Comune di Bosa
Provincia di Oristano



PIANO URBANISTICO COMUNALE
ADEGUATO AL PPR E AL PAI

ASSETTO IDROGEOLOGICO COMUNALE — PARTE IDRAULICA

Variante puntuale al PAI ai sensi degli artt. 8 c. 5 bis e 37 c. 3 delle Norme di Attuazione del PAI

Elaborato		Scala
1.0	**Relazione generale illustrativa**	

ELABORAZIONE

COORDINAMENTO TECNICO - SCIENTIFICO
Giuseppe Scanu

SINDACO
Pier Franco Casula

RESPONSABILI DELLA PIANIFICAZIONE

Assetto insediativo

Piero Bertelli
Marco Vigliotti - Coll.
Emanuele Terranova – Coll.

Assetto ambientale

SIGEA - Luigi Maccioni

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
Maria Laura Del Rio

Assetto storico - culturale

Antonella Pandolfi
Daniela Deriu – Coll.

APPORTI ALLA PIANIFICAZIONE

SER.PRO S.r.l.S.
Tonino Mulas
Giangiorgio Marongiu
Adriano Benatti

PROST S.r.L.
Franco Galdieri
Maurizio Concas

Data di consegna	Approv. Progetto Preliminare	Adozione PUC	Consegna revisione PUC	Approv. Definitiva PUC
15.02.2024				

SOMMARIO

SOMMARIO 2
Premessa 3
Ambito territoriale della variante e pianificazione vigente 4
Inquadramento territoriale 5
Pianificazione vigente 6
Eventi pregressi 7
Inquadramento canali Tombati 9
Inquadramento attraversamenti viari 10
Modellazione idraulica 14
Modello monodimensionale 14
Modello monodimensionale 16
Definizione delle aree di pericolosità 19
Valutazione del rischio idraulico 22
Schede di intervento di mitigazione del rischio idraulico 25
Risultati delle verifiche idrauliche e principali criticità rilevate 26
Studio del rischio idraulico 26
Elenco elaborati 27
Indice figure 28
Indice tabelle 28

Premessa

A seguito dell'approvazione dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) del 2006, e delle successive integrazioni susseguitesi negli anni: il Piano Stralcio Fascie Fluviali (PSFF) del 2015, e il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) del 2019, l'area urbana di Bosa, è stata oggetto di studi di carattere idraulico che hanno approfondito e dettagliato le conoscenze circa i valori delle portate di piena di riferimento e il comportamento idraulico in piena del Fiume Temo. In funzione dei risultati conseguiti, nei diversi studi è stato progressivamente approfondito l'assetto di progetto definito con la delimitazione delle fasce di pericolosità contenute nel PAI, con la finalità del conseguimento di un assetto morfologico e idraulico del corso d'acqua coerente con l'obiettivo di una pericolosità idraulica residuale compatibile lungo l'intera asta fluviale.

Sulla base delle nuove conoscenze ed in continuità con gli atti di pianificazione già adottati PGRA e con gli approfondimenti: "*Applicazione sperimentale all'ambito vallivo del fiume Temo delle "Linee Guida per la redazione degli studi comunali dei bacini urbani e periurbani interessati da elementi del reticolo idrografico regionale", (*Deliberazione n. 13 del 21 dicembre 2021), sviluppate dall'Agenzia di Distretto Idrografico della Sardegna (ADIS) con il supporto della Università di Cagliari, lo studio contiene la descrizione dell'assetto idraulico e morfologico attuale dell'intero territorio amministrativo comunale di Bosa, delle caratteristiche ambientali e del quadro delle criticità e degli squilibri e, in rapporto all'assetto idraulico, con l'aggiornamento della delimitazione delle aree allagabili.

L'ambito di riferimento dello studi proposto di Assetto Idrogeologico per la parte idraulica del territorio comunale della Citta di Bosa è sviluppato nell'ambito del Piano Urbanistico Comunale (PUC), attualmente in corso di redazione per l'adeguamento al Piano Paesaggistico Regionale (PPR) e al Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna.

A tal riguardo, gli indirizzi di pianificazione urbanistica previsti dalle Norme di Attuazione (NA) del PAI prevedono che i comuni: *"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, sono tenuti obbligatoriamente a redigere e ad adottare 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. Gli studi comunali di assetto idrogeologico considerano, inoltre, il fenomeno delle inondazioni costiere, definiscono gli interventi di mitigazione e contengono anche le valutazioni afferenti agli studi dei bacini urbani di cui al comma 5 bis seguente"* (Art. 8 comma 2 delle NA).

Sempre le NA del PAI prevedono la che: "*le Amministrazioni interessate provvedono a riportare alla scala grafica della strumentazione urbanistica vigente i perimetri delle area a rischio R4, R3, R2 e delle aree pericolose H4, H3, H2 e ad adeguare contestualmente le norme dello strumento urbanistico. Qualora in sede di traslazione delle indicazioni del PAI sugli strumenti urbanistici esistenti vengano evidenziati, attraverso analisi di maggiore dettaglio ovvero accertamenti tecnici condotti in sede locale, situazioni indefinite o per le quali si renda necessaria una definizione di scala non presente negli elaborati del PAI, i Comuni procedono ai sensi dell'art. 37 delle presenti Norme"* (Art. 4 comma 5 delle NA).

Pertanto in attuazione delle NA del PAI richiamando l'art 37 comma 3 lettera b delle stesse è proposta una variante in aggiornamento del PAI motivata dalla presenza di uno "*studio a scala di maggior dettaglio eseguiti da enti territoriali ed enti locali e studi comunali di assetto idrogeologico eseguiti da enti locali di cui all'articolo 8, commi 2 e 2 bis, anche derivanti da fatti che producono incrementi di danno potenziale".*

Infine come anticipato in epigrafe vengono completamente recepiti gli esiti della modellazione bidimensionale sviluppata dall'ADIS con il supporto dell'Università di Cagliari del Fiume Temo, e estesi con un ulteriore modello bidimensionale al reticolo idrografico minore che afferisce all'area urbana di Bosa in destra e in sinistra idraulica del Temo, in applicazione dell' Art. 8 comma 5 bis delle NA: *Ai fini della redazione degli studi di cui ai precedenti commi 2, 2bis e 2ter, per i bacini interessati da elementi del reticolo idrografico regionale individuato dal Comitato istituzionale con deliberazione n. 3 del 30.07.2015, i Comuni*

possono redigere appositi studi mediante analisi modellistica bidimensionale che motivatamente dimostri un significativo apporto conoscitivo più aderente alla situazione reale dei luoghi rispetto alla modellazione monodimensionale, anche attraverso una fase di calibratura del modello medesimo rispetto ad eventuali eventi meteopluviometrici avvenuti. Tali studi sono proposti e redatti dai Comuni in coerenza con specifiche linee guida approvate dal Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino, in applicazione dei commi 5 ter, quater e quinquies.

Le modellazioni bidimensionale consentono di definire la "Vulnerabilità delle persone" individuando come valore soglia Vp ≤ 0,75 che consente di definire le aree Hi*, in applicazione dell'Art. 8 commi 5ter e 5quater delle NA del PAI.

Ambito territoriale della variante e pianificazione vigente

Il comune di Bosa, situato nella Sardegna Nord occidentale, all'estremo nord-ovest del territorio amministrativo della Provincia di Oristano, si sviluppa per 128 km^2 confina con i territori di: Villanova Monteleone, Montestra, Pozzomaggiore, Suni, Modolo, e Magomadas.

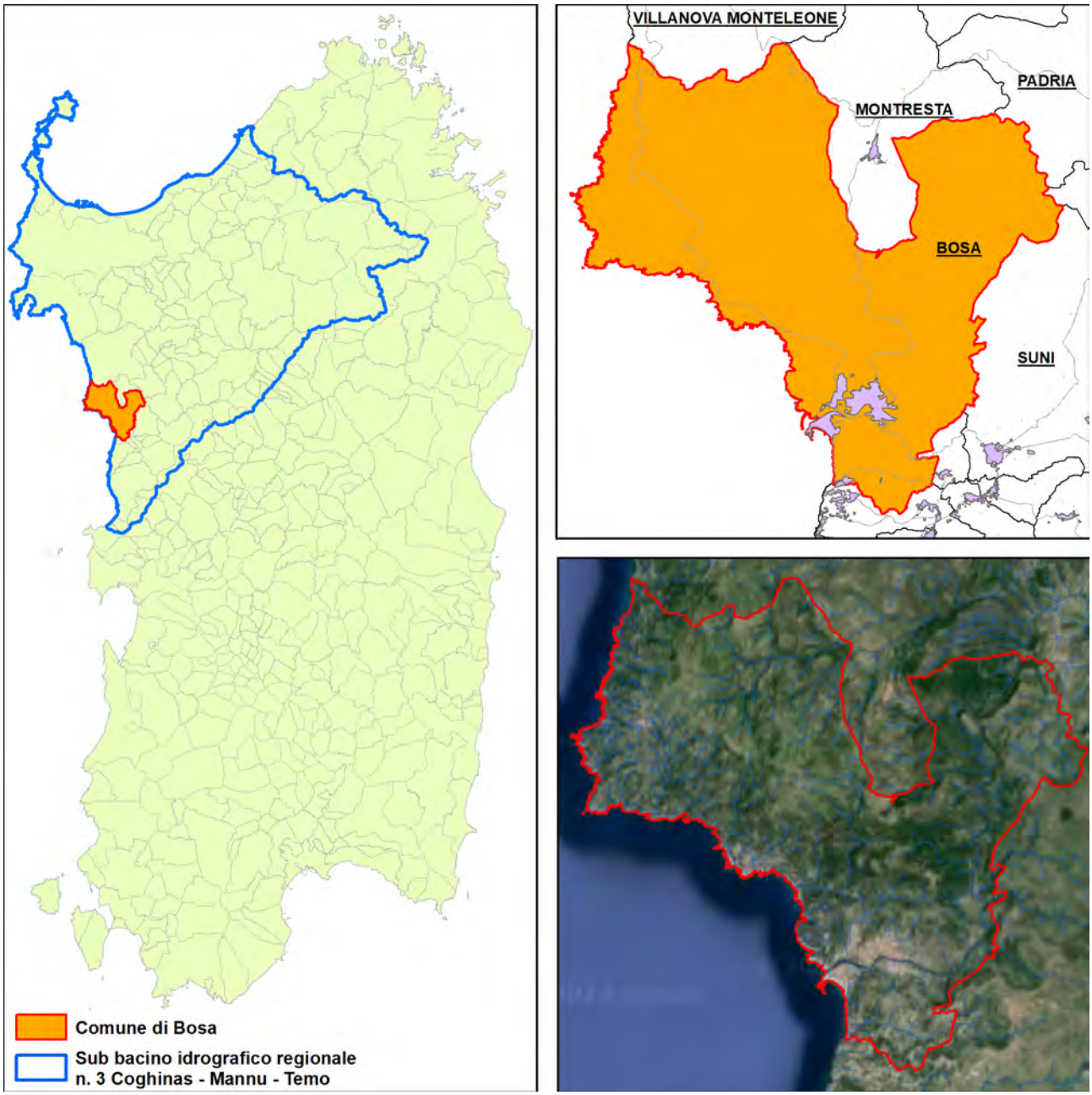


Figura. n. 1 — Inquadramento territoriale.

Inquadramento territoriale

L'area è inquadrata in una regione collinare-litoranea con altitudine media di 279,1 m s.l.m., chiuso a sud dalla Planargia, a est dal Marghine e dall'Altopiano di Campeda, a ovest dal mar di Sardegna e a nord dalla dorsale dei rilievi di Sa Pittada (788 m s.l.m.) e di monte Mannu (802 m s.l.m.). Il territorio risulta compreso tra gli zero e i 788 m s.l.m.

In questo contesto si inserisce il fiume Temo che scorre per la gran parte del suo percorso incassato nelle colline per aprirsi in una piccola vallata in corrispondenza della foce a estuario ove è stata edificata la città di Bosa. Da un punto di vista strettamente idrografico oltre al Fiue Temo non sono presenti altri corsi d'acqua di particolare rilievo, l'intero territorio è caratterizzato dalla presenza di piccoli bacini imbriferi con estensione media di 10 km^2 che danno origine a torrenti a carattere stagionale, inquadrabili in due macro categorie: gli affluenti del Temo e i Corsi d'acqua minori che scaricano direttamente in mare. Il reticolo idrografico complessivo cosi come definito dallo strato informativo dell'Autorità di Bacino Regionale (Delibrazione n. 3 del 30.07.2015) si sviluppano per 323 km definendo una fitta rete di piccoli rigagnoli posta sopratutto in corrispondenza dei versanti di Capo Marrargiu aggettanti sul mare.



Figura. n. 2 — Idrografia territorio Bosa

Pianificazione vigente

La pianificazione vigente in ambito idraulico è definita dall'aggiornamento del PGRA che nell'ambito degli Scenari di intervento strategico ha ridefinito le aree di pericolosità poste a valle della diga di laminazione del Temo che interessano interamente il territorio comunale di Bosa.



Figura. n. 3 — Pianificazione PAI vigente (Pericolo_Idraulico_PAI_PGRA_Rev_Dic_22)

Con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 11/12/2018 pubblicata sul BURAS n. 1 del 03/01/2019 che approva gli studi per gli Scenari di intervento strategico e coordinato per il Rio Palmas, Rio Mannu di Fluminimaggiore, Fiume Tirso, Fluminimannu di Pabillonis, Rio Mogoro, Fiume Temo, Rio San Giovanni, Riu di San Teodoro, Rio di Siniscola, Riu Foddeddu, Riu Pelau e Riu Cixerri.

In particolare nello studio degli "Scenari di intervento strategico e coordinato: Fiume Temo", sono state condotte sull'intera asta del Fiume Temo delle analisi sull'idrografia superficiale sulla pericolosità vigente e sugli scenari di intervento per mitigare la pericolosità e il rischio. In particolare questo studio individua delle ampie aree di allagamento che interessano il centro abitato di Bosa illustrate nella Figura 3.

Le aree a pericolosità idraulica individuate nel PGRA, risultato dell'inviluppo delle perimetrazioni delle aree caratterizzate da pericolosità idraulica mappate nell'ambito della predisposizione del PAI e sue varianti, di

studi derivanti dall'applicazione dell'Art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del PAI, delle elaborazioni realizzate nel PSFF, nonché della mappatura delle aree alluvionate nell'evento del 18/11/2013 denominato "Cleopatra", per il territorio comunale di Bosa sono illustrate nella "*Tav. 2.0 Carta della pericolosità idraulica come da pianificazione vigente – 10k.pdf*".

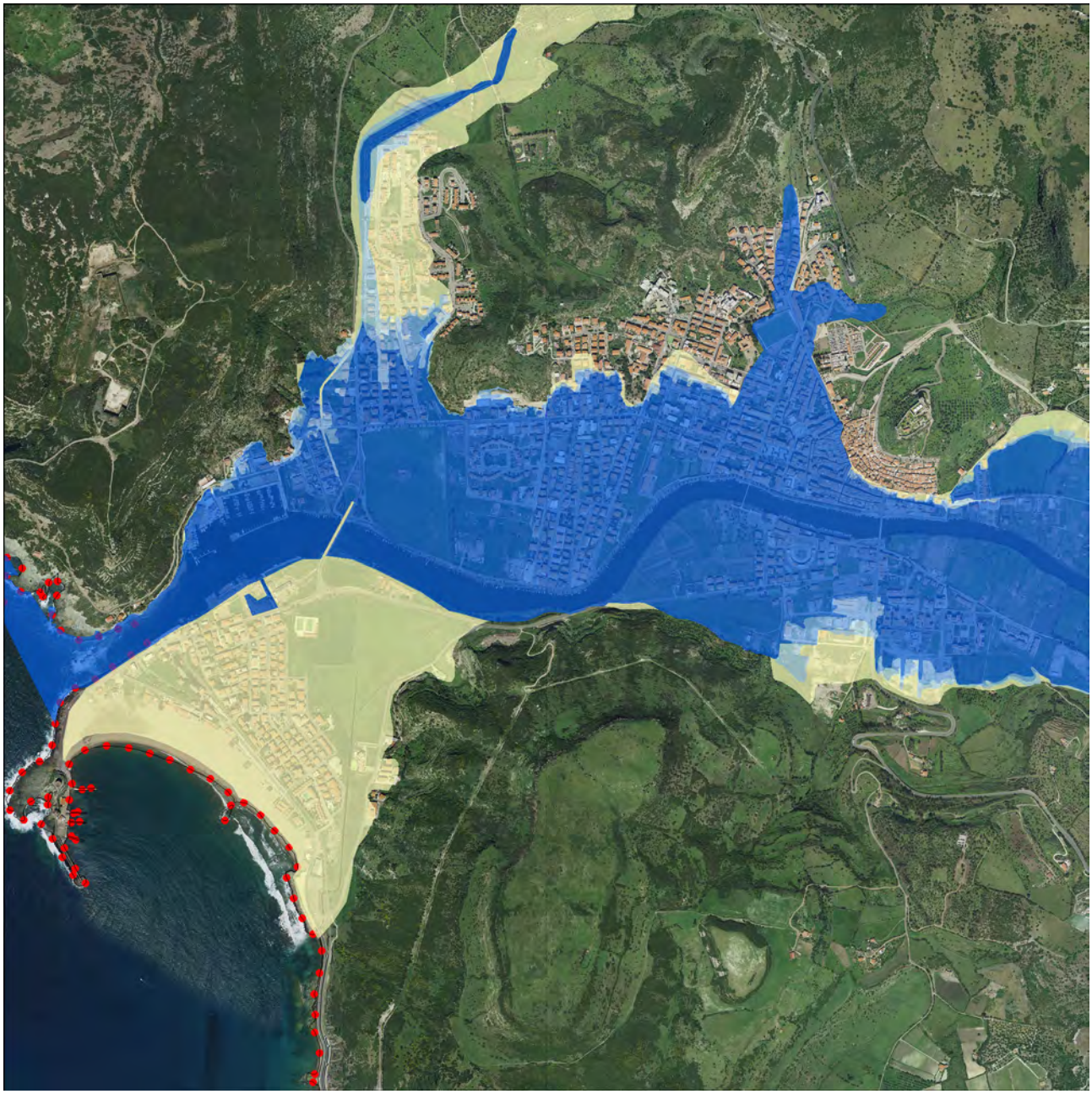


Figura. n. 4 — Pianificazione PAI vigente PGRA dettaglio abitato (Pericolo_Idraulico_PAI_PGRA_Rev_Dic_22)

Eventi pregressi

Il Territorio Comunale di Bosa, non ostante le aree studiate siano delimitate in gran parte al solo centro abitato , negli anni, è stato interessato più volte da fenomeni alluvionali di intensità variabile e che, oltre ai danni ingenti arrecati all'agro che risultano presenti in misura minore, hanno interessato principalmente il centro urbano. Nell'archivio piene del Sistema Informativo sulle Catastrofi Idrogeologiche (SICI), ideato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalla Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) sono censiti, per il territorio Comunale di Bosa, nel periodo 1928-2000 complessivamente 53 eventi, dei quali in Tabella n. 1 viene riportato un elenco con la data dell'evento, la scheda di rilevamento ed il sito interessato, consultabili cliccando sopra il link in blu nella colonna numero.

Tabella n. 1 Archivio piene (SICI) https://sici.irpi.cnr.it/index.htm

Numero	Località	Data	Ambiente fisiografico	Fiume
10600001	Bosa	//	Pianura	F. Temo
10600032	Bosa	/12/2000	Pianura	F. Temo
10600032	Bosa	/12/2000	Pianura	Rio Su Roccu
10600031	Bosa	/11/2000	Pianura	Rio Su Roccu
10600030	Bosa	/11/2000	Pianura	Rio Su Roccu
6600005	Bosa	16/11/91		F. Temo
600611	Bosa	09/12/90	Pianura	
600572	Bosa	11/10/87	Pianura	
600557	Bosa	20/07/86	Pianura	
600550	Bosa	06/01/86	Pianura	
600533	Bosa	19/11/84	Pianura	
600504	Bosa	11/12/82	Pianura	
600491	Bosa	27/01/82	Pianura	
600476	Bosa	14/11/80	Pianura	Canali
600477	Bosa	27/11/80	Pianura	
600476	Bosa	14/11/80	Pianura	F. Temo
600459	Bosa	12/10/79	Pianura	
600442	Bosa	16/02/79	Pianura	
600392	Bosa	12/01/77	Pianura	
600403	Bosa	08/10/77	Pianura	
600425	Bosa	23/11/76	Pianura	
600426	Bosa	02/12/76	Pianura	
600373	Bosa	13/03/75	Pianura	
600332	Bosa	20/02/72	Pianura	
600327	Bosa	30/11/71	Pianura	
600274	Bosa	17/12/68	Pianura	
600252	Bosa	07/01/67	Pianura	
600217	Bosa	11/11/63	Pianura	
600212	Bosa	18/09/63	Pianura	
600206	Bosa	01/02/63	Pianura	F. Temo
600207	Bosa	16/02/63	Pianura	
600203	Bosa	18/11/62	Pianura	
600186	Bosa	16/01/61	Pianura	
600183	Bosa	28/12/60	Pianura	
600163	Bosa	14/12/58	Montagna	F. Temo
600156	Bosa	15/04/58	Pianura	
600153	Bosa	13/01/58	Pianura	
600147	Bosa	25/02/56	Pianura	
600145	Bosa	02/02/56	Pianura	F. Temo
600130	Bosa	11/06/53	Pianura	F. Temo
600124	Bosa	28/12/52	Pianura	F. Temo
600123	Bosa	15/02/52	Pianura	
600114	Bosa	09/03/51	Pianura	
600111	Bosa	08/09/50	Pianura	
600109	Bosa	22/04/50	Pianura	
600108	Bosa	20/04/50	Pianura	
600106	Bosa	25/11/49	Pianura	F. Temo
600094	Bosa	04/02/47	Pianura	
600201	Bosa - Rione in prossimità del campo sportivo	05/11/62	Pianura	F. Temo
10600032	Bosa - Rione S'Isula	/12/2000	Pianura	F. Temo
10600032	Bosa (campagne di)	/12/2000	Pianura	F. Temo
600562	Bosa (campagne di)	11/01/87	Pianura	Rio Piras
600151	Bosa (campagne di)	24/12/57	Pianura	F. Temo
600130	Bosa (campagne di)	11/06/53	Pianura	F. Temo
600107	Bosa (campagne di)	27/11/49	Pianura	F. Temo
6600003	Bosa (Comune di)	06/04/91		Torrenti
6600005	Bosa (Comune di)	16/11/91		F. Temo
600045	Bosa (Comune di)	17/11/29	Pianura	F. Temo
600008	Bosa (Comune di)	11/02/17	Pianura	Torrenti

La banca dati del SICI si ferma agli anni 2000, ma da una semplice ricerca online con il soggetto “Allagamenti Bosa” è facile recuperare numerosi eventi che hanno riguardato la Città, per ultimo il fenomeno temporalesco del 19 settembre 2023 che ha causato disagi e allagamenti in alcune vie dell’abitato.

La maggior parte degli eventi catalogati e verificatisi nel centro abitato sono iscrivibili a fenomeno di allagamento diffuso causato dal rigurgito della rete di raccolta acque bianche che non riuscendo a scaricare per il battente idrico del Fiume Temo eccessivamente alto riversavano i volumi idrici dei bacini periurbani lungo la viabilità cittadina, fenomeno accentuato dall presenza di diversi canali tombati che attraversano il centro abitato e che riversano le portati di bacini scolanti che raggiungono l’estensione di 5 km^2.

Inquadramento canali Tombati

Nell'ambito del presente studio è stata fatta la ricognizione dell'intero territorio catalogando e definendo l'idrografia di interesse e le principali tipicità idrauliche. È stato aggiornato il repertorio dei canali tombati, confermando i tratti attualmente censiti e aggiungendone degli altri che come da definizione: "*opere derivante dalla copertura di un corso d'acqua facente parte del reticolo idrografico regionale e che non sia identificabile come rete urbana di smaltimento delle acque bianche e meteoriche o come altra opera idraulica specialistica (quali canali fugatori di opere di scarico, tratti sifonati e altre opere similari)".*

Le nuove opere individuate sono iscrivibili alla fattispecie di rete urbana di smaltimento delle acque bianche che raccoglie deflussi dalle campagne limitrofe intercettando compluvi, iscritti nella banca dati regionale.



Figura. n. 5 — Planimetria tratti tombati che interessano il centro abitato di Bosa.

Si riporta di seguito il quadro sinottico delle opere rilevate e si rimanda all'allegato *"Elab. 5.0 Schede di caratterizzazione dei canali tombati esistenti.pdf"* per un a visione di dettaglio delle opere censite:

Tabella n. 2 Canali tombati:

nome canale tombato	id	asta riferimento	lunghezza canale tombato	superficie bacino	note
Terridi	NU_ B068_ 001	Rio Terridi	899	5,00	
Cibudditta	NU_ B068_ 002	n.d.	221	n.d.	Canale di smaltimento acque bianche
Via Parpaglia - Via Pischedda	NU_ B068_ 003	n.d.	626.	0,2	
Su Codulanu	NU_ B068_ 004	Su Codulanu	241	n.d.	
S'Aladerru - Via La Marmora	NU_ B068_ 005	Rio S'Aladerru	609	1,2	
Sa Cabula	NU_ B068_ 006	n.d.	65	n.d	
Via Planargia SP 19	B068_ 007	Fiume_338509	290	0,131	Canale di smaltimento acque bianche
Via s'Istagnone n9	B068_ 008	Fiume_79841	81	0,147	Canale di smaltimento acque bianche
Via s'Istagnone n15	B068_ 009	Fiume_79842	71	0,100	Canale di smaltimento acque bianche
Fiume 79990	B068_ 010	Fiume 79990	25	0,256	

I nuovi tratti tombati inseriti interessano:

- via Planargia con la SP 19 che collega Bosa a Montresta, il Fiume 338506 che ha un bacino scolante di 0,131 km^2 scendendo verso l'abitato viene prima incanalato parallelamente alla SP 15 per un tratto di circa 40 metri per poi attraversare la strada provinciale in un tombino che prosegue attraversando i cortili di alcune case sino a ritornare lungo la via Planargia sino ad immettersi nel canale tombato Su Codulanu.
- Via s'Istagnone n.9, in corrispondenza di Bosa Marina intercetta i deflussi del Fiume_79841 che che ha un bacino scolante di 0,147 km^2 scendendo verso l'abitato viene intercettato in corrispondenza di un condominio posto in via s'Istagnone al n.9 si sviluppa per 81 metri prima di riapparire superata la strada principale per immettersi nel canale di "Campu 'e mare.
- Via s'Istagnone n.15, in corrispondenza di Bosa Marina intercetta i deflussi del Fiume_79842 che che ha un bacino scolante di 0,101 km^2 scendendo verso l'abitato viene intercettato in corrispondenza della via omonima con pozzetto munito di caditoia che lo intuba prima attraversando la strada principale e poi parallelamente alla stessa per 71 metri prima di riapparire superata la strada principale per immettersi nel canale di "Campu 'e mare.
- Fiume 79990 è un affluente del Riu Piras (canale tombato Teriddi) che prima di immettersi nel canale coperto Teriddi viene a sua volta intubato per un tratto di 25 m con le stesse caratteristiche del canale principale con una soletta in cls rialzata dal piano di campagna di circa 1 m.

Inquadramento attraversamenti viari

La ricognizione del territorio ha interessato inoltre gli attraversatemi viari e ferroviari presenti lungo la viabilità principale e secondaria: Partendo dalla banca dati regionale sono stati rilevati un totale di 105 attraversamenti che sono stati inseriti nel modello idraulico monodimensionale per verificare il franco idraulico e il tempo di ritorno critico come da direttiva regionale.

Le schede complete delle opere censite e verificate è riportato nel: "*Elab. 4.0 Schede di caratterizzazione degli attraversamenti esistenti.pdf*" .

Tabella n. 3 Attraversamenti viari.

Denominazione Strada	Denominazione Fiume	Sigla Tipo	Codice	Descrizione
Via Pietro Delitala	FIUME_338521	SC	B068_SC_0001	T_23 sez rettangolare, L 3 m, H 3.4 m, sovrastruttura 0.6 m
Via San Pietro	095079_FIUME_74727	SC	B068_SC_0002	T_12 sez rettangolare, L 1.1 m, H 0.6 m, sovrastruttura 0.6 m
Viale Mediterraneo	095079_FIUME_80260	SC	B068_SC_0003	G_09 sez rettangolare, L 3 m, H 3 m, sovrastruttura 1.4 m
Viale Mediterraneo	095079_FIUME_80260	SC	B068_SC_0004	G_08 sez rettangolare, L 1.3 m, H 2.1 m, sovrastruttura 1.1 m
Viale Mediterraneo	RIU TURAS	SC	B068_SC_0005	G_07 sez rettangolare, L 4.5 m, H 3 m, sovrastruttura 1.2 m
	095079_FIUME_75784	SC	B068_SC_0006	G_30 ponte con griglia a monte, sez rettangolare, L 2 m, H 1.2 m, sovrastruttura 0.8 m
	095079_FIUME_78871	SC	B068_SC_0007	G_32 sez rettangolare, L 0.8 m, H 2.1 m, sovrastruttura 1.5 m
	095079_FIUME_79841	SC	B068_SC_0008	T_09 finsider diametro 0.8 m
	095079_FIUME_80091	SC	B068_SC_0009	G_06 pozzetto, sez rettangolare, L 1 m, H 1 m, sovrastruttura 1 m
	095079_FIUME_80260	SC	B068_SC_0010	G_10 sez finsider ellittica ribassata, L 6.5 m, H 3.3 m, sovrastruttura 1.5 m
	095079_FIUME_80297	SC	B068_SC_0011	G_33 sez rettangolare, L 6.5 m, H 2.1 m, sovrastruttura 0.3 m
	095079_FIUME_83535	SC	B068_SC_0012	G_19 sez rettangolare, L 0.8 m, H 2.3 m, sovrastruttura 1.3 m
	095079_FIUME_84653	SC	B068_SC_0013	G_20 sez rettangolare, L 0.8 m, H 2.5 m, sovrastruttura 1 m
	FIUME TEMO	SC	B068_SC_0014	Ponte vecchio
	FIUME_128761	SC	B068_SC_0015	G_16 strada privata
	FIUME_338506	SC	B068_SC_0016	G_28 ponte con griglia a monte, sez rettangolare, L 1 m, H 2 m, sovrastruttura 0.8 m
	FIUME_345220	SC	B068_SC_0017	G_02 pozzetto, sez rettangolare, L 0.8 m, H 0.5 m, sovrastruttura 1 m
	RIU ABBA MALA	SC	B068_SC_0018	G_03 2 tubolari cls affiancati, diametro 0.8, sovrastruttura 0.2, interasse 0.5
	RIU ABBA MALA	SC	B068_SC_0019	G_04 sezione ad arco ribassato, L 1.8 m, H 1.2 m, sovrastruttura 1 m
	RIU ABBA MALA	SC	B068_SC_0020	G_01 sezione ad arco, L 0.8 m, H 1.2 m, sovrastruttura 2 m

Denominazione Strada	Denominazione Fiume	Sigla Tipo	Codice	Descrizione
	RIU ABBA MALA	SC	B068_SC_0021	G_05 sezione ad arco, L 3 m, H 2 m, sovrastruttura 0.8 m
	RIU BADDE AGGIOSO	SC	B068_SC_0022	G_15 strada privata s'abba druche
	RIU BADDE AGGIOSO	SC	B068_SC_0023	G_21 sezione ad arco, L 2.5 m, H 2.3 m, sovrastruttura 2.4 m
	RIU BADDE ORCA	SC	B068_SC_0024	G_22 sez rettangolare, L 1 m, H 1.9 m, sovrastruttura 1.7 m
	RIU CARA MALA	SC	B068_SC_0025	G_23 sez rettangolare, L 0.8 m, H 1 m, sovrastruttura 0.8 m
	RIU DE TUVARU	SC	B068_SC_0026	G_24 sez quadrata, L 0.9 m, H 0.9 m, sovrastruttura 0.6 m
	RIU MAGGIOLZI	SC	B068_SC_0027	G_31 sez rettangolare, L 1.5 m, H 2.1 m, sovrastruttura 1.9 m
	RIU MOLTU	SC	B068_SC_0028	G_27 sez rettangolare, L 1.2 m, H 0.7 m, sovrastruttura 0.8 m
	RIU PIRAS	SC	B068_SC_0029	Tombato
	RIU PIRAS	SC	B068_SC_0030	Tombato
	RIU PIRAS	SC	B068_SC_0031	Tombato
	RIU SA CANNA	SC	B068_SC_0032	G_25 sez quadrata, L 2.5 m, H 2.5 m, sovrastruttura 1.5 m
	RIU SU VALZU	SC	B068_SC_0033	G_29 sez rettangolare, L 4 m, H 3.7 m, sovrastruttura 1 m
	Fiume_80270	SC	B068_SC_N001	T_01 Tubolare diam 0.8 m
	Fiume_80270	SC	B068_SC_N002	T_02 sez rettangolare, L 1.1 m, H 0.8 m, sovrastruttura 0.8 m
	Fiume_80270	SC	B068_SC_N003	T_03 sez rettangolare, L 10 m, H 1.5 m, sovrastruttura 1.5 m
	Fiume_80270	SC	B068_SC_N004	T_04 sez rettangolare, L 10 m, H 1.5 m, sovrastruttura 1.5 m
	Fiume_80270	SC	B068_SC_N005	T_05 attr pedonale
	Fiume_80270	SC	B068_SC_N006	T_06 Saracinesca con pompe
	Fiume_80270	SC	B068_SC_N007	T_08 finsider diametro 0.8 m
	Fiume_80270	SC	B068_SC_N008	T_11 tubolare cls diametro 0.8 m
	Fiume_80270	SC	B068_SC_N009	T_13 tubolare cls diametro 0.8 m
	Fiume_80270	SC	B068_SC_N010	T_14 tubolare cls diametro 0.6 m
	Fiume_80270	SC	B068_SC_N011	T_15 tubolare diametro 1 m, a monte immissione rete stradale e sottopasso stradale
	Fiume_80270	SC	B068_SC_N012	T_16 sez rettangolare, L 1.2 m, H 1.5 m, sovrastruttura 4 m
	Fiume_80270	SC	B068_SC_N013	T_19 2 sez rettangolari, L 1.5 m, H 1 m, sovrastruttura 0.5 m intradosso 0.5 m
	Fiume_80270	SC	B068_SC_N014	T_20 sez rettangolare, L 1.5 m, H 1 m, sovrastruttura 0.5 m
Strada Ferrata	095079_FIUME_70997	SF	B068_SF_0034	
Strada Ferrata	095079_FIUME_80004	SF	B068_SF_0035	
Strada Ferrata	095079_FIUME_80260	SF	B068_SF_0036	G_08_bis sezione ad arco, L 3 m, H 3 m, sovrastruttura 1 m
Strada Ferrata	095079_FIUME_80260	SF	B068_SF_0037	
Strada Ferrata	095079_FIUME_86150	SF	B068_SF_0038	G_04_bis sezione ad arco, L 2 m, H 3 m, sovrastruttura 1 m
Strada Ferrata	FIUME_345219	SF	B068_SF_0039	
Strada Ferrata	FIUME_345220	SF	B068_SF_0040	
Strada Ferrata	RIU ABBA MALA	SF	B068_SF_0041	
Strada Ferrata	RIU BADDE UMBRA	SF	B068_SF_0042	
SP19	095079_FIUME_80005	SP	B068_SP_0043	Attraversamento INACCESSIBILE. Dal sopralluogo effettuato si ipotizza che l'attraversamento sia costituito da uno scatolare in muratura di base 2.00 m e altezza 1.50 m. Complessivamente si sviluppa per 7.00 m.
SP19	095079_FIUME_82496	SP	B068_SP_0044	G_34 sezione ad arco, L 1.8 m, H 3.2 m, sovrastruttura 1.7 m - SO Attraversamento INACCESSIBILE.
SP19	095079_FIUME_83610	SP	B068_SP_0045	Attraversamento INACCESSIBILE. Dal sopralluogoeffettuato si ipotizza che l'attraversamento sia costituito da un ponte in muratura ad arco a una campata, di altezza e luce rispettivamente di 3,00 m e 3,00 m. Complessivamente si sviluppa per 7.00 m.
SP19	095085_FIUME_82840	SP	B068_SP_0046	Attraversamento costituito da un ponte in muratura ad arco a una campata, di altezza e luce rispettivamente di 2,40 m e 3 m. Complessivamente di sviluppa per 8,50 m.
SP19	FIUME_338566	SP	B068_SP_0047	Attraversamento costituito da un ponte in muratura ad arco a una campata, di altezza e luce rispettivamente di 2,00 m e 2,00 m. Complessivamente si sviluppa per 7.00 m.
SP19	FIUME_338630	SP	B068_SP_0048	Attraversamento INACCESSIBILE. Dal sopralluogo effettuato si ipotizza che l'attraversamento sia costituito da un ponte in muratura ad arco a una campata, di altezza e luce rispettivamente di 3,00 m e 3,00 m. Complessivamente si sviluppa per 7.00 m.
SP19	RIU SAS CORROGAS	SP	B068_SP_0049	Attraversamento costituito da un ponte in muratura ad arco a una campata, di altezza e luce rispettivamente di 1,70 m e 2 m. Complessivamente si sviluppa per 7.00 m.

Denominazione Strada	Denominazione Fiume	Sigla Tipo	Codice	Descrizione
SP35	RIU ABBA MALA	SP	B068_SP_0050	Attraversamento costituito da un ponte in muratura ad arco a una campata, di altezza e luce rispettivamente di 4,40 m e 3,00 m. Complessivamente si sviluppa per 7,50 m.
SP49	095079_FIUME_71610	SP	B068_SP_0051	Attraversamento INACCESSIBILE.
SP49	095079_FIUME_71712	SP	B068_SP_0052	Attraversamento INACCESSIBILE.
SP49	095079_FIUME_72466	SP	B068_SP_0053	Attraversamento costituito da uno scatolare in c.a. di base 10,00 m e altezza 3,00 m. Complessivamente si sviluppa per 16.00 m.
SP49	095079_FIUME_74634	SP	B068_SP_0054	Attraversamento INACCESSIBILE.
SP49	095079_FIUME_75580	SP	B068_SP_0055	Attraversamento costituito da un tubolare in acciaio finsider del DN2100 Complessivamente si sviluppa per 15,00 m.
SP49	095079_FIUME_75596	SP	B068_SP_0056	Attraversamento costituito da un tubolare in cls del DN600. Complessivamente si sviluppa per 6.50 m.
SP49	095079_FIUME_75972	SP	B068_SP_0057	Attraversamento costituito da un tubolare in cls del DN1000 Complessivamente si sviluppa per 15,00 m.
SP49	095079_FIUME_79395	SP	B068_SP_0058	Attraversamento INACCESSIBILE.
SP49	095079_FIUME_80181	SP	B068_SP_0059	Attraversamento INACCESSIBILE.
SP49	095079_FIUME_81163	SP	B068_SP_0060	Attraversamento INACCESSIBILE.
SP49	095079_FIUME_81428	SP	B068_SP_0061	Attraversamento costituito da un tubolare in acciaio finsider del DN1200 Complessivamente si sviluppa per 18,00 m.
SP49	095079_FIUME_83488	SP	B068_SP_0062	Attraversamento INACCESSIBILE.
SP49	095079_FIUME_83678	SP	B068_SP_0063	Attraversamento INACCESSIBILE.
SP49	FIUME_128748	SP	B068_SP_0064	Attraversamento costituito da un ponte in muratura e ca a una campata, di altezza e luce rispettivamente di 1,20 m e 1,90 m. Complessivamente si sviluppa per 7,00 m.
SP49	FIUME_128761	SP	B068_SP_0065	Attraversamento costituito da uno scatolare in muratura di base 2,00 m e altezza 3,00 m. Complessivamente si sviluppa per 7.00 m.
SP49	FIUME_128766	SP	B068_SP_0066	Attraversamento costituito da uno scatolare in muratura di base 2,00 m e altezza 3,00 m. Complessivamente si sviluppa per 7.00 m.
SP49	FIUME_128771	SP	B068_SP_0067	Attraversamento costituito da uno scatolare in muratura di base 2,60 m e altezza 2,20 m. Complessivamente si sviluppa per 9.00 m.
SP49	FIUME_128794	SP	B068_SP_0068	Attraversamento costituito da un tubolare in cls del diametro DN1100 . Si sviluppa per 9,00 m.
SP49	FIUME_128873	SP	B068_SP_0069	Attraversamento INACCESSIBILE.
SP49	FIUME_129107	SP	B068_SP_0070	Attraversamento INACCESSIBILE.
SP49	FIUME_129146	SP	B068_SP_0071	Attraversamento costituito da due tubolari in cls del diametro DN800 . Si sviluppa per 15,00 m.
SP49	FIUME_129153	SP	B068_SP_0072	Attraversamento INACCESSIBILE.
SP49	FIUME_129173	SP	B068_SP_0073	Attraversamento INACCESSIBILE.
SP49	RIU BADDE AGGIOSO	SP	B068_SP_0074	Attraversamento costituito da un ponte in ca a una campata, di altezza e luce rispettivamente di 1,20 m e 4,50 m. Complessivamente si sviluppa per 6,50 m.
SP49	RIU BARISONE	SP	B068_SP_0075	Attraversamento costituito da un tubolare in acciaio finsider del diametro DN1200. Si sviluppa per 12,00 m.
SP49	RIU CORONALZOS	SP	B068_SP_0076	Attraversamento costituito da un ponte in muratura e travi in cap a una campata, di altezza e luce rispettivamente di 9,60 m e 5,00 m. Complessivamente si sviluppa per 8,00 m.
SP49	RIU GHISTERRA	SP	B068_SP_0077	Attraversamento INACCESSIBILE. Dal sopralluogo effettuato si ipotizza che l'attraversamento sia costituito da uno scatolare in c.a. di base 6,00 m, altezza 2,00 m. Complessivamente si sviluppa per 40,00 m.
SP49	RIU MANAGU	SP	B068_SP_0078	Attraversamento costituito da uno scatolare in c.a. di base 2,00 m e altezza 1,50 m. Complessivamente si sviluppa per 15.00 m.
SP49	RIU MATTA E CANNA	SP	B068_SP_0079	Attraversamento costituito da un ponte in muratura e ca a una campata, di altezza e luce rispettivamente di 1,90 m e 3,00 m. Complessivamente si sviluppa per 6,50 m.
SP49	RIU PEPPI URAS	SP	B068_SP_0080	Attraversamento INACCESSIBILE.
SP49	RIU SA CANNA	SP	B068_SP_0081	Attraversamento costituito da un ponte in muratura e ca a una campata, di altezza e luce rispettivamente di 4,00 m e 5,00 m. Complessivamente si sviluppa per 9,00 m.
SP49	RIU SU ALGAZZU	SP	B068_SP_0082	Attraversamento INACCESSIBILE.
SP49	RIU SU CAULE	SP	B068_SP_0083	Attraversamento INACCESSIBILE.
SP49	RIU TANGONE	SP	B068_SP_0084	Attraversamento INACCESSIBILE.
Strada per Montresta	FIUME_338515	SP	B068_SP_0085	Attraversamento costituito da uno scatolare in muratura di base 0,8 m e altezza 1.00 m. Complessivamente si sviluppa per 7.00 m.
Strada per Montresta	FIUME_338570	SP	B068_SP_0086	Attraversamento costituito da un ponte in muratura ad arco a una campata, di altezza e luce rispettivamente di 3,00 m e 3,00 m. Complessivamente si sviluppa per 7.00 m.
Strada Provinciale Numero 19	RIU DE GIUNNA MASELA	SP	B068_SP_0087	Attraversamento costituito da uno scatolare in muratura di base 1.00 m e altezza 1.00 m. Complessivamente si sviluppa per 7.00 m.
Strada Provinciale Numero 20	FIUME_339978	SP	B068_SP_0088	Attraversamento INACCESSIBILE. Dal sopralluogo effettuato si ipotizza che l'attraversamento sia costituito a monte da un DN2000 e a valle da un ponte in muratura ad arco 3x3 m.

Denominazione Strada	Denominazione Fiume	Sigla Tipo	Codice	Descrizione
Viale del Corallo	FIUME TEMO	SP	B068_SP_0089	Attraversamento costituito da un ponte in cap a sette campate, di altezza e luce rispettivamente di 4,00 m e 27,00 m. Presenza di sei pile, di cui quattro in alveo, della larghezza di 1,50 m. Complessivamente si sviluppa per 10,00 m.
Viale del Corallo	RIU PIRAS	SP	B068_SP_0090	Attraversamento INACCESSIBILE perch├® il canale ├¿ tombato (ID NU_ B068_001). A monte la sezione di imbocco ├¿ trapezia con base maggiore, base minore e altezza pari rispettivamente a 6,00 m, 4,00 m e 1,80 m.



Figura. n. 6 — Planimetria attraversamenti viari censiti.

Modellazione idraulica

L'obbiettivo principale del presente studio è la definizione a scala di maggior dettaglio delle aree di allagamento per fare ciò oltre alle informazioni cartografiche e alle ricognizioni sul posto delle opere idrauliche è stato implementato un modello idraulico che si basa su due scale di approfondimento: una monodimensionale che ha riguardato l'intero territorio comunale modellando e studiando dal punto di vista idrologico un totale di 256 affluenti, una seconda scala di dettaglio che ha riguardato solo gli affluenti afferenti il centro abitato, con un modello idraulico bidimensionale che ha riguardato 6 corsi d'acqua principali, quattro in destra idraulica e due in sinistra idraulica del Temo.

Da un punto di vista idrogeologico, sono stati individuati n. 57 bacini idrografici principali per i quali è stato effettuato lo studio idrologico basato culle caratteristiche morfologiche del bacino per la determinazione dei parametri principali, e le curve di possibilità pluviometriche per la determinazione delle portate di progetto per i 4 tempi di ritorno di interesse 50, 100, 200 e 500 anni. I restanti 199 sub bacini ciascuno afferente ad un macro bacino analizzato è stata ricavata la portata di progetto con l'utilizzo del coefficiente di portata unitario.

Si rimanda agli elaborati: *"Elab. 2.0 Relazione idrologica e idraulica.pdf"* e *"Tav. 5.0 Carta dei sub-bacini idrografici – 25k.pdf"* ove sono illustrate le metodologie di calcolo utilizzate e i coefficienti adottati.

Modello monodimensionale

Il modello monodimensionale come anticipato ha riguardato l'intero territorio comunale consentendo di definire le aree di pericolosità idraulica idraulica per i quattro tempi di ritorno. Il livello di approfondimento è in particolar modo dettato dalla disponibilità del Modello Digitale del Terreno (DTM) con passo spaziale 1x1 metri, messo a disposizione dalla RAS che oltre che le aree antropizzate copre gran parte del territorio comunale di Bosa consentendo di determinare con maggior accuratezza le aree di inondazione.

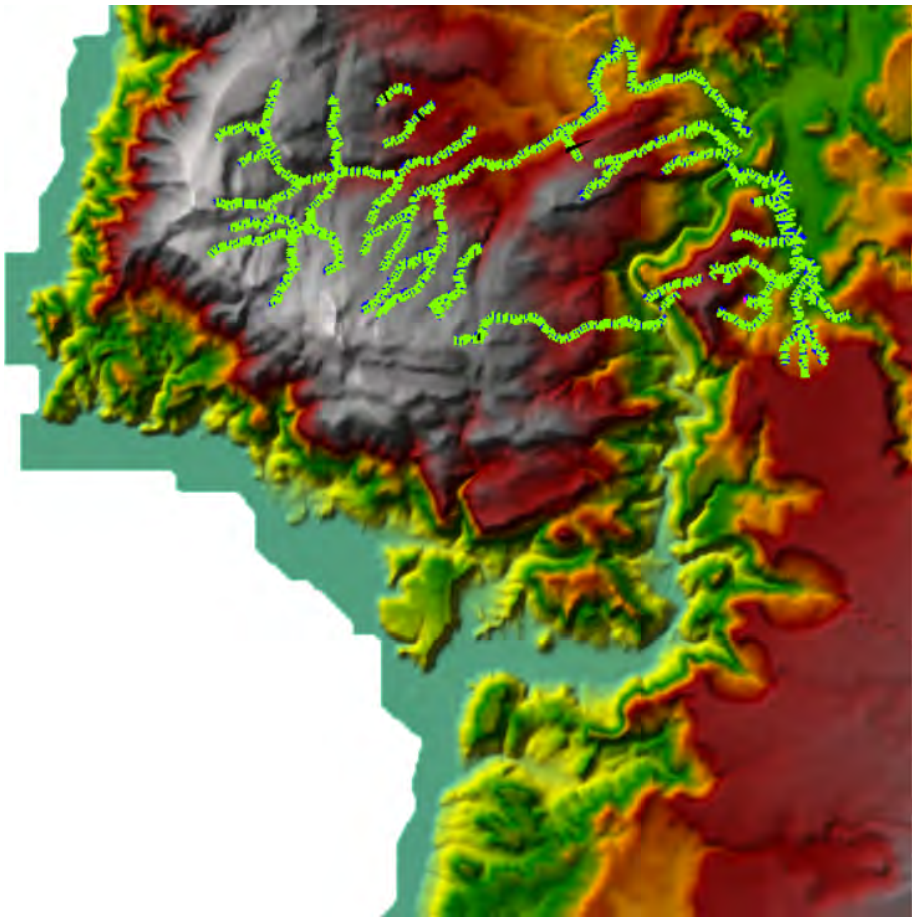


Figura. n. 7 — Modello digitale del terreno

Le aree di pericolosità determinate rappresentate in figura n.8 interessano oltre 14 km^2, circa il 10 % in gran parte sono classificate come aree a pericolo idraulico moto elevato Hi4 per un totale di 12 km^2.



Figura. n. 8 — Planimetria pericolosità idraulica

Le aree di pericolosità vanno aggiunte le fasce di prima salvaguardia, in applicazione dell'articolo 30 ter delle NA PAI che definisce un area di salvaguardia per i corsi d'acqua non soggetti a modellazione idraulica, queste aree che vista la fitta rete di corsi d'acqua censiti nella banca dati regionale di riferimento interessano una superficie di circa 2,3 km^2. Come anticipato queste aree rappresentate nella cartografia di piano allegata alla presente con il retino a bande rosse sono normate dall'articolo 30 ter delle NA del PAI.

La gran parte delle aree perimetrate si estende in zone remote con una bassissima densità demografica, poste nella zona nord del territorio, ma comunque soggette a monitoraggio e attenzione per quanto riguarda le procedure di Protezione Civile in quanto interessano la viabilità principale, come la Strada Statale 292 nel tratto tra Bosa e Alghero e la Strada Provinciale n. 19 sino a Montresta.

Gli elaborati che illustrano il risultati della modellazione monodimensionale sono: *"Tav. 7.1 Carta della pericolosità idraulica art.37 N.A. P.A.I. ambito territoriale – 10k.pdf; "Tav. 7.2 Carta della pericolosità idraulica art.37 N.A. P.A.I. ambito urbano – 2k.pdf"; "Elab. 3.0 Report Simulazione idraulica.pdf".*

Modello monodimensionale

Il secondo grado di dettaglio ha interessato il reticolo minore afferente al centro abitato, sono stati analizzati n. 6 corsi d'acqua principali che interessano il centro abitato, in figura n. 9 è riportato il dominio di calcolo bidimensionale e i corsi d'acqua interessati dal modello.

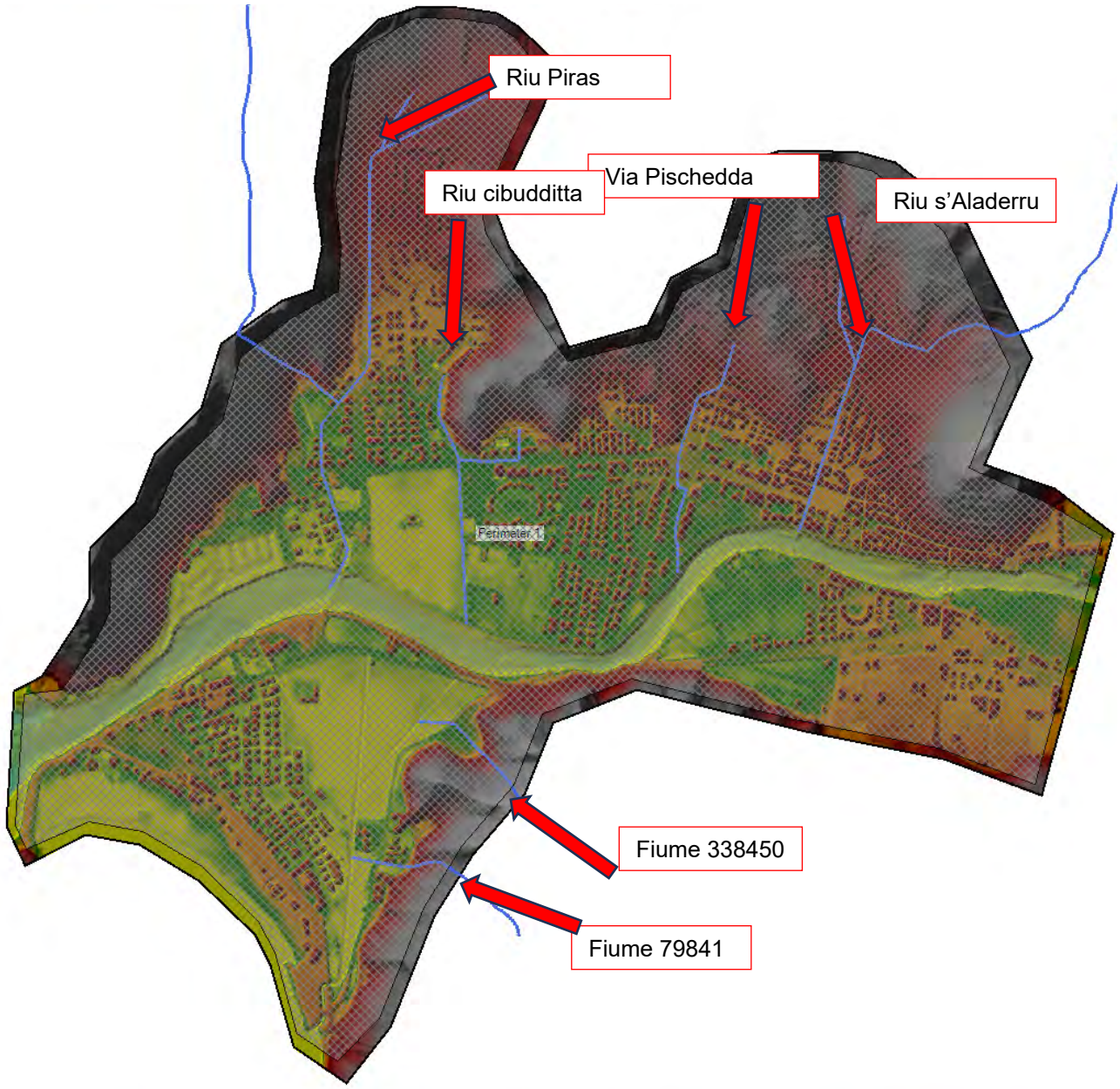


Figura. n. 9 — Dominio idraulico modello bidimensionale

I dati di input utilizzati,come delineato dalle "*Linee Guida per la redazione degli studi comunali dei bacini urbani e periurbani interessati da elementi del reticolo idrografico regionale"* Deliberazione Comitato Istituzionale n. 7 del 07.04.2021, riguardano il Modello Digitale del Terreno (DTM) messo a disposizione dalla RAS che è stato opportunamente aggiornato con l'utilizzo degli stati informativi del Database geotopografico regionale - DBGT_10K_22_V03, per quanto riguarda la viabilità e gli edifici.

Gli input idrologico sono stati definiti con la determinazione degli idrogrammi di piena con il Metodo dell'idrogramma Unitario, con il supporto del software Hec HMS, il modello si basa sulla media della pioggia unitaria "UH" stimate dalle precipitazioni e dal deflusso calibrato di un campione di piccoli bacini idrografici agricoli campione partendo dalle portate al colmo calcolate in precedenza.

La scabrezza delle superfici del dominio è stata imposta in ottemperanza delle tabella n. 2 "Valori di Manning associati all'uso del suolo UDS " delle linee guida e semplificando ove possibile utilizzando coefficienti di

scabrezza omogenee più cautelativi. Si rimanda all'*Elab. 2.0 Relazione idrologica e idraulica.pdf*" per i maggiori dettagli della metodologia utilizzata ed i coefficienti adottati.

Gli output del modello bidimensionale implementato, sono definiti dai battenti idrici e dalle velocità della corrente per ogni metro quadrato del dominio.

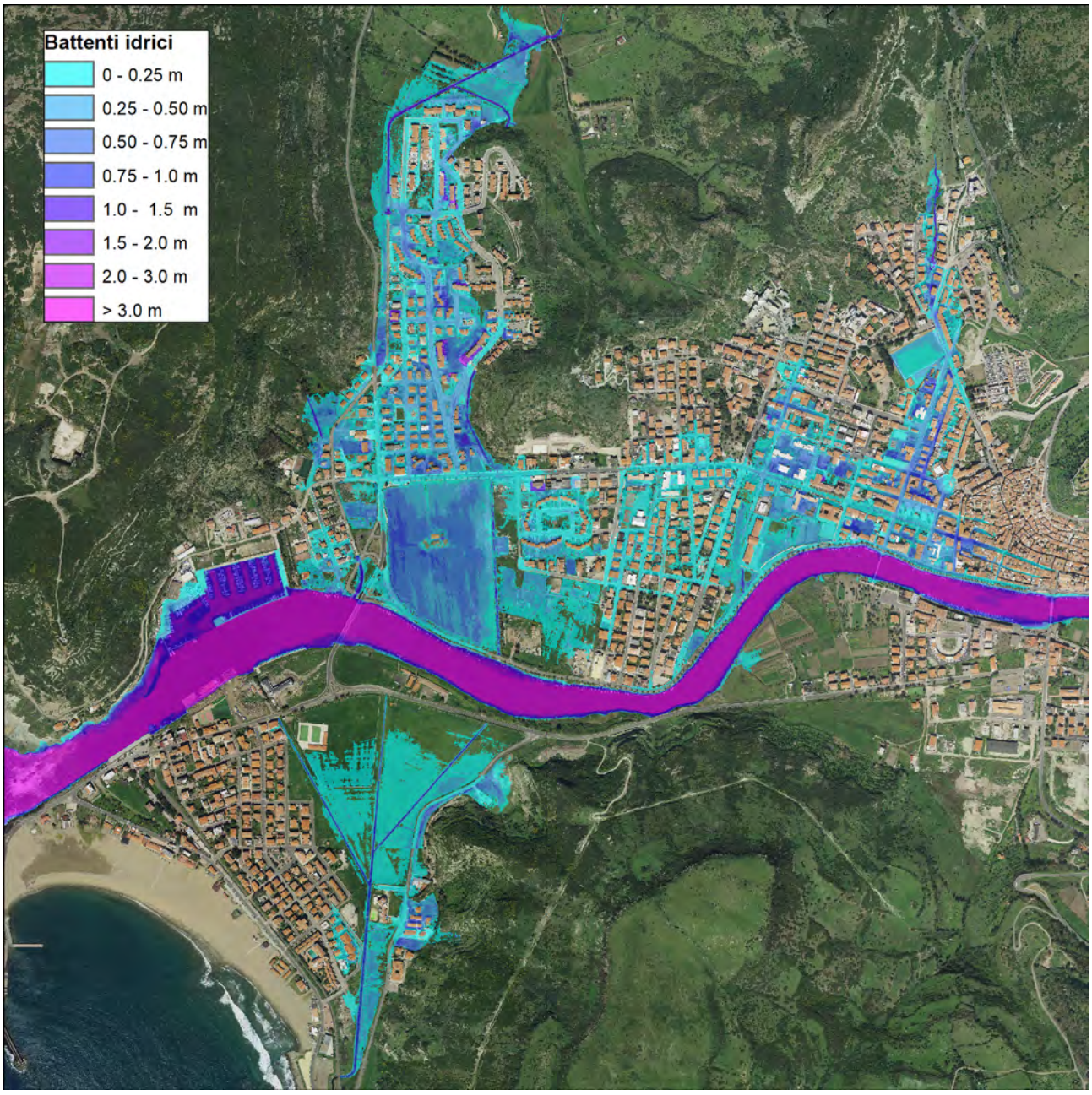


Figura. n. 10 — Tiranti idrici determinati dal modello bidimensionale

I valori dei battenti idrici e delle velocità rappresentati in figura 10 e 11 per il tempo di ritorno di 50 anni consentono di definire il "Flood Hazard Rating" (FHR) o "Indice di vulnerabilità" (Vp) lega l'altezza h, la velocità v dell'acqua e la quantità di sedimento trasportato (df) al <<grado di pericolo>> per le persone.

Indicando con:

- h i valori del tirante idrico massimo
- v le velocità della corrente idrica nella condizione di massimo
- df un parametro che tiene conto del trasposto solido, assunto pari a 0.25

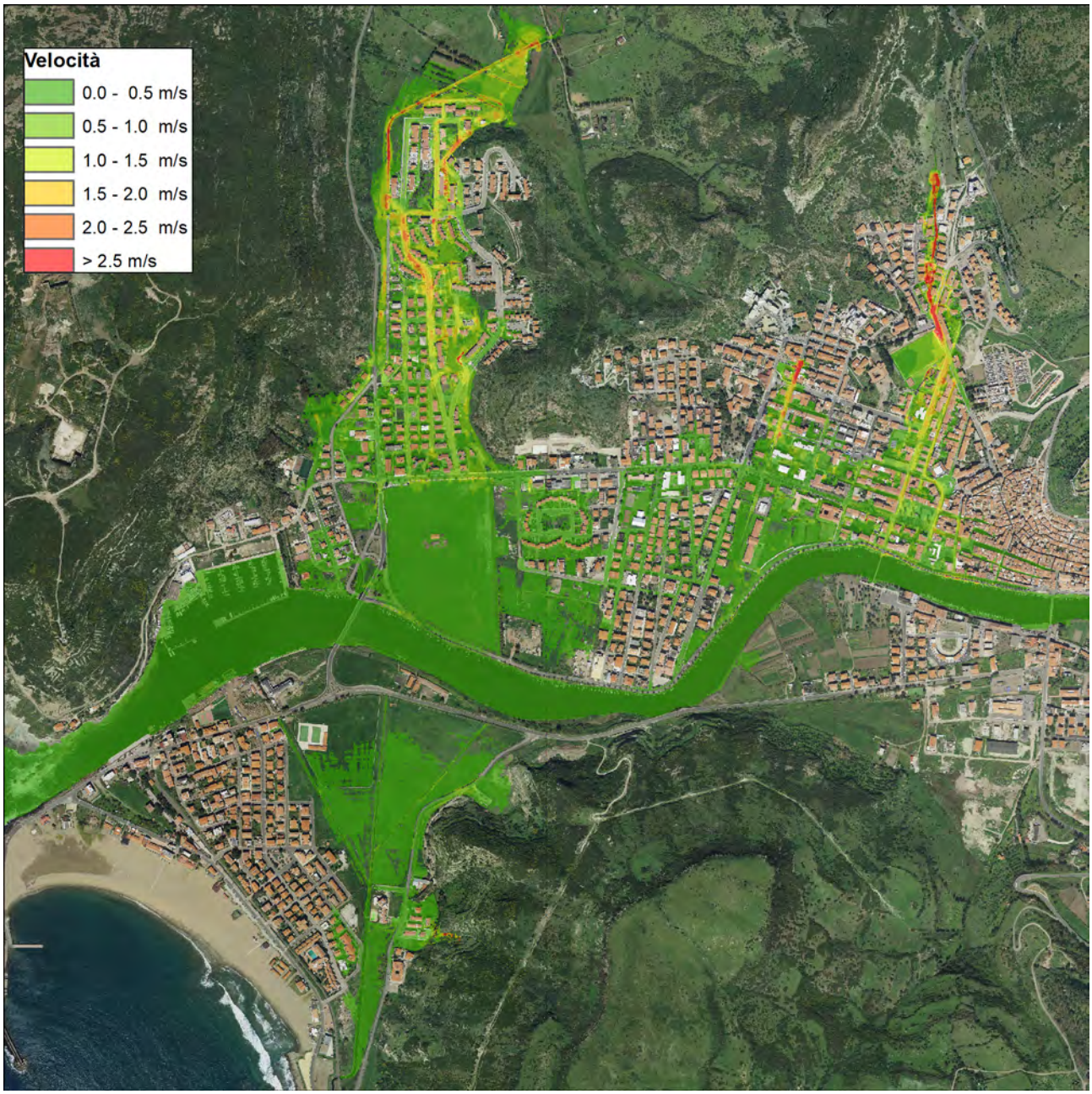


Figura. n. 11 — Velocità della corrente determinati dal modello bidimensionale.

Si definiscono i range di pericolosità dati nella tabella seguente:

Tabella n. 4 Classificazione indice di vulnerabilità delle persone:

h X (v +0.5) + DF	Grado di pericolo da inondazione	Descrizione
< 0.5	Molto basso	
0.5 ÷ 0.75	Basso	Cautela "Zone inondate da acque fluenti con basso tirante o acque ferme ma profonde"
0.75 ÷ 1.25	Moderato	**Pericolo per qualcuno (bambini)** "Zone inondate da acque profonde o ad elevata velocità di deflusso"
1.25 ÷ 2.5	Significativo	**Pericolo per la maggior parte delle persone** "Zone inondate da acque profonde o ad elevata velocità di deflusso"
> 2.5	Estremo	**Pericolo per chiunque** "Zone inondate da acque profonde o ad elevata velocità di deflusso"

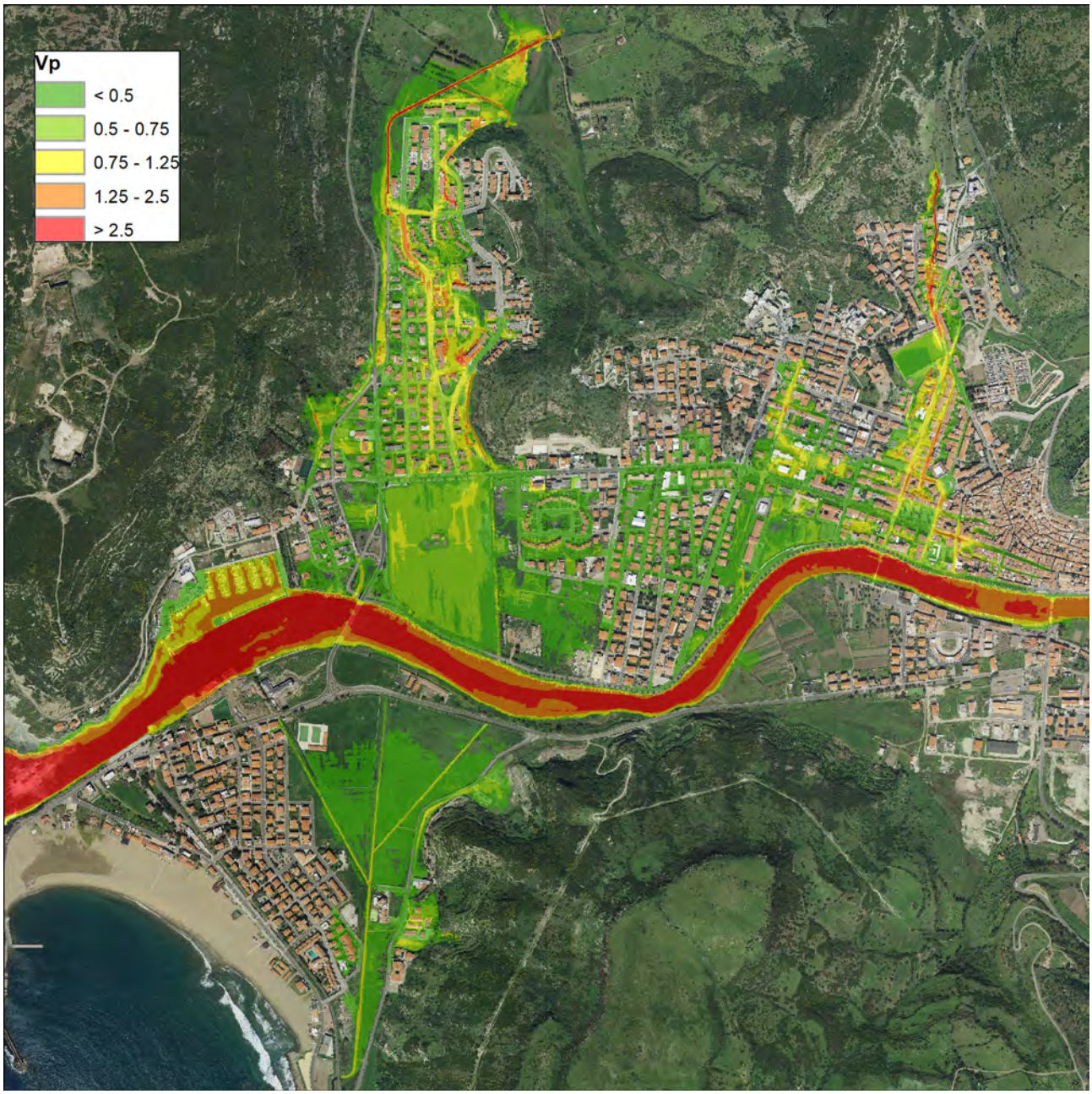


Figura. n. 12 — Indice di Vulnerabilità delle persone Vp.

Il risultato dello studio è la rappresentazione delle mappe dell'indice di vulnerabilità Vp, definite sulla base delle indicazioni relazione metodologica, come riportato nell'art. 8 comma 5 quater, richiamato dal comma 5 bis, delle NTA consentono ai Comuni di attuare le previsioni normative seguenti: "I Comuni, a seguito degli studi di cui al comma 5bis, per le aree urbane (Hi*) nelle quali Vp assume un valore inferiore o uguale a 0,75, applicano le norme d'uso stabilite dai piani urbanistici comunali generali ed attuativi, previa loro variante urbanistica di adeguamento per tener conto delle risultanze di tali studi. L'adeguamento dei piani urbanistici comunali generali ed attuativi è effettuato nel rispetto dei principi generali del PAI, con particolare riferimento agli articoli 16, 47 e 49 delle NA, con l'obiettivo di evitare la creazione di nuove situazioni di criticità, ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti, limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e migliorare in modo significativo o comunque non peggiorare le condizioni di funzionalità dei sistemi di drenaggio urbano. Gli interventi, le opere e le attività sono realizzati previa loro specifica valutazione da parte dei Comuni, in sede di procedura di formazione dei titoli abilitativi, in relazione alle situazioni di criticità nelle aree (Hi*) individuate".

Definizione delle aree di pericolosità

La mappatura della dell'indice di vulnerabilità illustrata nelle tavole:

- Tav. 8.1.1 Carta della pericolosità e vulnerabilità idraulica Art.8 c.5bis N.A. P.A.I. inviluppo ambito urbano – GDBT 2022 v3 10k.pdf;
- Tav. 8.1.2 Carta della pericolosità e vulnerabilità idraulica Art.8 c.5bis N.A. P.A.I. inviluppo ambito urbano – ORTOFOTO 2023 10k.pdf;
- Tav. 8.2.1 Carta della pericolosità e vulnerabilità idraulica Art.8 c.5bis N.A. P.A.I. inviluppo ambito urbano – GDBT 2022 v3 2k.pdf;
- Tav. 8.2.2 Carta della pericolosità e vulnerabilità idraulica Art.8 c.5bis N.A. P.A.I. inviluppo ambito urbano – ORTOFOTO 2023 10k.pdf;

Sono state definite procedendo alla realizzazione dell'inviluppo delle aree di pericolosità determinate dal modello bidimensionale realizzato per le aste minori che interessano il centro abitato di Bosa, il modello bidimensionale realizzato dall'ADIS per il fiume Temo, il modello monodimensionale per il territorio comunale.



Figura. n. 13 — Perimetrazione monodimensionale territorio comunale

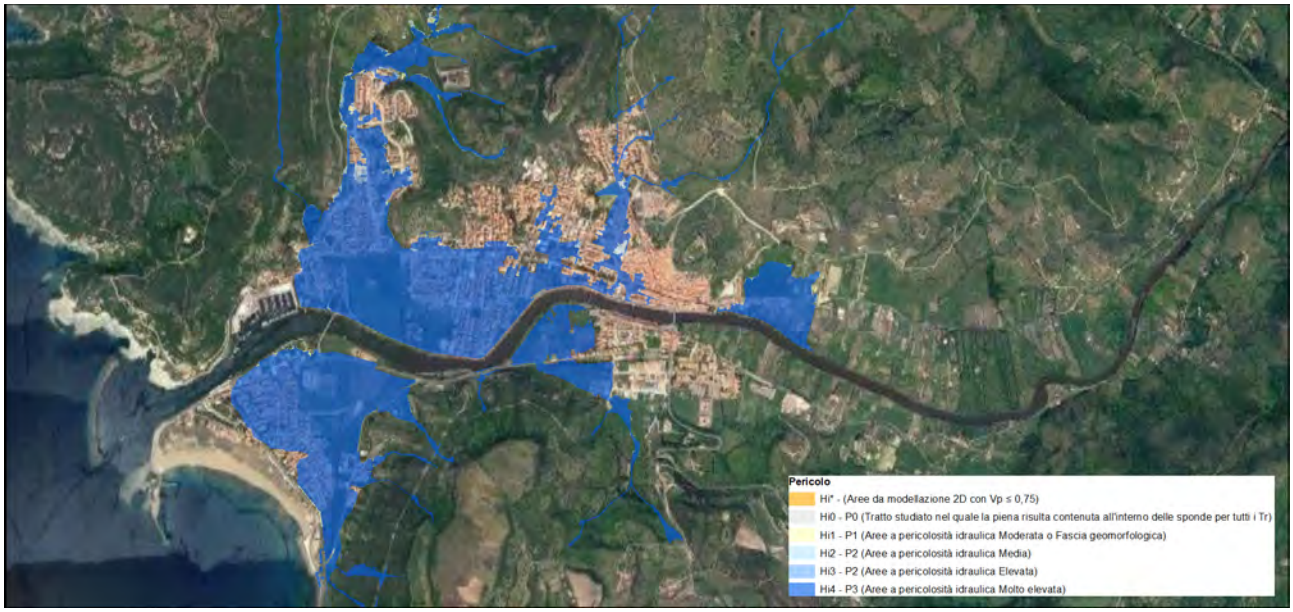


Figura. n. 14 — Perimetrazione monodimensionale centro abitato

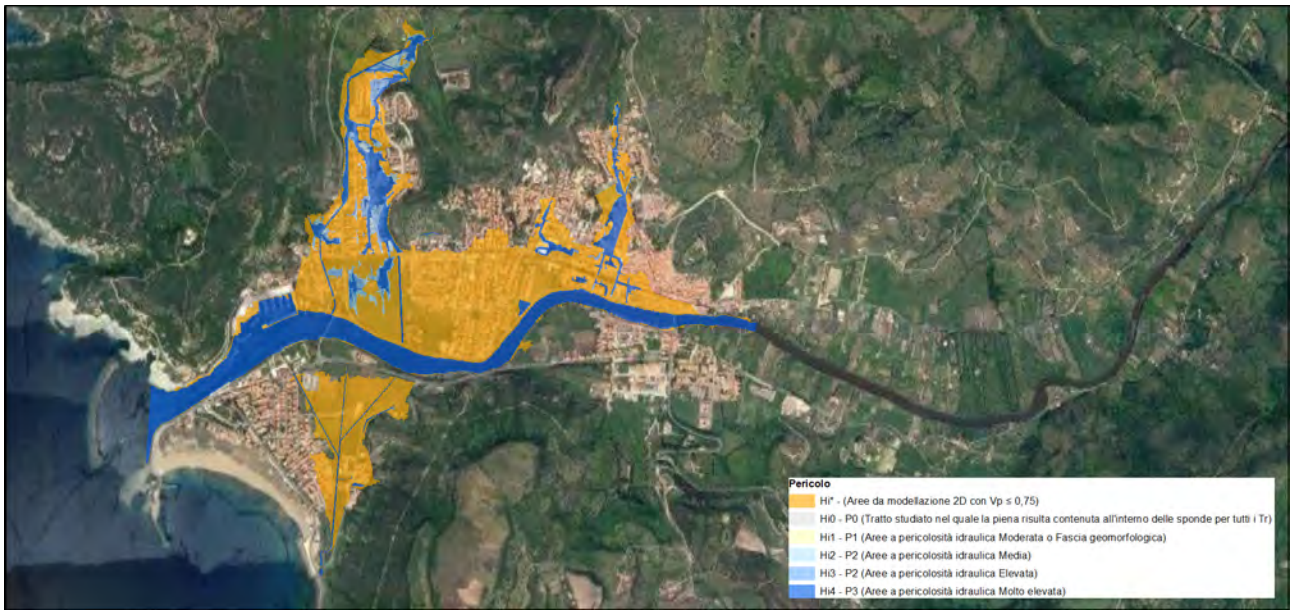


Figura. n. 15 — Perimetrazione bidimensionale abitato

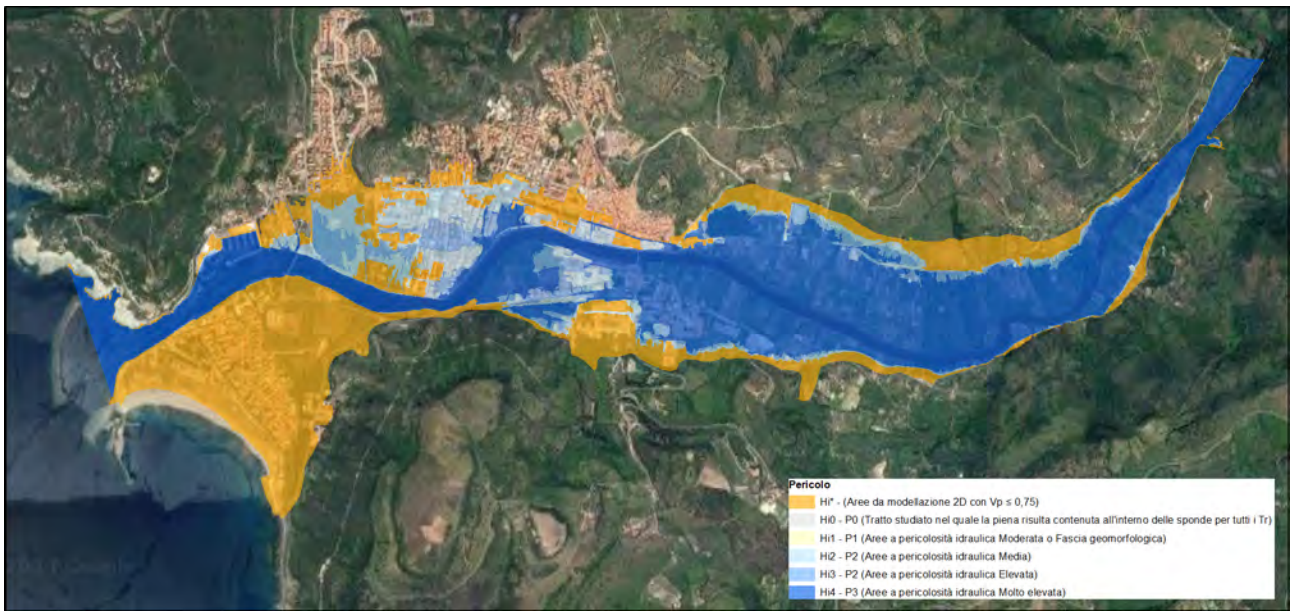


Figura. n. 16 — Perimetrazione bidimensionale Fiume Temo

Le aree definite Hi* sono state delineate considerando (Vp < 0,75) per il tempo di ritorno dei 200 anni all'interno dei dominio della modellazione 2D.

In figura 17 viene riportato l'inviluppo definitivo delle aree di pericolosità che tiene conto delle tre modellazioni effettuate una monodimensionale che interessa il centro abitato e il territorio comunale e due bidimensionale effettuate nell'ambito del presente studio per quanto riguarda il reticolo minore e del Fiume Temo realizzata dall'ADIS.

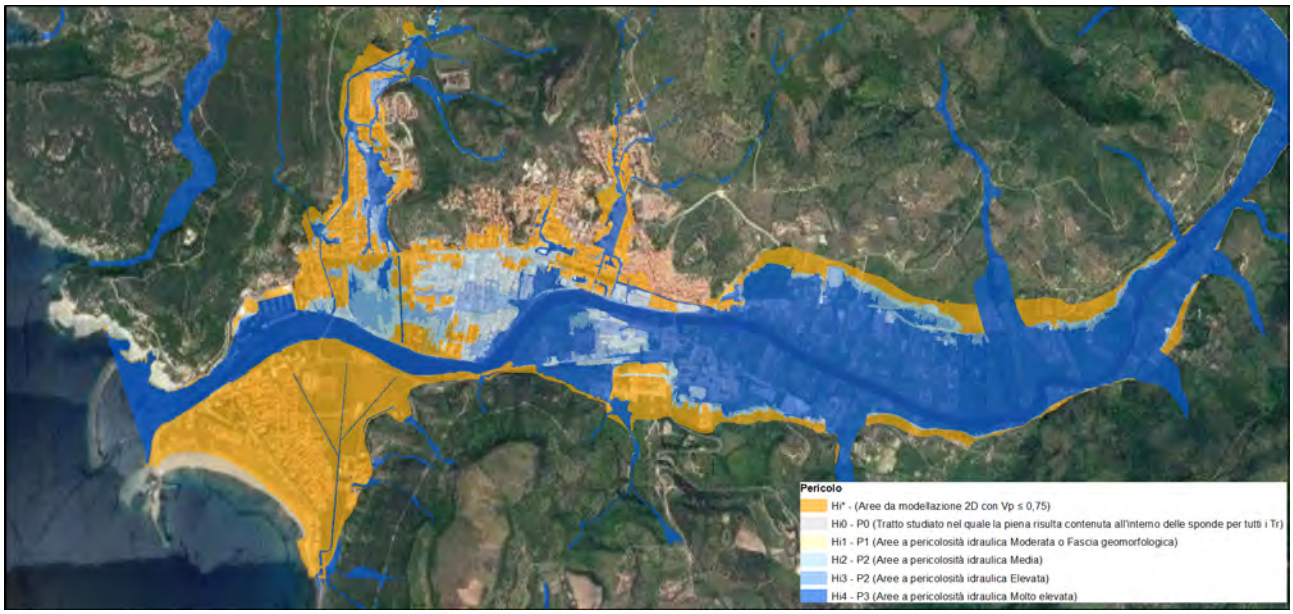


Figura. n. 17 — Perimetrazione finale inviluppo.

Il confronto tra le perimetrazioni vigenti rappresentate in figura n. 3 e più in dettaglio in figura n. 4 evidenzia un incremento seppur lieve della superficie interessata dai vincoli idraulici ma una netta diminuzione delle superfici interessate dal grado massimo di pericolo che passano a grado minore con conseguente incremeto delle classi minori.

Le aree Hi* della perimetrazione proposta inglobano per intero le aree perimetrate Hi1 pertanto il quadro sinottico di raffronto considera il raffronto tra Hi1 vigente e Hi* proposte.

Tabella n. 5 Statistiche

Pericolo	Superficie interessata Hi VIGENTE Km²	Superficie interessata PROPOSTO Km²	Variazioni assolute Km²	Variazioni %
Hi1 (Hi*)	0,9455	1,4290	+48,35	+51,14%
Hi2	0,1002	0,3056	+20,54	+205,03%
Hi3	0,1016	0,2684	+16,68	+164,17%
Hi4	2,9978	2,1680	-0,82	-27,68%
TOTALE	**4,15**	**4,17**	**0,03**	**+0,63%**

Valutazione del rischio idraulico

Una volta definita la caratterizzazione idrologica e idraulica dei fenomeni di piena che ha comportato la mappatura delle aree di pericolosità distinte in funzione dei tempi di ritorno, si procede alla perimetrazione delle aree a rischio idraulico secondo le direttive contenute nelle norme di attuazione del PAI e conformemente a quanto dettato dal Titolo V delle NA PAI utilizzando la matrice di cui all'art. 40 comma 3.

Definiamo il *Danno Potenziale* D_i come il prodotto di due fattori secondo l'espressione:

$$D_i = E_i \cdot V$$

in cui

E_i = elementi a rischio, che sono costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi, ed ai quali è stato attribuito un peso secondo una scala compresa fra 0 e 1, a seconda della classificazione attribuita allo stesso elemento;

V = vulnerabilità intesa come capacità a resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento e quindi dal grado di perdita degli elementi a rischio. Il suo valore è assunto sempre pari a 1.

Pertanto, la matrice del *rischio idraulico* risulta essere determinata dalla formula così espressa:

$$R_i = H_i \cdot D_i$$

Le classi di danno potenziale sono espresse nei termini riportati nella tabella seguente:

Tabella n. 6 Classificazione del danno potenziale

CLASSE	DESCRIZIONE
D4	Danno potenziale molto elevato - Aree in cui si può verificare la perdita di vite umane, ingenti danni ai beni economici, naturali storici e culturali di rilevante interesse, gravi disastri ecologico –ambientali.
D3	Danno potenziale elevato - Aree con problemi per l'incolumità delle persone e per la funzionalità del sistema economico, aree attraversate da linee di comunicazione e da servizi di rilevante interesse, le aree sedi di importanti attività produttive.
D2	Danno potenziale medio - Aree con limitati effetti sulle persone e sul tessuto socio-economico. Aree attraversate da infrastrutture secondarie e attività produttive minori, destinate sostanzialmente ad attività agricole o a verde pubblico.
D1	Danno potenziale moderato o nullo - Comprende le aree libere da insediamenti urbani o produttivi dove risulta possibile il libero deflusso delle piene.

La determinazione delle varie classi del rischio che ne consegue è inoltre condizionata dalla diversa riorganizzazione delle classi di pericolosità che passano da quattro a tre secondo il seguente schema.

Tabella n. 7 Tabella di confronto delle diverse classificazioni della pericolosità idraulica

Classificazione della Pericolosità Idraulica PAI	Classificazione della Pericolosità Idraulica PGRA
Hi4 - Aree a molto alta probabilità di inondazione, se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni.	P3 – pericolosità elevata.
Hi3 - Aree ad alta probabilità d'inondazione se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 100 anni.	P3 – pericolosità elevata.
Hi2 - Aree a moderata probabilità d'inondazione se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 200 anni.	P2 – pericolosità media.
Hi1 - Aree a bassa probabilità d'inondazione se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 500 anni.	P1 – pericolosità bassa.

Pertanto la nuova matrice del rischio è la seguente:

Tabella n. 8 Tabella Determinazione del grado di rischio

Matrice del rischio idraulico				
Classe	**Hi4**	**Hi3**	**Hi2**	**Hi1**
	P3	**P2**		**P1**
D4	R4	R3	R3	R2
D3	R4	R3	R3	R1
D2	R3	R2	R2	R1
D1	R1	R1	R1	R1

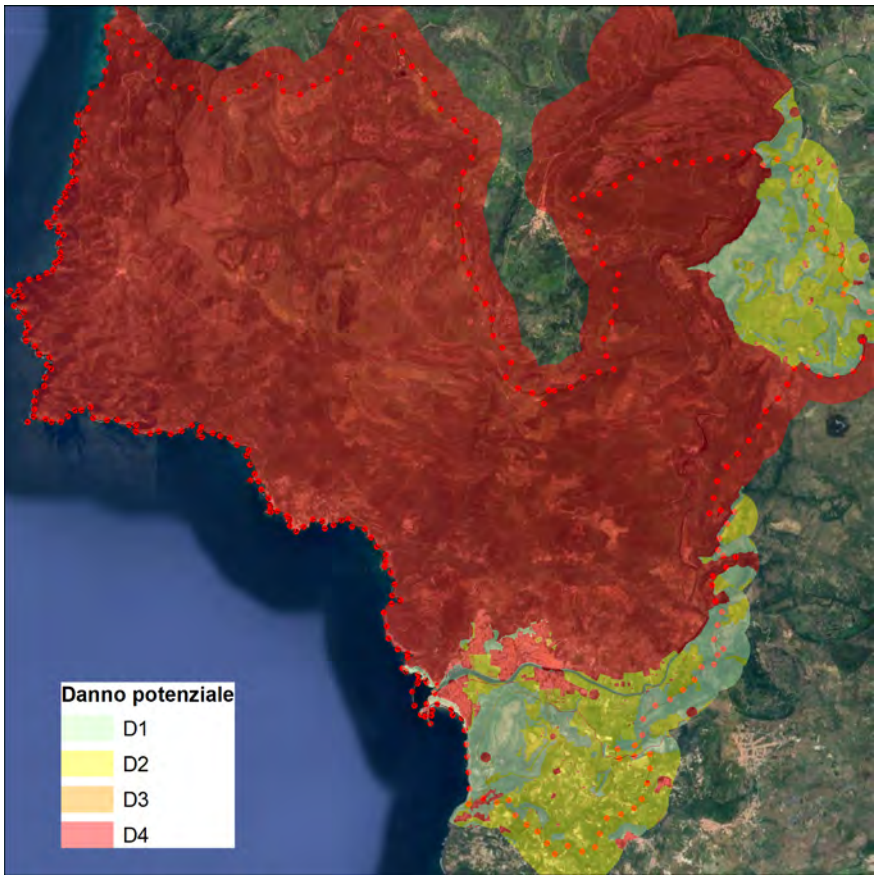


Figura. n. 18 — Perimetrazione danno potenziale

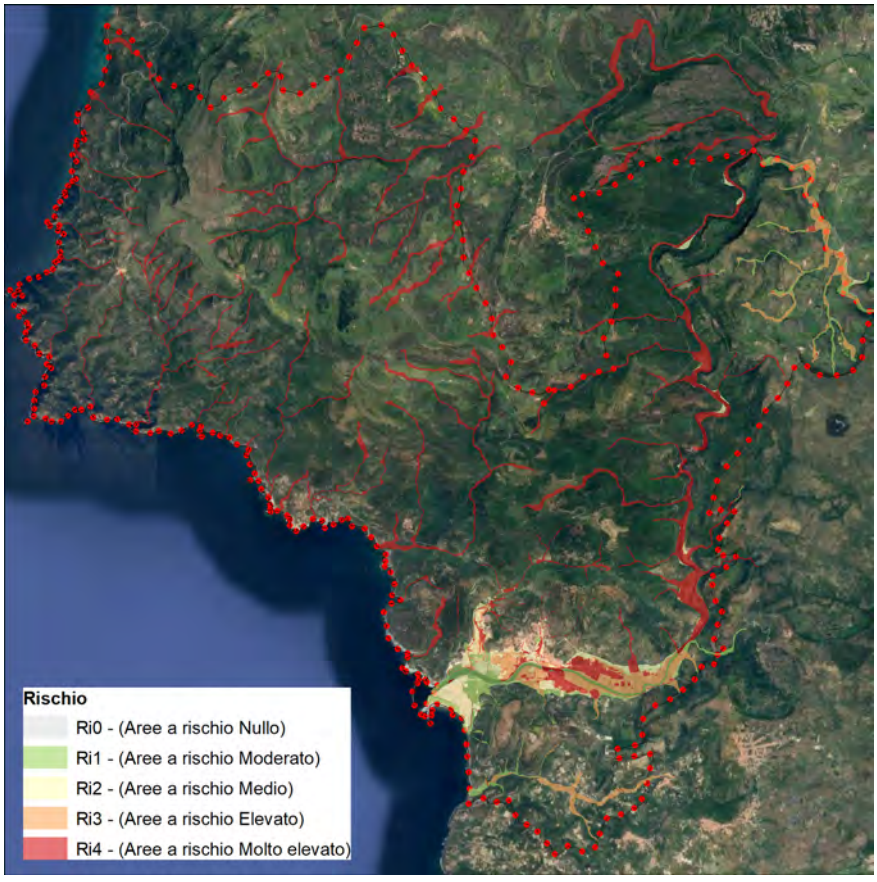


Figura. n. 19 — Perimetrazione rischio idraulico territorio comunale

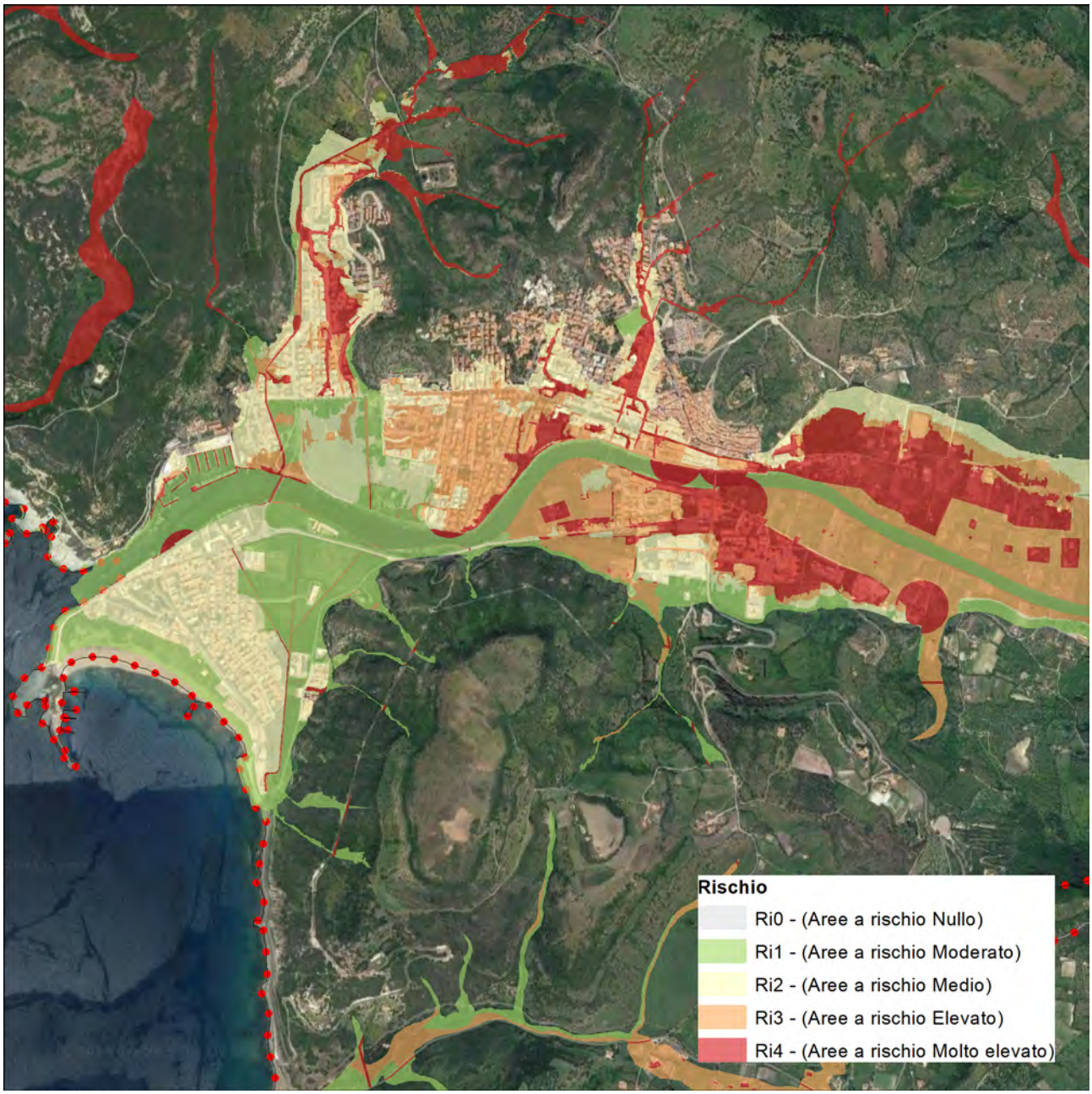


Figura. n. 20 — Perimetrazione rischio idraulico centro abitato

Schede di intervento di mitigazione del rischio idraulico

Una volta definiti gli ambiti della pericolosità valutati i livelli dei rischi connessi, è necessario procedere alla individuazione di eventuali programmi di interventi per la riduzione del rischio.

Detta mitigazione del rischio può avvenire sia mediante la riduzione della pericolosità intrinseca (localizzata o diffusa) delle aree perimetrate, che mediante la riduzione della vulnerabilità specifica degli elementi a rischio.

Le schede di intervento, poi, sono state concepite nel rispetto di quanto riportato all'art. 36 delle N.A. del PAI, con particolare riferimento alla opportunità di intervenire nel contesto esteso del sub-bacino piuttosto che con singoli interventi puntuali mirati, per quanto di per se efficaci. Tutto ciò al fine di avere la visione globale delle attività da intraprendere nel breve periodo al fine di mitigare il rischio definito. È pertanto riportato un quadro economico degli interventi distinti per tipologie di opere che consente di programmare e attivare la relativa fase progettuale, oltre che per acquisire il finanziamento per la messa in atto delle eventuali attività.

In questo senso è di dirimente importanza la stima degli interventi, distinti per tipologia di opere che consente di programmare e attivare la relativa fase progettuale, oltre che per acquisire il finanziamento per la messa in atto delle eventuali attività.

Risultati delle verifiche idrauliche e principali criticità rilevate

Il presente studio ha avuto come obiettivo principale quello di analizzare le potenziali interferenze tra i processi idrologici e idraulici del territorio, e le nuove previsioni d'uso del suolo incluse nella attuale pianificazione comunale. La perimetrazione delle varie classi di pericolosità (Hi1, Hi2, Hi3, Hi4) evidenziate nella cartografia è alla base della valutazione della compatibilità delle trasformazioni previste nella pianificazione comunale con l'evoluzione idrogeologica del luogo.

Tale cartografia consente, dunque, di acquisire in sede di pianificazione urbanistica le condizioni di pericolosità del territorio, e permetterà all'amministrazione di applicare i futuri accorgimenti per una corretta programmazione ed utilizzazione dello stesso.

Tenendo conto delle caratteristiche morfologiche e della parziale antropizzazione del territorio precedentemente descritte, gli obiettivi di un eventuale intervento pianificatorio territoriale di adeguamento o variante dello strumento urbanistico vigente dovranno essere indirizzati in modo tale da promuovere la qualità urbana e territoriale orientata alla sostenibilità ambientale e alla qualità ecologica.

La variante in questione, come evidente dalle tavole allegate al presente studio, comporta drastiche riduzioni di aree di allagamento all'interno del centro abitato, che hanno dei riflessi significativi sulla compatibilità dello strumento urbanistico vigente rispetto alle norme del PAI, come precedentemente esposto.

In ogni caso, gli interventi o l'uso del territorio previsto nei diversi ambiti della pianificazione, non andranno ad interagire negativamente sulle diverse aree restanti con differente grado di pericolosità e non determineranno influssi negativi sul normale trend evolutivo del territorio. Non precluderanno inoltre la possibilità di eliminare o ridurre le cause esistenti della pericolosità, così come indicato nell'art. 23 comma 6 e nell'art. 24 delle Norme tecniche di Attuazione del PAI.

Pertanto, il Piano Urbanistico Comunale, coerentemente con le finalità generali del PAI, indicate nell'art. 1 delle "Norme tecniche di attuazione", dovrà disciplinare le diverse zone del proprio territorio secondo le prescrizioni evidenziate negli artt. 27, 28, 29, 30 della stessa normativa (*Capo II –Aree di pericolosità idraulica*).

Di seguito si riporta in forma sintetica il risultato della superficie gravata da condizioni di pericolosità idraulica per singoli tempi di ritorno. Si tenga presente che la superficie complessiva del territorio comunale è pari a 128 km² e che le aree di esondazione sono14 km², vale a dire circa 10 % sul totale.

Il quadro sinottico riportato di seguito illlustra il confronto tra la perimetrazione vigente sella sola area urbana e la perimentrazione proposta.

Tabella n. 9 Statistiche

Pericolo	Superficie interessata Hi VIGENTE Km²	Superficie interessata PROPOSTO Km²	Variazioni assolute Km²	Variazioni %
Hi1 (Hi*)	0,9455	1,4290	+48,35	+51,14%
Hi2	0,1002	0,3056	+20,54	+205,03%
Hi3	0,1016	0,2684	+16,68	+164,17%
Hi4	2,9978	2,1680	-0,82	-27,68%
TOTALE	**4,15**	**4,17**	**0,03**	**+0,63%**

Studio del rischio idraulico

La definizione delle aree di rischio idraulico è il conseguente passaggio successivo alla determinazione delle aree di pericolosità. Infatti, in conseguenza della individuazione delle aree di allagamento suddivise per i vari tempi di ritorno si è proceduto all'incrocio con la matrice del danno potenziale.

Lo studio ha avuto come obiettivo principale quello di analizzare il danno potenziale alla luce della classificazione della pericolosità idraulica già acquisita dalla pianificazione vigente ai fini della determinazione del rischio idraulico e dei relativi interventi di mitigazione.

Pertanto, anche in questo caso, lo studio del rischio idraulico permette di conoscere in sede di gestione del territorio le condizioni di maggiore criticità e quindi consentirà all'amministrazione di applicare tutti i futuri accorgimenti per una corretta programmazione degli interventi di mitigazione del rischio ed utilizzazione del territorio e della sua messa in sicurezza per persone e cose.

Analogamente a quanto visto per le aree di pericolosità, La superficie complessiva gravata da vincolo è anche in questo caso il 11,6% sul totale per complessivi 4,70 kmq.

Lo studio si completa con l'aggiornamento del danno potenziale adattandolo alla situazion esistente attuale e con la definizione del Rischio idraulico

Elenco elaborati

Elaborati:

- Elab. 0.0 Elenco elaborati.pdf;
- Elab. 1.0 Relazione generale.pdf;
- Elab. 2.0 Relazione idrologica e idraulica.pdf;
- Elab. 3.0 Report Simulazione idraulica.pdf;
- Elab. 4.0 Schede di caratterizzazione degli attraversamenti esistenti.pdf;
- Elab. 5.0 Schede di caratterizzazione dei canali tombati esistenti.pdf:
- Elab. 6.0 Schede di intervento di mitigazione del rischio.pdf;

Tavole grafiche:

- Tav. 1.0 Inquadramento territoriale IGM – 10k.pdf;
- Tav. 2.0 Carta della pericolosità idraulica come da pianificazione vigente – 10k.pdf;
- Tav. 3.0 Carta della pericolosità idraulica costiera – 10k.pdf;
- Tav. 4.0 Carta del reticolo idrografico – 10k.pdf;
- Tav. 5.0 Carta dei sub-bacini idrografici – 25k.pdf;
- Tav. 6.0 Carta del Curve Number – 25k.pdf;
- Tav. 7.1 Carta della pericolosità idraulica art.37 N.A. P.A.I. ambito territoriale – 10k.pdf;
- Tav. 7.2 Carta della pericolosità idraulica art.37 N.A. P.A.I. ambito urbano – 2k.pdf;
- Tav. 8.1.1 Carta della pericolosità e vulnerabilità idraulica Art.8 c.5bis N.A. P.A.I. inviluppo ambito urbano – GDBT 2022 v3 10k.pdf;
- Tav. 8.1.2 Carta della pericolosità e vulnerabilità idraulica Art.8 c.5bis N.A. P.A.I. inviluppo ambito urbano – ORTOFOTO 2023 10k.pdf;
- Tav. 8.2.1 Carta della pericolosità e vulnerabilità idraulica Art.8 c.5bis N.A. P.A.I. inviluppo ambito urbano – GDBT 2022 v3 2k.pdf;
- Tav. 8.2.2 Carta della pericolosità e vulnerabilità idraulica Art.8 c.5bis N.A. P.A.I. inviluppo ambito urbano – ORTOFOTO 2023 10k.pdf;
- Tav. 9.1 Carta del danno potenziale ambito territoriale – 10k.pdf
- Tav. 9.2 Carta del danno potenziale ambito urbano – 2k.pdf
- Tav. 10.1 Carta del rischio idraulico ambito territoriale – 10k.pdf
- Tav. 10.2 Carta del rischio idraulico ambito urbano – 2k.pdf

Strati informativo (.shp file):

- Hi Bosa (pericolo idraulico);

- Dp Bosa (danno potenziale);
- Ri Bosa (rischio idraulico);
- Sezioni Idrauliche;
- Bacini idrografici;
- Fasce 1 salvaguardia Art.30ter;

Indice figure

Figura. n. 1 — Inquadramento territoriale....4
Figura. n. 2 — Idrografia territorio Bosa....5
Figura. n. 3 — Pianificazione PAI vigente (Pericolo_Idraulico_PAI_PGRA_Rev_Dic_22)....6
Figura. n. 4 — Pianificazione PAI vigente PGRA dettaglio abitato (Pericolo_Idraulico_PAI_PGRA_Rev_Dic_22)....7
Figura. n. 5 — Planimetria tratti tombati che interessano il centro abitato di Bosa....9
Figura. n. 6 — Planimetria attraversamenti viari censiti....13
Figura. n. 7 — Modello digitale del terreno....14
Figura. n. 8 — Planimetria pericolosità idraulica....15
Figura. n. 9 — Dominio idraulico modello bidimensionale....16
Figura. n. 10 — Tiranti idrici determinati dal modello bidimensionale....17
Figura. n. 11 — Velocità della corrente determinati dal modello bidimensionale....18
Figura. n. 12 — Indice di Vulnerabilità delle persone Vp....19
Figura. n. 13 — Perimetrazione monodimensionale territorio comunale....20
Figura. n. 14 — Perimetrazione monodimensionale centro abitato....20
Figura. n. 15 — Perimetrazione bidimensionale abitato....21
Figura. n. 16 — Perimetrazione bidimensionale Fiume Temo....21
Figura. n. 17 — Perimetrazione finale inviluppo....22
Figura. n. 18 — Perimetrazione danno potenziale....24
Figura. n. 19 — Perimetrazione rischio idraulico territorio comunale....24
Figura. n. 20 — Perimetrazione rischio idraulico centro abitato....25

Indice tabelle

Tabella n. 1 Archivio piene (SICI) https://sici.irpi.cnr.it/index.htm....8
Tabella n. 2 Canali tombati:....9
Tabella n. 3 Attraversamenti viari....10
Tabella n. 4 Classificazione indice di vulnerabilità delle persone:....18
Tabella n. 5 Statistiche....22
Tabella n. 6 Classificazione del danno potenziale....23
Tabella n. 7 Tabella di confronto delle diverse classificazioni della pericolosità idraulica....23
Tabella n. 8 Tabella Determinazione del grado di rischio....23
Tabella n. 9 Statistiche....26