

**COMUNE DI ORISTANO**  
**PROVINCIA DI ORISTANO**

**PIANO DI LOTTIZZAZIONE**  
***“Su Cungiau de Su Barroccu”***

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA**  
**(ART. 8 NTA PAI)**  
**E VERIFICA DELL'INVARIANZA IDRAULICA**  
**(ART. 47 NTA PAI)**

Responsabili dello studio:

L'Ing. Idraulico Davide Sechi



Il Geol. Fausto A. Pani



**Maggio 2017**

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	IL PAI E LE LINEE GUIDA .....	4
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	6
4	INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO .....	7
5	INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE E STRATIGRAFICO.....	8
6	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	12
7	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....	15
7.1	Acque superficiali.....	15
7.2	Acque sotterranee.....	16
8	GEOLOGIA DELL'AREA RISTRETTA.....	20
8.1	ALLUVIONI RECENTI E ATTUALI.....	20
9	INTERAZIONI CON LA PERICOLOSITÀ E CONDIZIONI DI AMMISSIBILITÀ .....	21
9.1	PAI, PSFF e PGRA.....	21
9.2	LA PERICOLOSITÀ IDRAULICA PER L'AREA INTERESSATA .....	23
10	CONCLUSIONI .....	23
11	INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA DI STUDIO E SISTEMA DRENANTE SUPERFICIALE.....	25
11.1	VERIFICA DELL'INVARIANZA IDRAULICA.....	25
12	CONCLUSIONI .....	29

## 1. PREMESSA

La presente relazione supporta la determinazione della compatibilità idraulica del progetto inerente una lottizzazione residenziale in zona C alla periferia nord - occidentale di Oristano.

L'area di lottizzazione in questione si trova a nord-ovest del centro urbano comunale di Oristano. È delimitata a nord, sud, ed ovest da proprietà private, mentre a est con strada sterrata prolungamento di Via Campanelli.

I toponimi delle aree sono: località Su Cungiau e Su Barroccu, in zona C2ru del vigente Piano urbanistico Comunale.

Da un punto di vista morfologico l'area è pianeggiante con variazione di 10-15 cm rispetto ad una quota medi di 4 m s.l.m.

L'area è prevalentemente incolta ad eccezione di qualche porzione con coltivazioni orticole.

L'area di lottizzazione si estende per una superficie di 11.324 mq, di cui circa 9.095 mq di nuova lottizzazione ed 2.000 mq circa già caratterizzate da manufatti edilizi.

Il Consorzio Su Cungiau e Su Barroccu è stato costituito dai proprietari delle aree allo scopo di lottizzare l'intera area individuata dai seguenti terreni così come individuati al N.C.E.U. Comune di Oristano al Foglio 6: 6123-6221-6124-6125-6126-6437-6436-6220-6435 (quest'ultimo compreso nello studio ma non nello stralcio di cui alla richiesta di convenzionamento).

Alcune proprietà comprese nel piano di lottizzazione hanno accesso dal prolungamento di Via Campanelli, mentre le altre hanno accesso da una strada sterrata a partire dalla Via Campanelli.

La Via Campanelli, fino al confine con l'inizio della strada sterrata, è servita dalle reti dei principali sottoservizi (acque nere, elettricità, acqua).

In prosecuzione della via Campanelli il Comune di Oristano ha approvato il progetto preliminare "Lavori di realizzazione circonvallazione", che nel tratto frontale antistante la lottizzazione ricalca il tracciato della strada sterrata esistente.

Inoltre l'area di lottizzazione è attraversata in direzione nord-sud dalla condotta idrica in pressione che alimenta il torrino piezometrico sito in località Sa Rodia.

L'area di lottizzazione ricomprende al suo interno un lotto già edificato.

In particolare, esso è individuato e configurato come segue:

- Lotto N° 8: F.6 mapp. 6221, di proprietà dei Sigg. Mereu Angelo e Piras Maria Bonacata, avente superficie di 2.000 mq, su cui insiste un edificio realizzato in base al progetto approvato in data 10/04/1974, per una volumetria totale di 1.032 mc, adibito a residenza ed un ulteriore edificio, pertinenza del primo, in base alla L.R.4/2009, della volumetria di 206,4 mc.

Gli interventi previsti nella lottizzazione avranno destinazione residenziale e/o servizi connessi alla residenza.

Relativamente alle opere di urbanizzazione primaria, nell'area oggetto di lottizzazione dovranno essere realizzate tutte le infrastrutture di urbanizzazione primaria, quali strade, marciapiedi, sottoservizi, impianto di illuminazione pubblica, parcheggi ed aree verdi.

In particolare la strada di lottizzazione si innesterà sulla strada attualmente sterrata, sulla prosecuzione di via Campanelli. La strada servirà tutti i lotti e con una rotatoria sarà possibile effettuare il cambio del senso di marcia. La strada sarà realizzata con una massicciata dello spessore di circa 20 cm completata con uno strato bituminoso di 8 cm.

Per quanto attiene ai sottoservizi, i relativi allacci saranno predisposti sulla strada in prosecuzione della via Campanelli.

L'intervento edificatorio ricade in area Hi1 (fascia C) del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali in corso di approvazione ed è valutato rispetto all'Art. 30 delle NTA del PAI vigenti.

## 2. IL PAI E LE LINEE GUIDA

Nelle more della redazione di un Piano di Bacino unitario, la RAS, in ossequio al D.L. 180 (Sarno) convertito in legge con il n° 267, ha richiesto l'operatività per stralci operativi per la pianificazione tematica dei bacini idrografici, definendo nell'immediato la necessità della mappatura delle aree pericolose sulle quali impostare interventi di urgenza finalizzati alla messa in sicurezza e riduzione del rischio e interventi strutturali finalizzati alla riduzione del pericolo.

Parallelamente definisce la trasformabilità del territorio evitando di istituire nuovo rischio con l'attivazione di nuovi insediamenti e nuove infrastrutture in zone definite pericolose.

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, redatto dal coordinamento unificato e basato sulle perimetrazioni di pericolosità operate da un diverso gruppo di lavoro per ogni singolo sottobacino regionale, approvato dall'Amministrazione Regionale con Decreto della Giunta Regionale del 30.12.2004 n° 54/33e reso esecutivo con Decreto Assessoriale n° 3 del 21.02.2005, è stato pubblicato sul BURAS n° 8 del 11.03.2005.

Associate al PAI e peraltro costituenti le Linee Guida su cui è stato redatto il PAI stesso, sono state redatte delle Linee Guida di supporto all'attività di perimetrazione delle Aree di pericolosità di Frana (Hg) e di Inondazione (Hi), di definizione degli Elementi a rischio (E), nonché delle aree a conseguente Rischio di Frana (Rg) e di Inondazione (Ri).

Tali Linee Guida, costituiscono altresì fonte di definizione delle Linee Guida di Adeguamento dei Piani Urbanistici al PAI, redatte e diffuse dall'Assessorato dell'Urbanistica e degli Enti Locali della Regione Autonoma della Sardegna.

Successivamente alla pubblicazione, le NTA del PAI sono state emendate varie volte.

**Il presente lavoro è coerente con le Norme di Attuazione P.A.I. con aggiornamento al 7 luglio 2016.**

Il rapporto ha come riferimento le N.T.A. del PAI nei seguenti articoli:

### **ARTICOLO 8 -** *Indirizzi per la pianificazione urbanistica e per l'uso di aree di costa*

*2. Independentemente dall'esistenza di aree perimetrate dal P.A.I., in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici anche di livello attuativo e di varianti generali agli strumenti urbanistici vigenti i Comuni [...] assumono e valutano le indicazioni di appositi studi di compatibilità idraulica geologica e geotecnica, predisposti in osservanza dei successivi articoli 24 e 25, riferiti a tutto il territorio comunale o alle sole aree interessate dagli atti proposti all'adozione.*

*5. In applicazione dell'articolo 26, comma 3, delle presenti norme negli atti di adeguamento dei piani urbanistici comunali al P.A.I. sono delimitate puntualmente alla scala 1: 2.000 le aree a significativa pericolosità idraulica o geomorfologica non direttamente perimetrate dal P.A.I.*

### **ARTICOLO 26 -** *Aree pericolose non perimetrate nella cartografia di piano*

*1. Possiedono significativa pericolosità idraulica le seguenti tipologie di aree idrografiche appartenenti al bacino idrografico unico della Regione Sardegna:*

*a. reticolo minore gravante sui centri edificati;*

*[..]*

3. Per le tipologie di aree indicate nei commi 1 e 2 le prescrizioni applicabili valgono all'interno di porzioni di territorio delimitate dalla pianificazione comunale di adeguamento al P.A.I., ai sensi dell'articolo 8, comma 5. [...].

4. Alle aree elencate nei precedenti commi 1 e 2, dopo la delimitazione da parte della pianificazione comunale di adeguamento al P.A.I., si applicano le prescrizioni individuate dalla stessa pianificazione comunale di adeguamento al P.A.I. tra quelle per le aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media.

#### **ARTICOLO 47 - Invarianza Idraulica**

1. Per invarianza idraulica si intende il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione.

2. I comuni in sede di redazione degli strumenti urbanistici generali o di loro varianti generali e in sede di redazione degli strumenti urbanistici attuativi, stabiliscono che le trasformazioni dell'uso del suolo rispettino il principio dell'invarianza idraulica.

3. **Gli strumenti urbanistici generali ed attuativi** individuano e definiscono le infrastrutture necessarie per soddisfare il principio dell'invarianza idraulica per gli ambiti di nuova trasformazione e disciplinano le modalità per il suo conseguimento, anche mediante la realizzazione di vasche di laminazione e vasche volano.

4. Sono fatte salve eventuali normative già adottate dai comuni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica.

5. La Regione approva normative specifiche con l'obiettivo di incentivare il perseguimento del principio della invarianza idraulica anche per i contesti edificati esistenti.

Più precisamente:

#### **ARTICOLO 30 - Disciplina delle aree di pericolosità idraulica moderata (Hi1)**

1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, nelle aree di pericolosità idraulica moderata compete agli strumenti urbanistici, ai regolamenti edilizi ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio e delle risorse naturali, ed in particolare le opere sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione, le nuove costruzioni, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture a rete e puntuali pubbliche o di interesse pubblico, i nuovi insediamenti produttivi commerciali e di servizi, le ristrutturazioni urbanistiche e tutti gli altri interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, salvo in ogni caso l'impiego di tipologie e tecniche costruttive capaci di ridurre la pericolosità ed i rischi."

Stanti le NTA del vigente PUC di Oristano, ne discende che, anche rispetto alle eventuali fasce di tutela dei corpi idrici superficiali, gli interventi previsti risultino ammissibili con le NTA del PAI vigente.

**Lo studio si pone come obiettivo la verifica della compatibilità idraulica e la verifica puntuale della invarianza idraulica e le eventuali modalità per il suo rispetto.**

### 3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito ricade nella Sardegna centro-occidentale, nel settore centrale del Campidano di Oristano.

Il bacino idrografico sotteso dal sistema costiero è suddiviso tra il bacino del Tirso e quello dei minori adiacenti.

Il settore di studio ricade all'interno del Bacino idrografico del Tirso, attraverso il sistema drenante di Pesaria, quindi del Canale di San Giovanni e lo Stagno di Santa Giusta.

La morfologia naturale e l'idrografia del settore sono stati profondamente modificati nel tempo da una serie di opere di bonifica e di sistemazione idraulica e fondiaria e sono attualmente gestiti attraverso sollevamenti artificiali che scaricano nel Canale di San Giovanni e quindi nello Stagno di Santa Giusta.



*Mapa - Il reticolo idrografico visto dalla foce e la zona di intervento in viola*

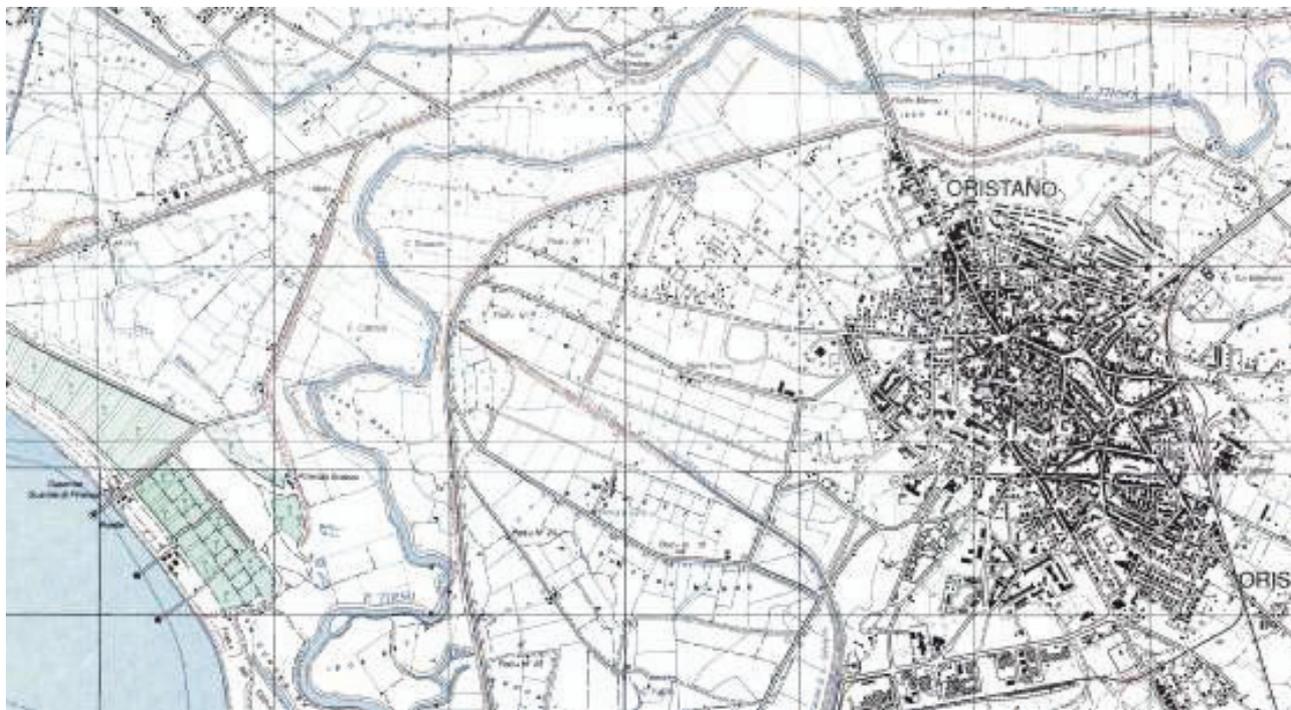
L'area è posta ad una quota compresa tra i 5.9 ed i 6.5 m s.l.m.m..

Il settore è pianeggiante con dislivelli ridotti e pendenze prossime a 0.2% ed è posto nella piana alluvionale del Tirso.

#### 4. INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

Il settore di Oristano oggetto di analisi è compreso nel F° 528 sez I - Oristano nord - e nel F°528 sez. II - Oristano sud- della Carta Topografica d'Italia dell'IGMI a scala 1:25.000.

L'area è ricompresa nelle Sezione 528080 "Oristano" della Carta Tecnica Regionale (CTR) in scala 1:10.000.



*Mapa – Stralcio dalla cartografia IGMI comprendente l'area in oggetto*

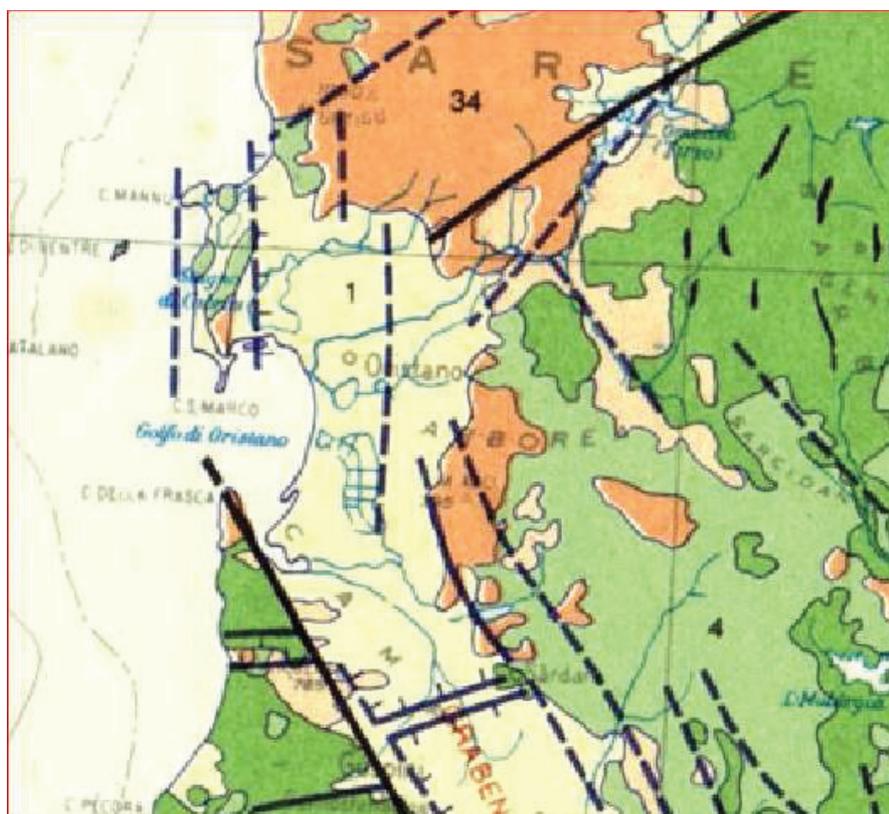
## 5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO STRUTTURALE E STRATIGRAFICO

L'area in esame costituisce una piccola porzione della fascia costiera del Golfo di Oristano, geologicamente e strutturalmente parte integrante della pianura del Campidano, che si estende per circa 115 km, con direzione NO-SE, dal Golfo di Cagliari al Golfo di Oristano.

Per meglio comprendere l'attuale assetto geologico e morfologico dell'area in studio si riportano i principali eventi geologico-strutturali che hanno portato alla formazione ed all'evoluzione del sistema graben – horst del Campidano.

Gli eventi geologici responsabili dell'attuale assetto geo-strutturale del settore in esame si possono far iniziare nel Terziario, durante l'Oligocene medio, quando, per la collisione della placca africana con quella europea, si ebbe la rototraslazione del blocco sardo-corso e l'apertura del rift sardo, con la suddivisione del basamento cristallino paleozoico, strutturalmente già evoluto, in due horst (Tapponier, 1977). L'horst occidentale fu smembrato in blocchi, disposti in senso meridiano, rappresentati da: la Nurra, i Monti di Flumentorgiu, l'Arburese-Iglesiente ed il Sulcis di grandi dimensioni, ed altri come il sud-Algherese e l'isola di Mal di Ventre, di dimensioni assai ridotte.

L'horst orientale, almeno apparentemente più omogeneo, è costituito dal complesso granitico del nord Sardegna, dalla zona assiale della catena ercinica della Sardegna nord-orientale, dalla zona a falde della catena ercinica della Sardegna centrale e dall'intrusione ercinica del Sarrabus.



*Stralcio dallo Schema geo-strutturale della Sardegna – Fonte Carmignani et alii (1982)*

La formazione della "fossa sarda", che si sviluppava dal Golfo di Cagliari a quello dell'Asinara con una larghezza di circa 40 km, fu seguita da un'intensa attività vulcanica sintettonica, che portò al parziale riempimento della stessa, come testimoniano le estese coperture vulcaniche della Planargia, del Bosano, del Montiferru, quelle carotate nel Campidano e quelle presenti ad est della dorsale del Grighini.

La subsidenza all'interno della fossa fu attiva per un lungo periodo, cosicché il mare miocenico vi penetrò, come testimoniano i numerosi affioramenti di sedimenti marini miocenici nel Meilogu-Logudoro a nord e lungo i bordi della fossa campidanese a sud, nella Marmilla e nella Trexenta ad est e di Funtanazza e del Cixerri ad ovest.

Nel settore meridionale della "fossa sarda" la serie miocenica, ricostruita sulla base dei risultati di perforazioni profonde eseguite nel Campidano e delle indagini di superficie, presenta uno spessore di circa 1500 m, di cui circa 300-400 m di ambiente continentale ed il restante di ambiente marino.



**Stralcio Carta Tettonica d'Italia**

In relazione ai movimenti tettonici che hanno generato il bacino sedimentario oligo-miocenico i materiali che si rinvenivano nella fossa sono stati suddivisi da Cherchi e Montardet (1982, 1984) in depositi pre-rift, syn-rift e post-rift, in funzione della loro posizione rispetto all'evoluzione della fossa stessa.

I depositi pre-rift, costituiti dai depositi detritici continentali eocenici della formazione del Cixerri, si rinvenivano nella parte basale della fossa e costituiscono i termini più antichi carotati nel Campidano. Sono classificati come syn-rift oltre ai prodotti del ciclo vulcanico oligo-miocenico ad affinità calco-alcalina auct., i sedimenti continentali della formazione di Ussana, i sedimenti in facies marina delle Arenarie di Gesturi, in eteropia con i Calcari di Isili e con le Marne di Ales (Cattiano sup.) ed il successivo complesso vulcano-sedimentario della formazione della Marmilla (Aquitano) in eteropia con i Calcari di Villagrecia.

I depositi post-rift, rappresentati dalla sequenza sedimentaria marina costituita alla base dalle Marne di Gesturi (Burdigaliano medio e sup.-Langhiano sommitale), che poggiano sulla formazione della Marmilla, di età Burdigaliano inf., dalle argille di Fangario (Langhiano sup.-Serravalliano inf.), dalle arenarie di Pirri (Serravalliano) seguite dal Calcare di Cagliari suddiviso in tre subunità e datato Serravalliano-Messiniano inf., si sono formati al termine dell'attività tettonica che provocò l'apertura della fossa, quando il mare miocenico entrò stabilmente nella stessa.

Le tensioni tettoniche responsabili del sistema di rift, datate Oligocene medio-Aquitano, hanno lasciato testimonianza degli stress sia nel sedimentario che nel vulcanico con direzione prevalente N 80° E. Questa fase è stata seguita da una fase tettonica di età burdigaliana, probabilmente dovuta alla collisione fra il blocco sardo-corso e la placca Apuliana, testimoniata dalle lineazioni N 40° E, mentre la direzione N 140°, riconoscibile in numerosi affioramenti, testimoniano la fase tettonica compressiva messiniana, responsabile del contatto discordante fra i sedimenti marini messiniani e quelli marini pliocenici.



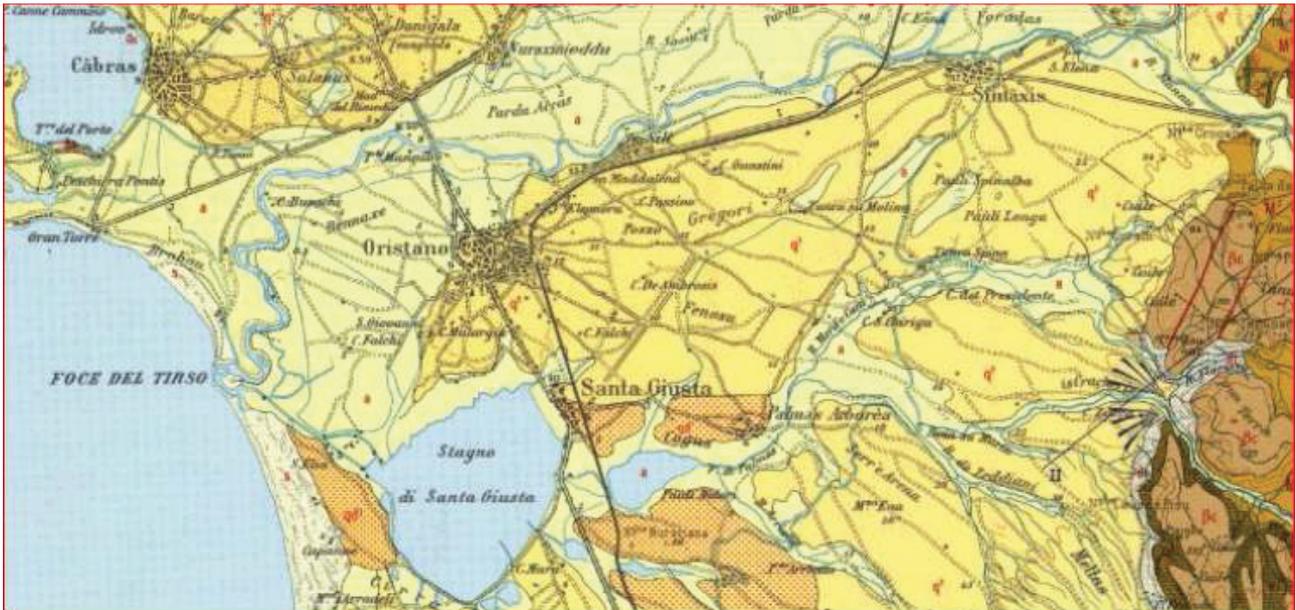
La geologia dell'area vasta sulla cartografia storica (La Marmora 1864 et alii)

Nel Messiniano in seguito alla crisi di salinità del Mediterraneo occidentale, il mare miocenico si ritirò e le aree precedentemente sommerse divennero sede di un'intensa attività erosiva, come evidenziato da una netta superficie di erosione che tronca la sequenza stratigrafica miocenica.

Durante la fase di regressione si passa gradualmente da un ambiente di mare aperto ad un ambiente di mare ristretto. Questi passaggi sono testimoniati nella penisola del Sinis, dove si rinvennero depositi evaporitici messiniani.

Nel nuovo ambiente continentale, nelle aree più depresse vengono depositi i detriti asportati dagli atmosferici nelle aree altimetricamente più elevate. Si formano così i sedimenti continentali pliocenici della Formazione di Samassi.

Nel Plio-Quaternario una nuova fase tettonica a carattere distensivo, collegata con l'origine del bacino oceanico del Tirreno centro-meridionale, interessa l'isola, ed è responsabile dell'apertura del graben campidanese, che si sovrappone al settore centro-meridionale della fossa sarda, attraverso il ringiovanimento, lungo i bordi paleozoici, di una serie di faglie parallele con direzione NNO-SSE.



**Mapa – L'area sulla Carta Geologica d'Italia 1:100.000**

A questa fase tettonica è inoltre legata una nuova fase vulcanica, a carattere alcalino, alla quale sono legate le manifestazioni vulcaniche responsabili della formazione dei grandi edifici vulcanici della Sardegna (Montiferru e Monte Arci) e della messa in posto dei basalti di piattaforma. Questi ultimi, spesso in evidente inversione di rilievo, andarono a colmare i bassi morfologici, ricoprendo i depositi detritici post-miocenici.

Lungo i bordi del graben questa situazione innesca un consistente regime erosivo che in parte smantella i sedimenti miocenici.

Dal Pleistocene medio la Sardegna acquista una certa stabilità tettonica. Le oscillazioni climatiche del Quaternario, a partire dal Pleistocene, e il susseguirsi delle variazioni eustatiche, generano nell'Isola degli evidenti mutamenti morfologici.

Nell'Olocene, infine, assistiamo alla deposizione di sedimenti (alluvioni, depositi litorali, dune etc.) che conferiscono alla Sardegna l'attuale aspetto morfologico.

La successiva ripresa dell'attività erosiva, guidata dalle discontinuità tettoniche, che ha agito con maggior intensità sulle litologie più erodibili, determinò la produzione di ingenti quantità di materiale detritico. Il materiale eroso, trasportato a valle dalle acque superficiali, incanalate e non, venne depositato nella fossa del Campidano fino a colmarla, con la formazione di potenti depositi detritici.

Nel Campidano la continua subsidenza e la mancanza di pendenze adeguate, ha localmente consentito il permanere di vaste zone depresse, come per esempio lo stagno di Sanluri e l'anello "lacustre" attorno al Golfo di Oristano e quello attorno a quello di Cagliari.

La pianura si affaccia sul Golfo di Oristano con una costa bassa e sabbiosa ad arco, che termina con due promontori alti e rocciosi rappresentati da Capo Frasca verso SO e Capo San Marco verso NO. Si tratta di una spiaggia di considerevoli dimensioni, sia per larghezza sia per lunghezza, interrotta localmente dalla foce del Tirso e dalle bocche a mare delle lagune costiere. Proprio agli apporti del Tirso, rappresentati prevalentemente da sabbie e ghiaie quarzoso-feldspatiche debolmente limose, ridistribuiti dalle correnti litoranee e dal moto ondoso, si deve l'origine della spiaggia.

Una serie di stagni e paludi, oggi per lo più bonificati, e campi dunali di retrospiaggia, per buona parte rimboschiti a pino, evidenziano il passaggio tra la piana costiera e la spiaggia.

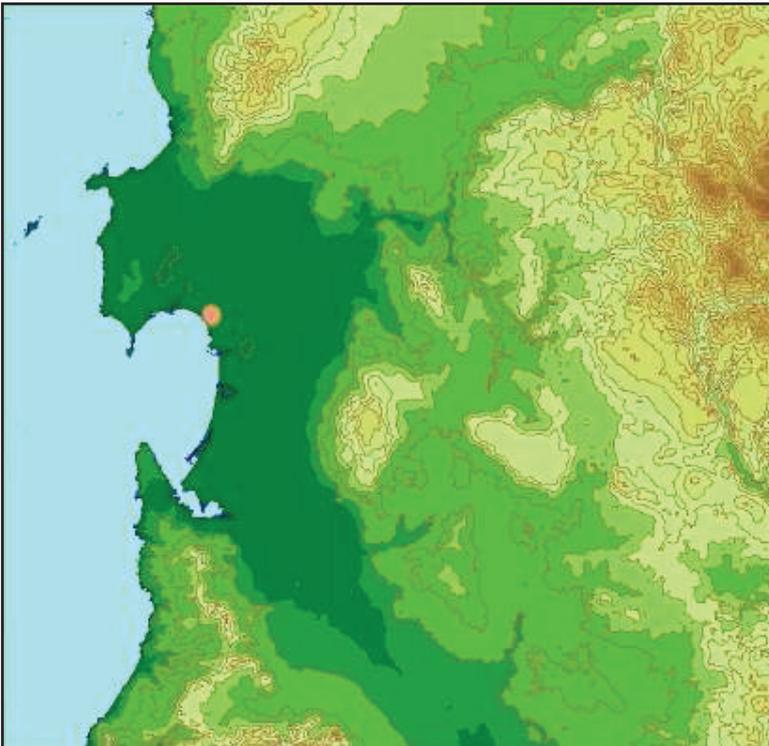


Le alluvioni antiche terrazzate, substrato di tutta la zona, consistono in depositi sabbioso-ciottolosi, sedimentati nel Plio-Quaternario dal paleo-Tirso e dai fiumi minori che attraversano la pianura.

Questi depositi un tempo costituivano la gran parte della pianura del Campidano. La successiva opera di modellamento, sono stati parzialmente smantellati e modellati dalla successiva erosione fluviale tanto che oggi si presentano generalmente terrazzati. I terrazzi fluviali, debolmente ondulati, sono separati da piccole vallecole nelle quali si instaura una rete idrografica attiva solo in occasione di forti precipitazioni. Essi sono caratterizzati da bordi generalmente netti e sono raccordati ai terreni più recenti da scarpate di erosione fluviale, oramai inattive, più o meno acclivi, dove agiscono il dilavamento diffuso ed il ruscellamento incanalato, che localmente ha prodotto piccoli solchi di erosione. I terrazzi più ampi si trovano tra Solarussa-Siamaggiore e la Carlo Felice, dove raggiungono altezze intorno ai 40 metri slmm e nel settore prospiciente il Monte Arci.

- Le conoidi alluvionali ed i glacis

Le conoidi alluvionali ed i glacis sono localizzati nella fascia pedemontana dei rilievi che delimitano la pianura. I depositi di conoide, caratteristici per la loro forma a ventaglio, sono il risultato della deposizione di ingenti quantità di materiale detritico trasportato a valle dalle acque incanalate provenienti dai rilievi al loro sbocco in pianura, per il brusco decremento della velocità dell'acqua. Nel settore di raccordo tra l'Arci e la pianura prevalgono i glacis detritici, che devono la loro origine all'arretramento parallelo dei versanti rocciosi, per erosione areale. Questi depositi detritici, così come le alluvioni antiche, sono stati successivamente incisi e localmente terrazzati.



- Le alluvioni medie

Sono costituite prevalentemente dal rimaneggiamento e rideposizione del materiale detritico asportato, dall'azione erosiva dei fiumi, dalle alluvioni antiche, modificato con il deposito di termini più francamente argillosi. Esse danno luogo a superfici terrazzate, raccordate con le alluvioni recenti da modeste ripe di erosione fluviale, evidenziate da piccole rotture di pendio.

*Fig. Mappa - L'andamento dell'altimetria nell'area vasta circostante Oristano (in arancio)*

- Le alluvioni recenti

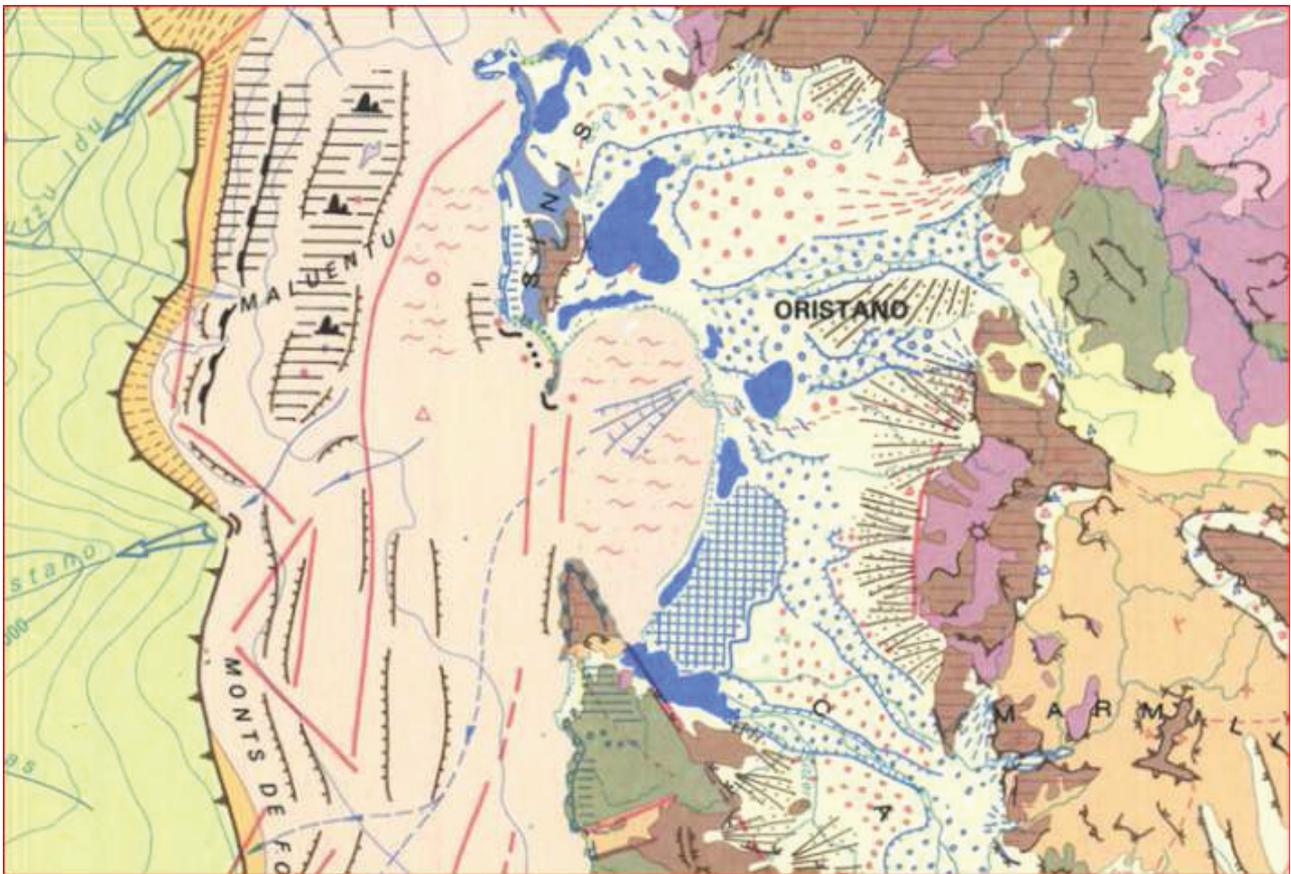
I depositi più recenti, i cosiddetti terreni di "Bennaxi", si trovano lungo le rive del Tirso, del Mare Foghe, del Mogoro e dei loro affluenti. Questi terreni costituiscono delle ampie superfici sub-pianeggianti, debolmente degradanti verso ovest, più o meno incise dall'azione del fiume che le attraversa. Lungo gli alvei si possono riconoscere delle piccole ripe di erosione fluviale. Queste alluvioni costituiscono i terrazzi più recenti.

- Le aree palustri e delle paludi bonificate

All'interno delle alluvioni recenti si riconoscono delle aree depresse, create dal divagare dei corsi d'acqua nella pianura prima che raggiungessero lo sbocco a mare. Queste zone, oggi bonificate, costituivano le aree paludose del Campidano. Le paludi sono numerose e punteggiano la vasta zona tra lo stagno di Cabras, il Mare Foghe e il Tirso, la zona della bonifica di Sassu ed ancora la piana di Arborea.

- Il sistema costiero e la foce del Tirso

Questo sistema è formato da una costa bassa sabbiosa, che termina con gli alti promontori rocciosi di Capo San Marco e Capo Frasca. Esso è caratterizzato da vasti campi dunali di retrospiaggia e da stagni e lagune costiere. La spiaggia sabbiosa ad arco borda la pianura con continuità, interrotta solo localmente dalla foce del Tirso e dalle bocche a mare delle lagune costiere. Essa è il risultato della ridistribuzione ed accumulo dei materiali detritici trasportati dal Tirso e dagli altri fiumi che sfociano nel golfo, operata nel tempo dal moto ondoso e delle correnti litoranee. La spiaggia mostra un profilo longitudinale regolare a pendenza media, con la berma di tempesta evidente solo dopo le forti mareggiate.



Stralcio della Carta Geomorfologica della Sardegna marina e Continentale – Fonte A. Ulzega et alii (1988)

Le spiagge del settore settentrionale sono in persistente avanzamento dalla seconda metà del secolo scorso, ad eccezione di piccoli settori localizzati, di contro quelle del settore centrale e meridionale sono in erosione. Un cordone dunale, delimita l'avanspiaggia dalla retrospiaggia, dove i venti dominanti hanno formato campi dunali di dimensioni variabili, oggi quasi interamente stabilizzati da impianti a pino, come a Torregrande e ad Arborea. A ridosso dei cordoni dunali spesso si rinvengono piccole depressioni, che nel periodo delle piogge danno luogo a piccole paludi e stagni temporanei. Bacini idrici di dimensioni assai più grandi sono invece le lagune, più note come stagni, che nell'oristanese caratterizzano il passaggio fra l'ambiente costiero e la pianura. Esse si sono formate per accrescimento successivo di barre sabbiose, ad opera del mare e subordinatamente del vento, che, delimitando alcuni settori del

mare del golfo, hanno dato luogo a questi bacini idrici salmastri. Tra queste le più importanti sono quella di Cabras e quella di Santa Giusta.

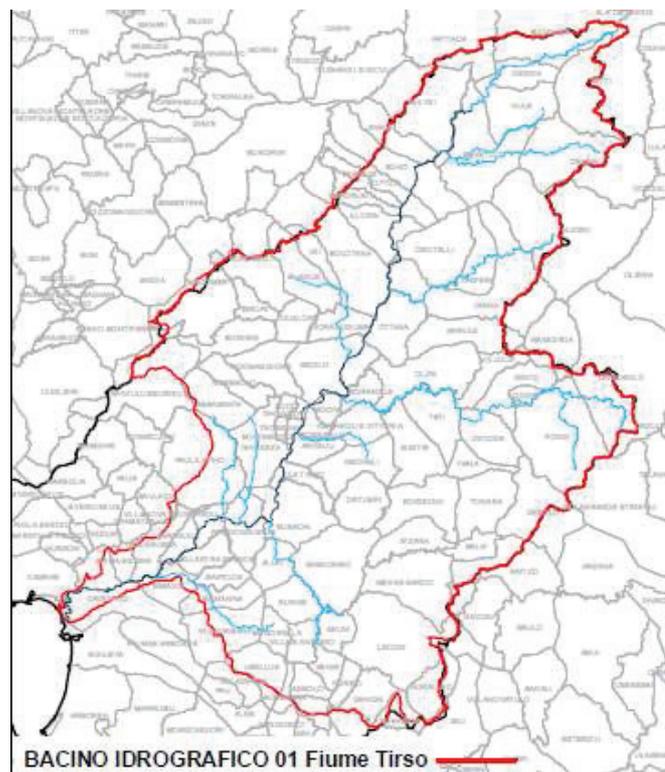
Nel contesto della pianura l'attività antropica è attualmente il processo morfogenetico più intenso. Gli insediamenti urbani, rurali e le infrastrutture, oltre alle attività economiche, stanno modificando velocemente l'assetto morfologico dell'area. Vaste porzioni di pianura sono state profondamente scavate per il prelievo di materiali per inerti, con la creazione di ampie e profonde cave che spesso, intercettando la falda freatica, si trasformano in laghetti. Altre sono state spianate a fini agricoli, rendendo spesso difficile il riconoscimento delle forme originarie dell'area.

Nel settore costiero, ugualmente fortemente antropizzato, i processi di dinamica costiera ed eolica sono sempre attivi, anche se spesso subiscono le interferenze determinate dell'attività dell'uomo.

## 7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

### *Acque superficiali*

La zona dell'intervento ricade al margine ovest di Oristano, posto a sud rispetto al corso del fiume Tirso, il fiume più importante della Sardegna, per lunghezza ed ampiezza del bacino, che domina e caratterizza tutto l'assetto idrologico ed idraulico del settore.



*Bacino idrografico del fiume dell'U.I.O n 2 - Tirso*

La circolazione idrica superficiale è pertanto dominata dalla presenza del fiume e da numerosi canali di scolo a servizio della rete di irrigazione del Consorzio di Bonifica dell'Oristanese (CBO).

Il bacino idrografico del Tirso, nella suddivisione del Bacino Unico della Sardegna in sottobacini, costituisce l'U.I.O n. 2, dove l'unico corso d'acqua principale del bacino è il Tirso.

Il fiume Tirso ha origine nell'altopiano di Buddusò tra i rilievi di Monte Longos (925 m slm) e Sa Ianna Bassa (955 m slm) e dopo aver attraversato la Sardegna centrale con andamento

sfocia nel golfo di Oristano presso lo stagno di Santa Giusta ricoprendo una superficie di circa 3.287 kmq

Nel settore in esame il sistema idraulico locale è rappresentato dai canali di scolo del sistema di infrastrutturazione irrigua del CBO.

Le acque di precipitazione sono raccolte e drenate attraverso la rete di canalizzazione agricola e sono convogliate sul Rio Tanui, emissario dello Stagno di Cabras.

### **Acque sotterranee**

Le indagini eseguite hanno permesso di delineare l'assetto idrogeologico dell'area d'interesse, caratterizzata da una certa complessità derivante dai differenti caratteri idraulici delle formazioni geologiche e dai rapporti geometrici e giacitureali delle stesse.

La pianura del Campidano, di chiara impostazione tettonica, è il risultato della colmata da parte di potenti depositi detritici plio-quadernari del graben campidanese.

Alle ultime fasi di sedimentazione del Pleistocene e dell'Olocene si deve la sequenza di facies fluviali, deltizie, lacustri, palustri e marine che hanno portato alla caratteristica alternanza, sia pure variabile da luogo a luogo, di depositi ghiaiosi, sabbiosi ed argillo-limosi. In prossimità della costa non mancano locali depositi di sabbie di spiaggia ed eoliche, così come nelle aree prossime ai bordi strutturali sono frequenti conoidi alluvionali e coni di detrito.

Sulla base delle caratteristiche idrauliche delle diverse formazioni presenti nell'area in esame sono state identificate le principali unità idrogeologiche.

Nell'identificazione delle unità idrogeologiche, una prima discriminazione è stata fatta suddividendo le formazioni permeabili per porosità da quelle permeabili per fratturazione.

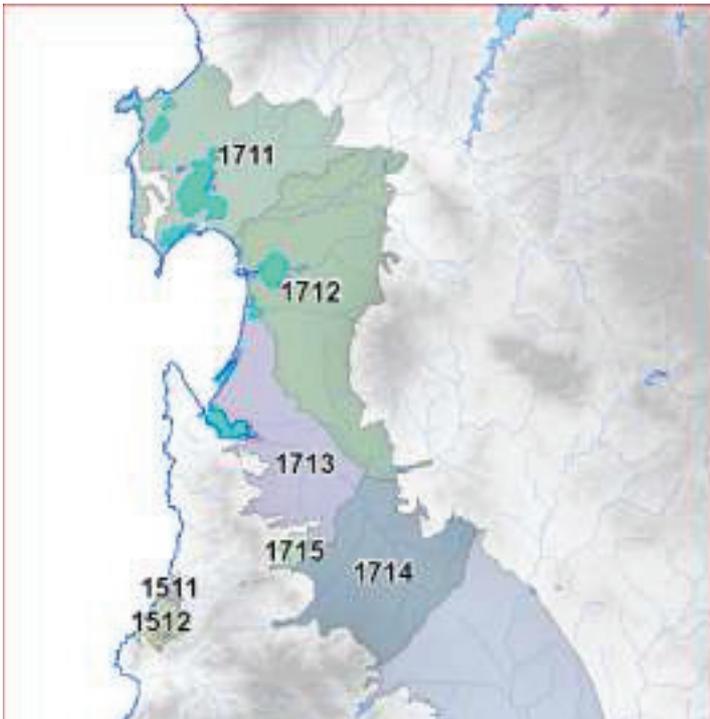
Successivamente, all'interno dei due singoli gruppi sono state definite, qualitativamente, le diverse classi di permeabilità, e ad esse sono state associate le litologie che, sulla base dei caratteri idraulici, ricadono generalmente in una determinata classe di permeabilità. Le litofacies, caratterizzate dallo stesso tipo di permeabilità e ricadenti nella stessa classe di permeabilità sono state aggregate per formare le unità idrogeologiche.

La unità idrogeologiche così definite sono state successivamente comparate con le tipologie dei complessi idrogeologici uniformi, previste nel Decreto Legislativo 16 marzo 2009, n. 30. "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento".

Acronimo	Complessi idrogeologici
DQ	Alluvioni delle depressioni quadernarie
AV	alluvioni vallive
CA	Calcarì
VU	Vulcaniti
DET	Formazioni detritiche degli altipiani plio-quadernarie
LOC	Acquiferi locali
STE	Formazioni sterili

**TAB- TIPOLOGIE DI COMPLESSI IDROGEOLOGICI UNIFORMI A LIVELLO NAZIONALE PREVISTE DAL D.LGS 30/2009**

Nella seguente sono riportati i corpi idrici degli acquiferi sedimentari plio-quadernari presenti nell'area vasta del Campidano di Oristano estratta dal PTA.



La complessa geometria delle diverse facies non permette facili e sicure correlazioni stratigrafiche di dettaglio. La semplificazione della situazione stratigrafica porta all'individuazione di quattro unità idrogeologiche caratterizzate da diversa permeabilità:

- La formazione delle alluvioni e delle conoidi alluvionali antiche. Questi terreni mostrano nel complesso una permeabilità bassa per la presenza di potenti orizzonti conglomeratici ad abbondante matrice fine, localmente cementati ed addensati e livelli limo-argillosi poco permeabili, intercalati a livelli francamente sabbiosi e ghiaiosi che possono presentare permeabilità media e localmente alta;
- Le alluvioni medie: costituite dagli stessi terreni detritici della formazione precedente, ma meno addensate e poco cementate

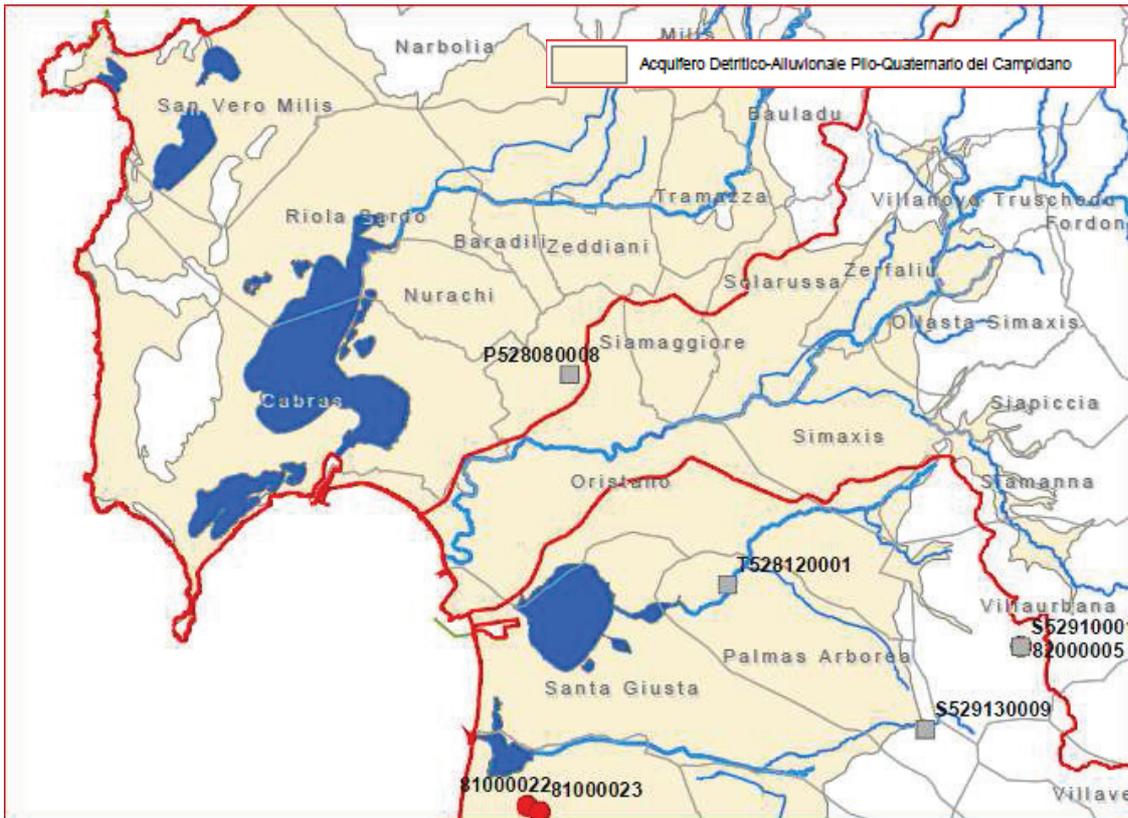
presentano una permeabilità da bassa a media;

- Le alluvioni recenti, poco cementate e poco costipate, spesso ghiaiose-sabbiose, presentano nel complesso una permeabilità media che, in funzione della percentuale dei materiali fini presenti, può decrescere od aumentare consistentemente.
- I terreni argillo-limosi delle aree paludose sono caratterizzati da permeabilità da bassa a molto bassa.
- Le dune costiere e le sabbie di spiaggia sono caratterizzate da permeabilità alta per porosità.

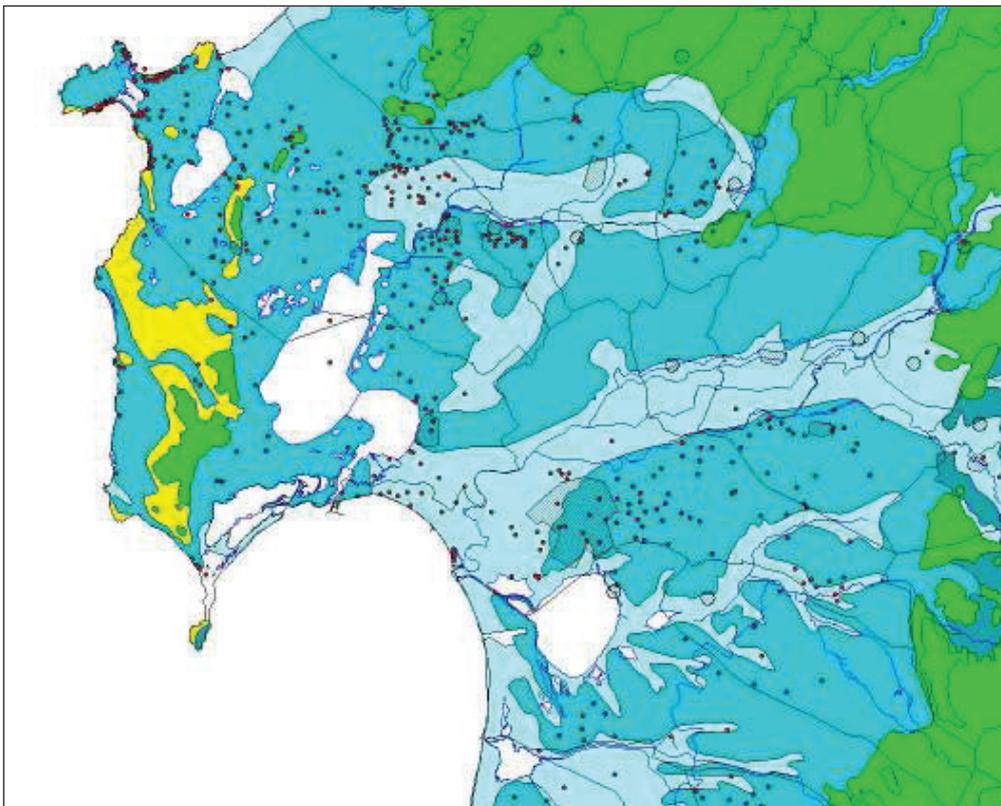
All'interno di tali unità si rinvencono:

- Acquiferi freatici e semiconfinati principali.  
Generalmente molto superficiali si rinvencono nelle alluvioni sabbioso-ciottolose più recenti e nelle sabbie eoliche. Essi sono alimentati principalmente dal corso di subalveo dei principali corsi d'acqua che solcano il Campidano, dal drenaggio dei numerosi canali di bonifica e dalla stessa infiltrazione efficace alimentata dalle acque di irrigazione e da quelle meteoriche. Anche l'idrografia sepolta contribuisce ad alimentare queste falde acquifere. Questi acquiferi sembrano essere limitati ai depositi alluvionali suddetti, che si rinvencono in varia misura lungo gli alvei attuali e sepolti dei corsi d'acqua. Risulta, infatti, difficile, per la complessità della rete idrografica superficiale e sepolta, ipotizzare la continuità areale di tali acquiferi.
- Acquiferi freatici e semiconfinati secondari:  
Si rinvencono sul bordo settentrionale del Campidano dove affiorano i terreni alluvionali e le conoidi antiche, caratterizzati da una percentuale maggiore di componente fine, addensati e localmente ben cementati e ferrettizzati e nelle alluvioni medie. Essi presentano potenza ed estensione limitata e produttività nettamente inferiore.
- Acquiferi profondi, presumibilmente multistrato  
Si rinvencono nei livelli più francamente sabbioso-ghiaiosi delle alluvioni antiche, intercalati a livelli limo-argillosi a permeabilità molto bassa. Lungo il bordo settentrionale della pianura hanno sede nelle vulcaniti basaltiche interstratificate nelle alluvioni. Questi acquiferi sembrano essere comunicanti tra loro e localmente anche con gli acquiferi più superficiali per la discontinuità degli strati confinanti. Essi, spesso in pressione e talvolta anche artesiani, sono alimentati prevalentemente dalle acque superficiali che si infiltrano lungo i bordi della pianura in corrispondenza delle discontinuità strutturali. Essi, anche se i prelievi sono spesso elevati, non

mostrano nel tempo variazioni di portata rilevanti e non risentono in maniera evidente dell'andamento delle precipitazioni.

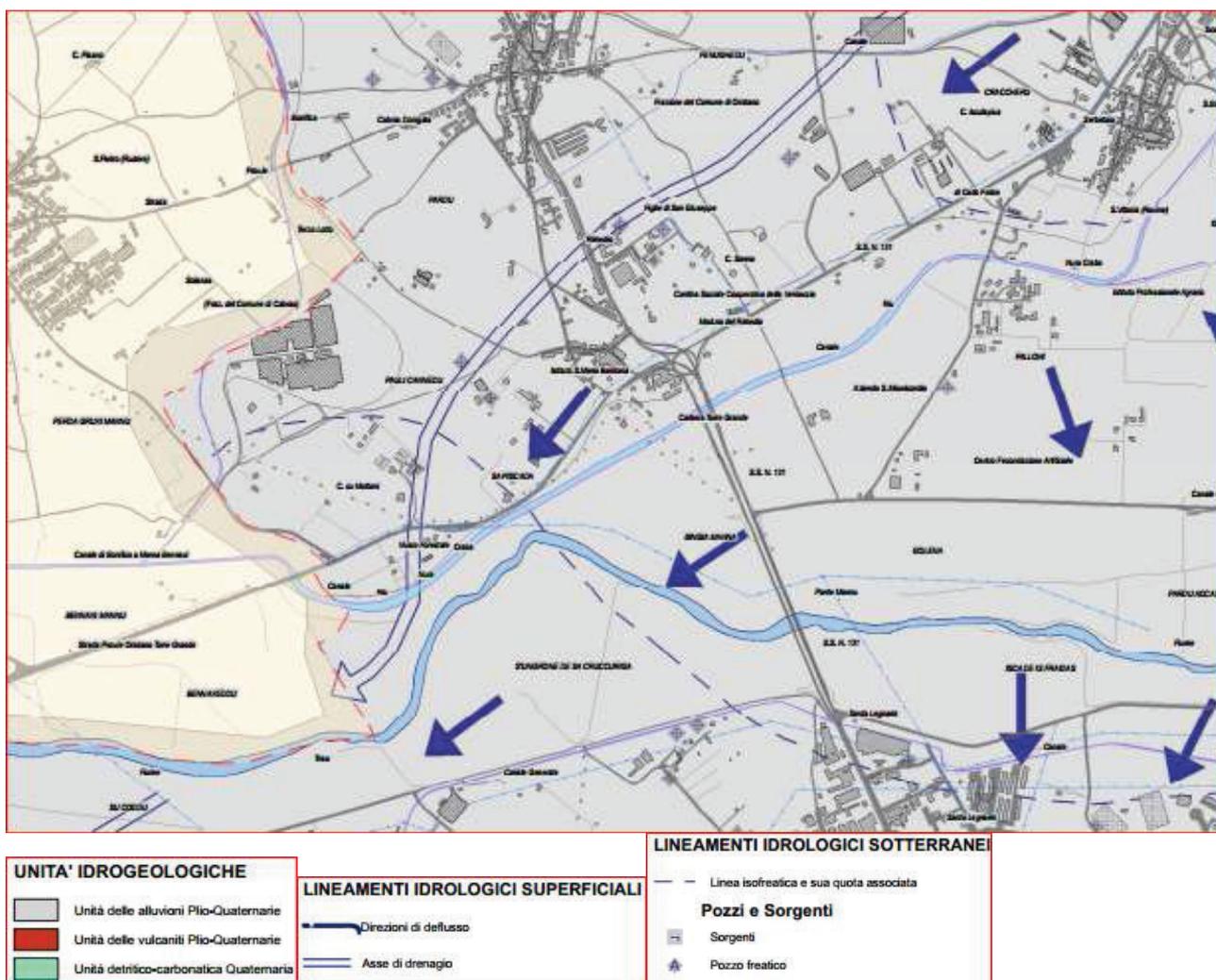


*I corpi idrici sotterranei degli acquiferi sedimentari plio-quaternari (fonte RAS PGDI)*



Le formazioni detritiche della fascia pedemontana e le alluvioni antiche sono rappresentate in celeste (permeabilità media per porosità), i terreni quaternari sciolti in celeste (permeabilità alta per porosità). In verde sono riportate le vulcaniti terziarie e quaternarie (permeabilità media e alta per fratturazione) mentre le formazioni carbonatiche sono in giallo (permeabilità per carsismo).

**Mappa - La distribuzione della permeabilità e dei pozzi**



Carta idrogeologica del settore in esame (Fonte PUC)

La profondità del livello idrostatico superficiale, ricostruito sui dati puntuali di una serie di pozzi misurati, segue generalmente l'andamento della superficie topografica arrivando localmente a dar luogo a delle depressioni con quote di circa -1.5 m rispetto al livello del mare.

In caso di perdurante siccità il livello freatico delle falde superficiali tende ad abbassarsi. A risentire di questo problema sono generalmente i pozzi a cassa, numerosi nei centri abitati. Non mostrano invece abbassamenti correlati alla siccità i pozzi trivellati.

Nella fascia costiera, in seguito alla scarsa ricarica, gli emungimenti eccessivi stanno provocando la graduale salinizzazione delle falde per effetto dell'ingressione di cunei salati e salmastri. Il fenomeno della salinizzazione è accentuato anche dal fatto che durante la stagione secca, in particolari condizioni di vento e di mare, cunei di acqua di mare, non contrastati dagli scarsi deflussi superficiali dei fiumi, possono risalire lungo gli alvei dei corsi d'acqua per parecchi chilometri dalla foce.

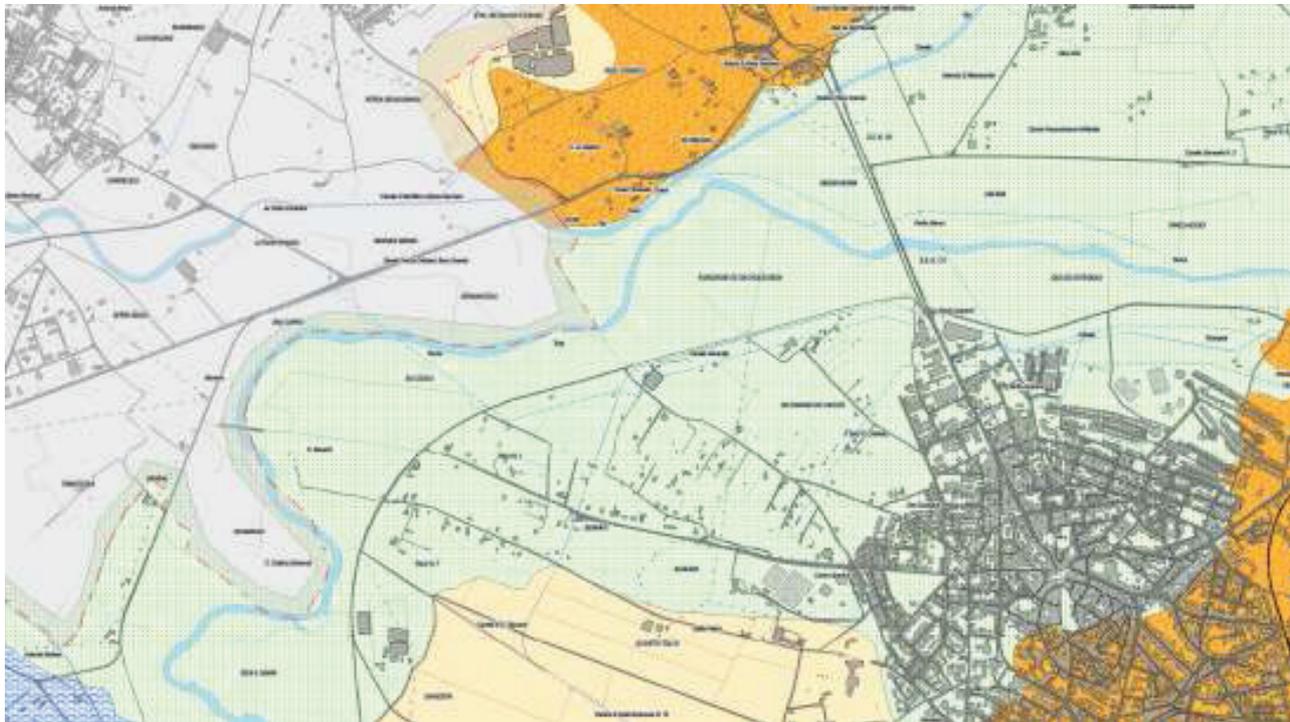
I dati acquisiti mostrano che le falde profonde confinate e semiconfinate spesso sono state messe in comunicazione tra di loro e con le falde freatiche dai numerosi pozzi perforati, rendendo tutto il sistema particolarmente vulnerabile.

Nel territorio in esame, come si evince, dalla carta idrogeologica allegata, prodotta per il PUC di Oristano, il regime delle acque sotterranee è strettamente correlato all'andamento idrologico ed idraulico del Tirsu e degli altri fiumi gravitanti nell'area.

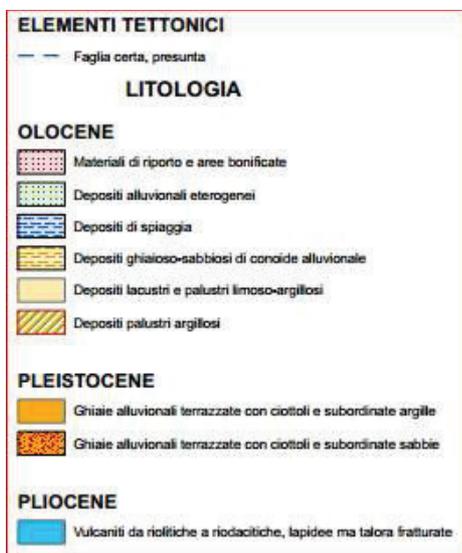
## 8. GEOLOGIA DELL'AREA RISTRETTA

L'area ristretta comprende formazioni alluvionali recenti e attuali.

### ALLUVIONI RECENTI E ATTUALI



Carta geologica del sito (Fonte PUC)



Formano la gran parte dell'area circostante il progetto e costituiscono il substrato delle piane alluvionali dei corsi d'acqua i cui alvei sono stati sovente modificati o sistemati da opere di bonifica.

E' il caso del sistema alveale del Tirso, parzialmente incluso all'interno dell'attuale sistema di argini onde limitare la sua naturale esondazione a discapito delle aree abitate e coltivate adiacenti il suo corso attuale.

## 9. INTERAZIONI CON LA PERICOLOSITÀ E CONDIZIONI DI AMMISSIBILITÀ

### PAI, PSFF e PGRA

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico, redatto dal coordinamento unificato e basato sulle perimetrazioni di pericolosità operate da un diverso gruppo di lavoro per ogni singolo sottobacino regionale, approvato dall'Amministrazione Regionale con Decreto della Giunta Regionale del 30.12.2004 n° 54/33e reso esecutivo con Decreto Assessoriale n° 3 del 21.02.2005, è stato pubblicato sul BURAS n° 8 del 11.03.2005.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

Dopo la definizione di adeguate modalità di revisione ed approvazione, a seguito dello svolgimento delle conferenze preliminari istruttorie, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.1 del 03.09.2012 e con Delibera n.1 del 31.10.2012, ha adottato preliminarmente il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

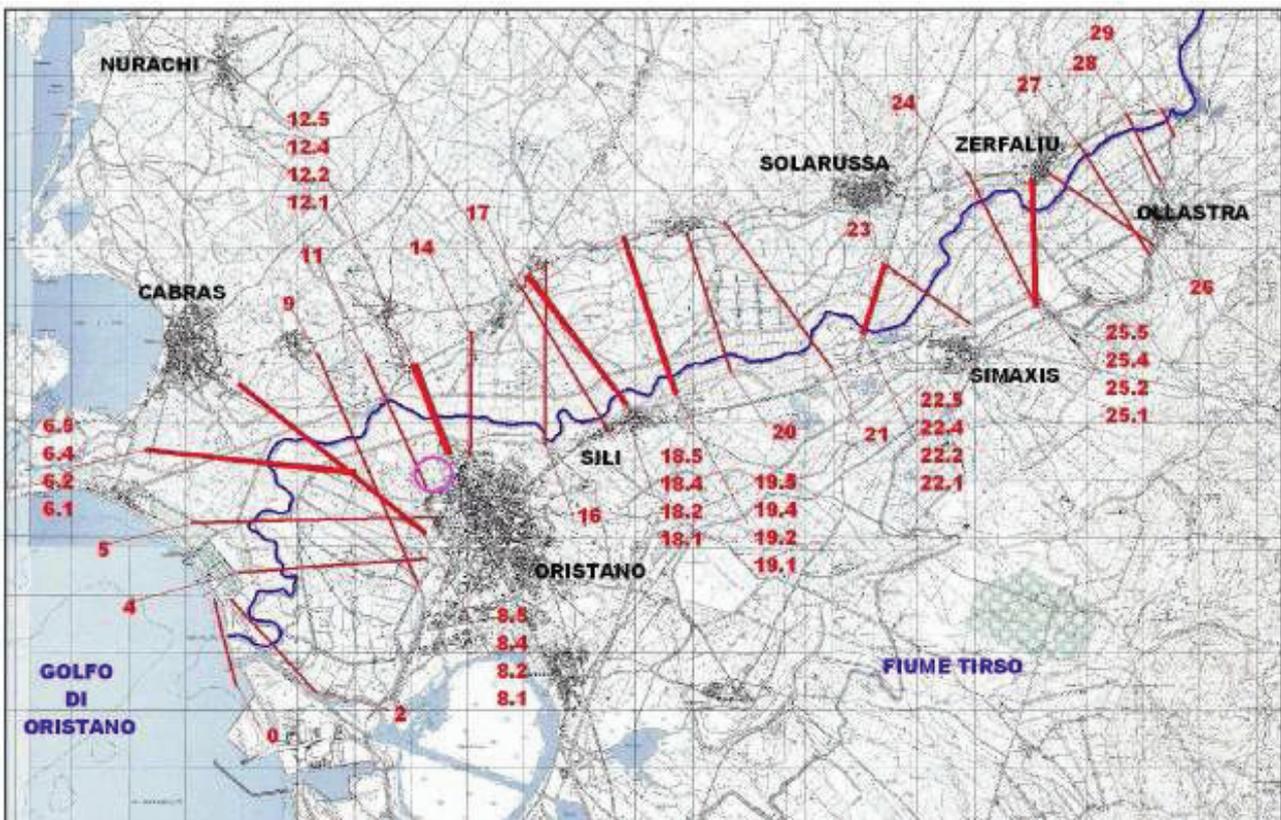
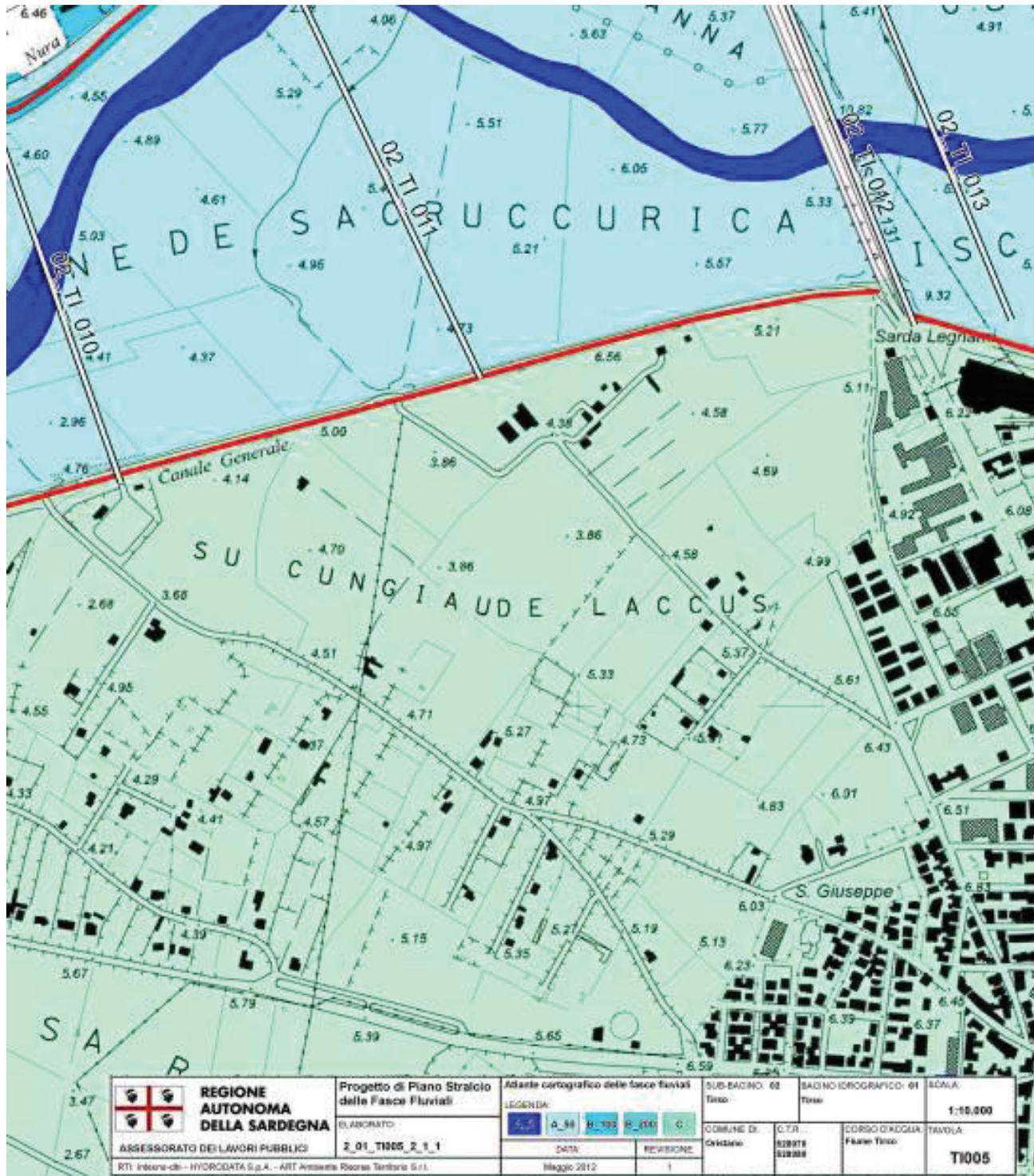


Figura 43 – Stralcio planimetrico del tratto sublacuale del fiume Tirsu oggetto di studio con ubicazione delle sezioni del modello numerico.

A seguito dello svolgimento delle conferenze programmatiche, tenute nel mese di gennaio 2013, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.1 del 20.06.2013, ha adottato in via definitiva il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

**Recentemente, sono state pubblicate le Norme di Attuazione P.A.I. con aggiornamento al 7 luglio 2016.**

Il Comune di Oristano, in occasione della predisposizione degli elaborati relativi all'adeguamento del PUC al PPR e al PAI, ha operato uno studio di compatibilità ai sensi dell'Art. 8 delle N.T.A. del PAI.



*Stralcio dalla tavole del PSFF che inquadra il settore in oggetto*

Successivamente, sono state pubblicate le cartografie di pericolosità idraulica del PSFF in seconda edizione, che vengono utilizzate come riferimento del presente lavoro.

Le perimetrazioni del PSFF definiscono l'area di studio con una pericolosità di livello C,, definita "morfologica" ed equiparata alla Hi1, ossia area inondabile con tempo di ritorno di 500 anni, nelle NTA del PAI

Un ulteriore elemento di esame scaturisce dalle sezioni di riferimento e dalle tabelle presenti nella predisposizione del "Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)", adottato nella versione definitiva il 20 giugno 2013.

Il piano analizza le interazioni tra il naturale deflusso delle acque di alcuni corsi d'acqua e le aree contermini ad essi, per eventi meteorici di particolare rilevanza. Conformemente a quanto già predisposto nell'ambito del PAI anche nel suddetto Piano i tempi di ritorno adottati sono 50, 100, 200, 500 anni, oltre ai due anni.

### LA PERICOLOSITÀ IDRAULICA PER L'AREA INTERESSATA

Calando nel dettaglio le considerazioni derivanti dall'analisi dello Studio e dalle mappature associate, si individua, nel comparto sul quale grava l'intervento, una mappatura con grado di pericolosità C o meglio Hi1.

Nelle mappe di inquadramento delle sezioni è possibile rilevare come la sezione 11 sia posta in corrispondenza della posizione dell'intervento, indicato in mappa con una circonferenza viola.

L'analisi dei dati relativi alle altezze idriche raggiunte dall'acqua, ai vari tempi di ritorno ed alle sezioni nell'intorno della 11, si rileva che esistono 2 ipotesi, di cui una ipotizza la non tracimabilità degli argini e la seconda, la tracimabilità di questi.

Le tabelle relative all'ipotesi contemplante la tracimabilità, riportate di seguito, citano una quota idrica raggiunta dalla piena cinque centennale alla sezione 11 pari a 8 m nel caso di argini non tracimabili e piena contenuta al loro interno ed una quota di 5.15 m nel caso di tracimazione e distribuzione della portata in un'area superiore.

L'area di progetto è quindi posta a quota superiore ai 6 m s.l.m. e comunque contenuta all'interno della piena Hi1 o fascia C.

Tabella 58 - Differenza dei livelli idrici nel tratto arginato nelle ipotesi di deflusso in assenza e in presenza di tracimazione per i diversi tempi di ritorno.

ID Sezione	T50 (1)	T50 (2)	Δ	T100 (1)	T100 (2)	Δ	T200 (1)	T200 (2)	Δ	T500 (1)	T500 (2)	Δ
[-]	[m s.m.]	[m s.m.]	(m)									
12.2	7.72	7.57	0.15	7.96	7.96	0.00	8.16	7.61	0.55	8.47	6.39	2.08
12.1	7.7	7.56	0.14	7.94	7.94	0.00	8.15	7.6	0.55	8.45	6.36	2.09
11	7.09	7.09	0.00	7.31	7.31	0.00	7.51	6.3	1.21	7.81	5.01	2.80
9	6.33	6.33	0.00	6.55	6.55	0.00	6.74	5.54	1.20	7.02	4.65	2.37
8.5	5.8	5.8	0.00	6.01	6.01	0.00	6.19	5.05	1.14	6.47	4.41	2.06
8.4	5.8	5.8	0.00	6.01	6.01	0.00	6.19	5.05	1.14	6.47	4.41	2.06

## 10. CONCLUSIONI

Per quanto descritto nella presente relazione e nelle opere di progetto, l'intervento proposto:

- relativamente alla Zona Hi1:
  - non costituisce ostacolo significativo per il deflusso delle acque;
- relativamente alle fasce di tutela dei corpi idrici superficiali:
  - è posto all'interno dell'area inondabile, fuori dall'area golenale, ed all'esterno della fascia di tutela relativa all'arginatura.

L'art. 75 delle NTA del PUC cita le NTA del PAI solo relativamente alle aree a pericolosità elevata e quindi alla zona Hi2 mentre non considera lasciandole fruibili le aree Hi1.

**ART. 75 - SOTTOZONA "H3" - SALVAGUARDIA AMBIENTALE, P.A.I.**

*Sono le aree di salvaguardia ambientale (elevata pericolosità da PAI, di bonifica ambientale, ecc.), destinate alla funzione prioritaria di tutela. In tale sottozona trovano integrale applicazione le norme relative alla sottozona H2.*

Il progetto proposto è quindi coerente e compatibile con le NTA del PAI e del PUC.

## 11. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA DI STUDIO E SISTEMA DRENANTE SUPERFICIALE

L'area di riferimento è quella del settore del territorio del Comune di Oristano, alle spalle della zona artigianale, Cinnenera.

Il settore oggetto di lottizzazione è quindi posto in un settore pianeggiante a quote comprese tra i 4 ed i 5 m s.l.m.m..

### **VERIFICA DELL'INVARIANZA IDRAULICA**

La verifica dell'invarianza idraulica ci conduce, a valutare le caratteristiche attuali di uso del suolo e conseguentemente di permeabilità dei sedimenti e di raffrontarli con quelli di progetto, al fine di definire la variazione del comportamento degli stessi e la necessità eventuale di compensare tale variazione attraverso opere di mitigazione.



*Immagine – Stato attuale*

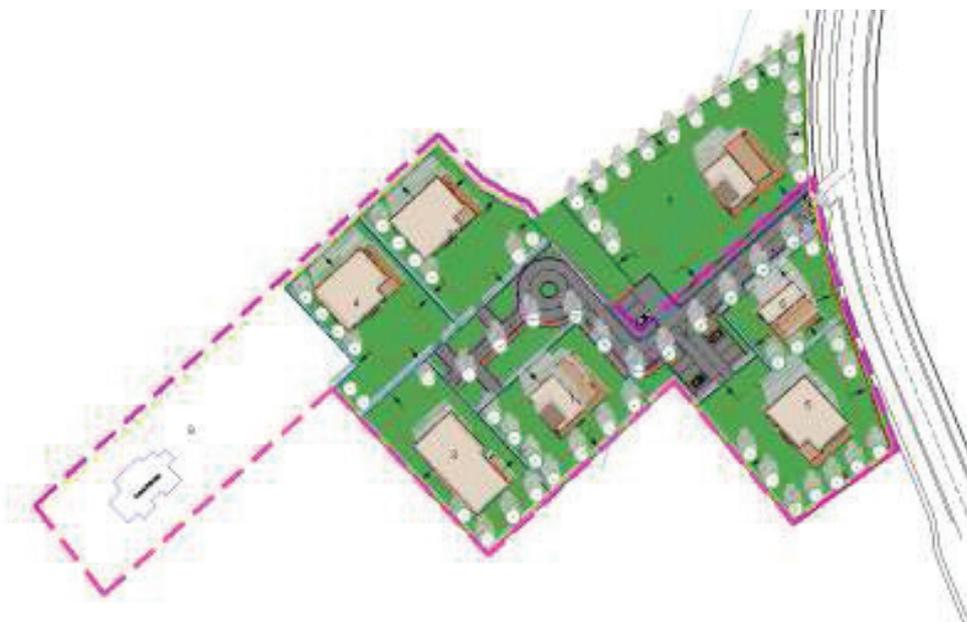


Immagine – Stato di progetto

STATO ATTUALE	Complessiva				di cui		equiparato a UDS CORINE				CN				CN attuale	
	def	mq	impermeabile	permeabile	UDS	Uso del Suolo (UDS)	A	B	C	D	peso	pesato	pesato	medio		
BOSSO	Strade	0.0	0.0	100.00%	-	1221 Reti stradali e spazi accessori	98	98	98	98	0.000%	0.00	74.82	UDS attuale		
	Parcheggi-strade pedonali	0.0	-	-	0.0	1221b Reti stradali e spazi accessori	70	78	83	88	0.000%	0.00			0% 10% 20% 30% 40% 50%	
	Verde pubblico attrezzato	11124.0	-	-	11124.0	141 Aree verdi urbane	65	74	81	84	98.254%	72.89				
	Edificato (impermeabile)	200.0	200.0	100.00%	-	1111 Tessuto residenziale denso	89	92	94	96	1.768%	1.82				
	Sommario Parziale	11324.0	200.0	-	11124						100.000%					
STATO DI PROGETTO	Complessiva				di cui		equiparato a UDS CORINE				CN di progetto					
	def	mq	impermeabile	permeabile	UDS	Uso del Suolo (UDS)	A	B	C	D	peso	pesato	pesato	medio		
BOSSO	Strade	658.0	658.0	100.00%	-	1221 Reti stradali e spazi accessori	98	98	98	98	3.634%	3.32	77.44	UDS progetto		
	Parcheggi-strade pedonali	800.0	-	-	800	1221b Reti stradali e spazi accessori	70	78	83	88	7.065%	5.31			0% 10% 20% 30% 40% 50%	
	Verde pubblico attrezzato	8749.0	-	-	8749	141 Aree verdi urbane	65	74	81	84	77.261%	57.17				
	Edificato (impermeabile)	1137.0	1137.0	100.00%	-	1111 Tessuto residenziale denso	89	92	94	96	10.041%	8.24				
	Sommario Parziale	11324.0	1773.0	-	9548.0						100.000%					

Nella tabella precedente sono rappresentati in modo comparativo, gli usi attuali e quelli di progetto, al fine della variazione del CN per la definizione della invarianza idraulica. L'uso attuale è considerato interamente agricolo fatto salvo per l'edificio posto nel lotto non soggetto a trasformazione.

Nell'ambito di tali valutazioni, la tipologia di intervento, è configurata nelle nuove Linee Guida per la Valutazione dell'Invarianza Idraulica, come intervento di tipo C, ossia con superficie compresa tra superiore ai 0,5 ha.

Titolo		Lottizzazione "Boasso"		
Sottobacini		unico		
Area Complessiva (mq)		11.324	Caso Linee Guida:	C
Tempo di Ritorno	50	Anni	T	
Pioggia Indice da FOGUO Immagini	45	mm	$\mu g$	
Sottozona	1		SZ	
Durata pioggia	0.5	ore	t	(15 min = 0,25 ore o 30 minuti = 0,50 ore)
Posizione del picco Ietogramma Chicago	0.4		r	(rispetto alla durata t)
Pioggia calcolata da I di Chicago [0] o da h cumulata [1] Chicago	0		0 - 1	
Pioggia estrema di durata giornaliera con l'assegnato tempo di ritorno T			$h(T) =$	90.33 mm/giorno
$n1 = -0,493 + 0,476 \text{Log}(\mu g)$			$n1 =$	0.293929
$a1 = \mu g / (0,880 * 24n1)$			$a1 =$	19.956964
Pioggia indice di durata $\tau$ : $\mu(\tau) = a1 m1$			$\mu(\tau) =$	16.28 mm
Pioggia di durata $\tau$ e tempo di ritorno T = $\mu(\tau)a2t^{n2}$ quindi (con a1 ed n1 già noti): $hT(\tau) = a1a2t(n1+n2)$			$a2 =$	2.228330
			$n2 =$	0.123925
da cui			$hT(\tau) =$	33.29 mm
Altezza della pioggia con tempo di ritorno T e durata $\tau$				
IETOGRAMMA CHICAGO CON ASSEGNATI TEMPO DI RITORNO, DURATA E POSIZIONE DEL PICCO:				r = 0.4
Ietogramma Chicago pioggia totale				

Pasto:

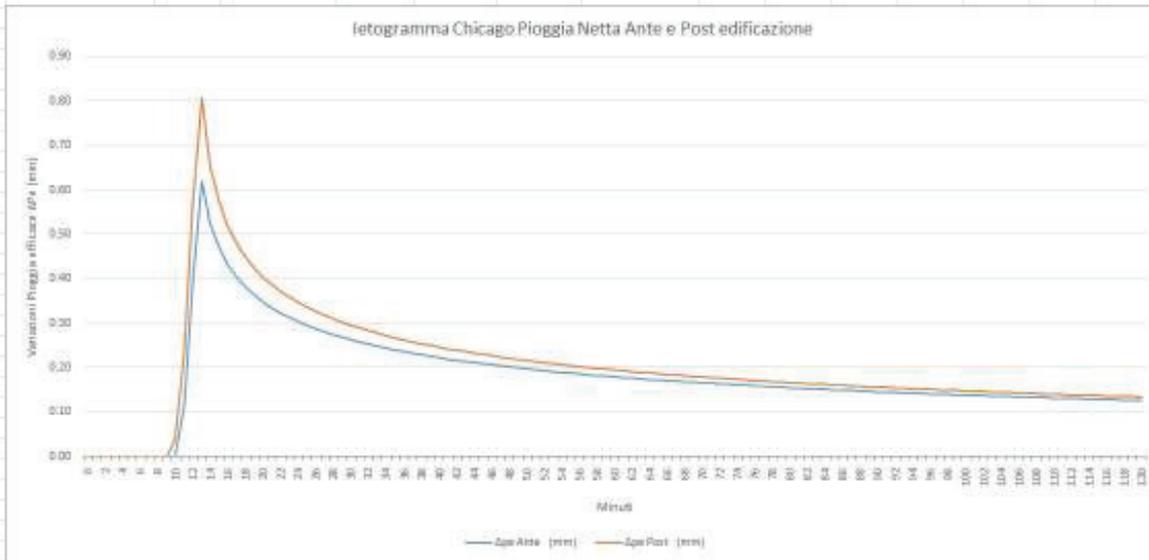
$$Pe = (P-la)2/(P-la+S)$$

e postco:

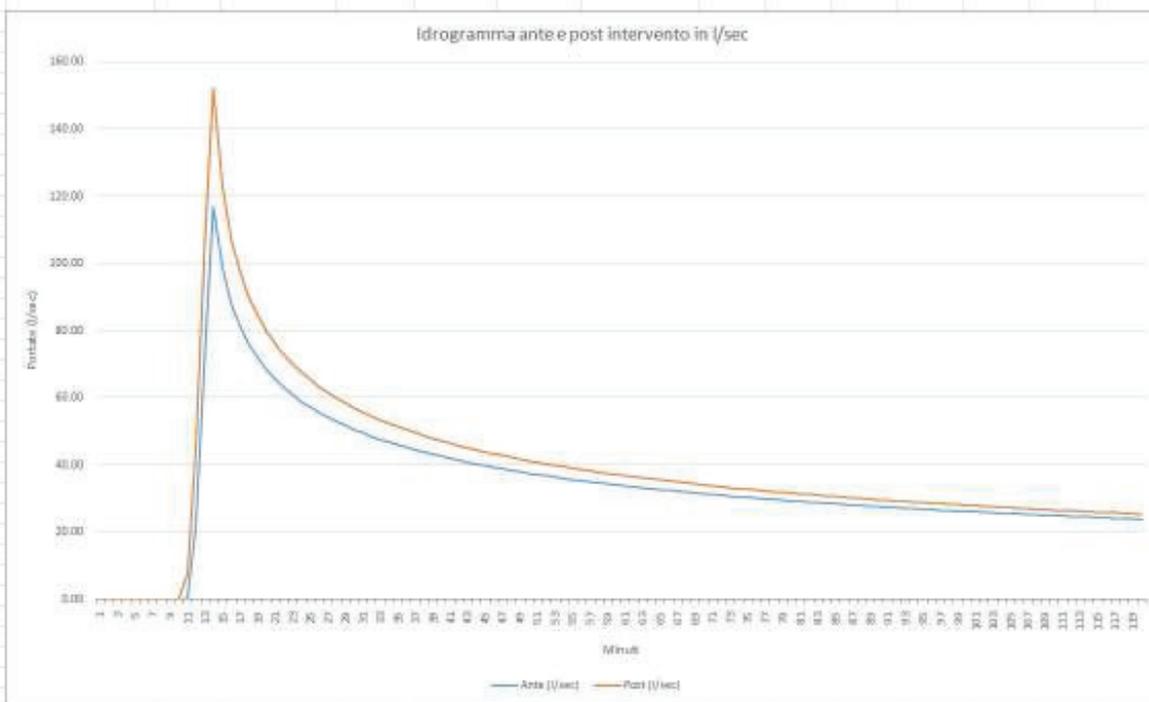
$$la = kS \text{ con } \dots \rightarrow$$

$$k = 0.20$$

si ottengono gli ietogrammi netti ante e post edificazione



e infine, dalla  $Q = Pe \times S$ , diviso per una costante necessaria per rendere coerenti le unità di misura adottate e che dipende da queste si ottengono gli idrogrammi ante e post edificazione



Integrando per differenze finite si ottiene il volume necessario per mantenere l'invarianza idraulica.

Il volume a paria:  $V = 2.49 \text{ mc}$

Dall'analisi del raffronto della variazione delle caratteristiche delle superfici, operato, e dalla valutazione della differenza tra le portate ed i deflussi, ex-ante ed ex post, risulta necessario mettere a punto una superficie infiltrante che dissipi la portata o il volume eccedente la situazione attuale.

I volumi risultanti in eccedenza sono comunque limitati, ed assommano a circa 2.49 di m<sup>3</sup> con un tempo di ritorno di 50 anni.

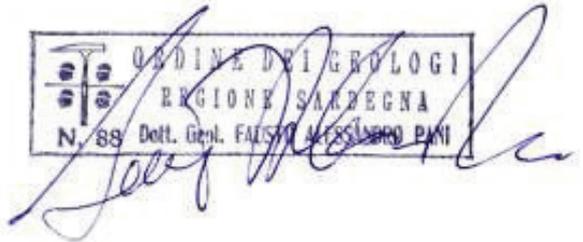
Tali volumi possono essere gestiti nel sistema a margine dell'area verde di cessione, creando una piccola trincea drenante ove recapitare la portata e quindi il volume in eccedenza rispetto alle condizioni ex ante.

## 12. CONCLUSIONI

Ciò che emerge dall'analisi esposta è un quadro complessivo sostanzialmente rassicurante in quanto, le analisi morfologiche e geolitologiche operate, mostrano una sostanziale condizione di sicurezza che non mostra evoluzioni in essere nel breve e medio termine.

La lottizzazione prevista, con tutte le relative opere edificatorie ed infrastrutturali, non ricade su alcun livello di pericolosità, sia relativa allo studio art. 8 e sia relativa al PAI.

**Il Geologo Fausto Alessandro Pani**



**Il Geologo Roberta Maria Sanna**



**L'Ing. Idraulico Davide Sechi**

