



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PROVINCIA DI ORISTANO
COMUNE DI PAU

DELIBERAZIONE G. R. N. 5/19 DEL 29.01.2019.
FSC 2014/2020 - LINEA D'AZIONE 2.2.1.
INTERVENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLA
DIGA IN LOCALITÀ SENNISCEDDU

PROGETTO DEFINITIVO

Committente: Amministrazione Comunale di Pau

il Sindaco
ing. Franceschino SERRA

il Responsabile del procedimento
ing. Angelica SEDDA

Elab.

A.5

Relazione idrogeologica

progettisti
ing. Simone Cuccu

collaboratori
ing. Antonello Pacitto

geol. Dario Cinus

data - MARZO 2020

revisione

PREMESSA

Il responsabile dell'area tecnica con Determinazione Area Tecnica n. 175 del 28.12.2017 ha conferito allo scrivente l'incarico per la redazione delle relazioni geologica e geotecnica.

Lo studio geologico è stato condotto secondo le vigenti disposizioni di legge (capp. 6, 10 del D.M. 17.01.2018; D.M. 11.03.1988) e s'inquadra nell'ambito della progettazione e realizzazione di opere di ingegneria civile.

Lo studio, esplicitato nella presente relazione, s'inquadra nella domanda di concessione d'uso d'acque sotterranee provenienti dal pozzo ubicato come da elaborati grafici (planimetria catastale, corografie in scala 1: 10000 – 1:25000), presentata alla provincia di Oristano. La relazione è redatta ai sensi del recente D. Ass. LL. PP. del 19.07.1996.

La domanda di concessione è corredata da :

- **prove di portata;**
 - o **parametri chimico-fisico delle acque;**
 - **tabella sui dati consuntivi;**
 - **relazione tecnica;**
 - o **relazione idrogeologica;**
 - **planimetria sito**

La relazione tecnica è redatta ai sensi del recente D. Ass. LL. PP. del 19.07.1996; della relazione tecnica sono descritte in modo particolareggiato, anche con allegati grafici, le opere di presa e le apparecchiature in uso.

L'art. 61 "Risorse idriche e difesa del suolo. Conferimenti agli enti locali" della Legge regionale 12 giugno 2006, n. 9 "Conferimento di funzioni e compiti agli enti locali" recita:

1. Ai sensi del comma 4 dell'articolo 1, sono attribuiti alle province i seguenti compiti e funzioni:

a) rilascio di licenze di attingimento per le acque superficiali;

b) rilascio di autorizzazioni alla ricerca, estrazione e utilizzazione delle acque sotterranee per portate inferiori a 10 litri al secondo e per usi domestici;

c) progettazione, realizzazione, gestione e manutenzione, in conformità al piano di bacino, o ai piani stralcio, e/o agli altri atti della pianificazione e programmazione regionale di:

1) opere idrauliche di terza e quarta categoria, ad esclusione di quelle di competenza dei consorzi di bonifica, anche in difetto di classificazione;

2) interventi di difesa del suolo e di prevenzione del rischio di frana e/o idrogeologico, ivi compresa la pulizia e la manutenzione dei corsi d'acqua naturali o inalveati ricadenti nel territorio provinciale, ad esclusione di quelli di cui al comma 3.

2. Sono, inoltre, attribuite alle province le funzioni precedentemente esercitate dalle CCIAA concernenti le determinazioni sul vincolo idrogeologico di cui al regio decreto n. 3267 del 1923, ai sensi del comma 17 dell'articolo 14 della legge regionale 22 aprile 2002, n. 7 (legge finanziaria 2002).

3. Ai sensi del comma 4 dell'articolo 1 sono attribuiti ai comuni le funzioni e i compiti di progettazione, realizzazione, gestione e manutenzione in materia di:

a) interventi di difesa del suolo e di prevenzione del rischio di frana e/o idrogeologico, ivi compresa la pulizia dei corsi d'acqua naturali o inalveati comunque classificati o classificabili, ricadenti interamente nel territorio comunale ovvero in area urbana;

b) opere idrauliche classificate o classificabili di quinta categoria o di interesse esclusivamente comunale.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La base cartografica utilizzata è la seguente:

- Carta geologica regionale (scala 1:100000)
- Fogli della carta CTR sezione 529140_Villaverde (scala 1:100000 - fig. 1).

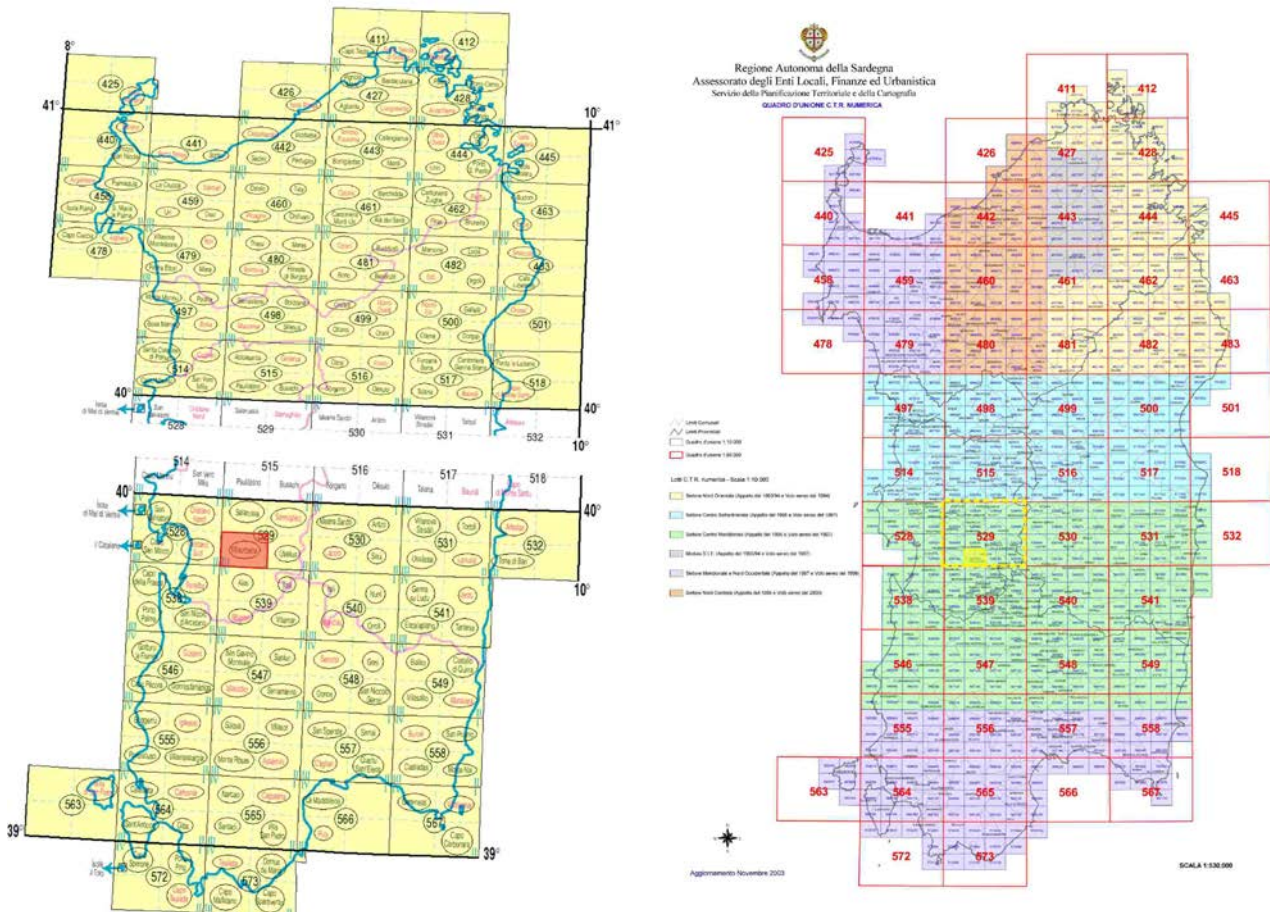


Figura 1 – Inquadramento del sito su cartografia IGMI_ed_1989 e CTR_RAS_1997

DATI TECNICI DEL OPERA DI PRESA

Il progetto rientra nel quadro normativa definito dalla D.G.R. 5/19 del 29.01.2019 fondo di sviluppo e coesione 2014/2020 – linea d'azione 2.2.1. – interventi per la messa in sicurezza e riqualificazione funzionale delle opere di sbarramento e il superamento delle criticità strutturali nei serbatoi con limitazioni d'invaso.

La RAS classifica l'intervento come: IM LLP002/PATTOB02 13 – INTERVENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLA DIGA IN LOCALITÀ SENNISCEDDU- IMPORTO DEL FINANZIAMENTO 300.000,00€.

Nell'ambito del progetto in parola "Interventi di adeguamento sbarramento e bacino di accumulo in località Sennisceddu. Approvazione tecnica in sanatoria e prosecuzione dell'esercizio ex art. 26

L.R. 12/2007” rientrano gli interventi sul sistema di approvvigionamento e di emungimento della portata. Il locale tecnici adiacente allo sbarramento è funzionale alle operazioni di approvvigionamento dell'invaso e nel contempo all'impiego della risorsa accumulata. Infatti, da un pozzo collocato a circa 40 m dalla dighetta è previsto che venga prelevata l'acqua da accumulare per poi poterla immettere nel sistema di annaffiamento delle fasce umide (in numero di due) che sono sui due lati del Riu Sennisceddu. Attualmente tale operazione non è possibile effettuarla in quanto l'impianto elettrico è stato interessato da un corto circuito. Nel presente intervento è previsto l'adeguamento e la messa a norma di detto impianto con la manutenzione della pompa per gli spruzzatori installati nelle fasce umide e l'installazione di un punto luce. In detto locale, oltre alla pompa e al contatore sono altresì presenti i quadri di controllo e le apparecchiature accessorie.

INQUADRAMENTO CATASTALE

DENOMINAZIONE	C.T.R.	QUOTA s.l.m	COORDINATE	FOGLIO	MAPPALE	AUTORIZZAZIONE UFFICIO ACQUE
pozzo n. 1	529140_Villaverde	610 m	x = y =	1	66	Autorizzazione in sanatoria

OPERA DI PRESA

IDENTIFICAZIONE POSIZIONE OPERA DI PRESA DI ACQUE SOTTERRANEE (COORDINATE)					
UTM (zona 32S)		Gauss – Boaga (fuso Ovest)		Geografiche (Monte Mario)	
N	E	N	E	φ	λ
4405970	1480010				
Trasformazioni da coordinate Gauss-Boaga a sistema U.T.M.E=-999986; N=181					

CARATTERI LITOLOGICI

La strutturazione dei depositi quaternari può essere ricondotta a quanto riportato nelle LINEE GUIDA PER L'ADEGUAMENTO DEI PIANI URBANISTICI COMUNALI AL PPR E AL PAI (Bozza luglio 2008 – assetto ambientale – riordino delle conoscenze- rif. Tabella 6 - Struttura della Legenda Geologica) allegate al PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE (L.R. 25 novembre 2004, n. 8).

Tabella 1 – (rif. Tabella 6 linee guida RAS, 2008) - Struttura della Legenda Geologica			
DEPOSITI QUATERNARI			
	DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA MARINA		
		Depositi olocenici dell'area marina	
	DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA CONTINENTALE		
		Depositi olocenici dell'area continentale	
			Sedimenti legati a gravità

			Sedimenti alluvionali
			Sedimenti lacustri
			Sedimenti eolici
			Sedimenti litorali
		Depositi pleistocenici dell'area continentale	
SUCCESSIONI VULCANO-SEDIMENTARIE TERZIARIE			
	SUCCESSIONE VULCANO-SEDIMENTARIA PLIO-PLEISTOCENICA		
	Complesso vulcanico plio-pleistocenico		
			Basalti dei plateau
			Apparato vulcanico del Montiferru
			Apparato vulcanico del Monte Arci
			Eventi vulcanici isolati
		Successione sedimentaria plio-pleistocenica	
	SUCCESSIONE VULCANO-SEDIMENTARIA OLIGO-MIOCENICA		
		Successione sedimentaria oligo-miocenica della Sardegna centrosettentrionale	
			Successione sedimentaria oligo-miocenica del Logudoro-Sassarese
			Successione sedimentaria oligo-miocenica del Bacino del Tirso
		Complesso vulcanico oligo-miocenico della Sardegna centro-settentrionale	
			Distretto vulcanico di Osilo-Castelsardo
			Distretto vulcanico di Capo Marargiu
			Distretto vulcanico di Montiferru
			Distretto vulcanico di Bonorva
			Distretto vulcanico di Ottana
		Successione sedimentaria oligo-miocenica della Sardegna centromeridionale	
			Successione sedimentaria miocenica del Campidano settentrionale
			Successione sedimentaria oligo-miocenica del Campidano-Sulcis
		Complesso vulcanico oligo-miocenico della Sardegna meridionale	
			Distretto vulcanico del Monte Arcuentu
			Distretto vulcanico di Serrenti-Furtei
			Distretto vulcanico di Monastir
			Distretto vulcanico di Siliqua
			Distretto vulcanico di Sarroch
		Complesso vulcanico oligo-miocenico del Sulcis	
			Gruppo di Punta delle Colonne
			Gruppo di Cala Lunga

			Gruppo di Monte Sirai
			Gruppo di Su Ruvu Mannu
			Gruppo di S. Antioco
			Gruppo di Carbonia
			Gruppo di Serbariu di sopra
		SUCCESIONE SEDIMENTARIA PALEOGENICA	
		Successione sedimentaria paleogenica della Sardegna sud-occidentale	
		Successione sedimentaria paleogenica della Sardegna orientale	

In Sardegna la successione marina oligo-miocenica viene suddivisa dagli autori secondo unità formazionali; le principali sono di seguito elencate:

- **Marne di Ales**
- **Calcari di Villagrecia**
- **Formazione della Marmilla**
- **Marne di Gesturi**
- **Argille di Fangario**
- **Arenarie di Pirri**
- **Calcari di Cagliari**
- **Formazione di Capo San Marco**

Nel settore affiorano i sedimenti riconducibili alla formazione delle di MARNE DI GESTURI ovvero, marne arenacee e siltitiche giallastre con intercalazioni di arenarie e calcareniti contenenti faune a pteropodi, molluschi, foraminiferi, nannoplancton, frammenti ittiolitici, frustoli vegetali. (BURDIGALIANO SUP. - LANGHIANO MEDIO).

La successione riferibile al Burdigaliano indica che nel settore si alternano le seguenti facies:

- arenarie
- siltiti
- tufiti
- marne argillose
- conglomerati
- calcari

Queste litofacies costituiscono la “serie sedimentaria miocenica”; un complesso lacustre di transizione ai depositi marini calcareo-arenacei e marnoso-arenacei. I sedimenti marini sono rappresentati da arenarie, marne tufitiche ed arenacee, calcari e calcari organogeni.

L'interruzione dell'attività vulcanica Oligomiocenica ai 13 Ma coincide con l'inizio di una prima espansione oceanica verificatasi verso i 7-8 Ma, che poi riprenderà durante il Pleistocene inferiore in un tempo compreso tra i 1.7 e 1.2 Ma (Savelli C., 1984).

In Sardegna a partire dal Pliocene inferiore si sviluppa un vulcanesimo, di variabile intensità, che perdurerà sino alla fine del Pleistocene. Uno spettro completo di lave basiche alcaline, subalcaline fu estruso sull'isola durante 5-6 Ma sullo stesso dominio continentale stabile e strutturalmente

continuo (Beccaluva et al., 1984b) ma il culmine dell'attività subalcalina ebbe luogo prima rispetto all'attività alcalina.

Questo vulcanesimo mostra frequente carattere fissurale entroplacca connesso al preesistente sistema di fratture del basamento, insieme ad una tettonica tensionale che coinvolgeva l'area tirrenica (Beccaluva et al. 1984b).

Il rifting del margine della Sardegna orientale avvenne dal primo Tortoniano al tardo Messiniano è correlato alla formazione della crosta oceanica nei bacini del Vavilov e del Marsili (Kastens et al., 1986).

La tettonica che coinvolgeva queste aree era probabilmente accompagnata da ampio vulcanesimo intraplacca probabilmente analogo all'attività subaerea dell'isola (Beccaluva et al., 1987). Rocce di natura basaltica correlate a quelle fasi estensive si trovano nei Monti di Quirra e nei Monti delle Baronie, (Colantoni et al., 1981, in Beccaluva et al., 1987) e nella parte superiore del ODP 1707 site 654 (Beccaluva et al., 1987) e nel bacino a est dei monti Etruschi.

Beccaluva et al. (1981), Macciotta & Savelli (1984) descrissero un vulcanesimo simile nel Logudoro. Questo testimonia come le minori fasi estensive sono avvenute nel Pleistocene sia nella Sardegna come nel suo margine sommerso.

Le prime lave basaltiche, e i loro, differenziati ad affinità alcalina (Brotzu et al., 1974), si effusero a Capo Ferrato (5.9 - 4.9 Ma, Beccaluva et al., 1985). In seguito, l'attività magmatica si estese al resto dell'isola; Montiferro 3.9-1.6 Ma; Monte Arci 3.9-2.8; Orosei-Dorgali 3.9-2.1 Ma; nelle piane centro-meridionale 3.8-1.7 Ma; Logudoro 3.6-0.14 Ma, nella Sardegna centro-occidentale 3.2-2.1, Barisardo - Baunei 2.55 Ma. Il primo episodio vulcanico di Capo Ferrato è contemporaneo all'inizio del rifting che porta alla formazione di crosta oceanica nel bacino del Vavilov, attorno a 3.5 Ma, connesso alla apertura del bacino tirrenico (Kastens et al., 1986), entrambi di età Miocenica superiore. In aggiunta l'acme del vulcanismo è sincrono con lo spreading oceanico del Vavilov avvenuto 4.0-3.5 Ma. La formazione della crosta oceanica nel bacino del Marsili è posta a partire da 1.9 Ma, mentre in Sardegna l'attività durò circa 1.8 Ma. La correlazione dei due eventi e delle rispettive età, suggerisce che esse siano espressione dello stesso regime tettonico estensivo est-ovest.

L'analisi strutturali dei filoni e l'allineamento dei centri vulcanici mostra la riattivazione di faglie normali, di preferenza estrusi da liquidi magmatici, potrebbe essere collegata a piani di tensione, che furono variabilmente orientati a causa dell'influenza del sistema di fratture preesistente del basamento (Beccaluva et al., 1984b). La direzione delle fratture è variabile ma risulta essere essenzialmente concentrata in direzione N-S concorde con il movimento della placca Europea e Africana (Beccaluva et al., 1983). La maggior parte delle lave furono eruttate lungo fratture e da centri di emissione allineati lungo le fratture, che hanno dato luogo ad espandimenti di dimensioni limitate (ad esempio Logudoro, Baunei, Barisardo) od estese (ad esempio Orosei-Dorgali, Giare, Campeda), o a domi di composizione differente (ad esempio Montiferro, Monte Arci). I prodotti vulcanici possono essere divisi in tre distintivi gruppi (Beccaluva et al., 1978):

BN— basaniti ad analcime con nefelina normativa (da 3% a 17%).

AB — Alkali basalti con fenocristalli di olivina, clinopirosseno, plagioclaso; alcuni caratterizzati da ne-normativa (K, Na- alkali basalti, trachibasalti, hawiti) altri da iperstene-quarzo normativo (basalti debolmente alcalini e transizionali: MAB).

SB — Basalti subalcalini a ortopirosseno e caratterizzati da vetro in pasta di fondo (basalti subalcalini e andesiti basaltiche Beccaluva et al., 1974a) (Fig.3.7).

La maggior parte delle lave sono basiche e si estendono su un'area di ca.1800 kmq, mentre prodotti differenziati (fonoliti, trachiti, rioliti,) rappresentano il 20% del volume dei magmi eruttati, essenzialmente affioranti nei due principali complessi vulcanici del Montiferro e di Monte Arci, e in minima parte nella Sardegna centro-meridionale.

Il vulcanismo Plioquaternario ricalca in maniera generale una proporzionale quantificazione delle lave delle maggiori province CFB del pianeta dove si rinvencono prodotti acidi, associati a prodotti di stretta natura basaltica, in misura non maggiore del 10% (Wilson M.J.,1989) del totale del volume dei prodotti eruttati.

Nel vulcanismo della Sardegna, si rileva la presenza di prodotti di flusso piroclastico generalmente presenti in altre province di basalti continentali (CFB), nel massiccio di monte Arci e nel Montiferro, anche se volumetricamente costituiscono una parte marginale dei prodotti vulcano-lavici eruttati. Si deve altresì notare che i prodotti altamente differenziati caratterizzano le zone tettonicamente più disturbate cui sono invariabilmente associate lave basiche della stessa affinità magmatica.

Questo suggerisce che un intenso "faulting" ha potuto produrre strutture a horst e graben, inclinazioni di blocchi, che favorirono l'intrappolamento e il frazionamento di magmi basici in riserve coomagmatiche all'interno della crosta (Beccaluva et al., 1984b).

La distribuzione dei prodotti ad affinità alcalina e subalcalina è analoga, ma mostra due massimi di frequenza, uno a cavallo di 3.5-3.0 Ma per i prodotti subalcalini e l'altro tra 3.0-2.5 Ma per i prodotti alcalini.

Le lave eruttate durante questo ciclo vulcanico coprono un ampio spettro compositivo, che va da prodotti basici a prodotti altamente differenziati e da prodotti fortemente alcalini a subalcalini.

Il primo episodio interessa la Sardegna sud-orientale a Capo Ferrato e mostra carattere transizionale, successivamente l'attività si è estesa al resto dell'Isola (Orosei-Dorgali 3.9 Ma, Monte Arci 3.4 Ma, Campeda-Dualchi 3.1-3.0 Ma, Montiferro 2.9 Ma, Logudoro 0.2 Ma)

Il magmatismo prosegue con la messa in posto di lave sia alcaline (3.8 Ma Montiferro, 0.11 Ma Logudoro) sia subalcaline (3.8 Ma Montiferro, 2.48 Ma Campeda).

Le lave con caratteri fortemente alcalini furono messe in posto intorno a 3.3 Ma (Montiferro) per terminare intorno a 2.08 Ma nel Logudoro (Assorgia et al., 1975-83; Beccaluva et al., 1976/77-81-83a,b-85; Belluomini et al., 1970; Deriu et al., 1981; Di Paola et al., 1975; Macciotta & Savelli 1984; Montanini & Villa 1990; Savelli, 1975-1984-1987;).

Durante il Pliocene superiore si assiste un generale sollevamento dell'isola (Marini & Murru 1980), in concomitanza con il collasso del **graben** del Campidano, allungato in direzione NNW-SSE lungo

il margine centro-occidentale della Sardegna. L'attività vulcanica del monte Arci è grossomodo coeva al periodo di subsidenza più intenso del graben del Campidano, ed è correlata all'instaurarsi di un regime distensivo E-W, che causa la formazione e il riattivarsi di fratture e faglie crostali (Beccaluva et al., 1974a-1983-1984-1987; Assorgia et al., 1975a,b).

Le faglie riconoscibili nel massiccio mostrano direzioni piuttosto variabili. I settori meridionale e centro-occidentale sono interessati da direzioni vulcano-tettoniche ad orientazione prevalente NNW-SSE. Nel settore orientale prevale la direzione ad orientazione NNE-SSW. Fratture e faglie ad andamento N-S si rinvencono un po' in tutto il complesso, i sistemi coniugati NE-SW, ENE-WSW ed E-W sono chiaramente individuabili solo nella zona centro-orientale (Assorgia et al., 1975a, b).

I sistemi filoniani ricalcano il sistema di fratture principale, la loro direzione è compresa tra N160°-190° E, e risultano essere parallele ai bordi del settore settentrionale del Campidano (Beccaluva et al., 1983). I dati geocronologici e geo-petrografici consentono di suddividere i prodotti del complesso vulcanico in una successione, la quale comprende vulcaniti dei due cicli vulcanici cenozoici, divisi in due gruppi principali:

1. rocce basiche ad affinità calcoalcalina legate a un vulcanismo sottomarino del Miocene (15.8-14.7 Ma, Di Paola et al., 1975).
2. rocce basiche, intermedie e acide legate ad effusioni vulcaniche subaeree intraplacca anorogeniche.

Al primo gruppo si devono ascrivere:

- lave a pillow e ialoclastiti infrasedimentarie;
- brecce monogeniche di lave a pillow.

La successione puntuale degli eventi Plioquaternari può essere schematizzata come in Assorgia et al., (1975a):

1. flussi di lava riolitica; sono i litotipi più frequenti del massiccio. Queste lave si presentano in facies per lo più lavica, ma presentano facies vescicolata e perlitica con nuclei di ossidiane che rappresentano i primi prodotti (2.8-3.7 (5.3?) Ma, Belluomini et al., 1970; Bigazzi et al., 1971/1976, Di Paola et al., 1975;) (Datazioni $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ eseguite su minerali Montanini & Villa 1990). Dai dati presenti vediamo che la sequenza riolite, dacite e trachite si è impostata molto velocemente tra 3.27 e 3.20 Ma. Talora si osserva un graduale passaggio tra le tre facies.
2. flussi di lave dacitiche l.s. e subordinate andesiti. Caratteristica di queste lave è l'abbondanza di fenocristalli di plagioclasio, pirosseno e noduli fenici.
3. flussi di lave alcali-trachitiche talora vitrofiriche. La grande abbondanza di fenocristalli di feldspato alcalino caratterizza queste lave.
4. flussi di lave basiche scure, compatte, afanitiche o debolmente porfiriche a olivina, pirosseno, plagioclasio e noduli ultrafemici. I caratteri petrografici indicano per queste lave affinità subalcalina o affinità moderatamente alcalina-transizionale (Montanini A., 1992).

Il vulcanismo del monte Arci è caratterizzato da una progressiva successione da lave sialiche e intermedie fino all'estrusione di lave basiche l.s. (Beccaluva et al., 1974a, 1984b, Dostal et al.,

1982, Montanini A. & Villa I.M.,1990). Lo schema evolutivo proposta da Montanini A.(1992) è il seguente:

Fase 1: ascesa e intrappolamento nella crosta di magma del mantello; queste intrusioni basaltiche innescano l'anatessi delle pareti producendo notevoli volumi di magma riolitici con composizione geochemica e isotopica eterogenea e contaminata frequentemente dai basalti precursori.

Fase 2 e 3: il tasso di produzione e la fornitura di magma declina progressivamente, sebbene l'input basaltico possa ancora causare anatessi della crosta; l'interazione tra basalti tholeiitici e i fusi della crosta produce rocce ibride (daciti, andesiti arricchite di K, Rb, Th). La differenziazione a bassa pressione dei basalti debolmente alcalini (dominati da cristallizzazione frazionata) produce trachiti quarzo-normative.

Fase 4: una diminuita fornitura di basalto e una marcata estensione della crosta favoriscono l'eruzione di piccoli volumi di magma basico, variamente contaminato durante l'ascesa nella crosta.

Le manifestazioni a carattere filoniano presenti soprattutto nel settore centrale del massiccio (Assorgia et al., 1975) mostrano caratteri petrografici variabili da basalti transizionali a subalcalini. Le loro età K/Ar sono comprese tra 3.4-3.3 Ma e risultano essere concordanti con le età calcolate per i termini basaltici (3.9-3.4 Ma) (Beccaluva et al., 1983). I valori delle età calcolate per i sistemi filoniani del Monte Arci mostrano che essi si sono impostati in un arco di 200.000 anni che corrisponde realisticamente al massimo dell'attività basica fissurale nel complesso (Beccaluva et al., 1983b). La sequenza basalto $\Rightarrow$ andesite $\Rightarrow$ dacite $\Rightarrow$ riolite (SiO_2 bassa) può essere prodotta da cristallizzazione frazionata dominata da Cpx e Pl, come suggerito dalle variazioni di Cr, Co, Sc, Eu e dallo spianamento del pattern degli elementi maggiori sui diagrammi variazione notato da Beccaluva et al. (1974a.) (Dostal et al., 1982). Le vulcaniti possono evolutivamente essere ricondotte a due serie:

Serie basalto transizionale $\Rightarrow$ Qz-trachite di M.te Arci e Capo Ferrato.

Serie basalto subalcalino $\Rightarrow$ riolite di M.te Arci.

Il Quaternario è rappresentato in diversi settori della Sardegna (figura 2) ed è costituito da affioramenti in gran parte rappresentati da depositi in facies continentale, mentre i subordinati depositi marini danno luogo ad affioramenti discontinui e di debole spessore e vengono attribuiti al Tirreniano, essendo gli unici che forniscano una sicura datazione in base al contenuto paleontologico. Per quanto riguarda l'età dei depositi continentali, questa è in genere definita solo in base ai rapporti con quelli marini tirreniani.

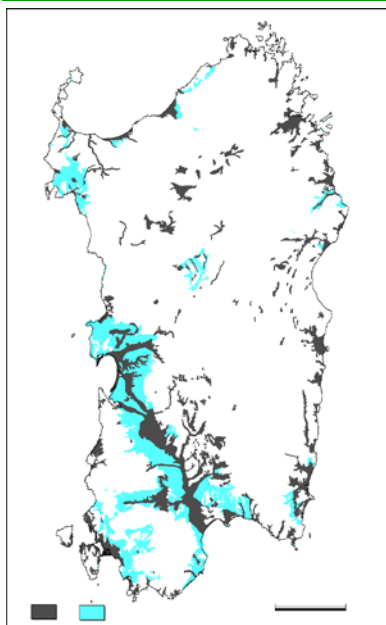


Figura 2 - Ubicazione degli affioramenti quaternari di ghiaie, sabbie ed argille

oloceniche (1), di “Alluvioni antiche” Auct. (2a), “Panchina tirreniana” Auct. (2b) e Arenarie eoliche würmiane (2c) (Carmignani et. al '97)

Conformemente al resto dell'Isola questi depositi sono rappresentati da alluvioni antiche e recenti, da detriti di falda e subordinatamente da crostoni calcarei. Le alluvioni antiche affiorano intorno ai rilievi rocciosi e spesso sono terrazzate. La composizione è ciottoloso-sabbioso-argillosa ed un colore marron – rossastro. I ciottoli derivano dalle formazioni affioranti nel settore e constano in rocce paleozoiche, quarzo, e andesite; la frazione fine è costituita da sabbia, limo ed argilla più o meno ferruginosa. Lo spessore è pari a 5-6m nella piana del Cixerri ma aumenta notevolmente, >100m, nei dintorni di Uta e Villaspeciosa.

Il Quaternario antico (Pleistocene) è quindi rappresentato principalmente dalle “Alluvioni antiche” Auct. (3b), diffuse in tutta l'Isola, ma in particolare nella piana del Campidano e in Nurra. Con minore estensione affiorano anche nelle pianure costiere del Turritano (Sassarese), di Orosei e Siniscola, del Sarrabus, ecc. Si tratta prevalentemente di sedimenti fluviali di conoide e di piana alluvionale, rappresentati da conglomerati, ghiaie e sabbie più o meno costipate, spesso con abbondante matrice siltoso-argillosa arrossata e variamente ferrettizzate.

L'Olocene (1) è rappresentato soprattutto dai depositi ghiaioso-sabbiosi di fondovalle e delle piane alluvionali, dalle sabbie e ghiaie delle spiagge, dalle sabbie eoliche di retrospiaggia, talora con formazioni dunari che si estendono per qualche chilometro nell'entroterra, e da depositi limoso-argillosi delle lagune e stagni costieri. Sempre all'Olocene sono riferibili gli accumuli detritici spigolosi e più o meno grossolani situati al piede dei versanti più acclivi nei rilievi costituiti dalle magmatiti paleozoiche (porfiroidi, porfidi, granitoidi), dalle quarziti o dalle pareti subverticali dei “Tacchi” carbonatici mesozoici e delle “Giare” basaltiche.

Il sito oggetto delle ipotesi progettuali si trova in un settore della Marmilla occidentale dove affiorano due formazioni geologiche:

- **Sedimenti legati a gravita Depositi di versante e Coltri eluvio-colluviali (Quaternario);**

- Vulcaniti del COMPLESSO VULCANICO PLIO-PLEISTOCENICO - APPARATO VULCANICO DEL MONTE ARCI
- Depositi marini e continentali (Miocene).

In riferimento ai dati del sito si riportano le caratteristiche dei terreni ai sensi del D.M. 17.1.2018:

1. **profondità del piano di posa della fondazione del rilevato è individuata a -5.50m da p.c..**
2. **classificazione secondo** Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Classificazione del sito secondo il D.M. 17.01.2018: Vs30 (m/s)=158 sito di classe D

D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
----------	--

3. **classificazione secondo** Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

i= 9.5% = 4°

T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
-----------	--

CARATTERI STRATIGRAFICI

La strutturazione dei depositi quaternari può essere ricondotta a quanto riportato nelle **linee guida per l'adeguamento dei piani urbanistici comunali al P.P.R. e al P.A.I.** (Bozza luglio 2008 – assetto ambientale – riordino delle conoscenze- rif. Tabella 6 - Struttura della Legenda Geologica) allegate al PIANO PAESAGGISTICO REGIONALE (L.R. 25 novembre 2004, n. 8), come di seguito riportato:

DEPOSITI QUATERNARI

DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA MARINA

Depositi olocenici dell'area marina

DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA CONTINENTALE

Depositi olocenici dell'area continentale

Sedimenti legati a gravità

Sedimenti alluvionali

Sedimenti lacustri

Sedimenti eolici

Sedimenti litorali

Depositi pleistocenici dell'area continentale

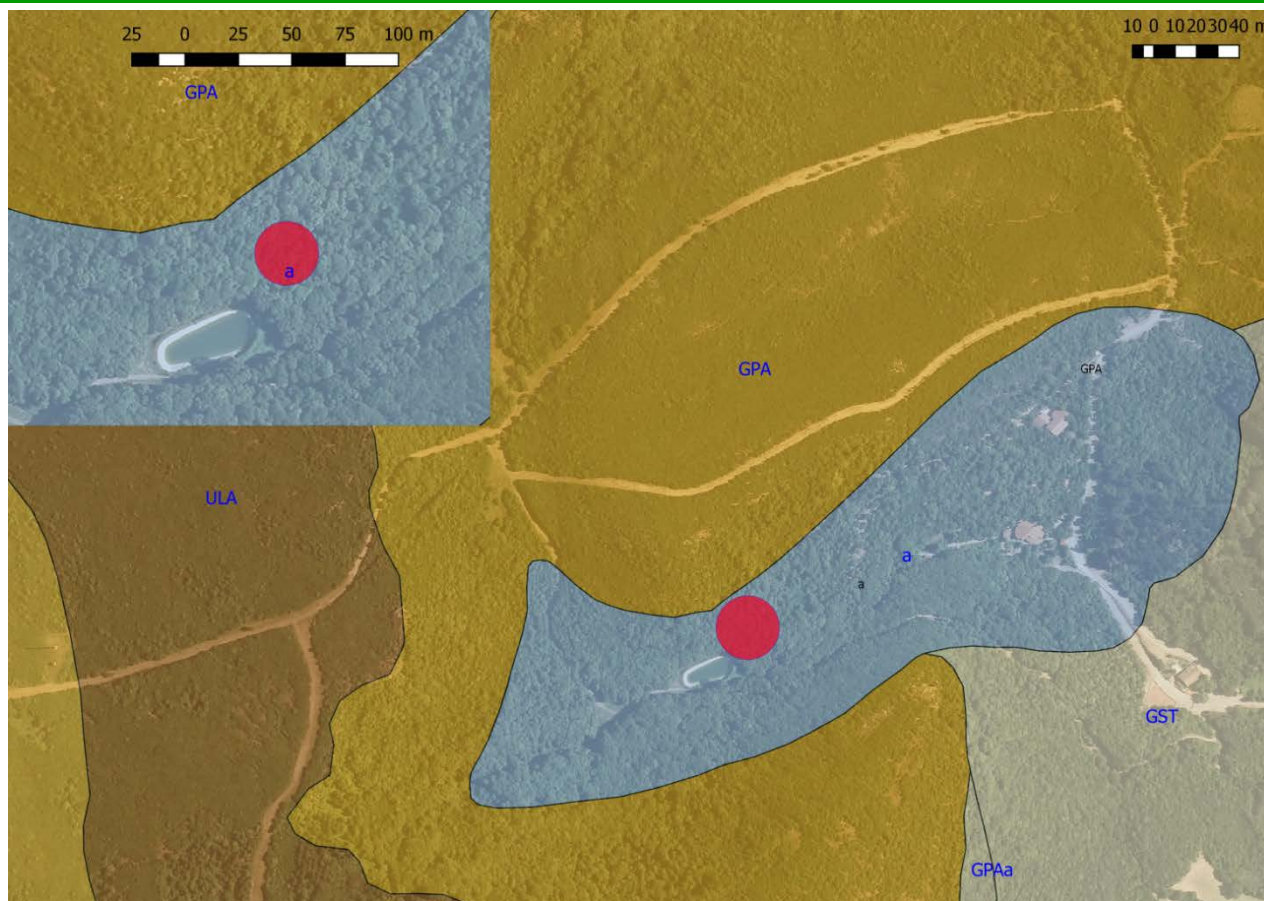


Figura 3 – Carta geologica del sito su base ortofoto_RAS_2013

La rappresentazione delle formazioni geologiche affioranti nel settore è evidenziata nella carta geologica (figura 3).

DEPOSITI QUATERNARI DELL'AREA CONTINENTALE		
	AMBIENTE CONTINENTALE - SEDIMENTI LEGATI ALLA GRAVITÀ	
TIPO	SIGLA	UNITÀ
AA1_001	b2	Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE
AA1_002	a	Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE
AA1_003	a1	Depositi di frana. Corpi di frana. OLOCENE
AA1_004	a1a	Depositi di frana. Corpi di frana antichi. OLOCENE
SUCCESSIONI VULCANO-SEDIMENTARIE TERZIARIE		
	SUCCESSIONE VULCANO-SEDIMENTARIA PLIO-PLEISTOCENICA	
		COMPLESSO VULCANICO PLIO-PLEISTOCENICO
APPARATO VULCANICO DEL MONTE ARCI		
BA3_001	UCU	UNITÀ DI CUCCURU ASPRU. Lava basiche di colore grigio in colate, talora con livelli scoriacei alla base o al tetto. Basalti subalcalini generalmente ipocristallini da afirici a porfirici per pl ± opx ± cpx ± ol. Basalti da alcalini a transizionali da subafirici a porfirici per pl, ol e cpx. PLIO-PLEISTOCENE
A3_003	ULA	UNITÀ DI MONTE MOLA. Lave intermedie grigie e grigio-verdastre in potenti colate con alla base locali livelli vitrofirici e ossidianacei, porfiriche per fenocristalli di pl, opx ± cpx ± kfel ± bt, talora con abbondanti inclusi femici. PLIO-PLEISTOCENE
BA3_005	GPA	UNITÀ DI GENNA SPINA. Lave acide, da riodacitiche a riolitiche in potenti colate talora fortemente vescicolate con livelli perliticoossidianacei, da afiriche a porfiriche per fenocristalli di pl, opx, cpx, bt ± kfd e per fenocristalli di kfd, bt e pl; con associati localmente livelli piroclastici. PLIO-PLEISTOCENE
BA3_006	GPAa	Facies di Cuccuru Is Abis (UNITÀ DI GENNA SPINA). Aree con prevalenza di facies perlitico-ossidianacee. PLIO-PLEISTOCENE
	SUCCESSIONE VULCANO-SEDIMENTARIA OLIGO-MIOCENIC	
		SUCCESSIONE SEDIMENTARIA OLIGO-MIOCENICA DEL CAMPIDANO-SULCIS
CC2_007	GST	MARNE DI GESTURI. Marne arenacee e siltitiche giallastre con intercalazioni di arenarie e calcareniti contenenti faune a pteropodi, molluschi, foraminiferi, nannoplancton, frammenti ittiolitici, frustoli vegetali. BURDIGALIANO SUP. - LANGHIANO MEDIO
CC2_015	RML	FORMAZIONE DELLA MARMILLA. Marne siltose, alternate a livelli arenacei da mediamente grossolani a fini, talvolta con materiale vulcanico rimaneggiato. AQUITANIANO - BURDIGALIANO INF
Tabella 2 - legenda carta geologica		

La geologia del settore (figura 4) evidenzia una sequenza a due strati:

1. Depositi di versante. Detriti con clasti angolosi, talora parzialmente cementati. OLOCENE
2. Facies di Cuccuru Is Abis (UNITÀ DI GENNA SPINA). Aree con prevalenza di facies perlitico-ossidianacee. PLIO-PLEISTOCENE

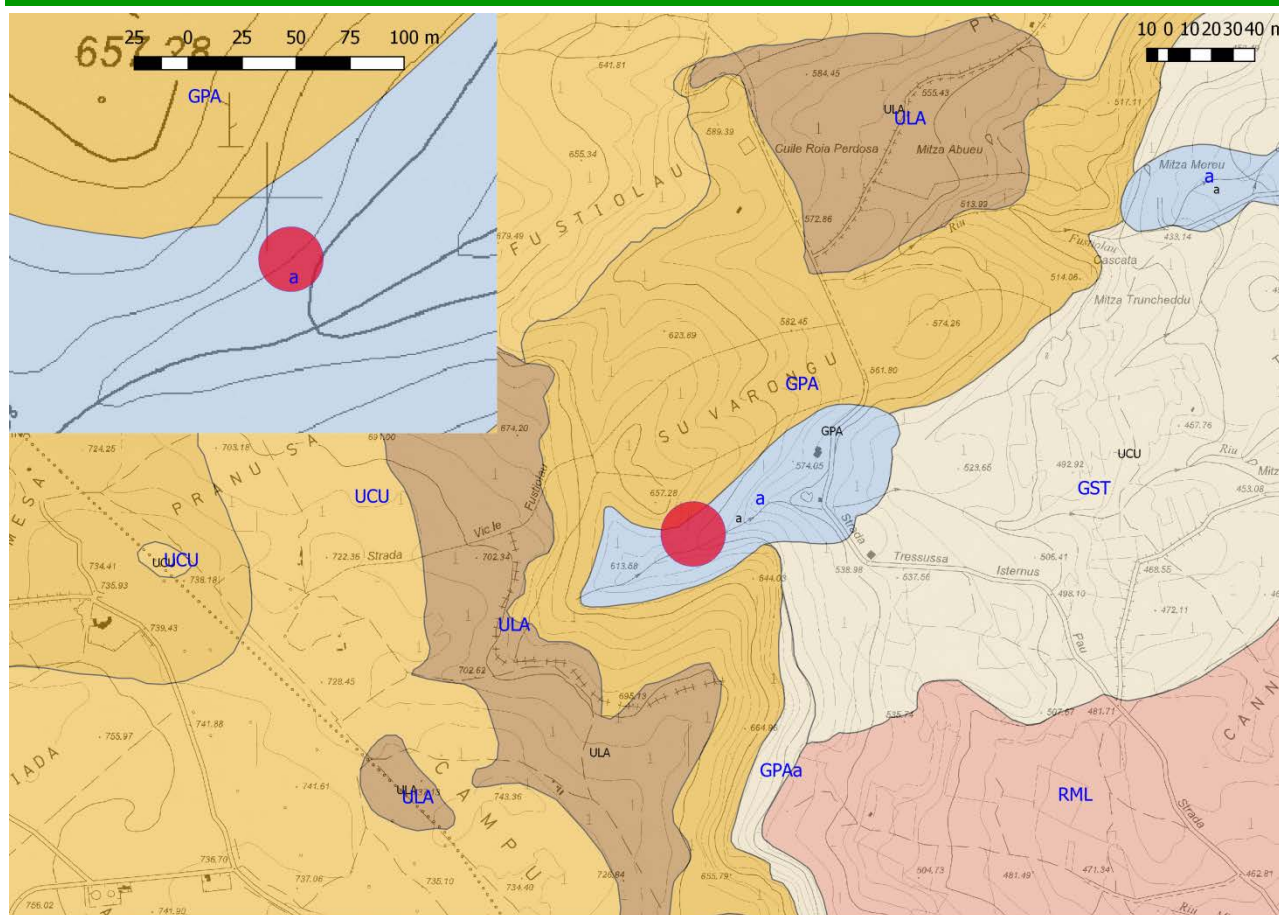


Figura 4 – Carta geologica del sito su base CTR_RAS_1997.

CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE DEI SUOLI

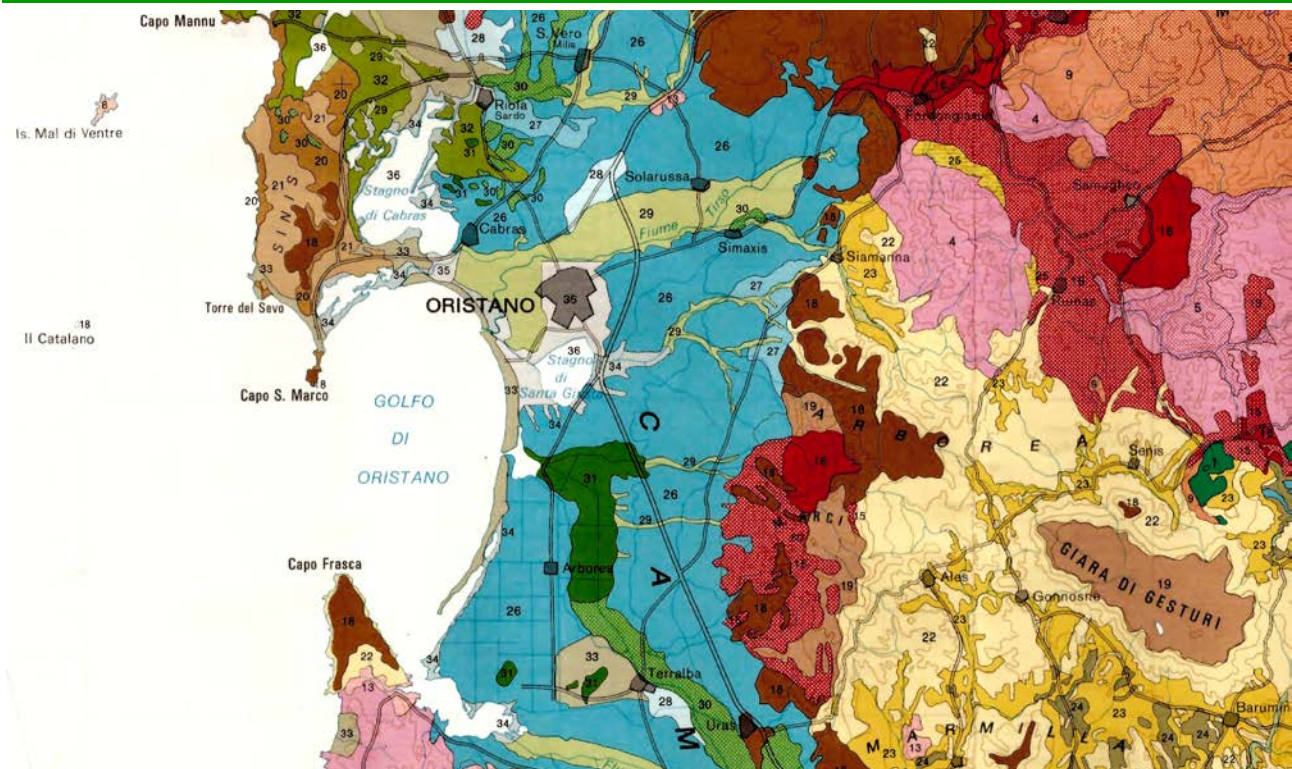
I suoli affioranti nel sito sono riconducibili all'unità 22 (Aru 1991) e classificabili secondo lo schema seguente:

Unità cartografica 22	U.S.D.A soli taxonomy 1988	F.A.O.1988
-----------------------	----------------------------	------------

Figura 5a – stralcio legenda carta dei suoli da Aru et al.

G Paesaggi su marne, arenarie e calcari marnosi del Miocene e relativi depositi colluviali Landscapes on marls, sandstones and marly limestones of the Miocene and their colluvial deposits		
22	Lithic Xerorthents Rock outcrop	Eutric e Lithic Leptosols Calcaric Regosols Rock outcrop
23	Typic e Vertic Xerochrepts Calcixerollic Xerochrepts Typic Xerorthents	Calcaric e Vertic Cambisols Haplic Calcisols Calcaric Regosols
24	Typic Pelloxererts Entic Pelloxererts	Eutric e Calcic Vertisols

Figura 5b – stralcio carta dei suoli da Aru et al.



Substrato: marne, arenarie e calcari marnosi del Miocene e relativi depositi colluviali.

Forme: ondulate, sulle sommità collinari e in corrispondenza dei litotipi più compatti.

Quote: m. 0-600 s.l.m.

Uso attuale: pascolo naturale e seminativo.

Suoli predominanti: Lithic Xerorthents; Rock outcrop.

Suoli subordinati: Xerochrepts.

Caratteri dei suoli: profondità: poco profondi

tessitura: da franco-sabbiosa a franco-argillosa struttura: poliedrica
subangolare

permeabilità: permeabili erodibilità: elevata

reazione: subalcalina carbonati: elevati

sostanza organica: scarsa

capacità di scambio cationico: media

saturation in basi: saturi.

Limitazioni d'uso: rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro e di carbonati, forte pericolo di erosione.

Attitudini: pascoli migliorati con specie idonee ai suoli a reazione subalcalina; possibili impianti di specie arboree resistenti all'aridità.

Classe di capacità d'uso: VI-VII.

Questi suoli, diffusi su superfici ondulate ed in particolare sulle sommità, sono caratterizzati da un profilo del tipo A-C, A-Bw-C, una profondità inferiore ai 50 cm, pietrosità e rocciosità elevata e talvolta prevalente rispetto al suolo, accumuli di carbonati ed elevata saturazione in basi. Essi sono soggetti a rischi di erosione elevati e dove questa agisce incontrollata, l'asportazione del suolo può essere totale. L'utilizzazione agronomica di queste aree è generalmente ostacolata da gravi limitazioni che ne impediscono la messa a coltura. La destinazione ottimale è il pascolo, migliorato con specie idonee ai suoli a reazione subalcalina ed i rimboschimenti con specie resistenti all'aridità.

La classificazione della capacità d'uso viene attribuita alle classi, VI-VII. La tabella di seguito proposta evidenzia, in funzione della classe di capacità del suolo, l'uso compatibile al fine di garantirne la preservazione.

AUMENTO DELL'INTENSITÀ D'USO DEL TERRITORIO										
Aumento delle di capacità limitazioni d'uso e dei rischi	Classi	Usi								
		Ambiente naturale	Forestazione	Pascolo			Coltivazione			
Riduzione dell'adattamento e della libertà di scelta degli usi	I			limitato	moderato	intensivo	limitata	moderata	intensiva	molto intensiva
	II									
	III									
	IV									
	V									
	VI									
	VII									
	VIII									

Tabella 3 - Classi di Capacità d'Uso

La tabella sopra riportata elenca le principali limitazioni dei suoli agli usi agro-silvo- pastorali, le attitudini generali e gli interventi sono funzionali alla conservazione del suolo.

ASPETTI IDROGEOLOGICI

Le rete idrografica del territorio

Il PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE attraverso il PIANO STRALCIO DI SETTORE DEL PIANO DI BACINO (art. 44 D.Lgs. 152/99 e s.m.i. – art. 17, comma 6-ter L. 183/89 – Dir. 2000/60/CE) redatto dalla Regione Autonoma della Sardegna - Assessorato della Difesa dell'Ambiente - Servizio della Tutela delle Acque – nella relazione allegata alle LINEE GENERALI (art. 2 L.R. 14/2000), per le Monografie di U.I.O.: Flumini Mannu di Pabillonis – Mogoro (figura 5) riporta:
l'U.I.O. del Mannu di Pabillonis – Mogoro (tabella 4) ha un'estensione di circa 1710,25 kmq. Essa comprende oltre ai due bacini principali, quello del Flumini Mannu di Pabillonis e quello del Riu

Mogoro Diversivo, una serie di bacini costieri che interessano la costa sud – occidentale della Sardegna a partire dal Golfo di Oristano sino ad arrivare a Capo Pecora, nel comune di Buggerru. La U.I.O. è delimitata a sud dalle pendici settentrionali del massiccio del Linas-Marganai, a nord e a est dalla fossa del Campidano, mentre a ovest troviamo la fascia costiera. Le quote variano da 0 m s.l.m. nelle aree costiere ai 1236 m s.l.m. di Punta Perda de Sa Mesa nel massiccio del Linas.

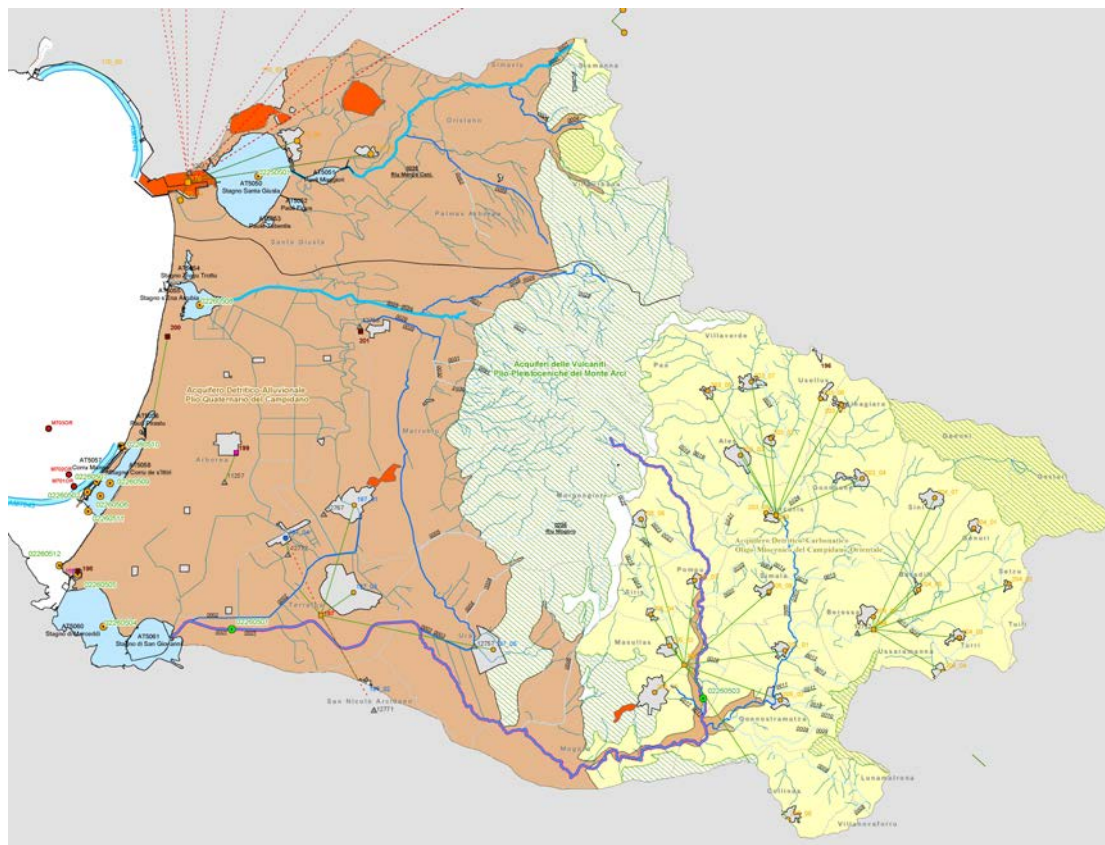


Figura 6 - U.I.O.: Flumini Mannu di Pabillonis – Mogoro

I corsi d'acqua principali, da cui prendono il nome gli omonimi bacini sono:

- *Il Flumini Mannu di Pabillonis, che ha origine sulle colline ad est di Sardara e sfocia nello stagno di S. Giovanni, drenando una superficie di 593,3 kmq. I suoi affluenti principali sono il Rio Belu e il Rio Sitzzerri che drenano tutta la parte orientale del massiccio dell'Arburens. Il Rio Belu, che nella parte alta è denominato Terramaistus, ha origine nel gruppo del Linas. Il Rio Sitzzerri è stato inalveato nella parte terminale in modo tale da farlo sversare direttamente nello stagno di S. Giovanni.*
- *Il Riu Mogoro Diversivo, che ha le sue sorgenti nelle pendici meridionali del Monte Arci, e sfocia anch'esso nella parte meridionale del Golfo d'Oristano nella complessa area umida degli stagni di Marceddì e San Giovanni, dove si trovano diverse aree dove viene praticata l'itticoltura.*

Tabella 4 – (rif 1-1) : U.I.O. del Mannu di Pabillonis - Mogoro – elenco bacini

N	Nome Bacino Idrografico	Codice Bacino CEDOC	Area Bacino (Kmq)	N	Nome Bacino Idrografico	Codice Bacino CEDOC	Area Bacino (Kmq)
1	Riu Merd'e Cani	0225	138,30	12	Riu Tremolia	0236	11,90
2	Riu Mogoro Diversivo	0226	590,01	13	Riu Gutturu Flumini	0237	14,70

INTERVENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLA DIGA IN LOCALITÀ SENNISCEDDU

3	Flumini Mannu di Pabillonis	0227	593,30	14	Riu Scaleris	0238	3,00
4	Riu Saboccu	0228	10,70	15	Riu Maga Mannu	0239	7,58
5	Riu Donigali	0229	10,23	16	Riu Domu de s'Orcu	0240	5,80
6	Riu Mannu	0230	17,31	17	Riu Piscinas	0241	49,37
7	Riu sa Barca	0231	14,70	18	Riu de Naracauli	0242	42,54
8	Gora de Tunnaria	0232	7,70	19	Riu s'Acquadroxu	0243	10,49
9	Riu Sa Murta	0233	15,59	20	Riu Scivu	0244	11,41
10	Riu su Linnamini de su Vicariu	0234	2,28	21	Riu Mannu di Fluminimaggiore	0245	125,90
11	Riu de Narbonis	0235	2,99	22	Canale di Domestica	0246	24,45
Totale							1710,25

Altri corsi d'acqua del 1° ordine abbastanza rilevanti sono, oltre al Rio Mannu di Fluminimaggiore, il Rio Naracauli e il Rio Piscinas che drenano le aree minerarie dismesse dell'Arburese – Guspinese. Inoltre si segnala l'importanza del Riu Merd'e Cani che drena le acque provenienti dalle pendici settentrionali del Monte Arci e finisce il suo corso in un'altra area umida, quella dello Stagno di Santa Giusta.

Sicuramente l'elemento caratterizzante questa U.I.O. (Figura 7), è il vasto sistema di aree umide costiere che oltre agli stagni di Marceddì e San Giovanni annovera anche lo Stagno di Santa Giusta e lo Stagno di S' Ena Arrubia, oltre a una serie di corpi idrici minori. Il primo riveste una rilevante importanza naturalistica, per la presenza di una ricca avifauna: è caratterizzato, infatti da una distesa di acqua dolce circondata dal più esteso canneto della Sardegna.

Questi corsi possono essere classificati (tabella 5) come fiumi, piccoli e medi.

CLASSIFICAZIONE DEI FIUMI				
tipo dei fiumi	portata (m³/s)	estensione del bacino (km²)	larghezza alveo (m)	numero d'ordine
Fiumi molto grandi	> 10000	> 10 ⁶	>1500	>10
Fiumi grandi	1000÷10000	100000÷10 ⁶	800÷1500	7÷11
Fiumi medi	100÷1000	10000÷100000	200÷800	6÷9
Fiumi piccoli	10÷100	1000÷10000	4000÷200	4÷7
Torrenti	1÷10	100÷1000	8÷40	3÷6
Piccoli Torrenti	0.1÷1	1÷100	1÷8	2÷5
Ruscelli	<0.1	<10	<1	1÷3

Tabella 5- Classificazione dei fiumi e dei torrenti (da G.E. Petts in S. Sanna, *sistemazioni idraulico- forestali nella difesa del suolo*, ed D.F.ed, 2003)

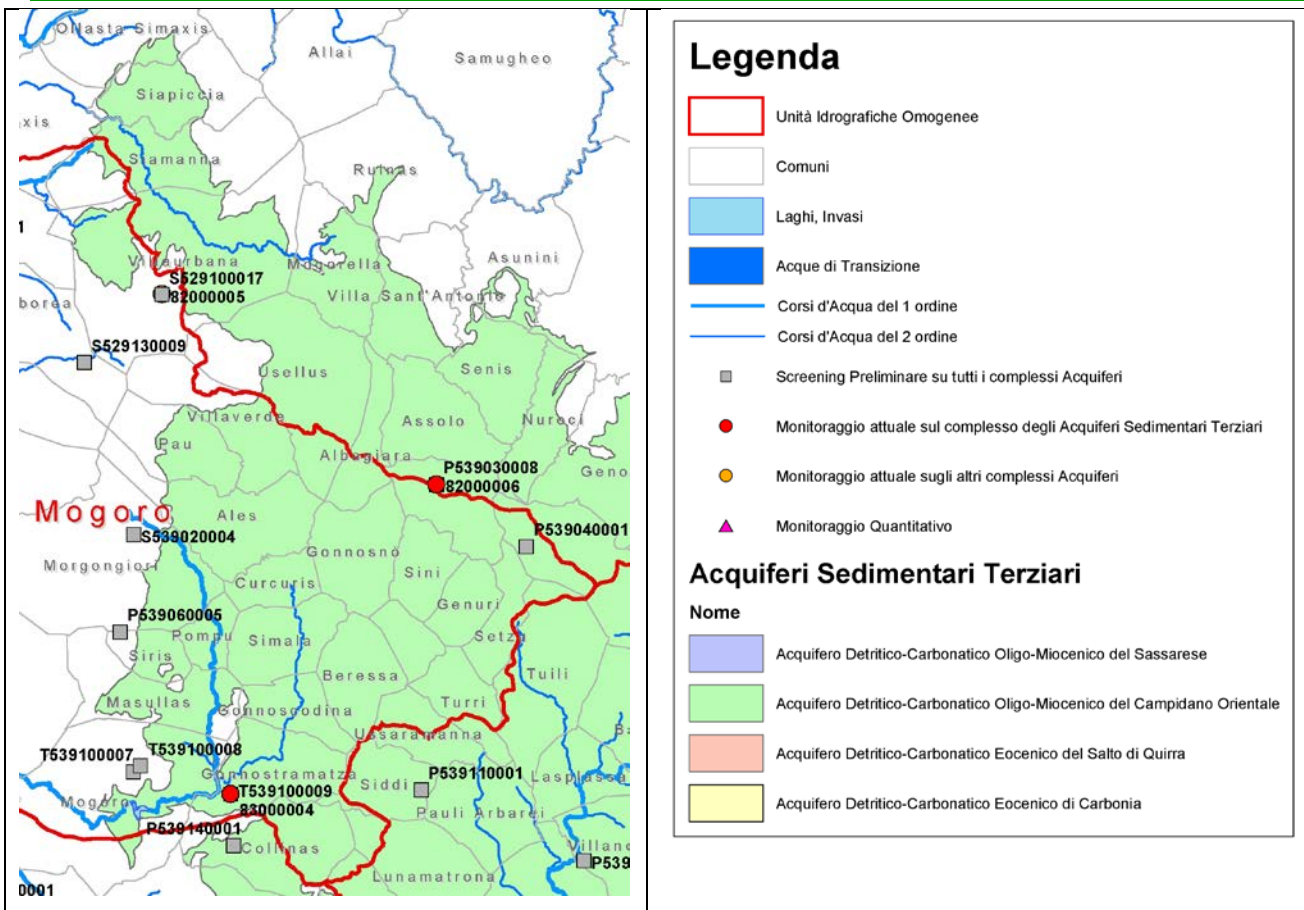


Figura 7a – (rif 1-1) : U.I.O. del Mannu di Pabillonis – Mogoro_acquiferi miocenici

Lo stagno di S' Ena Arrubia è ciò che resta del grande stagno salato di Sassu, che venne bonificato nel 1937; viene alimentato con canali artificiali di acqua dolce, infatti il bacino viene ora utilizzato anche per l'irrigazione pubblica. Nei pressi di Arborea, infatti, la morfologia del territorio è pianeggiante e l'area è in prevalenza destinata alle colture per l'alimentazione del bestiame allevato, con una successione di loglio, mais ed erba medica.

Nella sponda ovest dello stagno di S' Ena Arrubia si trova una pineta e nelle sue acque sostano a lungo grandi gruppi di fenicotteri e altri uccelli acquatici ora protetti.

Nella parte centrale del bacino sorge il rilievo del Monte Arci formatosi durante le eruzioni post-mioceniche, che hanno dato luogo all'apparato vulcanico di maggiori dimensioni della Sardegna. Le lave sono costituite da espandimenti ignimbrici di rioliti, riodaciti, daciti porfiriche vetrose e bollose del Pliocene e sono sormontati da basalti alcalini e transizionali, andesiti basaltiche, trachiti e fonoliti del Plio-Pleistocene. Le lave più acide sono profondamente incise e danno origine a rilievi accidentati, mentre quelle basaltiche assumono una giacitura tabulare.

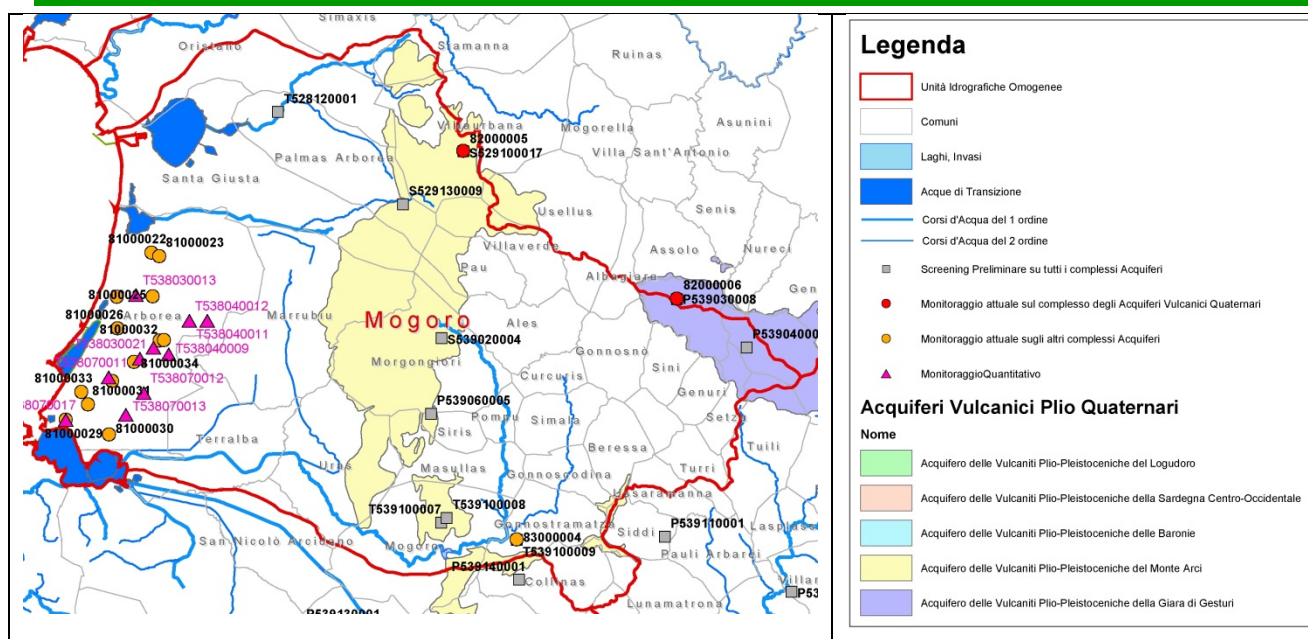


Figura 7b – (rif 1-1) : U.I.O. del Mannu di Pabillonis – Mogoro_acquiferi miocenici

Nella parte settentrionale dell'unità, quella relativa al bacino del Riu Mogoro Diversivo, si ha una prevalenza di litologie databili tra l'Eocene e l'Olocene.

Il settore più orientale del bacino è occupato dai depositi marini di arenarie e marne mioceniche e da sedimenti continentali miocenici di conglomerati e arenarie con banchi di selce e livelli tufitici. Tale area è caratterizzata da morfologia collinare.

Nella parte centrale del bacino sorge il rilievo del Monte Arci, formatosi durante le eruzioni post-mioceniche, che hanno dato luogo all'apparato vulcanico di maggiori dimensioni della Sardegna. Le lave sono costituite da espandimenti ignimbrici di rioliti, riodaciti, daciti porfiriche vetrose e bollose del Pliocene e sono sormontati da basalti alcalini e transizionali, andesiti basaltiche, trachiti e fonoliti del Plio-Pleistocene. Le lave più acide sono profondamente incise e danno origine a rilievi accidentati, mentre quelle basaltiche assumono una giacitura tabulare.

Un gradino morfologico separa il versante occidentale del rilievo dalla pianura sedimentaria quaternaria, costituita da depositi eolici pleistocenici e da alluvioni oloceniche.

Idrografia superficiale

Nella U.I.O. del Mannu di Pabillonis - Mogoro, oltre ai venti corsi d'acqua del 1° ordine che drenano i bacini elencati in Tabella 1-1, sono presenti 58 corsi d'acqua del 2° ordine, elencati in Tabella 1-3, tutti di modesta entità, ad eccezione del Flumini Bellu, detto anche Terremaiustus.

Tabella 6 – Tabella 1-3: U.I.O. del Mannu di Pabillonis - Mogoro – elenco corsi d'acqua del 2° ordine

Cod. Bacino 1° ord. di appart.	Nome Bacino 1° ord. di appartenenza	Codice Corpore Idrico	Nome Corpore Idrico	Lunghezza Asta (km)
0225	Riu Merd'e Cani	0002	Riu Zeddiani	7,78
0225	Riu Merd'e Cani	0004	Riu Ilixi	4,71
0226	Riu Mogoro Diversivo	0002	Canale Acque Medie	9,13
0226	Riu Mogoro Diversivo	0003	Canale Acque	14,81

			Alte	
0226	Riu Mogoro Diversivo	0007	Riu Mannu	12,48
0226	Riu Mogoro Diversivo	0017	Gora Spadula	1,88
0226	Riu Mogoro Diversivo	0026	Canale Abbadas	8,87
0226	Riu Mogoro Diversivo	0029	Riu de s'Erba	4,24

COMPLESSO VULCANICO RECENTE (CENOZOICO - NEOZOICO)

Geologia e permeabilità

Le manifestazioni vulcaniche recenti connesse ai fenomeni di tettonica distensiva hanno interessato la Sardegna durante il Pliocene spingendosi, in alcune località, fino in epoca quaternaria. Gli affioramenti sono localizzati nelle zone meno stabili, ai margini del grande plutone della Gallura-Barbagia.

Si tratta di lave basiche (basaniti, alcali basalti, trachibasalti, hawaïiti, basalti alcalini, andesiti basaltiche e basalti subalcalini), da alcaline a subalcaline e in alcune aree di lave da mediamente a marcatamente sialiche (trachiti fonolitiche e fonoliti).

Le manifestazioni prevalentemente di tipo fessurale hanno come prodotti più abbondanti lave basiche in vasti espandimenti mentre le emissioni a carattere puntiforme hanno formato conetti, piccole colate, duomi o cupole.

Si possono riconoscere, differenziandole per età, per tipo di attività e per evoluzione magmatica, diverse fasi: si è avuto prima un vulcanismo che ha dato luogo a edifici vulcanici complessi (Montiferro) seguito da un vulcanismo di piattaforma e infine una attività che ha prodotto coni di scorie e piccole colate laviche. Geograficamente le manifestazioni sempre più recenti si hanno spostandosi da Ovest verso Est. Le rocce hanno, a seconda del tipo petrografico, caratteristiche diverse, ma nel loro insieme sono mediamente compatte talvolta bollose o vacuolari e spesso fessurate.

La loro importanza dal punto di vista idrogeologico è notevole, se gli affioramenti sono fessurati, in quanto fra le varie colate spesso si trovano intercalati livelli scoriacei che alimentati dalle fratture danno origine a numerose e interessanti sorgenti.

Generalmente questi espandimenti coprono aree relativamente giovani costituite da sedimenti o vulcaniti cenozoiche. Solo le effusioni della Sardegna centrale sono sopra terreni più antichi (calcari mesozoici, graniti o sedimenti paleozoici). Al contatto tra i basalti e il substrato si hanno le manifestazioni sorgentizie più importanti che costituiscono il drenaggio dell'intero complesso.

Caratteristiche degli acquiferi

Il complesso vulcanico recente si estende in tutta l'Isola per una superficie di 1563 Km², caratterizzato da una permeabilità per fessurazione spesso bassa ed in talune situazioni media.

La circolazione dell'acqua avviene limitatamente lungo le fratture ed occasionalmente in livelli scoriacei discontinui alimentati da fessure. Gli acquiferi sono drenati generalmente dalle incisioni

A detailed topographic map of the area around Lago di San Giacomo. The map shows elevation contours, roads, and various towns and villages. Key locations include Pinerolo, Turin, and several smaller towns like San Giacomo and San Maurizio. The map is color-coded by elevation, with green for lower areas and brown/orange for higher elevations. A red circle marks the location of Lago di San Giacomo, and a red line indicates the road leading to it. The map also shows the surrounding mountains and valleys.

Manifestazioni acquifere

In quell'area, nei pressi di Sant'Antioco e Santu Lussurgiu, si hanno numerose sorgenti con portate superiori ai 10 l/sec.

Gli apporti meteorici calcolati sull'intera superficie del complesso si aggirano intorno a 1500×10^6 mc/anno, dei quali il 9% rappresenta l'acqua di infiltrazione per un valore di circa 135×10^6 mc. Considerato il tipo di permeabilità e dagli elementi accertati sulle portate dei corsi d'acqua è stato valutato un drenaggio di magra intorno a 20×10^6 mc.

VALUTAZIONE DELLA PERMEABILITÀ

Stima del coefficiente di permeabilità

Per i complessi idrogeologici si possono prevedere gruppi distinti per diversi gradi di permeabilità e distinguere quindi 4 classi:

complessi	(AP) altamente	(MP) mediamente	(SP) scarsamente	(IM)
	permeabili	permeabili	permeabili	impermeabili
formazioni	a	b2	RML	

La figura 10 riporta i valori tipici del coefficiente di permeabilità orizzontale (k_h) per una serie di terreni sciolti a granulometria decrescente dalle ghiaie alle argille. Per via della natura usualmente stratificata dei terreni, il valore del coefficiente di permeabilità verticale (k_v) è di solito inferiore al valore di k_h . Il rapporto fra k_h e k_v tipicamente oscilla da 2 a 20 ma può arrivare fino a 100 in presenza di terreni molto stratificati.

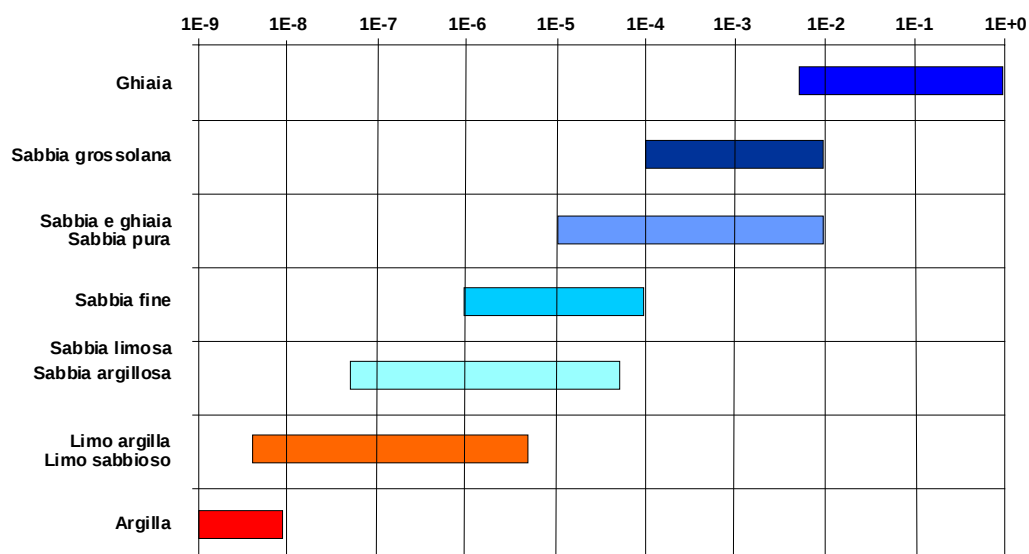


Figura 10 - Valori del coefficiente di permeabilità (m/s)

I valori riportati rappresentano la fascia di variazione di permeabilità più usuale; è utile rammentare che i valori citati indicano la fascia di variazione un'estrema e pertanto in natura i sistemi idrogeologici possono essere complessi e diversamente strutturati e pertanto si possono rinvenire valori diversi. È opportuno precisare che il reale valore del coefficiente di permeabilità di uno specifico campione di terreno oggetto della misura della permeabilità in laboratorio o in situ può anche essere esterno al campo di variabilità riportato.

I valori di riferimento per le varie litologie possono variare leggermente ma tali differenze non sono significative in quanto occorre sempre considerare il livello puramente orientativo dell'informazione.

La permeabilità stimata in un range compreso tra $10^{-5} < K \text{ (m/s)} > 10^{-7}$.

Permeabilità dei terreni

Le facies affioranti individuano un range di permeabilità medio-bassa definendo un complesso scarsamente permeabile che paragonato ai sistemi di classificazione in uso per le terre, come di seguito riportato, ipotizza una permeabilità per il complesso **SP (RML)** simile ai limi e sabbie limose.

Ghiaie	$K > 10^{-2} \text{ m/sec}$
Sabbie	$10^{-2} < K < 10^{-4} \text{ m/sec}$
Limi/sabbie limose	$10^{-4} < K < 10^{-9} \text{ m/sec}$
Argille	$K < 10^{-9} \text{ m/sec}$

La suddivisione viene definita dal grado di permeabilità, compreso tra 10^{-5} e 10^{-9} m/s, relativa a depositi limosi come riportato in figura 9. In realtà in natura nei depositi marnosi miocenici non si rivengono classi così nette e definite. La presenza di sedimenti arenacei e orizzonti calcarei e tufitici complica il quadro di classificazione idrogeologica.

La permeabilità pertanto deve tenere conto della presenza di sedimenti fini limosi e ciò permette di definire che l'acqua sversata si andrà a sommare all'acqua di precipitazione di pioggia e si infiltrerà ad una velocità stimata in 30cm in 14 giorni (tabella 7).

Tabella 7 – valori di filtrazione proporzionali a B

LITOLOGIA	PERMEABILITÀ	GRADIENTE	TEMPO DI PERCORRENZA	POROSITÀ
	<i>cm/s</i>	<i>i</i>	<i>30 cm</i>	<i>n</i>
Sabbie pulite	1.0×10^{-2}	0.10 0.01	2.5 ore 25.0 ore	0.30
Sabbie fini	1.0×10^{-3}	0.10 0.01	1.4 giorni 14 giorni	0.40
Limi	1.0×10^{-4}	0.10 0.01	14 giorni 140 giorni	0.40
Limi argillosi	1.0×10^{-5}	0.10 0.01	174 giorni 4.8 anni	0.50
Argille limose	1.0×10^{-6}	0.10 0.01	4.8 anni 48 anni	0.50
Argille compatte	1.0×10^{-7}	0.10 0.01	48 anni 480 anni	0.50

Modello idrogeologico

Acquifero granulare (poroso) – l'immagazzinamento e il movimento dell'acqua avvengono attraverso la porosità efficace inter-granulare (formazione **a**).

Acquifero fratturato – Sono possibili diversi casi a seconda della natura litologica dell'ammasso e delle condizioni di fratturazione. Il caso in parola prevede una “doppia porosità”: la circolazione principale avviene nel reticolo di macro-fratture. L'immagazzinamento è a carico della microfratturazione con circolazione estesa ma lenta con caratteri idrogeologici simili ai mezzi porosi Poiché queste occupano un volume trascurabile dell'ammasso roccioso (facies litoide) l'immagazzinamento della risorsa idrica è trascurabile (RML, GST, GPA).

AFFLUSSI METEORICI

Bilancio idrogeologico

Il bilancio, in riferimento al ciclo idrologico (figura 11), viene affrontato dai dati disponibili dai diversi pluviometri presenti nel territorio, con le equazioni note in idrogeologia.

La portata massima che può essere assorbita da un terreno per evapotraspirazione, è detta **evapotraspirazione reale (ETR)**: tale portata che può essere riferita al periodo annuale, e deve essere tale da essere compensata dalle precipitazioni o dagli apporti (tabella 5).

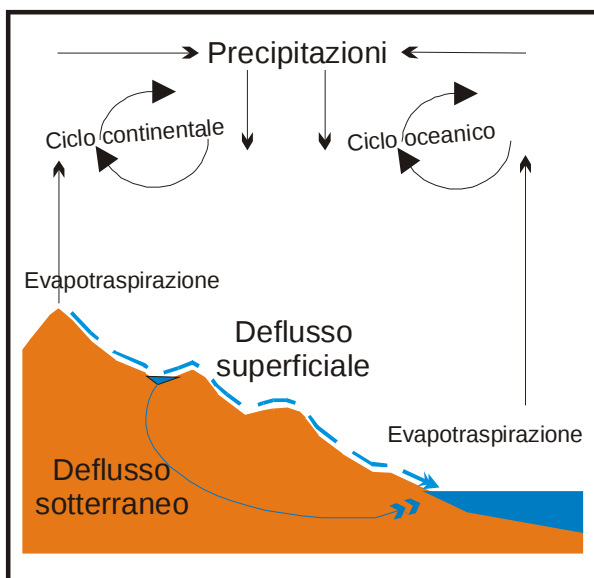


Figura 11 – Ciclo idrologico

Esistono numerosi metodi, più o meno complessi, per il calcolo della **ETR**: uno di questi è il **Metodo di TURC (1954)** che si ritiene adatto al caso specifico. Per un periodo mensile e per una durata di insolazione di 365 giorni è proposta la seguente formula:

$$ETR = P_i / (0.9 \times P_i^2 / L^2)^{1/2} \text{ ovvero } P.E. = P^{tot} - ETR^{tot}$$

in cui

ETR è l'evapotraspirazione potenziale annuale in mm

Ti è la temperatura media mensile in C° (anni 2002)

Pi è l'altezza di pioggia media annuale (anni 2002)

L è il parametro calcolato come $L = 300 + 15 T_i + 0.05 T_i^3$

S = superficie del bacino idrografico affluente **rio** (A=1.02kmq)

$$P.E. = P^{tot} - ETR^{tot} = 722568.00 - 532645.89 = 189922.11 \text{ mc/anno}$$

P	T	ETR	S kmq	I
708.40	15.73	730.56	1.02	0.20

Tabella 6 – dati di calcolo del bilancio idrogeologico

$$P - ETR = R + PE + Q_{in} - Q_{out} \text{ (bacino idrografico sotteso) =}$$

– P = precipitazioni	722568.00 mc
– ETR = evapo-traspirazione reale	532645.89 mc
– R = ruscellamento	189922.11 mc
– IE = infiltrazione efficace	18992.21 mc
– Q _{in} = apporti esterni	0
– Q _{out} = prelievi verso l'esterno	15000 mc

Pericolosità geologica del territorio

La condizione di pericolosità geologica del territorio comunale di Pau e nello specifico dei terreni del *Foglio 1, mappale 66* può essere ricondotta a quanto definito da studi specifici della RAS con i diversi piani stralcio:

D.P.R. Sardegna n° 67 del 10.07.2006 con il quale è stato approvato il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).

deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 17.12.2015 con la quale è stato approvato il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.): - Oggetto: *Predisposizione del complesso di "Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)" – Approvazione in via definitiva ai sensi dell'art. 9 L.R. 6 dicembre 2006, n.19 e s.m.i..*

Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 15.03.2016 avente per Oggetto: *Attuazione della Direttiva 2007/60/CE e del D. Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 – Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico della Regione Autonoma della Sardegna.* Approvazione.

D.P.C.M. 27.10.2017. Approvazione Piano gestione rischio alluvioni Sardegna.

Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 17/05/2017 avente per Oggetto: *Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni e D. Lgs. 49/2010 - Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.) del distretto idrografico della Sardegna - Aggiornamento intermedio ai sensi dell'articolo 42 delle N.A. del P.A.I..*

Deliberazione dell'Autorità di Bacino n. 2 del 30.07.2015 avente per Oggetto: *Direttiva 2007/60/CE – D. Lgs 49/2010 – Coordinamento tra il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) e gli strumenti della pianificazione di bacino di cui alla Parte Terza del D. Lgs 152/2006 e s.m.i. – Modifica alle Norme di Attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).*

Norme di Attuazione del P.A.I., così come aggiornate dalla Deliberazione di Giunta Regionale n. 13/12 del 13/03/2018 che recepisce la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 27/02/2017, e approvate con Decreto del Presidente della Regione n. 35 del 27/04/2018.

La documentazione reperibile (figg. 12, 13) in rete evidenzia la seguente classificazione del sito:

Tabella 01 – classificazione del sito in ambito P.A.I.				
PIANO STRALCIO		PERICOLOSITÀ	INTENSITÀ	CLASSE
Piano stralcio di bacino	Decreto ASS. LL.PP. 21 FEBBRAIO 2005 N. 3 – ESECUTIVITÀ DELLA Delibera di G.R. N. 54/33	Idraulica (Hi)	n.c.	n.c.

INTERVENTI PER LA MESSA IN SICUREZZA DELLA DIGA IN LOCALITÀ SENNISCEDDU

per l'assetto idrogeologico (PAI)	DEL 30.12.2004 approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006.	Frana (Fr –Hg)	n.c.	n.c.
Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)	DELIBERAZIONE N.2 DEL 17.12.2015 COMITATO ISTITUZIONALE dell' AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE Oggetto: Predisposizione del complesso di "Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)" – Approvazione in via definitiva ai sensi dell'art. 9 L.R. 6 dicembre 2006, n.19 e s.m.i.	Idraulica (Hi)	n.c.	n.c.
art. 8 c. 2 delle NA PAI	Delibera del comitato istituzionale dell'autorità di bacino n. 3 del 1.08.2012 Validità Triennale (rif. pag. 5/6)	Idraulica (Hi) Frana (Fr –Hg)	n.c.	n.c.
Piano Generale Rischio Alluvioni (P.G.R.A.)	D.P.C.M. 27.10.2017 "Approvazione Piano gestione rischio alluvioni Sardegna".	Idraulica (Hi) Frana (Fr –Hg)	n.c.	n.c.
P.R.G.A. scenari	Deliberazione n. 1 del 05/03/2019 COMITATO ISTITUZIONALE dell' AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE	Idraulica (Hi)	n.c.	n.c.
AREE_CLEOPATRA_V05	Deliberazione n. 1 del 27.02.2014 COMITATO ISTITUZIONALE dell' AUTORITÀ DI BACINO REGIONALE	Idraulica (Hi)	n.c.	n.c.
P.R.G.A.	Deliberazione n. 3 del 17.05.2017 Autorità di bacino regionale della Sardegna Oggetto: Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni e D. Lgs. 49/2010 - Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del distretto idrografico della Sardegna - Aggiornamento intermedio ai sensi dell'articolo 42 delle NTA del PAI.	Inondazione costiera	n.c.	n.c.
Progetto I.F.F.I	inventario dello stato di dissesto idrogeologico del territorio sardo - Cagliari, 14 maggio 2006- (http://www.regione.sardegna.it/j/v/25?v=2&t=1&c=149&s=23334).	Frana (Fr –Hg)	n.c.	n.c.
Art. 30bis NTA del PAI	Norme di Attuazione del P.A.I., così come aggiornate dalla Deliberazione di Giunta Regionale n. 13/12 del 13.03.2018 che recepisce la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 27.02.2017, e approvate con Decreto del Presidente della Regione n. 35 del 27.04.2018.	Idraulica (Hi)	molto elevata	Hi4
	interazioni con elementi idrici eventualmente rappresentati nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia - serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965 che riporta la situazione antecedente le rilevanti trasformazioni territoriali avvenute negli anni '60 [DELIBERAZIONE N. 3 DEL 30.07.2015 - Oggetto: Direttiva 2007/60/CE – D.Lgs.49/2010 "Valutazione e gestione dei rischi di alluvioni – Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto Idrografico della Regione Autonoma della Sardegna – Reticolo idrografico di riferimento per le finalità di applicazione delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI e delle relative Direttive]	Idraulica (Hi)	molto elevata	Hi4

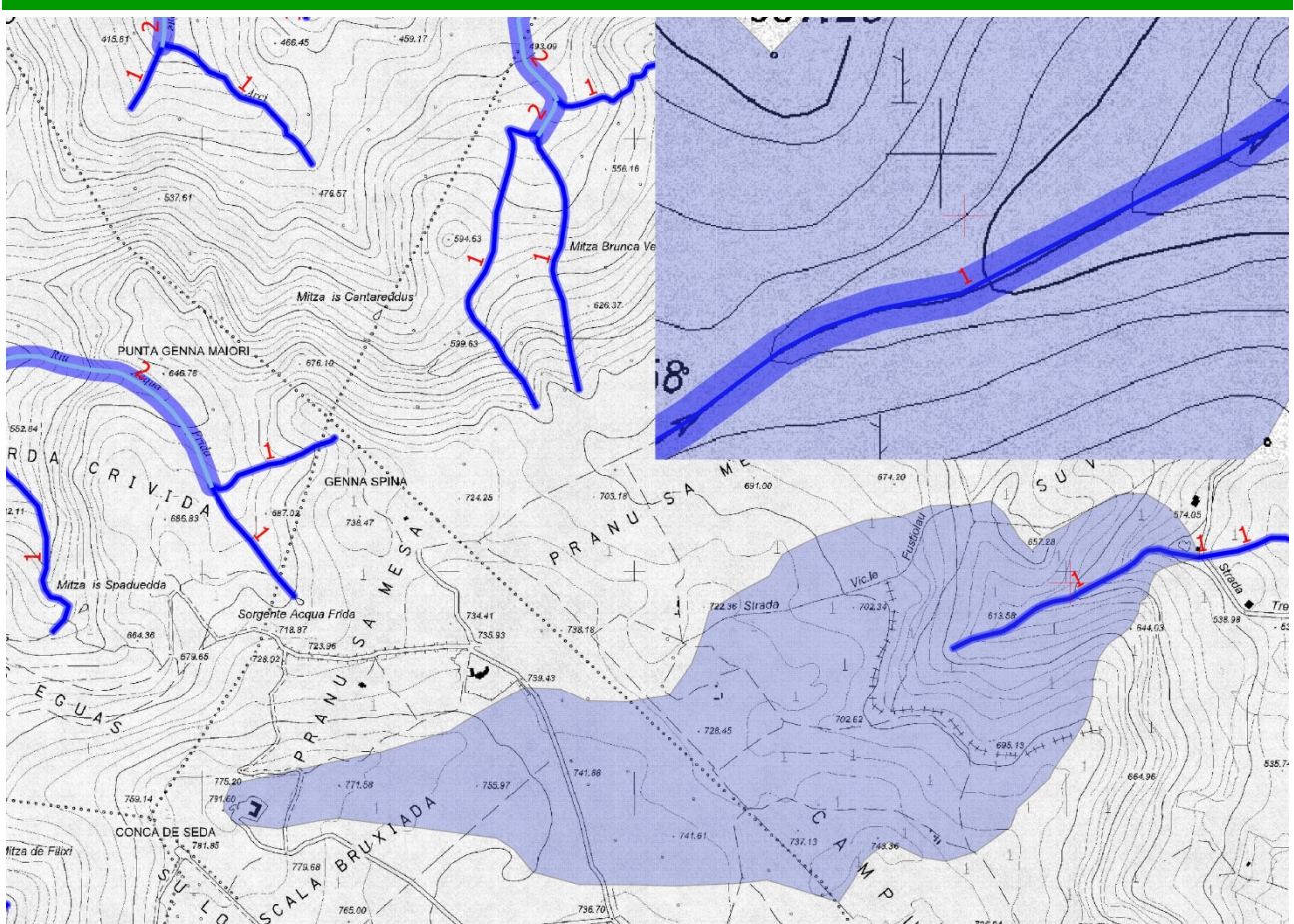


Figura 12 – stralcio del P.A.I. rif_art30ter

Figura 13 – stralcio Tavoleta IGM 217 II NO ALES

