



COMUNE DI ORISTANO
Provincia di Oristano



LOTTIZZAZIONE “ CHIRIGHEDDU”

Studio di compatibilità idraulica – ex-Art. 8 c 2 NTA PAI

Luigi Sanna - Ingegnere

1. Introduzione

Il presente studio di compatibilità idraulica è parte integrante del progetto relativo alla realizzazione di un piano di lottizzazione convenzionato nel Comune di Oristano.

Il suo scopo è quello di verificare la compatibilità idraulica dell'area oggetto di intervento sulla base delle prescrizioni delle Norme di Attuazione del P.A.I. SARDEGNA (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino unico della Sardegna).

La realizzazione di una lottizzazione comporta, ovviamente l'impermeabilizzazione di una parte della superficie del terreno in seguito alle nuove opere, con conseguente diminuzione del tempo di risposta del bacino interessato ed aumento della portata defluente nella rete d'evacuazione, con il rischio di aumentare la frequenza degli eventi critici su tutta l'area, a meno di interventi compensativi di tipo idraulico.

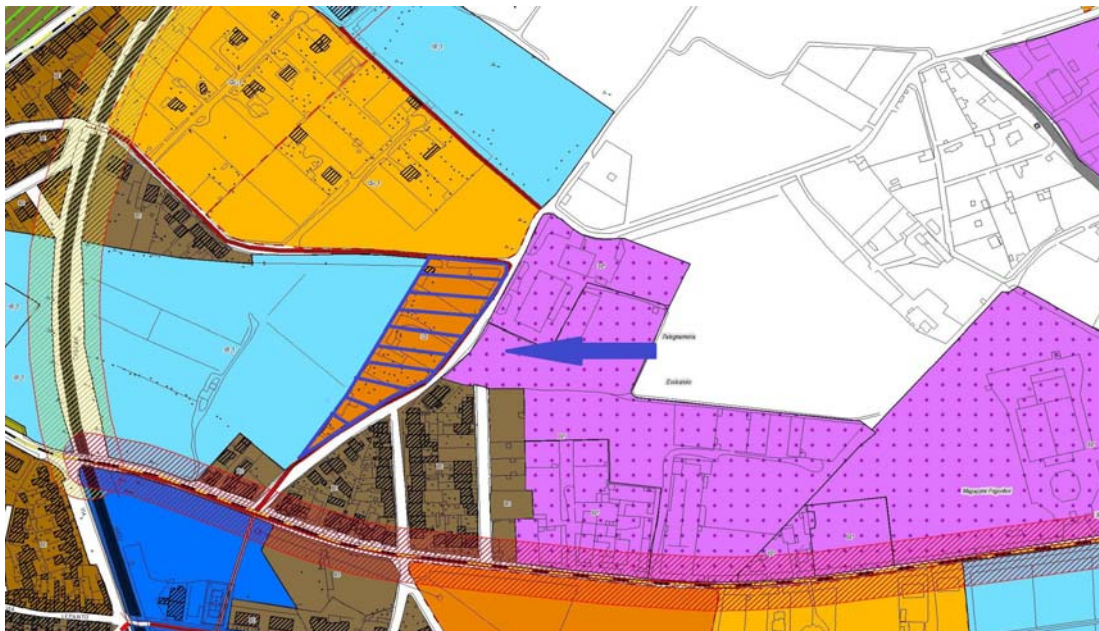
Si dovrà pertanto individuare quale sia la portata massima che attualmente defluisce da quest'area, per poi stabilire quali devono essere gli interventi compensativi, in modo che la portata defluente possa essere pari a quella massima riscontrabile attualmente.

Si deve sottolineare che i valori risultanti da tale studio, si riferiscono alla lottizzazione di progetto, con gli interventi previsti nel piano. Qualora si dovessero avere delle variazioni, ad esempio aumentando la percentuale di superficie impermeabilizzata, risulta chiaro che i valori di seguito riportati necessitano di un ulteriore volume di invaso per sopperire alla diminuzione di superficie a verde.

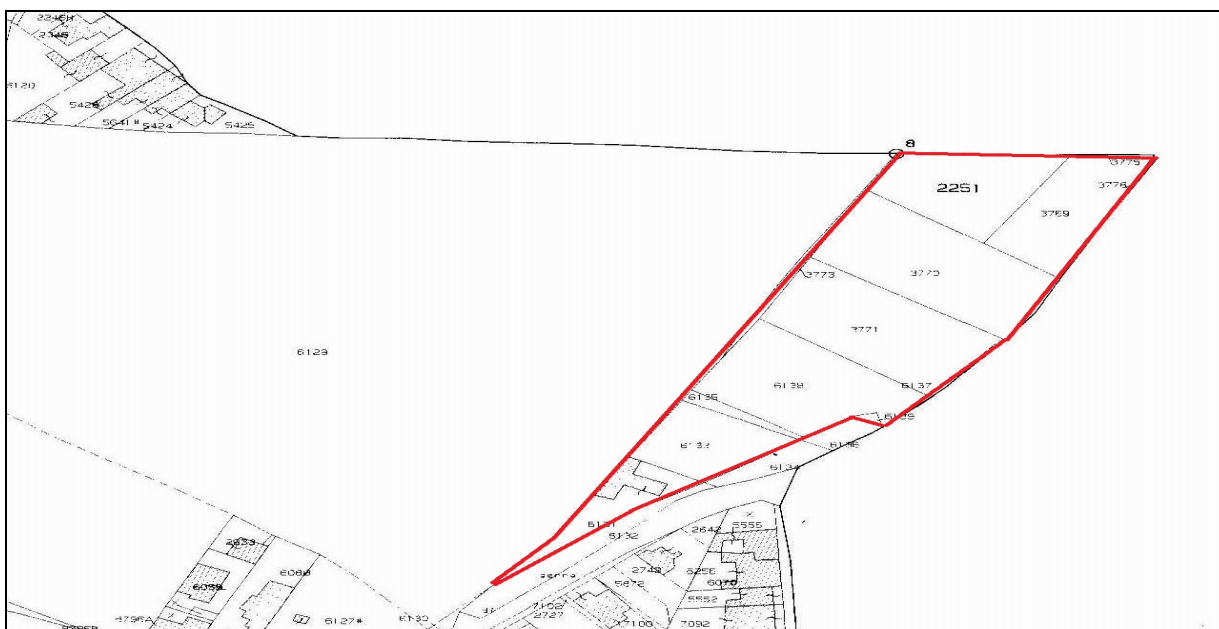
Va inoltre ribadito che questo studio si limita al bacino costituito dalla superficie di lottizzazione e dalle superfici limitrofe a detta lottizzazione che, per gravità, insistono su quest'area, ed è quindi volto a non peggiorare la situazione attuale, e non a migliorare eventuali carenze idrauliche dell'intero bacino.

2. Inquadramento territoriale e urbanistico

Il piano di lottizzazione ricade all'interno della Zona C, nello specifico identificata come sottozona C3, del Piano Urbanistico Comunale.



Il comparto C3 è interamente individuato al Catasto terreni del Comune di Oristano al Foglio 14, Mappali 3770,3773,3771,6138,6135,6133,6677,6139.



Il sito sul quale sarà realizzato l'intervento ricade nell'estrema periferia nord-est dell'abitato di Oristano, tra le vie Tore Carta e Alessandro Volta, come evidenziato nella figura sotto riportata, tratta dal sito mapsgoogle.com.



Il progetto prevede la realizzazione di 16 lotti distribuiti lungo una strada locale di ambito urbano ad una sola corsia lungo la quale sono collocati anche i parcheggi pubblici

La superficie interessata dalla lottizzazione, come già visto, è di circa 8000,00 e risulta così ripartita:

- Superficie totale edificata	mq.	1.148,00 ;
- Strade e marciapiedi	mq.	800,00 ;
- Parcheggi	mq.	225,00 ;
- Verde pubblico	mq.	800,00 ;
- Verde privato	mq.	3.530,00 ;
- Pavimentazione private esterne	mq.	1.500,00 ;



3. Inquadramento geografico e cartografico

Nella presente relazione sono state utilizzate diverse fonti di informazioni che riguardano la cartografia, la geologia, la climatologia, la pluviometria dell'area oggetto.

L'area oggetto di studio è ubicata nel Comune di Oristano in località Chiericheddu, nella periferia nord-est del centro abitato di Oristano, individuata nel foglio n° 528 - B4-III della cartografia I.G.M. (scala 1:5000 - Oristano).



Figura 1 - STRALCIO CARTOGRAFIA IGM – inquadramento area di intervento in rosso -

Inoltre l'area è inquadrabile nel Foglio 528 sezione 080 della cartografia tecnica regionale.

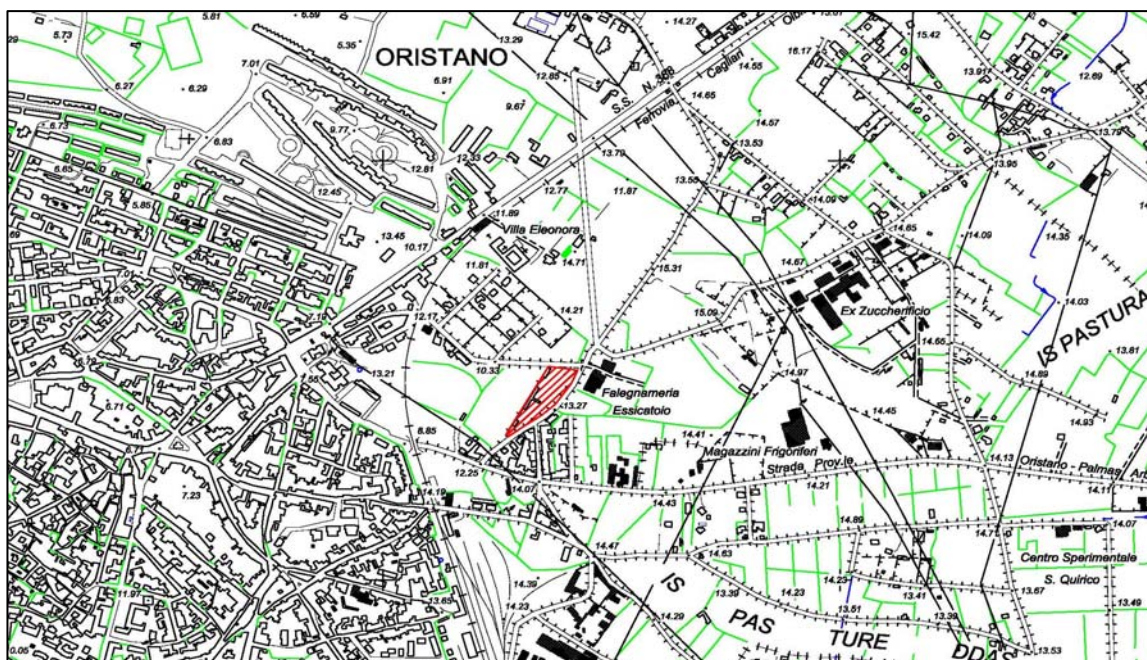


Figura 2 - STRALCIO CARTOGRAFIA CTR – inquadramento area di intervento in rosso -

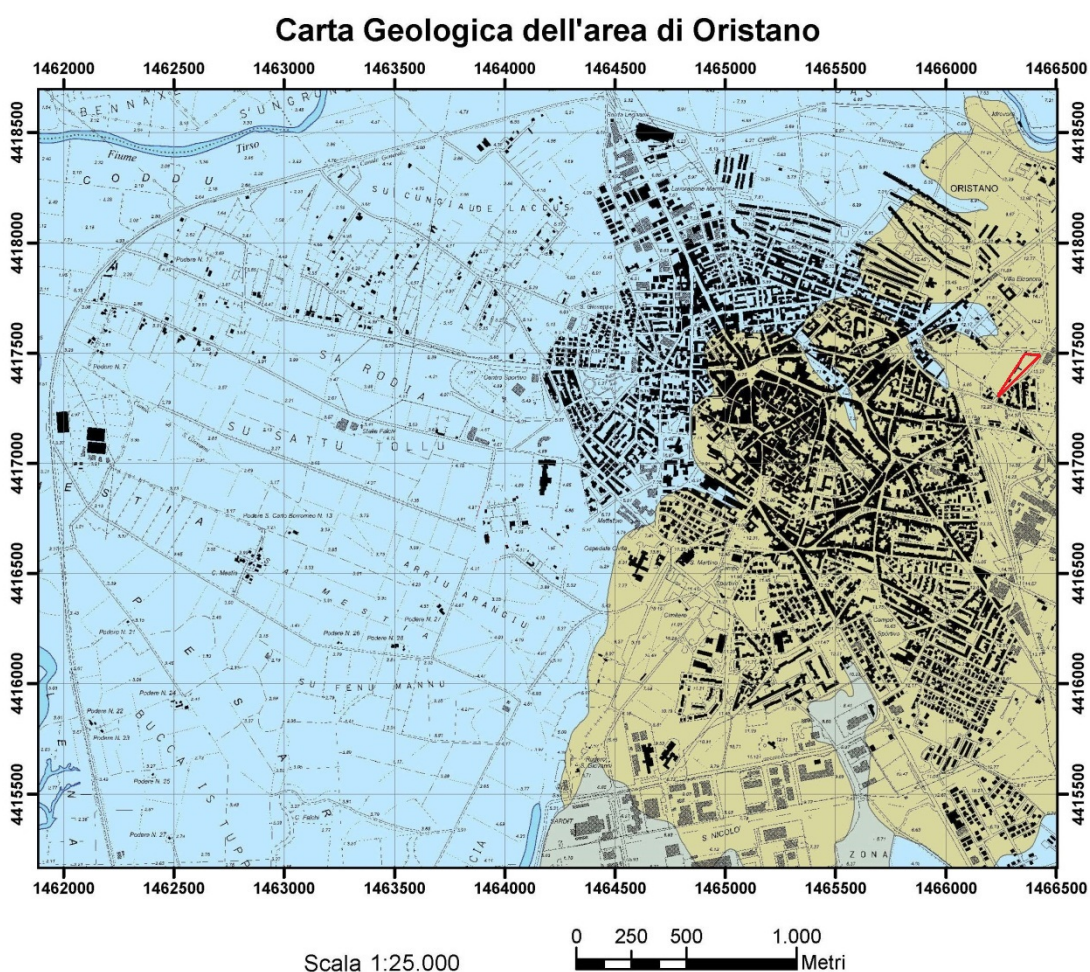
Il presente documento, unitamente alle elaborazioni cartografiche, attinge dallo studio generale le informazioni legate alle particolari condizioni dell'assetto idrogeologico del territorio comunale.

In ottemperanza a quanto disposto assume inoltre le indicazioni legate agli elementi idrografici già mappati e vigenti nel territorio, cui si sommano ulteriori aree ritenute Possedere significativa pericolosità idraulica.






L'intera elaborazione si è avvalsa, oltre che delle informazioni necessarie allo svolgimento dello studio stesso, anche dell'esame delle criticità emerse in occasione di eventi meteorici di rilevante entità.

4. Inquadramento geologico e idrogeologico

Quali strumenti di base per lo studio geologico dell'area sono state utilizzate: la Carta Geologica di base della Sardegna in scala 1:25.000 resa disponibile dalla RAS (Regione Autonoma della Sardegna); e il Foglio n° 217 ORISTANO della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 (Servizio Geologico d'Italia).



Legenda

-  *Limite della lottizzazione*
-  *Depositi alluvionali. Sabbie con subordinati limi e argille. OLOCENE*
-  *Depositi antropici. Materiali di riporto e aree bonificate. OLOCENE*
-  *Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.*
-  *Specchi d'acqua*

La piana di Oristano costituisce un'unità geografica ed idrogeologica ben definita, caratterizzata soprattutto dalla presenza del fiume Tirso, le cui alluvioni hanno costruito una potente successione di depositi eterogenei per granulometria e origine che dallo sbocco della valle del Tirso si spinge in direzione dei quadranti occidentali e meridionali per diversi chilometri.

L'accumulo di notevoli quantità di sedimenti, organizzati in diverse unità deposizionali è stata favorita essenzialmente da due fattori: il primo è che la piana di Oristano si è costituita su una fossa tettonica terziaria totalmente pianeggiante, il secondo che il bacino del fiume Tirso per la sua importanza ed estensione allo sbocco nella piana di Oristano è all'origine del notevole trasporto solido del fiume e di conseguenza della messa in posto di notevoli quantità di sedimenti.

La successione stratigrafica ha uno spessore complessivo di alcune centinaia di metri ed è costituita di facies fluviali, deltizie, lacustri, palustri e marine.

La pianura sopra citata si può dividere in due porzioni distinte in base alle caratteristiche dei sedimenti. La parte più occidentale costituita da depositi di spiaggia formati da sabbie di origine eolica, derivanti dallo smantellamento delle dune eoliche Pleistoceniche, che erano impostate sui sottostanti sedimenti lacustri- palustri. Questi ultimi traggono la loro origine nell'Olocene grazie alla morfologia dell'area costiera caratterizzata dalla presenza di cordoni litoranei che isolavano specchi d'acqua alimentati dal fiume Tirso durante le piene e dalle acque di ingressione marina. Ovvero rappresentano aree di sedimentazione dei materiali più fini depositi dalle acque a seguito di un rallentamento della velocità delle stesse, una volta fuoriuscite dal canale principale del corso d'acqua o infiltratesi in occasione di tempeste e mareggiate molto intense.

La porzione centrale e orientale della piana di Oristano è costituita da depositi alluvionali eterogenei, costituiti in prevalenza da ghiaie, sabbie e subordinatamente argille, depositi dalle acque del fiume Tirso in un ambiente deposizionale di più ad alta energia rispetto alla fascia occidentale della pianura.

Il sito di cui al presente studio si trova in corrispondenza di tale porzione (Fig. 4).

In definitiva si può affermare che i depositi caratterizzanti la piana di Oristano mostrano

variazioni tessiturali sia longitudinalmente, sia trasversalmente, con passaggio da depositi più grossolani a sedimenti più fini, con conseguente avvicinamento della falda acquifera in essi contenuta alla superficie topografica in direzione della linea di costa.

La piana di Oristano rappresenta l'ambito tipico caratterizzato per la presenza di acquiferi di tipo multifalda, con orizzonti acquiferi separati da livelli con permeabilità variabile da bassa fino ad arrivare ad avere dei valori paragonabili a degli acquitardi.

Il Piano Urbanistico Comunale - PUC del Comune di Oristano indica che il sottosuolo del sito appartiene all'Unità quaternaria, costituita in prevalenza da ghiaie alluvionali terrazzate con ciottoli e subordinate sabbie.

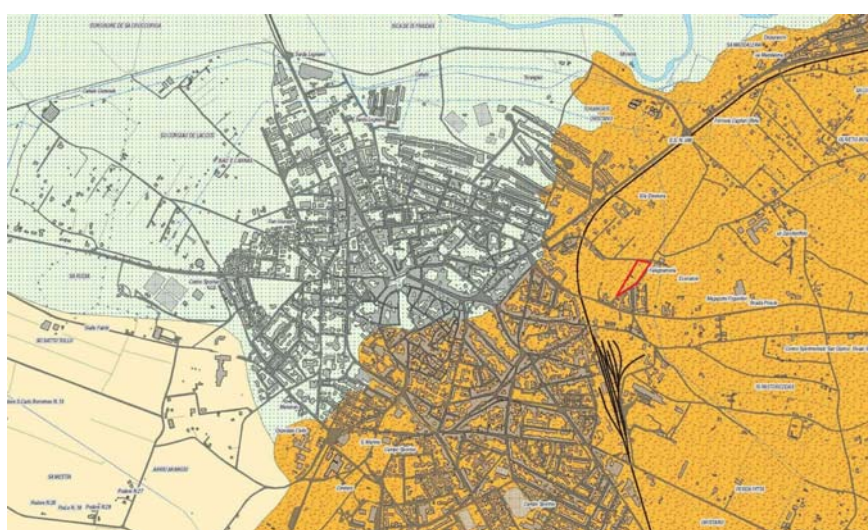




Figura 3: Carta Geo-Litologica - inquadramento area di intervento in rosso -

PLEISTOCENE

-  Ghiaie alluvionali terrazzate con ciottoli e subordinate argille
-  Ghiaie alluvionali terrazzate con ciottoli e subordinate sabbie

Nell'ambito del presente studio, un ruolo fondamentale riveste l'inquadramento idrogeologico al fine di determinare le classi di permeabilità presenti nell'area esaminata, cercando di individuare la presenza o meno di falde libere, in pressione e circolazioni idriche sotterranee lungo direzioni preferenziali.

La permeabilità deve essere intesa come la capacità delle rocce di lasciarsi attraversare dall'acqua sottoposta a un carico idraulico o in altri termini di assorbire più o meno l'acqua piovana e di immagazzinarla o farla defluire.

La permeabilità si distingue in due grandi tipologie, quella per porosità e quella per fessurazione:

La prima si manifesta in litotipi porosi, caratterizzati da numerosi piccoli vuoti intergranulari e

intercomunicanti, mentre la seconda, invece, è tipica di litotipi coerenti e compatti ma solcata da fessure e giunti.

Così come si osserva anche nella carta idrogeologica, l'intero territorio comunale è caratterizzato per la quasi totalità dall'affioramento dell'Unità delle alluvioni plio-quadernarie, che presentano una permeabilità media, nella maggior parte dei casi. La stessa diviene alta negli orizzonti più francamente sabbiosi e ghiaiosi e, al contrario, diviene bassa negli orizzonti caratterizzati da una granulometria più fine.

L'assetto idrogeologico-stratigrafico, è caratterizzato dalla presenza di due acquiferi di rilevante importanza, uno superficiale e uno profondo.

L'acquifero superficiale, di tipo freatico è impostato sui depositi alluvionali più recenti ed è per lo più alimentato dalle acque meteoriche oltre che dall'interazione con i corsi d'acqua che insistono sul territorio. Il letto di tale acquifero è costituito da un orizzonte impermeabile di natura argillosa e sabbioso-argillosa.

L'acquifero profondo, di tipo semi-confinato, è impostato sui prodotti alluvionali pleistocenici ed è di tipo multistrato, a causa dei numerosi orizzonti a permeabilità più o meno bassa che lo costituiscono.

Il deflusso sotterraneo, leggibile in carta tramite le apposite linee che lo individuano, presenta un andamento di direzione SE-NW.

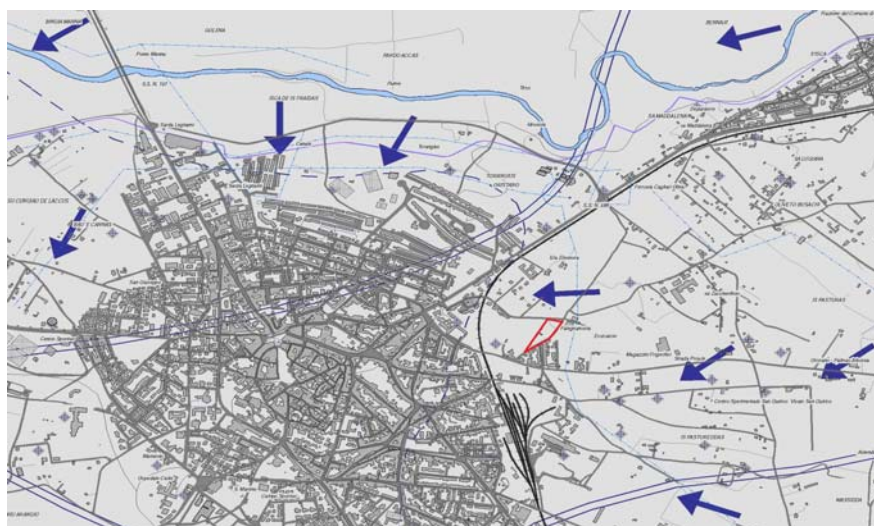
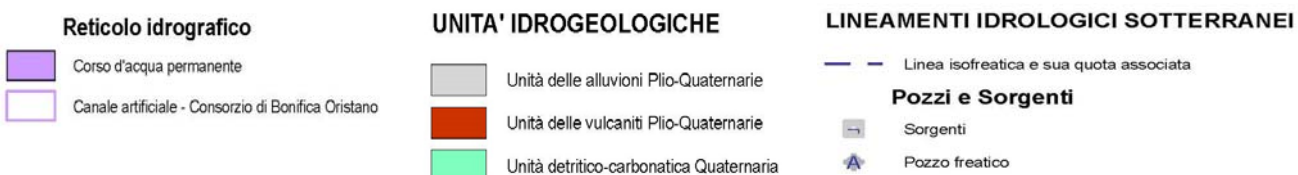


Figura 4: Carta Idrogeologica - inquadramento area di intervento in rosso –



Per i litotipi dell'area in esame, la permeabilità può essere rappresentata da un unico valore per singolo affioramento, essa si misura col valore del coefficiente K misurato in m/s.

Il coefficiente K caratteristico dei litotipi di nostro interesse è di seguito riportato:

Depositi alluvionali costituiti da conglomerati e sabbie, sono caratterizzati da una permeabilità variabile da molto alta a media ($10^{-4} < K < 10^{-8}$), con punti in cui la stratigrafia viene interessata da strati argillosi in cui la permeabilità si riduce strati impermeabili con conseguente permeabilità nulla.

Il livello piezometrico della falda freatica superficiale si attesta a circa 7 metri dal piano di campagna (come si può facilmente rilevare dai pozzi presenti in prossimità dell'area in oggetto).

5. Inquadramento climatologico

5.1 Temperatura e precipitazioni

La Sardegna gode essenzialmente di un tipico clima Mediterraneo, tuttavia la posizione particolare, interamente circondata dal mare e lontana dai continenti, rendono l'isola soggetta a una accentuata variabilità termica, tra i versanti, in occasione di ondate di calore o di freddo.

A livello medio il clima isolano è molto mite, persino nella stagione fredda, infatti le ondate di freddo giungono attenuate nel corso del loro passaggio sul Mediterraneo.

Tuttavia se l'aria fredda si presenta secca (venti da nord est), l'accumulo di questa in ristretti territori dal clima maggiormente continentale (fondovalle di zone interne), può provocare valori estremi di temperatura minima, compresi tra i -5°C e i -10°C . Le correnti fredde da nord ovest, sono invece più umide e il più delle volte portatrici di neve, abbondante e piuttosto frequente nel trimestre invernale, sopra i 1400 metri di quota.

La vicinanza con il continente africano rende comunque l'isola soggetta a frequenti irruzioni di aria calda, dal Nord Africa. Gli effetti di queste sono minimi nel trimestre invernale, quando il Sahara presenta valori di temperatura piuttosto miti, tuttavia nei restanti mesi le irruzioni di aria calda da sud, possono portare al raggiungimento di temperature molto elevate.

In estate la temperatura è elevata e nei mesi di luglio e agosto tutta la Sardegna meridionale si trova compresa entro l'isoterma di 25°C .

L'azione moderatrice del mare è ben manifestata nell'andamento delle temperature medie. Si verifica infatti il perdurare delle basse temperature invernali, ancora nei mesi di marzo e aprile nelle stazioni interne e montane, mentre in quelle costiere la media di questi mesi si approssima

già ai 15 °C. Alla fine della primavera (giugno) si ha invece un incremento verso gli alti valori estivi, più spiccato nelle zone interne e più moderato lungo le coste.

La media primaverile è di 10-12 °C per le stazioni interne e per quelle montane, che scende di 5 gradi per quelle della costa. La vera stagione calda ha inizio col mese di giugno, in cui la temperatura media si eleva fino ed oltre i 20 °C, restando inferiore a tale valore solo nelle zone di montagna. Il mese più caldo può essere luglio o agosto: il verificarsi del massimo in agosto è un fatto frequente nella costa occidentale, altra prova che l'influenza del mare è più marcata in questo versante. In luglio e agosto la temperatura media all'ombra supera i 20° C anche nelle zone di montagna, escluse quelle al di sopra dei 1000 metri. La media dell'intera stagione estiva che è di 24,5°C per le stazioni costiere, si eleva a 26° C in alcune località della Sardegna meridionale, per abbassarsi poi a 19-20° C in quelle di montagna.

Fino all'autunno inoltrato la temperatura si mantiene elevata, tanto che in settembre si ha una media superiore a quella di giugno e in ottobre maggiore di quella di maggio.

In novembre continua la diminuzione della temperatura, ma quasi tutte le Stazioni hanno ancora una media che non scende sotto i 10° C e infine, con il mese di dicembre si entra nel regime invernale.

Per la caratterizzazione climatica del settore esaminato sono stati utilizzati i dati pluviometrici e termometrici presenti nella stazione di Oristano.

La stazione di Oristano risulta identificata dalle seguenti coordinate (Gauss-Boaga) E 1466090 N 4417020, e risulta posizionata ad un'altezza di 12 m Hsmm, codice stazione 680.

Le osservazioni si riferiscono a 17 anni di osservazioni nel periodo compreso tra il 1986 e il 2002.

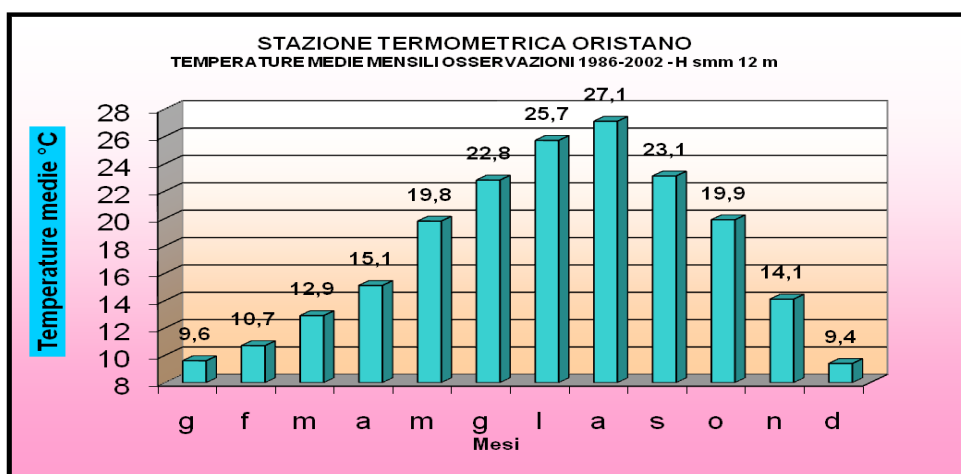


Tabella 1 – Temperature medie mensili

La temperatura media annua massima, calcolata sui valori medi mensili, è di 17,5° C, registrata, nella stazione di Oristano, il mese più freddo è dicembre con 9,4°C.

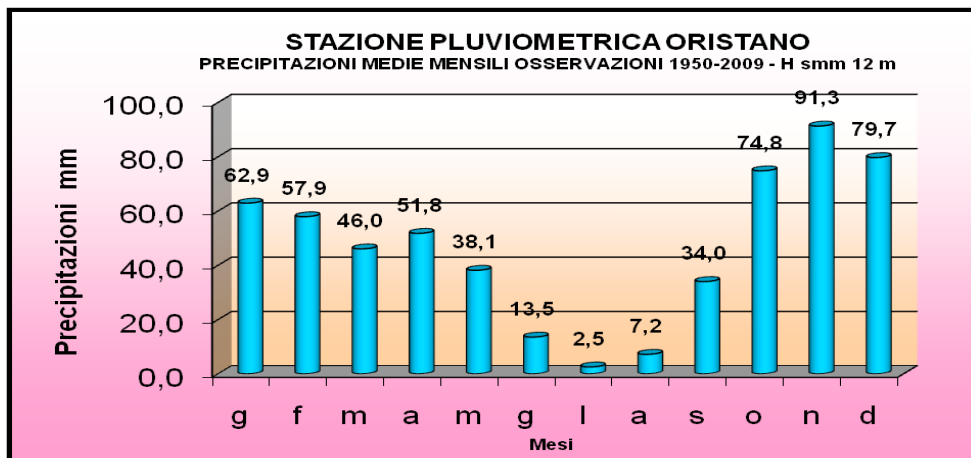


Tabella 2 – Precipitazioni medie mensili

La precipitazione media annua non supera i 559,7 mm di pioggia, calcolata sulla stazione di Oristano. I mesi più secchi sono quelli estivi con il picco minimo a luglio con soli 2,5 mm di pioggia.

5.2 Vento

Nell'ambiente climatico della Sardegna il vento ha una parte assai importante. Esso soffia infatti con altissima frequenza per il fatto che l'isola si trova lungo la traiettoria delle correnti aeree occidentali, che spirano dalle zone anticicloniche dell'Atlantico e dell'Europa di Sud-Ovest verso i centri di bassa pressione mediterranei. E' di notevole interesse constatare che la distribuzione dei valori di frequenza nei diversi settori d'orizzonte non presenta apprezzabili variazioni nei singoli anni; ciò è tanto più degno di nota se si tengono presenti i notevoli scarti dalla media che invece si registrano nell'andamento di altri elementi del clima, e in particolare nel regime delle precipitazioni.

La predominanza dei venti occidentali in tutte le stagioni, la velocità media del vento quasi eguale in tutti i mesi, l'affermarsi del sistema di brezza lungo le coste regolarmente alla fine della primavera sono i fatti salienti di questo uniforme regime anemometrico.

Il regime anemologico che contraddistingue la zona dell'Oristanese è caratterizzato da correnti nord-occidentali, con una seconda direzione prevalente sud-orientale.

Per studiare nel dettaglio la direzione e velocità dei venti nelle zone limitrofe al sito di interesse si ritiene utile esaminare i dati rilevati nella stazione A.M. di Oristano.

I dati di frequenza della direzione ed intensità sono presentati nella tabella riportata nella pagina seguente. La frequenza è espressa in ‰ mentre la velocità del vento è espressa in nodi (1 nodo= 0,51 m/s). Dai dati emerge come lo stato di calma rappresenti la situazione più frequente. A seguire l'importanza maggiore è da attribuire ai venti da NW (maestrale) e da W (ponente), mentre le altre direzioni sono nettamente meno frequenti.

Ai venti da maestrale sono associate anche le intensità maggiori, con punte che superano i 24 nodi (45 Km/h).

STAZIONE DI ORISTANO

STAZIONE METEOROLOGICA A.M. 548 - ORISTANO - LAT.39 53 LONG. 8 39 ALT. 9 M.

PERIODO DI OSSERVAZIONE DAL 1/1951 AL 3/1962

DIREZIONE E VELOCITA' DEL VENTO

NUMERO DELLE OSSERVAZIONI 32736

DISTRIBUZIONE DELLE FREQUENZE ANNUALI (‰)

SETTORI	H.	GRADI	CLASSI DI VELOCITA' (NODI)											TOTALE		
			0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	24 - 99								
1	0.0	22.5		7.13	3.82	3.47	1.52	0.28	15.36							
2	22.5	45.0		15.69	8.80	7.24	2.36	0.07	30.47							
3	45.0	67.5		33.34	28.45	21.53	6.31	0.31	88.14							
4	67.5	90.0		29.74	16.92	18.93	3.47	0.16	59.19							
5	90.0	112.5		11.84	4.33	4.22	2.39	0.16	19.96							
6	112.5	135.0		5.42	2.32	3.56	2.36	0.08	11.96							
7	135.0	157.5		5.14	2.33	2.56	1.70	0.04	11.96							
8	157.5	180.0		8.04	3.08	5.74	3.99	0.09	23.89							
9	180.0	202.5		8.27	3.84	4.42	3.11	0.0	27.25							
10	202.5	225.0		7.28	4.38	6.66	3.11	0.06	25.89							
11	225.0	247.5		10.76	8.68	15.04	8.22	0.27	42.98							
12	247.5	270.0		16.37	15.35	28.08	11.29	0.38	71.47							
13	270.0	292.5		18.98	16.98	32.31	14.29	0.69	82.33							
14	292.5	315.0		16.98	17.12	31.52	19.89	1.25	84.48							
15	315.0	337.5		14.88	16.91	28.81	23.48	1.67	91.74							
16	337.5	360.0		11.84	7.47	12.95	7.63	0.31	46.22							
VARIABILI				0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0							
0 - 1 NUDDO			243.81							243.81						
TOTALE			243.81	228.16	167.92	228.22	119.07	5.62	1688.00							

Tabella 3 - Direzione e velocità del vento

Per quanto riguarda la frequenza dei venti è significativo proporre il diagramma anemometrico che riporta la distribuzione delle frequenze in funzione delle direzioni, da cui emerge la situazione dominante del maestrale e del ponente, mentre i venti da nord-est (grecale) e da sud-ovest (libeccio) rappresentano le altre direzioni dominanti, ma con frequenze decisamente più basse.

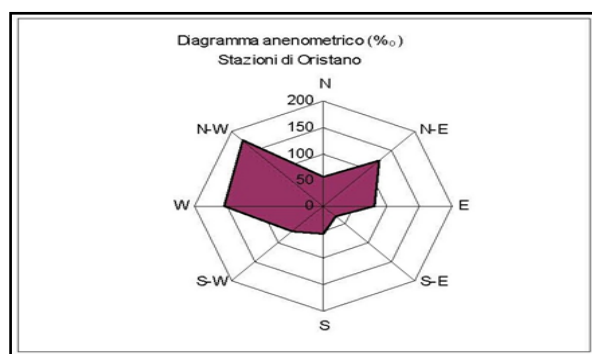


Figura 5 - Diagramma anemometrico stazione di Oristano

6. Inquadramento idrologico

L'unità idrologica più importante a nord dell'abitato di Oristano è il fiume Tirso.

Il Tirso, principale fiume della Sardegna, nasce circa una decina di chilometri ad est di Buddusò, dalla dorsale posta a circa 900 m di altitudine compresa tra i monti Madras d'Ingannu e sa Ianna Bassa. Il fiume presenta in generale un corso con andamento prevalente da NE verso SW attraversando per gran parte del suo sviluppo un'ampia fascia della Sardegna centrale per giungere alla foce posta a circa 4 km ad ovest di Oristano, nel golfo omonimo.

L'ultimo tratto del fiume Tirso, a differenza dei tratti di monte, è caratterizzato dalla presenza di un sistema difensivo molto esteso, con arginature sostanzialmente continue dallo sbocco nella piana costiera alla duna litorale, per uno sviluppo complessivo di circa 20 Km.

In sponda destra il rilevato arginale è continuo, ha inizio in corrispondenza della spalla del ponte stradale presso Zerfaliu e termina immorsandosi sulla duna costiera presso la località Azienda Brabau, circa 700 m a monte della foce.

In sinistra, sfruttando il ripiano terrazzato, sopraelevato di circa una decina di metri rispetto al fondovalle alluvionale, su cui sono edificati il centro storico di Oristano e l'abitato di Simaxis, il rilevato arginale è diviso in 3 tronconi: il primo è compreso tra la diga di S. Vittoria e la confluenza del riu S. Elena; il secondo è posto a protezione dell'abitato di Sili; il terzo corre tra il rilievo in località "La Maddalena" presso Sili ed il canale di Pesaria.

Gli argini, realizzati nei primi anni cinquanta, sono costituiti da rilevati in terra, che di norma hanno un'altezza di 3÷4 m e un coronamento largo circa 3 m. Sul lato interno degli argini, in genere per brevi tratti, vi sono protezioni in lastre di calcestruzzo o più raramente in gabbioni. Tali rinforzi sono presenti in modo sistematico in corrispondenza delle rampe di accesso alle aree golenali e, saltuariamente, nei punti potenzialmente a rischio di erosione, dove sono stati integrati con sistemi di pennelli in gabbioni.



La rete idrografica dell'area oristanese oltre al Fiume Tirso è caratterizzata da un articolato sistema di canalizzazioni e opere di drenaggio realizzate per l'irrigazione e miglioramento fondiario. Sono inoltre presenti piccoli rii, a carattere torrentizio e generalmente in secca che hanno origine da sorgenti poste tra i rilievi collinari.

7. Conoscenze sulla pericolosità idraulica delle aree in studio.

7.1 Il Piano di Assetto Idrogeologico

L'Approvazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) avvenuta con deliberazione della Giunta Regionale n. 54/33 del 30/12/2004 ha conseguito l'esecutività delle perimetrazioni delle aree a rischio e delle aree pericolose individuate a livello regionale ai fini della salvaguardia del territorio da eventuali danni e dissesti dovuti a fenomeni di piena o di frana. Dopo la pubblicazione nel Bollettino Ufficiale della Regione avvenuta nel marzo 2005 si è avuta l'esecutività della suddetta delibera. Come previsto dal D.P.C.M. del 29 settembre 1998 e come riportato nelle "Linee Guida" delle Attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia (RAS, 2000), la procedura per

l'individuazione delle aree a rischio idraulico prevede, per ogni bacino idrografico, una prima identificazione dei tronchi critici del reticolo idrografico. La Normativa individua tre classi di probabilità di evento o classi di pericolosità in relazione alle quali è prescritta la perimetrazione delle aree di pericolosità idraulica. Per la loro determinazione si effettua il calcolo delle portate di piena in sezioni idrografiche sufficientemente significative, relativamente a tempi ritorno di 50 anni, 100 anni, 200 anni e 500 anni, determinate attraverso i metodi correntemente adottati dall'idrologia per la Sardegna.

Nel PAI 2004, la scala di analisi e di rappresentazione adottata è quella della Cartografia Tecnica Regionale (scala 1:10.000), dettaglio superiore a quanto previsto dalla normativa di riferimento (Atto di Indirizzo e Coordinamento di cui al DPCM del 29/09/1998). Inoltre, il calcolo dei livelli idrici per ciascun tronco critico è stato condotto con tecniche di modellazione idraulica nell'ipotesi di moto permanente con sezione trasversale costituita dalla sezione di scorrimento del tronco idrico esaminato.

Dai profili idrici determinati sono state definite come allagabili tutte le porzioni di territorio contigue al corso d'acqua le cui quote del piano di campagna risultino minori di quelle del pelo libero della corrente nella sezione considerata.

Il PAI del 2004 ha individuato le aree inondabili e quindi quelle a pericolosità secondo i livelli previsti dalle citate indagini idrologiche e analisi idrauliche, per ciascuna delle classi previste nel DPCM del 29/09/1998 recepite nelle Ndp del Piano di Assetto Idrogeologico.

In particolare sono rappresentati:

- Il perimetro delle aree di esondazione con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni (pericolosità idraulica molto elevata Hi4)
- La fascia di elevata pericolosità idraulica, relativa ad esondazioni aventi tempi di ritorno compresi tra i 50 e 100 anni (Hi3)
- La fascia di media pericolosità idraulica, relativa ad esondazioni aventi tempi di ritorno compresi tra i 100 e 200 anni (Hi2)
- La fascia di moderata pericolosità idraulica, relativa ad esondazioni aventi tempi di ritorno compresi tra i 200 e 500 anni (Hi1).

La metodologia seguita ha consentito la quantificazione numerica del rischio totale "R" e degli elementi a rischio interessati "E", associando alla classificazione qualitativa definita nel DPCM 29/09/98 opportuni valori numerici.

Si è anche differenziata la definizione di rischio a seconda del tipo di evento cui si riferisce (piena o frana). In particolare, il rischio idraulico Ri è stato definito, secondo la notazione

usualmente utilizzata, come il prodotto di tre fattori:

$$R_i = H_i \cdot E \cdot V$$

dove:

- R_i = rischio idraulico totale, quantificato secondo 4 livelli; nella Figura 05 estratta dal PAI seguente sono evidenziati gli estremi superiori delle classi.
- H_i = pericolosità (natural Hazard) ossia la probabilità di superamento della portata al colmo di Piena. In accordo al DPCM 29/09/98 anche questa grandezza è ripartita secondo 4 livelli, pari a 0,02, 0,01, 0,005, 0,002, che corrispondono, rispettivamente, ai periodi di ritorno (T) di 50, 100, 200 e 500 anni. nella Figura 06 seguente estratta dal PAI sono evidenziati i valori attribuiti alle classi di pericolosità.
- E = elementi a rischio: ai sensi del citato DPCM 29/09/98 sono costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi e vengono classificati come riportato nella Figura 07 seguente estratta dal PAI, nella quale ad ogni classe è stato attribuito un peso secondo una scala compresa fra 0 e 1.
- V= vulnerabilità intesa come capacità a resistere alla sollecitazioni indotte dall'evento e quindi dal grado di perdita degli elementi a rischio E in caso del manifestarsi del fenomeno. Ogni qualvolta si ritenga a rischio la vita umana, ovvero per gli elementi di tipo E4, E3 e parte di E2, la vulnerabilità, in linea con il DPCM 29/09/98 è stata assunta pari all'unità; per quanto concerne gli elementi di altro tipo occorrerebbe provvedere a delle analisi di dettaglio

La classificazione delle aree a Rischio Idraulico è stata quindi ricavata come intersezione tra aree pericolose (aree allagabili) ed elementi a rischio, secondo la scala riportata nella tabella seguente estratta dal PAI

Tabella XIII Classificazione delle aree a rischio idraulico

Classe	Intensità	valore	Elementi a rischio	Pericolosità / Tr (anni)			
				H_{i1}	H_{i2}	H_{i3}	H_{i4}
				500	200	100	50
R_{i1}	Moderato	≤ 0.002	E1	R_{i1}	R_{i1}	R_{i2}	R_{i2}
R_{i2}	Medio	≤ 0.005	E2	R_{i1}	R_{i2}	R_{i2}	R_{i3}
R_{i3}	Elevato	≤ 0.01	E3	R_{i1}	R_{i2}	R_{i3}	R_{i4}
R_{i4}	Molto elevato	≤ 0.02	E4	R_{i1}	R_{i2}	R_{i3}	R_{i4}

7.2 Il Piano Stralcio delle Fasce fluviali

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale.

Il PSFF trova specificazione nella direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni e nel Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 che recepisce tale direttiva.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

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.

Per quanto riguarda le procedure di approvazione, si fa riferimento alla delibera n. 1 del 23 giugno 2011 del Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino della Sardegna recante “ 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.)”. Revoca della deliberazione del C.I. n. 1 del 31.03.2011, di adozione preliminare del P.S.F.F., e definizione di una nuova procedura per l'adozione e l'approvazione finale che prevede alcuni incontri e momenti di confronto con gli attori del territorio.

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, contenente nuove misure di salvaguardia del territorio regionale con l'individuazione di nuove aree di pericolosità idraulica e la modifica di altre precedenti identificate dal PAI .

Nel PSFF l'analisi idraulica è stata condotta utilizzando il modello numerico HEC-RAS che consente il calcolo dell'andamento dei profili di corrente in moto permanente gradualmente variato od in moto vario, sia in alvei naturali, sia in canali artificiali, includendo anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc..

Per quanto riguarda gli aspetti normativi, il PSFF rimanda alle norme di attuazione del PAI. Per quanto concerne gli elementi areali il Piano individua le cosiddette fasce fluviali, dette anche aree di pertinenza fluviale, che identificano quelle aree limitrofe all'alveo inciso occupate nel tempo dalla naturale espansione delle piene, dallo sviluppo morfologico del corso d'acqua, dalla presenza di ecosistemi caratteristici degli ambienti fluviali.

Nel caso del Fiume Tirso il codice di calcolo HEC-RAS è stato utilizzato in condizioni di moto permanente e sono stati simulati eventi di piena con tempo di ritorno crescente compresi tra 2 e 500 anni.

Nella figura seguente estratta dal PSFF sono riportate le sezioni rilevate nel tratto terminale del Fiume Tirso, che ricomprende anche l'area oggetto di studio.

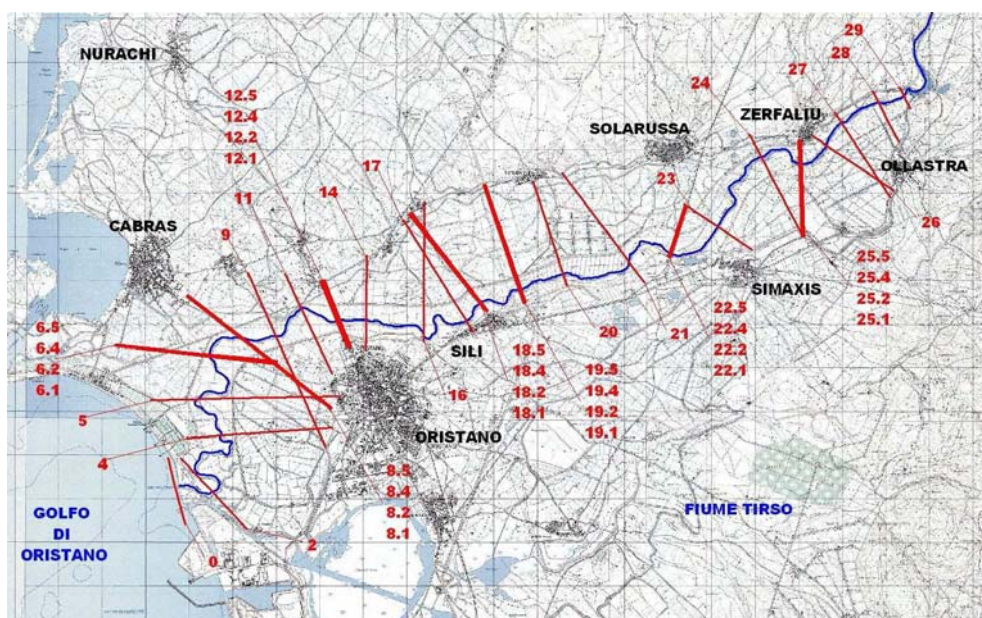


Figura 6 – Ubicazione delle sezioni del modello numerico nel tratto terminale

Relativamente all'estensione delle fasce di esondazione, lungo il tratto a monte di Oristano si rileva un andamento abbastanza regolare, con valori compresi tra i 2,5 ed i 3 km per tutti i tempi di ritorno; un significativo ampliamento si ha a valle di Oristano, dove si superano i 4 km con l'interessamento di tutto il territorio compreso tra lo Stagno di Santa Giusta e lo Stagno di Cabras.

7.3 Previsioni del PAI e del PSFF per l'area di interesse del progetto.

La porzione del territorio del Comune di Oristano affacciata sul fiume Tirso e che comprende l'area di interesse del progetto è individuata nella Tavola 7 del PAI nel Sub-bacino Tirso. Nella tavola si individuano le zone perimetrate con pericolosità idraulica Hi4 ed Hi1; le prime (zone Hi4) sono localizzate all'interno delle aree golenali del fiume Tirso, mentre le altre, in aree adiacenti alle prime ed al di fuori della gola. In generale le zone a pericolosità Hi4 possono essere zone a Rischio Ri2, Ri3 e Ri4, mentre le zone pericolosità Hi1 risultano sempre a Rischio Ri1.

Nell'ambito del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, l'area di intervento è individuata nella Tavola TI005 - Sub Bacino 02 Tirso - .

L'area interessata dalla nuova lottizzazione, come si evince dagli elaborati grafici di seguito riportati , non rientra tra le aree a rischio esondazione perimetrate dal PAI e dal PSFF.

Da un accurato esame della cartografia, in particolare dalla Carta Tecnica dell'Italia Meridionale in scala 1:5000, si è potuto rilevare che nell'ambito dell'area interessata non grava nessun reticolo idrografico locale e minore che possa dare adito a qualsiasi rischio idraulico anche di minima entità.

Di seguito si riportano gli elaborati cartografici del PAI e del PSFF che comprendono l'area oggetto di intervento.

8. Analisi idrologica

8.1 Metodologie di calcolo delle portate di piena

La determinazione delle portate di massima piena in Sardegna, data la necessità di stimare i valori in sezioni non osservate e come nel caso in esame, riferite al reticolo idrografico superficiale secondario, si deve basare sulla comparazione critica dei risultati ottenuti dalle diverse metodologie di calcolo disponibili e dal raffronto con i dati osservati, qualora disponibili.

Le metodologie di calcolo possono essere inquadrare in due grandi sottoinsiemi: la prima è nota sotto la generale definizione di Metodi Diretti, la seconda come Metodi Indiretti, in cui l'aggettivo diretto o indiretto specifica se la portata al colmo in qualunque sezione è ricavata direttamente da valori di portate calcolati, ovvero indirettamente tramite trasformazione afflussi– deflussi.

I metodi diretti hanno applicabilità per bacini di estensione superiore a 60 Km²; viste le dimensioni dei bacini si applicherà il solo metodo indiretto.

8.1.1 Metodi diretti

Per metodi diretti si intendono quelli riportati nella pubblicazione “Valutazione delle piene in Sardegna” (Cao, Piga, Salis, Sechi, novembre 1991). Essi mirano a determinare la portata di piena di un bacino prescindendo dall'informazione pluviometrica della regione in cui il bacino è ubicato (nelle espressioni analitiche dei metodi non compare né l'altezza della precipitazione né la sua intensità) e determinando la distribuzione probabilistica della portata al colmo tramite l'elaborazione statistica dei dati idrometrici rilevati su bacini ritenuti morfometricamente omogenei.

Il primo metodo fa riferimento alla distribuzione log-normale delle portate di piena; divide il territorio regionale in bacini occidentali e orientali utilizzando diverse formulazioni per ognuna delle due macro aree.

Il metodo è applicabile solo se è rispettata la seguente condizione:

$$A \cdot H_m > 5 \times 10^9$$

dove A è la superficie del bacino in mq; H_m è l'altezza media del bacino in m.

Per il bacino in esame $A \cdot H_m < 5 \times 10^9$ quindi il metodo non è applicabile.

Il secondo metodo fa riferimento alla distribuzione TCEV esprimendo la probabilità di non superamento attraverso la somma di due distribuzioni esponenziali del tipo:

$$P(x \leq X) = \exp \left(-\lambda_1 e^{-\frac{x}{\theta_1}} - \lambda_2 e^{-\frac{x}{\theta_2}} \right)$$

La prima distribuzione, parametri (λ_1, θ_1) , caratterizza i valori più frequenti della portata di massima piena annuale mentre la seconda distribuzione, parametri (λ_2, θ_2) , caratterizza la componente eccezionale della portata di massima piena annuale.

In base all'analisi regionale, l'intero territorio della Sardegna risulta suddiviso in due zone (bacini occidentali e orientali), idrologicamente omogenee.

Quest'ultima metodologia, deriva dall'analisi di serie storiche relative a stazioni che sottendono bacini di estensione superiore a circa 60 km², di conseguenza essa fornisce risultati soddisfacenti se applicata a bacini di media e grande superficie.

Nel caso in questione si è escluso l'utilizzo dei metodi di stima regionali "diretti" in quanto non validati per bacini di piccola estensione.

8.1.2 Metodi indiretti

Si basano sulla stima della portata al colmo a partire dalle precipitazioni meteoriche. L'altezza di pioggia in relazione alla durata è descritta dalle curve di possibilità pluviometrica. Tali curve possono essere determinate con riferimento a due distribuzioni probabilistiche distinte: distribuzione log-normale e distribuzione TCEV.

8.2 Analisi pluviometrica

Per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica, in questo studio di compatibilità, si è utilizzato il modello probabilistico TCEV, infatti recenti studi per la Sardegna mostrano che il modello probabilistico ben interpreta le caratteristiche di frequenza delle serie storiche.

L'altezza di pioggia giornaliera h_T con assegnato tempo di ritorno T in anni è data da :

$$\begin{aligned} \text{SZO 1} \quad h(T) &= \mu_g K_T = \mu_g [0.69319 + 0.72015 \text{Log}_{10}T + 3.1364 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10}T)^2] \\ \text{SZO 2} \quad h(T) &= \mu_g K_T = \mu_g [0.60937 + 0.91699 \text{Log}_{10}T + 3.9932 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10}T)^2] \\ \text{SZO 3} \quad h(T) &= \mu_g K_T = \mu_g [0.47839 + 1.22460 \text{Log}_{10}T + 5.3321 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10}T)^2] \end{aligned}$$

Il territorio di Oristano rientra nella sottozona 1 (SZO 1) come si evince dalla figura sotto riportata (Fig. a).

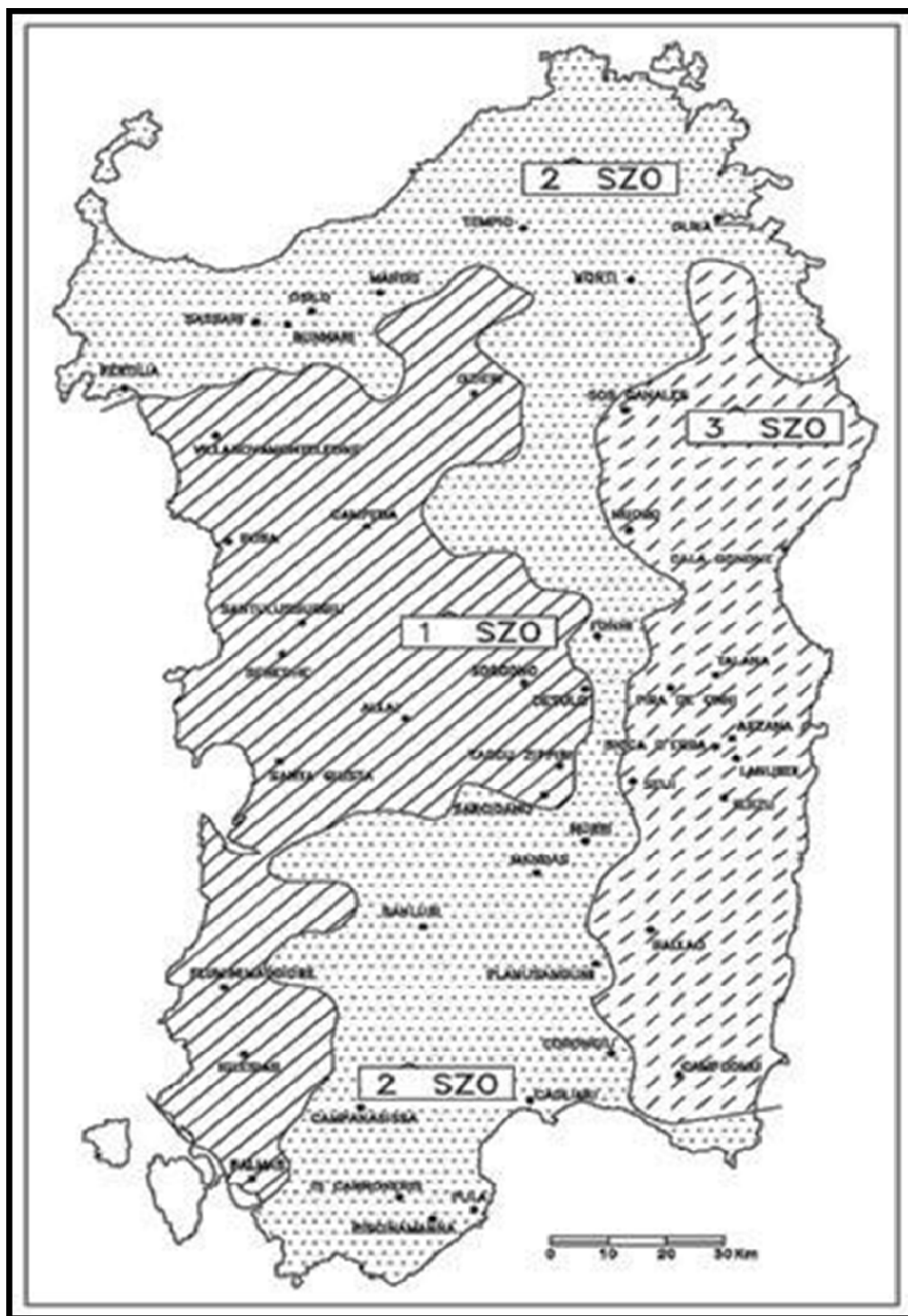


Figura a – Sotto Zone Omogenee per le piogge brevi e intense in Sardegna.

La pioggia indice giornaliera μ_g è la media dei massimi annui di precipitazione giornaliera.

K_T è il coefficiente (adimensionale) di crescita espresso in funzione del tempo di ritorno T .

Il valore della pioggia indice giornaliera μ_g (espressa in mm), si ricava dalla carta delle isoiete sotto riportata. (Fig. b)

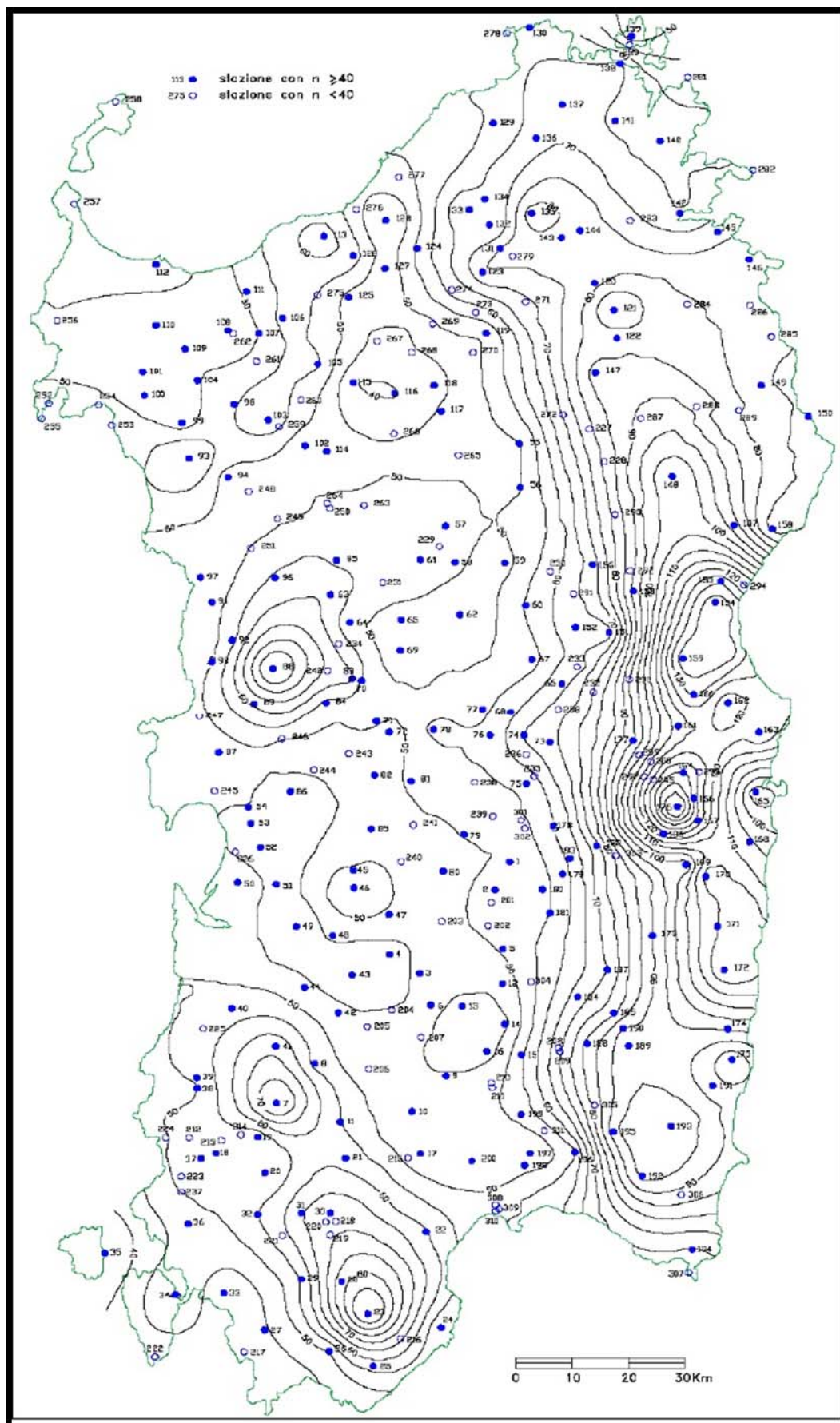


Figura b – distribuzione spaziale dell’altezza di pioggia giornaliera in Sardegna

La pioggia indice $\mu(\tau)$ di durata τ (ovvero la media dei massimi annui delle piogge di durata τ) può essere espressa in forma monomia:

$$\mu(\tau) = a_1 \tau^{n_1}$$

dove i coefficienti a_1 e n_1 si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera: μ_g

$$a_1 = \mu_g / (0.886 \cdot 24^{n_1}) \quad ; \quad n_1 = -0.493 + 0.476 \text{ Log}_{10} \mu_g$$

L'altezza di pioggia $h_T(\tau)$ di durata τ con assegnato tempo di ritorno T in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice $\mu(\tau)$ per un coefficiente di crescita $K_T(\tau) = a_2 \tau^{n_2}$:

$$h_T(\tau) = \mu(\tau) K_T(\tau) = (a_1 a_2) \tau^{(n_1 + n_2)}$$

dove i coefficienti a_2 e n_2 si determinano con le relazioni seguenti per differenti T e τ

a) per tempi di ritorno $T \leq 10$ ANNI

SZO 1 $a_2 = 0.66105 + 0.85994 \text{ Log}_{10} T$; $n_2 = -1.3558 \cdot 10^{-4} - 1.3660 \cdot 10^{-2} \text{ Log}_{10} T$

SZO 2 $a_2 = 0.64767 + 0.89360 \text{ Log}_{10} T$; $n_2 = -6.0189 \cdot 10^{-3} + 3.2950 \cdot 10^{-4} \text{ Log}_{10} T$

SZO 3 $a_2 = 0.62408 + 0.95234 \text{ Log}_{10} T$; $n_2 = -2.5392 \cdot 10^{-2} + 4.7188 \cdot 10^{-2} \text{ Log}_{10} T$

b) per tempi di ritorno $T > 10$ ANNI

SZO 1 $a_2 = 0.46378 + 1.0386 \text{ Log}_{10} T$
 $n_2 = -0.18449 + 0.23032 \text{ Log}_{10} T - 3.3330 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} T)^2$ (per $\tau \leq 1$ ora)
 $n_2 = -1.0563 \cdot 10^{-2} - 7.9034 \cdot 10^{-3} \text{ Log}_{10} T$ (per $\tau \geq 1$ ora)

SZO 2 $a_2 = 0.44182 + 1.0817 \text{ Log}_{10} T$
 $n_2 = -0.18676 + 0.24310 \text{ Log}_{10} T - 3.5453 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} T)^2$ (per $\tau \leq 1$ ora)
 $n_2 = -5.6593 \cdot 10^{-3} - 4.0872 \cdot 10^{-3} \text{ Log}_{10} T$ (per $\tau \geq 1$ ora)

SZO 3 $a_2 = 0.41273 + 1.1370 \text{ Log}_{10} T$
 $n_2 = -0.19055 + 0.25937 \text{ Log}_{10} T - 3.8160 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} T)^2$ (per $\tau \leq 1$ ora)
 $n_2 = 1.5878 \cdot 10^{-2} + 7.6250 \cdot 10^{-3} \text{ Log}_{10} T$ (per $\tau \geq 1$ ora)

Risolvendo tali relazioni si ottengono le altezze di precipitazione più probabili in funzione della durata e del tempo di ritorno dell'evento considerato.

Ponendo $T_r = 10, 30, 50, 100, 200$ anni e considerando precipitazioni di durata oraria pari a $t = 1h, 3h, 6h, 12h, 24h$, otteniamo i seguenti valori di altezze di precipitazione espressi in mm:

<i>Tr</i>		<i>t = 1 h</i>	<i>t = 3 h</i>	<i>t = 6 h</i>	<i>t = 12 h</i>	<i>t = 24 h</i>
10 anni	$h_{\max} =$	24,76	31,08	44,582	55,971	70,2
30 anni	$h_{\max} =$	31,35	41,33	64,061	84,454	111,33
50 anni	$h_{\max} =$	34,31	46,10	73,65	98,97	132,99
100 anni	$h_{\max} =$	38,26	52,576	87,010	119,56	164,30
200 anni	$h_{\max} =$	42,19	59,04	100,56	140,72	196,91

8.3 Coefficienti di deflusso

La determinazione delle frazioni di pioggia “efficace”, cioè della parte di volume idrico meteorico che effettivamente affluisce alla rete scolante comporta la determinazione del coefficiente di deflusso dell’area in oggetto.

In pratica il coefficiente di deflusso è il parametro che determina la trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi: è infatti il rapporto tra il volume di pioggia defluito attraverso una assegnata sezione in un determinato intervallo di tempo e il volume di pioggia precipitato nello stesso intervallo.

I valori del coefficiente di deflusso cui fare riferimento, facilmente reperibili nella bibliografia tecnica, dipende dal tipo di superficie scolante e dalla durata oraria della pioggia considerata.

Per la valutazione dei coefficienti di deflusso delle varie superfici si è fatto riferimento al testo “Fognature” di Datei – Da Deppo di cui si riporta la tabella dei coefficienti di deflusso.

Valori del coefficiente di deflusso relativi a una pioggia avente durata oraria	
Tipi di superficie scolante	ϕ
Tetti metallici	0,95
Tetti a tegole	0,90
Tetti piani con rivestimento in calcestruzzo	0,70÷0,80
Tetti piani ricoperti di terra	0,30÷0,40
Pavimentazioni asfaltate	0,90
Pavimentazioni in pietra	0,80
Massicciata in strade ordinarie	0,40÷0,80
Strade in terra	0,40÷0,60
Zone con ghiaia non compressa	0,15÷0,25
Boschi	0,10÷0,30
Parti centrali di città completamente edificate	0,70÷0,90
Quartieri urbani con pochi spazi liberi	0,50÷0,70
Quartieri urbani con fabbricati radi	0,25÷0,50
Tratti scoperti	0,10÷0,30
Giardini e cimiteri	0,00÷0,25
Terreni coltivati	0,20÷0,60

(Tratto dal volume "Fognature" – Luigi Da Deppo e Claudio Datei)

Nel caso in esame, prendendo spunto da quanto riportato in bibliografia, si sono prese in considerazione le due configurazioni , attuale e di progetto, assegnando ad ogni tipo di superficie della lottizzazione un idoneo coefficiente di deflusso. Si è proceduto quindi calcolando il coefficiente di deflusso equivalente, ovvero un coefficiente di deflusso calcolato come media ponderata sulle aree:

$$\phi = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_i S_i}{S_{tot}}$$

Svolgendo i calcoli si ottengono quindi due coefficienti, uno valido per lo stato attuale e uno per lo stato di progetto.

Nella suddivisione delle aree della lottizzazione e nell'individuazione dei rispettivi coefficienti di deflusso si sono fatte le seguenti considerazioni:

- Area occupata dagli edifici e dalle superfici asfaltate, o comunque assimilabili è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0.9
- Area occupata da superfici semipermeabile è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0.6 (accessi privati, pavimentazioni in pietra, ecc.)
- Alle aree a verde privato è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0.15

Con l'edificazione del comparto le superfici saranno ripartite nel modo seguente:

<i>Superficie totale edificata</i>	1148,00 mq
<i>Superficie strade e marciapiedi</i>	800,00 mq
<i>Superficie parcheggi</i>	225,00 mq
<i>Totale superfici impermeabili</i>	2173,00 mq

<i>Sistemazioni private esterne</i>	1500,00 mq
<i>Totale superfici semipermeabili</i>	1500,00 mq

<i>Verde pubblico</i>	800,00 mq
<i>Verde privato</i>	3530,00 mq
<i>Totale superfici permeabili</i>	4325,00 mq

La zona interessata dal progetto è costituita da una superficie totalmente incolta. Pertanto, nella situazione *ante operam*, il coefficiente di deflusso (Φ) è stato posto pari a 0,20.

Di seguito viene riportata la tabella riassuntiva delle superfici scolanti *post operam* e dei relativi coefficienti di deflusso utilizzati a cui fare riferimento per il calcolo delle portate meteoriche massime.

STATO ANTE OPERAM			
Superfici	Superficie mq	Φ	$S_i * \Phi$
permeabile	8000,00	0,2	1600,00

STATO POST OPERAM			
Superfici	Superficie mq	Φ	$S_i * \Phi$
impermeabile	2173,00	0,9	1956,00
semipermeabile	1500,00	0,6	900,00
permeabile	4325,00	0,15	648,00

8.4 Stima della portata meteorica netta.

In base a quanto sopra scritto, si esegue il calcolo della portata totale d'acqua di deflusso eccedente rispetto alle condizioni di suolo originario precedenti la realizzazione della lottizzazione, in quanto è questa eccedenza che va a costituire il picco di piena.

Nello specifico si è fatto riferimento al Metodo della corrivazione che si basa sulle seguenti assunzioni:

- gocce di pioggia cadute contemporaneamente in punti diversi del bacino impiegano tempi diversi per arrivare sulla sezione di chiusura;
- esiste un tempo di corrivazione t_c caratteristico del bacino che rappresenta il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura.

La formula che ne individua la portata è:

$$Q = \frac{h\phi S}{\tau} = j\phi S$$

Nel calcolo sono stati considerati i seguenti parametri:

Superficie totale S=8.000 mq

Tempo di ritorno Tr = 50 anni

Coefficiente di deflusso attuale $\Phi = 0.20$

Coefficiente di deflusso progetto $\Phi = 0.55$

PORTATE ECCEZZIONALI DI DEFLUSSO DI PROGETTO

$\Phi = 0.55$	[mm]	[mc]	[mc]	[mc]/[h]
<i>Durata ore</i>	<i>h</i>	<i>Vol.tot di pioggia</i>	<i>Vol. deflussi</i>	<i>Vol. nell'unità di tempo</i>
1	34,31	274.48	150.96	150.96
3	46,10	368.80	202.84	67.61
6	73,65	589.20	324.06	54.01
12	98,97	791.76	435.47	36.29
24	132,99	1056.00	580.80	24.20

PORTATE ECCEZZIONALI DI DEFLUSSO ATTUALI

$\Phi = 0.20$	[mm]	[mc]	[mc]	[mc]/[h]
<i>Durata ore</i>	<i>h</i>	<i>Vol.tot di pioggia</i>	<i>Vol. deflussi</i>	<i>Vol. nell'unità di tempo</i>
1	34,31	274.48	54.90	63.47
3	46,10	368.80	73.76	34.5
6	73,65	589.20	117.84	22.70
12	98,97	791.76	158.35	15.25
24	132,99	1056.00	211.20	10.17

Come si può ricavare dalle tabelle le eccedenze attuali in caso di precipitazioni eccezionali con durata oraria sono:

<i>Durata</i>	<i>Differenza con situazione attuale</i>	<i>Differenza con situazione attuale</i>
[h]	[mc]/[h]	[litri]/[sec]
1	96.07	26.68
3	43.03	11.96
6	34.37	9.55
12	23.09	6.42
24	15.40	4.27

La portata critica di eccedenza come si può ricavare dalle tabelle si ha per piogge di un'ora, con tempo di ritorno di cinquanta anni, pari a 26.68 litri/sec

Il valore di portata massima ammissibile, diviene il riferimento oltre il quale non sarà possibile scaricare dal nuovo insediamento e rappresenta pertanto un vincolo progettuale.

8.5 Invarianza idraulica

Come noto uno dei maggiori effetti dell'urbanizzazione è il consumo di territorio che si concretizza, dal punto di vista idrologico, nell'aumento dell'impermeabilizzazione dei suoli.

Una delle prime conseguenze è la diminuzione complessiva dei volumi dei piccoli invasi, ovvero di tutti i volumi che le precipitazioni vanno a riempire prima della formazione dei deflussi.

I piccoli invasi, in terreni naturali, sono costituiti dalle irregolarità della superficie e da tutti gli spazi delimitati da ostacoli casuali che consentono l'accumulo dell'acqua. Sotto determinate condizioni, la presenza stessa di un battente d'acqua sulla superficie (dell'ordine di pochi millimetri) costituisce un vaso che può avere effetti non trascurabili dal punto di vista idrologico. In senso del tutto generale, si può dire che i volumi di vaso sono la principale causa del fenomeno della laminazione dei deflussi.

Il principio dell'invarianza idraulica sancisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area deve essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area.

In altre parole per garantire l'invarianza idraulica la massima portata da smaltire non può superare quella che attualmente è scaricata dalle aree in studio.

La portata in eccesso, derivata dall'impermeabilizzazione dell'area, o la quota parte che non può essere recepita dal collettore, deve essere trattenuta momentaneamente all'interno dell'area oppure va allontanata in altra maniera, tipo dispersione nel sottosuolo.

Questo risultato si può ottenere agevolando l'infiltrazione nel terreno dei volumi idrici in eccesso, rispetto alle condizioni pre-trasformazione, o laminando le portate.

In quest'ultimo caso si opera praticamente realizzando vasche di accumulo temporaneo, la cui funzione è quella di trattenere l'acqua che defluisce in superficie durante gli eventi meteorici, per rilasciarla quindi gradualmente con una portata prestabilita, non superiore a quella caratteristica dell'area prima della trasformazione.

Le tipologie d'intervento per garantire l'invarianza idraulica sono principalmente tre:

- *creazione di un vaso concentrato a cielo aperto o interrato;*

- *creazione di un invaso diffuso sotterraneo (sovradimensionamento rete fognaria);*
- *dispersione nel sottosuolo (pozzi drenanti)*

Nel caso in esame, si ritiene che si possa intervenire mediante la realizzazione di condotte sovradimensionate, in modo che, quando la portata entrante supera quella uscente, si abbia un progressivo riempimento della rete che funge da serbatoio diffuso nell'area.

Si ipotizza di concentrare i volumi d'acqua da invasare in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino corrispondente all'area in esame.

Il dimensionamento del collettore di scarico in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino viene determinato ponendoci nell'ipotesi di moto uniforme.

In condizioni di moto uniforme la velocità media all'interno della condotta è legata alle caratteristiche della stessa (pendenza, scabrezza, dimensioni) e dalla corrente (raggio idraulico, area della sezione bagnata) dalla legge del moto uniforme che si esprime tramite la ben nota formula di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R} \cdot i$$

dove:

χ = è il coefficiente di scabrezza

A = area del bacino

R = è il raggio idraulico

i = la pendenza di fondo

Il coefficiente di scabrezza viene calcolato con la formula di Bazin

$$\chi = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \quad \gamma = \text{indice di scabrezza di Bazin}$$

Fissata la pendenza i , il problema si riduce alla definizione della dimensione della sezione in modo che il tirante idrico h connesso con la portata Q di progetto, assicuri un prefissato franco minimo di sicurezza.

Nel caso di condotti chiusi la portata massima di un collettore non corrisponde al grado di riempimento massimo della condotta. Infatti la presenza di un franco, deve consentire una completa ed efficace aerazione della canalizzazione ed evitare che i fenomeni ondosi, che possono innescarsi sulla superficie libera, occludano momentaneamente lo speco provocando fenomeni di battimento pericolosi per la durata e la stabilità della condotta.

Il riempimento massimo deve essere inferiore a quello a cui corrisponde la massima velocità di moto uniforme. La velocità massima in condotta non dovrà superare di norma i 2 m/s, in casi eccezionali i 4 m/s.

Considerando una tubazioni a sezione circolare in PVC (UNI EN 1401-1), tipo Classe SN 4, diametro Ø 300 con pendenza longitudinale del 0.01 m/m, la portata in corrispondenza della sezione di chiusura risulta essere di 68.98 lt/sec.

A tale valore corrisponde un' altezza idrica $h = 20$ cm, con una velocità in condotta di 1.37 m/sec e un grado di riempimento pari al 70%.

Il valore ottenuto verifica ampiamente la portata massima in condizioni di pioggia critica di progetto.

9. Conclusioni

Alla luce di quanto esposto, aumentando la capacità d'invaso, mediante il sovradimensionamento delle tubazioni della linea fognaria della lottizzazione, si riuscirà a ritardare gli eventi di piena conseguenti la precipitazione. In questo modo le acque verranno convogliate verso il corpo ricettore finale (fognatura pubblica comunale) solo quando questo sia in grado di riceverle, evitando di mandare in crisi il sistema idraulico.

Gli interventi previsti, una volta attuate le misure compensative d'invarianza idraulica, non comporteranno quindi un aggravio delle condizioni di deflusso idrico rispetto allo stato esistente e pertanto non aumentando il rischio idraulico non si ravvedono ostative alla realizzazione dello stesso.

Oristano li, 03.04.2014

Il tecnico
Dott. Ing. Luigi Sanna

INDICE

1. Introduzione

2. Inquadramento territoriale e urbanistico

3. Inquadramento geografico e cartografico

4. Inquadramento geologico e idrogeologico

5. Inquadramento climatologico

5.1 Temperatura e precipitazioni

5.2 Vento

6. Inquadramento idrologico

7. Conoscenze sulla pericolosità idraulica delle aree in studio

7.1 Il Piano di Assetto Idrogeologico

7.2 Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali

7.3 Previsioni del PAI e del PSFF per l'area di interesse del progetto.

8. Analisi idrologica

8.1 Metodologie di calcolo delle portate di piena

8.1.1 Metodi diretti

8.1.2 Metodi indiretti

8.2 Analisi pluviometrica

8.3 Coefficienti di deflusso

8.4 Stima della portata meteorica netta

8.5 Invarianza idraulica

9. Conclusioni