



Regione Autonoma della Sardegna



COMUNE DI SELEGAS
Provincia Sud Sardegna

Studio Comunale di Assetto Idrogeologico relativo all'intero territorio comunale

Ai sensi dell'art. 37 commi 2 e 3 delle Norme di Attuazione del PAI

Elaborato

Allegato A_Relazione generale

Progettisti:

Dott.Ing. Maria Caterina Milillo

Dott.Geol. Alessio Sodde

Codice progetto

Rev.

Data

Giugno 2022

Il Sindaco

Alessio Piras

Responsabile del Procedimento

Dott. Ing. Valentina Lusso

Dott. Ing. Roberta Manis

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

1	PREMESSA	4
1.1	Allegati allo studio di compatibilità idraulica	6
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	8
3	ANALISI DEGLI EVENTI E DELLE CRITICITÀ ALLUVIONALI NEL TERRITORIO	8
4	REGIME VINCOLISTICO VIGENTE.....	9
4.1	Piano di Assetto Idrogeologico	9
4.2	Il Piano stralcio delle fasce fluviali	9
5	CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA IDROGRAFICO.....	11
6	QUADRO METODOLOGICO PER LO STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO	13
6.1	Analisi idrologica per la determinazione della portata di piena	14
6.1.1	<i>Metodologie di calcolo delle portate di piena</i>	<i>14</i>
6.1.2	<i>Metodi indiretti.....</i>	<i>14</i>
6.1.3	<i>Determinazione del tempo di corrivazione</i>	<i>14</i>
6.1.4	<i>Determinazione dell'altezza di pioggia critica</i>	<i>15</i>
6.1.5	<i>Modello TCEV</i>	<i>15</i>
6.1.6	<i>Coefficiente di riduzione areale.....</i>	<i>19</i>
6.1.7	<i>Coefficiente di deflusso</i>	<i>19</i>
6.2	Analisi idraulica	25
6.2.1	<i>Criteri generali</i>	<i>25</i>
6.2.2	<i>Breve descrizione del programma di calcolo: modulo di moto permanente</i>	<i>25</i>
6.2.3	<i>Definizione della pericolosità idraulica H_i</i>	<i>26</i>
6.2.4	<i>Definizione degli elementi a rischio E.....</i>	<i>26</i>
6.2.5	<i>Definizione di rischio idraulico R_i</i>	<i>28</i>
7	RISULTANZE DELLA VERIFICA IDRAULICA	32
8	CRITICITÀ RISCONTRATE	32
8.1	Riu Mitzixedda_B_69317.....	32
8.1.1	<i>Attraversamento SC_008</i>	<i>33</i>
8.1.2	<i>Attraversamento SC 010</i>	<i>34</i>

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

8.1.3	<i>Attraversamento SC_009</i>	35
8.2	Riu Mitzixedda_tratto valle.....	36
8.3	Canale Stadi_Riu Cixi	37
8.3.1	<i>Canale Stadi_tratto monte</i>	37
8.3.2	<i>Riu Cixi</i>	38
8.4	Gora Paretta	39
8.4.1	<i>Attraversamento SC_020</i>	40
8.4.2	<i>Attraversamento SC_018</i>	41
9	CONCLUSIONI.....	42
10	INDICAZIONI PER LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA.....	42

1 PREMESSA

Il presente studio è stato redatto, nell'ambito dell'elaborazione del Piano Urbanistico Comunale, su incarico della Amministrazione Comunale di Selegas, per la redazione dello studio inerente l'assetto idrogeologico dell'intero territorio Comunale, ed in particolare quelli relativi all'analisi della pericolosità idraulica, rimandando lo studio delle criticità geologico – geotecniche agli elaborati specifici curati dalla figura professionale competente incaricata.

Lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato è il P.A.I.

Lo studio di compatibilità idraulica dal punto di vista normativo, si configura con l'obiettivo di rendere coerente e compatibile lo strumento urbanistico da adottare e richiama i contenuti delle Norme di attuazione del PAI, che all'art. 8 dispone gli indirizzi per la pianificazione urbanistica, in particolare ai commi 2, 2 bis e 2ter e, prescrive che:

2. "Indipendentemente dall'esistenza di aree perimetrate dal PAI e tenuto conto delle prescrizioni contenute nei piani urbanistici provinciali e nel piano paesaggistico regionale relativamente a difesa del suolo, assetto idrogeologico, riduzione della pericolosità e del rischio idrogeologico, i Comuni, con le procedure delle varianti al PAI, assumono e valutano le indicazioni di appositi studi comunali di assetto idrogeologico concernenti la pericolosità e il rischio idraulico, in riferimento ai soli elementi idrici appartenenti al reticolo idrografico regionale, e la pericolosità e il rischio da frana, riferiti a tutto il territorio comunale o a rilevanti parti di esso, anche in coordinamento con gli altri Comuni confinanti"

2bis "Gli studi comunali di assetto idrogeologico sono redatti, in ogni caso, in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici generali e di varianti generali agli strumenti urbanistici generali vigenti non ancora dotati di studio di assetto".

2ter "Gli studi comunali di assetto idrogeologico sono redatti obbligatoriamente anche in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici di livello attuativo, specificando con maggior dettaglio le risultanze degli studi di cui al comma 2bis

Con gli obiettivi riportati al comma 3 del medesimo articolo: *"Gli studi di cui ai commi 2bis e 2ter analizzano le possibili alterazioni dei regimi idraulici e della stabilità dei versanti collegate alle nuove previsioni di uso del territorio, con particolare riguardo ai progetti di insediamenti residenziali, produttivi, di servizi, di infrastrutture".*

L'attuazione di queste indicazioni sono invece indicate nel comma 5 dell'art.8: *"In applicazione dell'articolo 26, comma 3 delle presenti norme, negli atti di adeguamento dei piani urbanistici comunali al PAI sono delimitate puntualmente almeno alla scala 1:2.000 le aree a significativa pericolosità*

idraulica o geomorfologica non direttamente perimetrate dal PAI"

In particolare, le aree pericolose non perimetrate dalla cartografia di piano, sono definite dall'art.26 delle N.A. ai sensi del quale:

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 le prescrizioni applicabili valgono all'interno di porzioni di territorio delimitate dalla pianificazione comunale di adeguamento al PAI, 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 PAI, si applicano le prescrizioni individuate dalla stessa pianificazione comunale di adeguamento al PAI tra quelle per le aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media"*

L'adempimento di quanto sopra richiamato passa in prima analisi attraverso lo studio delle interazioni tra il reticolo idrografico, l'attività antropica esistente, e le ipotesi relative ad eventuali ulteriori e successive fasi di pianificazione urbanistica.

Il risultato dell'analisi di cui sopra è l'individuazione di aree caratterizzate da possibili coinvolgimenti da parte di aree di esondazione o da situazione di puntuale criticità.

In termini di interazione con gli strumenti di pianificazione territoriale, l'indagine si traduce nell'eventuale apposizione di vincoli di vario grado, passando dalla totale inedificabilità, alla edificabilità soggetta a prescrizioni specifiche, sino alla totale mancanza di condizionamento.

Si rileva che il processo di antropizzazione va visto nella generalità dei casi non solamente come atto esclusivamente edificatorio ma anche legato alla pratica agraria che ha in alcuni casi stravolto il reticolo idrografico originario eliminando qualunque traccia di alveo inciso e che, evidentemente, produce delle superfici di allagamento anche per eventi meteorici non rilevanti, con bassissimi tiranti idrici e ridotta velocità di scorrimento.

Nello Studio qui presentato è stata condotta una analisi geologica e geomorfologica di tutto il territorio del Comune di Selegas al fine di individuare i processi ed eventuali criticità in atto o potenziali connesse alla dinamica di scorrimento delle acque superficiali, funzionale alla analisi idrologica-idraulica di dettaglio per la perimetrazione delle nuove aree a pericolosità idraulica.

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Le analisi idrologiche ed idrauliche dei fenomeni di piena sono state condotte per tempi di ritorno pari a 50, 100, 200 e 500 anni in accordo con quanto prescritto dal PAI Sardegna.

Dal punto di vista idraulico la propagazione dell'evento estremo ricostruito è stata eseguita tramite un modello idraulico monodimensionale largamente utilizzato in campo internazionale, HECRAS. L'utilizzo di tale modellistica idraulica consente la perimetrazione delle aree di allagamento per diversi tempi di ritorno come richiesto dal PAI secondo le 4 classi di pericolosità idraulica: molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1).

1.1 Allegati allo studio di compatibilità idraulica

Fanno parte dello studio di compatibilità i seguenti allegati:

Allegato A: Relazione generale;

Allegato B: Analisi idrologica;

Allegato C: Risultati delle simulazioni idrauliche;

Allegato D: Schede mitigazione rischio idraulico

Tav.1: Inquadramento generale e bacini		scala 1:25.000
Tav. 2: Carta dei bacini	-	scala 1:10.000
Tav. 3: Carta delle sezioni e reticolo idrografico :		scala 1:10.000
a. Riu Mitzixedda		
b. Canale Stadi		
c. Sa Gora di Sa Funtana		
d. Riu Monti		
e. Gora Paretta		
Tav. 4: Tavola pericolosità idraulica		scala 1:10.000
Tav. 4-a: Tavola pericolosità idraulica centro abitato		scala 1:2.000
Tav. 5: Tavola elementi a rischio/danno		scala 1:10.000
Tav. 6: Rischio idraulico		scala 1:10.000
Tav. 6-a: Tavola rischio centro abitato		scala 1:2.000
Tav. 6-a: Tavola rischio centro abitato		scala 1:2.000
Tav. 7: Carta del Curve Number III		scala 1:10.000

La presente relazione, si articola secondo svariate fasi di approfondimento; in particolare il documento si articolerà secondo i seguenti passi successivi:

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

- Inquadramento territoriale
- Configurazione del sistema idrografico
- Criticità e interferenze
- Metodologie analisi idrologica
- Metodologie analisi idraulica
- Risultati

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto di studio è inquadrata nel Comune di Selegas, in provincia di Sud Sardegna, il suo territorio è confinante con i Comuni di Gesico, Guamaggiore, Ortacesus, Senorbì, Suelli.

L'estensione del territorio comunale è pari a 20.39 Km², una altitudine media di 234 m s.l.m. e una popolazione totale di circa 1321 abitanti.

Proseguendo con l'aspetto cartografico la zona risulta individuata nel modo seguente:

Cartografia I.G.M. serie 50 Foglio 548 (Senorbì) e

Cartografia I.G.M. serie 25 Foglio 548 IVI (Senorbì')

Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) in scala 1: 10000 548020

Completano infine il quadro cartografico le ortofoto e i modelli digitali resi disponibili dalla Regione Sardegna in fase di definizione del presente studio.

3 ANALISI DEGLI EVENTI E DELLE CRITICITÀ ALLUVIONALI NEL TERRITORIO

La frequenza con cui si sono verificati in passato eventi calamitosi legati all'esondazione del sistema fluviale nel territorio comunale, è riscontrabile in base agli interventi di sistemazione che hanno interessato tratti di tali alvei fluviali.

Una prima identificazione delle aree a rischio idrogeologico è stata effettuata tramite una analisi storica di eventi significativi verificatisi all'interno del territorio di Selegas. Dalla consultazione dei dati storici di esondazioni desunte dal sistema informativo sulle catastrofi idrogeologiche del GNDCI – progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane) non risulta alcun evento alluvionale censito.

L'analisi delle modificazioni geomorfologiche è stata eseguita attraverso l'analisi delle foto aeree disponibili sul portale istituzionale www.sardegnageoportale.it/webgis/fotoaeree/ nel quale sono riportate ortofoto riguardanti l'intero territorio regionale a partire dal 1943. Sono state utilizzate inoltre, per l'analisi delle aste, le carte IGMI in scala uno a venticinquemila e la cartografia tecnica regionale in scala uno a diecimila, nonché il modello digitale del terreno con maglia 1 metro per 1 metro.

Sono state inoltre reperite le carte IGM del 1960, utilizzate per descrivere l'evoluzione morfologica dei corsi d'acqua, oggetto dello studio "Revisione del reticolo idrografico".

Dalla analisi è stato necessario procedere alla revisione del reticolo dei corsi d'acqua appartenenti al Riu Mitixedda, Gora Paretta e Riu Monti, tale reticolo è stato utilizzato come base dello studio idrologico e idraulico.

4 REGIME VINCOLISTICO VIGENTE

La legge n. 183/1989 ha principalmente istituito diversi strumenti d'analisi e pianificazione ai fini della mitigazione del rischio idrogeologico in tutto il territorio regionale e nazionale.

Il comune di Selegas non è stato interessato da studi approfonditi, a livello regionale, per la definizione e l'analisi del rischio idrogeologico nel suo territorio, in quanto non sono stati registrati eventi calamitosi nel corso degli anni e non sono emerse aree con particolari criticità. Ad ogni modo, la presenza di un reticolo idrografico nel centro abitato di Selegas fa sì che la pianificazione del territorio debba essere fortemente controllata e adeguata secondo precisi studi di settore.

4.1 Piano di Assetto Idrogeologico

Il Piano d'assetto Idrogeologico approvato con Decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10.07.2006, rappresenta per il Bacino unico regionale, il primo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo per la pianificazione e programmazione delle azioni finalizzate alla prevenzione del rischio idrogeologico e al corretto uso del territorio inteso come difesa e valorizzazione del suolo. Il Piano è corredato di norme di attuazione che definiscono finalità e contenuti del PAI, criteri per la prevenzione dei pericoli e dei rischi idrogeologici, norme per la disciplina degli interventi nelle aree di pericolosità idrogeologica e modalità per l'aggiornamento del PAI. Fanno parte integrante del PAI, per ogni singolo dei 7 sottobacini individuati nell'ambito del Bacino Unico Regionale, le cartografie che mappano le aree a pericolosità idraulica e di frana e quelle relative agli elementi sensibili e di Rischio articolate su quattro livelli

Lo studio comprende anche delle schede di intervento che individuano la tipologia delle azioni strutturali da intraprendere attraverso una fase progettuale schematica per la mitigazione del rischio.

Per quanto concerne le aree di pericolosità idraulica, vengono definiti i seguenti livelli:

- Hi4: aree a pericolosità molto elevata relative a portate di piena con tempi di ritorno di 50 anni
- Hi3: aree a pericolosità elevata relative a portate di piena con tempi di ritorno di 100 anni
- Hi2: aree a pericolosità media relative a portate di piena con tempi di ritorno di 200 anni
- Hi1: aree a pericolosità moderata relative a portate di piena con tempi di ritorno di 500 anni

In seno all'attività di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia svolta per la redazione del PAI, **nel territorio comunale di Selegas non sono state individuate sezioni critiche per quel che concerne il rischio idraulico.**

4.2 Il Piano stralcio delle fasce fluviali

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

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

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 PSFF, 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.

Il PSFF, è stato adottato definitivamente con Delibera del C.I. dell'Autorità di Bacino della Sardegna n.1 del 20/06/2013, e comprende oltre all'atlante cartografico delle fasce fluviali nel quale sono individuate le aree a pericolosità idraulica, anche dei report sul territorio dei singoli sub –bacini relativi alla vegetazione, alle aree di movimentazione inerti alle opere idrauliche presenti nelle aste idrauliche indagate.

Con Delibera n. 2 del 17.12.2015, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Sardegna, ha approvato in via definitiva, per l'intero territorio regionale, ai sensi dell'art. 9 delle L.R. 19/2006 come da ultimo modificato con L.R. 28/2015, il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, divenuto pertanto vincolante ai fini della pianificazione territoriale.

L'intero territorio comunale di Selegas non è interessato dalle perimetrazioni del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali

5 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA IDROGRAFICO

L'individuazione del sistema idrografico, come già anticipato, costituisce la base di partenza dello studio idrologico-idraulico.

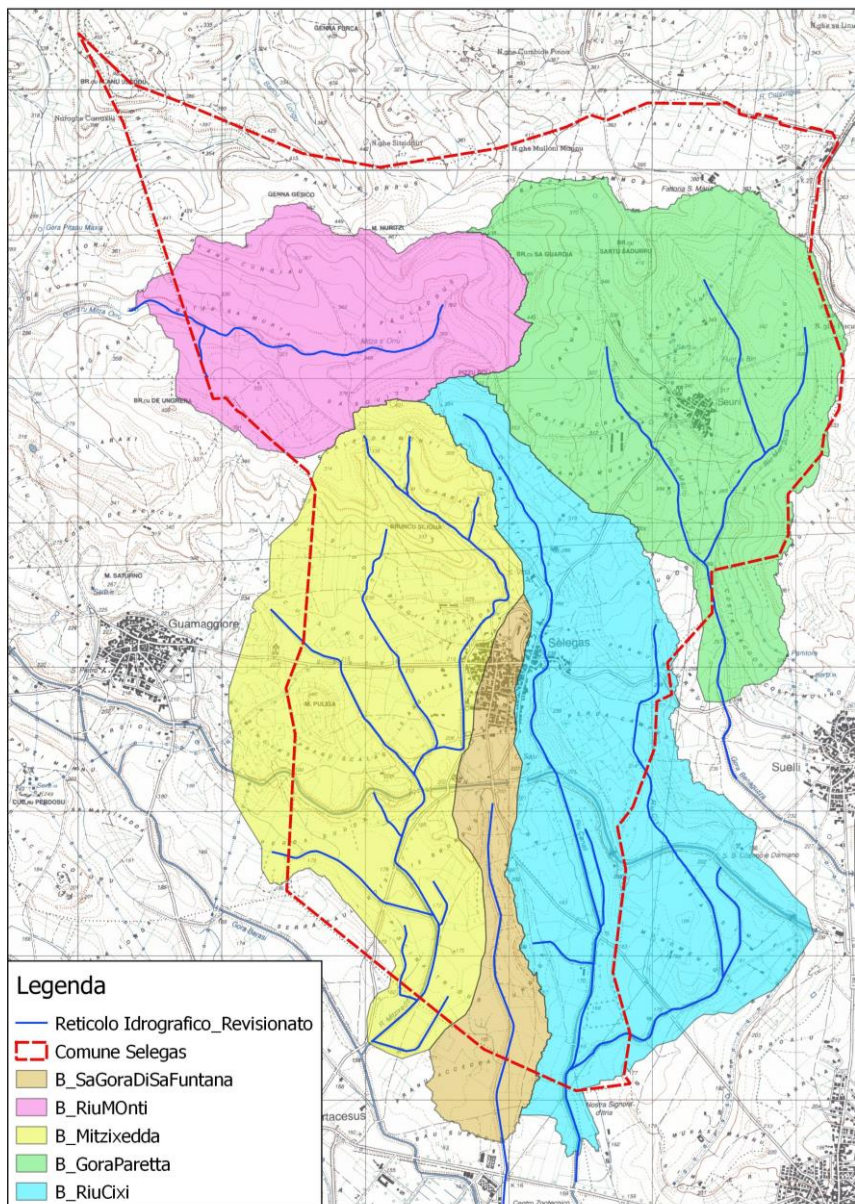


Figura 1. **Configurazione del reticolo idrografico del territorio comunale di Selegas**

L'analisi del bacino e della struttura del reticolo idrografico costituisce uno degli aspetti salienti della capillare rete idraulica che connette e trasforma l'afflusso meteorico in ingresso distribuito in uscita concentrata e, nello stesso tempo, rappresenta la connessione tra il territorio e lo scorrimento delle acque superficiali.

L'idrografia del territorio comunale di Selegas è mediamente sviluppata, sia quella superficiale che quella ipogea. La totalità del territorio comunale ricade all'interno del sub bacino regionale denominato "07 – Flumendosa - Campidano – Cixerri"

All'interno del territorio comunale si possono comunque identificare 5 sottobacini idrografici principali distinti, ottenuti prendendo sezioni di chiusura in corrispondenza dei confini comunali e delle principali confluenze, quali il Riu Mitzixedda, Sa Gora di Sa Funtana, Rio Monti, Gora Paretta, Canale Stadi – Riu Cixi.

I toponimi dei rii sono stati estrapolati dalla cartografia ufficiale Regionale dell'idrografia superficiale, dalle carte IGM e da denominazioni locali.

Come accennato in precedenza, e in riferimento alla Figura 2, il sistema scolante interno del territorio comunale di Selegas è costituito dai seguenti bacini, per i quali sono definite le superfici scolanti.

<i>Bacino idrografico del Riu Mitzixedda</i>	<i>5,75 Km²</i>
<i>Bacino idrografico del Canale Stadi_Riu Cixi</i>	<i>5,726 Km²</i>
<i>Bacino idrografico del Riu Monti</i>	<i>3,05 Km²</i>
<i>Bacino idrografico dei Sa Gora di Sa Funtana</i>	<i>1,44 Km²</i>
<i>Bacino idrografico di Gora Paretta</i>	<i>2,99 Km</i>

L'analisi idrologica successiva sarà riferita ad una suddivisione del territorio in questi 5 macro bacini. All'interno di ogni macro bacino saranno fissate ulteriori sezioni di chiusura per quantificare con maggior dettaglio le portate di piena afferenti e interessanti i manufatti.

6 QUADRO METODOLOGICO PER LO STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO

La presente relazione è parte essenziale dello "Studio di Compatibilità idraulica" espressamente previsto dall'art. 4 comma 6 delle Norme di attuazione del PAI come approvate con Deliberazione n. 54/33 assunta dalla Giunta Regionale in data 30.12.2004 e resa esecutiva in forza del Decreto dell'Assessore ai Lavori Pubblici in data 21 febbraio 2005, n. 3.

Lo Studio di Compatibilità idraulica, redatto in conformità con quanto specificato nell'articolo 24 delle norme di attuazione del PAI, anche per le aree non espressamente perimetrate dal PAI, così come previsto dal comma 1 dell'art 26 delle stesse norme di attuazione, contiene dunque:

- l'analisi idrologica finalizzata alla definizione della piena di riferimento completa di caratterizzazione geopedologica del bacino sotteso dalla sezione di controllo. La stima della piena di riferimento è stata condotta per i tempi di ritorno relativi al livello di pericolosità dell'area interessata dall'intervento indicati nel PAI;
- l'analisi idraulica dell'asta fluviale e dell'area di allagamento compresa tra due sezioni caratterizzate da condizioni al contorno definibili;
- l'analisi dei processi erosivi in alveo e nelle aree di allagamento;

Per quanto attiene le metodologie di analisi idrologica e idraulica sono stati applicati gli stessi criteri indicati nelle Linee Guida allegate alla Relazione del PAI.

Lo studio è quindi corredato da:

- planimetria dell'area oggetto del presente studio;
- risultati delle elaborazioni numeriche;
- documentazione grafica con apposite sezioni e profili idraulici atti ad identificare i livelli di piena;
- elaborati grafici di dettaglio delle carte delle aree di pericolosità e di rischio idraulico.

Conformemente alle disposizioni impartite dalle Linee Guida del PAI, le valutazioni probabilistiche delle portate di piena sono state condotte con riferimento ai tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

Gli elaborati cartografici allegati derivano da analisi di dettaglio alla scala della pianificazione comunale, ove prevista, e al 10.000 per le aree non oggetto di pianificazione; la restituzione cartografica è ad una scala adeguata alla rappresentazione delle sezioni e planimetrie.

Gli elaborati grafici saranno inoltre restituiti in conformità a quanto previsto nelle "Linee guida per l'adeguamento dei PUC al PAI" (Deliberazione del Comitato Istituzionale 18 luglio 2007 – Autorità del Bacino Regionale della Sardegna).

6.1 Analisi idrologica per la determinazione della portata di piena

6.1.1 Metodologie di calcolo delle portate di piena

Nel caso della Sardegna, la consistenza dei dati di portata disponibili, e la necessità di stimarne i valori in sezioni non osservate, impone di valutare le portate di piena ad assegnata frequenza mediante il confronto critico dei risultati ottenuti dalle metodologie indirette.

6.1.2 Metodi indiretti

La poca disponibilità di osservazioni storiche di portata, fa sì che non si possa prescindere dall'uso di procedure indirette per la valutazione della portata di piena. Tali metodologie stimano la portata al colmo a partire dalla precipitazione nell'ipotesi che la frequenza di accadimento di questa ultima caratterizzi quella della portata al colmo.

Per la stima delle portate di piena si fa riferimento al modello cinematico (o razionale) che si basa sulle seguenti ipotesi fondamentali:

- la pioggia critica è quella che ha durata pari al tempo di corrivazione del bacino;
- la precipitazione si suppone di intensità costante per tutta la durata dell'evento;
- il tempo di ritorno della portata è pari a quello della pioggia critica;
- la trasformazione della piena è dovuta esclusivamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida.

La portata di massima piena che scaturisce dalle suddette ipotesi è fornita dalla relazione:

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot \psi \cdot \frac{h_{T_c}}{T_c} \cdot S \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

dove:

T_c = tempo di corrivazione [ore]

S = superficie del bacino [km²]

h_{T_c} = pioggia critica di durata T_c [mm]

ψ = coefficiente di deflusso.

6.1.3 Determinazione del tempo di corrivazione

Per la determinazione del **tempo di corrivazione T_c** sono state utilizzate le formule sotto elencate:

- Soil Conservation Service

$$T_c = 0,0027 \cdot 1000 L^{0,8} \cdot [(1000 / CN) - 9]^{0,7} i_{VERSANTE}^{0,5}$$

- Formule di Ventura:
$$T_c = 0.1272 \left(\frac{S}{i_m} \right)^{\frac{1}{2}} \text{ [ore]}$$
- Formula di Giandotti:
$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{(H_m - H_0)}} \text{ [ore]}$$
- Formula di Viparelli:
$$T_c = \frac{L}{3.6V} \text{ [ore]}$$

(dove V è la velocità media di scorrimento variabile a seconda delle caratteristiche dell'asta fluviale)

- Formula di Pasini:
$$T_c = \frac{0.108(SL)^{\frac{1}{3}}}{\sqrt{i_m}} \text{ [ore]}$$
- Formula VAPI
$$T_c = 0.212S^{0.231} \left(\frac{H_m}{i_m} \right)^{0.289} \text{ [ore]}$$

6.1.4 Determinazione dell'altezza di pioggia critica

Per quanto riguarda la determinazione dell'altezza di pioggia critica lorda h_{TC} da utilizzare per l'applicazione della formula razionale si fa usualmente ricorso alle curve di possibilità pluviometrica che caratterizzano il regime pluviometrico sardo. Tali curve sono state ricavate utilizzando la distribuzione TCEV.

6.1.5 Modello TCEV

Recenti studi per la Sardegna mostrano che il modello probabilistico TCEV ben interpreta le caratteristiche di frequenza delle serie storiche, motivo per il quale è stato adottato per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica nella procedura VAPI.

La pioggia lorda h viene ricavata dalla nota formula:

$$h(T_p) = a \cdot T_p^n$$

dove:

$$\begin{cases} a = a_1 \cdot a_2 \\ n = n_1 + n_2 \end{cases}$$

quindi
$$h(T_p) = a_1 \cdot a_2 \cdot T_p^{n_1+n_2} = \mu(T_p) \cdot k(T_p)$$

dove $\mu(T_p) = a_1 \cdot T_p^{n_1}$ è detta Pioggia Indice di durata T_p ed è data dalla media dei massimi annui delle piogge di durata T_p e $k(T_p) = a_2 \cdot T_p^{n_2}$ è detto Coefficiente di Crescita.

SZO	Durata ≤ 1 ora	Durata > 1 ora
Sottozona 1	$a=0.46420+1.0376 \cdot \text{Log}(T)$	$a=0.46420+1.0376 \cdot \text{Log}(T)$
	$n=-0.18488+0.22960 \cdot \text{Log}(T)-3.3216 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$n=-1.0469 \cdot 10^{-2}-7.8505 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$
Sottozona 2	$a=0.43797+1.0890 \cdot \text{Log}(T)$	$a=0.43797+1.0890 \cdot \text{Log}(T)$
	$n=-0.18722+0.24862 \cdot \text{Log}(T)-3.36305 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$n=-6.3887 \cdot 10^{-3}-4.5420 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$
Sottozona 3	$a=0.40926+1.1441 \cdot \text{Log}(T)$	$a=0.40926+1.1441 \cdot \text{Log}(T)$
	$n=-0.19060+0.264438 \cdot \text{Log}(T)-3.8969 \cdot 10^{-2} \cdot \text{Log}^2(T)$	$n=1.4929 \cdot 10^{-2}+7.1973 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Log}(T)$

Figura 2. **Parametri della curva di possibilità climatica per T_r maggiori di 10 anni**

I valori di a_1 e n_1 si determinano in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g data dalla media dei massimi annui di precipitazione giornaliera; tali valori sono stati calcolati per diverse zone della Sardegna secondo la carta delle Isoiete.

$$a_1 = \frac{\mu_g}{0,886 \cdot 24^{n_1}}$$

$$n_1 = -0,493 + 0,476 \cdot \log \mu_g$$

Per quanto riguarda a_2 e n_2 si determinano con relazioni differenti per tempi di ritorno T_R maggiori o minori di 10 anni, per durate di pioggia T_p maggiori o minori di 1 ora e a seconda delle 3 sottozone omogenee (SZO) in cui è stata suddivisa la Sardegna¹.

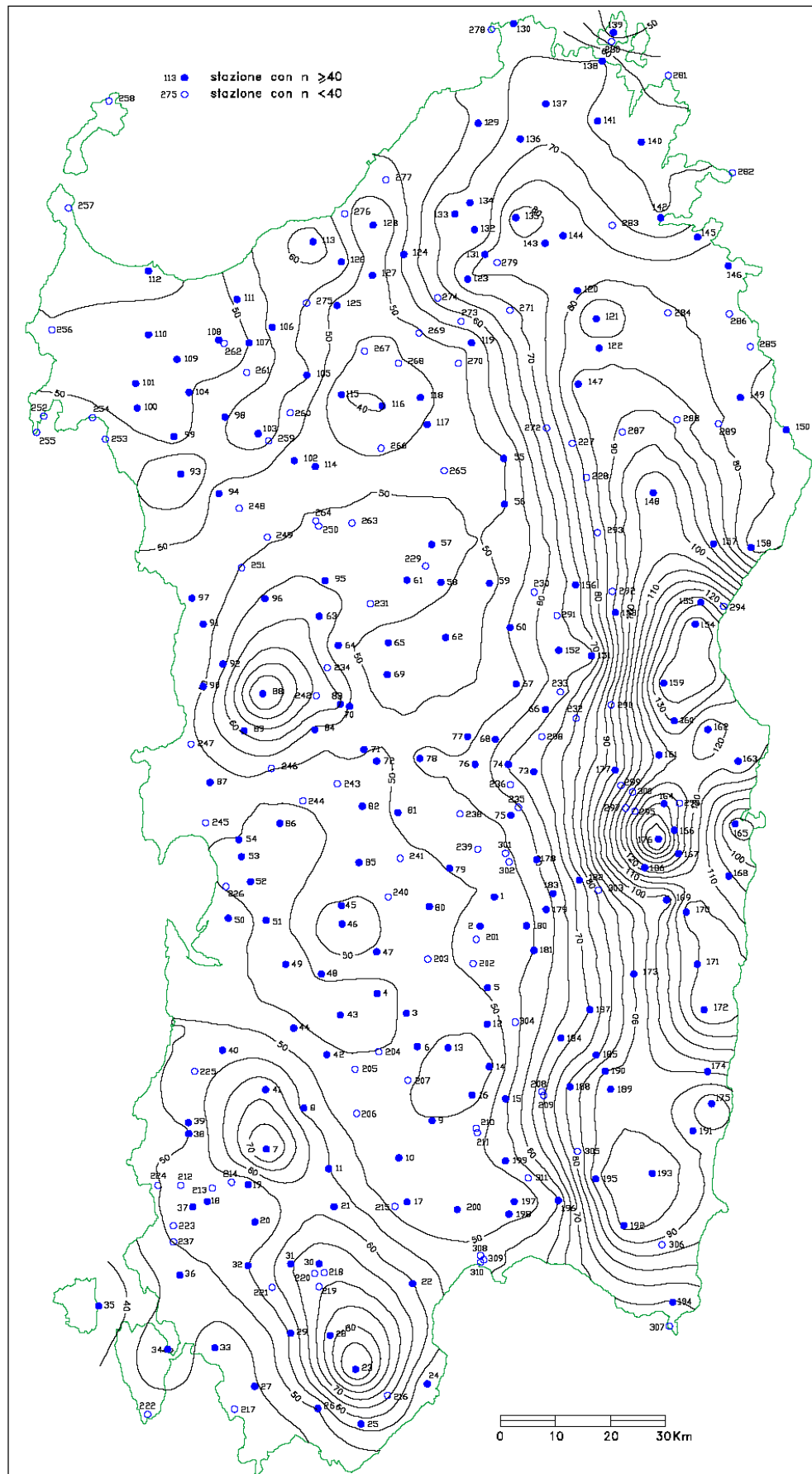
I bacini dei corsi d'acqua che interessano il territorio comunale di Selegas, come si può vedere, ricadono tra la SZO 2 dalla tabella sopra riportata le espressioni di a_2 e n_2 per T_p , che nel metodo cinematico è posto pari al T_c , maggiore di 1 ora sono:

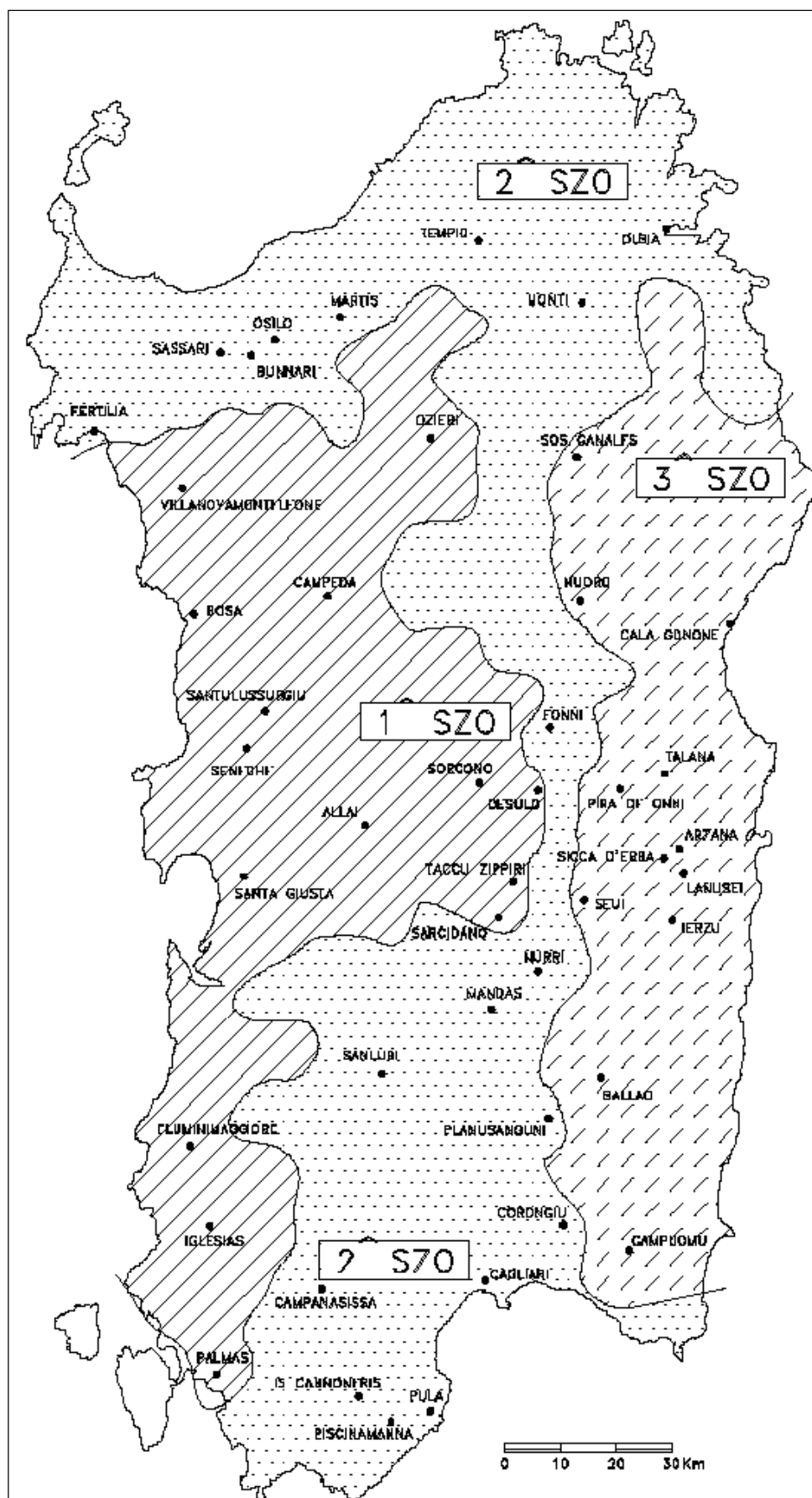
per la sottozona 2

$$a_2 = 0,43797 + 1,0890 \log T_R$$

$$n_2 = -6,3887 \cdot 10^{-3} - 4,5420 \cdot 10^{-3} (\log T_R)$$

¹(Vedasi Deidda e Piga, curve di possibilità pluviometrica basate sul modello TCEV, Informazione 81, pagg.9-14, Cagliari 1998).





6.1.6 Coefficiente di riduzione areale

Quando si ricavano le altezze h di pioggia dalle curve di possibilità pluviometrica si suppone che tali valori corrispondano al centro di scroscio che viene individuato, per ipotesi, nel punto in cui vi è la stazione di misura.

Poi si considera tale pioggia uniformemente distribuita su tutto il bacino. In realtà la pioggia diminuisce allontanandosi dal centro di scroscio, quindi considerare quella stessa intensità di pioggia costante su tutto il bacino porta ad un errore per eccesso. Per tenere conto di questo fatto si è deciso di applicare alle altezze di pioggia ottenute un coefficiente di riduzione areale che è espresso da diverse formulazioni tra cui quella, utilizzata dal VAPI Sardegna, che fa riferimento al Flood Studies Report del Wallingford Institute (UK 1977):

$$ARF = 1 - f_1 \cdot T_p^{-f_2}$$

dove:

$$f_1 = 0,0394 \cdot S^{0,354}$$

$$f_2 = 0,4 - 0,0208 \cdot \ln(4,6 - \ln S) \quad \text{per } S < 20 \text{ km}^2$$

$$f_2 = 0,4 - 0,003832 \cdot \ln(4,6 - \ln S) \quad \text{per } S > 20 \text{ km}^2$$

Per il coefficiente ARF si osserva che:

- diminuisce all'aumentare dell'area S ;
- aumenta all'aumentare della durata di pioggia T_p .

In base a tale coefficiente verranno ricavate delle altezze di pioggia h_i' pari alle altezze di pioggia lorda h_i calcolate con le curve di possibilità pluviometrica moltiplicate per il coefficiente ARF di ragguaglio della precipitazione all'area del bacino.

6.1.7 Coefficiente di deflusso

Di fondamentale importanza per una corretta valutazione delle portate di piena è la stima del coefficiente di deflusso Ψ , che merita particolare attenzione perché può dar luogo a sottostime o sovrastime, anche rilevanti, della portata di piena.

Infatti non tutta l'acqua della precipitazione (PIOGGIA TOTALE) contribuisce alla portata superficiale, parte si infiltra nel sottosuolo e va ad alimentare le falde, parte viene assorbita dalle piante, parte ritorna in testa al ciclo idrologico sotto forma di vapore per fenomeni diretti di evaporazione o evapotraspirazione delle piante, parte viene immagazzinata nelle depressioni superficiali e come umidità del suolo, e infine vi è una parte, in genere la più cospicua, che va a formare il deflusso superficiale e scorre verso le zone di compluvio formando prima i rigagnoli quindi i torrenti e i fiumi arricchendosi

sempre più in quantità.

La parte di pioggia totale che alimenta il deflusso superficiale è detta **pioggia netta** e il coefficiente di deflusso rappresenta appunto il rapporto tra tale pioggia e la pioggia totale.

Il coefficiente di deflusso individua le cosiddette perdite del bacino che dipendono da diversi fattori, in primo luogo dal tipo di terreno, dalla copertura vegetale e dalle condizioni iniziali di umidità. Per la sua determinazione sono stati proposti diversi metodi che vanno da semplici tabelle di riferimento che tengono in considerazione alcuni elementi come copertura del suolo e superficie del bacino ai metodi più complessi che cercano di tenere in conto della pluralità di fattori sopra riportati.

Uno di questi è il **Metodo Curve Number** elaborato dal Soil Conservation Service fin dal 1956 che è tra quelli più utilizzati ed è attualmente considerato tra i più appropriati riportati in letteratura. Nel rapporto VAPI per la Sardegna si è scelto di ricorrere a questo metodo, che consente di ricavare il valore della pioggia netta mediante la stima delle perdite di bacino dovute ai fenomeni di infiltrazione:

$$h_N = \frac{(h - I_a)^2}{h - I_a + f_s} \quad (1)$$

dove:

I_a = fattore di ritenzione iniziale;

f_s = capacità massima di assorbimento del bacino (è la massima quantità invasabile nel terreno dopo l'inizio del deflusso superficiale).

Da riscontri sperimentali si è ricavato:

$$I_a = 0,20 \cdot f_s$$

quindi la (1) diventa:

$$h_N = \frac{(h - 0,20 \cdot f_s)^2}{h + 0,80 \cdot f_s} \quad (2)$$

f_s è collegato alle caratteristiche del suolo dalla seguente formula:

$$f_s = \frac{25400}{CN} - 254 \text{ [mm]} \quad (3)$$

Il CN è un indice numerico che descrive in percentuale la quantità d'acqua caduta nel suolo che contribuirà al deflusso superficiale. Può variare da 0 a 100 anche se in pratica oscilla tra 25 e 98; per esempio un'area completamente pavimentata può avere CN=98 e un campo coltivato CN≈25. In altre parole, come è evidente dalla (3) se CN è grande, l'infiltrazione f_s è piccola e quindi avremo elevati coefficienti di deflusso.

I valori del CN, che teoricamente possono variare tra zero (assenza di deflusso superficiale) e 100 (assenza di perdite per infiltrazione), si ricavano dalle tabelle del Soil Conservation Service in funzione principalmente dell'uso del suolo e della capacità di infiltrazione di questo ultimo.

USO DEL SUOLO	TIPO DI DRENAGGIO	CONDIZIONI IDROLOGICHE	TIPO DI TERRENO			
Terreno Residenziale			A	B	C	D
Zone urbane	85% impermeabile	qualsiasi	89	92	94	95
Zone industriali	72% impermeabile	" "	81	88	91	93
Case a schiera	65% impermeabile	" "	77	85	90	92
Ville isolate	25% impermeabile	" "	54	70	80	85
Parcheggi	100% impermeabile	" "	98	98	98	98
Parchi	75% a verde	" "	39	71	74	80
Strade pavimentate	Con cunette e fognatura	" "	98	98	98	98
Strade in macadam	---	" "	76	85	89	91
Strade sterrate	---	" "	72	82	87	89
Terreno Agricolo						
Prato stabile	---	qualsiasi	77	86	91	94
Seminativo	Solchi a rittocchino	Cattive	65	76	84	88
Seminativo	Solchi a rittocchino	Buone	63	75	83	87
Seminativo	Solchi a traversochino	Cattive	63	74	82	85
Seminativo	Solchi a traversochino	Buone	61	73	81	84
Seminativo	Terrazzato	Cattive	61	72	79	82
Seminativo	Terrazzato	Buone	59	70	78	81
Pascolo	---	Cattive	68	79	86	89
Pascolo	---	Discrete	49	69	79	84
Pascolo	---	Buone	39	71	64	80
Erbaio	---	qualsiasi	30	58	71	78
Terreno boschivo	---	Cattive	45	66	77	83
Terreno boschivo	---	Discrete	36	60	73	79
Terreno boschivo	---	Buone	25	55	70	77

Valori del CN in funzione delle caratteristiche idrologiche dei suoli di copertura vegetale e per condizioni medie di umidità antecedenti l'evento (AMCII)

E' necessario tener conto delle condizioni iniziali di imbibimento del terreno attribuendo al terreno in esame una classe AMC (ANTECEDENT MOISTURE CONDITION):

AMC I	Terreno poco saturo
AMC II	Terreno mediamente saturo
AMC III	Terreno molto saturo
Riferiti a valori di saturazione analizzati in base ai 5 gg. di pioggia precedenti l'evento.	

Tabella 6.1: classi AMC per le condizioni iniziali di imbibimento del terreno

I valori del parametro CN tabellati in letteratura sono quelli riferiti a condizioni medie di umidità del

terreno all'inizio della precipitazione e in funzione del tipo di terreno.

Gruppo	Tipo di terreno
A	<i>Suolo con alta capacità di infiltrazione</i> , anche se già bagnato. Principalmente sabbia e ghiaia, con strati profondi e ben drenati.
B	<i>Suolo con moderata capacità di infiltrazione</i> allorquando risultano bagnati. Moderato drenaggio profondo. Tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana
C	<i>Suolo con piccola capacità di infiltrazione</i> allorquando risultano bagnati. Solitamente presentano uno strato che impedisce il drenaggio verticale possiedono una tessitura da moderatamente fina a fina.
D	<i>Suolo con molto piccola capacità di infiltrazione</i> . Principalmente argille con alto potenziale di rigonfiamento; suoli con livello di falda alto e perennete; suoli con strati argillosi in superficie; suoli poco profondi su strati impermeabili o semi-impermeabili.

I valori ricavati dalle tabelle sono stati riportati alla terza classe, definita come quella a potenziale di scorrimento superficiale massimo, attraverso la seguente relazione:

$$CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$$

Per i bacini in esame l'uso del suolo è stato ricavato dalla "Carta dell'Uso del Suolo in scala 1:25.000 – 2008"², elaborata dalla Regione Sardegna, suddivise in 77 tipologie organizzata gerarchicamente secondo la classificazione di dettaglio delle cinque categorie CORINE Land Cover fino a 5 livelli.

Nella fase applicativa per la determinazione del CN si sono resi necessari ulteriori approfondimenti legati al livello di dettaglio con il quale si è operato.

In base alle indicazioni derivanti dalla geologia della Sardegna si è proceduto intersecando la tavola dell'uso del suolo e della permeabilità a rilevare nell'area urbanizzata dei valori del CN pari a 88.36

La tabella che segue sono stati sintetizzate le indicazioni morfologiche dei bacini analizzati.

Canale Stadi							
TRATTO	<i>H media</i> [m.s.l.m.]	<i>H chiusura</i> [m.s.l.m.]	<i>H massima</i> [m.s.l.m.]	<i>Area</i> [kmq]	<i>Lunghezza asta</i> [Km]	<i>Pendenza asta</i> [m/m]	<i>Tempo di corrivazione [ore]</i>
SC_SC0001	313.32	230.04	402.18	0.86	1.962	0.011	0.545
Canale Stadi monte	286.61	191.64	402.18	1.07	3.774	0.018	0.981
Canale Stadi Valle	252.67	170.00	402.18	1.87	5.627	0.024	1.116
Riu Canali	229.26	157.46	402.18	2.41	7.249	0.030	1.145
R_34454	185.24	169.59	202.00	0.16	0.474	0.015	0.132
R_CixiMonte	218.02	156.20	307.67	3.06	4.082	0.027	1.134
Riu Cixi Valle	217.10	155.00	307.67	5.70	5.726	0.038	1.566
Gora Paretta							
	<i>H media</i> [m.s.l.m.]	<i>H chiusura</i> [m.s.l.m.]	<i>H massima</i> [m.s.l.m.]	<i>Area</i> [kmq]	<i>Lunghezza asta</i> [Km]	<i>Pendenza asta</i> [m/m]	<i>Tempo di corrivazione [ore]</i>
B_37656	341.35	290.00	392.52	1.06	0.979	0.020	0.272
GoraParetta_monte	351.27	266.53	443.43	2.45	1.770	0.017	0.492
GoraParetta_valle	337.88	246.02	443.43	5.50	3.627	0.029	1.008
GoraCanneddu_monte	345.47	290.00	407.06	0.96	1.315	0.018	0.365
GoraCanneddu_valle	334.81	267.79	407.06	2.56	2.997	0.031	0.833

Riu Mitzixedda							
	<i>H media</i> <i>[m.s.l.m.]</i>	<i>H chiusura</i> <i>[m.s.l.m.]</i>	<i>H massima</i> <i>[m.s.l.m.]</i>	<i>Area</i> <i>[kmq]</i>	<i>Lunghezza</i> <i>asta [Km]</i>	<i>Pendenza asta</i> <i>[m/m]</i>	<i>Tempo di</i> <i>corrivazione [ore]</i>
B_69317_A	300.36	203.77	397.89	1.16	2.84	0.015	0.79
B_53189	216.16	191.88	245.94	0.62	1.57	0.029	0.44
B_39515	246.84	203.65	373.60	1.44	1.71	0.010	0.48
B_59765	270.37	191.12	397.91	2.68	3.23	0.016	0.90
B_Gora di Paba di Oisi	197.90	171.66	245.69	1.12	1.39	0.019	0.39
B_Mitzixedda_Gora	250.75	172.03	397.71	3.80	4.44	0.020	1.23
B_Mitzixedda Valle	228.42	159.06	397.58	5.75	5.40	0.023	1.50
Riu Monti							
	<i>H media</i> <i>[m.s.l.m.]</i>	<i>H chiusura</i> <i>[m.s.l.m.]</i>	<i>H massima</i> <i>[m.s.l.m.]</i>	<i>Area</i> <i>[kmq]</i>	<i>Lunghezza</i> <i>asta [Km]</i>	<i>Pendenza asta</i> <i>[m/m]</i>	<i>Tempo di</i> <i>corrivazione [ore]</i>
Riu Monti Valle	375.31	285.59	461.59	3.05	2.514	0.014	0.70
Sa Gora di Sa Funtana							
	<i>H media</i> <i>[m.s.l.m.]</i>	<i>H chiusura</i> <i>[m.s.l.m.]</i>	<i>H massima</i> <i>[m.s.l.m.]</i>	<i>Area</i> <i>[kmq]</i>	<i>Lunghezza</i> <i>asta [Km]</i>	<i>Pendenza asta</i> <i>[m/m]</i>	<i>Tempo di</i> <i>corrivazione [ore]</i>
Sa Gora di Sa Funtana	170.1	157.74	253.25	1.44	2.625	0.027	0.73

6.2 Analisi idraulica

6.2.1 Criteri generali

Il calcolo idraulico delle aste fluviali e dei canali è stato condotto riferendosi alla condizione di moto permanente che, a differenza del moto uniforme che fornisce i livelli idrici di sicurezza di un canale considerato "indisturbato", da dei risultati più vicini alla realtà in quanto la corrente idrica lungo il suo percorso è certamente influenzata dai cambiamenti di sezione, scabrezza, pendenza, andamento planimetrico, etc., di cui le simulazioni di moto permanente più propriamente tengono conto.

Ovviamente per effettuare un calcolo di moto permanente più attinente possibile alla realtà, è necessario fare una simulazione completa che comprenda un certo numero di sezioni lungo tutto il tronco critico oggetto dello studio

Sono state quindi determinate:

- le sagome delle sezioni trasversali e relative dimensioni geometriche;
- la pendenza longitudinale del fondo;
- la sequenza planimetrica delle sezioni trasversali;
- il valore della scabrezza del fondo, delle sponde e delle aree esondabili;

Tutte le informazioni suddette sono state utilizzate come dati di input del software Hec-Ras (River Analysis System) sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps of Engineers.

6.2.2 Breve descrizione del programma di calcolo: modulo di moto permanente

Tra i moduli di calcolo contenuti nel programma succitato, in questa sede si utilizzerà quello che consente l'analisi del moto permanente gradualmente vario in regime di corrente lenta, veloce o di regime misto.

La procedura base adottata dal programma per i calcoli è incentrata sulla soluzione iterativa dell'equazione monodimensionale dell'energia:

$$E = z + y + \frac{\alpha}{2g} v^2$$

che stabilisce che l'energia totale in una data sezione, lungo il tratto in analisi, è data dalla somma dell'energia potenziale e dall'energia cinetica.

Le perdite valutate sono quelle per attrito (equazione di Manning) e quelle causate dalla contrazione e espansioni delle sezioni (tramite un coefficiente che moltiplica la variazione dell'energia cinetica).

L'equazione della quantità di moto è utilizzata nei punti dove il profilo del pelo libero subisce brusche variazioni; questo si verifica in condizioni di regime misto, nei punti di passaggio da corrente veloce a corrente lenta (risalti idraulici), oppure in corrispondenza di ponti o delle confluenze di più rami di una rete.

Si possono effettuare analisi di più configurazioni geometriche contemporaneamente; calcoli di più

profili; analisi idrauliche in corrispondenza di punti singolari quali ponti, sottopassi ad aperture multiple e manufatti con paratoie.

Un'altra operazione consentita dopo aver immesso tutti i dati geometrici necessari, è quella di effettuare la simulazione con l'ausilio di sezioni interpolate che il programma costruisce automaticamente in base a quelle immesse dall'utente ed effettivamente rilevate in sito.

6.2.3 Definizione della pericolosità idraulica Hi

La pericolosità idraulica è definita come la probabilità di superamento della portata al colmo di piena; in accordo al DPCM 29/09/98 è ripartita in 4 livelli, pari a 0.02, 0.01, 0.005, 0.002, che corrispondono ai periodi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

Pericolosità		Frequenza (1/T)	Periodo di ritorno (T anni)
Hi1	Bassa	0.002	500
Hi2	Moderata	0.005	200
Hi3	Alta	0.01	100
Hi4	Molto alta	0.02	50

Scopo dell'indagine idraulica è stato dapprima quello di calcolare i livelli idrici nei singoli tratti per poi verificare se fossero contenuti o meno all'interno delle sezioni arginate. Sono state così considerate come allagabili tutte le porzioni di territorio limitrofe al corso d'acqua le cui quote del piano di campagna risultavano minori di quelle del pelo libero della corrente nelle sezioni considerate. In questo modo sono state individuate le aree potenzialmente a rischio secondo la classificazione della tabella sopra indicata:

- AREA Hi4: Ad alta probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni
- AREA Hi3: Ad alta probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 100 anni
- AREA Hi2: Ad alta probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 200 anni
- AREA Hi1: Ad alta probabilità di inondazione se allagata con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 500 anni.

6.2.4 Definizione degli elementi a rischio E

Gli elementi a rischio di inondazione sono costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi.

Gli elementi a rischio inondazione e di frana, E, ai sensi del DPCM 29.09.1998 sono classificati in base al danno relativo a:

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

- l'incolumità delle persone;
- gli agglomerati urbani comprese le zone di espansione urbanistica;
- le aree su cui insistono insediamenti produttivi, impianti tecnologici di rilievo (distributori di benzina, serbatoi di gas), in particolare quelli definiti a rischio rilevante ai sensi di legge;
- le infrastrutture a rete (reti di distribuzione idrica, energetica, telefonica; reti di fognatura; reti di trasporto urbano) e le vie di comunicazione di rilevanza strategica anche a livello locale;
- il patrimonio ambientale e i beni culturali, storici, architettonici d'interesse rilevante;
- le aree sede di servizi pubblici (strutture di soccorso-ospedali, vigili del fuoco), e privati, di impianti sportivi e ricreativi, strutture ricettive e infrastrutture primarie.

Nel caso specifico della Sardegna, la distribuzione territoriale degli elementi a rischio risulta assai variabile: si passa, infatti, da zone altamente antropizzate con un elevato grado di infrastrutturazione, ad aree a scarsissima densità abitativa ma con un edificato disperso e differenziato. Per ovviare alla difficoltà di individuazione dei singoli elementi, nonché per una valutazione omogenea a scala regionale, si è proceduto ad aggregare le tipologie di elementi e classificare il territorio in base alle caratteristiche essenziali di urbanizzazione e di uso del suolo.

La valutazione dell'entità del possibile danno ha permesso di suddividere i diversi elementi in quattro classi a ciascuna delle quali si attribuisce un 'peso' variabile tra zero e uno, crescente con l'importanza dell'elemento interessato. Nella pagina seguente sono elencati tutti i siti ed le strutture di possibile crisi, divisi per classe:

Classi	Elementi a rischio	Peso
E1	<ul style="list-style-type: none"> • Aree escluse dalle definizioni E2, E3 ed E4; • Zona boschiva; • Zone di protezione ambientale con vincolo estensivo (p.e. vincolo Galasso). 	0.25
E2	<ul style="list-style-type: none"> • Zona agricola generica; • Infrastrutture puntuali per le telecomunicazioni; • Zone di protezione ambientale con vincolo specifico ma non puntuale (p.e. parchi, riserve...). 	0.50

E3	<ul style="list-style-type: none"> Infrastrutture pubbliche (altre infrastrutture viarie e fondo artificiale, ferrovie, oleodotti, elettrodotti, acquedotti, bacini artificiali); Zone per impianti tecnologici e discariche di R.S.U. ed assimilabili, zone di cava e zone minerarie attive e non, discariche minerarie di residui di trattamento, zona discarica per inerti; Beni naturali protetti e non, beni archeologici; Zona agricola irrigua o ad alta produttività, colture strategiche e colture protette; Specchi d'acqua con aree di acquacoltura intensiva ed estensiva; Zona di protezione ambientale puntuale (monumenti naturali e assimilabili). 	0.75
E4	<ul style="list-style-type: none"> Centri urbani ed aree urbanizzate con continuità; nuclei rurali minori di particolare pregio; zone di completamento; zone di espansione; grandi insediamenti industriali e commerciali; servizi pubblici prevalentemente con fabbricati di rilevante interesse sociale; aree con limitata presenza di persone; aree extraurbane poco abitate; edifici sparsi; nuclei urbani non densamente popolati; aree sedi di significative attività produttive (insediamenti artigianali, industriali, commerciali minori); Zona discarica rifiuti speciali o tossico nocivi; Zona impianti industriali ad elevato rischio potenziale; Aree di intensa frequentazione turistica (zone residenziali estive, alberghiere; zone campeggi e villaggi turistici, spiagge e siti balneari, centri visita etc.); Beni architettonici, storici e artistici; Infrastrutture pubbliche strategiche (strade statali); Porti vari, aeroporti, stazioni. 	1.00

6.2.5 Definizione di rischio idraulico R_i

Per la definizione del rischio si è fatto riferimento a quanto previsto nelle Linee Guida:

$$R_i = H_i * E * V$$

R_i = rischio idraulico totale, quantificato secondo 4 livelli riportati nella successiva tabella, dove sono evidenziati gli estremi superiore delle classi.

H_i = pericolosità (natural Hazard) idraulica.

E = elementi a rischio.

V = vulnerabilità intesa come capacità a resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento e quindi

dipendente 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, secondo quanto si evince dal DPCM, sarà assunta pari all'unità; vista la difficoltà di effettuare analisi di dettaglio sui singoli elementi, comunque esulanti dai limiti delle attività previste dal dispositivo di legge a tutti gli elementi si attribuirà un valore di vulnerabilità unitario. Ciò non toglie la possibilità, in fasi successive di approfondimento dei piani, di poter provvedere ad una opportuna ricalibratura del parametro sulla base di studi specifici di settore.

Rischio idraulico totale			Descrizione degli effetti
Classe	Intensità	Valore	
Ri1	Moderato	$\leq 0,002$	Danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
Ri2	Medio	$\leq 0,005$	Sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
Ri3	Elevato	$\leq 0,01$	Sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
Ri4	Molto elevato	$\leq 0,02$	Sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche

Il "valore" del rischio e quindi la classe è stata determinata sovrapponendo le aree a pericolosità idraulica con gli elementi a rischio considerando cautelativamente pari a 1 la vulnerabilità degli elementi a rischio.

Nell'ambito della modellazione verranno attribuiti ai tratti indagati le portate di cui alla tabella seguente.

Canale Stadi				
TRATTO	TR 50 [mc/s]	TR 100 [mc/s]	TR 200 [mc/s]	TR 500 [mc/s]
SC_SC0001	5.86	7.23	8.66	10.65
Canale Stadi monte	6.17	7.76	9.42	11.68
Canale Stadi Valle	9.41	11.91	14.52	18.10
Riu Canali	11.29	14.38	17.61	22.05
R_34454	0.38	0.50	0.63	0.84
R_CixiMonte	13.47	17.29	21.31	26.86
Riu Cixi Valle	23.31	29.38	35.70	44.35
Gora Paretta				
TRATTO	TR 50 [mc/s]	TR 100 [mc/s]	TR 200 [mc/s]	TR 500 [mc/s]
B_37656	4.48	5.71	7.03	9.00
GoraParetta_monte	11.84	15.10	18.57	23.52
GoraParetta_valle	24.70	31.94	39.59	50.21
GoraCanneddu_monte	4.55	5.78	7.10	9.00
GoraCanneddu_valle	11.91	15.34	18.97	24.04
Riu Mitzixedda				
TRATTO	TR 50 [mc/s]	TR 100 [mc/s]	TR 200 [mc/s]	TR 500 [mc/s]
B_69317_A*	7.57	9.40	11.29	13.88
B_53189	2.64	3.41	4.23	5.42
B_39515*	6.39	8.21	10.17	12.97
B_59765	14.10	17.91	21.91	27.44
B_Gora di Paba di Oisi	4.07	5.32	6.69	8.68
B_Mitzixedda_Gora	16.57	21.14	25.93	32.54
B_Mitzixedda Valle	22.87	29.01	35.44	44.26
Riu Monti				
TRATTO	TR 50 [mc/s]	TR 100 [mc/s]	TR 200 [mc/s]	TR 500 [mc/s]
Riu Monti Valle	14.73	18.88	23.26	29.42
Sa Gora di Sa Funtana				
TRATTO	TR 50 [mc/s]	TR 100 [mc/s]	TR 200 [mc/s]	TR 500 [mc/s]
Sa Gora di Sa Funtana	8.09	10.20	12.41	15.49

*Nella simulazione idraulica sono stati considerati dei sottobacini aggiuntivi calcolati con il metodo del contributo unitario

TRATTO	Area [kmq]	TR 50 [mc/s]	TR 100 [mc/s]	TR 200 [mc/s]	TR 500 [mc/s]
B_39515_sez 26130	1.26	5.6	7.20	8.91	11.37
B_69317_sez 5546	0.94	6.15	7.63	9.17	11.28

TRATTO	Area [kmq]	TR 50 [mc/s]	TR 100 [mc/s]	TR 200 [mc/s]	TR 500 [mc/s]
Gora Paretta monte _ sez 2803	0.922	4.46	5.69	7.00	8.87
B Gora Canneddu monte _ sez 1557	0.41	1.94	2.46	3.02	3.84

7 RISULTANZE DELLA VERIFICA IDRAULICA

L'analisi idraulica è stata condotta effettuando 5 simulazioni, una per ogni bacino analizzato.

La "composizione" della pericolosità idraulica è stata effettuata mediante l'involuppo di ogni simulazione, imponendo nelle aree di sovrapposizione il grado di pericolosità più elevato fra quelli rilevati.

8 CRITICITÀ RISCONTRATE

Dall'analisi idraulica si evince che le portate sono per lo più confinate all'interno dell'alveo, in alcuni tratti, a causa della insufficienza idraulica di qualche attraversamento si sono riscontrate delle criticità.

8.1 Riu Mitzixedda_B_69317

Il corso d'acqua sviluppandosi a Nord Est del territorio comunale di Selegas segue per lo più parallelamente la strada comunale.

Con un alveo a sezione naturale e con una presenza di vegetazione non fitta a Nord del territorio comunale di Selegas attraversa la strada comunale in sei attraversamenti significativi, 3 dei quali non soddisfano le verifiche idrauliche.



8.1.1 Attraversamento SC_008



Figura 3. **Attraversamento SC - 008**

L'attraversamento avviene mediante un ponte in buono stato di conservazione con un impalcato alto 0.30m e largo 6 m, una sezione in cls trapezia la cui luce è di circa 5 m con una altezza di 1.3 m.

Come si evince dagli studi idraulici il ponte è in grado di convogliare la portata dei Tr 50 e Tr 100 anni, presentando delle criticità per il Tr 200 anni.

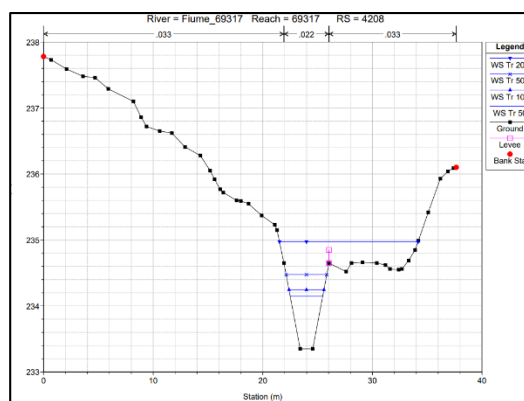


Figura 4. **Attraversamento Sc_008 Pericolosità idraulica e sezione idraulica**

8.1.2 Attraversamento SC 010



Figura 5. **Attraversamento Sc_010**

L'attraversamento appare in buono stato di conservazione con un impalcato alto 0.30m e largo 4 m, una sezione in cls trapezia la cui luce è di circa 3 m con una altezza di 1.3 m.

Come si evince dagli studi idraulici il ponte è in grado di convogliare le portate con tempo di ritorno di 50 e 100 anni, per portate con Tr 200 e Tr 500 si trova in condizioni di criticità.

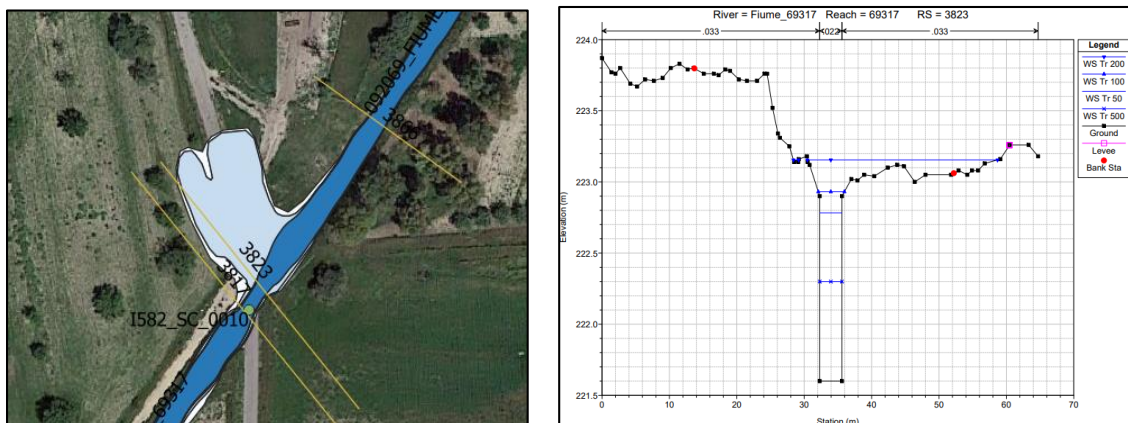


Figura 6. **Attraversamento Sc_010 Pericolosità idraulica e sezione idraulica**

8.1.3 Attraversamento SC_009

L'attraversamento appare in buono stato di conservazione con un impalcato alto 0.30m e largo 4 m, una sezione in cls trapezia la cui luce è di circa 3.5 m con una altezza di 1.35 m.



Figura 7. **Attraversamento Sc_009**

Come si evince dagli studi idraulici il ponte è in grado di convogliare le portate con tempo di ritorno di 50 e 100, per portate con Tr 200 e Tr 500 anni si trova in condizioni di criticità. Si evidenzia tale criticità nelle aree a Hi2 e Hi1 e nella sezione idraulica *Mitzixedda_F_69317_River station 3744*.

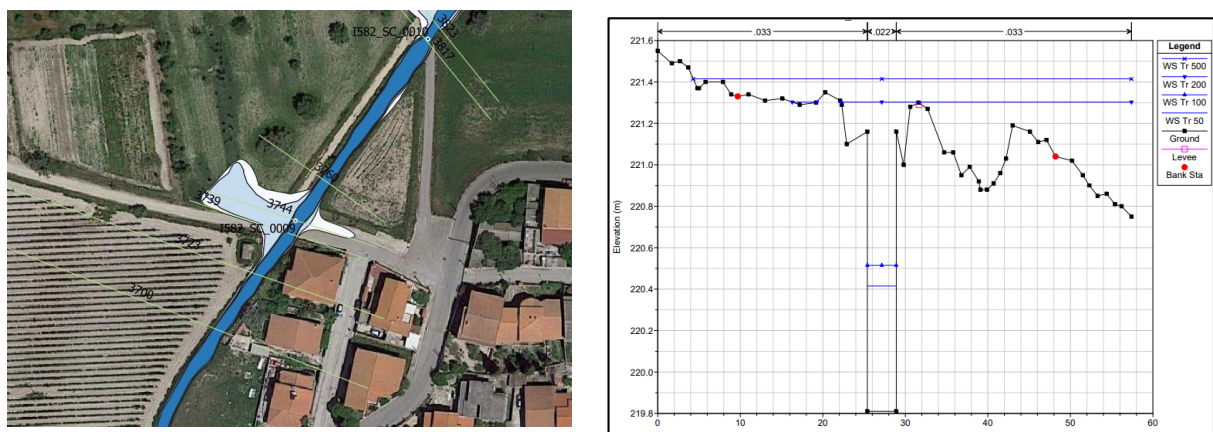


Figura 8. **Attraversamento Sc_009 Pericolosità idraulica e sezione idraulica**

8.2 Riu Mitzixedda_tratto valle

Il tratto vallivo de Rio Mitzixedda a partire dalla confluenza con il Rio sa Gora di Paba Oisi presenta una importante area allagata dovuta alla dimensione inadeguate della sezione idraulica.



Figura 9. ***Risultanze della modellazione idraulica per i vari tempio di ritorno***

8.3 Canale Stadi_Riu Cixi

8.3.1 Canale Stadi_tratto monte

Nel sistema Canale Stadi Riu Cixi non sono presenti criticità nel tratto montano, il Canale Stadi attraversa la parte Est di Selegas confluendo nel canale tombato presente, incrocia a monte la Via Meucci – Via Umberto I e sbocca a valle in Via Arborea.



Figura 10. ***Imbocco canale tombato a monte, Via Meucci – Via Umberto.***



Figura 11. ***Sbocco canale tombato a valle, Via Arborea.***

Il tombato è in grado di convogliare senza criticità le portate per tutti i tempi di ritorno studiati.

In seguito a Sud attraverso un sottopasso, di dimensioni sufficienti alla sua portata, attraversa il Canale ripartitore Ente Flumendosa fino alla confluenza con il Rio Cixi.

8.3.2 Riu Cixi

Il Riu Cixi in territorio di Selegas presenta delle criticità nel tratto montano del Rio Cixi, che prende nome in Fiume 39551, in cui sono presenti delle aree a pericolosità idraulica Hi4, Hi3, Hi2, Hi1,



8.4 Gora Paretta

Il sistema Gora Paretta circonda la frazione di Seuni, in tale tratto sono presenti delle criticità dovute alle insufficienze idrauliche di due attraversamenti.



8.4.1 Attraversamento SC_020

L'attraversamento appare in buono stato di conservazione con un impalcato alto 0.30m e largo 4 m.

Si compone di un tubolare di diametro 1 metro, sezione insufficiente al convogliamento delle portate per i tempi di ritorno di 50 ,100 ,200 e 500 anni.



Figura 12. **Attraversamento Sc_0020**

Si evidenzia tale criticità nelle aree nella sezione idraulica Gora Paretta_tratto monte_River station 2305.

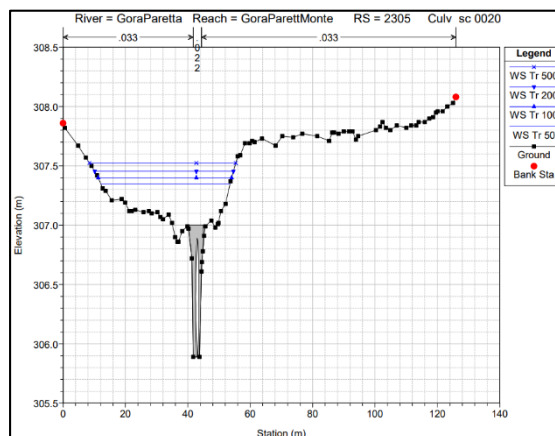


Figura 13. **Attraversamento Sc_020 Pericolosità idraulica e sezione idraulica**

8.4.2 Attraversamento SC_018

Ulteriore criticità, seppur contenuta all'area prossima all'attraversamento per i tempi di ritorno dei 200 e 500 anni.



Figura 14. **Attraversamento Sc_0018**

Si evidenzia tale criticità nelle aree nella sezione idraulica Gora Paretta_tratto monte_River station 1498

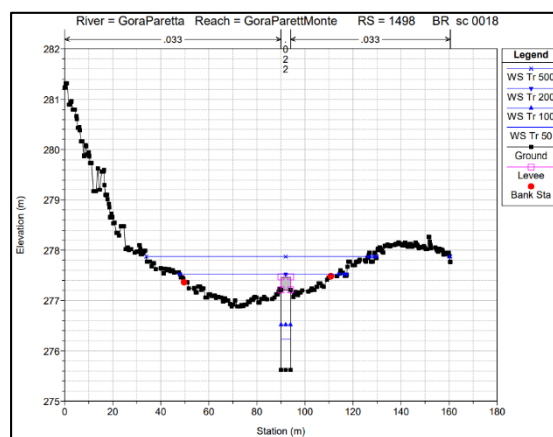


Figura 15. **Attraversamento Sc_018 Pericolosità idraulica e sezione idraulica**

9 CONCLUSIONI

In base agli studi e alle simulazioni idrauliche effettuate per le singole aste fluviali è stato possibile effettuare la delimitazione delle aree allagabili, definite come aree di pericolosità idraulica, per ciascuna di esse e per ciascun tempo di ritorno esaminato.

Per tutti i corsi d'acqua esaminati i risultati delle simulazioni hanno evidenziato come il deflusso lungo ciascuno degli alvei si mantenga all'interno dell'alveo principale.

Non sono state indicate delle misure di mitigazione, il Rischio idraulico elevato è contenuto in aree con vulnerabilità ed esposizione bassa.

10 INDICAZIONI PER LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA

Relativamente alle diverse classificazioni di pericolosità idraulica delle aree del territorio comunale di Selegas e agli interventi ivi prevedibili, si rimanda al testo coordinato delle norme di attuazione del PAI, agli articoli del Cap II_ Aree di pericolosità idraulica