



Progetto per l'immissione nella rete gas di Olbia del biometano prodotto nella discarica consortile in Località Spiritu Santu.



PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

LOTTO 1 - Da discarica Spiritu Santu all'ospedale Mater Olbia

B - GEOLOGIA

NOME FILE

B.1 - Relazione geologica e idrogeologica

SCALA

CODICE
ELAB.

B 1

REV. A

PRIMA EMISSIONE

DATA

Progettazione:



COSIN S.r.l.
SOCIETA' DI INGEGNERIA
09134 CAGLIARI - VIA SAN TOMMASO D'AQUINO, 18
Tel. e Fax: +39 070 2346768
info@cosinsrl.it
COD. FISC. - P. IVA: 03043130925



ORDINE INGEGNERI
PROVINCIA DI CAGLIARI
Dott. Ing. Giuseppe DELITALA
N. 4255

Collaboratori:

Geologia

Dott. Geol. Alberto Gorini

Calcoli Idraulici

Ing. Claudia Fuedda

Interferenze

Ing. Nicola Marras

Computo Metrico

Geom. Ivan Pireddu

COMUNE DI OLBIA

Progetto per l'immissione nella rete gas di Olbia del biometano prodotto nella discarica consortile in Località Spiritu Santu.

PROGETTO DEFINITIVO ESECUTIVO

Lotto 1 - Da discarica Spiritu Santu all'ospedale Mater Olbia

B. 1 – RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA

INDICE

1.	PREMESSA	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	7
4.	INQUADRAMENTO CLIMATICO	9
5.	CARATTERI GEOMORFOLOGICI.....	13
6.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	17
	INQUADRAMENTO GENERALE DELLA GALLURA	17
	STRUTTURA ED EVOLUZIONE DEL BATOLITE	18
7.	CARATTERI TETTONICI	25
	LA TETTONICA ERCINICA.....	25
8.	SISMICITÀ.....	27
9.	GEOPEDOLOGIA	32
10.	IDROGEOLOGIA	35
	10.1 IDROGRAFIA	35
	10.2 CARATTERI IDROGEOLOGICI.....	38
11.	L'OPERA IN PROGETTO IN RELAZIONE AL P.A.I.....	43
12.	L'OPERA IN PROGETTO IN RELAZIONE AL P.S.F.F.....	45
13.	CONCLUSIONI	47
14.	BIBLIOGRAFIA.....	49

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la "Relazione geologica e idrogeologica" a corredo del progetto definitivo-esecutivo per il "L'immissione nella rete gas di Olbia del bio-metano che verrà prodotto nel nuovo impianto che sorgerà nei pressi della discarica consortile in Località Spiritu Santu ubicata a sud di Olbia".

Tale relazione è volta ad esaminare gli aspetti geologici e idrogeologici atti alla verifica compatibilità con l'area in esame in funzione delle caratteristiche dei terreni sui quali realizzare l'opera prevista in progetto.

La società Fiamma 2000 S.p.A. nel mese di maggio dell'anno 2015, ha conferito l'incarico alla società di Ingegneria Cosin Srl, per la redazione dello *"studio di fattibilità tecnico-economico di un impianto per la distribuzione del gas metano a servizio della zona Industriale di Olbia, approvvigionato da serbatoi criogenici di GNL"* Successivamente nell'anno 2016 è stato conferito l'incarico per la redazione della progettazione definitiva-esecutiva, direzione dei lavori e coordinamento per la sicurezza.

Agli utenti sarà fornito o il biometano, ricavato dal biogas prodotto nella discarica Spiritu Santu di Olbia, oppure (in futuro) il GNL (gas naturale liquido) stoccato nei serbatoi criogenici della zona industriale (non oggetto del presente intervento).

All'interno dell'area industriale sono state individuate due aree dove è previsto che verranno ubicati due serbatoi criogenici da 100 mc cadauno, destinati in futuro a contenere GNL atti a garantire la continuità del servizio di distribuzione del gas.

L'intervento può essere riassunto come una condotta di trasporto del gas in media pressione (4 °specie) che si sviluppa in affiancamento a strade comunali, statali e private passando per il centro abitato di Olbia per poi giungere alla zona industriale.

Il progetto prevede la realizzazione di un collegamento tra la discarica e la rete esistente di Olbia, attraverso un feeder di collegamento che porterebbe il biometano sia nel centro urbano che nella zona industriale, ad oggi non servita dalla rete del gas.

La condotta di nuova realizzazione che trasporterà il biometano, ha la duplice funzione quella di stoccare il gas nelle ore notturne (quando il consumo è minimo) e di trasportarlo nelle ore diurne (quando il consumo del gas è massimo).

All'interno dell'area industriale sono state individuate due aree dove è previsto che verranno ubicati due serbatoi criogenici (non oggetto del presente progetto), destinati a contenere GNL (gas naturale liquido) atti a garantire la continuità del servizio di distribuzione del gas.

Per l'erogazione del servizio sono necessarie le seguenti opere:

- a) **Condotta di Trasporto** in media pressione (1,5 bar < p = < 5 bar - condotta 4°specie)

Gli **Impianti di derivazione di utenza**, che comprendono **gli allacciamenti interrati** (a partire dall'organo di presa della condotta su strada fino l'uscita dal terreno in corrispondenza dei fabbricati da servire), gli **allacciamenti aerei** (che congiungono gli allacciamenti interrati ai rispettivi gruppi di misura ubicati presso gli utenti, ovvero gli utilizzatori finali del gas), e i **Gruppi di misura** installati presso ciascuna utenza, per la misurazione dei consumi, verranno realizzati successivamente e non sono oggetto del presente progetto.

L'impianto dovrà essere realizzato secondo le più avanzate tecnologie sia dal punto della distribuzione del gas che dal punto di vista della sicurezza.

Le tubazioni impiegate saranno in polietilene ad alta densità.

La rete da realizzare (**1° lotto**), è così costituita:

Diametro condotta DN355, che si sviluppa dalla discarica "Spiritu Santu" sino all'ospedale Mater Olbia. Per un totale di **3.430 ml**, che si svilupperanno principalmente all'esterno delle strade esistenti.

Il presente lavoro è svolto in accordo con le normative vigenti in materia (D.M. 11.03.1988 "*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*" e con le NTC 2008.

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

- Legge 267 del 03/08/1998 “Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia”.
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C. Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Legge 109/94 3 e D.P.R. 554/99 in materia di lavori pubblici.
- Legge 18 Maggio 1989, n. 183 – Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo (e successive modificazioni ed integrazioni).
- D.M. LL.PP. n. 47 dell'11/03/1988 recante “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione”.
- Legge n. 64 del 02/02/1974 recante “Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- R.D. 25 Luglio 1904, n. 523 – Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie
- D.P.R. 380/2001 - “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”. (Art.61 – Abitati da consolidare)
- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. – “Norme in materia ambientale”
- D.M. 14 Gennaio 2008 – Nuove Norme Tecniche per Le Costruzioni
- Eurocodice 7
“Progettazione geotecnica” - ENV 1997-1 per quanto non in contrasto con le disposizioni del D.M. 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni”

- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. – “Norme in materia ambientale”
- D.M. 14 Gennaio 2008 – Nuove Norme Tecniche per Le Costruzioni
- Art. 17, comma 6 Legge n. 183 del 19 Maggio 1989, Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale)
- Delibera n. 2 del 17/12/2015 “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..

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il presente progetto, riguardante il territorio del Comune di OLBIA, ricade nella zona Omogenea di Olbia-Tempio della Provincia di Sassari e intende dotare il Comune e la Zona Industriale a Nord di Olbia, di un servizio di distribuzione di gas bio-metano combustibile principalmente le esigenze delle attività artigianali, commerciali, e industriali. Il servizio assicurerà agli utenti la disponibilità costante di energia a costi contenuti.

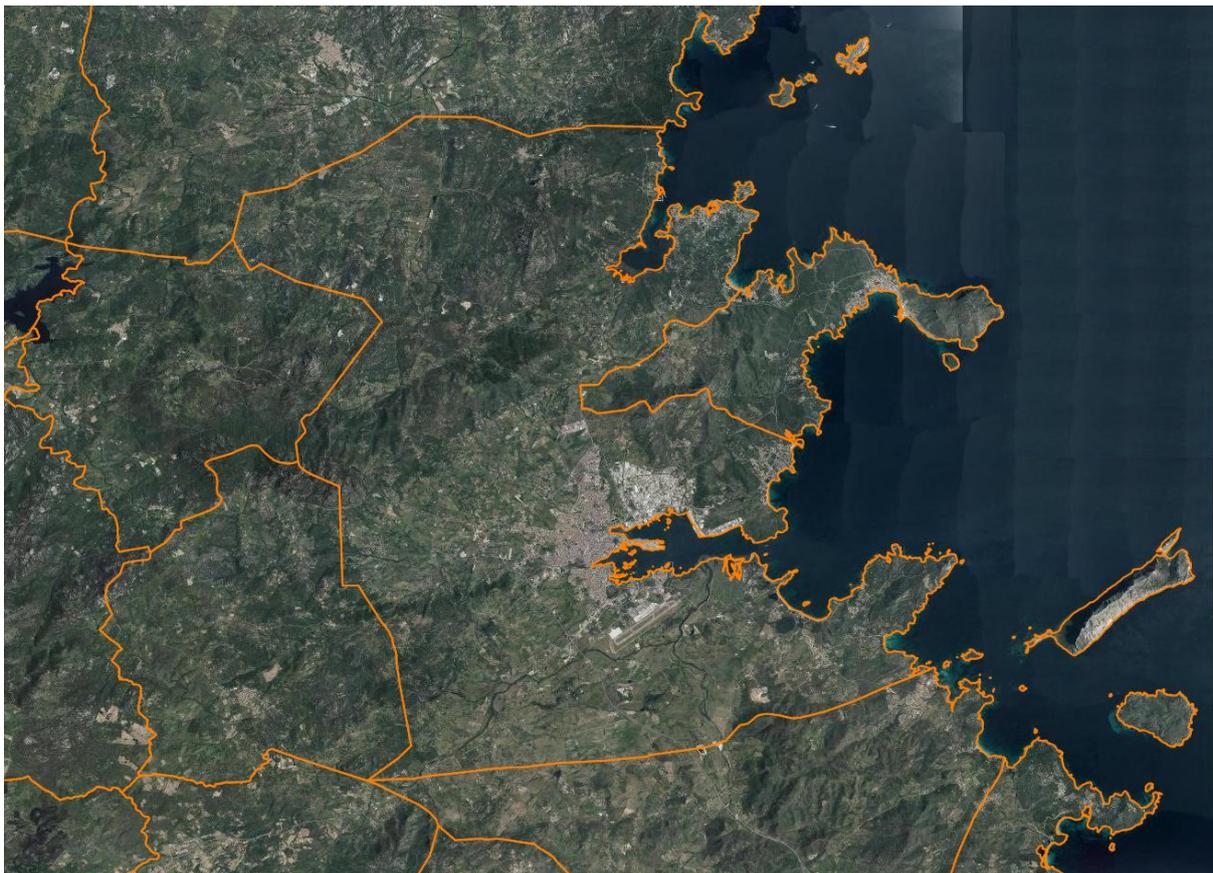


Figura 1: limiti amministrativi del Comune di OLBIA

L'area in esame, è situata nella zona Nord-Orientale della Sardegna.

Il Comune interessato è inquadrato dai fogli 444 dell'IGM (Istituto Geografico Militare) in scala 1:50.000, e ricade nelle Carte Tecniche Regionali 1:10.000 indicate dai rettangoli Rossi (444060-444070-444110)



Figura 2: Inquadramento cartografico delle zone in cui ricade il progetto

4. INQUADRAMENTO CLIMATICO

La Sardegna, con una piovosità media annua di 780 mm, non è compresa fra le regioni aride e sub-aride della classificazione dell'Organizzazione Meteorologica Mondiale, ma non è nemmeno una regione immune da lunghi periodi di aridità estiva, spesso assai prolungati nell'anno e ricorrenti con maggior frequenza in pianura piuttosto che ad altitudini superiori a quella della collina.

L'Isola è infatti caratterizzata da piogge invernali, concentrate nei mesi di novembre e dicembre, le quali si scaricano sulle zone di montagna (soprattutto occidentali), con volumi idrici ben maggiori che in pianura.

Trovandosi al centro del Mediterraneo occidentale, la Sardegna si trova in piena area climatica mediterranea, tra il dominio dei venti occidentali e quello delle masse d'aria calda tropicale, per cui è caratterizzata da estati calde e secche ed inverni piovosi e miti.

La temperatura media invernale oscilla sui 10°C e quella estiva tra i 28 e i 32°C.

L'area in esame, essendo ubicata in prossimità del mare, ne subisce l'influenza per cui, pur avendo un clima quasi sempre mite sia nel periodo estivo che invernale, presenta un'umidità atmosferica elevata.

Il vento predominante è il Maestrale che, soffiando da NW, scarica le piogge nella parte nord-occidentale dell'isola, per cui nella zona le precipitazioni sono scarse ed irregolari, dovute principalmente all'azione dei venti da S e SE.

La vegetazione è tipica di un clima mite e caldo seppure i terreni siano interessati da coltivazioni introdotte dall'uomo, il quale ha modificato gran parte dell'habitat naturale per favorire l'attecchimento.

L'introduzione di tali colture, oltre ad aver causato una modifica dell'evaporazione e della traspirazione tipiche mediterranee ha reso necessario il prelievo di grandi quantità d'acqua dal sottosuolo utili alla irrigazione.

Il clima, inoltre rappresenta uno dei fattori principali che determinano e condizionano lo sviluppo dei processi erosivi, la conseguente evoluzione del paesaggio è quindi la genesi dei suoli la quale ultima è influenzata sia direttamente, attraverso lo sviluppo dei vegetali in relazione alla temperatura

Il regime delle precipitazioni di quest'area, è alquanto scarso ed irregolare. Questa disomogeneità delle precipitazioni (dovuta anche alle condizioni morfologiche locali molto eterogenee) condiziona le portate dei corsi d'acqua e delle sorgenti. Il massimo delle piogge corrisponde al periodo autunno-inverno, con una stasi intermedia verso Gennaio.

La piovosità media annua è compresa tra 600-1000 mm, con i valori maggiori generalmente in corrispondenza dei mesi di novembre e di dicembre mentre la massima aridità si ha in corrispondenza dei mesi estivi.

Le precipitazioni, presenti durante l'anno, conferiscono una caratterizzazione del regime pluviometrico del tipo mediterraneo con minimo stagionale presente durante il periodo estivo e forti precipitazioni a carattere temporalesco durante il periodo invernale. Se infatti si analizza la media mensile di giorni piovosi, caratterizzati da precipitazione inferiori a 1 mm, si riscontra che, il massimo punto della curva pluviometrica, ricade nel mese di dicembre e varia da 9 mm per le zone costiere a 14 mm per le zone interne; anche se si riscontrano forti anomalie, caratterizzate dall'andamento irregolare delle curve pluviometriche, da un anno all'altro.

Dai dati sopra sintetizzati si deduce che la precipitazione media annua, calcolata con i valori mensili mediati, è di 617,3 mm, che il mese più piovoso è Novembre con 96,4 mm e quello più arido è Luglio con 4,5 mm.

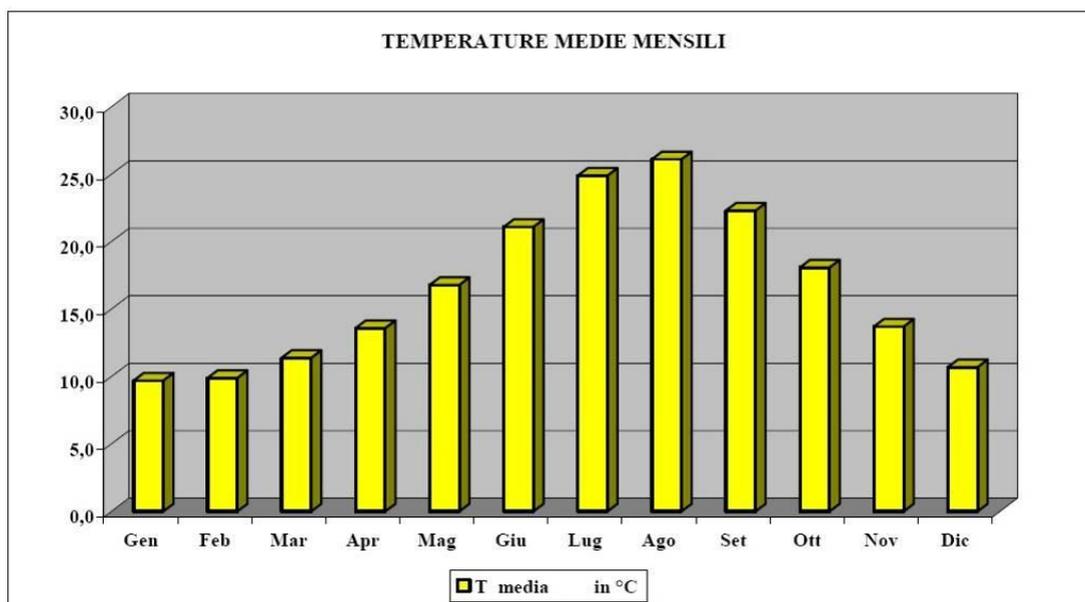


Figura 1 – Istogramma delle temperature

Di seguito si riporta l'istogramma relativo alle temperature medie mensili estrapolate mediando i valori misurati nelle stazioni considerate.

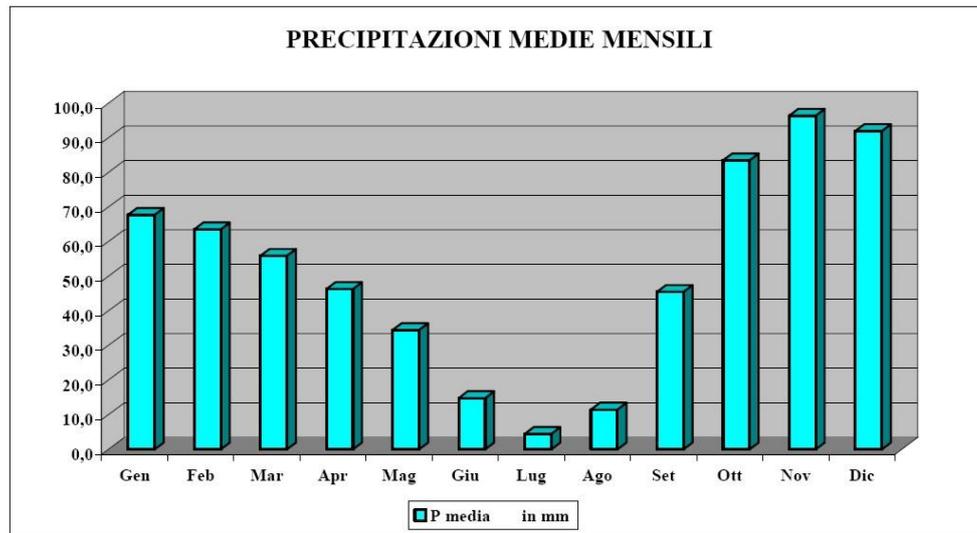


Figura 2 - Istogramma delle precipitazioni

I dati di T e P hanno consentito la ricostruzione del diagramma Ombrotermico (nella figura sottostante) che riproduce il regime termo-pluviometrico medio annuo nell'area investigata. Infatti, riportando in ascisse i 12 mesi e in ordinate i corrispondenti valori medi mensili di T e P si può visualizzare il loro andamento nel corso dell'anno.

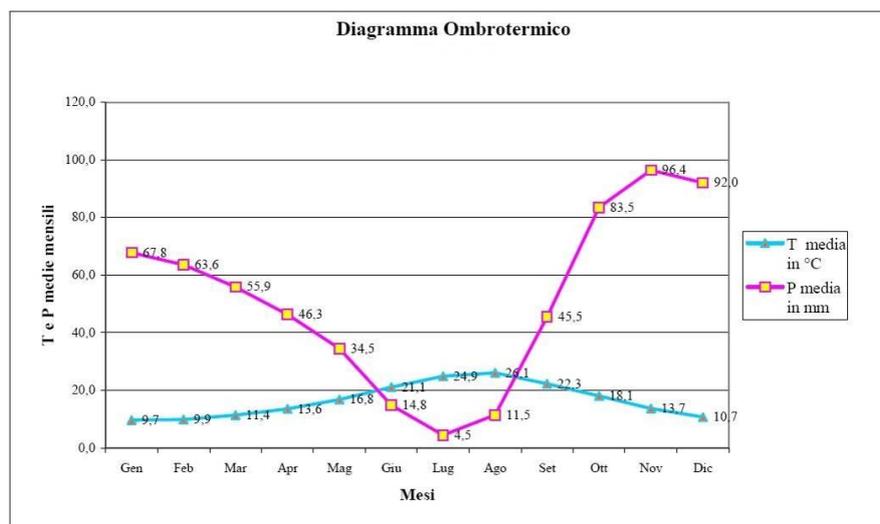


Figura 3 - Diagramma ombrotermico

L'andamento delle curve consente di affermare che nei mesi estivi di Luglio e Agosto, dove le temperature medie mensili raggiungono il valore massimo 24,9 °C e 26,1 °C, rispettivamente, si hanno minimi di piovosità (rispettivamente 4,5 mm e 11,5 mm), mentre nei mesi di Novembre, Dicembre, Gennaio e Febbraio, dove le temperature medie mensili oscillano tra i 9,7 e i 13,7 °C, si

raggiungono le piovosità più elevate (rispettivamente 96,4 mm, 92 mm, 67,8 mm e 63,8 mm). Le medie di temperatura e piovosità hanno consentito inoltre di individuare il tipo di clima. Infatti, per la temperatura media annua con valori compresi tra 15,0 e 16,9 °C, la media del mese più freddo variabile tra 6,5 e 9,9 °C, e per i 4 mesi con temperatura superiore a 20,0 °C, con le precipitazioni che oscillano tra i 500 e gli 800 mm (617,3 mm), il clima presente nell'area investigata è di tipo "temperato-caldo".

Nella stagione invernale prevalgono correnti d'aria temperate con un'incidenza del 60% dei giorni; per i restanti giorni dell'anno il 14% è attribuibile all'afflusso di correnti di tipo mediterraneo, mentre il rimanente 26% risulta riferito a correnti d'aria di tipo mite. Nella stagione estiva si riscontra la prevalenza di correnti mediterranee. Il vento dominante, per il quale si riscontrano disagi è il Maestrale, proveniente dal quadrante NW, per il quale è prevista un'intensità media di 45 Km/h, dal quale l'area in oggetto risulta del tutto immune per la sua configurazione morfologica.

Dalla distribuzione dei venti si desume che nel settore i dominanti, con direzione W-E, hanno un'intensità massima compresa tra 15 e 20 m/s, mentre quelli più frequenti (19.40 %) hanno velocità comprese tra 5 e 10 m/s. Le calme registrate non superano il 13.83 % delle osservazioni.

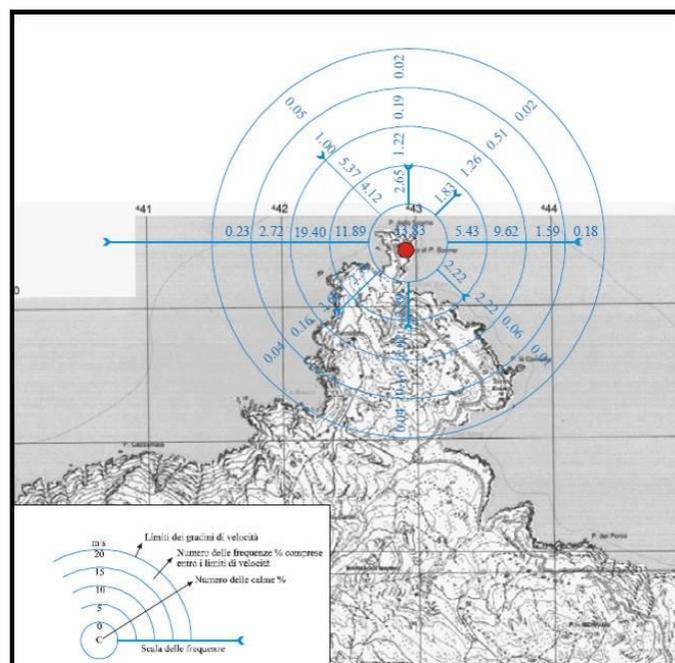


Figura 4 – Distribuzione dei venti

Dai valori di afflusso medio annuo (P), temperatura media annua (T), afflusso e temperatura del mese più arido (rispettivamente p e t), dell'area in esame, utilizzando la relazione $I_a = [P / (T+10) + 12 \cdot p / t] / 2$, si è ottenuto un Indice di Aridità Medio Annuo di 12.7.

$$I_a = 12.7$$

5. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

L'evoluzione geomorfologica della Gallura costiera, in cui s'inserisce il contesto di Olbia, è legata agli effetti delle variazioni glacio-eustatiche pleistoceniche ed oloceniche. Infatti quando il substrato roccioso intercetta il livello del mare, dà luogo ad una linea di costa a *Rias*. Le coste a *Rias* della Gallura documentano di testate di valli fluviali in gran parte incise secondo allineamenti strutturali sovraescavatisi col ritiro del livello marino durante glaciazione wurmiana fino a massimo. In generale si ammette che ai vari stadi di stazionamento del ritiro wurmiano, tramite gli apporti continentali (*onlap* costiero), si siano generati ambienti con prodotti sedimentari di genesi sia marina (*Beach rocks*) che continentale (alluvioni ed eolianiti) che, durante gli stadi di risalita olocenica del livello glacio-eustatico, hanno costituito gli *stocks* di volta in volta rielaborati dai cicli di erosione e deposizione, per svariate generazioni di sedimenti. Taluni di tali corpi sono pertanto posizionati in forma relitta sotto il livello del mare o possono affiorare sporadicamente o continuativamente (e con spessori significativi) a seconda dell'importanza della valle fluviale che li ha generati. In questo modo tali processi, la cui ciclicità è oggi ammessa anche nell'Olocene, al termine della risalita olocenica del mare, hanno reso possibile all'interno di tali testate sommerse, l'impostazione di vari tratti ghiaiosi e sabbiosi (barre litoranee, progressivamente evolutesi) i quali, sarebbero progressivamente emersi in forma di cordoni sabbiosi determinando, quindi, l'edificazione delle spiagge ai margini interni delle insenature, in altri termini le Pocket beach, isolando lagune e conche stagnali retrostanti che progressivamente vengono colmate dalle foci dei corsi d'acqua.

Il distretto dell'Alta Gallura, costituito principalmente da un substrato granitico, si affaccia sul settore nord-orientale della Sardegna su una costa movimentata e varia per la presenza di profonde insenature e di imponenti promontori.

Sulla regione sono ben rappresentati gli ambiti costiero e collinare che in Gallura esprimono un paesaggio fortemente caratterizzato per le peculiarità morfologiche impresse dall'erosione agli affioramenti rocciosi l'ambito costiero del distretto riflette una marcata impostazione tettonica, particolarmente evidente in corrispondenza della baia di Porto Pozzo, dei Golfi di Arzachena, di Cannigione, di Cugnana e di Marinella, ed è sottolineata dall'estrema frammentarietà del suo profilo, come evidenziano le numerose isole che compongono l'Arcipelago di la Maddalena. I promontori granitici si affacciano sul mare con pareti inaccessibili, nude, finemente intagliate in forme tafonate. Capo Testa, ad esempio, costituisce una vasta area monumentale formatasi in seguito all'azione dei processi morfogenetici chimico-meccanici sui graniti Il promontorio si protende isolato sul mare ed è raggiungibile tramite una strada che percorre un delicato istmo sabbioso.

Più ad Est, il promontorio di Coluccia e il tombolo dell'Isuledda racchiudono il Golfo del liscia ampio e sabbioso, dove sfocia l'omonimo fiume che alimenta con i propri apporti il naturale ripascimento dell'arenile. I litorali sabbiosi più aperti sono costantemente contornati da formazioni dunali di

retrospiaggia, piuttosto estese, stabilizzate dall'uomo per mezzo di graticci che hanno favorito la colonizzazione vegetale delle sabbie o, come Rena Maggiore, dall'impianto di una pineta litoranea.

Il promontorio calcareo-dolomitico di Capo Figari interrompe il dominio granitico. Esso appare come un lembo residuale isolato, appartenuto ad una più estesa copertura carbonatica sedimentata sul basamento paleozoico. Sul fondo di una profonda insenatura sorge la città di Olbia, cresciuta rapidamente nel corso degli ultimi anni con una fitta trama urbanizzata fino ad inglobare l'aeroporto con le sue infrastrutture, il porto industriale e la limitrofa zona industriale.

Sulla medesima insenatura sfocia il Rio Padrongiano con un ampio estuario, elemento dominante di un sistema costiero complesso, in interazione dinamica con il compendio umido lagunare e con il litorale sabbioso del lido del Sole. Tutto il settore costiero è urbanizzato secondo un modello residenziale estensivo ed in continua espansione in seguito all'impulso trainante generato dallo sviluppo turistico della Costa Smeralda.

L'entroterra alle spalle di Olbia è occupato da un'ampia piana solo parzialmente coltivata, in cui si estendono ampi spazi incolti coperti da vegetazione spontanea principalmente utilizzati per il pascolo.

Il paesaggio collinare prevale in tutto il settore interno del distretto, le altimetrie sono moderate e le forme sono regolari, ma la rocciosità molto elevata ha da sempre scoraggiato lo sviluppo agricolo del territorio a vantaggio di un'attività zootecnica specializzata nell'allevamento bovino e ovino.

Nel distretto non è rappresentato un ambito montano, le quote, infatti, sono costantemente moderate ed inferiori ai 700 m, ma le forme accidentate che tipicamente si manifestano sui versanti granitici più acclivi e ricoperti da estese pietraie, manifestano spesso condizioni ad elevata energia del rilievo, consone ad un contesto montano. I Monti Ultana, la valle del Rio La Scala, Monte Pino e Monte Santo e più in generale tutto l'entroterra rurale disseminato di stazzi, costituiscono luoghi di riconosciuta importanza naturalistica e forestale e custodiscono ancora oggi paesaggi e stili culturali tipici della Gallura.

L'analisi morfometrica è basata sulla elaborazione dei dati altimetrici, di acclività e delle esposizioni derivate dalle cartografie digitali della Regione. L'analisi altimetrica, condotta sulla base di intervalli di

cento metri, registra una quota minima di -2 m s.l.m., una massima di 740 m s.l.m. ed una quota media ponderata di 175 m s.l.m. Si evidenzia come quasi il 100% delle superfici sia situato al di sotto dei 600 m s.l.m., con ben l'80% al di sotto dei 300 m. Si configura una connotazione altimetrica prevalente collinare e pianeggiante costiera.

L'analisi delle acclività è condotta su intervalli unitari di variazione del 5% fino alla soglia del 30% e con passo del 10% fino alla soglia del 60%. L'andamento mostra che il 63% dell'area del distretto è

contenuta entro i limiti della soglia di pendenza del 20%, evidenziando una importante componente del territorio scarsamente accidentata e ad andamento regolare, riconducibile agli ambiti pianeggianti costieri e alle superfici di spianamento interne dislocate a quote superiori in un contesto intercollinare.

L'analisi delle esposizioni, dettagliata per fasce altimetriche di 400 metri, mette in luce una leggera preminenza delle esposizioni N e NE sulle altre.

Dal punto di vista geologico l'area è formata quasi esclusivamente di graniti risalenti al Carbonifero Superiore-Permiano. Si tratta di granodioriti tonalitiche, tonaliti, leucograniti e monzograniti, spesso di colore rosa, raramente grigio.

Nella parte settentrionale dell'area investigata è presente un complesso metamorfico migmatitico costituito prevalentemente da scisti, gneiss e migmatiti.

La morfologia è condizionata dal vasto complesso granitico presente. Le forme sono quelle tipiche: creste di roccia seghettate e scoscese alternate a piccole valli, pietraie, Tor, alte pile di blocchi rocciosi, Tafoni.

Notevole interesse dal punto di vista geomorfologico hanno le formazioni dunali di Porto Puddu e Porto Liscia, in prossimità della foce dell'omonimo corso d'acqua. Queste rappresentano quasi il 5% del territorio e sono disposte secondo la direzione del vento: si tratta dunque di dune di tipo longitudinale, separate da corridoi. Il vento che soffia da ponente (ovest), determina lo spostamento della sabbia verso est e il suo accumulo nella parte interna di Porto Puddu, con la formazione di rilievi che superano i 23 metri di quota e che cadono direttamente sul mare con ripide pareti verticali.

L'area interna è impostata sui litotipi intrusivi granitoidi ricoperti prevalentemente da depositi eluviali e colluviali sabbiosi, ghiaiosi e limosi prodotti dal disfacimento della roccia granitica arenizzata ma anche dal trasporto da parte degli agenti esogeni quali le acque piovane, la gravità, il vento, le acque di ruscellamento, ecc; tali depositi sono presenti prevalentemente nelle linee d'impluvio, nelle zone più depresse e in particolare nel centro urbano e nella zona circostante, determinando così l'addolcimento della morfologia del territorio.

Si tratta in generale di terreni che da un punto di vista granulometrico presentano una elevatissima componente sabbiosa, circa 70%, mentre l'argilla è presente nell'ordine di meno 15%. I suoli originati dall'alterazione delle rocce granitoidi presenti nella nostra area, presentano una buona presenza di K, Mg, e Fe ma una insufficiente presenza di Ca e di P, caratteristica di tutte le rocce granitoidi.

Sono inoltre presenti depositi eluviali, ovvero sabbioni limosi tendenzialmente ghiaiosi; abbastanza compatti; spostandoci verso monte, in posizione sempre più distante rispetto alla zona depressa

sopraccitata, la consistenza aumenta, mentre il grado di maturazione e alterazione del monzogranito arenizzato, diminuisce.

Per quanto riguarda i depositi eluviali, di arenizzazione del basamento intrusivo, si tratta in generale di terreni che da un punto di vista granulometrico presentano una elevatissima componente sabbiosa, circa 70%, mentre l'argilla è presente nell'ordine di meno 15%.

Il territorio a N di Olbia, è caratterizzato da un assetto geostratigrafico completamente differente dal resto dell'area. Sono presenti gneiss e migmatiti del complesso metamorfico paleozoico.

L'area S di Olbia è caratterizzata dalla confluenza a mare di un corso d'acqua, il Rio Scalamala, il cui asse di drenaggio principale, prima di arrivare al nostro sito, ha una lunghezza di circa 4 km.

Il territorio è rappresentato da un basamento di litotipi granitoidi ricoperti da depositi alluvionali lungo il rio Scalamala, sabbiosi eolici e marini lungo il litorale marino, eluviali e colluviali nel resto del territorio, anche con roccia affiorante e subaffiorante.

I depositi eluviali, colluviali, alluvionali ed eolici, sono prodotti dal disfacimento della roccia granitica arenizzata ma anche dal trasporto da parte degli agenti esogeni quali le acque piovane, la gravità, il vento, le acque di deflusso dei canali di scolo di acque di ruscellamento concentrato (rio Scalamala), le acque marine, ecc; tali depositi sono presenti prevalentemente nelle linee d'impluvio, nelle zone più depresse e in particolare nel lato a valle del centro urbano e nella zona circostante, determinando così l'addolcimento della morfologia del territorio. Per quanto riguarda i depositi eluviali, di arenizzazione del basamento intrusivo, si tratta in generale di terreni che da un punto di vista granulometrico presentano una elevatissima componente sabbiosa, circa 70%, mentre l'argilla è presente nell'ordine di meno 15%. I suoli originati dall'alterazione delle rocce granitoidi presenti nella nostra area, presentano una buona presenza di K, Mg, e Fe ma una insufficiente presenza di Ca e di P, caratteristica di tutte le rocce granitoidi.

6. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La strutturazione del basamento metamorfico affiorante in Sardegna, entro il quale sono variamente compenstrate le numerose intrusioni che compongono il batolite, è essenzialmente legata all'orogenesi ercinica.

Esso è caratterizzato da un metamorfismo regionale polifasico e plurifacciale che mostra un aumento graduale e marcato del grado procedendo da SW verso NE (Di Simplicio et al., 1974, Franceschelli et al., 1982).

Le fasi tettonico-metamorfiche principali, sembrano essere due:

- la prima, di tipo tangenziale, molto intensa, con la formazione di pieghe che hanno generato la struttura principale della catena ercinica,
- la seconda, che ha una intensità crescente verso NE che nella Sardegna settentrionale ha creato delle pieghe strette isoclinali ad andamento E-W.

I suddetti eventi tettonico-metamorfici, si sono sviluppati nel Carbonifero inferiore-medio in un arco di tempo compreso all'incirca tra 345 e 300 milioni di anni

La porzione del batolite sardo-corso affiorante in Sardegna, occupa una parte considerevole dell'isola (circa 6000 kmq).

La concentrazione prevalente è nel settore orientale, lungo una fascia con sviluppo NNW-SSE che comprende anche gran parte dei terreni metamorfici ercinici, che fungono da elementi di interruzione della continuità dell'affioramento del complesso granitoide.

Il complesso granitoide è rappresentato in ogni parte della Sardegna ercinica con proporzioni volumetriche variabili da zona a zona.

Inquadramento generale della Gallura

La strutturazione geologica della Gallura è principalmente legata all'orogenesi ercinica, che ha prodotto, a partire dal Carbonifero superiore e sino al Permiano, intense deformazioni, metamorfismo ed un importante magmatismo intrusivo ed effusivo.

In gran parte del territorio si osservano, infatti, i granitoidi del batolite sardo-corso e le rocce del complesso migmatitico e metamorfico in facies anfibolitica della Sardegna settentrionale (Nonnis, 2000).

Il batolite granitico, affiorante in diversi settori dell'isola, è costituito da un'associazione plutonica calcicalina metalluminosa, composizionalmente molto eterogenea e con una successione di messa in posto estremamente articolata nella quale si individua un'evoluzione nel tempo verso termini

sempre più acidi (Ghezzi et al., 1972; Braila et al., 1981; Ghezzi e Orsini, 1982; Carmignani et alii, 1982; Cherchi e Musumeci, 1992).

Le facies granitiche affioranti in Gallura sono da mettere in relazione con le diverse fasi della tettonica collisionale ercinica (plutoniti sintettoniche, tardo tettoniche e post tettoniche).

Si distinguono (Carmignani, 1996) granitoidi foliati fino a tonaliti (Barrabisa, Bortigiadas), gabbri e masse gabbro-tonalitiche (Punta Falcone), granodioriti monzogranitiche (S. Antonio, Monti), monzograniti equigranulari (Monte Limbara e Costa Smeralda).

Le facies granitiche e quelle metamorfiche sono attraversate da numerosi filoni di potenza e composizione variabile (porfidi granitici, micrograniti, apliti, pegmatiti, basalti), per lo più posteriori a tutte le grandi intrusioni, che intersecano secondo direzioni prevalenti.

La monotona natura granitica del territorio gallurese è interrotta dalla presenza di litologie vulcaniche e sedimentarie riferibili al tardo Paleozoico, al Mesozoico e al Cenozoico.

Struttura ed evoluzione del batolite

Il batolite sardo-corso, ha carattere estremamente composito, al suo interno sono rappresentati numerosi termini petrografici con caratteristiche mineralogiche, tessiturali e geochemiche variabili in relazione alla posizione spaziale all'interno della struttura.

In prima analisi, il carattere composito si rivela per la presenza di numerose intrusioni, mentre, la complessità strutturale è legata alla modalità ed alla cronologia di messa in posto delle singole intrusioni.

Il criterio fondamentale che ha guidato lo studio del batolite, è quello della cronologia relativa delle diverse intrusioni, ma un ruolo importante hanno avuto anche le cronologie assolute, seppure con opportune operazioni di filtraggio dei dati.

La formazione di un batolite, si realizza in un lasso di tempo piuttosto lungo, in cui il contesto geodinamico contempla episodi di collisione continentale come quello riguardante il segmento ercinico sardo ed in tale contesto occorre correlare la messa in opera delle diverse parti del batolite con lo sviluppo globale della tettonica collisionale e post-collisionale.

La sequenza di messa in posto delle diverse plutoniti, è stata ricostruita da diversi autori, la teoria più recente è quella sviluppata da Ghezzi e Orsini (1982), tale schema presuppone la formazione di:

- plutoniti precoci sin-tettoniche;
- plutoniti tardo-tettoniche, in questo raggruppamento, è compresa la maggior parte del batolite (circa 74% del totale);

- plutoniti post-tettoniche, rappresentano circa il 25% del batolite.

Il periodo è caratterizzato dall'ingressione marina del Trias medio, anticipato da un periodo breve con morfologia lagunare, che si caratterizza per la deposizione di gessi.

La sedimentazione inizia con un carattere calcareo-dolomitico, con la presenza di una ricca fauna fossilifera e prosegue con carattere lagunare nel Trias superiore, la cui sedimentazione è rappresentata da argille gessifere e dolomie a pollini e spore di piante continentali.

Durante il Giurassico, dopo la trasgressione, si delineano due bacini marini, separati probabilmente da una dorsale con direzione circa nord sud.

Il bacino occidentale e il bacino orientale, dopo le deposizioni di litologie prevalentemente calcaree, dolomitiche e marnose nel primo e di conglomerati, arenarie ed argille e poi di calcari e dolomie nel secondo, iniziano presumibilmente a ricongiungersi verso la fine del periodo in esame, ricoprendosi interamente dalle acque marine.

Il mare tende a regredire all'inizio del Cretaceo e si ha la formazione della facies purbeckiana a carofite.

Durante il cretaceo, persistono nella loro esistenza ed evoluzione i due bacini di sedimentazione che permettono l'accumulo soprattutto di calcari a foraminiferi, ostree e rudiste con scarsa presenza di marne e di calcari di scogliera ad ippuriti e intercalazioni di marne a globotruncane.

Lo spessore delle litologie ascrivibili a questo periodo è di circa 400 metri.

Nella zona in esame ritroviamo, le litologie che appartengono alla successione della Sardegna orientale, che si caratterizzano per la presenza di:

- dolomie, dolomie arenacee, calcari dolomitici, di ambiente da litorale a circalitorale, caratterizzati dalla presenza di foraminiferi bentonici e foraminiferi planctonici, calcisfere, alche calcaree, belemniti, ammoniti, echinodermi,
- conglomerati, arenarie quarzose, siltiti e argille di ambiente fluvio deltizio.

I depositi quaternari, affiorano nel settore centrale dell'area investigata con diffusione areale limitata.

Al fine di avere un inquadramento generale, possiamo raggruppare le litologie quaternarie in:

- deposizioni attuali di natura alluvionale, in stretta correlazione con i corsi d'acqua principali. Queste litologie sono assai varie ma principalmente sono caratterizzate dalla presenza di conglomerati, ghiaie e sabbie più o meno elaborate. Si tratta di sedimenti grossolani con aumento delle dimensioni dei componenti avvicinandoci ai versanti degli alti morfologici. In

situazioni locali, si ritrovano in maniera subordinata sedimenti a granulometria fine come sabbia e limi che si presentano in lenti e livelli sottili.

- raramente si ritrovano sedimenti di deposizione continentale formati da depositi eluvio-colluviali, con presenza di alterazioni variabili e processi di pedogenesi. La natura di questi depositi è alluvionale e detritica con presenza di clasti provenienti dalle litologie delle rocce circostanti.
- Le deposizioni di natura eolica, sono formate da sabbie ed arenarie ad elevata classazione granulometrica con struttura del tipo grano sostenuta, con la presenza di una debole cementazione.
- i depositi detritici che si ritrovano alla base e lungo i versanti a maggiore pendenza, principalmente dovuti alla disgregazione ad opera degli agenti della dinamica esogena delle litologie granitiche e metamorfiche.

Nel dettaglio, dal basso verso l'alto le litologie risultano costituite dalle seguenti successioni:

- Complesso migmatitico ercinico
- *Anfiboliti con relitti di paragenesi eclogitiche*

I corpi anfibolitici affiorano all'interno dei micascisti. Questi prodotti derivano dal metamorfismo di basalti ad affinità oceanica. Si tratta di corpi lenticolari ettometrici, talvolta con scistosità pervasiva parallela a quella della roccia incassante. Affiorano in maniera ridotta a S di Golfo Aranci.

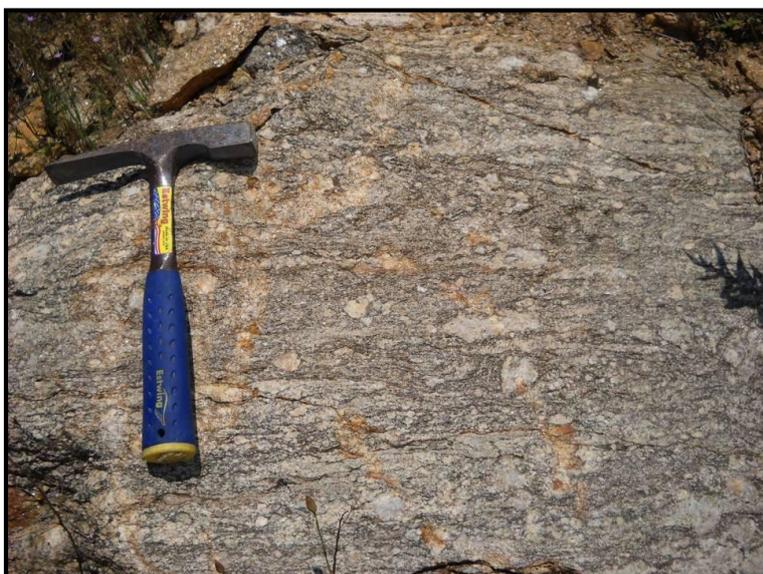


Figura 5 – Ortogneiss in affioramento.

- *Diatessiti e metatessiti con ortogneiss*

Si tratta di granitoidi con differente composizione ed età; vi sono rappresentati sia leucograniti per alluminosi, che granodioriti e tonaliti. La grana è eterogenea e spesso si riscontra una facies con cristalli di plagioclasio centimetrici con inclusioni picolitiche di biotite. Sono visibili in maniera diffusa nel settore Nord dell'area investigata.



Figura 6 Diatessiti e metatessiti in affioramento.

- *Ortogneiss granodioritici e monzogranitici*



Figura 7 – Ortogneiss in affioramento.

- Complesso plutonico del Carbonifero sup.-Permiano

Le intrusioni post-erciniche si ritrovano in tutto il settore investigato. Nelle aree in esame le intrusioni sono da mettere in relazione alle zone di taglio transtensive successive all'impilamento delle falde, come osservabile nella porzione orientale della carta geologica allegata. Si tratta principalmente di leucograniti in facies prevalentemente equigranulri e granodioriti monzogranitiche equigranulari e tonalitiche, monzograniti in facies da moderatamente a molto inequigranulari per fenocristalli di K-feldspato; granodioriti monzogranitiche equigranulari e leucograniti e granodioriti di origine anatettica, con scistosità.

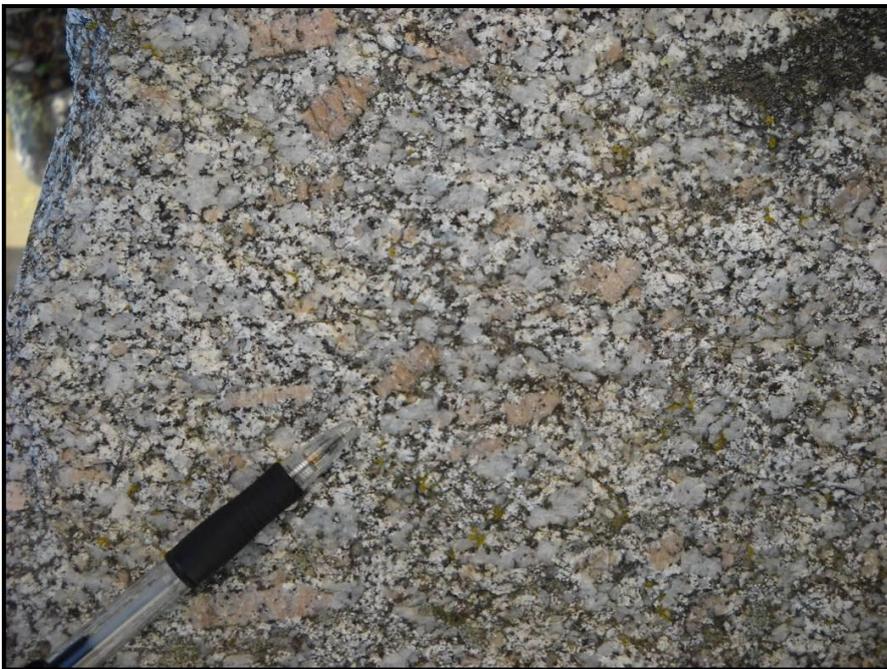


Figura 8 – Monzograniti moderatamente inequigranulari con fenocristalli di k-feldspato (Telti)

- Complesso filoniano del Carbonifero sup.-Trias

Si tratta di filoni di porfidi granitici e presentano tessitura isotropa, talvolta porfirica con fenocristalli di feldspato alcalino potassico, quarzo e più raramente biotite e muscovite dispersi in una massa di fondo granofirica. L'orientazione osservata negli affioramenti è NW-SE.



Figura 9 – Leucograniti in affioramento presso il settore Sud dell'area in esame.

- *Depositi quaternari*

Sono costituiti dai suoli attuali (meglio descritti nel capitolo successivo) e dai colluvi e le alluvioni che si rilevano lungo gli alvei di tutti i corsi d'acqua.

Depositi colluviali antichi e recenti (Pleistocene-Olocene)

Sono costituiti da materiali colluviali e clasti di dimensione da centimetrica e pluridecimetrica in matrice sabbioso-limosa, soggetti a pedogenesi prevalentemente carbonatica, derivanti dal dilavamento delle coltri di alterazione delle rocce calcarenitiche e marnose dei versanti adiacenti.

Depositi alluvionali e colluviali recenti e attuali (Olocene)

Generalmente costituiti da sabbie (talvolta ciottolose) e limi degli alvei dei corsi d'acqua. Si ritrovano in tutto il settore nord-orientale, presso la piana alluvionale e costiera caratterizzata dal tratto terminale dei corsi d'acqua.

- *Depositi litorali e di spiaggia (Olocene)*

Il settore costiero, comprendente è caratterizzato dalla presenza di depositi di spiaggia attuali. Si tratta di sedimenti sabbiosi medio- grossolani, da estremamente ben classati sino a più fini lungo il litorale.

Alle spalle delle spiagge attuali si ritrovano i depositi di spiaggia e i cordoni litorali antichi attribuiti all'Olocene. Sono rappresentati da sedimenti ghiaiosi più o meno grossolani che divengono via via più fini sino a sabbie grossolane. Depositati sabbiosi caratterizzano inoltre la parte retrostante la spiaggia. Queste sabbie, talora debolmente cementate, contengono frammenti fossiliferi di fauna analoga a quella attuale. La loro conformazione è sempre allungata secondo una direzione di sviluppo parallela all'attuale fascia litorale. Avvicinandoci alla costa, i depositi assumono carattere prettamente marino, con rare sabbie più o meno cementate che si sono messe in posto durante l'ultimo evento glaciale pleistocenico.



Figura 10 – Litologie rilevate nel settore investigato (stralcio legenda della carta geologica allegata in progetto).

7. CARATTERI TETTONICI

Le deformazioni di natura tettonica registrate dal batolite sardo, sono solo in minima parte riconducibili ad eventi tettonici ercinici in atto durante la sua messa in posto.

La tettonica ercinica

Le uniche impronte deformative sicuramente erciniche registrate nel complesso granitoidale riguardano le plutoniti precoci sin-tettoniche.

La tettonica ercinica del basamento sardo, può essere ricondotta a due importanti eventi geodinamici.

La tettonica tardo-paleozoica

La fase tettonica successiva a quella ercinica, è una tettonica di tipo trascorrente che si esplica con zone di taglio, nelle quali sono individuabili ampi settori transtensivi con zone di crosta assottigliata. Le evidenze di tale tettonica, sono chiare nella zona di taglio del Grighini, che taglia il complesso intrusivo tardo ercinico.

La tettonica mesozoica ed eocenozoica

Questi eventi tettonici del mesozoico, in Sardegna, sono confinati nelle piattaforme carbonatiche di questo periodo, presenti nella zona settentrionale.

La tettonica oligo-miocenica

Durante l'oligo-miocene, la Sardegna è stata interessata da movimenti tettonici di notevole entità che riflettono la complessa geodinamica mediterranea di questo intervallo di tempo.

La struttura più importante generata dalla tettonica oligo-miocenica è il rift sardo, legato ad una fase di tipo distensivo, messa in relazione con l'apertura del bacino ligure-provenzale, con conseguente rotazione del blocco sardo-corso.

Le faglie trascorrenti con direzione ENE-NE, sono gli eventi tettonici di gran lunga più evidenti nel batolite sardo.

La tettonica del miocene superiore e del plio-quadernario

Alla tettonica trascorrente, inquadrabile in un intervallo di tempo che dall'Oligocene superiore arriverebbe sino al Langhiano inferiore, fa seguito un regime distensivo individuabile, con ogni probabilità, nel rilascio del campo di stress indotto dalla precedente collisione.

A partire dal Burdigaliano, contemporaneamente al collasso gravitativo dell'orogene nord-appenninico, ha origine un'importante fase di *rifting*, responsabile del distacco dal margine sud-europeo e della migrazione verso SE del Blocco sardo-corso, con la contemporanea formazione della "Fossa Sarda" *Auct.* Lo sviluppo di questa tettonica distensiva è comunemente associato, da un punto di vista geodinamico, alla deriva del blocco sardo-corso e all'apertura del Bacino balearico.

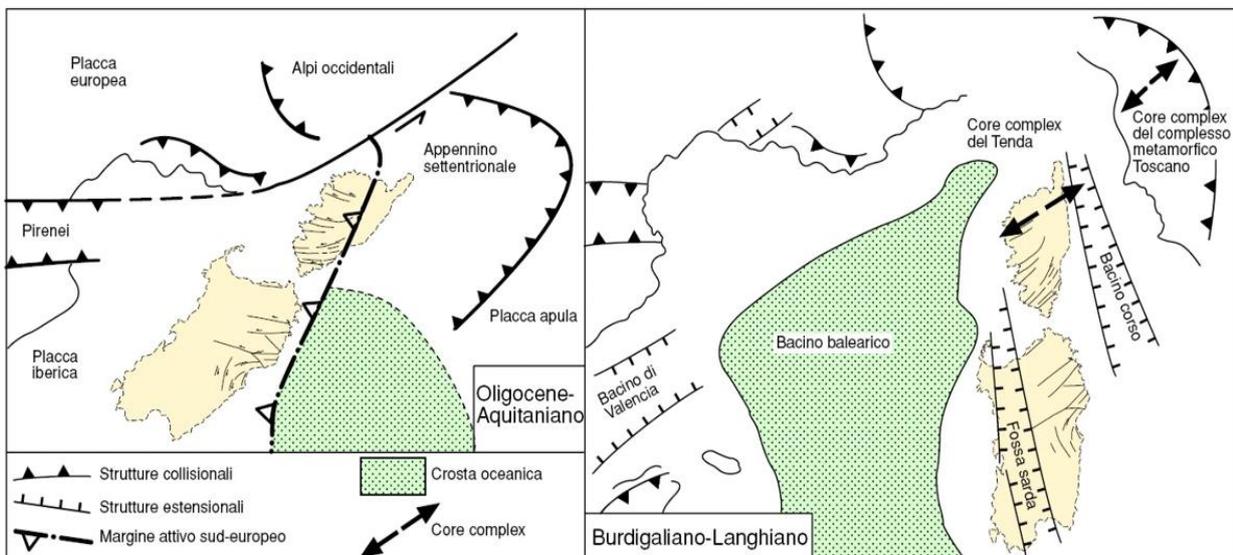


Figura 4 - Geodinamica rotazionale del blocco sardo-corso

Questo bacino tettonico bene si inquadra nel complesso sistema di fosse tettoniche che interessa il Mediterraneo centro occidentale. Esso si sviluppa in senso meridiano dal Golfo dell'Asinara fino al Golfo di Cagliari con una struttura complessa chiaramente asimmetrica, caratterizzata da *semi-graben* a polarità opposta separati da *transfer zones*.

8. SISMICITÀ

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" affida alle Regioni l'individuazione, la formazione e l'aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche dando in questo modo attuazione al D. Lgs. 112/1998 ed in particolare agli articoli 93 e 94 che determinano la ripartizione tra Stato e Regioni delle competenze in materia di riduzione del rischio sismico. L'Ordinanza, allineando il sistema normativo per le costruzioni in zona sismica al sistema dei codici europei (EC8), ha consentito una significativa razionalizzazione del processo di individuazione delle zone sismiche. L'allegato 1 dell'Ordinanza stabilisce che le zone sismiche vengono individuate da 4 classi di accelerazione massima del suolo (a_{max}) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni. La coincidenza fra il numero di categorie del precedente sistema ("classificazione sismica") e il numero di zone previste dall'Ordinanza non deve incoraggiare a stabilire un parallelismo eccessivo fra mappe relative a sistemi che sottendono livelli di protezione sismica differenti. Basti ricordare ad esempio che la quarta categoria precedente non richiedeva alcun intervento antisismico, mentre la quarta zona attuale lo richiede, sia pure in modo semplificato. La cronistoria della classificazione sismica del territorio italiano nella classificazione definita dai Decreti emessi fino al 1984 la sismicità è definita attraverso il "grado di sismicità" S. Nella proposta di riclassificazione del GdL del 1998 si utilizzano 3 categorie sismiche più una categoria di Comuni Non Classificati (NC).

La riclassificazione sismica del territorio nazionale prevede che tutto il territorio sia classificato sulla base della Mappa di Pericolosità Sismica del Territorio Nazionale riportata di seguito: in relazione alla pericolosità sismica, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi, il territorio nazionale è stato suddiviso in quattro zone con livelli decrescenti di pericolosità in funzione a quattro differenti valori di accelerazione orizzontale massima al suolo (a_{g475}), ossia quella riferita al 50esimo percentile, ad una vita di riferimento di 50 anni e ad una probabilità di superamento del 10% riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s. alle quali si applicano norme tecniche differenziate per quanto concerne le costruzioni. L'appartenenza ad una delle quattro zone viene stabilita rispetto alla distribuzione sul territorio dei valori di a_{g475} con una tolleranza 0,025g.

Come si evince dalla tabella, a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (a_g). Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione. **Infatti le nuove Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 in vigore dal 1° luglio 2009 hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali.**

Zona	a_{g475}
1	$a_{g475} \geq 0.25g$
2	$0.25g < a_{g475} \leq 0.15g$
3	$0.15g < a_{g475} \leq 0.05g$
4	$a_{g475} < 0.05g$

Tabella 1 – Valori di accelerazione orizzontale massima al suolo.

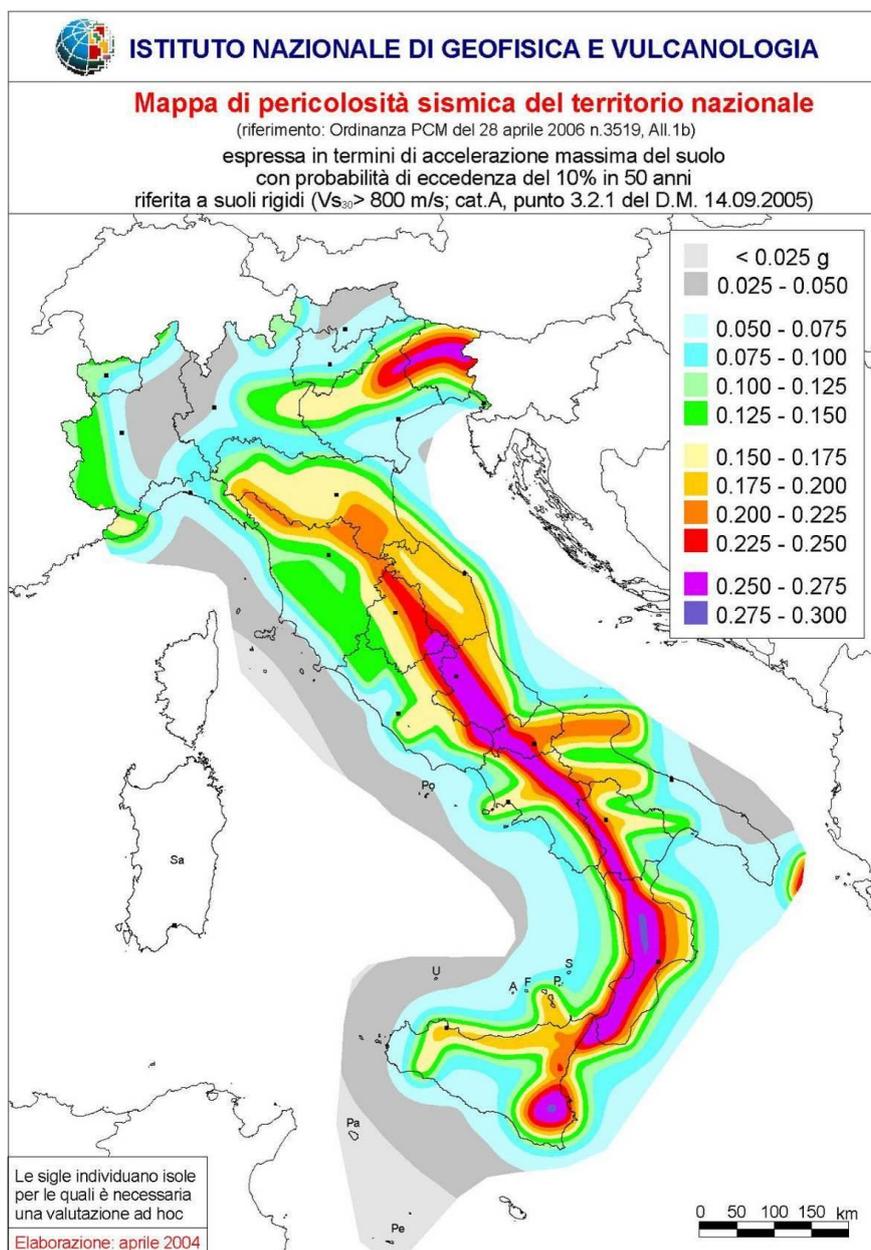


Figura 11 – Mapa della pericolosità sismica per il territorio nazionale.



Figura 12 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (Fonte Dipartimento Protezione Civile).

In precedenza, per ciascuna zona veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche. Dal 1- luglio 2009 invece, con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera.

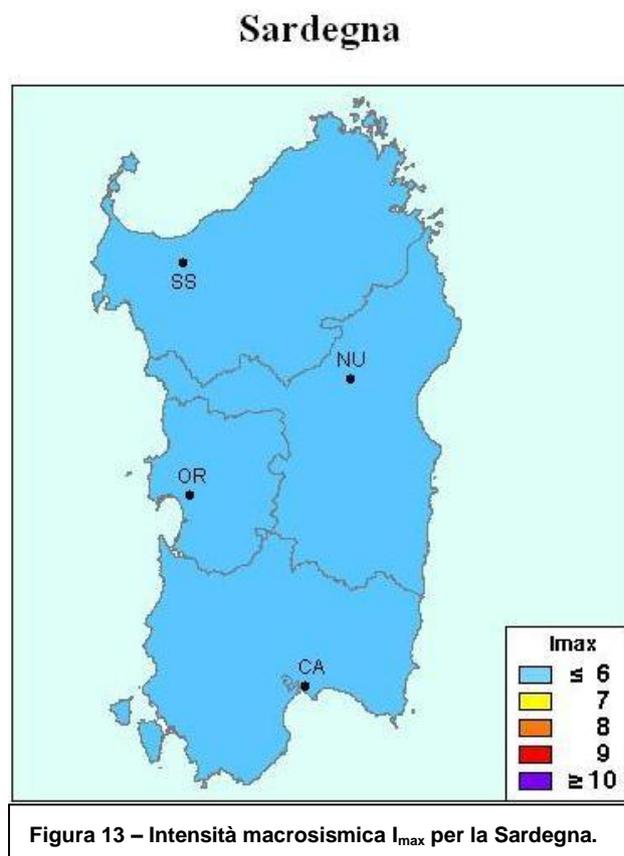
Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, indipendentemente dai confini amministrativi comunali. La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio Civile, etc.).

La Regione Autonoma della Sardegna ha recepito la zonizzazione del territorio nazionale con D.G.R. 30.03.2004, n.15/31 "Disposizioni preliminari in attuazione dell'O.P.C.M. 20.03.2003, n. 3274" (B.U. Sardegna 21.08.2004, n. 23). L'abitato di **Olbia**, come tutto il territorio regionale, ricade in **Zona sismica 4**, ovvero quella meno pericolosa a cui corrisponde la normativa antisismica meno severa, per la quale il parametro a_g (corrispondente all'accelerazione orizzontale di picco con probabilità di superamento del 10% in 50 anni) è assegnato un valore convenzionale di **0,05g** da adottare nella progettazione.

Per quanto riguarda la massima intensità macrosismica I_{max} (che rappresenta una misura degli effetti che il terremoto ha prodotto sull'uomo, sugli edifici e sull'ambiente), si fa riferimento alla classificazione del Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti (G.N.D.T.).

Per i comuni della Sardegna, così come per

quelli ove si segnalano intensità massime molto basse o non esiste alcun dato osservato, è stato assegnato un valore "ponderato" di intensità (I_{max}/pon), stimato per estrapolazione dai valori osservati nei comuni limitrofi oppure calcolando un risentimento massimo a partire dal catalogo NT.3 mediante opportune leggi di attenuazione. Ad ogni comune risulta quindi associato un valore di intensità massima osservata (I_{max}/oss), oppure "ponderata" (I_{max}/pon).



Dei 375 comuni della Sardegna, meno del 5% ha comunicato al G.N.O.T. i dati relativi all'intensità macrosismica MCS: in ogni caso, nella totalità delle rilevazioni, i valori sono risultati minori di 6, come si evince dalla figura precedente.

Per l'area in esame, la pericolosità sismica di base, la classificazione sismica e la magnitudo di riferimento sono le seguenti:

- Accelerazione orizzontale massima al suolo normativa < 0,05 g
- Zona sismica 4 (sismicità molto bassa)
- Intensità macrosismica 7
- Magnitudo <6

La classificazione, adottata secondo i criteri sopra definiti, consente di individuare cinque categorie di suoli di fondazione:

- **A:** formazioni litoidi o suoli litoidi omogenei molto rigidi *caratterizzati da valori VS30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo di 5m.*
- **B:** depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, *con spessori di diverse decine di metri, caratterizzate da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media NSPT > 50, o coesione non drenata media Cu > 250 kPa)*
- **C:** depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, *con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di VS30 compresi tra 180 e 360 m/s (15 < NSPT < 50, 70 < Cu < 250 kPa).*
- **D:** depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, *caratterizzati da valori di VS30 < 180 m/s (NSPT < 15, Cu < 70 kPa).*
- **E:** profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, *con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 > 800 m/s.*

9. GEOPEDOLOGIA

La geopedologia classifica i suoli secondo il sistema elaborato dal Servizio del Suolo degli Stati Uniti (Soil Taxonomy, 1994).

L'ambiente pedologico del territorio in esame deve essere visto in relazione soprattutto ai depositi geologici presenti, ai loro diversi aspetti morfo-strutturali, vegetazionali, climatici ed al loro uso presente e passato. L'intensa antropizzazione e l'urbanizzazione risultano inoltre fenomeni di fondamentale importanza nell'evoluzione nel sistema suolo.

Grandi Gruppi		Sottogruppi		Substrato	
A	Fluvaquents	1	Typic	a	Scisti
B	Xeropsammets	2	Vertic	b	Gneiss
C	Xerorthens	3	Aquic	c	Graniti
D	Xerofluvents	4	Lithic e Lithic-Ruptic	d	Calcari/Dolomie
E	Calcixerolls	5	Mollic	e	Basalti
F	Xerochrepts	6	Calcixerollic	f	Trachiti
G	Chromoxererts	7	Calcic/Petrocalcic	g	Arenarie
H	Pelloxererts	8	Ultic	h	Marne e Calcari marnosi
I	Salorthids	9	Fluventic	i	Conglomerati
L	Haploxeralfs			l	Tufi
M	Palexeralfs			m	Sabbie sciolte o leggerm. cementate
N	Rhodoxeralfs			n	Alluvioni antiche
O	Vitrandepts			o	Alluvioni recenti
				p	Colluvi
				q	Crostoni calcarei

Figura 14 – Codifica cartografica dei suoli

Pertanto i suoli, nell'ambito del territorio, sono stati suddivisi in funzione del substrato dal quale derivano e delle forme su cui si sono sviluppati. Il livello tassonomico raggiunto nella classificazione (Soil Taxonomy) è quello del sottogruppo. Per ciascun tipo di suolo sono stati esaminati i caratteri fisici più importanti sia sotto l'aspetto genetico sia riguardo gli aspetti gestionali e di utilizzazione tipica.

In tutto il settore oggetto del presente studio è stata eseguita una suddivisione in grande, tralasciando i suoli poco significativi per spessore ed estensione, in unità podologiche.

I caratteri dei suoli presi in considerazione per la classificazione sono: profondità, profilo, tessitura, permeabilità, reazione e saturazione in basi.

In generale i suoli esistenti sono notevolmente legati, nella loro genesi e maturazione, alla natura dei litotipi che costituiscono il substrato, alle caratteristiche fisiche, climatiche (nella sua evoluzione) e morfologiche che caratterizzano l'area di studio. All'interno dell'area investigata sono state riconosciute le seguenti unità cartografiche:

- Paesaggi su metamorfiti (scisti, scisti arenacei, argilloscisti, ecc.) del Paleozoico e relativi depositi di versante.

Tale unità di paesaggio comprende aree con forme da aspre a metamorfiti. I suoli predominanti secondo la classificazione USDA-Soil Taxonomy (1988) sono: *Typic*, *Lithic* e *Dystric Xerothents*, *Typic*, *Lithic* e *Dystric Xerochrepts*.

- Paesaggi sulle rocce intrusive del tardo-Paleozoico e relativi depositi di versante.

I suoli di questa unità, caratterizzata da morfologie aspre e dall'erosione molto marcata, sono soggetti ad un continuo ringiovanimento del profilo ed è quindi difficile la formazione di orizzonti diagnostici. Si tratta di suoli a profilo A-C e subordinatamente A-Bw-C, con capacità di ritenuta dell'acqua modesta e la tendenza a raggiungere rapidamente la saturazione idrica, che facilita l'asportazione delle particelle fini. I suoli predominanti sono: *Typic*, *Dystric* e *Lithic Xerothents*; *Typic*, *Dystric* e *Lithic Xerochrepts*; *Rock Outcrop*. Subordinatamente: *Palexeralfs* e *Haploxeralfs*.

- Paesaggi urbanizzati

Tale unità di paesaggio è quella rappresentata dalle aree urbanizzate e dalle principali infrastrutture.

- Paesaggio dei depositi pleistocenici.

Affiorano a contorno dei depositi attuali e recenti, nei terrazzi più elevati. La copertura vegetale varia dalla macchia alle colture agrarie. La pietrosità superficiale varia da moderata

per grossi ciottoli e blocchi ad assente, la rocciosità affiorante invece è sempre assente. Il contenuto in scheletro è molto variabile anche all'interno dello stesso profilo. La tessitura varia dalla franco-argillosa all'argillosa. Si trovano screziature di colore scuro legate alla presenza di ristagni idrici superficiali o di falde subsuperficiali. In profondità sono presenti degli accumuli di carbonati secondari, sotto forma di noduli, pseudomicelio e polveri fini. I rischi di erosione variano da assenti a moderati in funzione della morfologia. I fenomeni di ristagno idrico sono di breve durata e localizzati nelle micromorfologie depresse.

- Paesaggi delle alluvioni recenti ed attuali.

Affiora lungo l'alveo dei corsi d'acqua principali. La copertura vegetale è in genere caratterizzata da macchia e dalle colture cerealicole, foraggere e ortive. La pietrosità superficiale varia da assente a elevata in funzione della granulometria dei diversi episodi alluvionali, non mostra rocciosità affiorante. Il contenuto in scheletro varia da assente a dominante nei diversi orizzonti, anche all'interno dello stesso profilo, mentre la tessitura varia dalla sabbiosa all'argillosa fine in funzione della granulometria dei diversi episodi alluvionali. Localmente sono possibili accumuli in profondità di carbonati secondari associati. Possono anche essere presenti caratteri vertici più o meno pronunciati, per cui questi suoli possono localmente passare ai Vertisuoli propriamente detti. I rischi di erosione sono sempre assenti mentre sono possibili dei ristagni idrici, generalmente di breve durata e interessanti superfici di modesta ampiezza, in funzione della tessitura e della micromorfologia. I rischi di esondazione sono sempre possibili in funzione di eventi meteorologici di eccezionale gravità o durata.

10. IDROGEOLOGIA

10.1 IDROGRAFIA

L'intero territorio della Sardegna è suddiviso in sette sub-bacini ognuno dei quali caratterizzato in grande da generali omogeneità geomorfologiche, geografiche, idrologiche ma anche da forti differenze di estensione territoriale.

Il territorio regionale è stato suddiviso in Unità Idrografiche Omogenee (U.I.O.) ognuna costituita da uno o più bacini idrografici limitrofi. Tale individuazione ha portato alla designazione di 16 U.I.O. individuate per il territorio regionale la cui denominazione è quella del bacino principale.

Il territorio in esame è all'interno dell'Unità Idrografica Omogenea "Padrongiano", che occupa una superficie di 1028,95 Km².

L'U.I.O. del Padrongiano ha un'estensione di 1028 Km². Il Rio Padrongiano è il corso d'acqua principale ricadente nell'unità idrografica ed è anche un corpo idrico significativo. Esso ha un'estensione di 450,78 km² ed è delimitato a Ovest dalle propaggini orientali del Massiccio del Limbara, a Sud dalle propaggini settentrionali dei monti di Alà, a Nord e ad Est dal mare. Il Rio Padrongiano, a regime torrentizio, ha origine nella parte orientale del Massiccio del Limbara dalla confluenza del Rio di Enas e del Rio S.Simone e sfocia nel golfo di Olbia dopo un percorso di 35 km circa. L'altimetria del bacino varia con quote che vanno da 0 m (s.l.m.) in corrispondenza della foce del Fiume Padrongiano ai 1114 m (s.l.m.) in corrispondenza del versante orientale dei Monti del Limbara.

L'altro corso d'acqua di interesse, presente nell'unità idrografica, è il Rio S.Giovanni, il cui bacino ha un'estensione complessiva di 150,28 km². Esso ha origine nella zona compresa tra il M. Pozzo ed il M. Pino e scorre in direzione Nord fino a sfociare nel golfo di Arzachena. Nella restante porzione del bacino scorrono corsi d'acqua di modesta estensione e di pendenza notevole caratterizzati da torrenzialità stagionale.

Altri corsi d'acqua presenti nell'unità idrografica sono il Rio de su Piricone, nella parte a Sud, il Rio Zirulia a ovest, il Rio Santo Simone ed il Rio Pelasole, nella porzione centro meridionale dell'unità, il Rio de San Nicola ed il Rio de Seligheddu, che sfociano nel Golfo di Olbia.

All'interno dell'U.I.O. ricade anche l'arcipelago della Maddalena, comprendente le isole di Maddalena, Spargi, Santa Maria, Razzoli, la Presa, Caprera e Budelli.

Il regime pluviometrico è marittimo con un minimo tra luglio e agosto e un massimo tra dicembre e gennaio.

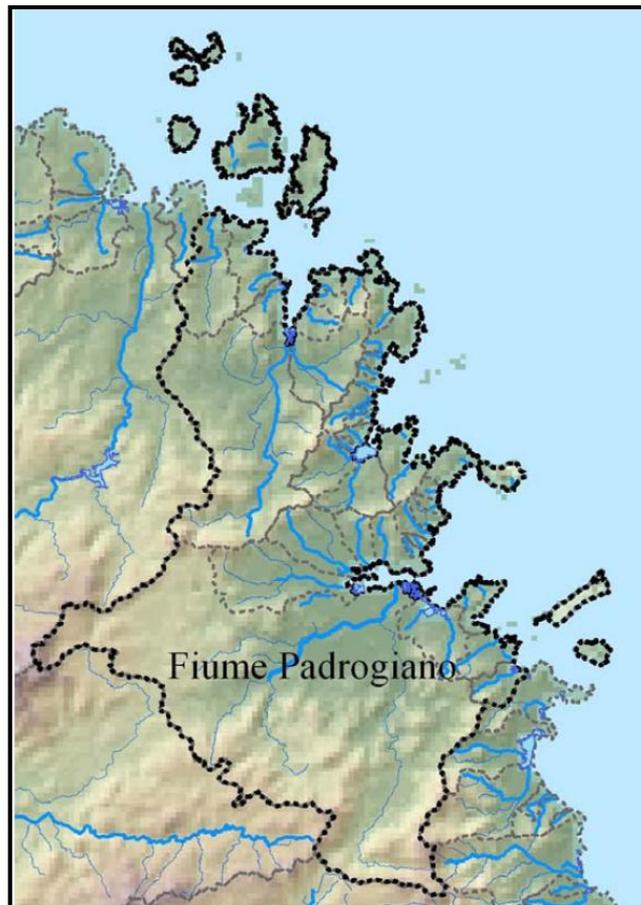


Figura 15 – Unità idrografica del Padrongiano.

Il Fiume Padrongiano nasce dalle pendici occidentali del massiccio del Limbara sfocia nel Golfo di Olbia.

La foce a delta, con struttura a più lobi, è unica in tutta la Sardegna. Questa forma deve la sua origine all'avanzamento del fronte di deposizione dei sedimenti trasportati dal fiume, favorito da poca profondità, calma delle acque, ristretta insenatura.

La litologia del bacino è quasi interamente formata da un complesso intrusivo di età Carbonifero Sup.-Permiana, costituito da leucograniti, monzograniti e porfidi granitici.

Nella parte terminale del bacino, le rocce granitiche sono ricoperte da alluvioni terrazzate dell'Olocene, di composizione ghiaioso-sabbiosa con limi e argille.

Il bacino del Padrongiano occupa una depressione tettonica orientata Ovest-Sud-Ovest/Est-Nord-Est.

Il territorio comunale di Olbia si estende per complessivi 382,488 kmq (compresi i circa 10 kmq delle isole ed i 61,44 kmq dell'isola amministrativa) ed è caratterizzato da una rete idrografica molto estesa e gerarchizzata.

La quasi totalità della rete idrografica afferisce al sub-bacino del Liscia così come individuato dal PAI, mentre la zona meridionale dell'isola amministrativa e parte integrante del sub bacino PAI del Coghinas-Mannu –Temo.

Nell'ambito della rete idrografica afferente al sub bacino del Liscia sono stati individuati i due maggiori bacini: quello del Rio San Giovanni e quello del Fiume Padrongiano.

- *Fiume Padrongiano, con Riu Enas, Rio San Simone, Riu Piricone, Riu la Castagna, Riu Nannuri, Riu Palasole, Riu Campittos, Riu Sciasseddu, Riu La Castanza, Rio San Paolo, Riu Codalonga, Riu Micheli Altana e rii minori;*

Il sistema idrografico del Fiume Padrongiano-Riu Enas si può suddividere a sua volta in tre ambiti:

1) affluenti in destra idrografica che comprendono il Riu Piricone-Riu La Castagna, il Riu Nannuri che affluisce nel primo in località Fraghi, il Riu Vena Fiorita, con l'immissario destro Riu Vena de Cani, alveo minore immissario presso la stazione ferroviaria Enas;

2) affluenti in sinistra idrografica: canale di bonifica di Colco che si immette nel Padrongiano in corrispondenza dell'aeroporto, il Riu Amenda che affluisce in località Burrai, alveo che si immette presso Ponte Sa Rena, Rio Santo Simone affluente dell'Enas in loc. Ponte Sa Rena e un suo affluente in sinistra, Riu Caprone immissario poco a valle della stazione ferroviaria Enas;

3) idrografia dell'isola amministrativa costituita da tratti pedemontani rispettivamente

– del Riu Nannuri-Vena Fiorita: riu Patente Nieddu e riu di Tumiannu, e altri affluenti

– del Riu Enas: sistema idrografico del Riu Palasole con l'affluente principale Riu Micheli Altana. Il sistema del Palasole (denominato a monte riu Sos Campittos, riu Sciasseddu, riu Monte Aspro), con gli affluenti in destra, oltre al riu Micheli Altana, Riu di Castanza, Riu di San Tommeo e Riu Codalonga e rii minori. A sinistra il Rio San Paolo, Riu Sa Rughe, Canale dell'Inferno e altri rii minori.

- Riu San Giovanni, con gli affluenti Riu Toltu, Riu di Montilongu, Riu Masciumarega e affluenti minori;

Il sistema idrografico del Rio San Giovanni è costituito dal medesimo e dal suo affluente principale in sinistra, il Riu di Montilongu, unitamente ai rispettivi sub-bacini.

Tra questi quello del Riu Masciumarega, che confluisce in destra idrografica al Rio San Giovanni presso stazzi Vadilonga.

Sono stati individuati ulteriori due bacini afferenti al Riu Bucchilagu, sottesi con sezione di chiusura al confine amministrativo con il Comune di Arzachena, in prossimità del monte Sarra Luchia.¹

10.2 CARATTERI IDROGEOLOGICI

L'idrogeologia di un settore dipende in maniera predominante dalla natura dei litotipi affioranti e dal loro grado di fessurazione. Sono, infatti, acquifere le rocce con caratteristiche tali da consentire l'assorbimento, l'immagazzinamento, il deflusso e la restituzione di acque sotterranee in quantità apprezzabili. Rocce molto porose, come sabbie e ghiaie, costituiscono ottimi acquiferi in grado di ospitare importanti falde idriche. Laddove le rocce non sono porose, contrazioni termiche ed altro possono generare fratture entro le quali può instaurarsi, anche se solo lungo lineamenti preferenziali, una circolazione idrica.

Dal punto di vista idrogeologico gli acquiferi dei depositi alluvionali della Sardegna, essendo alimentati da corsi d'acqua, forniscono portate soddisfacenti (10-40 l/s). Si tratta di acquiferi da mediamente porosi ad altamente porosi, in funzione della presenza della frazione limo-argillosa. L'alimentazione di queste falde appare provenire più che dalle precipitazioni dirette (infiltrazione reale, pari ad un decimo degli apporti e un drenaggio in periodo estivo pari al 3% degli afflussi) da corsi d'acqua a carattere torrentizio che drenano i rilievi circostanti. L'entità dell'alimentazione appare difficile da stabilirsi per mancanza di misure dei deflussi sui corsi d'acqua.

Acquiferi - consentono sia il moto che l'immagazzinamento dell'acqua. Ammettono componenti di movimento sia orizzontale (con portate significative per le opere di captazione) che verticale. I parametri idraulici sono sperimentabili con prove di portata.

Aquitardi – la componente orizzontale è pressoché trascurabile. Possono essere però sede di importanti movimenti verticali. Inoltre, se potenti, possono rappresentare importanti serbatoi di immagazzinamento, da cui l'acqua, può muoversi in verticale verso gli acquiferi. I parametri idraulici sono indirettamente determinabili con prove di pompaggio sugli acquiferi posti al letto o al tetto.

¹ Fonte: Studio di maggior dettaglio ai sensi dell'art.8 comma2 delle NTA del PAI del territorio extraurbano del Comune di Olbia – Novembre 2015

Aquicludi – entrambe le componenti di moto sono trascurabili. L'acqua può essere presente sotto forma di ritenzione, non soggetta a forza di gravità. I parametri idraulici non sono determinabili con prove di pompaggio, ma solo con test di laboratorio.

Gli acquiferi sono differenziati dagli aquitardi e dagli aquicludi in base al valore della permeabilità : Il moto è regolato dalla legge di Darcy:

$$Q = K \cdot i \cdot A$$

La legge è vettoriale per cui si possono distinguere una componente orizzontale K_h e una verticale K_v . Dal punto di vista operativo il moto orizzontale viene anche definito deflusso di falda e rappresenta il vettore di flusso verso le opere di captazione, ma poiché queste ultime hanno sezioni (A) molto piccole tale componente può risultare trascurabile per bassi valori di K. Per gli stessi valori di K può viceversa essere rilevante il flusso verticale, dal momento che esso interessa l'intera sezione di A del sistema idrogeologico, se questo ammette significative variazioni del carico idraulico.

Il mezzo fisico in cui avviene il deflusso e l'immagazzinamento dell'acqua sotterranea permette di distinguere:

1. *acquiferi granulari* (porosi)

2. *acquiferi fratturati*

Gli acquiferi possono essere classificati in base alle caratteristiche idrogeologiche della formazione sovrastante nel modo seguente:

Acquiferi freatici – non necessariamente devono affiorare sino alla quota del p.c., possono essere limitati da coperture meno permeabili. La condizione determinante è che non siano saturi sino a tetto, ovvero la superficie freatica, in contatto con l'esterno, cada all'interno.

Acquiferi semifreatici – è il caso in cui l'acquifero è limitato a tetto da una copertura a bassa permeabilità relativa, all'interno del quale cade la superficie freatica.

Acquiferi confinati – al tetto presentano un acquiclude o comunque un aquitard a bassissima permeabilità relativa, tale da rendere gli scambi idrici nulli, con gli acquiferi sovrastanti. Sono saturi e il livello di falda è piezometrico, ovvero rappresenta una pressione al letto dell'acquifero.

Acquiferi semiconfinati – al letto presentano un aquitard che si può estendere sino al p.c., oppure essere a sua volta sormontati da un acquifero freatico. Attraverso l'aquitard sono resi possibili gli scambi idrici verticali con l'acquifero sottostante. Se l'aquitard è dotato di magazzino proprio può cedere la risorsa all'acquifero semi-confinato.

Sistemi acquiferi multifalda – sono sistemi molto diffusi in natura, e generalmente sono contrassegnati da un acquifero freatico o semi freatico sovrapposto a più orizzonti successivi semi confinati, ovvero separati da aquitard. Le condizioni di scambio idrico sono regolate dal carico piezometrico e dalle caratteristiche degli aquitard.

La diversa natura dei litotipi affioranti nei bacini idrografici determina una netta distinzione anche nelle caratteristiche di permeabilità.

I complessi acquiferi significativi sono stati individuati sulla base della loro potenzialità e, secondariamente, della loro vulnerabilità. La circolazione delle acque nel sottosuolo, è chiaramente influenzata dalle caratteristiche fisiche delle litologie presenti nell'area e principalmente dalla permeabilità primaria e secondaria.

All'interno dell'area di studio, la diversa natura dei litotipi affioranti nei due bacini idrografici determina una netta distinzione anche nelle caratteristiche di permeabilità.

Nell'ambito del presente studio preliminare si è operato un accorpamento semplificato dei diversi litotipi. In generale il settore è costituito da rocce da impermeabili a scarsamente permeabili, ad eccezione dei depositi quaternari e di calcare cambrico i quali sono caratterizzati da una permeabilità da media ad alta. La variazione di permeabilità deriva principalmente dalla granulometria dei depositi e dal loro grado di cementazione.

Dal punto di vista idrogeologico, possono essere distinte 2 unità idrogeologiche. La prima è caratterizzata da rocce a permeabilità bassa per porosità con drenaggio da lento ad impedito e substrato permeabile per fratturazione a modesta profondità (acquiferi multifalda).

La circolazione dell'acqua avviene quindi sia in superficie, all'interno delle coperture granitiche arenizzate e depositi eluviali e colluviali sabbioso limosi (acquifero poroso, $k > 10^{-6}$ m/s), sia in

profondità nel livello sottostante più integro attraverso il sistema di fratture (acquifero fessurato, $k < 10^{-6}$ m/s).

La seconda è caratterizzata da rocce a permeabilità media prevalentemente per fessurazione, con fratture più intense e più fitte dell'unità idrogeologica precedente (acquiferi monofalda) con $10 < k < 10^{-4}$.

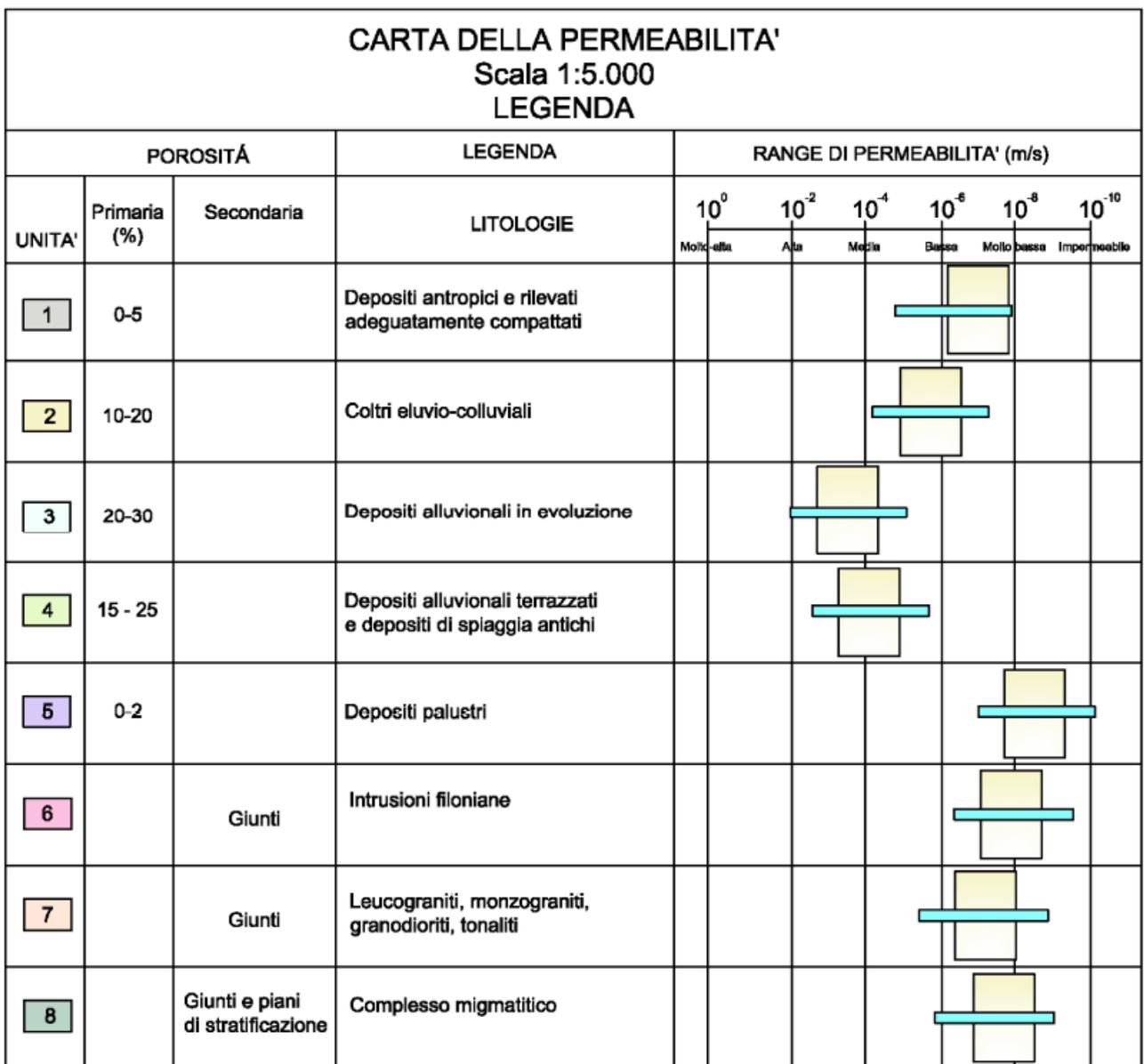


Figura 16 – Unità idrogeologiche individuate nell'area in esame in funzione del range di permeabilità.

I deflussi idrici sotterranei sembrano avere in generale le stesse direzioni di quelli superficiali: si ritiene cioè che bacino idrografico e idrogeologico siano grosso modo coincidenti.

Considerando i litotipi sedimentari che caratterizzano il settore in esame, dal punto di vista idrogeologico si possono distinguere in 4 principali unità idrogeologiche:

La prima è caratterizzata dai depositi sabbioso limosi e ciottolosi alluvionali (acquiferi monofalda) con $10^{-3} < k < 10^{-5}$.

La seconda è caratterizzata dai depositi limoso sabbiosi e argillosi colluviali (acquiferi monofalda) con $10^{-6} < k < 10^{-8}$.

La terza è caratterizzata da terreni eluviali a permeabilità bassa per porosità con drenaggio da lento ad impedito e substrato permeabile per fratturazione a modesta profondità (acquiferi multifalda). La circolazione dell'acqua avviene quindi sia in superficie, all'interno delle coperture granitiche arenizzate e depositi eluviali e colluviali sabbioso-limosi (acquifero poroso, $k > 10^{-6}$ m/s), sia in profondità nel livello sottostante più integro attraverso il sistema di fratture (acquifero fessurato, $k < 10^{-6}$ m/s).

La quarta è caratterizzata da rocce a permeabilità media prevalentemente per fessurazione, con fratture più intense e più fitte dell'unità idrogeologica precedente (acquiferi monofalda) con $10 < k < 10^{-4}$.

11. L'OPERA IN PROGETTO IN RELAZIONE AL P.A.I.

PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Secondo il Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico del bacino unico della Regione Sardegna (PAI) che è stato redatto, adottato e approvato ai sensi di diverse norme legislative nazionali e regionali ed ha finalità nelle aree di pericolosità idraulica e di pericolosità da frana al fine di salvaguardia di persone, beni ed attività dai pericoli e dai rischi idrogeologici nel territorio comunale in esame, esistono delle aree soggette a pericolosità idraulica.

Il Comune di Olbia ha affidato nel novembre del 2105 l'elaborazione dello studio del territorio extraurbano nell'ambito di quanto previsto dall'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI nonché della Variante al PAI sensi dell'art. 37 delle medesime Norme, così come prescritto dalle NTA del PAI.

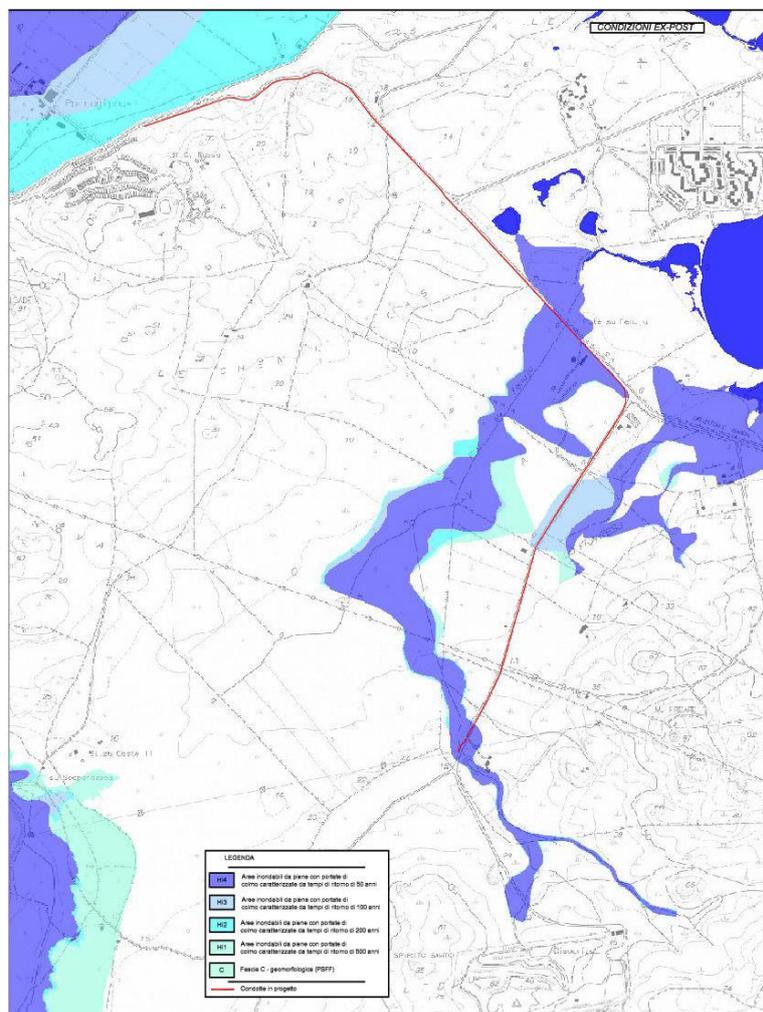


Figura 17 - Stralcio del P.A.I. per la pericolosità idraulica in sviluppo PAI-PSFF. In rosso: la condotta in progetto.

L'opera interrata in progetto prevede dei tratti in corrispondenza di aree soggette a pericolosità idraulica molto elevata **Hi4**. Si rimanda allo studio di compatibilità dell'opera a rete allegato in progetto.

PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA

Sono presenti, nell'area investigata, dei settori in cui esistono condizioni di pericolosità geomorfologica moderata **Hg1**, disciplinata dall'art. 34 delle NTA del PAI.

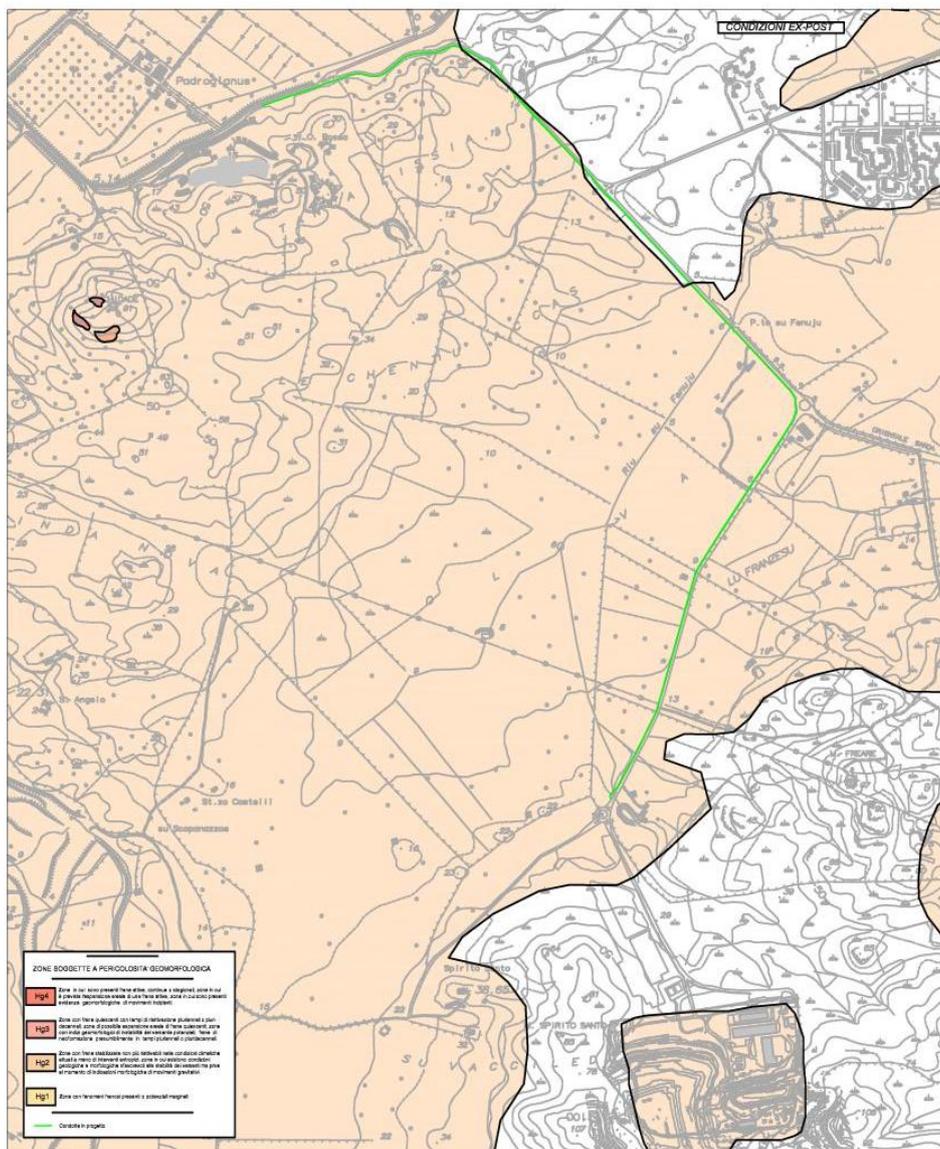


Figura 18 – Sovrapposizione aree soggette a pericolosità geomorfologica Hg con l'opera a rete prevista in progetto (in verde).

12. L'OPERA IN PROGETTO IN RELAZIONE AL P.S.F.F.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183.

Con Delibera n. 2 del 17.12.2015, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Sardegna, ha approvato in via definitiva, per l'intero territorio regionale, ai sensi dell'art. 9 delle L.R. 19/2006 come da ultimo modificato con L.R. 28/2015, il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali. Nella cartografia del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF), le fasce fluviali risultano distinte come segue:

- **Fascia A_2**, con tempo di ritorno $Tr = 2$ anni.

- **Fascia A_50**, con tempo di ritorno $Tr = 50$ anni.

- **Fascia B_100**, con tempo di ritorno $Tr = 100$ anni.

- **Fascia B_200**, con tempo di ritorno $Tr = 200$ anni.

- **Fascia C**, con tempo di ritorno $Tr = 500$ anni.

Nei casi di sovrapposizione tra aree a pericolosità idraulica perimetrate dal vigente P.A.I. e dal P.S.F.F., e relative a portate con tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni, si deve fare riferimento cautelativamente all'area a maggiore pericolosità idraulica ed alle relative prescrizioni imposte dalle Norme di Attuazione del P.A.I..

Nel caso del settore investigato, l'opera prevista in progetto **non ricade all'interno delle fasce fluviali perimetrate.**

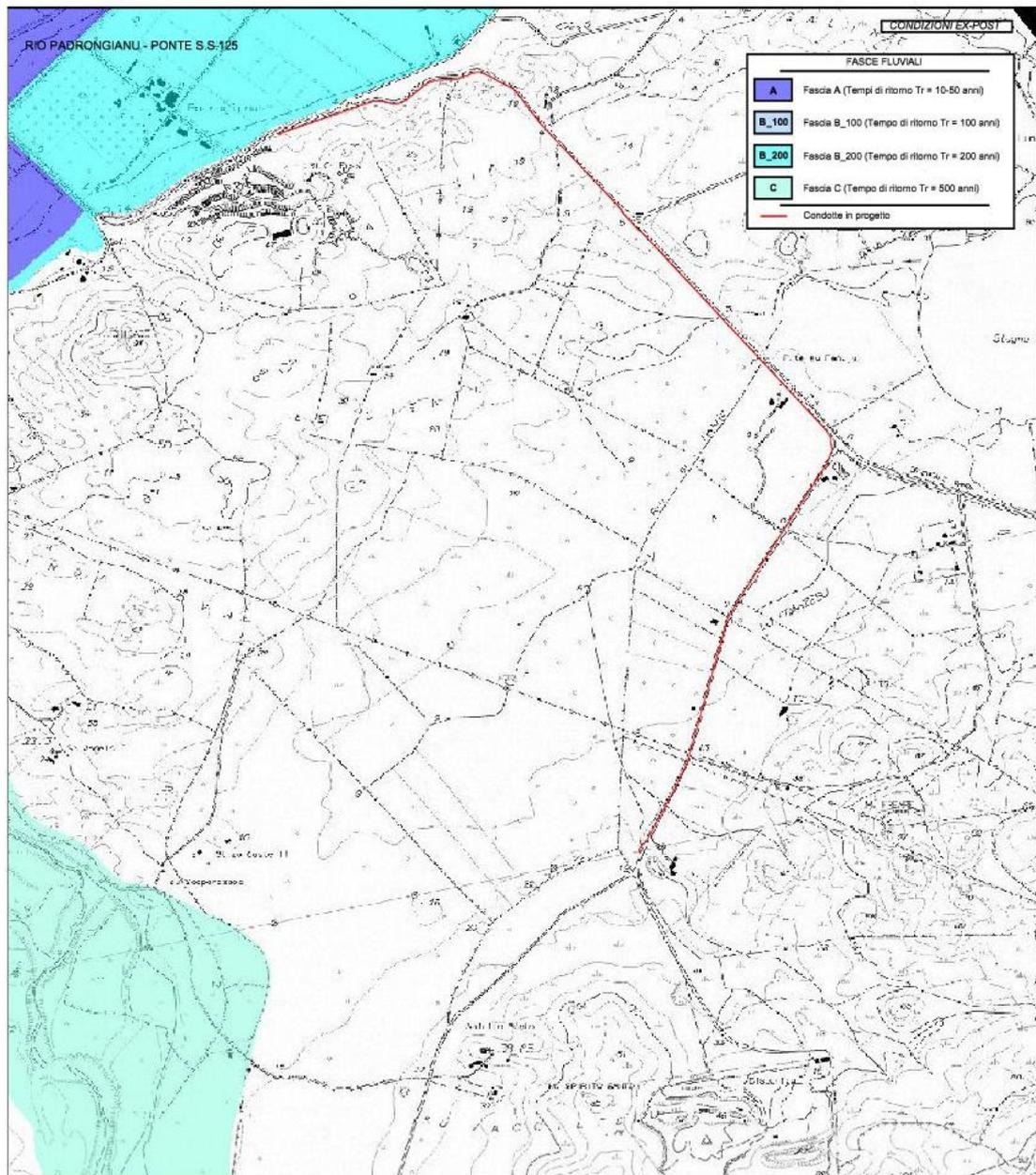


Figura 19 – Sovrapposizione delle opera previste con la perimetrazione delle fasce fluviali.

13. CONCLUSIONI

- Tale studio ha messo in evidenza che dal punto di vista geologico l'area in esame è caratterizzato da litotipi riconducibili al periodo di tempo compreso tra il Paleozoico e l'Olocene.
- Dal punto di vista geologico l'area è formata quasi esclusivamente di graniti risalenti al Carbonifero Superiore-Permiano. Si tratta di monzograniti e leucograniti inequigranulari a luoghi a fenocristalli di k-feldspato e, subordinatamente da litotipi metamorfici quali diatessiti, metatessiti e ortogneiss.
- La morfologia è condizionata dal vasto complesso granitico presente. Le forme sono quelle tipiche: creste di roccia seghettate e scoscese alternate a piccole valli, pietraie, Tor, alte pile di blocchi rocciosi, Tafoni, etc.
- Il paesaggio prevalente e quello collinare, le altimetrie sono moderate e le forme sono regolari e la rocciosità è mediamente elevata.
- Nella parte settentrionale dell'area investigata è presente un complesso metamorfico migmatitico costituito prevalentemente da scisti, gneiss e migmatiti.
- Il terreno superficiale su cui dovranno essere posizionate le tubazioni ed i pozzetti, sono di sufficiente consistenza, per cui non si ritiene di dover prevedere in questa fase ad interventi di consolidamento o di assestamento del sottosuolo.
- Le aree di scavo interessano parzialmente lo strato roccioso, e coinvolgeranno presumibilmente solo lo strato superiore di alterazione, detritico o di suolo già formatosi, riducendo in tal modo lo scavo su roccia a favore dello scavo su terra o su litologie assimilabili.
- All'interno dell'area esaminata si individuano più unità idrogeologiche distinte a causa dell'eterogeneità litostratigrafica che caratterizza il settore. Gli acquiferi di modesto spessore sono legati in gran parte ai depositi colluviali e sabbiosi di derivazione granitica.
- Dal punto di vista idrogeologico gli acquiferi dei depositi alluvionali, essendo alimentati da corsi d'acqua, forniscono portate soddisfacenti (10-40 l/s). Si tratta di acquiferi da mediamente porosi ad altamente porosi, in funzione della presenza della frazione limo-argillosa. Gli acquiferi che interessano il territorio oggetto di studio:

1. Acquifero Alluvionale Plio-Quaternario
2. Acquifero Detritico Quaternario
3. Acquifero fessurato dei litotipi granitici

- Brevi tratti della condotta prevista in progetto ricadono all'interno di aree perimetrata nella cartografia del PAI soggette a pericolosità idraulica molto elevata Hi4 e geomorfologica moderata Hg1. Considerando la tipologia dell'opera, costituita da reti PEAD interrate al di sotto delle sedi stradali, si ritiene che tali strutture non interferiscano e non condizionino in alcun modo il deflusso delle acque superficiali e sotterranee (si rimanda all'elaborato "Studio di compatibilità idraulica" allegato in progetto).
- È stata analizzata la circolazione idrica superficiale e sotterranea, con l'intento di caratterizzare, attraverso l'analisi delle loro proprietà idrologiche, le singole litologie presenti nelle aree studiate, individuando i complessi idrogeologici caratterizzati da un tipo di permeabilità comune e un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto. E' stato quindi ricostruito il quadro della circolazione idrica sotterranea, e la falda freatica superficiale si trova ad una profondità tale da non interferire con l'esecuzione degli scavi per la posa delle tubazioni.
- Per l'analisi delle caratteristiche meccaniche dei terreni e delle rocce si rimanda alla relazione geotecnica allegata in progetto.
- Il presente studio, non evidenzia, se si escludono le aree interessate da pericolosità idraulica e geomorfologica perimetrata nella cartografia P.A.I., allo stato attuale, la presenza di situazioni tettoniche attive, come faglie, dislocazioni o altri fattori d'instabilità, che possano pregiudicare la realizzazione dell'opera o comportare dissesti di qualunque genere.
- Per quanto sopra detto, le aree considerate nel presente lavoro sono ritenute, con gli adeguati accorgimenti progettuali, idonee per la realizzazione dell'opera.

14. BIBLIOGRAFIA

Servizio Geologico d'Italia – *Carta Geologica della Sardegna alla Scala 1:250.000 (2008).*
Università degli Studi di Cagliari, Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Siena, Centro di GeoTecnologie – Firenze

Servizio Geologico Nazionale – *Carta Geologica della Sardegna alla Scala 1:200.000 – Firenze (2001)*

Servizio Geologico Nazionale – *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia. Vol. LX (2001) – Roma.*

Prof. Ing. Marco Mancini - *Studio di Variante al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico e del quadro delle opere di mitigazione del rischio idraulico nel territorio comunale di Olbia – 2014*

Comune di Olbia - *Studio di maggior dettaglio ai sensi dell'Art. 8 comma 2 delle NTA del P.A.I. del territorio extraurbano del comune di Olbia. – NOV 2015*

I TECNICI

Dott. Ing. Giuseppe Delitala



Dott. Geol. Alberto Gorini

