitici, rosati, da equigranulari a moderatamente inequigranulari, tessitura isotropa. CARBONIFERO SUP. - PERMIANO
	LC1_001, PMN, FORMAZIONE DI PALA MANNA. Alternanza di metarenarie e metasiltiti con laminazioni incrociate e piano-parallele; metaconglomerati e metavulcanoclastiti. CARBONIFERO ?INF.
	LC1_002, PMNf, Litofacies nella FORMAZIONE DI PALA MANNA. Metaepiclastiti e rare metavulcaniti acide in livelli decimetrici. CARBONIFERO ?INF.
	LC1_003, PMNe, Litofacies nella FORMAZIONE DI PALA MANNA. Metaconglomerati a clasti di quarziti e metarenarie. CARBONIFERO ?INF.
	LC1_004, PMNd, Litofacies nella FORMAZIONE DI PALA MANNA. Breccie a liditi. CARBONIFERO ?INF.
	LC1_005, PMNb, Litofacies nella FORMAZIONE DI PALA MANNA. Metaquarzoareniti listate in bancate. CARBONIFERO ?INF.
	LC1_008, sg, Litofacies nella FORMAZIONE DI PALA MANNA. Oilistoliti di metapeliti nere grafiose e "liditi" talora con graptoliti del Siluriano. CARBONIFERO ?INF.
	LC1_009, dv, Litofacies nella FORMAZIONE DI PALA MANNA. Oilistoliti di metacalcari. CARBONIFERO ?INF.
	LC2_003, MPSa, Litofacies nella FORMAZIONE DI MASON PORCUS. Metacalcari nodulari e metacalcari massivi fossiliferi, metacalcari massivi trasformati in skarn. DEVONIANO INF.
	LC2_005, MUX, FORMAZIONE DI GENNA MUXERRU. Metapeliti e metasiltiti nere carboniose con intercalazioni di liditi e metarenarie nere, con graptoliti. SILURIANO INF. (LLANDOVERY)
	LC2_006, RSM, FORMAZIONE DI RIO SAN MARCO. Metasiltiti e metargilliti con laminazioni piano-parallele, metarenarie e metapeliti, rari livelli di metaepiclastiti e metavulcaniti. ORDOVICIANO SUP.

La carta geolitologica è rappresentata nella **TAVOLA B4**, mostra una suddivisione territoriale in 4 grandi unità.

Le litologie metamorfiche paleozoiche possono essere raggruppate in un'unica formazione indifferenziata ("FORMAZIONI METAMORFICHE PALEOZOICHE"), così come i termini granitoidi del Carbonifero sup.-Permiano ("FORMAZIONI INTRUSIVE PALEOZOICHE"). Analogamente, i filoni sono raggruppabili genericamente come FORMAZIONI IPOABISSALITICHE.

Le formazioni terziarie costituiscono il grande sistema collinare che si erge a sud dell'abitato.

Le formazioni quaternarie possono essere raggruppate in 2 grandi sistemi, costituiti dalle formazioni detritiche pedemontane e da quelle detritiche alluvionali.



3.10 CARTA GEOLITOLOGICA

a. Quadro di riferimento tecnico

La cartografia è stata redatta seguendo le indicazioni per l'adeguamento della base geo-litologica del Piano Urbanistico Comunale al PPR e PAI fanno riferimento alle linee guida per il rilevamento geologico e geotematico del Progetto CARG del Servizio Geologico Nazionale cui si rimanda per maggiori approfondimenti. Il progetto CARG prende avvio dalla Legge 18 marzo 1989, n.183, che contiene le "norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" e recepisce l'esigenza specifica di una cartografia geologica e geotematica capace di costituire una valida documentazione per la conoscenza del territorio.

La mappatura è stata effettuata a partire da un rilievo al suolo impostato sulla base di una prima foto interpretazione operata sul volo Italia 2006 della CGR.

Il rilevamento di controllo e conferma è stato effettuato in funzione di una scala al 1:10.000 ed ha compreso la definizione di una serie di punti di controllo per le litologie, le strutture ed i rapporti tra le unità stratigrafiche

La descrizione delle unità stratigrafiche cartografate definisce la litologia in funzione di una serie di caratteri macroscopici (tipi litologici, loro rapporti, colore, spessore e geometria degli strati) ed locamente, a seconda dei casi e della opportunità, i caratteri tessiturali, le associazioni mineralogiche e

petrografiche, le strutture primarie e secondarie, le mineralizzazioni presenti, ecc.

In taluni casi sono stati approfondite le descrizioni dei limiti e dei rapporti stratigrafici con le altre unità stratigrafiche, nonché l'ambiente di posizionamento o le modalità della messa in posto.

Per le rocce sedimentarie è stata, dove riscontrata, descritta l'associazione paleontologica, ove fosse funzionale a caratterizzare macroscopicamente l'unità ed eventualmente fornire l'indicazione necessaria per la definizione dei beni paleontologici (BURAS n. 30 8/9/2006 - All. 2.1).

Laddove rilevabile è stato riportato anche lo spessore dell'unità, misurato o stimato e l'età, anche se incerta.

In legenda le unità stratigrafiche sono essere elencate procedendo dalla più recente alla più antica, anche nel caso di più successioni, domini o unità tettoniche. Nel caso di legenda strutturata in unità tettoniche, queste devono essere elencate partendo da quella geometricamente più alta.

b. Modello dei dati

La legenda geologica, è stata strutturata per la raccolta delle informazioni su Excel e poi trasferita su ArcGIS, e tutte le informazioni, litologie, elementi stratigrafici, strutturali e geologici di tipo puntuale e lineare sono rappresentati da elementi geometrici georiferiti relazionati ad elementi descrittivi alfanumerici.

Il formato dati usato è quindi quello shapeFile di ArcView/ArcGIS ed è derivato da informazioni georiferite, in Gauss-Boaga, (Roma Monte Mario) su Microstation Se o V8 per poter agilmente editare e manipolare le informazioni grafiche.

Tuttavia lo schema permette di utilizzare anche il modello dati tipo Geodatabase in cui tutti gli attributi e gli elementi geometrici convivono in un unico database relazionale.

c. Schema di legenda

c.1 Contenuti della Carta e criteri di rappresentazione

La Carta geo-litologica contiene i seguenti elementi:

- unità litologiche
- elementi stratigrafici di tipo lineare



- elementi strutturali di tipo lineare
- elementi geologici di tipo puntuale

Le forme riportate nello schema di legenda sono distinte in tre classi sulla base della primitiva geometrica con la quale vengono rappresentate:

c.3 Cartografia delle unità litologiche

Le successioni sedimentarie, vulcaniche, i complessi intrusivi, il basamento metamorfico e i depositi quaternari dell'area marina e continentale sono descritti come:

- unità litostratigrafiche
- litologia
- età
- eventuale contenuto paleontologico.

Le aree incluse in documentazione pubblicata nell'ambito del Progetto CARG, sono rappresentate con le definizioni delle unità litostratigrafiche e le sigle già definite nei Fogli geologici relativi.

I territori non ancora pubblicati, sono descritti per omologia e comunque secondo le linee guida e le indicazioni bibliografiche ritenute appropriate (Fogli 1:100.000 e relativa guida al rilevamento, lavori scientifici e cartografie geologiche pubblicate nelle diverse scale).

Per le informazioni integrative conseguenti ad attività di rilevamento sul campo, potrà essere prevista la creazione di semplici tabelle di campionamento, con i punti di osservazione, che nella forma essenziale potranno contenere i seguenti campi:

- ID punto;
- sistema di coordinate geografiche riferite al WGS84 – UTM 32
- descrizione litologica
- assegnazione dell'unità litostratigrafia.

I colori utilizzati non potevano essere solo quelli proposti in funzione dell'età in quanto il numero delle unità litostratigrafiche per età e la necessità del mantenimento di una elevata omogeneità nei sistemi di legende ha portato alla definizione di una modalità di rappresentazione unificata.

Elevata cura è stata posta nella rappresentazione cartografica dei depositi continentali plio-quaternari, essendo questi di notevole rilevanza nelle attività di adeguamento dei PUC al PPR e costituenti un importante passo conoscitivo in relazione ai processi geomorfologici in atto e potenziali, a base dell'evoluzione del paesaggio e di una appropriata pianificazione coerente con esso. Tali elementi costituiscono, ulteriormente, la base conoscitiva, che a maggior dettaglio è rappresentata nella cartografia dei beni e componenti ambientali indicati nel PPR.

d. La rappresentazione cartografica delle aree marine

Il Piano Paesaggistico della Regione Sardegna recepisce la delimitazione dei parchi nazionali istituiti e delle aree marine protette; le relative disposizioni sono applicabili in quanto compatibili con la disciplina dei decreti istitutivi, prevalendo sulle eventuali disposizioni meno restrittive in essi contenute (Art. 35 – NTA).

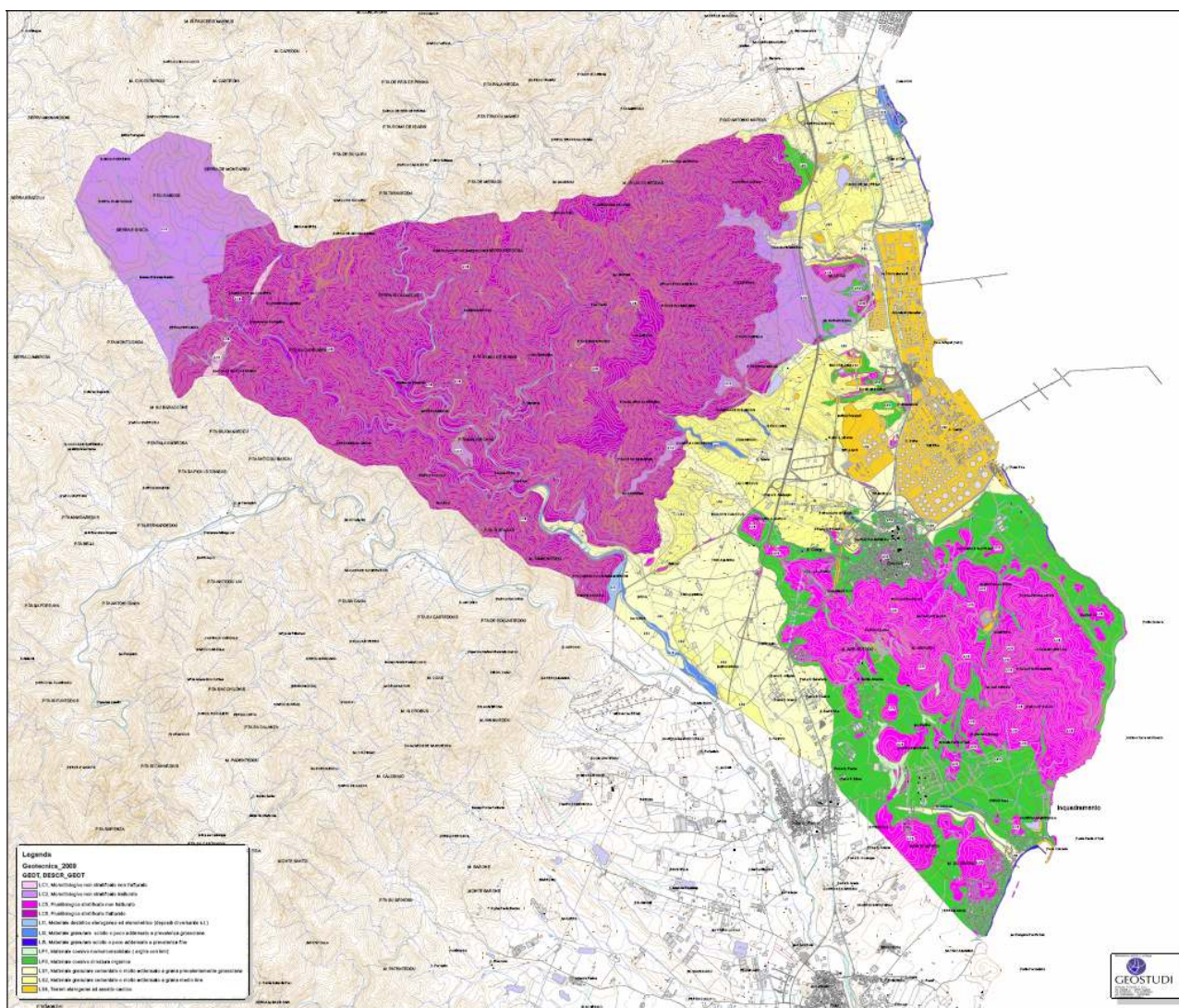
Le linee guida proposte per la rappresentazione cartografica delle aree marine si riferiscono a quelle derivate dal progetto per la realizzazione di una "Carta geologica dei mari italiani" (CARG).

Nell'ambito della redazione della cartografia geolitologica e geomorfologica, non sempre, nella presente fase di adeguamento del PUC al PPR ed al PAI è stato possibile effettuare una mappatura delle aree sommerse e conseguentemente il lavoro eseguito è stato quello di rileggere cartografie edite nelle aree e integrarle con foto interpretazione e rilievi nella fascia costiera.

Ove possibile sono state distinte le spiagge sommerse e le praterie di posidonia.



4. CARATTERISTICHE LITO-GEOTECNICHE DEL TERRITORIO COMUNALE





4.1 CARTA GEOLOGICO-TECNICA

a. Quadro di riferimento tecnico

La Carta Geologico-tecnica prodotta nasce come derivato dalla Carta geolitologica, e le voci di legenda vengono riclassificate sulla base delle litologie e di una valutazione del loro stato di aggregazione, del grado di alterazione e del conseguente comportamento meccanico che le singole unità assumono nei confronti dei possibili interventi insediativi e infrastrutturali che lo strumento urbanistico introduce.

I materiali delle coperture sono differenziate, soprattutto, sulla base del processo di messa in posto del deposito o dell'accumulo, lo stato di addensamento, la tessitura dei materiali costituenti.

Ove disponibili, sono operate considerazioni riferite a situazioni di evidenza puntuale o addirittura connessa alla disponibilità di informazioni sulla prosecuzione nel sottosuolo delle evidenze di superficie.

Particolare attenzione è stata data a informazioni disponibili su prove geotecniche o investigazioni geognostiche disponibili per le aree di indagine.

b. Modello dati

La legenda geologico-tecnica è stata strutturata su ArcGIS, e tutte le informazioni, litologie, elementi stratigrafici, strutturali e geologici di tipo puntuale e lineare sono rappresentati da elementi geometrici georiferiti relazionati ad elementi descrittivi alfanumerici.

Il formato dati usato è quindi quello shapeFile di ArcView/ArcGIS ed è derivato da informazioni georiferite, in Gauss-Boaga, (Roma Monte Mario) su Microstation Se o V8 per poter agilmente editare e manipolare le informazioni grafiche.

4.2LA DIFESA DEL SUOLO – STRATEGIA EUROPEA



L'importanza della protezione del suolo viene oggi riconosciuta sia a livello internazionale che nell'ambito dell'Unione Europea (EU). Nel summit di Rio de Janeiro (1992) furono adottate una serie di dichiarazioni riguardanti la protezione del suolo. In seguito, la Convenzione delle Nazioni Unite per Combattere la Desertificazione (1994), stabilì la necessità di prevenire e ridurre il degrado del territorio, riabilitare i terreni degradati e quelli affetti da processi di desertificazione. Nel 2001 la Strategia per lo Sviluppo Sostenibile dell'Unione Europea ed il 6° programma comunitario di azione

ambientale hanno sancito l'obiettivo di proteggere il suolo dall'erosione e dall'inquinamento evidenziando che il declino della fertilità del suolo è stato causa della riduzione della produttività di molte aree agricole in Europa.

Nel 2002 la difesa del suolo è stata oggetto di ulteriore attenzione da parte della Commissione Europea, che ha adottato la Comunicazione COM(2002) 179 definitivo "Verso una Strategia Tematica per la Protezione del Suolo". Nella Comunicazione al suolo viene riconosciuto lo svolgimento di molte funzioni vitali dal punto di vista ambientale, quali la produzione di biomassa, lo stoccaggio e la trasformazione di elementi minerali, organici e di energia, il filtro per la protezione delle acque sotterranee e lo scambio di gas con l'atmosfera. Inoltre il suolo rappresenta il supporto alla vita ed agli ecosistemi, è riserva di patrimonio genetico e di materie prime, custode della memoria storica, nonché elemento essenziale del paesaggio.

Per consentire al suolo di svolgere tali funzioni è necessario difenderlo dai processi di degrado – o minacce sulle funzioni del suolo - che lo danneggiano e che sono individuati dalla Comunicazione: erosione, diminuzione di materia organica, contaminazione locale e diffusa, impermeabilizzazione, compattazione, diminuzione della biodiversità, salinizzazione, frane e alluvioni. Nel 2003 la Commissione ha dato il via allo sviluppo della Strategia Tematica per la Protezione del Suolo (STS - Soil Thematic Strategy), attraverso l'istituzione di Gruppi Tecnici di Lavoro per l'elaborazione di raccomandazioni sulle diverse tematiche/minacce individuate.



In seguito all'emanazione dei rispettivi rapporti tecnici e alla consultazione con i portatori di interesse e con gli Stati Membri, nel settembre 2006 la Commissione Europea, al fine di dare seguito alla strategia stessa, ha adottato una serie di strumenti:

- Proposta di Direttiva Quadro per la Protezione del Suolo (SFD - Soil Framework Directive), COM(2006) 232 definitivo
- Comunicazione della Commissione, COM(2006) 231 definitivo
- Valutazione di impatto SEC(2006) 620

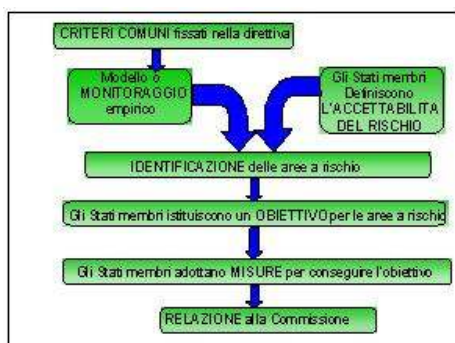
Tali strumenti, ed in particolare la proposta di direttiva, sono attualmente in fase di esame da parte degli Stati Membri.

L'ISPRA (ex-APAT) ha partecipato al Gruppo Tecnico di Lavoro per la Contaminazione del Suolo istituito nel 2003 dalla Commissione Europea. Attualmente supporta il Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare ed il Ministero per le politiche agricole e forestali per la formulazione di osservazioni e contributi degli strumenti (Direttiva, Comunicazione, Valutazione d'impatto) proposti dalla Commissione Europea per l'applicazione della Strategia.

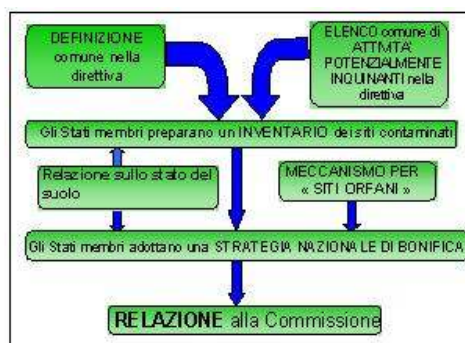
4.3 Proposta di Direttiva Quadro per la Protezione del Suolo (SFD - Soil Framework Directive), COM(2006) 232

Nell'ambito della proposta di Direttiva sono indicate le seguenti misure:

- istituzione di un quadro comune per la difesa del suolo;
- obbligo di individuare, descrivere e valutare l'impatto di alcune politiche settoriali sui processi di degrado del suolo;
- obbligo per i proprietari di terreni di adottare misure di prevenzione del degrado dei suoli;
- approccio al fenomeno dell'impermeabilizzazione del suolo;
- individuazione delle aree a rischio di:
 - erosione;
 - diminuzione di materia organica;
 - compattazione;
 - frane;
- istituzione di programmi nazionali di misure;
- istituzione di un inventario dei siti contaminati e di un meccanismo di finanziamento per bonifica dei siti "orfani" (con modifica della direttiva 2004/35/CE) e formulazione di una strategia nazionale di bonifica dei siti contaminati individuati;
- definizione di "sito contaminato";
- elenco di attività potenzialmente inquinanti per il suolo;
- obbligo, per i venditori o i potenziali acquirenti di terreni, di fornire un rapporto sullo stato del suolo per ogni compravendita di terreni in cui siano avvenute o siano in corso attività potenzialmente inquinanti.



Misure proposte per individuare e risanare le aree a rischio di erosione, diminuzione di materia organica, salinizzazione, compattazione e frane/smottamenti



Misure proposte per individuare e risanare i siti contaminati

5.IL SISTEMA DELLE ACQUE SOTTERRANEE E SUPERFICIALI NEL TERRITORIO DI SARROCH



Per definire i caratteri idrogeologici del territorio comunale sono stati analizzati gli aspetti riguardanti l'idrografia superficiale, sono stati descritti i caratteri idraulici delle formazioni rocciose presenti e sono state descritte le principali unità idrogeologiche.

5.1 IDROGRAFIA SUPERFICIALE

L'idrografia attuale non è altro che risultato della naturale evoluzione dell'assetto idrografico preesistente, a sua volta strettamente legato alle vicissitudini tettonico-strutturali che si sono protratti sino a tutto il Pleistocene.

L'andamento del reticolo idrografico si può definire a grande scala di tipo pseudo-parallelo in quanto di impostazione tettonica lungo le principali direttrici strutturali circa N-S ed NE-SW. Solo nei tratti a monte degli affluenti secondari, assume un andamento sub-dendritico,

interessando i contatti litologici.

Un caso a se stante è costituito dal settore di Monte Arrubiu, dove il reticolo idrografico è radiale.

I corsi d'acqua principali che interessano il settore in studio, entrambi a carattere torrentizio, in ordine di importanza sono:

[1] *Rio Mannu di Pula ed il principale affluente Rio San Marco (0288)*

[2] *Rio Flumini Binu*

[3] *Rio Mulas*

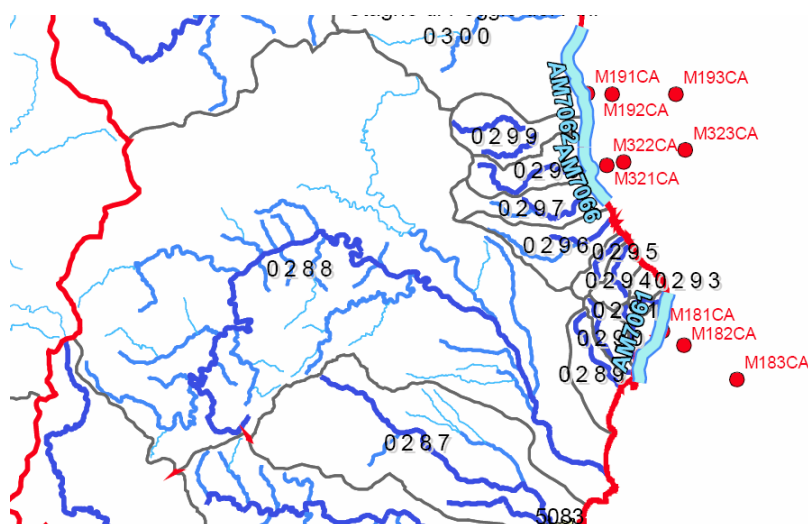
[4] *Rio Cannas*

[5] *Rio Lannaxi*

[6] *Canale Peppino*

[7] *Gutturu s'Interru*

[8] *Rio 'e su Spagnolu*



Le portate di tutti i corsi d'acqua sono generalmente modeste ed regimi di flusso hanno

carattere incostante, talora saltuario, poiché strettamente influenzati dalle condizioni meteorologiche stagionali e dal persistente clima subtropicale-semiarido.

Lo spartiacque di separazione tra i tre grandi settori in cui è diviso il territorio passa lungo l'allineamento formato dal Leunaxi, Flumini Binu, Seinargiu, Cuccuru Mannu, Cuccuru Pinna, Monte Arrubiu, Punta Marturedda.

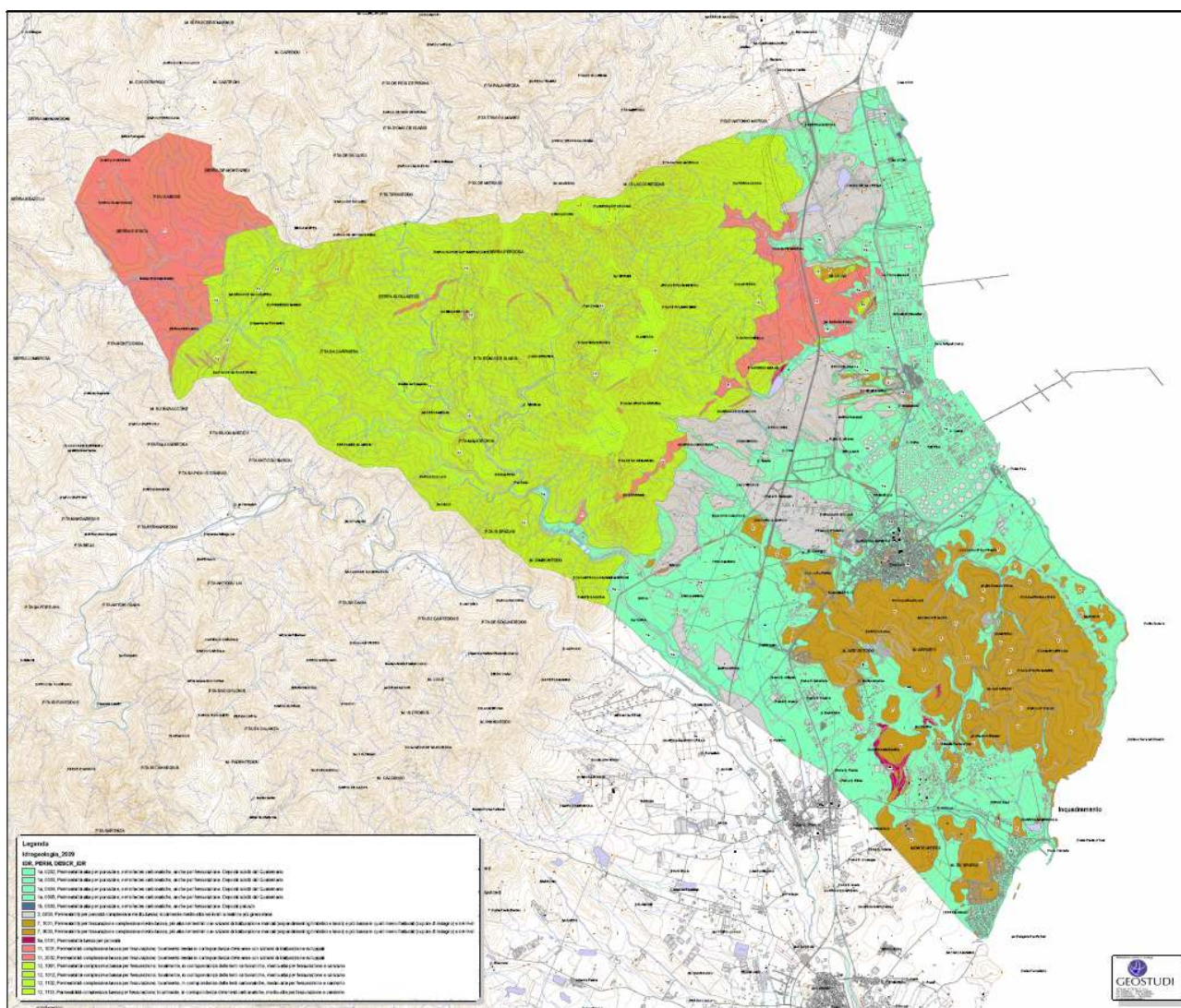
5.2 CARATTERI IDRAULICI DELLE FORMAZIONI GEOLOGICHE.

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

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

Le rocce serbatoio unitamente alle altre, che non presentano tali caratteri, hanno diverse proprietà idrauliche derivanti dai caratteri fisico-chimici e meccanici. Alcune di queste proprietà, come la porosità, la capacità di assorbimento, la capacità di percolazione e la permeabilità, condizionando quantitativamente l'assorbimento, l'immagazzinamento ed il movimento delle acque che possono essere captate, sono molto importanti dal punto di vista idrogeologico.

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



Tav. - L'idrogeologia del territorio costituente l'area vasta incentrata sul territorio di Sarroch



IDR, PERM, DESCR_IDR

	1a, 0202, Permeabilità alta per porosità e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione. Depositi sciolti del Quaternario
	1a, 0303, Permeabilità alta per porosità e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione. Depositi sciolti del Quaternario
	1a, 0404, Permeabilità alta per porosità e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione. Depositi sciolti del Quaternario
	1a, 0505, Permeabilità alta per porosità e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione. Depositi sciolti del Quaternario
	1b, 0303, Permeabilità alta per porosità e, nelle facies carbonatiche, anche per fessurazione. Depositi palustri.
	2, 0303, Permeabilità per porosità complessiva medio-bassa; localmente medio-alta nei livelli a matrice più grossolana
	7, 1001, Permeabilità per fessurazione complessiva medio-bassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbritici e lavici) e più bassa in quelli meno fratturati (cupole di ristagno)
	7, 3003, Permeabilità per fessurazione complessiva medio-bassa, più alta nei termini con sistemi di fratturazione marcati (espandimenti ignimbritici e lavici) e più bassa in quelli meno fratturati (cupole di ristagno)
	8a, 0101, Permeabilità bassa per porosità
	11, 1001, Permeabilità complessiva bassa per fessurazione; localmente media in corrispondenza delle aree con sistemi di fratturazione sviluppati
	11, 2002, Permeabilità complessiva bassa per fessurazione; localmente media in corrispondenza delle aree con sistemi di fratturazione sviluppati
	12, 1001, Permeabilità complessiva bassa per fessurazione; localmente, in corrispondenza delle lenti carbonatiche, medio-alta per fessurazione e carsismo
	12, 1012, Permeabilità complessiva bassa per fessurazione; localmente, in corrispondenza delle lenti carbonatiche, medio-alta per fessurazione e carsismo
	12, 1102, Permeabilità complessiva bassa per fessurazione; localmente, in corrispondenza delle lenti carbonatiche, medio-alta per fessurazione e carsismo
	12, 1113, Permeabilità complessiva bassa per fessurazione; localmente, in corrispondenza delle lenti carbonatiche, medio-alta per fessurazione e carsismo

La permeabilità viene distinta in due tipi fondamentali: primaria e secondaria, a seconda che sia una caratteristica congenita o acquisita. La permeabilità primaria, o in piccolo, è tipica delle rocce porose, caratterizzate da vuoti intercomunicanti fra i granuli, ed è una proprietà intrinseca del litotipo, poiché la formazione dei meati è singenetica alla formazione della roccia. Solo in alcuni casi, come nei prodotti di alterazione dei graniti e delle arenarie la permeabilità per porosità è secondaria.

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

Esiste anche un altro tipo di permeabilità, quello per carsismo.

Le rocce oltre che per il tipo di permeabilità possono essere distinte anche per il grado di permeabilità, che può essere espresso in termini relativi, quindi in modo qualitativo, alta, media e bassa, o in termini assoluti, quindi in modo quantitativo con il coefficiente di permeabilità k in cm/s.

Per quanto riguarda i caratteri idraulici le formazioni geologiche, che costituiscono il territorio comunale, possono essere suddivise in due gruppi: rocce compatte lapidee e rocce sciolte.

Ricadono nel primo gruppo le formazioni paleozoiche, le quarziti ed i conglomerati eocenici, le litofacies marnoso-arenacee e marnose mioceniche e le vulcaniti basaltiche.

Le rocce ignee e metamorfiche, che compongono la serie paleozoica, presentano porosità inferiore all'1% ed inoltre i pori non sono comunicanti. Conseguentemente la permeabilità per porosità può essere considerata pressochè nulla. Tuttavia queste rocce possono essere permeabili per la presenza di giunti, fratture e zone areate. La morfologia, spesso tormentata non favorisce sempre un'ottimale infiltrazione dell'acqua.

Nelle rocce intrusive la permeabilità è dovuta principalmente allo stato di fratturazione ed alterazione degli ammassi rocciosi. Nel settore montano, dove queste rocce, rappresentate da tonaliti, monzograniti e leucograniti, talvolta cataclastici, hanno subito una forte tettonizzazione, queste rocce presentano un grado di permeabilità da basso a medio, funzione dello stato di fratturazione. Le fasce di granitoidi cataclastici, sono pertanto le aree dove è possibile intercettare falde sotterranee di una certa potenzialità.

Nelle rocce metamorfiche la permeabilità per porosità è irrilevante. Solo nelle zone di alterazione e lungo le superfici di scistosità può avvenire una certa circolazione idrica. Nel settore montano, i diversi eventi deformativi paleozoici, hanno determinato la fratturazione, talvolta accentuata degli ammassi rocciosi metamorfici, che presentano inoltre un elevato grado di scistosità. La presenza di queste discontinuità portano a ritenere che gli ammassi rocciosi siano interessati da una certa circolazione idrica. La permeabilità di queste rocce, generalmente bassa, risulta in queste condizioni media e, nelle aree più intensamente fratturate o cataclastiche, può raggiungere localmente livelli anche alti. Questo fatto è testimoniato dalla presenza di un certo numero di



manifestazioni sorgentizie, che si rinvengono ubicate lungo i contatti degli affioramenti paleozoici e lungo le principali lineazioni tettoniche.

I conglomerati e le quarziti eoceniche, per quanto estremamente cementati, interessati da una fitta rete di giunti di fratturazione e localmente, soprattutto al contatto con le formazioni paleozoiche, da un certo grado di alterazione, presentano permeabilità media per fratturazione. L'acqua si infiltra lungo i piani di frattura e percola lentamente all'interno delle bancate, fino a raggiungere le fasce alterate alla base della formazione e può quindi alimentare le rocce metamorfiche sottostanti, caratterizzate da elevata scistosità e fratturazione.

Le litofacies mioceniche marnoso-arenacee, possono ospitare corpi idrici limitati. La sequenza sedimentaria è infatti caratterizzata dall'alternarsi di bancate arenacee, bancate arenaceo-marnose e livelli francamente marnosi. I livelli arenacei mostrano permeabilità media per porosità e fratturazione, quelli marnoso-arenacei permeabilità da bassa a media, mentre quelli francamente marnosi, se non fratturati, mostrano permeabilità quasi nulla. La circolazione idrica sotterranea è pertanto disturbata dalla presenza dei livelli marnosi, che costituiscono dei setti impermeabili, all'interno dell'ammasso roccioso, che limitano i movimenti dell'acqua. Solo i livelli arenacei ed arenaceo-marnosi sono pertanto interessati da una certa circolazione idrica.

In queste litologie sono spesso presenti acquiferi confinati, talvolta con un certo grado di salienza, come riscontrato in alcuni pozzi in esse trivellati.

Le facies marnose mioceniche, caratterizzate da permeabilità da bassa a molto bassa, non sono interessanti come rocce serbatoio.

Le lave basaltiche, generalmente caratterizzate da una fitta rete di giunti di raffreddamento, costituiscono invece delle buone rocce serbatoio.

I sedimenti a grana da fine a molto fine, presentano una porosità relativamente elevata ed una permeabilità molto bassa, in quanto gli interstizi fra i granuli che compongono la roccia hanno diametri assai piccoli che non permettono il deflusso delle acque. Esse pertanto agiscono come barriera al movimento dell'acqua, anche se hanno la capacità di immagazzinare grandi quantità d'acqua, che può defluire molto lentamente.

I sedimenti a granulometria maggiore, composti cioè da sabbie, ghiaie e ciottoli di ambiente fluviale, con porosità comprese tra il 20%, nei depositi grossolani scarsamente selezionati, ed il 40%, nei materiali uniformemente selezionati, costituiscono dei buoni acquiferi

La maggior parte degli acquiferi in tali depositi presentano permeabilità variabile tra 1×10^{-4} e 1×10^{-3} cm/s, anche se non è infrequente trovare valori superiori a 5×10^{-3} cm/s. Pozzi scavati in tali depositi possono mostrare rendimenti moderati, anche se si possono riscontrare rendimenti maggiori se lo strato permeabile è potente, come nel caso di canali sepolti.

Le sabbie e le ghiaie sono quindi i depositi detritici più importanti per quel che riguarda le riserve d'acqua sotterranee.

Naturalmente i valori riportati non tengono conto delle facies intermedie, spesso le più frequenti, che contengono una frazione grossolana immersa in una matrice da sabbiosa ad argillosa o limosa e del grado di cementazione dei depositi, fatti questi che influiscono negativamente sulla permeabilità.

I depositi alluvionali olocenici e subattuali, che si rinvengono lungo gli alvei dei corsi d'acqua che attraversano il territorio comunale, ciottoloso-ghiaioso-sabbiosi, sciolti, presentano invece una porosità efficace maggiore dei conglomerati oligocenici e delle alluvioni antiche, conseguentemente la loro permeabilità è generalmente medio-alta, anche se si possono avere, in funzione della percentuale di materiali fini presenti, situazioni in cui la permeabilità decresce ed altre in cui invece aumenta consistentemente.

I depositi detritici, che si rinvengono alla base dei versanti, composti da clasti di varie dimensioni e blocchi di rocce paleozoiche ed eoceniche, immersi in matrice argillosa, presentano permeabilità da scarsa a media. Il grado permeabilità è funzione della maggior o minor quantità di materiali fini presenti.



5.2.1 IDROGEOLOGIA

Le differenti formazioni litologiche riconosciute sono state caratterizzate anche sulla base della loro permeabilità, ovvero della capacità di immagazzinare acqua in quantità più o meno significative. In tal senso, sulla base dei loro caratteri intrinseci omogenei, i substrati litologici sono stati raggruppati in funzione del grado di permeabilità.

Sono stati distinti due tipi di permeabilità (**P** = porosità, **F** = fratturazione) e quattro livelli di grado di permeabilità (**IM** = impermeabile, **SP** = scarsamente permeabile, **MP** = mediamente permeabile e **AP** = altamente permeabile) per ciascuna unità idrogeologica. Le Unità Idrogeologiche sono le seguenti, a partire da quella che raggruppa i termini litologici più recenti:

[I1] Unità detritico-alluvionale olocenica

[I2] Unità detritico-alluvionale pleistocenica

[I3] Unità intrusiva paleozoica

[I4] Unità metamorfica paleozoica

5.2.2[I1] *Unità detritica-alluvionale olocenica*

Quest'unità idrogeologica risulta formata da un insieme di depositi terrigeni non litificati (**h1n**, **h1r**, **a**, **ba**, **bb**, **bn**, **g2** della **TAVOLA B7**) costituite da elementi poligenici ed eterometrici in matrice sabbioso-limoso-argillosa che bordano i principali corsi d'acqua del settore, contraddistinte da un grado di addensamento da moderato a scarso.

Il flusso idrico sotterraneo è favorito dalla porosità dei sedimenti (permeabilità di tipo **P**) e generalmente, in funzione della presenza o meno di materiali clastici fini (argille, limi), il grado di permeabilità varia da medio (**MP**) a alto (**AP**).

5.2.3[I2] *Unità vulcanica terziaria*

Quest'unità idrogeologica si identifica con le unità litostratigrafiche costituite dalle vulcaniti terziarie a chimismo andesitico e dai sistemi filoniani associati, con una fratturazione da raffreddamento marcata nel settore superficiale ed una generale permeabilità per porosità, che costituisce la via di circolazione sotterranea.

5.2.4[I3] *Unità detritico-alluvionale pleistocenica*

Quest'unità idrogeologica si identifica con l'unità litostratigrafica **PVM2a** della **TAVOLA B7**. Si tratta di depositi alluvionali terrazzati costituiti da elementi poligenici ed eterometrici in matrice sabbioso-limoso e cemento argilloso e, in prossimità della fascia adiacente ai rilievi, detriti di versante.

L'insieme di litologie si caratterizza per un grado di addensamento medio-elevato e per la discreta ossidazione della matrice limo-sabbiosa. La permeabilità è di tipo **P** per porosità e il grado di permeabilità varia da scarso (**SP**) a medio (**MP**).

5.2.5[I4] *Unità intrusiva paleozoica*

Si tratta di monzograniti, tonaliti, micro e granodioriti più o meno fratturati e con fenomeni di alterazione per idrolisi (arenizzazione) e dell'insieme di differenziati in giacitura filoniana connessi con l'evoluzione del sistema magmatico intrusivo, identificabili nelle unità **VLDb**, **SBBb**, **SBBa**, **fi**, **fp** ed **fq** della **TAVOLA B7**.

Nel complesso quest'unità ha un comportamento idrogeologico uniforme poiché la giacitura massiva del corpo intrusivo (o dei vari corpi?) e la sua struttura cristallina compatta, non consente la formazione di flussi idrici per porosità primaria ma solo per fratturazione (**F**).

Il flusso idrico presente al suo interno è guidato dal complesso reticolo di fratture secondarie che consente l'immagazzinamento delle acque di infiltrazione che altrimenti, a causa dell'insignificante porosità primaria, sarebbero destinate a scorrere prevalentemente in superficie.



Fanno eccezione particolari condizioni dell'ammasso roccioso quali la presenza di uno spessore significativo di arenizzazione del granito o la presenza di una o più fasce cataclastiche (ovvero di fratturazione concentrata spesso associate a differenziati magmatici acidi in giacitura filoniana subverticale) che si intersecano, entro le quali può essere presente un flusso idrico consistente.

Anche in questo caso, l'elevata variabilità delle condizioni favorevoli alla presenza di flussi idrici all'interno dell'ammasso roccioso fratturato, fa sì che le rocce appartenenti a quest'unità possa essere verosimilmente definita impermeabile (**IM**) o scarsamente permeabile (**SP**).

A causa dell'estrema variabilità delle condizioni predisponenti il flusso idrico all'interno dell'ammasso roccioso fratturato, il grado di permeabilità di questa unità varia da nullo (**IM**) a scarso (**SP**) mentre il tipo di permeabilità è essenzialmente per fratturazione (**F**).

5.2.6[15] *Unità metamorfica paleozoica*

Coincide con le unità **vs**, **SVI**, **PMN** e **MUX** della **TAVOLA B7** per la quale la possibilità di flusso idrico e di immagazzinamento è determinata esclusivamente dalla presenza di discontinuità di vario tipo all'interno dell'ammasso roccioso.

Trattandosi di rocce originariamente sedimentarie, queste discontinuità sono rappresentate dalle superfici connesse con l'anisotropia compositiva originaria del sedimento (giunti di strato o stratificazione) in funzione delle particolari condizioni di sedimentazione, nonché dall'insieme di fessurazioni indotte nella roccia dalle deformazioni tettoniche subite durante tutte le vicissitudini geologiche attraversate.

Si tratta quindi di un'unità idrogeologica che permette un flusso idrico interno essenzialmente entro il complesso reticolo di macrofratture e di microfratture prevalentemente secondarie.

Anche in questo caso, l'elevata variabilità delle condizioni favorevoli alla presenza di flussi idrici all'interno dell'ammasso roccioso fratturato, fa sì che la roccia appartenente a questa unità possa essere verosimilmente definita impermeabile (**IM**) o scarsamente permeabile (**SP**).



5.3 VULNERABILITÀ IDROGEOLOGICA E PROBLEMATICHE DEL TERRITORIO COMUNALE

Sulla base delle analisi effettuate è possibile asserire con certezza che l'assetto geologico del territorio del comune di Sarroch è caratterizzato da:

- *assenza di sorgenti caratterizzate da portate tali da sopperire direttamente al fabbisogno idropotabile del settore agropastorale;*
- *assenza di una copertura vegetale naturale, nel settore pedemontano, sia a causa dello storico utilizzo agrario del territorio che per la eliminazione dei residui elementi di macchia e delle sugherete di pianura;*
- *ricorso alla lavorazione dei suoli ed alla conseguente messa a coltura anche di suoli con bassa suscettività e capacità d'uso in settore a media suscettività all'erosione.*
- *scarsa cura dei corsi d'acqua e delle loro rive con ordinari problemi di inondazione nelle aree pianeggianti adiacenti i corsi d'acqua stessi, sovente, anche a causa di attraversamenti con luci inadeguate o corsi d'acqua inalveati.*
- *messa a rischio delle falde, già in parte compromesse, soprattutto nella fascia pedemontana di Sarroch, a causa della percolazione di sostanze provenienti dal sistema industriale e da rifiuti abbandonati nell'area stessa.*
- *necessità di interventi sistematici di ricostituzione del manto vegetale, strettamente non a fini produttivi ma a fini idrogeologici, caratterizzati da una elevata cura nell'impianto e nella gestione, al fine di incrementare infiltrazione e tempo di corrivazione delle acque e poter invertire il processo di desertificazione attualmente in corso, soprattutto nel settore meridionale di Monte Arrubiu.*
- *necessità di attuazione di misure di ripristino e recupero delle aree industriali abbandonate e delle aree estrattive dismesse.*

Da questa sintesi emerge quindi che le problematiche di carattere geologico si possono tutte quantificare inquadrare sotto la voce rischio e vulnerabilità idrogeologica. I cosiddetti "dissesti idrogeologici" sono processi accelerati di evoluzione morfologica e sono solitamente determinati da cause naturali, anche se la trascuratezza e gli interventi errati dell'uomo sul territorio possono fungere da fattori innescanti e/o acceleranti di tali processi.

Pertanto una regolamentazione degli interventi antropici ed un adeguato sistema di regimazione delle acque superficiali possono in qualche modo contribuire alla stabilità del territorio.



5.4 CARTA IDROGEOLOGICA

a. Quadro di riferimento tecnico

La cartografia idrogeologica rappresenta sul territorio le informazioni raccolte, rappresentabili in elementi puntuali, lineari e areali quali:

- elementi puntuali: pozzi, sorgenti, punti di scarico della rete fognaria, scaricatori di piena, depuratori, attività industriali, allevamenti ecc.;
- elementi lineari: idrografia, canali, acquedotti, rete fognaria ecc.;
- elementi areali: classi di permeabilità, siti inquinati ecc.

La legenda utilizzata è basata sulle indicazioni del Servizio Geologico Nazionale – Quaderno serie III vol. 5 “Guida al rilevamento e alla rappresentazione della Carta idrogeologica d’Italia – 1:50.000”.

b. Modello dei dati

La legenda idrogeologica è stata strutturata su ArcGIS, e tutte le informazioni, litologie, elementi stratigrafici, strutturali e geologici di tipo puntuale e lineare sono rappresentati da elementi geometrici georiferiti relazionati ad elementi descrittivi alfanumerici.

Il formato dati usato è quindi quello *shapeFile* di ArcView/ArcGIS ed è derivato da informazioni georiferite, in Gauss-Boaga, (Roma Monte Mario) su Microstation Se o V8 per poter agilmente editare e manipolare le informazioni grafiche.

c. Schema di legenda

c.1. Strati informativi

Gli elementi conoscitivi raccolti ed elaborati e rappresentati nella cartografia prodotta, sono strutturati in strati informativi.

La carta contiene i seguenti elementi:

- Classi di permeabilità
- Elementi idrici di superficie
- Elementi idrici sotterranei

Le classi di permeabilità sono rappresentate attribuendo alle unità geolitologiche le caratteristiche di permeabilità prevalente in comune e un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto. La valutazione, di tipo qualitativo, si riferisce a valori di permeabilità classificati nei quattro intervalli definiti nella Tabella 2.1. delle Linee Guida per il Riordino delle Conoscenze.

Lo studio idrogeologico di area vasta definisce le azioni che la circolazione idrica può scatenare anche in situazioni di equilibrio limite, con una congrua possibilità di pianificare e progettare accuratamente il territorio tenendo conto della anche della sicurezza ed infine, ma per questo non di minor importanza, con una valutazione della disponibilità di una riserva e/o di una risorsa idrica avente caratteri idonei allo sfruttamento. I risultati sono contenuti nella relazione di sintesi con riferimento all’archivio di dati e alle cartografie tematiche utili ad esprimere le conclusioni raggiunte.

Le informazioni raccolte costituiscono la base di conoscenza necessaria per gli studi specificati nel capitolo dedicato all’adeguamento del PAI. Altresì, v’è tenuto presente che le classi di permeabilità mappate in questa cartografia si riferiscono principalmente alla permeabilità del substrato roccioso mentre, nell’adeguamento al PAI, viene proposta la classificazione di permeabilità dei suoli, quale fattore correlato ai fenomeni di esondazione e instabilità dei versanti.

Il tematismo idrogeologico si completa con gli elementi dell’idrologia superficiali e sotterranea.



5.5LE RISORSE IDRICHE SOTTERRANEE: PREVENZIONE E CONTROLLO DELL'ALTERAZIONE DELLE CARATTERISTICHE QUALITATIVE E QUANTITATIVE

Al fine di limitare il pericolo dell'alterazione delle caratteristiche qualitative e quantitative delle acque sotterranee sono state adottate una serie di misure che contribuiscono in modo parallelo al perseguimento del risultato proposto.

La Carta Idrogeologica deriva dalla elaborazione di informazioni connesse alle caratteristiche geolitologiche. La Carta contiene una zonazione della "permeabilità intrinseca" elaborata per complessi e situazioni idrologiche, ovvero attribuendo un grado di permeabilità all'insieme di più tipi litologici omogenei sulla base di caratteristiche strutturali, tessiturali e composizionali.

La zonazione della permeabilità è descritta nella cartografia idrogeologica ed è basata sul criterio della associazione per complessi e situazioni idrogeologiche.

Quest'ultimo metodo si basa sulla valutazione qualitativa, riferita a ciascun suolo e litotipo ed associazioni di litotipi omogenee, che tengono conto della permeabilità dell'acquifero e della sua tipologia.

5.5.1 Prescrizioni per le classi di permeabilità elevata e permeabilità media

Nelle aree comprese nelle classi di permeabilità elevata e media non devono essere previsti impianti ed attività potenzialmente inquinanti, in particolare quelli per cui sono coinvolti scarichi, depositi, accumuli o stoccaggi direttamente contro terra di materie prime, prodotti, residui o reflui pericolosi per l'ambiente quali:

- Attività zootecniche industriali;
- Impianti di stoccaggio temporaneo o definitivo o di trattamento di rifiuti solidi urbani, rifiuti urbani pericolosi, rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi;
- Impianti ed attività industriali particolarmente pericolosi a causa di emissioni, scarichi, residui o materie prime inquinanti;

5.5.2 Prescrizioni per le classi di permeabilità bassa

Nelle zone comprese nella classe di permeabilità bassa, l'ammissibilità degli impianti e delle attività industriali connesse con un potenziale rischio di inquinamento è valutato sulla base di studi ed indagini ambientali e di impatto a largo raggio, fondati se necessario su campagne di rilevamento e di monitoraggio preventivo, del suolo, del sottosuolo e della risorsa idrica superficiale e sotterranea.

5.5.3 Prescrizioni particolari per le zone di ricarica della falda

Le aree comprese nelle zone con permeabilità elevata, media e, per i comprensori per i quali abbia un significato idrogeologico, anche bassa (es. aree litoidi con fatturazione, aree detritiche collinari e montane, aree calcaree, aree alluvionali di fondovalle) che abbiano il ruolo, per posizione geografica o per rapporto stratigrafico, di aree di ricarica della falda dovranno essere tutelate contro l'inquinamento con criteri particolarmente cautelativi dalla disciplina di attuazione dello strumento urbanistico.

Tali zone sono identificate nella cartografia idrogeologica sulla base delle conoscenze specifiche acquisite nell'ambito degli studi geologici ed idrogeologici propedeutici del PUC.

Su queste zone vanno evitati non solo nuovi impianti ed attività indicate nel comma precedente, ma anche ogni altro punto o area a potenziale rischio di inquinamento e dovranno essere adeguati funzionalmente, potenziati se necessario e mantenuti nel miglior stato di efficienza gli impianti di depurazione ed i sistemi di collettamento dei reflui fognari.



La trasformazione del territorio urbano o rurale in zone di ricarica della falda è condizionata alla salvaguardia della capacità di infiltrazione efficace del suolo e quindi al mantenimento della maggiore proporzione possibile di aree permeabili.

5.5.4 Indirizzi per le classi di permeabilità elevata e permeabilità media

Nelle classi di permeabilità media ed elevata il PUC regola, con il criterio della salvaguardia della risorsa sotterranea, le attività estrattive, le attività di raccolta, stoccaggio temporaneo e smaltimento dei rifiuti, oltre a tenere sotto stretto controllo lo stato di efficienza, le condizioni di manutenzioni ed il grado di efficacia del comparto relativo alla depurazione e al collettamento dei rifiuti reflui fognari.

5.5.5 Indirizzi per la realizzazione di nuovi pozzi

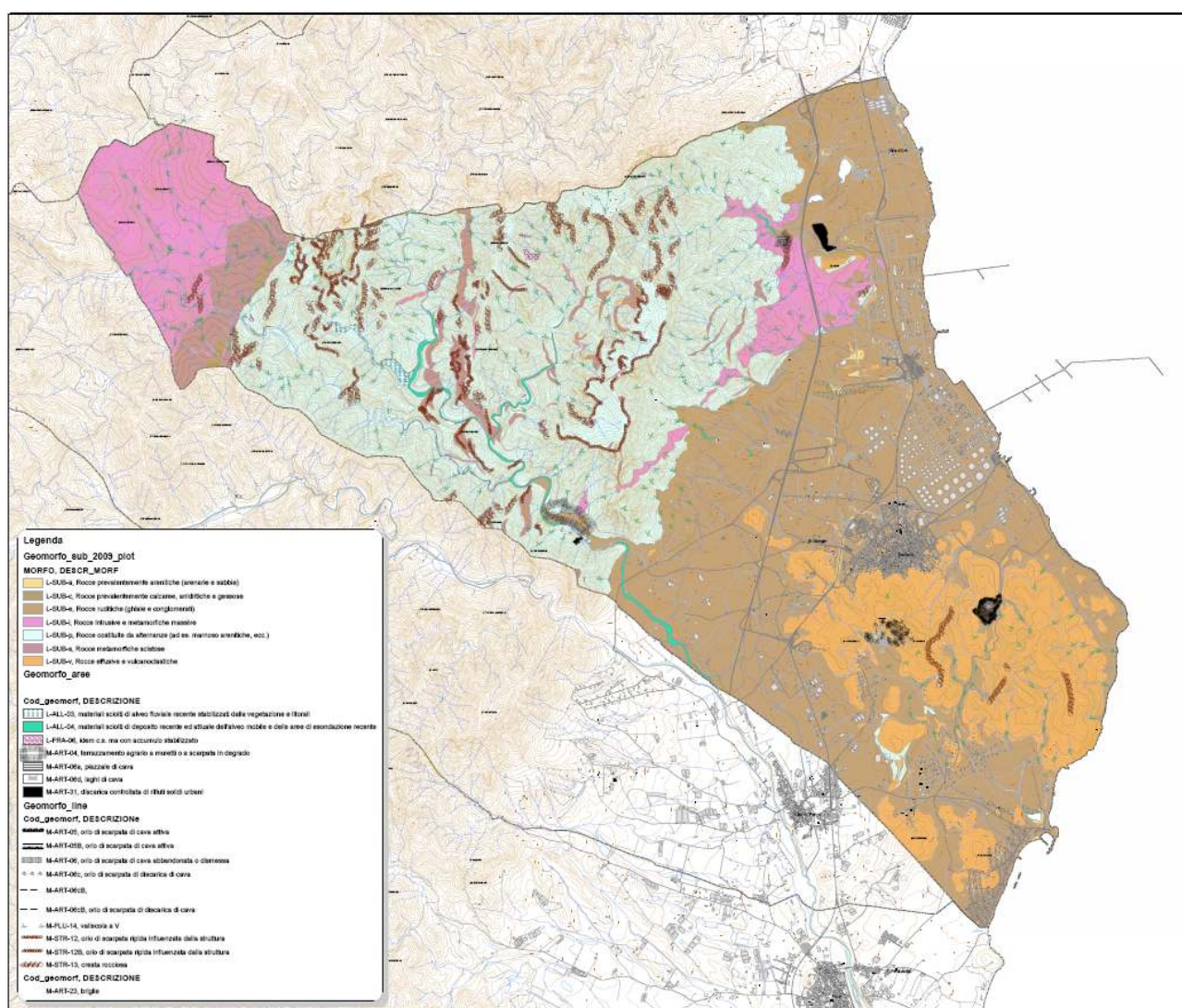
Ferma restando l'attuale procedura di acquisizione dell'autorizzazione o di comunicazione di R.A.S., nell'ambito delle funzioni di Ente con competenze amministrative all'interno del PUC, verifica, in fase del rilascio delle competenti autorizzazioni alla trasformazione di un'area, per quanto di propria competenza, la effettiva disponibilità della risorsa idrica e la sua provenienza ufficiale (presenza di pozzi esistenti, autorizzati o meno, autorizzazione alla trivellazione di nuovi pozzi) rispetto alle prescrizioni di tutela idrogeologica dell'area, onde prevenire ulteriori sovra sfruttamenti delle risorse idriche sotterranee.

5.6 MORFOLOGIA

Dal punto di vista morfologico, il territorio di Sarroch, è caratterizzato da forme prevalentemente montuoso-collinari ad ossatura metamorfica e granitoide nel settore occidentale e da terreni subpianeggianti di natura detritico-alluvionale con una leggera vergenza verso est nei restanti quadranti e dal sistema vulcanico terziario isolato tra la costa ed il settore paleozoico.

I rilievi si presentano nel complesso articolati, con forme più o meno accidentate o dolci a seconda della loro costituzione litologica. Così ad esempio argilloscisti, limoscisti e scisti filladici danno luogo in genere a forme morbide e declivi, mentre metarenarie, micascisti formano versanti talora scoscesi e pietrosi, nonché cime a rocciosità accentuata. Quarziti e graniti hanno un notevole risalto morfologico e rivelano sovente forme aspre ed articolate, determinano costantemente notevoli asperità apparendo in forte risalto, con dirupi, propaggini e creste rocciose.

Le strutture tettoniche che più hanno inciso sulla morfologia locale, contribuendo ad aumentarne il contrasto topografico, sono le faglie orientate circa NNW-SSE e meno frequentemente N-S, nonché i sovrascorrimenti ercinici con fronti orientati circa E-W, sulla cui traccia si sono impostati la gran parte di rami principali dei corsi d'acqua locali.



Lungo i versanti – le cui pendenze sono mediamente valutabili intorno al 20÷40% (**TAVOLA B2**) – si verifica la mobilitazione di materiale, sia in forma incanalata che non incanalata. In genere tali movimenti avvengono in occasione di eventi piovosi particolarmente



intensi e concentrati, durante i quali l'infiltrazione e la saturazione idrica interessano principalmente le coperture detritiche che ricoprono gran parte dei rilievi granitoidi e metamorfici.

Alle pendici dei versanti è generalmente presente una coltre detritica (glacis) disposta lungo un piano con debole pendenza (circa 7°), che degrada con continuità verso la piana costiera, la cui origine è legata a fenomeni di ruscellamento diffuso e conseguente erosione areale, verificatesi durante periodi climatici più freddi e umidi rispetto all'attuale (Pleistocene). Verso la piana i glacis passano ad alluvioni quaternarie che in parte hanno rimaneggiato i suddetti depositi. Entrambi hanno matrice rosso-brunastra, ma si distinguono in quanto i clasti che costituiscono lo scheletro dei glacis, non avendo subito trasporto, risultano a spigoli vivi. In questo settore gli effetti morfodinamici sono connessi principalmente ai movimenti gravitativi ed al trasporto sui fondovalle operato dai corsi d'acqua.

Il settore pianeggiante meridionale è occupato da alluvioni di varia età costituite da materiali litici più o meno cementati e addensati: l'assetto morfologico è il risultato di episodi alterni di sedimentazione ed erosione fluviale: durante le fasi di erosione i corsi d'acqua hanno inciso nei sedimenti prima deposti profonde valli, le quali sono state successivamente colmate da nuovi apporti solidi. Questi meccanismi hanno originato dei terrazzi fluviali, ben visibili lateralmente agli alvei del *Rio Mannu di Pula e degli altri corsi d'acqua minori*.

5.7 CARTA GEOMORFOLOGICA

a. Quadro di riferimento tecnico

La Carta Geomorfológica rappresenta le caratteristiche del paesaggio in riferimento ai fenomeni geologici e strutturali, geomorfologici e litologici che lo generano.

La metodologia di mappatura delle forme e dei processi a cui fa riferimento la legenda è di tipo "classico". Lo strumento principale utilizzato nella fase dell'acquisizione dei dati è stato la fotointerpretazione stereoscopica e delle ortofoto digitali o delle immagini da satellite appoggiate sul modello altimetrico del terreno. Specifiche esigenze locali hanno reso necessario il ricorso all'analisi multi temporale delle diverse informazioni fotografiche analogiche, orto fotografiche e cartografiche disponibili.

Il lavoro è stato integrato con informazioni georiferite disponibili, provenienti da fonti bibliografiche (cartografie, banche dati geografiche, inventari etc.) e verificato attraverso un rilevamento di campagna finalizzato alla definizione delle chiavi di interpretazione e alla verifica delle forme rilevate e dei processi genetici relativi. La fase di campagna ha poi tenuto in debito conto le differenze legate alle diversità stagionali e comunque alla data di ripresa delle diverse coperture aefotografiche analogiche, orto fotografiche e delle immagini da satellite.

Il PPR associa a taluni, processi e forme, norme di indirizzo, direttive, modalità di tutela e salvaguardia, attraverso la definizione dei valori geologici, con la costituzione di geositi e geomorfositi.

La cartografia geolitologica e quella geomorfologica, permettono, in relazione al dovuto adeguamento al PAI, la redazione di tematismi derivati che identificano le principali condizioni di pericolo per l'uomo e gli insediamenti, conseguenti all'esposizione a potenziali calamità naturali, ovvero alla normale evoluzione del territorio attraverso i processi morfologici, geologici e idrogeologici.

La Carta geomorfologica è stata strutturata secondo quanto previsto dalle "Linee guida" proposte dal Servizio Geologico Nazionale. (Quaderno serie III, n. 4) e prevedere la raffigurazione dei caratteri morfografici e morfometrici, l'interpretazione della loro origine in funzione dei caratteri geomorfici (endogeni ed esogeni), passati e presenti, individuando la sequenza cronologica con la distinzione fra forme attive e forme non attive.

b. Modello dati



La legenda geomorfologica è stata strutturata su ArcGIS, e tutte le informazioni, litologie, elementi stratigrafici, strutturali e geologici di tipo puntuale e lineare sono rappresentati da elementi geometrici georiferiti relazionati ad elementi descrittivi alfanumerici.

Il formato dati usato è quindi quello *shapeFile* di ArcView/ArcGIS ed è derivato da informazioni georiferite, in Gauss-Boaga, (Roma Monte Mario) su Microstation Se o V8 per poter agilmente editare e manipolare le informazioni grafiche.

c. Schema di legenda

c1. Coerenza tra le informazioni geologiche e la definizione delle forme

Il rilevatore dovrà considerare con attenzione le informazioni litologiche e strutturali deducibili dalla cartografia geologica (che si considera pertanto già acquisita o in contemporaneo rilevamento) in funzione della loro incidenza sulle forme del rilievo, ponendo cura a garantire la coerenza tra quanto rilevato sotto il profilo geologico e quello geomorfologico, intervenendo eventualmente con le necessarie integrazioni nella rappresentazione dell'uno o dell'altro tematismo.

Le informazioni geomorfologiche così rilevate dovranno dunque permettere la costruzione di una banca dati geografica in cui vi sia coerenza nelle relazioni spaziali e funzionali tra le informazioni relative alle forme del rilievo e quelle geologico-strutturali, così come deve essere garantita la necessaria coerenza geometrica e topologica con la base topografica adottata.

Il contenuto della carta geomorfologica sono costituiti da una serie di livelli informativi derivati e da alcuni originali:

- dati idrografici
- dati litologici
- dati tettonici
- dati morfogenetici
- dati morfocronologici
- dati morfoevolutivi

c1.1 Dati idrografici.

La base idrografica è costituita dal disegno in celeste (RGB 99, 123, 188) del reticolo idrografico dello strato informativo del *GeoDB 10k*, Strato 04 Idrografia. Questa base è integrata da segni aggiuntivi in celeste (RGB 99, 123, 188), riguardanti le zone endoreiche ed altri eventuali elementi meteomarinari, che consentano di delineare un quadro completo dell'assetto idrografico.

c1.2 Dati litologici

I dati litologici sono costituiti dalle informazioni relative al "substrato" ed alle formazioni superficiali, ossia i materiali detritici direttamente collegati con l'evoluzione del rilievo attualmente osservabile, indipendentemente dal loro grado di cementazione e dalla loro età.

Le formazioni del substrato, tratte dalla Carta geo-litologica, sono ripartite con criteri geomorfologici in categorie litologiche fondamentali, in base al loro grado di resistenza ai processi di degradazione ed erosione, o ad altri fattori che assumono importanza nella morfogenesi.

c1.3 Dati tettonici

I dati tettonici sono rappresentati con la stessa simbologia con la quale lo sono nella carta geolittologica, in funzione della loro incidenza sulle forme del rilievo.

c1.4 Dati morfogenetici

I processi morfogenetici sono stati suddivisi in più insiemi, contraddistinti mediante i colori in funzione della genesi.

Si distinguono:

- Forme strutturali e vulcaniche.
- Forme di versante dovute alla gravità.



- Forme fluviali e di versante dovute al dilavamento.
- Forme carsiche.
- Forme eoliche.
- Forme di origine marina (emerse e sommerse), lagunare e lacustre.
- Forme di origine antropica.

c1.5 Dati morfocronologici

Le forme del rilievo vengono originate talora da una sequenza complessa di processi morfogenetici in periodi di tempo di durata variabile ed ove possibile è stata riportato il dato morfocronologico con sigle in nero.

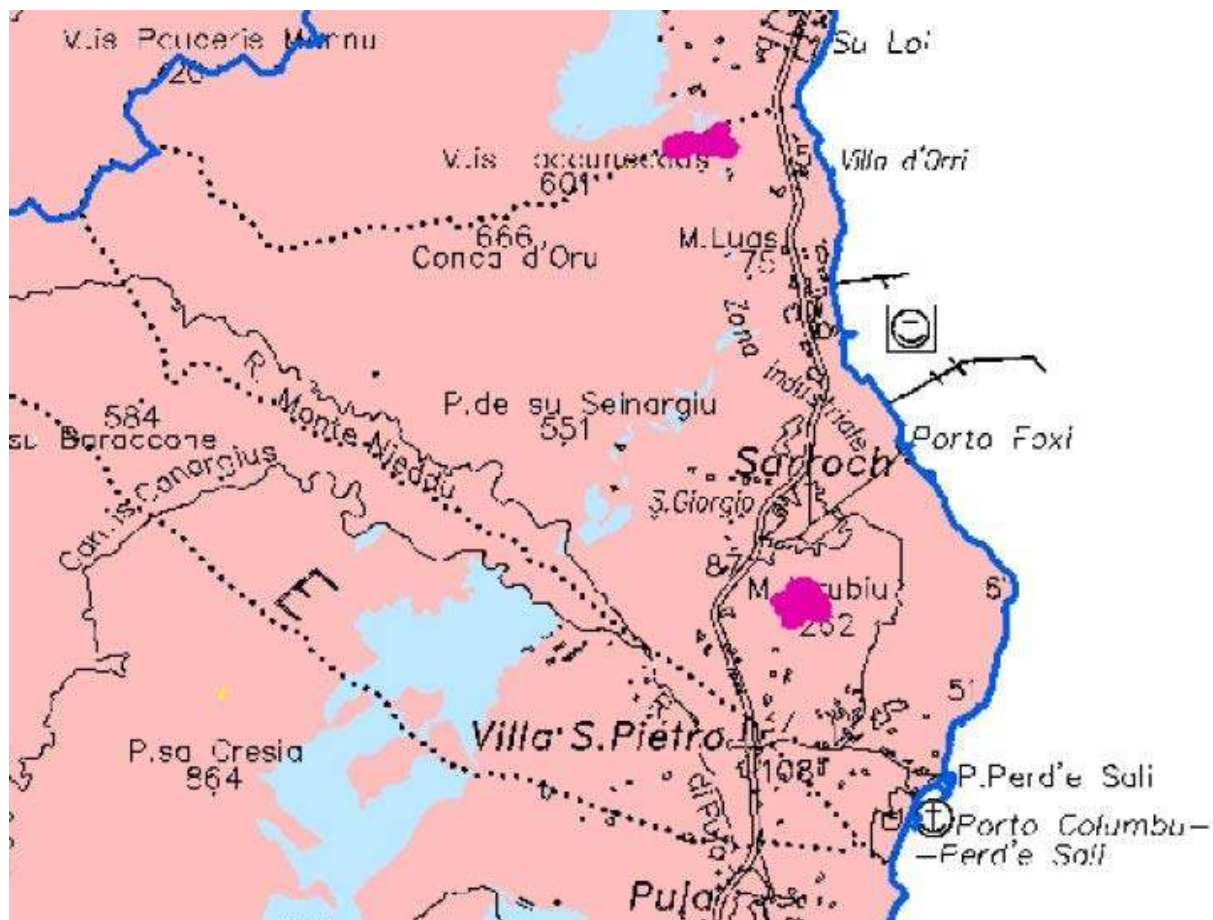
c1.6 Dati morfoevolutivi

Ove possibile sono state introdotte informazioni sugli aspetti morfoevolutivi, distinguendo due classi di attività dei processi morfogenetici:

- forme in evoluzione per processi attivi o riattivabili;
- forme non più in evoluzione e non più riattivabili, nelle condizioni morfoclimatiche attuali, sotto l'azione dello stesso processo morfogenetico principale.

5.8L'ATTIVITA' DI CAVA

L'attività estrattiva nel comune di Sarroch si è sviluppata soprattutto nello sfruttamento delle alluvioni antiche e recenti e delle vulcaniti.

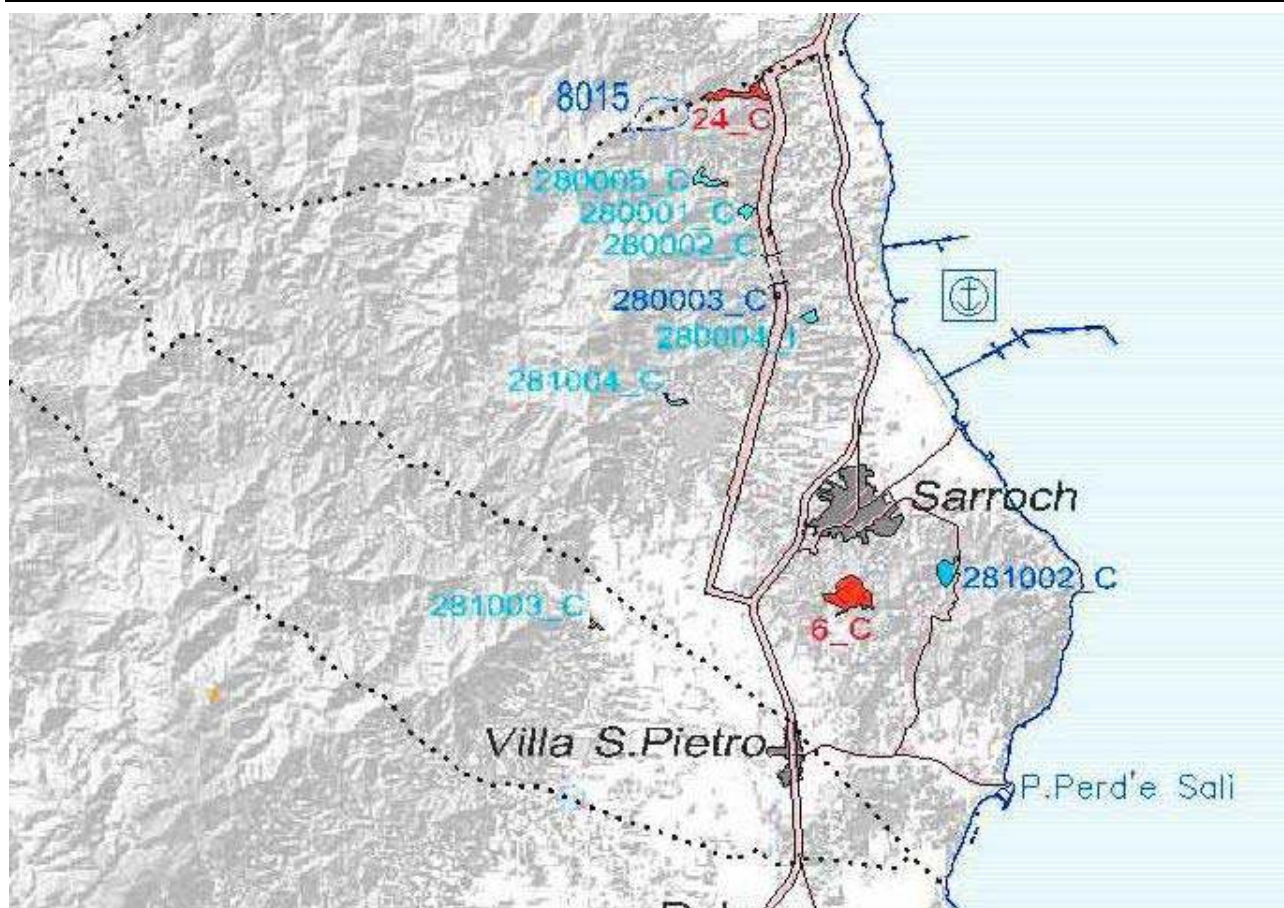


Mappa – Le cave del settore di Sarroch (sopra) e le aree disponibili allo svolgimento dell'attività di cava (in azzurro) e quelle non utilizzabili per l'attività estrattiva (in rosa) per il settore di Sarroch (sotto) nel Piano Regionale dell'Attività Estrattiva (2007)

Si riporta l'inventario ufficiale delle cave censite dalla RAS, attive e dismesse:

Comune	Codice	Denominazione	Stato amministrativo	Anno apertura	tipo	Materiali	Litologia	Superficie (ha)	Stato reale	produzione 2004 (t)	anni riserve
Sarroch	6_C	Monte Arrubiu	Istruttoria	2003	C	Inerti per conglomerati	Andesite	18.582	Attiva	327915	10
Sarroch	24_C	Sa Perda Scritta	Istruttoria	1985	C	Inerti per rilevati	Depositi alluvionali	8.953	Attiva	769	10
Sarroch	281004_C	Guardia concheddu	Cava dismessa storica		C	Inerti per conglomerati	Alluvione	1378	Area Estrattiva parzialmente rinaturalizzata		
Sarroch	281003_C	Tuppa	Cava dismessa storica		C	Inerti per conglomerati	Alluvione	1081	Area Estrattiva parzialmente rinaturalizzata		
Sarroch	281002_C	Giampera	Cava dismessa storica		C	Blocchi per scogliere	Andesite	7087	Area Estrattiva dismessa		
Sarroch	280005_C	Flumini binu 2-sa perd	Cava dismessa storica		C	Blocchi per scogliere	Leucogranito	4552	Area Estrattiva parzialmente rinaturalizzata		
Sarroch	280004_I	Bacchilina	Cava dismessa storica		I	Granulati per leganti	Alluvione	2417	Area Estrattiva parzialmente rinaturalizzata		
Sarroch	280003_C	Is piccionis	Cava dismessa storica		C	Inerti per conglomerati	Leucogranito	0.403	Area Estrattiva dismessa		
Sarroch	280002_C	Monte luas	Cava dismessa storica		C	Inerti per conglomerati	Leucogranito	0.251	Area Estrattiva parzialmente rinaturalizzata		
Sarroch	280001_C	Culle flumini binu	Cava dismessa storica		C	Blocchi per scogliere	Leucogranito	2581	Area Estrattiva parzialmente rinaturalizzata		

Si tratta di cave in gran parte inattive e in parte attive, che hanno sfruttato le formazioni detritiche di deposizione alluvionale ed eluviale e le formazioni intrusive.



Mappa – Le cave censite dal PRAE

Una parte delle cave, con acqua o senza sono reinserite nel sistema, mentre alcune, lungo la sponda del Tirso, al margine del terrazzo sono da introdurre in progetti di rinaturazione o bonifica.

5.9I problemi d'impatto ambientale legati all'attività estrattiva

In sintesi i maggiori problemi legati alla coltivazione dei materiali di cava nel territorio di Sarroch, possono essere riassunti nei seguenti punti:

- Impatto sul paesaggio. Le cave, in generale, non hanno una sistemazione finale significativamente paesaggistica, pur non essendo visibili per un larghissimo raggio. Nel settore non lontano dall'area industriale, l'eliminazione o la riduzione delle discariche (soprattutto quelle ubicate a quote più depresse), e il ripristino delle cave parzialmente ricolmata, ridurrebbe notevolmente l'impatto sul paesaggio.
- Impatto sull'idrografia superficiale. E' dovuto principalmente alla presenza di cave dismesse in prossimità della golena, esposte alla erosione nel caso delle piene del Mannu e del Flumini Binu;
- Impatto sulla falda. E' derivato dalla esposizione della stessa nelle cave in alveo o a fossa;
- Impatto sulla vulnerabilità delle acque sotterranee. Deriva dalla esposizione della superficie di falda all'accesso libero ed alla più facile dispersione di inquinanti nella stessa;



- Impatto sulla vegetazione L'impatto delle polveri sulla vegetazione è riscontrabile essenzialmente nell'intorno dell'area cave. Le polveri si creano durante le fasi di lavorazione dei prodotti e con il passaggio di mezzi lungo le strade di accesso alle cave e piazzali. In questo caso una semplice pratica consistente nel tenere umide specialmente nel periodo estivo, le strade, ridurrebbe notevolmente la presenza di polveri nell'atmosfera.

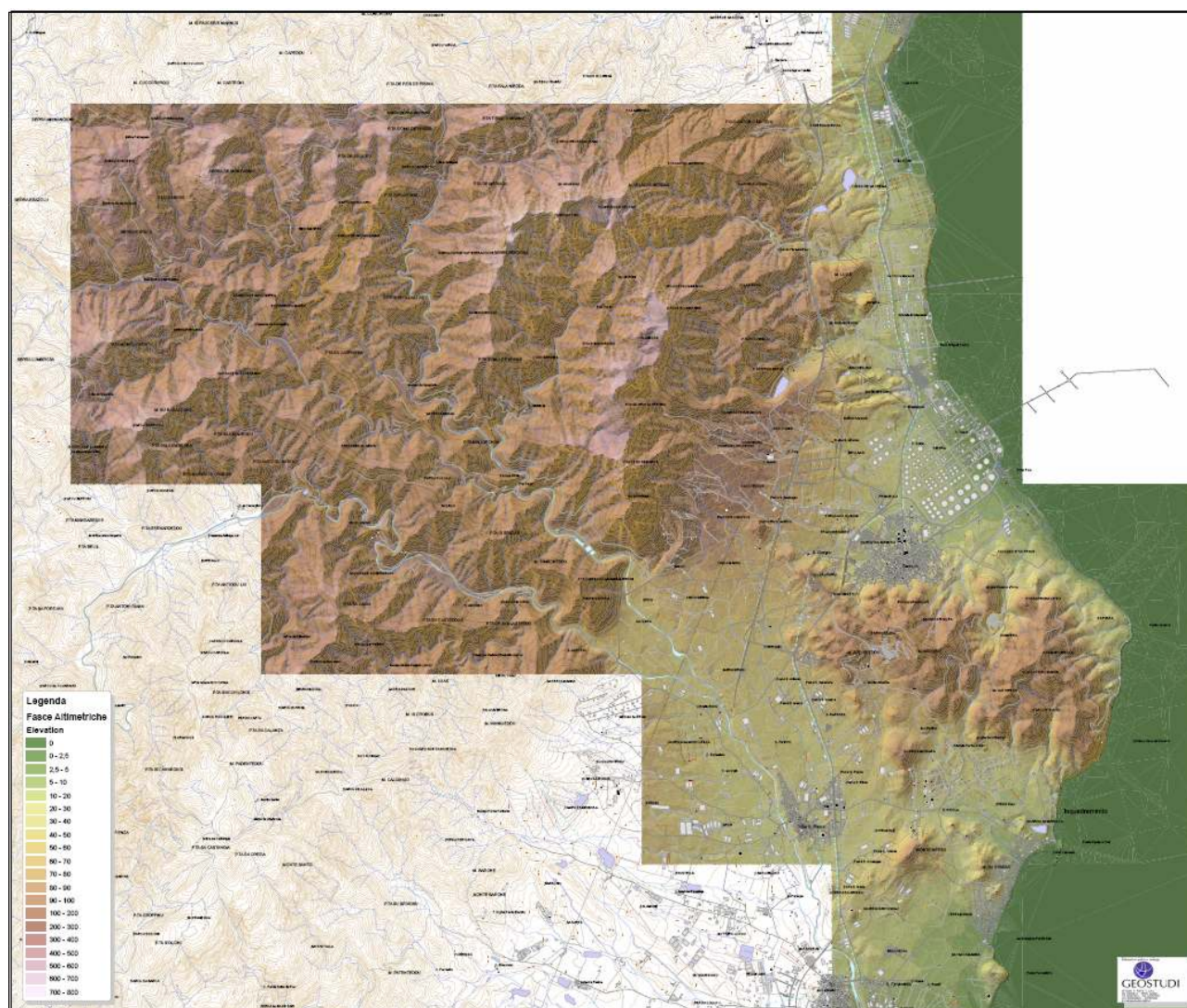
5.10 CARTE MORFODIGITALI: TIN, ACCLIVITA', ESPOSIZIONE ED ALTIMETRIA

Le carte morfodigitali sono ottenute attraverso una rappresentazione numerica della superficie del territorio comunale.

Si tratta di una rappresentazione tridimensionale che descrive la morfologia del territorio.

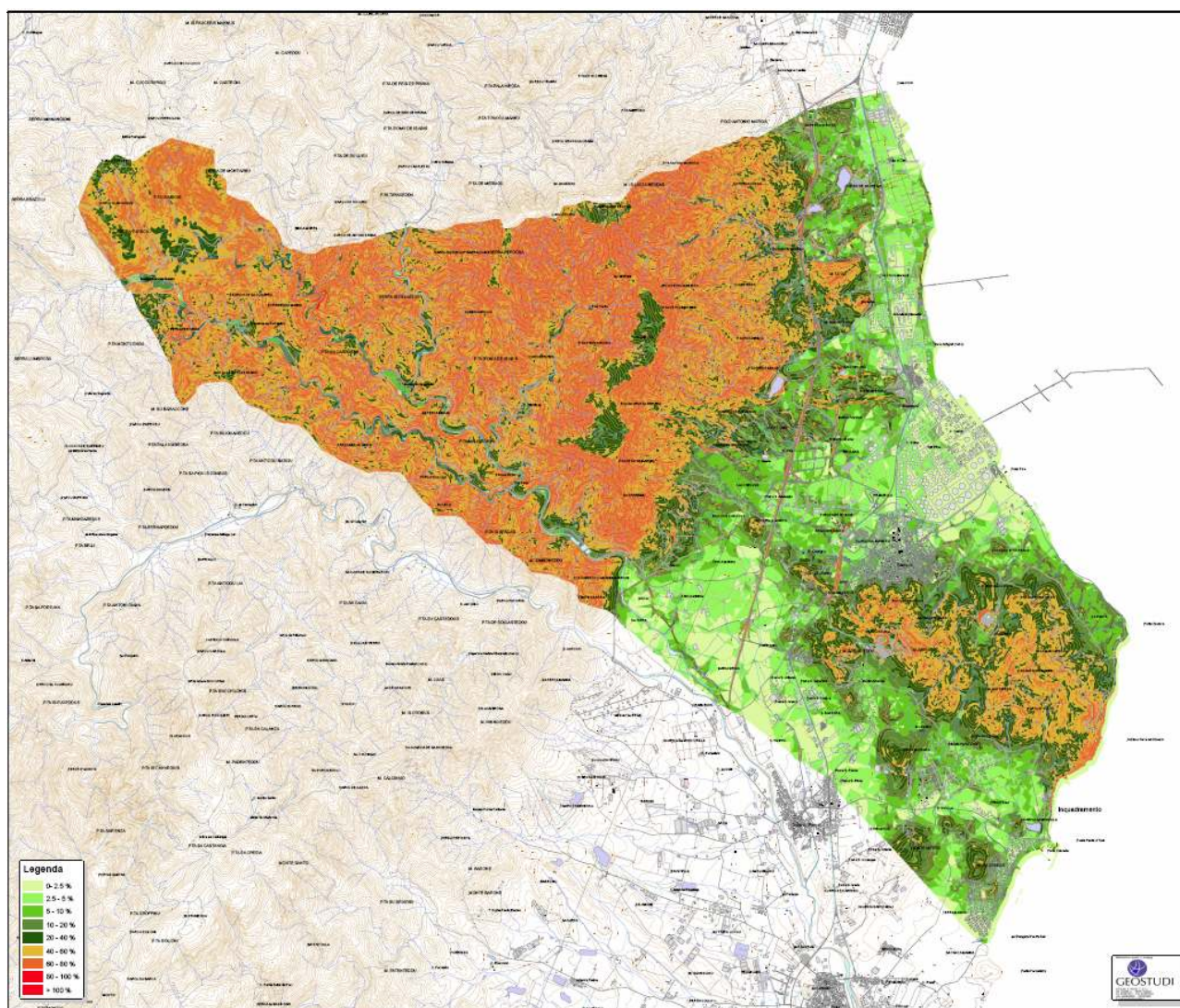
Gli strati informativi, costituiti dal modello TIN e dalle sue rappresentazioni tematiche, altimetria, acclività, ed esposizione sono stati di ausilio alla pianificazione urbanistica e territoriale grazie alla immediata lettura del territorio fisico.

Il modello TIN utilizzato è quello creato nell'ambito del progetto DIGITALIA, realizzato dal CNR. In questo, i punti quotati della CTR sono diventati vertici di una rete a maglia triangolare irregolare (TIN).



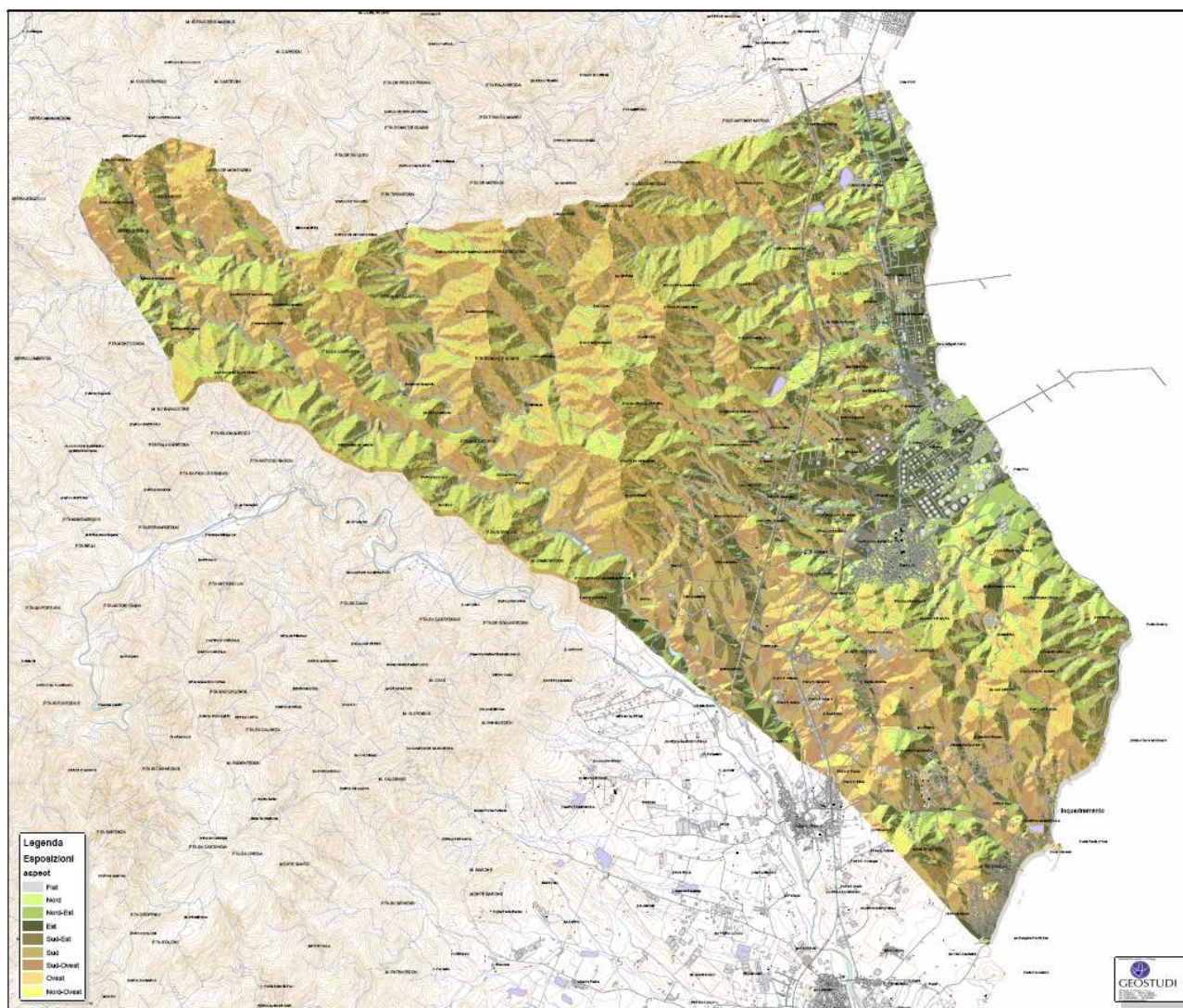
Mappa – L'andamento altimetrico del territorio di Sarroch

La carta dell'altimetria mostra un range esteso.



Mappa – L'esposizione dei versanti del territorio di Sarroch

La carta delle acclività mostra un territorio caratterizzato da una morfologia fortemente differenziata per aree con un settore montano acclive, una fascia pedemontana ondulata ed un settore collinare con una morfologia varia.



Mappa – L'acclività del territorio di Sarroch

La carta dell'esposizione dei versanti conferma la percezione generale che il territorio del comune è esposto, pur con molte differenziazioni, verso Est.



6.VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA E ADEGUAMENTO DEL PUC AL PAI

6.1Inquadramento 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 subbacini.

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.

6.2Finalità 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.

6.3 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.

6.4 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 (GNDCICNR), 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 GNDCI, 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:

Movimenti franosi



- 157 frane ss
- 11 frane in cantiere
- 1 frane in cava
- 7 frane in galleria
- 5 frane in grotta

Fenomeni vari di origine meteorologica

- 1020 piogge intense, piene ed esondazioni ss
- 21 piogge e varie
- 9 neviccate e grandinate
- 133 mareggiate
- 2 terremoti
- 4 gelate
- 127 vento e trombe d'aria
- 7 nebbia
- 28 fulmini
- 15 varie

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.

Elenco delle schede del progetto AVI – CNR – GNDCI 1992

S0 I° S0 II° S1 S2 S3



Frane	142	22	128	109	77
Piene	988	66	850	604	37
Neviccate	9				
Fulmini	28				
Gelate	4				
Mareggiate	133				
Terremoti	2				
Nebbie	7				
Varie	15				
Vento	127				
Altre aree	584	8			

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 Ogliastra, 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 Franosi 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).

Ortofoto – I fenomeni censiti attorno all'area dal progetto IFFI

□ **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.

Attualmente la RAS sta completando la verifica del **Piano Stralcio delle Fasce Fluviali**, che però non si è riusciti ad includere nel presente lavoro con la conseguenza che il piano andrà adeguato ulteriormente..



6.5 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. Permeabilità dei suoli;
2. Acclività;
3. Geo-litologia;
4. Geomorfologia;
5. 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. Elementi a rischio;
2. Pericolosità idraulica;
3. Pericolosità da frana;
4. Rischio idraulico;
5. Rischio da frana;
6. Sovrapposizione Zonizzazione PUC - Pericolosità;
7. Sovrapposizione Zonizzazione PUC - Rischio.

Modello di dati

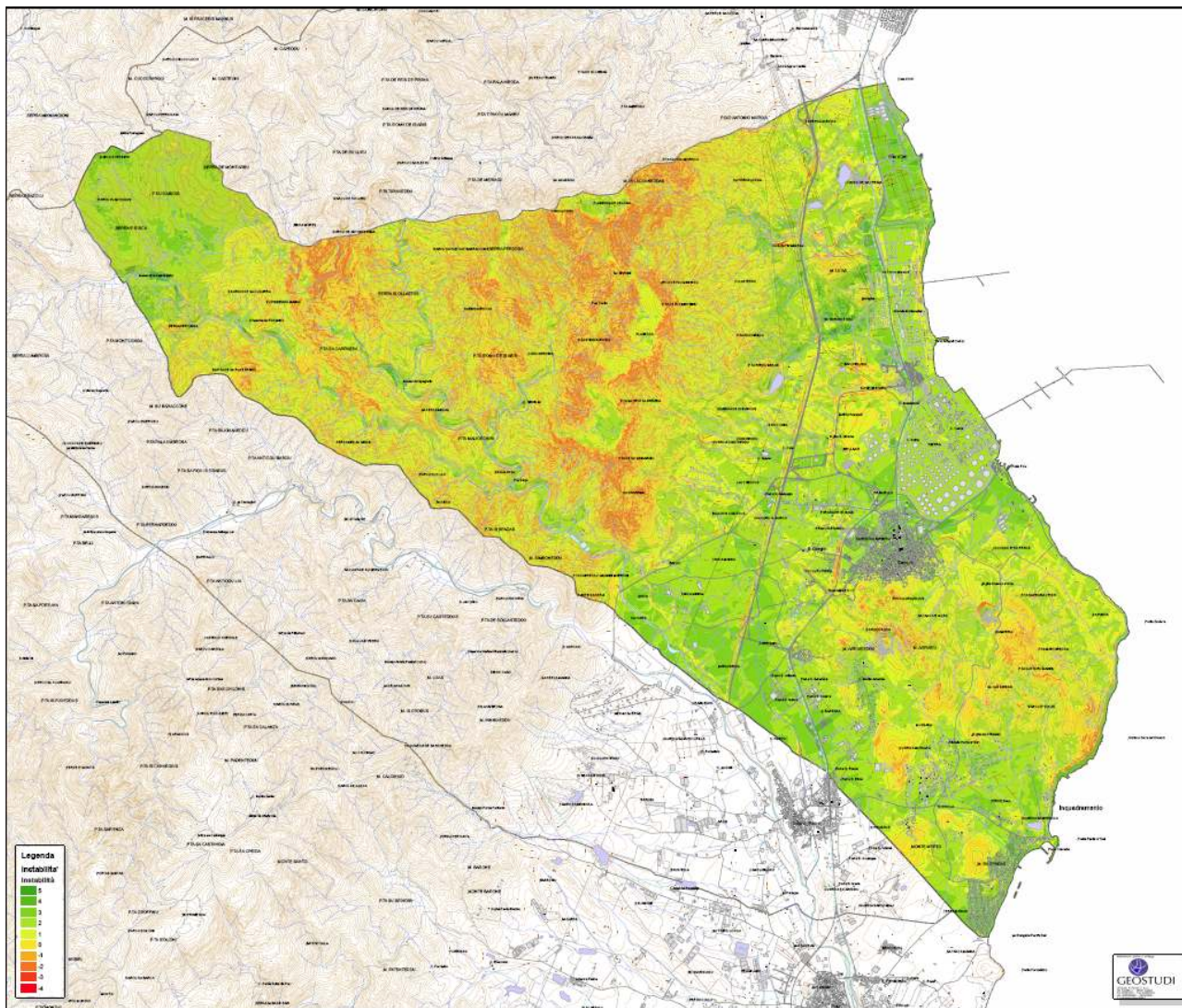
Il modello dati del tematismo si riconduce alla struttura della legenda illustrata nelle Linee Guida.

La Carta è strutturata su ArcGIS, e tutte le informazioni, litologie, elementi stratigrafici, strutturali e geologici di tipo puntuale e lineare sono rappresentati da elementi geometrici georiferiti relazionati ad elementi descrittivi alfanumerici.

Il formato dati usato è quindi quello *shapeFile* di ArcView/ArcGIS ed è derivato da informazioni georiferite, in Gauss-Boaga, (Roma Monte Mario) su Microstation Se o V8 per poter agilmente editare e manipolare le informazioni grafiche.

6.6 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.



Mappa – L'instabilità potenziale dei versanti del territorio di Sarroch ottenuta per interazione con la metodologia suesposta con valori positivi verso la stabilità (verde) e negativi, verso l'instabilità (rosso)

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. Allo stato attuale, l'elaborato del PAI, 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 piano, 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 de rilievi costituenti il territorio investigato, si è ritenuto opportuno, adottare una procedura sistematica di valutazione tra quelle messe a punto o testate in varie pubblicazioni.

In particolare è stata adottata 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.



6.7 VALUTAZIONE DELLA PROPENSIONE AL DISSESTO IDROGEOLOGICO DI FRANA

6.7.1 Metodica proposta

L'elaborazione della propensione al dissesto idrogeologico, per i bacini in studio, ha preso spunto 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 era stata verificata e messa a punto dagli attraverso numerose ricerche [ARDAU et 01., 2002, 2003; BARBIERI & GHIGLIERI, 2003; GHIGLIERI et 01., 2004] per essere adattata alle 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 stati in seguito 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. In questo lavoro si è voluto dare una maggiore attenzione, con analisi di dettaglio, sui fattori varianti, cioè quelli fortemente influenzati dalla presenza antropica.

L'attribuzione dei pesi è stata una delle operazioni più delicate della metodica. Infatti, il modello di valutazione è corretto se i parametri considerati vengono sperimentalmente misurati e se vengono riconosciute le loro possibili interazioni.

I pesi attribuiti ad ogni fattore sono stati 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 Propensione Potenziale al Dissesto Idrogeologico" e la "Carta della Propensione Reale al Dissesto Idrogeologico".

6.7.2 Rilievo dei fattori geoambientali

I fattori geoambientali sono stati studiati in base ai diversi parametri riportati nella tabella seguente. Le mappature dei fattori geoambientali considerati sono derivate dalle informazioni cartografiche redatte per il PUC e sono state ad esse associate attraverso procedure GIS per poi consentire, attraverso le procedure di Overlay mapping, di ottenere le cartografie derivate.

Tabella - Fattori e parametri presi in considerazione

Fattori	Parametri studiati
Morfologia	Pendenza, Esposizione
Pedologia	Tessitura, Struttura, Profondità, Sostanza organica, Carbonati
Litologia	Caratteristiche geologico-tecniche
Uso reale del suolo	Uso del suolo, Tecniche colturali

Una particolare attenzione è stata data all' "uso reale del suolo", che è risultato essere il fattore che maggiormente influenza la propensione al dissesto del territorio.



6.7.2.1 Morfologia

Il fattore morfologia è stato valutato attraverso i parametri relativi a pendenza ed esposizione. Questi sono stati calcolati mediante l'utilizzo del modello DIGITALIA originato a partire dalla cartografia numerica digitale in scala 1: 10.000.

6.7.2.2 Litologia

Per quanto riguarda la geologia, oltre ad una distinzione di natura litologica la classificazione delle rocce è stata realizzata in base a caratteristiche tecniche quali: grado di compattezza, grado di cementazione, coesione, presenza di struttura sedimentarie, etc.

6.7.2.3 Pedologia

Il fattore pedologia è stato valutato attraverso l'integrazione dei risultati analitici e delle osservazioni di campagna, che hanno permesso l'utilizzo corretto del sistema tassonomico Soil Taxonomy nella sua più recente versione, [USDA, 2003].

Ogni tipo pedologico mappato, ove possibile, è stato descritto attraverso parametri oggettivamente misurati (tessitura, struttura, profondità, sostanza organica, carbonati totali), ovvero è stato descritto sinteticamente in funzione delle sue caratteristiche macroscopiche mappate direttamente in campagna, in alcuni siti rappresentativi.

un peso inferiore rispetto alle superfici terrazzate, che permettono una buona regimazione delle acque e costituiscono una diminuzione dell'acclività del pendio.

6.8 ATTRIBUZIONE DEI PESI E APPLICAZIONE DELLA METODICA

La fase più delicate, 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 in tale lavoro perché non presenti nell'area analizzata dallo studio.

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.

6.9 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 ripermetrazione 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.

6.9.1 CARTA DELLA PERMEABILITÀ DEI SUOLI

Nell'ambito dell'allestimento delle basi informative primitive necessarie alla predisposizione della carta della instabilità potenziale dei versanti è stato necessario mappare la permeabilità del suolo.

6.9.1.1 METODOLOGIA DI LAVORO


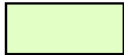
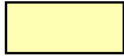
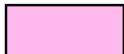
Per completare gli elementi di analisi territoriale con informazioni sul comportamento dei suoli, a norma delle linee guida per l'adeguamento del PUC al PPR, lo studio sulle terre è stato integrato con le informazioni relative alla permeabilità.

6.9.1.2 Quadro di riferimento tecnico

Ai fini della valutazione dello scorrimento superficiale conseguente ad eventi estremi, si sono classificati i suoli dal punto di vista della capacità di infiltrazione. In particolare è stata mappata la distribuzione della permeabilità dei suoli raggruppata nelle seguenti classi:

Sigla	Descrizione	Caratterizzazione
S-PER-01	Suolo con alta capacità di infiltrazione	Suolo con alta capacità di infiltrazione. Principalmente sabbia e ghiaia, con strati profondi e ben drenati;
S-PER-02	Suolo con moderata capacità di infiltrazione	Suolo con moderata capacità di infiltrazione. Moderato drenaggio profondo o con pozzi. Tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana;
S-PER-03	Suolo con bassa capacità di infiltrazione	Suolo con bassa capacità di infiltrazione. Solitamente presentano uno strato che impedisce il drenaggio verticale o possiedono una tessitura da moderatamente fine a fine
S-PER-04	Suolo con bassissima capacità di infiltrazione	Suolo con bassissima capacità di infiltrazione. Principalmente argille con alto potenziale di rigonfiamento, suoli con livello di falda alto e permanente, suoli con strati argillosi in superficie, suoli poco profondi su strati impermeabili o semi-impermeabili.



PERMEABILITA' DEI SUOLI				
CODICE	DESCRIZIONE	SIMBOLO	VALORI RGB	PRIMITIVA
S-PER-01	Suolo con alta capacità di infiltrazione		205 230 255	A
S-PER-02	Suolo con moderata capacità di infiltrazione		226 255 197	A
S-PER-03	Suolo con bassa capacità di infiltrazione		255 255 179	A
S-PER-04	Suolo con bassissima capacità di infiltrazione		255 185 237	A



7.1 PROCESSI DI DEGRADO DEL SUOLO E DEL SISTEMA IDROGEOLOGICO NEL COMUNE DI SARROCH

In conseguenza di tali direttive, si è ritenuto definire un inventario dei processi di degrado e/o minacce sulle funzioni del suolo riconoscibili nell'ambito del territorio comunale e delle sue adiacenze.

Gli indirizzi di investigazione sono riassumibili nelle voci seguenti:

- Erosione del suolo
- Riduzione di materia organica
- Consumo del suolo
- Contaminazione locale e diffusa
- Impermeabilizzazione
- Alterazione del regime idrologico superficiale e sotterraneo
- Compattazione
- Salinizzazione
- Frane
- Inondazioni.



7.1 IL CONSUMO DEL SUOLO

Limitare il consumo di suolo (risorsa non riproducibile) è indispensabile per garantire una effettiva sostenibilità dello sviluppo. Necessaria una legge dello Stato che orienti le leggi regionali, basata su conoscenze adeguate, oggi mancanti: arretratezza della cultura tecnica in materia.

Infatti:

- non ci sono valutazioni attendibili sulla quantità di suolo consumato
- Pileri: 80.000 ha 1990 – 2000, dati UE 1995 assolutamente sottodimensionati
- Cederna: 100 – 150.000 ha all'anno dato 1989 assolutamente sopraddimensionato
- Convegno Provincia di Roma 2007: 240.000 ha all'anno 1990 – 2005 (fonte ISTAT?)
- Altre ricerche: o troppo vecchie (It. Urb 80, Itaten 1996), o parziali, o relative ad alcune Regioni (*No Sprawl* 2006)
- non ci sono soprattutto valutazioni attendibili sulla qualità del suolo consumato: non tutti i “consumi” sono uguali - un nuovo parco periurbano è un “consumo” negativo? I “consumi” per nuove infrastrutture sono “consumi” negativi?
- in una contabilità non selettiva (e un po' ideologica) i “consumi”, aumentano a dismisura (vedi *Eddyburgh* su PRG Roma 2003)
- sarebbe più opportuno distinguere tra consumi inutili/dannosi (espansione urbana, diffusione insediativa), consumi indispensabili (nuovi attrezzature, nuove infrastrutture, nuovi fabbisogni insediativi non risolvibili diversamente): comunque si può ricorrere alla compensazione ecologica.

7.1.1 Compensazione ecologica:

- - un suolo costruito per il 30% e sistemato a prato e alberato per il restante 70%, ha una capacità di rigenerazione ambientale (produzione di ossigeno, di acqua per evapotraspirazione e assorbimento di anidride carbonica) da quattro a sette volte superiore (dipende dalla densità delle alberature) di un suolo analogo utilizzato dall'agricoltura; capacità che ovviamente è ancora maggiore, se il secondo suolo è incolto o abbandonato.

7.1.2 Alternative al consumo di suolo:

- - Tutela del territorio extraurbano (agricoltura, paesaggio), anche se l'agricoltura, spesso assistita e inquinante (e slealmente concorrenziale con quella dei paesi poveri)



7.2 LA PERICOLOSITA' ED IL RISCHIO DA FRANA

Nel comune di Sarroch, data la configurazione morfologica, sono presenti alcuni punti ove le condizioni esistenti possono condurre al verificarsi di fenomeni franosi veri e propri.

7.2.1 Perimetrazione delle aree a rischio da frana

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.

7.2.2 Aree di pericolosità da frana

a. Quadro di riferimento tecnico

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 di accadimento e per tale motivo nella redazione del PAI si è assunta una suddivisione della pericolosità in quattro classi in base allo stato di attività ed al grado di importanza del fenomeno franoso. In questa ottica le aree di pericolosità da frana rappresentano le aree soggette a possibili fenomeni franosi.

Come per le aree di pericolosità idraulica, la perimetrazione delle aree di pericolosità da frana sarà effettuata attraverso le procedure e nei casi definiti all'inizio del capitolo (paragrafo "Procedura di adeguamento").

Lo schema del processo che a partire dagli strati informativi di base porta alla definizione delle aree di pericolosità è tratto dalle Linee Guida, dove in Figura 2.36 si riporta il modello logico per la determinazione dell'instabilità dei versanti tramite sovrapposizione di alcuni tematismi, previa attribuzione dei pesi legati ai fattori che predispongono ai fenomeni franosi. A tal fine si fa notare che gran parte delle informazioni necessarie per tali studi possono essere derivate dallo strato informativo di base definito nella prima parte delle presenti Linee Guida, a meno delle ovvie analisi sui parametri di interesse da parte del tecnico.

b. Schema di legenda

Le aree di pericolosità saranno individuate sulla base della cartografia CTRo del GeoDB in scala 1:10.000, oppure sulla base della cartografia comunale qualora più dettagliata.

7.2.3 Aree di versante a significativa pericolosità da frana non perimetrale dal PAI

a. Quadro di riferimento tecnico

Ai sensi dell'Art. 26 N.T.A. PAI è demandato alla pianificazione comunale l'individuazione delle aree di versante a significativa pericolosità geomorfologica non precedentemente perimetrate dal PAI. In particolare devono essere individuate e perimetrate le aree a franosità diffusa, le aree costiere a falesia e le aree interessate da fenomeni di subsidenza. Non essendo state condotte precedentemente indagini durante la redazione del PAI, la loro definizione sarà condotta attraverso nuove analisi e indagini sui fattori predisponenti i fenomeni di instabilità.

b. Schema di legenda

Le aree di significativa pericolosità saranno individuate sulla base della cartografia alla scala 1:2000, secondo quanto prescritto dall'Art.8 comma 5, N.T.A. PAI.

La codifica della legenda sarà la stessa descritta per le aree a pericolosità da frana.



7.2.4 Fasce di tutela nelle aree a pericolosità da frana

a. Quadro di riferimento tecnico

Ai sensi dell'Art. 8, comma 12, N.T.A. PAI nelle aree perimetrate dal PAI come aree di pericolosità da frana di qualunque classe gli strumenti di pianificazione possono istituire fasce speciali di tutela regolandone l'uso in funzione delle rispettive competenze. In particolare i Comuni potranno definire una Buffer-zone che individuerà la fascia di ulteriore interessamento del processo franoso per effetto di rotolamenti, colate di fango, caduta massi, etc.

b. Schema di legenda

Le fasce di tutela saranno individuate sulla base della cartografia CTR o del GeoDB in scala 1:10'000, oppure sulla base della cartografia comunale qualora più dettagliata.

La codifica adottata è quella del paragrafo: "Carta della sovrapposizione delle previsioni urbanistiche con le perimetrazioni del PAI".

7.2.5 Aree di rischio da frana

a. Quadro di riferimento tecnico

Si considera come Rischio da frana l'insieme dei processi collegati al sistema geologico, che abbiano un'origine naturale, indotta o mista, in grado di generare un danno fisico o economico su beni pubblici o privati o perdita di vite umane. Il rischio geologico totale R_g in un punto del territorio viene definito come il prodotto dei tre fattori:

$$R_g = H_g * E * V$$

dove H_g è la pericolosità geologica ovvero la probabilità di accadimento del fenomeno suddivisa nelle quattro classi di cui sopra (Tabella 1), mentre E e V rappresentano gli elementi a rischio e la vulnerabilità così come definiti ai paragrafi dedicati.

In particolare la perimetrazione delle aree a rischio sarà effettuata attraverso le procedure e nei casi definiti all'inizio del capitolo (paragrafo "Procedura di adeguamento").

Il modello logico per la mappatura delle aree di rischio da frana (R_g), a partire dalla pericolosità H_g , degli elementi a rischio E ed eventualmente della vulnerabilità V , è lo stesso utilizzato per il rischio idraulico.

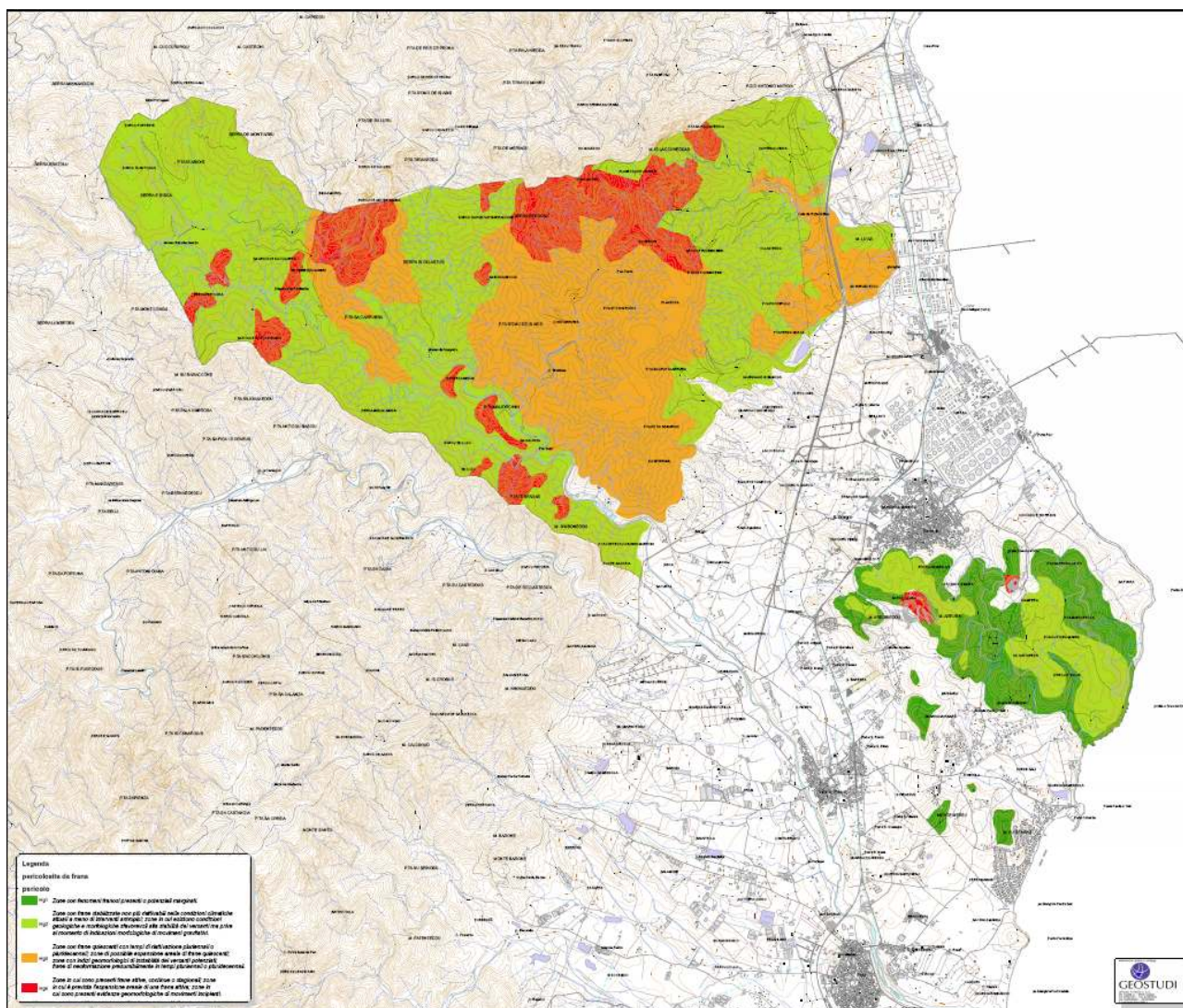
Per quanto attiene le procedure utilizzate ci si riferisce a quanto riportato nelle Linee Guida per la redazione del PAI.

b. Schema di legenda

Le aree a rischio sono individuate sulla base della cartografia CTR o del GeoDB in scala 1:10'000, oppure sulla base della cartografia comunale qualora più dettagliata.



Pericolosità (Hg)			Descrizione
Classe	Intensità	Valore	
Hg 1	Moderata	0,25	I fenomeni franosi presenti o potenziali sono marginali
Hg 2	Media	0,50	Zone in cui sono presenti solo frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici (assetti di equilibrio raggiunti naturalmente o mediante interventi di consolidamento) zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi
Hg 3	Elevata	0,75	Zone in cui sono presenti frane quiescenti per la cui riattivazione ci si aspettano presumibilmente tempi pluriennali o pluridecennali; zone di possibile espansione areale delle frane attualmente quiescenti; zone in cui sono presenti indizi geomorfologici di instabilità dei versanti e in cui si possono verificare frane di neoformazione presumibilmente in un intervallo di tempo pluriennale o pluridecennali
Hg 4	Molto elevata	1	Zone in cui sono presenti frane attive, continue o stagionali; zone in cui è prevista l'espansione areale di una frana attiva; zone in cui sono presenti evidenze geomorfologiche di movimenti incipienti



Mappa – La Pericolosità da Frana



7.3LA DEFINIZIONE DEGLI ELEMENTI A RISCHIO

Le linee guida e la relazione del PAI definiscono e descrivono gli elementi a rischio e lin includono nella seguente tabella

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

Classi	Elementi	Peso
E1	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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

La definizione geometrica di tali elementi, apparentemente banale, deve essere, invece, oggetto di una attenta valutazione in quanto a qualità, contenuto, definizione geometrica e durata nel tempo, stagionale e pluriennale.



7.3.1 Carta degli elementi a rischio

a. Quadro di riferimento tecnico

Vengono definiti elementi a rischio, ai sensi del DPCM 29/09/98, innanzitutto l'incolumità delle persone, gli agglomerati urbani comprese le zone di espansione urbanistica, le aree su cui insistono insediamenti produttivi, impianti tecnologici di rilievo, le infrastrutture a rete e le vie di comunicazione di rilevanza strategica, il patrimonio ambientale e i beni culturali di interesse rilevante, le aree sede di servizi pubblici e privati, di impianti sportivi e ricreativi, strutture ricettive ed infrastrutture primarie.

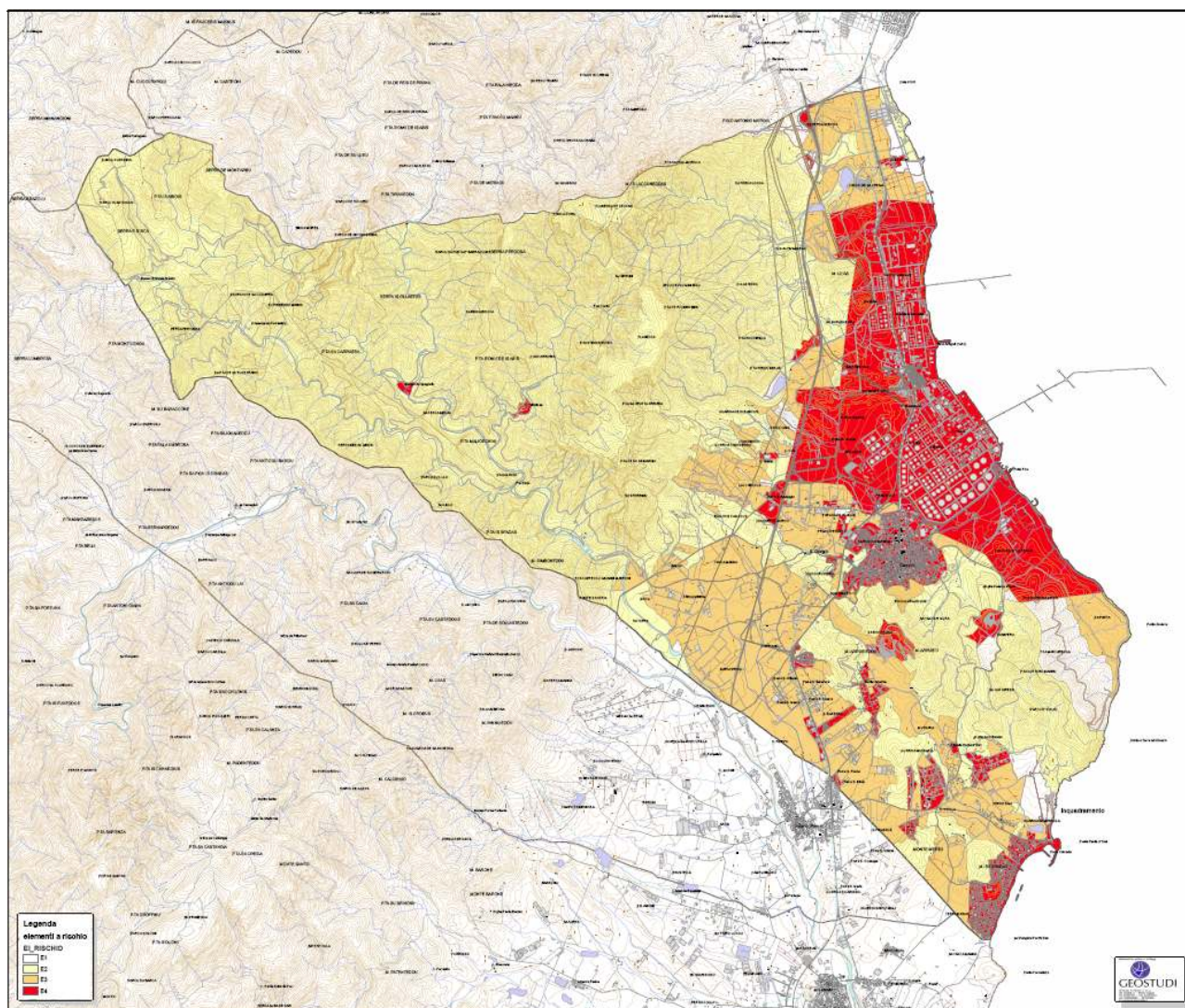
Gli elementi a rischio sono estratti a partire dalla banca dati geografica in scala 1:10.000 (GeoDB 10K) messa a disposizione dalla RAS, dall'Assetto Ambientale, Insediativo e Storico-Culturale del PPR e dove aggiornato in qualità e geometria, dal PUC in redazione.

A ciascuno degli elementi a rischio così individuati sarà attribuito un peso che ne identifica l'importanza intrinseca e che verrà utilizzato successivamente per la quantificazione del rischio idraulico o da frana. Tale attribuzione sarà effettuata con riferimento alle modalità previste nelle linee guida del PAI.

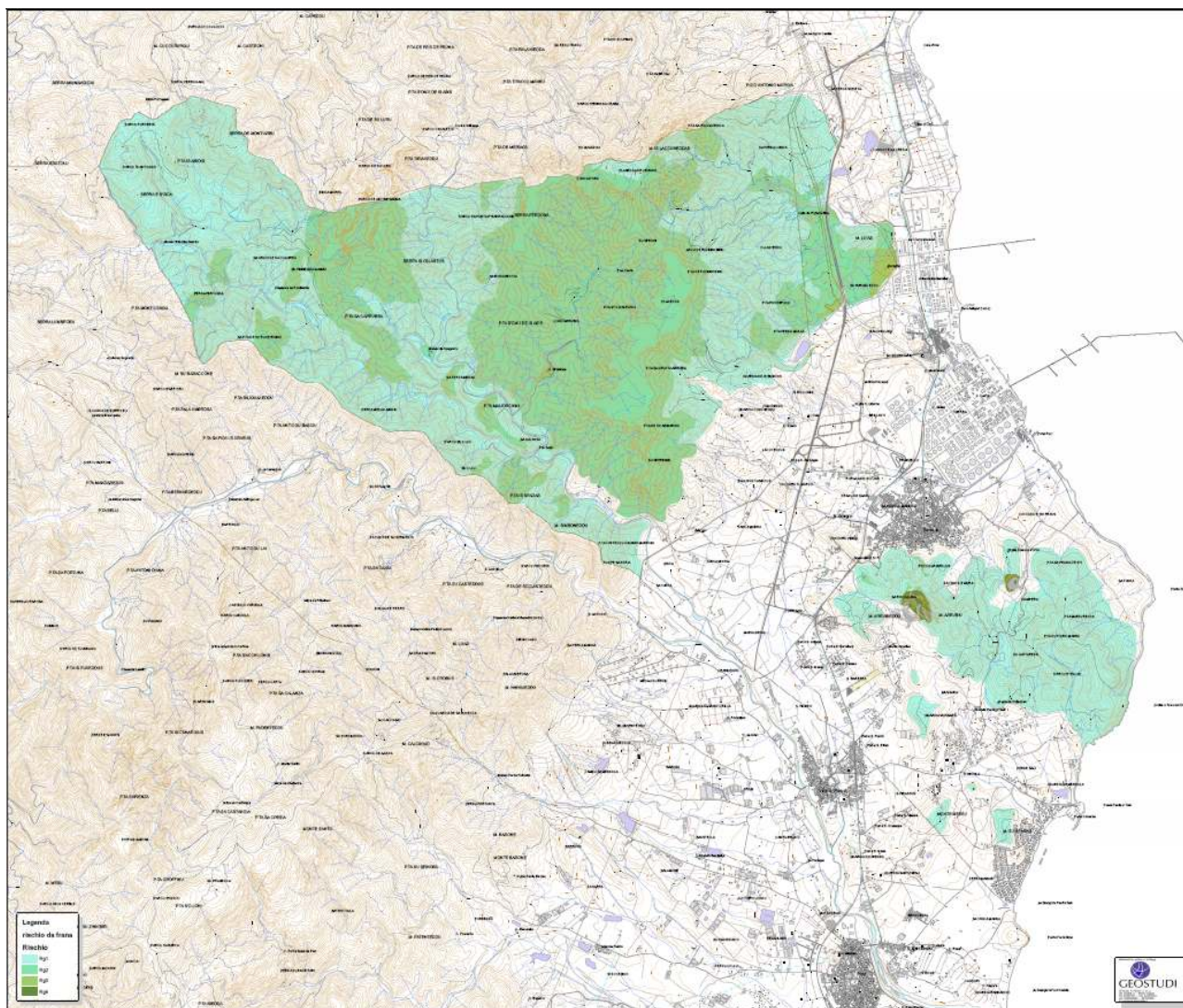
In particolare

ELEMENTI A RISCHIO E4		ELEMENTI A RISCHIO E3		ELEMENTI A RISCHIO E2	
Aree Estrattive	X	Usos suolo (222-221-223-242-2111-2112	X	Usos suolo (243-321)	X
Aree infrastrutture	X	2121-2122-2124-2411		Aree naturali subnaturali	X
Aree speciali Militari	X		X	Oasi protezione faunistica	X
Centri antichi prima formazione	X		X	Parchi aree protette nazionali	X
Edificato diffuso CTR	X		X	Protezione Regionale	X
Edificato Sparso	X		X	Protezione Speciale	X
Edificato Sparso CTR	X				
Edificato urbano diffuso	X				
Espansioni fino a 50 anni	X				
Espansioni recenti	X				
Impianti eolici	X				
Insediamenti produttivi	X				
Insediamenti turistici	X				
Area stradale (Geodb)	X				
Area a servizio stradale (Geodb)	X				
Area a servizio del trasporto su ferro	X				
Area a servizio portuale	X				
Area a servizio areoportuale	X				
Area di servizio di altro trasporto	X				
Area di interscambio	X				
Area a servizio di impianti o strutture	X				
Area a servizio di impianti o strutture	X				
Area a servizio di impianti industriali	X				

I caratteri connessi all'uso del suolo sono stati estratti dall'uso del ruolo redatto per il PUC sulla base di Sardegna 2006 Ferretti.



Mappa – La carta degli elementi a rischio



Mappa – La carta del Rischio da frana



8.L'INTERAZIONE TRA PREVISIONI URBANISTICHE E LA PERICOLOSITA' E IL RISCHIO IDROGEOLOGICO

8.1.1 Carta della sovrapposizione delle previsioni urbanistiche con le perimetrazioni del PAI

a. Quadro di riferimento tecnico

Nella produzione degli elaborati cartacei, al fine di poter esaminare la coerenza delle previsioni urbanistiche con le prescrizioni delle N.T.A. PAI, si renderà necessario l'esame in parallelo dei tematismi per l'adeguamento al PAI con le zone del PUC. In particolare:

- 1) Zonizzazione PUC - Pericolosità. Sovrapposizione dei temi:
 - Zone A, B, C, D, E, F, G, H e aree S del PUC;
 - Pericolosità idraulica e da frana;
 - Fasce di tutela dei corpi idrici ed eventualmente fasce di tutela nelle aree soggette a pericolosità da frana.

Qualora le aree di pericolosità idraulica e da frana si sovrappongono, saranno realizzate due carte distinte: Zonizzazione PUC – Pericolosità idraulica e Zonizzazione PUC – Pericolosità da frana.

- 2) Zonizzazione PUC - Rischio. Sovrapposizione dei temi:
 - Zone A, B, C, D, E, F, G, H e aree S del PUC;
 - Rischio idraulico e da frana.

Qualora le aree di rischio idraulico e da frana si sovrappongono, saranno realizzate due carte distinte: Zonizzazione PUC – Rischio idraulico; Zonizzazione PUC – Rischio da frana.

E' ovviamente necessario che il recepimento delle prescrizioni delle N.T.A. PAI per le zone di pericolosità e rischio sia esplicitamente riportato nelle norme di attuazione del PUC.

b. Schema di legenda

Le zonizzazioni del PUC sono individuate e codificate secondo quanto riportato nel capitolo dedicato delle Linee Guida, la pericolosità e il rischio, individuate come descritto nei precedenti paragrafi, secondo la codifica da seguire.

Onde rendere più chiara l'interpretazione dei tematismi sovrapposti, all'interno delle aree di pericolosità, di rischio e delle fasce di tutela è riportata un'etichetta identificativa:

- *Hi1, Hi2, Hi3, Hi4*: per le aree di pericolosità idraulica;
- *Hg1, Hg2, Hg3, Hg4*: per le aree di pericolosità geologica;
- *Ri1, Ri2, Ri3, Ri4*: per le aree di rischio idraulico;
- *Rg1, Rg2, Rg3, Rg4*: per le aree di rischio da frana;
- *Fi, Fg*: per le fasce di tutela.

L'etichetta qualificante è contenuta una volta all'interno di ogni area.