



REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA

AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

***LA GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI  
INCONTRO INFORMATIVO***

***FIERA DI CAGLIARI (sala Lai) - 27 APRILE 2016***

***Il contributo degli studi geologici nella pianificazione  
delle aree soggette a rischio idrogeologico***

**Antonio Funedda**



*Università di Cagliari*

*Dipartimento di Scienze chimiche e geologiche*

# Ruolo delle Scienze geologiche nella prevenzione e mitigazione del rischio per eventi alluvionali

## La richiesta:

- **quanto** è il deflusso superficiale;
- **dove e come** avviene prevalentemente;
- **quali** zone contribuiscono in maniera maggiore alla formazione del deflusso superficiale.

## Caratteristiche idrauliche della copertura pedologica e del substrato roccioso

Il **deflusso superficiale** si può sinteticamente definire come sequenza dei seguenti eventi:

- i. evento meteorico;
- ii. infiltrazione di acqua nel suolo;
- iii. l'acqua percola nel suolo fino a raggiungere il substrato;
- iv. l'acqua penetra nel substrato (se permeabile);
- v. l'acqua scorre lungo il contatto con il substrato (se impermeabile).

***In realtà questo schema può essere molto più complesso.***

## Caratterizzazione geologica del territorio

L'elaborazione di un **quadro conoscitivo** che permetta di definire le caratteristiche naturali del territorio e la sua tendenza evolutiva.

Indicazioni utili a fini della **pianificazione urbanistica** direttamente derivati dall'indagine geologica.

### Rilevamenti ed analisi finalizzate ed integrate

- Conoscenza approfondita della fisiografia dell'area (bacino).
- Caratterizzazione geologica e geomorfologica.
- Caratterizzazione idrogeologica.
- Caratterizzazione geopedologica.

## Caratterizzazione geologica del territorio

### Da evitare:

*Studi di pianificazione che hanno perso di vista la tendenza evolutiva del territorio, scarsa conoscenza delle modalità con cui un territorio risponde ad eventi con frequenza non annuale, ma magari decennale o secolare.*

- Eccesso di modellazione (ribaltamento concettuale).
- Applicazione di modelli che ignorano le differenze (modelli universali validi a Capoterra come in Nevada, influenza del tipo di copertura e di substrato, ecc.).

# Caratterizzazione geologica del territorio

Da evitare:

*Tendenza a considerare studi di inquadramento generale come uno stato finito delle conoscenze;*

problema di scala  
scopo dell'indagine

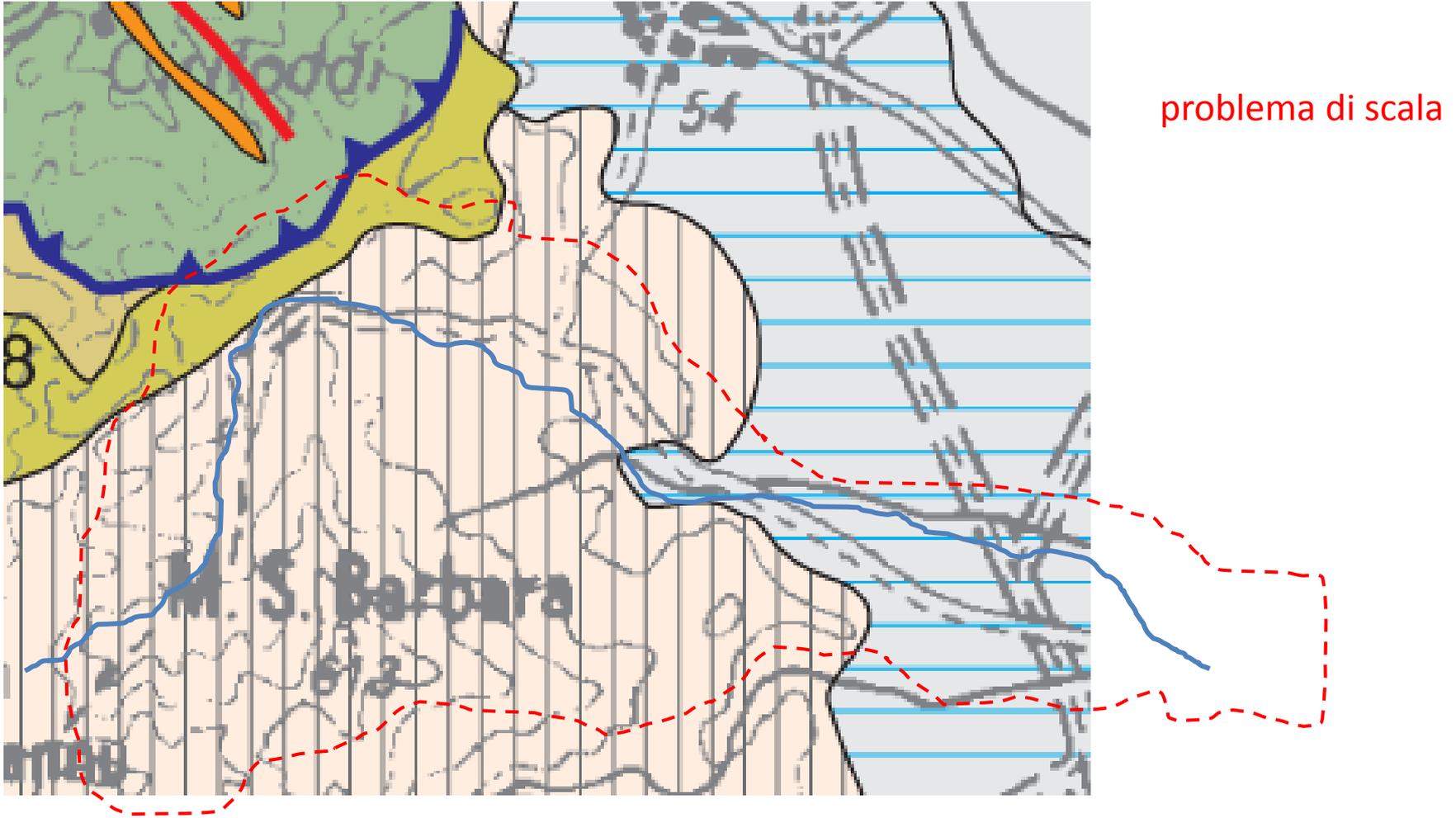


Superficie 2D	15.1217 km <sup>2</sup>
Superficie 3D (al di sopra della quota 0 slm)	24.20592 km <sup>2</sup>
Quota max slm	734,22 m
Quota media slm	233,52 m
Deviazione standard	171,95
Quota sezione di chiusura Fiume San Girolamo slm	0,13 m

## Caratterizzazione geologica del territorio

Da evitare:

*Tendenza a considerare studi di inquadramento generale come uno stato finito delle conoscenze;*

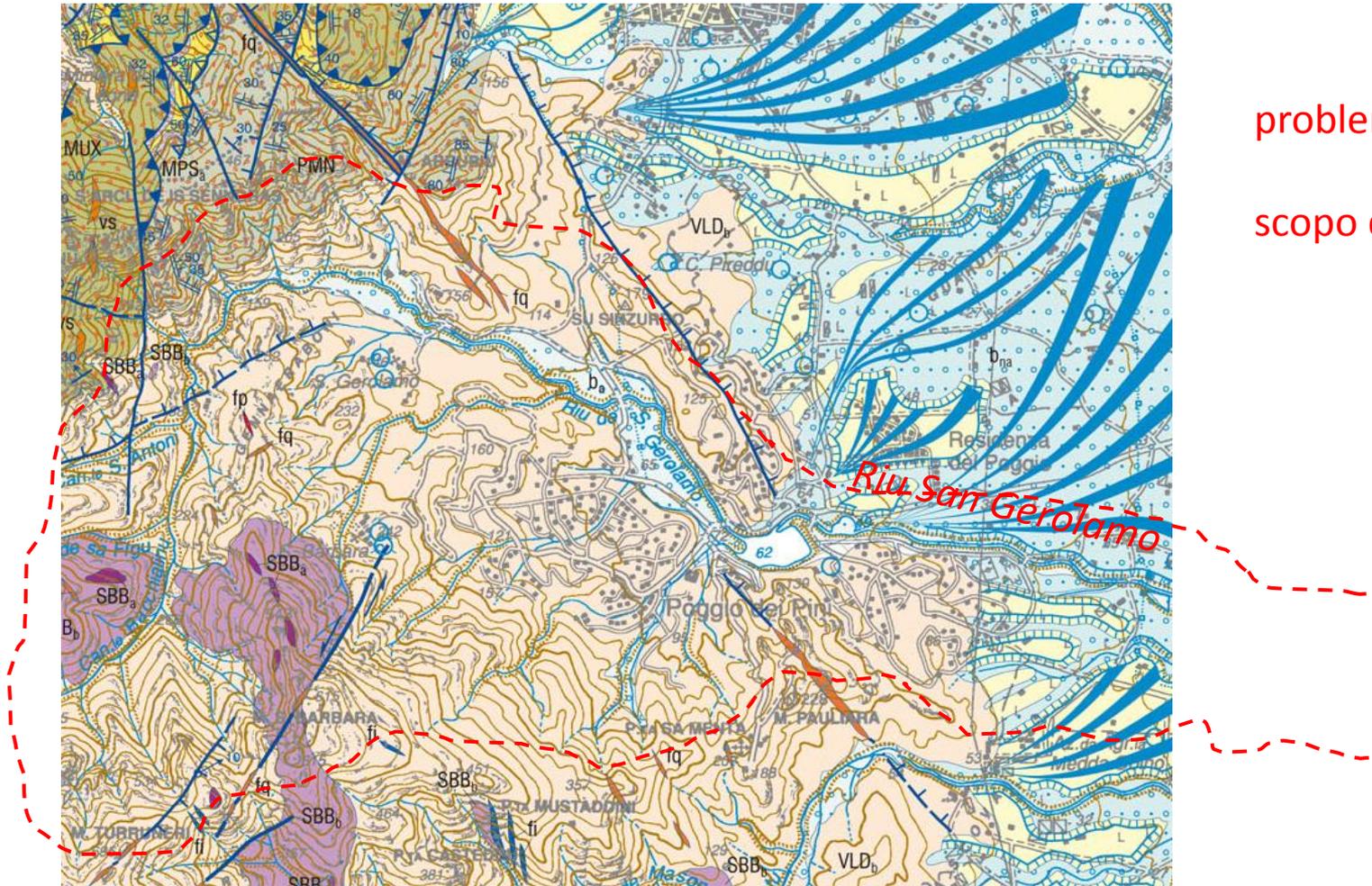


carta geologica della Sardegna 1:200.000

## Caratterizzazione geologica del territorio

Da evitare:

Tendenza a considerare studi di inquadramento generale come uno stato finito delle conoscenze;



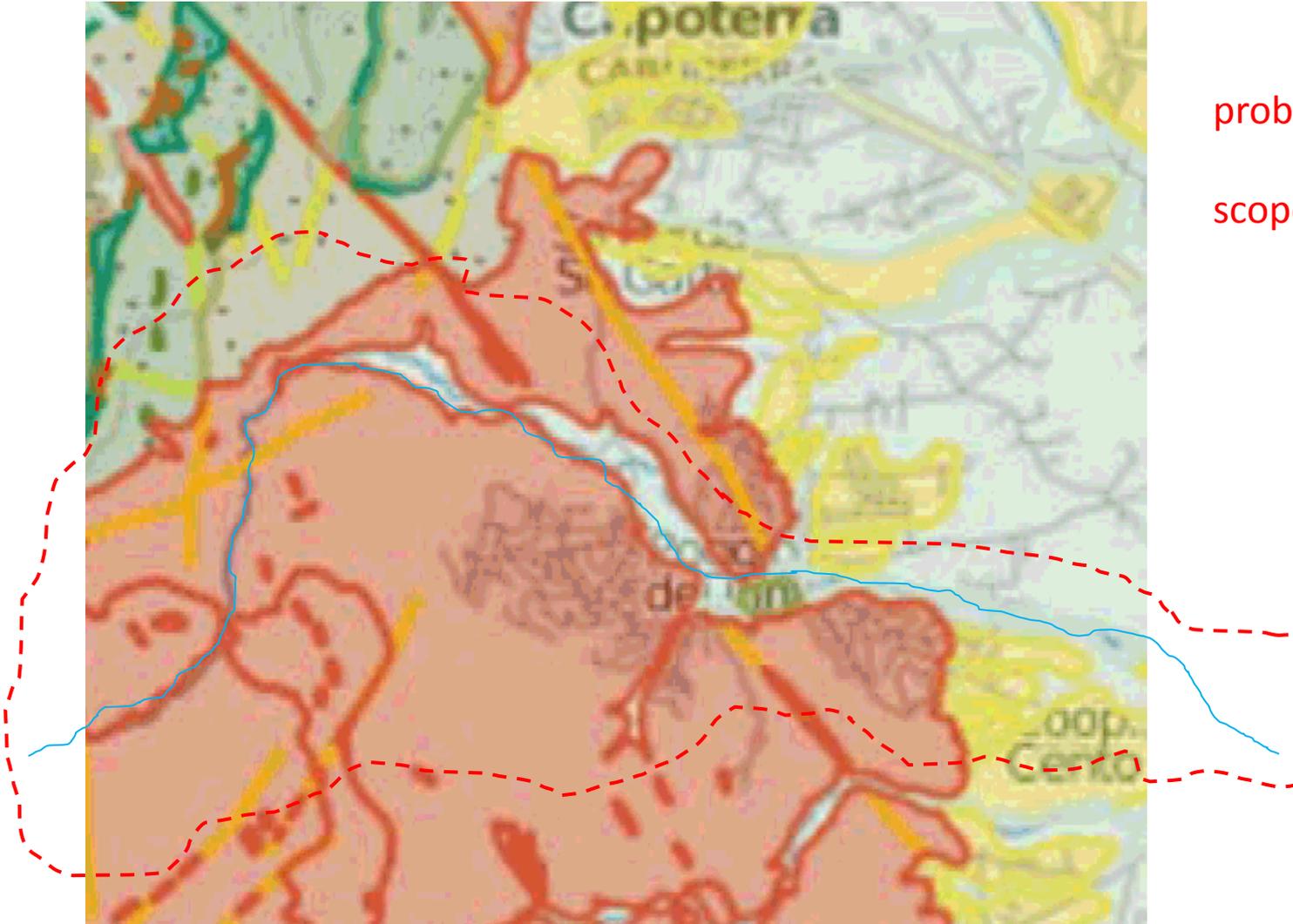
problema di scala  
scopo dell'indagine

Foglio geologico 565 Capoterra 1:50.000

## Caratterizzazione geologica del territorio

Da evitare:

*Tendenza a considerare studi di inquadramento generale come uno stato finito delle conoscenze;*



problema di scala

scopo dell'indagine

## Caratterizzazione geologica del territorio

**Da evitare:**

*Scarsa integrazione tra i dati di natura geologica e di questi con le scelte di intervento.*

**Soluzione:**

Rilevamenti di dettaglio finalizzati

Qualità e tipologia dei dati prodotti

Sintesi dei dati ottenuti e loro integrazione



**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**  
PRESIDENZA  
Direzione Generale Agenzia Regionale del  
Distretto Idrografico della Sardegna



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI**  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE  
CHIMICHE E GEOLOGICHE

**ACCORDO DI COLLABORAZIONE**

tra

Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna

e

Dipartimento Scienze Chimiche e Geologiche dell'Università  
degli Studi di Cagliari

finalizzato alla attivazione di un progetto di ricerca nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni sui principali corsi d'acqua del distretto idrografico della Regione Autonoma della Sardegna, ai sensi dell'art. 7 della Direttiva 2007/60/CE in data 23.10.2007 e dell'art. 7 del Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49.

**Report a supporto della progettazione del Repertorio  
Regionale Frane-**

Sintesi dei dati ottenuti e loro integrazione

# Proposta di struttura del Repertorio Regionale Frane

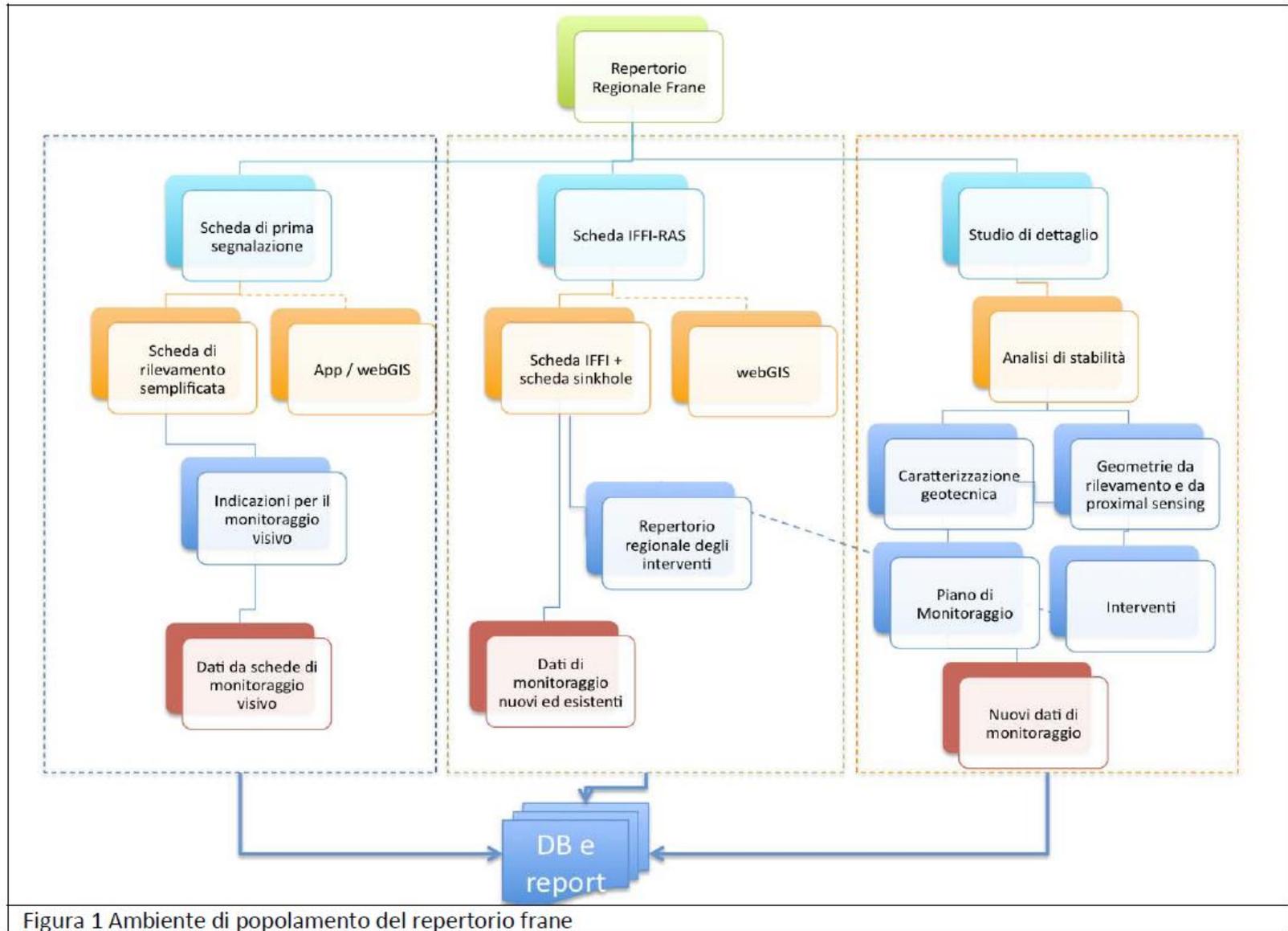


Figura 1 Ambiente di popolamento del repertorio frane

*Sintesi dei dati ottenuti e loro integrazione*

**Proposta struttura del Repertorio Regionale Frane**

*Compilazione della Scheda di prima segnalazione*

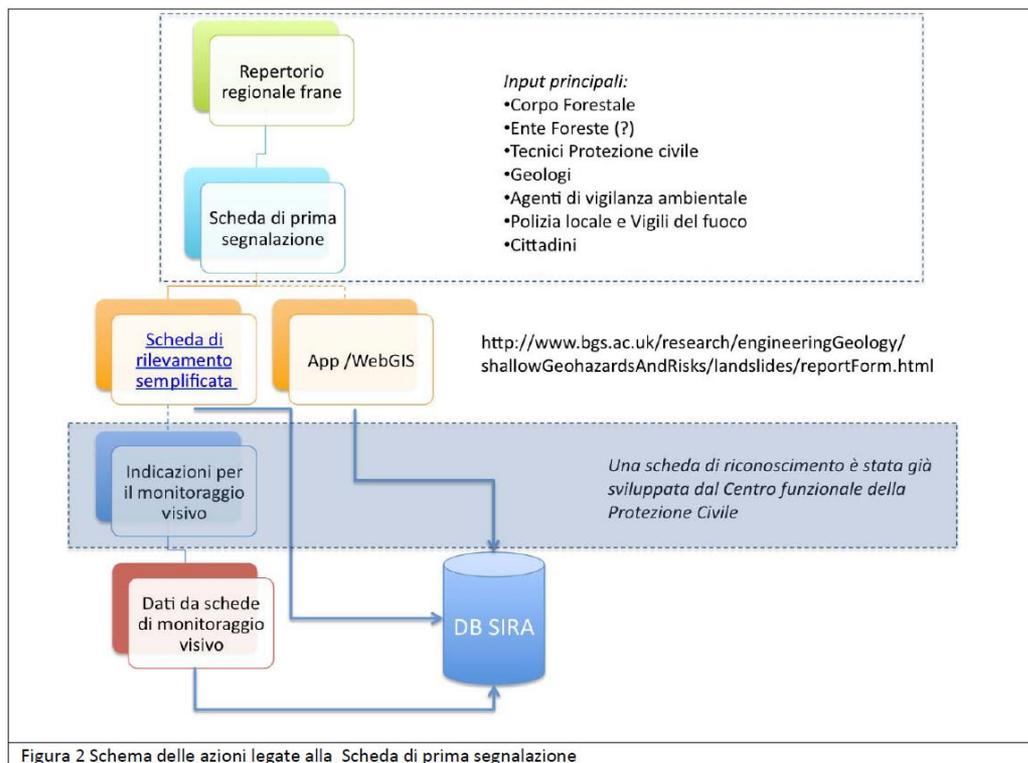
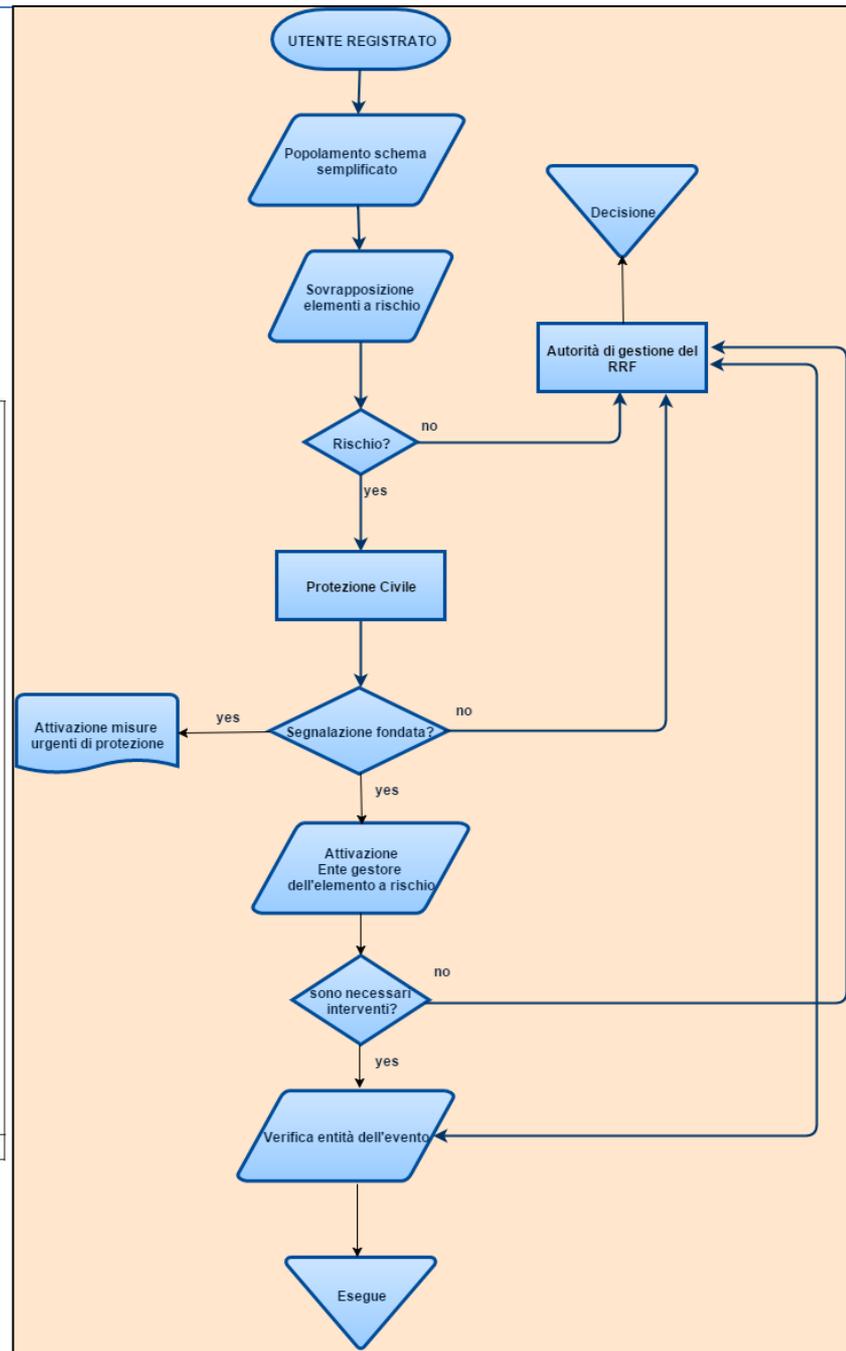
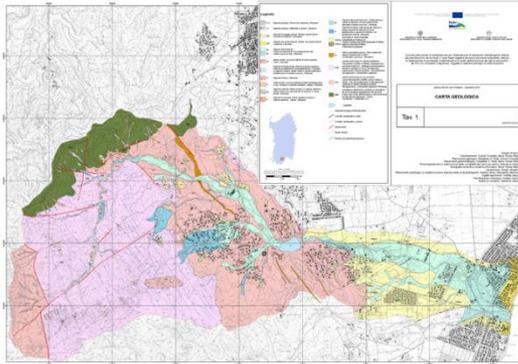


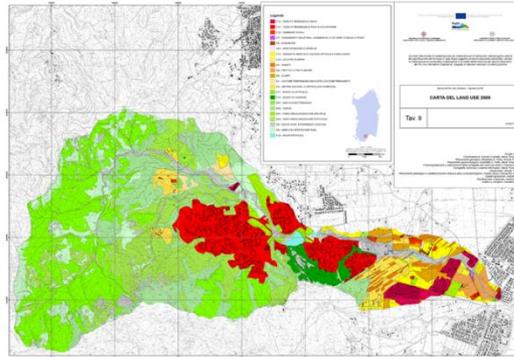
Figura 2 Schema delle azioni legate alla Scheda di prima segnalazione



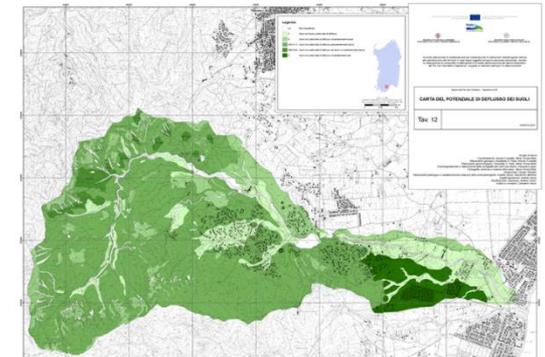
Rilevamenti di dettaglio finalizzati



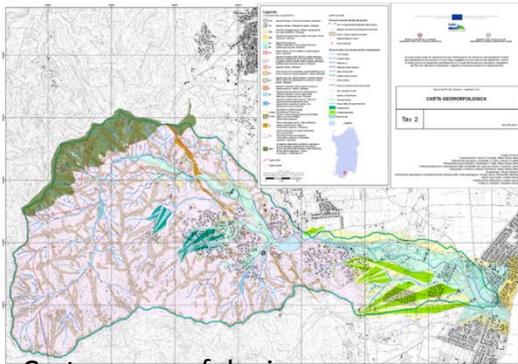
Carta geologica



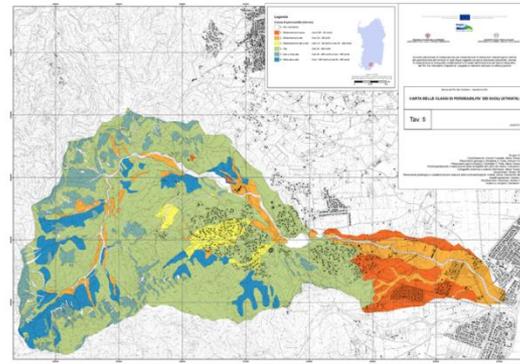
Carta dell'uso del suolo



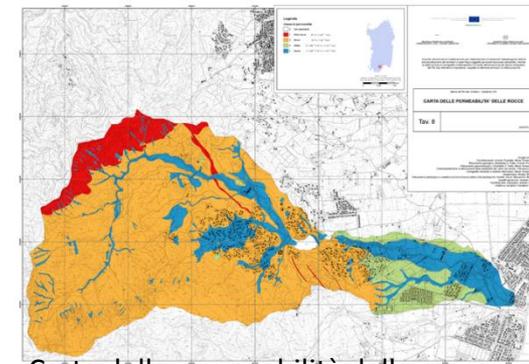
Carta del potenziale di deflusso dei suoli



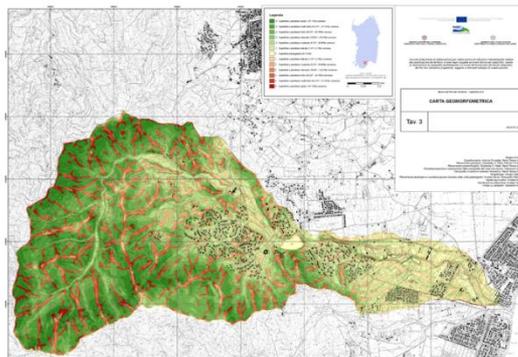
Carta geomorfologica



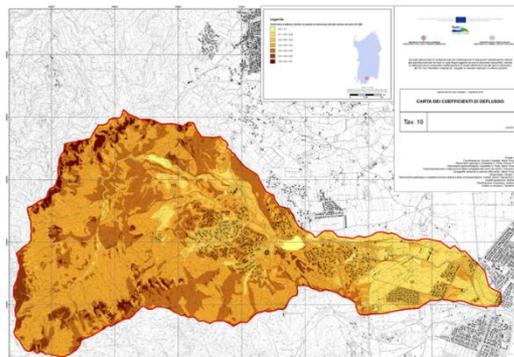
Carta caratteristiche idrauliche dei suoli



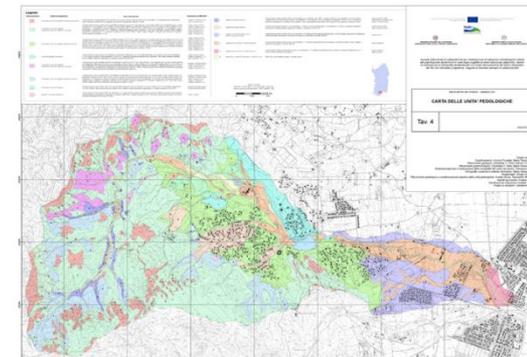
Carta della permeabilità delle rocce



Carta geomorfometrica



Carta dei coefficienti di deflusso superficiale



Carta delle unità pedologiche



## *Rilevamenti di dettaglio finalizzati*



*depositi attuali per debris flow su canali laterali del Riu S. Girolamo*

*depositi stabilizzati per debris flow reinciati lungo il Riu S. Girolamo*



## Rilevamenti di dettaglio finalizzati

I terreni più antichi, sempre olocenici ma incisi e terrazzati dal corso d'acqua, mostrano strutture sedimentarie analoghe ai depositi attuali.

Alternanza di periodi con un regime fluviale legato alla variazione delle portate stagionali (come testimoniano le strutture di laminazione e di embriciatura nelle ghiaie) a episodi di flusso iperconcentrato legati ad abbondanti volumi d'acqua nel breve periodo.



*Ghiaie e blocchi di grosse dimensioni stabilizzati da alberi di leccio con tronchi si oltre 20 cm di diametro; parte alta del Rio San Gerolamo*



*Livello di ghiaie e sabbie organizzate ricoperto da un livello caotico a granulometria maggiore. Corso del Rio San Gerolamo a sud di C. Musiu.*



## Rilevamenti di dettaglio finalizzati

I terreni più antichi, sempre olocenici ma incisi e terrazzati dal corso d'acqua, mostrano strutture sedimentarie analoghe ai depositi attuali.

Alternanza di periodi con un regime fluviale legato alla variazione delle portate stagionali (come testimoniano le strutture di laminazione e di embriciatura nelle ghiaie) a episodi di flusso iperconcentrato legati ad abbondanti volumi d'acqua nel breve periodo.



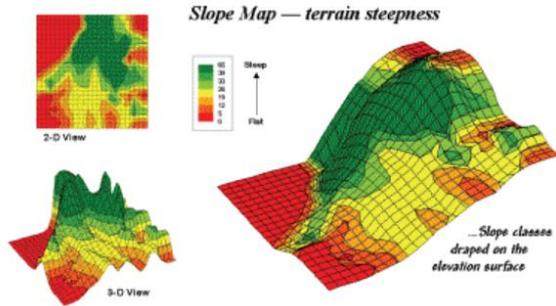
*Nella parte bassa si notano ghiaie medie e fini sub-angolose e sub-arrotondate alternate a sabbie, con stratificazione orizzontale (Gh, Sh) o debolmente incrociata concava. Alto corso del Rio S. Gerolamo.*

**Le alluvioni tipo quella del 2008 non possono essere ritenute eccezionali, o mai avvenute.**

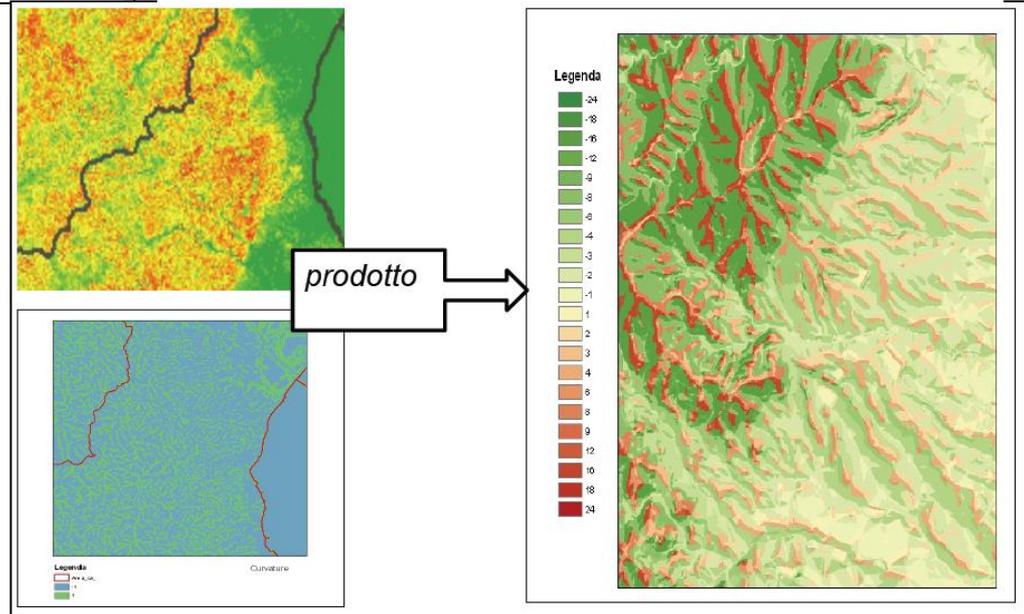
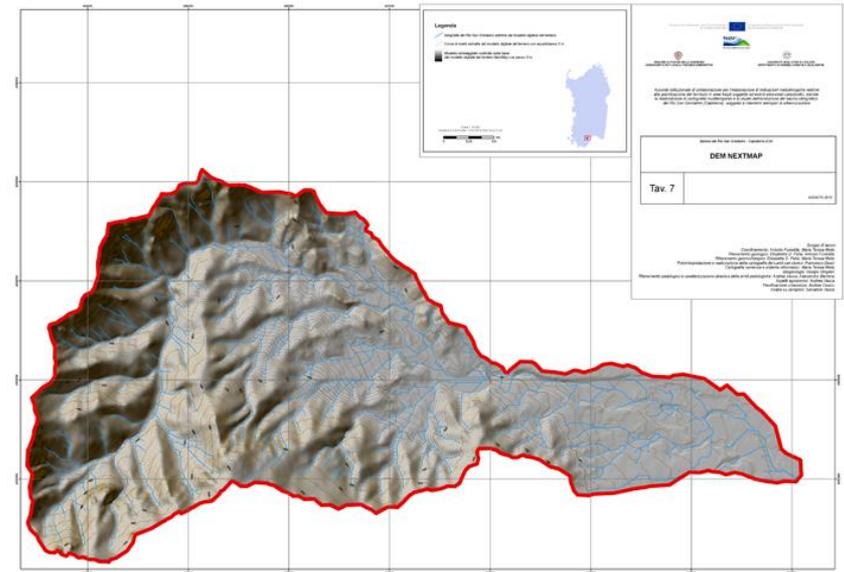
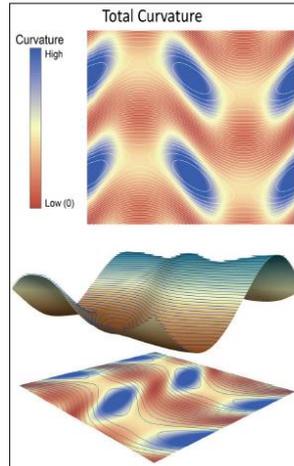
# Rilevamenti di dettaglio finalizzati

## Analisi morfometrica

### Acclività

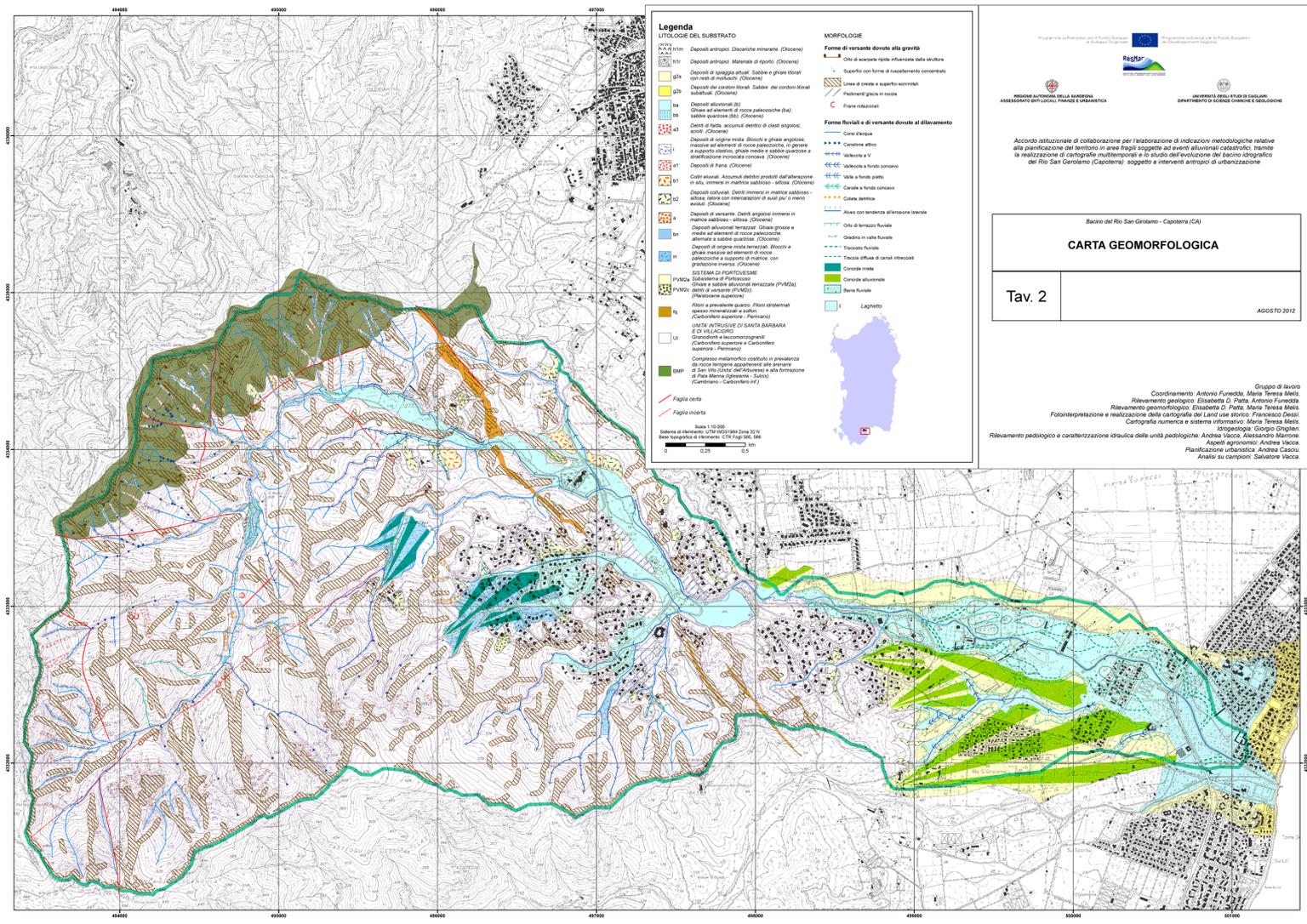


### Curvatura





Rilevamenti di dettaglio finalizzati



**Legenda**

**LITOLOGIE DEL SUBSTRATO**

- h1 Depositi antropici. Discariche miste/terre (Clocnes)
- g2a Depositi di sabbie attuali. Sabbie e ghiaie litorali con veni di molluschi (Clocnes)
- g2b Depositi di sabbie litorali. Sabbie dei cordoni litorali attuali (Clocnes)
- h2 Depositi alluvionali (S)
- h3 Ghiaie ed elementi di rocce paleozoiche (Sa); sabbie quarzose (Sd) (Clocnes)
- a3 Detriti di fango, accumulati dentro o costai argosio; argille (Clocnes)
- l1 Depositi di origine mista. Blocchi e ghiaie argilose; miscela ed elementi di rocce paleozoiche in genere e argosio argilloso; ghiaie medie e sabbie ghiaiose e arenificazione microlite comune (Clocnes)
- a1 Depositi di fango (Clocnes)
- o1 Gole alluviali. Accumuli detritici prodotti dall'altareggiamento in situ, in genere in matrici sabbiose - argilose (Clocnes)
- o2 Depositi coluviali. Detriti rimessi in matrici sabbiose - argilose, talora con frammentazioni di nodi di argilla - areniti (Clocnes)
- h4 Depositi di versante. Detriti argillosi immessi in matrici sabbiose - argilose (Clocnes)
- h5 Depositi alluvionali terrazzi. Ghiaie grossi e media ed assesti di rocce paleozoiche, alternata a sabbie quarzose (Clocnes)
- h6 Depositi di origine mista terrazzati. Blocchi e ghiaie mescole ad elementi di rocce paleozoiche e argosio di matrice, con gradazione arenosa (Clocnes)

**SISTEMI DI PORTICUESSE**

- PV100a Substrato di Porticuesse
- PV100b Ghiaie e sabbie alluvionali terrazzate (PV100a); detriti di sabbie (PV100b); (Clocnes e Sant'Antioco)
- h7 Fiumi e prevalenze quartz. Fiumi arenolimitati medio-montani di valle (Carbonifero superiore - Permiano)
- h8 UNITA' METEORICHE DI SANTA BARBARA E DI S. GIACOMO
- h9 Gneiss e graniti microporoidi (Carbonifero superiore e Carbonifero superiore - Permiano)
- h10 Complesso metamorfico costituito in prevalenza da rocce granitiche quarzate del distretto di San Vito (Siltite dell'Adriatico e alla formazione di San Vito granitico - Siltite) (Cambriano - Carbonifero inf.)

**MORFOLOGIE**

**Forme di versante devote alla gravità**

- o1 Culo di scarico ripida inclinata dalla struttura
- o2 Superfici con forme di superficie concentrate
- o3 Linee di cresta a spigolo smussato
- o4 Puntiformi piccoli in roccia
- o5 Fiumi ribollanti

**Forme fluviali e di versante devote al dilavamento**

- o6 Canale d'acqua
- o7 Canale attivo
- o8 Canale a valle concavità
- o9 Valtocce a V
- o10 Valtocce a fondo concavo
- o11 Valle a fondo piatto
- o12 Canale a valle concavità
- o13 Canale attivo
- o14 Alveo con tendenza all'irregolarità laterale
- o15 Orlo di terrazzo fluviale
- o16 Gradino in valle fluviale
- o17 Terracedo fluviale
- o18 Taccuio diffuso di canali intrecciati
- o19 Canale alluvionale
- o20 Barra fluviale
- o21 Lago

Scala 1:10.000  
Banco di riferimento: Carta Geologica C.T.R. Foglio 166, 168  
Sca. 1:10.000  
0 0,25 0,5

Proiezione autorizzata dal Comune di Cagliari e dalla Regione Autonoma della Sardegna

Regione Autonoma della Sardegna  
Assessorato dell'Urbanistica, Ambiente e Infrastruttura

Università degli Studi di Cagliari  
Dipartimento di Scienze Geologiche e Geodinamiche

Accordo istituzionale di collaborazione per l'elaborazione di indicazioni metodologiche relative alla pianificazione dell'ambiente in aree fragili soggette ad eventi alluvionali catastrofici. Tematica: la realizzazione di cartografie multitemporali e lo studio dell'evoluzione del bacino idrografico del Rio San Gerolamo (Cagliari) soggetto a interventi antropici di urbanizzazione

Bacino del Rio San Gerolamo - Capterra (CA)

**CARTA GEOMORFOLOGICA**

Tav. 2

AGOSTO 2012

Gruppo di lavoro  
Coordinamento: Antonio Funedda, Maria Teresa Melis  
Rilevamento geologico: Elisabetta Di Patta, Antonio Funedda  
Rilevamento geomorfologico: Elisabetta Di Patta, Maria Teresa Melis  
Fotointerpretazione e realizzazione della cartografia del lavoro storico: Francesco Dessì  
Cartografia numerica e sistema informativo: Maria Teresa Melis  
Rilevamento pedologico e caratterizzazione idraulica delle unità pedologiche: Andrea Vacca, Alessandro Marone  
Aspetti agronomici: Andrea Vacca  
Pianificazione urbanistica: Andrea Casciu  
Analisi su campioni: Salvatore Vacca

## *Rilevamenti di dettaglio finalizzati*

Nella zona di piana, l'estensione reale dell'alveo è stimabile non solo osservando l'erosione dei depositi più antichi olocenici e pleistocenici, attualmente terrazzati, ma anche perché è possibile riconoscere la presenza di tratti di alveo meandriforme, attualmente abbandonati, ma che in un passato recentissimo, con un livello di base non molto diverso di quello attuale, costituivano l'area di divagazione del corso d'acqua



*Meandro abbandonato all'interno dell'alveo di piana del Rio San Gerolamo all'altezza dell'omonimo nucleo abitativo, dalle foto aeree 1968 in scala 1:23.000.*

## Rilevamenti di dettaglio finalizzati

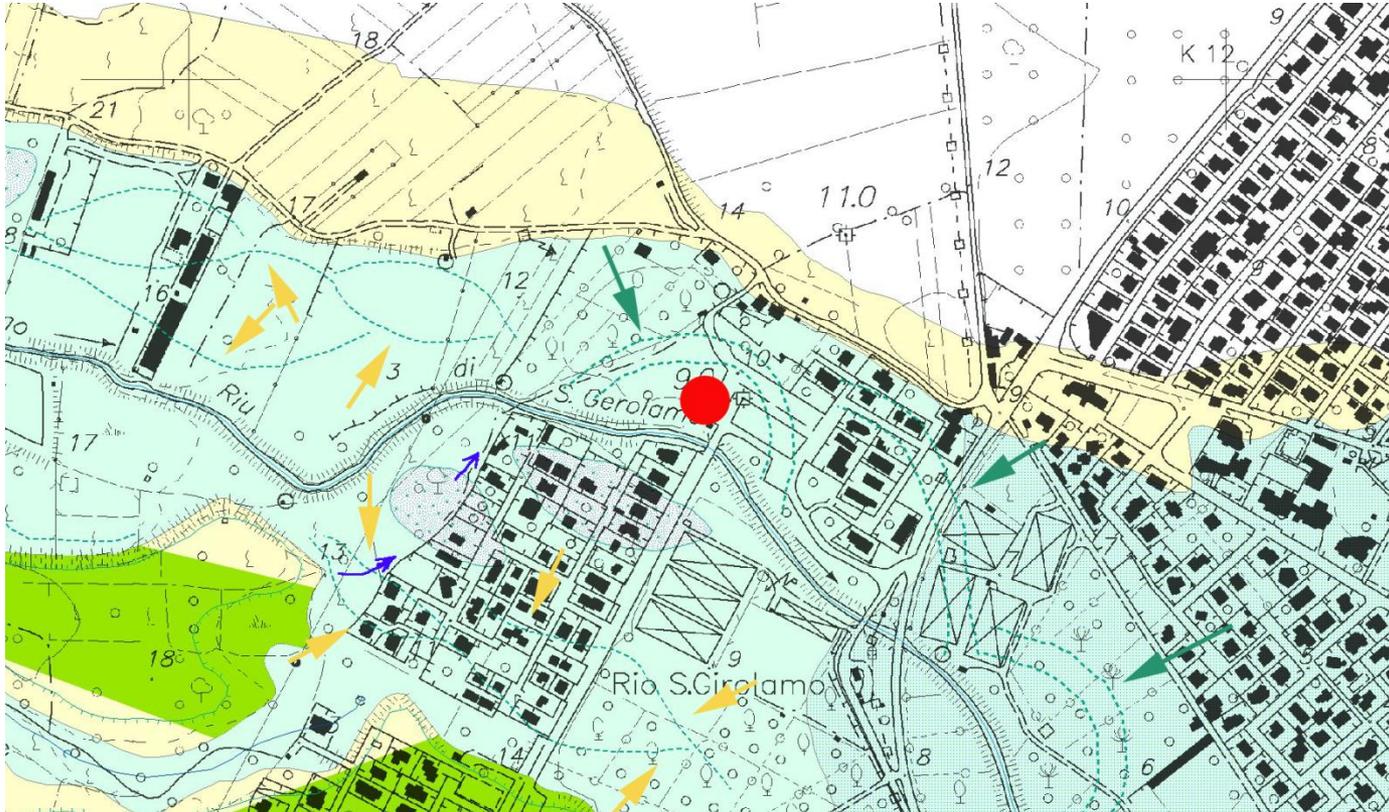
Nella zona di piana, l'estensione reale dell'alveo è stimabile non solo osservando l'erosione dei depositi più antichi olocenici e pleistocenici, attualmente terrazzati, ma anche perché è possibile riconoscere la presenza di tratti di alveo meandriforme, attualmente abbandonati, ma che in un passato recentissimo, con un livello di base non molto diverso di quello attuale, costituivano l'area di divagazione del corso d'acqua



*Meandro abbandonato all'interno dell'alveo di piena del Rio San Gerolamo all'altezza dell'omonimo nucleo abitativo, dalle foto aeree 1968 in scala 1:23.000. A destra il meandro è evidenziato da una linea tratteggiata rossa. Attualmente l'area è sede di edifici tra cui una scuola materna danneggiata dall'evento alluvionale del 2 ottobre 2008*

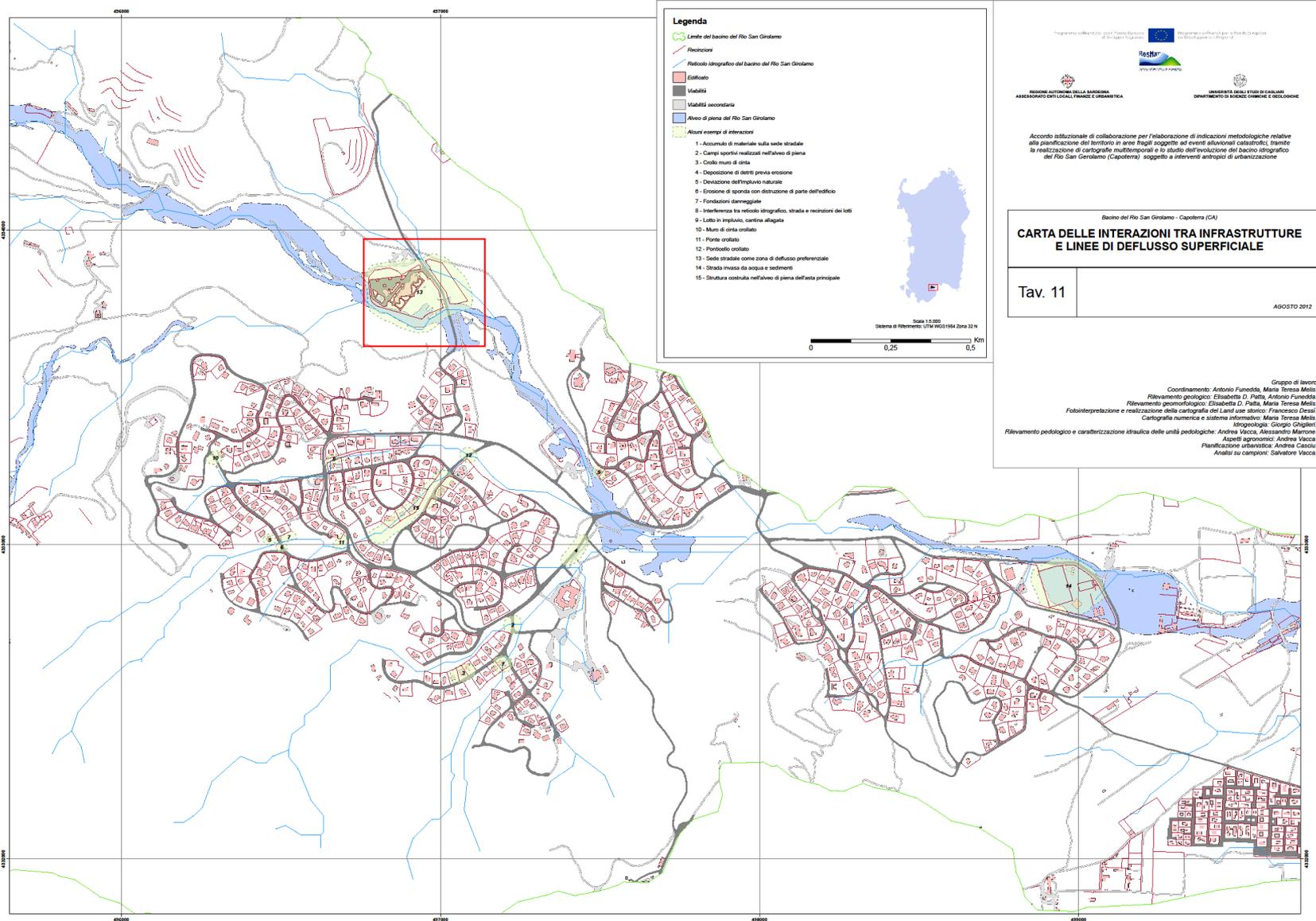


## integrazione tra i dati di natura geologica e le scelte di pianificazione

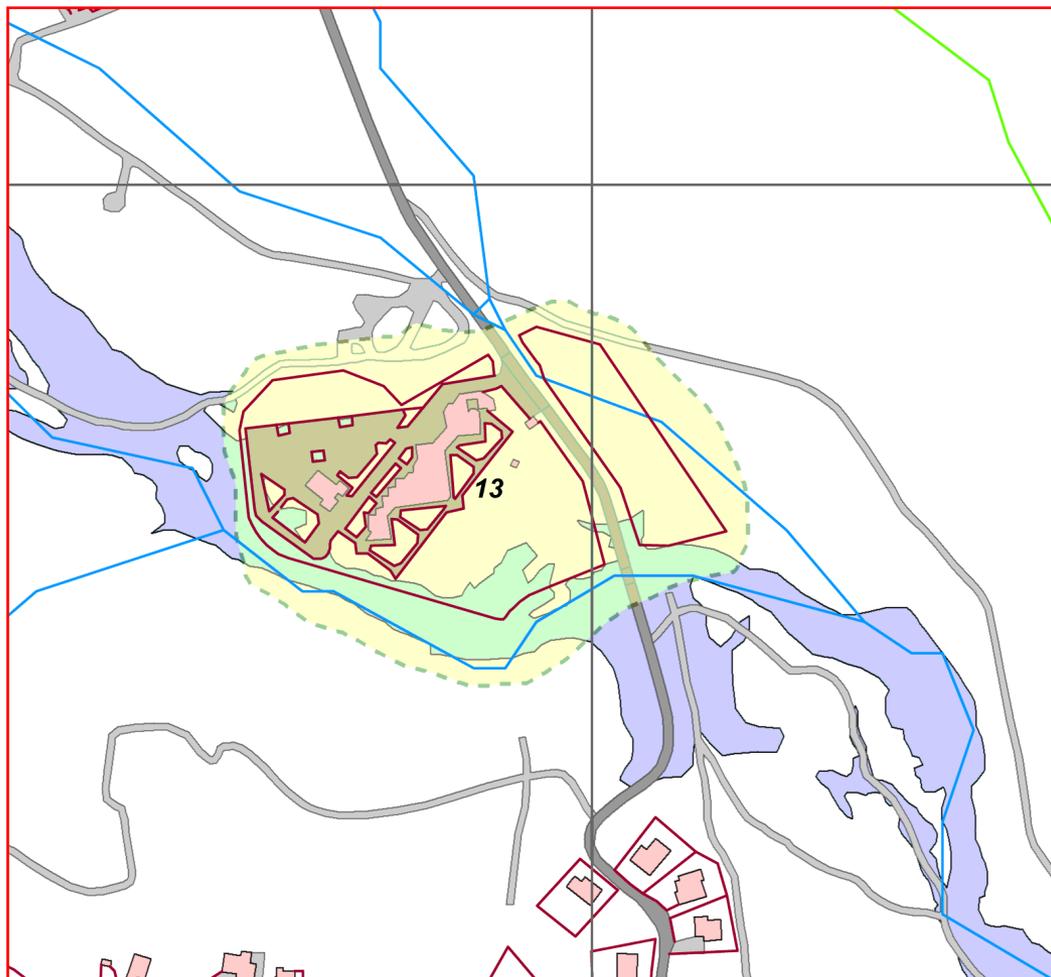


Interferenza tra reticolo idrografico e infrastrutture: deviazione dell'andamento delle acque superficiali (frecche blu), che invece che procedere verso est sono convogliate nel Rio San Gerolamo in una posizione più a monte, inoltre la recinzione di protezione dell'agglomerato edilizio impedisce un ruscellamento diffuso che avrebbe permesso l'infiltrazione di una parte dell'acqua. Le frecche arancioni indicano linee di deflusso naturali, le frecche verdi meandri abbandonati, il punto rosso la posizione approssimativa della scuola materna

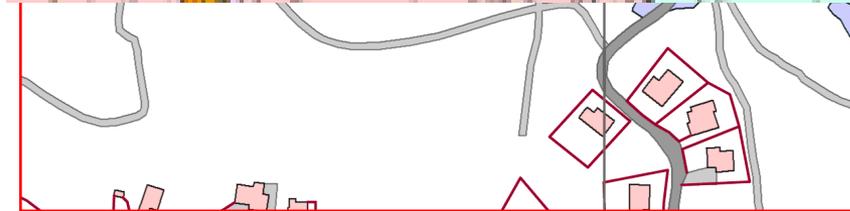
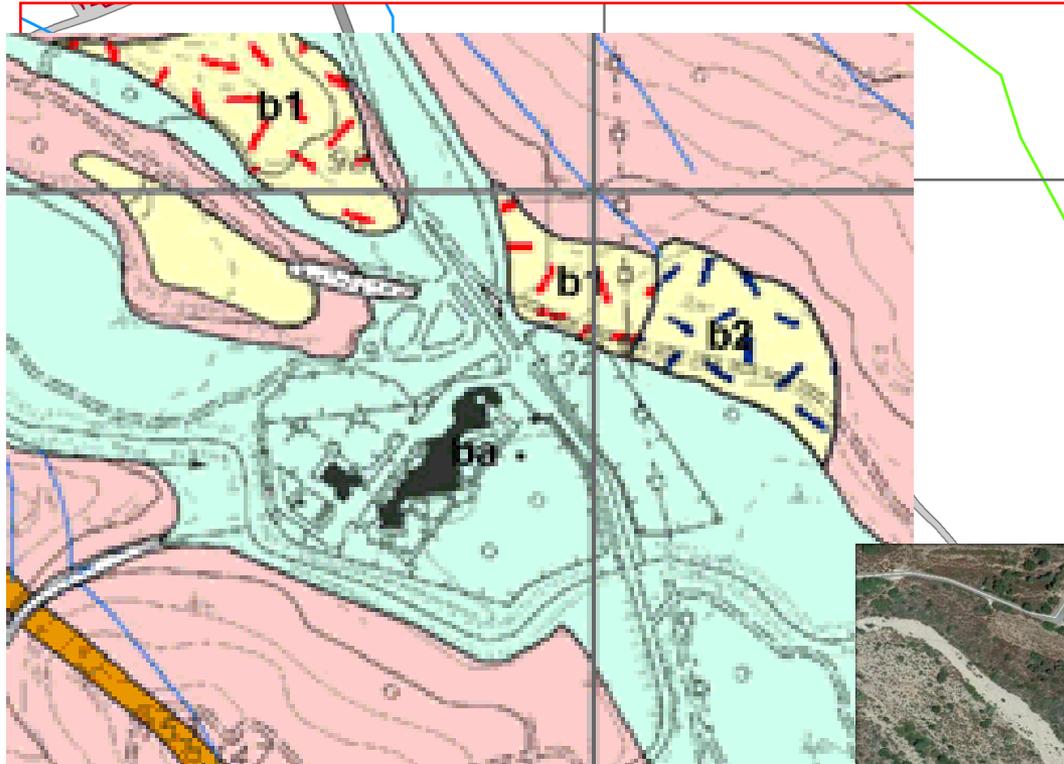
# integrazione tra i dati di natura geologica e le scelte di pianificazione

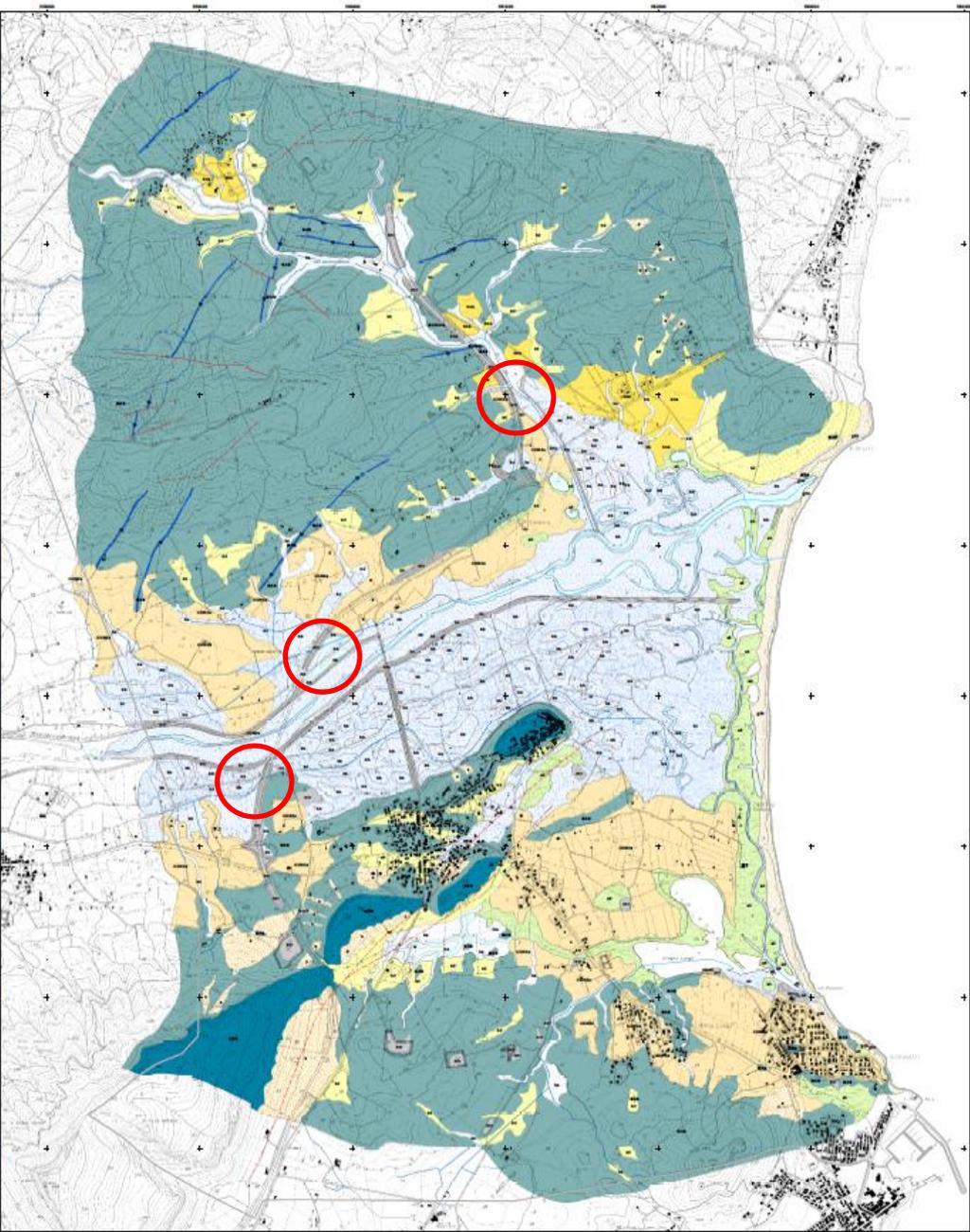


*integrazione tra i dati di natura geologica e le  
scelte di pianificazione*



*integrazione tra i dati di natura geologica e le  
scelte di pianificazione*





Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
   
 Regione Autonoma della Sardegna
   
 Università degli Studi di Cagliari

Direzione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni per l'individuazione di indicatori morfologici relativi alla pianificazione del territorio e alla gestione del rischio alluvioni, basata su dati morfologici e cartografie multitemporali e su studi dell'evoluzione di alcuni tratti idrografici negli ultimi 50 anni e analisi di competenza in idrologia.

Area del territorio della Posada e della città di Orgosolo,
   
 Comune di Posada

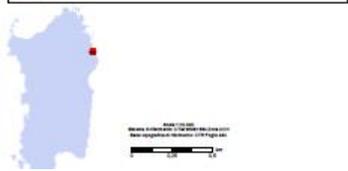
**CARTA GEOLOGICA**

maggio 2017

Direzione: Antonio Funedda, Area Scienze
   
 Responsabile progetto: Roberto T. Pala, Area Scienze
   
 Responsabile tecnico: Maria Virginia del Conte, Area Scienze
   
 Collaboratori: Daniela Sanna, Area Scienze
   
 Redazione cartografica: Daniela Sanna, Area Scienze
   
 Redazione cartografica e cartografia: Daniela Sanna, Area Scienze
   
 Elaborazioni cartografiche: Daniela Sanna, Area Scienze
   
 Elaborazioni cartografiche: Daniela Sanna, Area Scienze

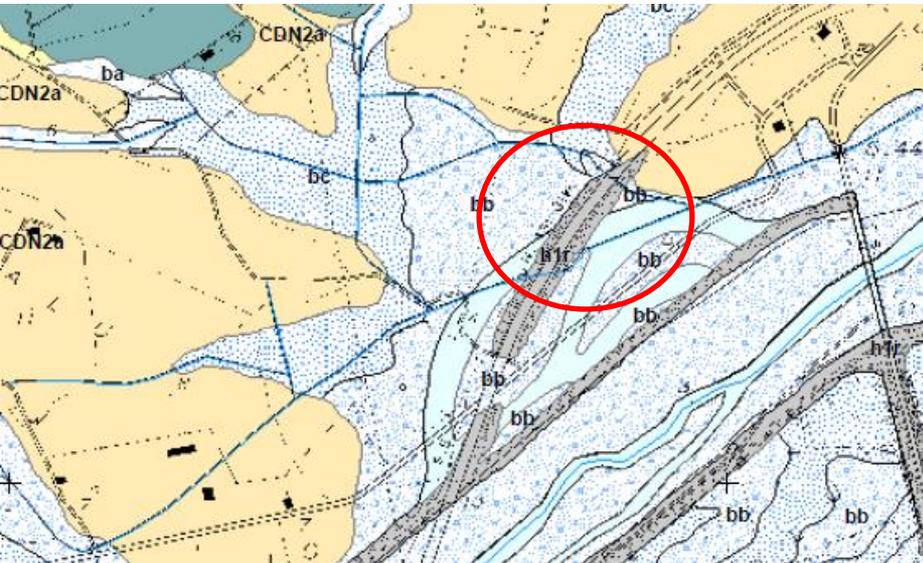
**Legenda**

DEPOSITI QUATERNARI	
h1r	Depositi antropici (h1r)
h1s	Materiali di riporto (h1s)
g2a	Depositi di spiaggia attuali (g2a)
g2b	Sabbie e ghiaie fluviali con resti di molluschi (Cardium sp., Ostrea sp.)
g2c	Depositi dei cordoni fluviali (g2c)
g2d	Sabbie dei cordoni fluviali subacquei
a4	Depositi palustri (a4)
a5	Limi e argille con abbondante frazione organica
s1a	Depositi alluvionali (s1)
s1b	Ghiaie medie subangolose (s1b) sabbie quarzose da grosse a fini (s1b) limi sabbiosi (s1c), argille e limi argillosi (s1d)
s1c	DEPOSITI
s1d	Coltri di cava-colluviali (s1d)
s2	Depositi inonati in matrici sabbioso-argillose, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti
a	DEPOSITI
s3a	Depositi di arenarie (s3)
s3b	Depositi alluvionali/terrazze (s3a)
s3c	Ghiaie medie subangolose e sabbie quarzose ad elementi di roccia paleozoiche, arenarie e sabbie quarzose
SISTEMA DEL COCONINO	
CC02a	Subsistema di Abba Melis
CC01	Ghiaie e sabbie alluvionali/terrazze (CC01a)
Subsistema di Cala Lusa (Fianchine Inverani/Auri)	
Conglomerati e calcareniti bioclastiche fluviali, con fossili di molluschi come <i>Urosalpinx</i> , <i>Patella</i> e <i>Araia rosea</i> (CC01)	
PLUSTOCCO SUPERIORE	
SUCCESIONE CARBONATICA MESOZOICA	
MES	Dolomie e calcari calcari (Formazione di Corgosolus)
calcari con noduli di calcare bioclastico e calcari (Formazione di Monte Tullu); calcari di biterme e calcari calcari (Formazione di Monte Bardia)	
GIURASSICO	
COMPLESSO FILONIANO TARDO PALEOZOICO	
fs	Filoni asidi (fs)
fs	Filoni di porfidi (fs) e (fs)
CARBONIFERO SUPERIORE - PERMIANO	
METAMORFICO ERGINICO	
BA0	Argilliti, ortogne e paragneiss micaceati
TRICAMBIANO - PALEOZOICO INFERIORE	
Faglia certa	
Faglia presunte	
corpi d'acqua	



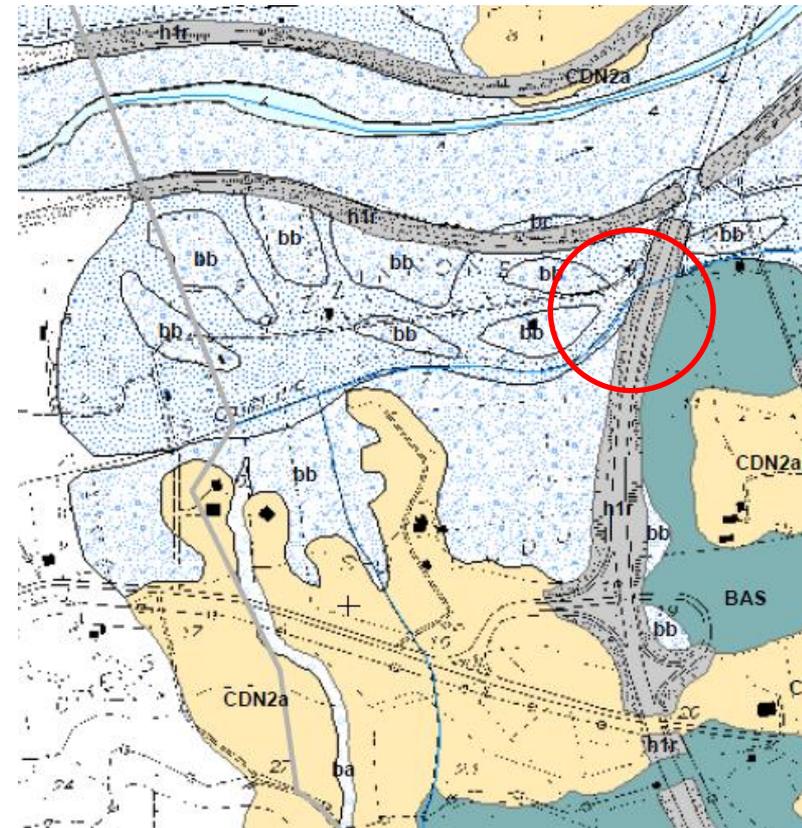
integrazione tra i dati di natura geologica e le scelte di pianificazione

Carta geologica del territorio di Posada

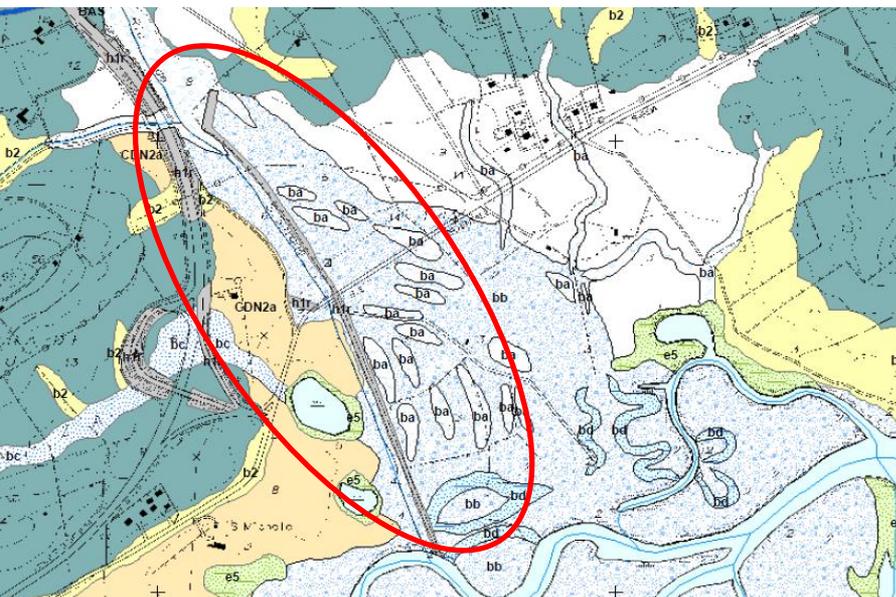


*Interazione argine-rilevato stradale in località San Paolo, sinistra idrografica del Rio Posada*

integrazione tra i dati di natura geologica e le scelte di pianificazione



*Interferenza tra reticolo idrografico e argini artificiali del Rio Santa Caterina*



*Interferenza tra Rio San Simone e argini e opere stradali, si noti la deviazione dell'estremità settentrionale per garantire che tutto il deflusso superficiale del bacino scorra lungo l'asta fluviale*

## Considerazioni finali

- Il tipo di indagine geologica s.l. è fortemente indirizzato dallo scopo per cui viene realizzato.
- L'integrazione del processo di rilievo dei dati e loro analisi è fondamentale per poter trarre indicazioni utili alla gestione e pianificazione.
- Gli strumenti analisi cartografica spaziale hanno una funzione di controllo e validazione del dato.
- Se il processo d'indagine è ben progettato e gestito sono possibili ulteriori **integrazioni** ed **aggiornamenti** della caratterizzazione e consente di affrontare aspetti nuovi non precedentemente realizzati.
- E' possibile costruire modelli concettuali in cui l'aspetto della conoscenza del territorio non è una "scatola nera", un'incognita mai risolta, ma l'input del modello e il valore di verifica del risultato.

## Attività svolte tramite Accordo istituzionale di collaborazione tra Enti pubblici:



**ADIS - Autorità di bacino regionale della Sardegna**  
**Assessorato degli Enti Locali, Finanze e Urbanistica della Regione Autonoma della Sardegna**



**Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche dell'Università degli Studi di Cagliari**

## Gruppo di lavoro dell'Università di Cagliari:

- *Antonio Funedda (Unica) - Coordinamento scientifico, rilevamento geologico.*
- *Giorgio Ghiglieri (Unica) - Idrogeologia.*
- *Maria Teresa Melis (Unica) - Coordinamento, geomorfologia, cartografia numerica e sistema informativo.*
- *Andrea Vacca (Unica) - Geopedologia ed aspetti agronomici.*
- *Stefania Da Pelo (Unica) - Geologia applicata.*
- *Salvatore Vacca (Unica) - Analisi in situ ed in laboratorio.*
- *Francesco Dessì (Unica) - Fotointerpretazione e cartografia Land use storico*
- *Elisabetta Danila Patta (lib. profess.) - Rilevamento geologico e geomorfologico.*
- *Vittorio Alessandro Marrone (lib. profess.) - Rilevamento geopedologico.*
- *Sandro Pasci (lib. profess.) - Rilevamento strutturale.*
- *Andrea Casciu (lib. profess.) - Pianificazione urbanistica.*