



UNIONE DEI COMUNI COSTA DEL SINIS TERRA DEI GIGANTI

(Comuni di Baratili San Pietro, Cabras, Narbolia, Riola Sardo, San Vero Milis)

AREA TECNICA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

DRAGAGGIO E PULIZIA DI SEZIONI CRITICHE PRESSO CANALE SCOLMATORE DELLO STAGNO DI CABRAS

IL CAPOGRUPPO		TITOLO DELLA TAVOLA							
Ing. Andrea Sanna		Studio di compatibilità idraulica							
GRUPPO DI LAVORO		SPECIALIZZAZIONE				NUMERO TAV.			
Ing. Andrea Sanna Ing. Maddalena Idili Geol. Fabio Cau Arch. Giulia Maria Antonella Finà		Architettura		Cantiere		A.05			
		Strutture		Idraulica					
		Topografia		Relazione					
		Data: Luglio 2022							
		Codice Archivio		SS09_22					
		Nome File Copertine.dwg							
		EMISSIONI/REVISIONI							
COMMITTENTE		Rev	Zona	Descrizione		Eseg.	Verif.	Approv.	Data
UNIONE DEI COMUNI COSTA DEL SINIS TERRA DEI GIGANTI		1		EMISSIONE		AS	MI	AS	07/22
		2							
RESP. DEL PROCEDIMENTO		3							
Ing. Angius Sara		4							
		5							

**STUDIO
SANNA**
SERVIZI DI INGEGNERIA

VIA NAZIONALE n. 47
07035 SEDINI (SS)
E-MAIL: ing.andrea.sanna@gmail.com
PEC: andrea.sanna4@ingpec.eu
P.IVA 02623690902
TEL. 3496570557

Interventi di “dragaggio e pulizia di sezioni critiche presso il canale scolmatore dello stagno di Cabras”.

INTERVENTI DI “DRAGAGGIO E PULIZIA DI SEZIONI CRITICHE PRESSO IL CANALE
SCOLMATORE DELLO STAGNO DI CABRAS”.
COMUNI DI CABRAS

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

PREMESSA

La presente relazione idrologica e idraulica viene sviluppata nell'ambito gli interventi di “dragaggio e pulizia di sezioni critiche presso il canale scolmatore dello stagno di Cabras”. e fa esplicito riferimento agli strumenti di pianificazione vigenti che hanno studiato i corsi d'acqua che alimentano lo Stagno di Cabras come il Rio Mare 'e Foghe e il Canale di Bonifica a mare Bennaxi.

Il Rio Mare 'e Foghe è stato studiato dal Piano Stralcio Fasce Fluviali (con relazione monografica redatta nel 2012) e denominato “2_24_1_1_1-Rel-Monografica” MINORI TRA IL TIRSO E IL TEMO.

Il Canale di Bonifica a mare Bennaxi è stato studiato, per buona parte della sua estensione, nell'ambito dello “Comune di Oristano - Studio di compatibilità idraulica e di compatibilità geologica e geotecnica ai sensi dell'art. 8 delle Norme di Attuazione del P.A.I. relativo a tutto il territorio comunale” approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con deliberazione n. 2 del 03.07.2018

Si segnala inoltre come le Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I., così come aggiornate con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 5 del 24.03.2022 pubblicate sul B.U.R.A.S. in data 31.03.2022, indicano come ammissibili ai sensi dell'art. 27 comma 1 lettera c delle citate norme “*..le attività di manutenzione idraulica compatibile, compresi i tagli di piante, la riduzione di eccesso di vegetazione nell'alveo e nelle zone golenali, la rimozione dei sedimenti e di materiali, anche di origine antropica, trasportati dalla corrente, esclusivamente per garantire il regolare deflusso delle acque e gli interventi eseguiti ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 14.04.1993 e della legislazione di settore della Regione Sardegna*”.

Per tale tipologia di intervento non è prevista la redazione dello studio di compatibilità idraulica né di relazione asseverata, secondo quanto stabilito dall'articolo 27 comma 5 lettera a.

Interventi di “dragaggio e pulizia di sezioni critiche presso il canale scolmatore dello stagno di Cabras”.

1- L'INTERVENTO

1.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Lo stagno di Cabras oggetto di intervento studio ricade prevalentemente all'interno del territorio del Comune di Cabras.

Lo Stagno è alimentato principalmente dal Rio Mare 'e Foghe il cui bacino imbrifero ha una estensione di circa 323 km².

Un altro importante corpo idrico è costituito dal Canale di Bonifica a mare Bennaxi che presenta un bacino imbrifero di circa 75 km² che raccoglie le acque esterne agli argini in destra idraulica del Fiume Tirso.

Cartograficamente le aree oggetto sono così distinte:

Carta d'Italia scala 1:25000 FG.528 sez. I ORISTANO NORD e FG. 528 sez. IV SAN SALVATORE edita dall'IGMI nel 1995;

Carta Tecnica Regionale scala 1:10000 FG 528070 CABRAS - FG 528070 SAN SALVATORE edita dalla R.A.S.

Nell'ambito della stesura del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico il territorio sardo è stato suddiviso (deliberazione n. 45/57 del 30.10.1990 della Regione Sardegna) in sette sub-bacini; ciascun bacino è caratterizzato da un'omogeneità in grande delle caratteristiche geomorfologiche, geografiche, idrologiche.

N°	Sub Bacino Superficie	[Km²]	%
1	Sulcis	1646	6,8
2	Tirso	5327	22,2
3	Coghinas-Mannu-Temo	5402	22,5
4	Liscia	2253	9,4
5	Posada – Cedrino	2423	10,1
6	Sud-Orientale	1035	4,3
7	Flumendosa-Campidano-Cixerri	5960	24,8
	Totale	24'046	100

Tab 1: Sub-bacini del territorio sardo.

L'area in esame appartiene al sub-bacino del TIRSO (fig. 1), ricade nel settore centro-occidentale della Sardegna.

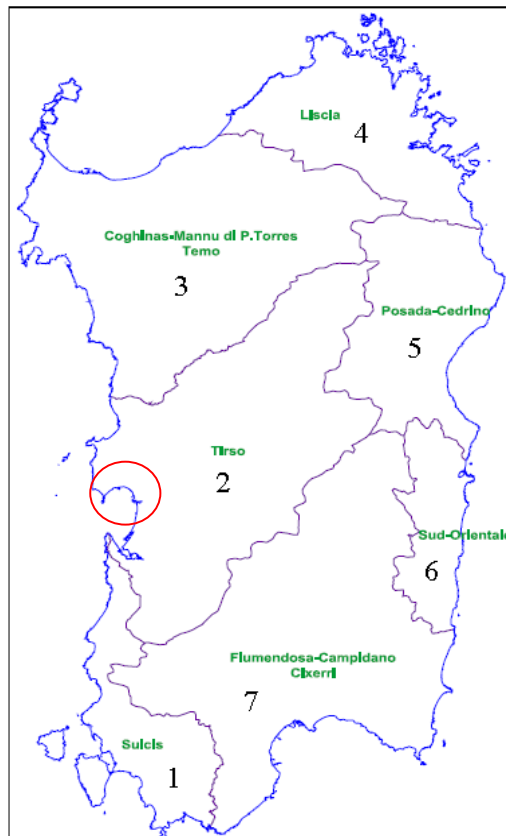


Fig. 1: Sub bacini del territorio sardo.

Il Rio Mare 'e Foghe raccoglie le acque dell'altopiano vulcanico di Abbasanta, con un reticolo che parte dal settore meridionale di tale altipiano e attraverso valli piuttosto incise giunge nella piana costiera nei pressi di Tramatza dove si uniscono al Rio Mare 'e Foghe i suoi principali affluenti il Riu Mannu in destra idraulica e il Riu Pizziu in sinistra idraulica.

La piana costiera è caratterizzata da un ripiano terrazzato debolmente sopraelevato all'interno del quale si aprono valli alluvionali occupate da alluvioni recenti e depositi palustri. In origine le aree depresse della piana costiera erano occupate da paludi oggi in buona parte bonificate, tra cui lo stagno "Mare Foghe", oggi totalmente bonificato. Il Rio Mare 'e Foghe oggi sfocia direttamente nello stagno di Cabras, di cui è il principale affluente, e da qui a mare attraverso un canale artificiale.

Occorre infatti segnalare come sino alla fine degli anni '70 del secolo scorso il collegamento dello stagno di Cabras con il mare è stato garantito da un breve canale a conformazione vagamente meandriforme in località peschiera Pontis.

Interventi di “dragaggio e pulizia di sezioni critiche presso il canale scolmatore dello stagno di Cabras”.



Fig.2 – Ortofoto del 1978 con emissario naturale

Successivamente è stato realizzato un canale scolmatore artificiale a tracciato rettilineo e con sezione nettamente più larga.



Fig.3 – Ortofoto del 2019 con emissario naturale affiancato da canale scolmatore

Interventi di “dragaggio e pulizia di sezioni critiche presso il canale scolmatore dello stagno di Cabras”.

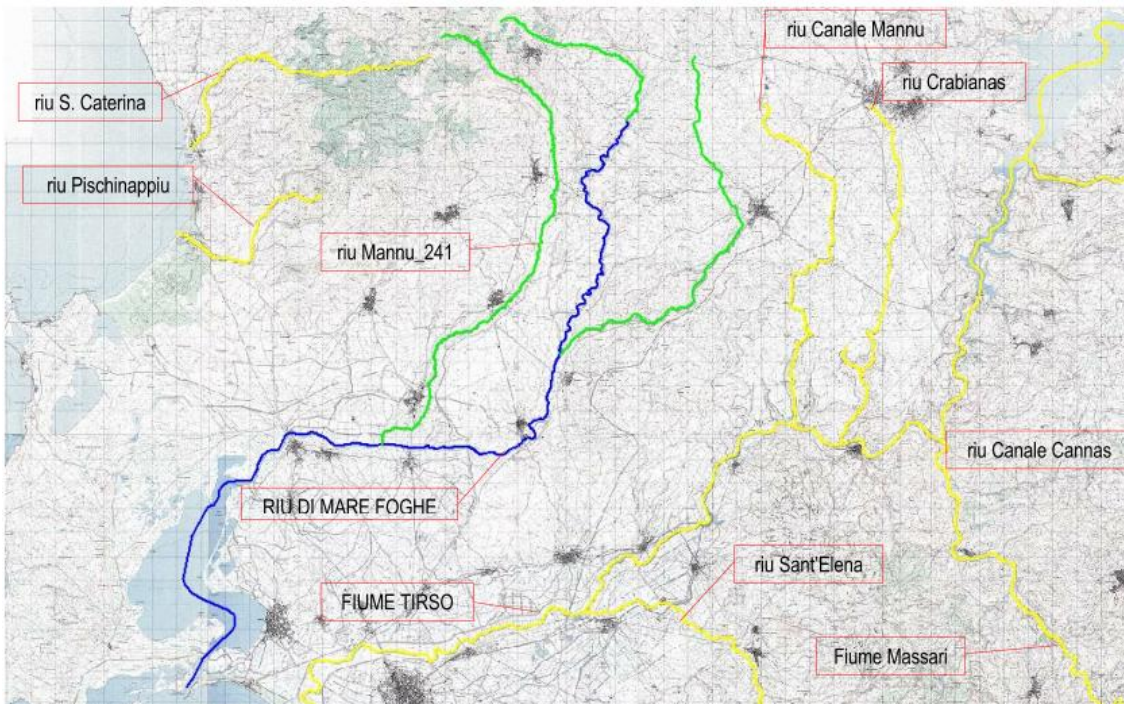


Fig. 4- Bacino del rio Mare 'e Foghe individuato nel PSFF

Nell'ambito del PSFF il bacino imbrifero del Rio Mare 'e Foghe è stato suddiviso in vari sottobacini, la sezione di chiusura O coincide con l'immissione nello stagno di Cabras.

Il Canale di Bonifica a mare Bennaxi convoglia nello stagno di Cabras, in prossimità dell'abitato, le acque del sistema a nord del Tirso, esterno agli argini denominato nello studio del Comune di Oristano come Sistema S'Aoru/Nura Craba.

Tale bacino ha origine a nord del territorio comunale di Zerfaliu nell'area prossima al Nuraghe Pidighi a quota 99 m.s.l.m.. L'asta principale scorrendo da nord verso sud costeggiando a ovest l'abitato di Zerfaliu e successivamente piega scorrendo parallelamente all'argine destro del Tirso.

Proseguendo verso occidente, all'altezza dell'abitato di Solarussa gli si affianca il Rio Nura Craba. I due rii scorrono parallelamente distanziati tra di loro circa un km e fungono sostanzialmente da elementi di rottura dei deflussi naturali che altrimenti andrebbero ad immettersi sul Tirso in destra idraulica.

Le due aste fluviali si incontrano a sud di Nuraxinieddu.

L'area solcata dai canali è estremamente pianeggiante, i deflussi avvengono con velocità estremamente basse e l'immissione e la ramificazione del reticolo idrografico è sempre affidato a canali con valenza di bonifica agraria.

I due rii scorrono uniti per circa 10 km prima di immettersi nello stagno di Cabras assumendo prima il toponimo di Rio Tanui e poi il toponimo Canale di Bonifica a mare Bennaxi.

Interventi di “dragaggio e pulizia di sezioni critiche presso il canale scolmatore dello stagno di Cabras”.

I dati ricavabili dallo studio di compatibilità fanno riferimento alla sezione di chiusura in corrispondenza del confine amministrativo tra il comune di Oristano e il Comune di Cabras, a 4 km dall'immissione del canale nello stagno.



Fig. 5- Individuazione del bacino del Canale di Bonifica a mare Bennaxi sottesodalla sezione di chiusura al limite del territorio comunale di Oristano.

2- RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

2.1 – METODI DI VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA

Al fine di individuare le principali caratteristiche dei bacini imbriferi del Rio Mare 'e Foghe e del Canale di Bonifica a mare Bennaxi (area, altezza media, pendenza) sono stati utilizzati dei modelli digitali del terreno (DTM).

Riportiamo di seguito la suddivisione dei sottobacini del Rio Mare 'e Foghe proposta nell'ambito dello studio del PSFF richiamando la successiva tabella riportante le grandezze geomorfologiche.

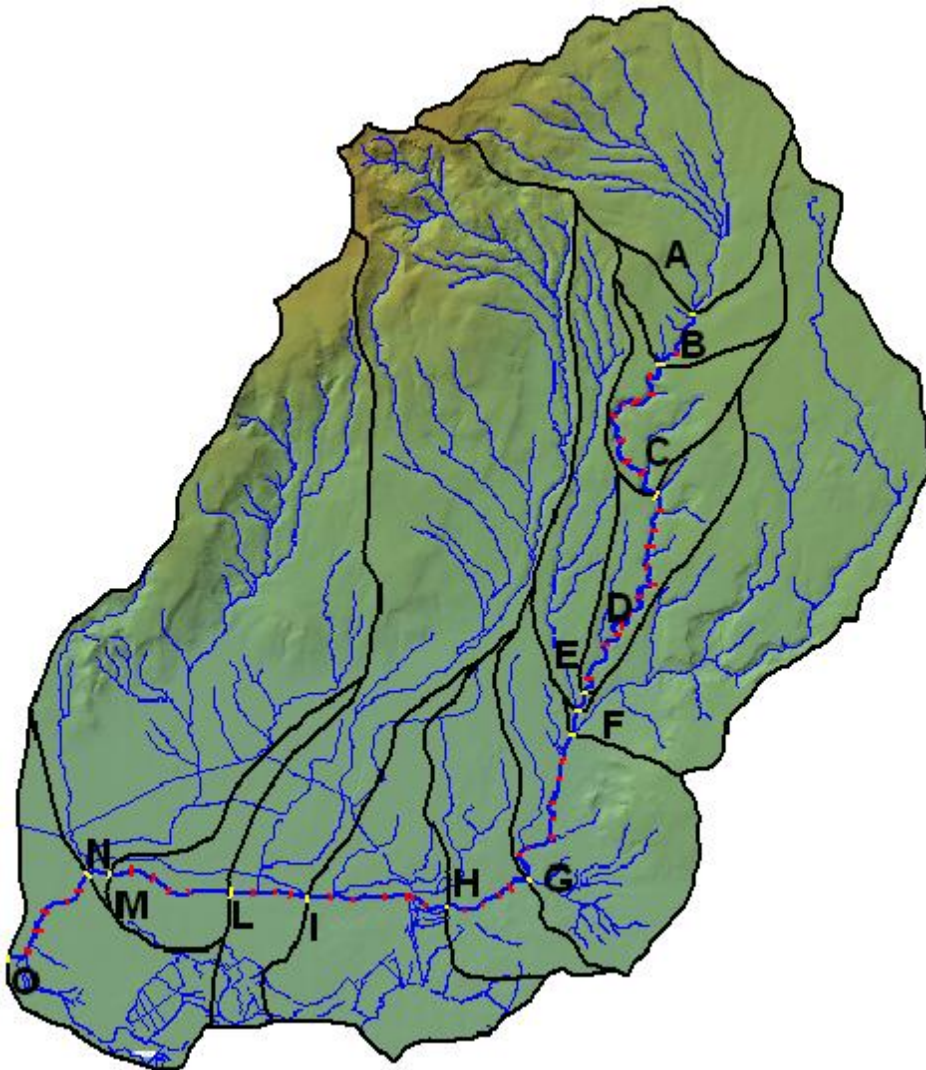


Fig. 6- Bacino del rio Mare 'e Foghe con suddivisione sottobacini prevista nel PSFF

Interventi di “dragaggio e pulizia di sezioni critiche presso il canale scolmatore dello stagno di Cabras”.

Sezione	S	Hmin	Hmax	Hmedia	L	i
	[km ²]	[m s.m.]	[m s.m.]	[m s.m.]	[km]	[m/m]
A	32,1	293	971	515	7,7	0,09
B	38,3	257	971	486	9,3	0,08
C	45,7	160	971	452	14,0	0,06
D	55,0	37	971	407	19,7	0,05
E	67,4	33	971	372	20,1	0,05
F	113,1	26	971	317	20,6	0,05
G	134,1	8	971	277	24,7	0,04
H	147,8	4	971	254	26,8	0,04
I	170,0	1	971	223	30,3	0,03
L	238,2	0	1.051	246	31,9	0,03
M	246,3	0	1.051	238	34,8	0,03
N	307,0	0	1.051	230	35,4	0,03
O	323,2	0	1.051	219	38,3	0,03

Nella tabella seguente sono invece riportate le caratteristiche geomorfologiche dei bacini del Canale di Bonifica a mare Bennaxi studiati nello studio di Compatibilità esteso al territorio del Comune di Oristano.

	AREA DEL BACINO	Q CHIUSURA	QUOTA MASSIMA	QUOTA MEDIA	PENDENZ A MEDIA BACINO	PENDENZ A BACINO	LUNGHEZZ ZA	Pendenza Astra principale	v media	CN (III categ)
	Km ²	m	m	m	%		(Km)		m/s	
NuraCraba	20.58	1.6	62.76	23.42	2.57	0.03	12.82	0.4313	1.3	93
RioS_Aoru01	17.70	-3.9	89.25	23.79	1.89	0.02	17.23	0.4456	1.3	93
R_Tanui	44.03	-3.9	89.25	21.40	2.08	0.02	19.54	0.4004	1.3	93

Una volta individuate le grandezze caratteristiche del bacino imbrifero del corso d'acqua si è proceduto alla scelta, nei vari strumenti di pianificazione, di adeguati metodi per la stima della portata di piena di assegnato tempo di ritorno.

Esistono due principali metodologie per la stima delle portate di piena:

- “*Metodi Diretti*” si basano sull’analisi probabilistica di una o più serie storiche di misura delle portate di piena prescindendo dall’esame dei fattori morfologici e climatici.
- “*Metodi Indiretti*” si basano su modelli di trasformazione afflussi-deflussi che forniscono l’idrogramma di piena o equazioni che forniscono la sola portata al colmo.

Avendo i bacini in oggetto una estensione dell’ordine dei 25 kmq gli stessi non rientrano nei limiti di applicabilità dei metodi diretti per il calcolo delle portate di piena, infatti tale metodologia deriva dall’analisi di serie storiche relative alle stazioni che sottendono

Interventi di “dragaggio e pulizia di sezioni critiche presso il canale scolmatore dello stagno di Cabras”.

bacini di estensione superiore a circa 60 km² di conseguenza fornisce risultati soddisfacenti se applicata a bacini di non piccole dimensioni.

Sono stati pertanto utilizzati metodi indiretti a fondamento razionale per la valutazione delle portate di piena, ossia utilizzando i dati relativi alle precipitazioni nell'ipotesi che la frequenza dell'accadimento di questa ultima caratterizzi quella della portata di colmo.

Nelle tabelle successive vengono richiamate sinteticamente le portate (esprese in m³/s) stimate nell'ambito del PSFF per il Rio Mare 'e Foghe e dello studio di compatibilità a livello comunale del territorio di Oristano:

Sezione	Area	Q(T2)	Q(T50)	Q(T100)	Q(T200)	Q(T500)
	[km ²]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
A	32,1	11	133	160	187	223
B	38,3	13	149	178	208	248
C	45,7	17	150	179	209	247
D	55,0	21	153	185	214	253
E	67,4	23	155	188	221	264
F	113,1	37	250	304	357	427
G	134,1	43	293	355	418	499
H	147,8	47	320	389	457	546
I	170,0	54	365	442	520	622
L	238,1	73	498	604	710	849
M	246,3	76	514	623	732	876
N	306,9	93	629	763	898	1.070
O	323,2	97	660	801	941	1.130

	Tempo di ritorno	hg_med.	h_med_(d)	h'(Tr)	h(d,Tr)	i(d,r)	Ia(CN)			pioggia netta		Pioggia netta ragguagliata	Portata al colmo
	anni	mm	mm	mm				a=	n=	hn	c	mm	m ³ /s
NuraCraba	50	45	27	2.17	58.4	21	3.8	2.227	-0.024	40.37	0.69	37.25	77.71
RioS_Aoru01	50	45	28	2.17	61.1	19	3.8	2.227	-0.024	42.91	0.70	39.95	60.59
R_Tanui	50	45	29	2.16	63.6	17	3.8	2.227	-0.024	45.30	0.71	41.25	133.76
R_Tanui	100	45	29	2.45	72.3	19	3.8	2.539	-0.026	53.54	0.74	48.79	158.21
R_Tanui	200	45	29	2.75	80.9	21	3.8	2.8517	-0.0285	61.80	0.76	56.32	182.64
R_Tanui	500	45	29	3.13	92.3	24	3.8	3.265	-0.032	72.74	0.79	66.28	214.95

La portata in corrispondenza dell'immissione del canale di bonifica nello stagno di Cabras, considerato un ulteriore bacino di circa 11 km², può esse incrementato di un 20% rispetto ai valori sopra riportati per il Rio Tanui.

Interventi di “dragaggio e pulizia di sezioni critiche presso il canale scolmatore dello stagno di Cabras”.

Portata stimata Canale di Bonifica a mare Bennaxi pari a:

$Q=160,5 \text{ m}^3/\text{s}$ per $Tr=50$ anni;

$Q=190 \text{ m}^3/\text{s}$ per $Tr=100$ anni;

$Q=220 \text{ m}^3/\text{s}$ per $Tr=200$ anni;

$Q=258 \text{ m}^3/\text{s}$ per $Tr=500$ anni;

2.2 ANALISI E MODELLAZIONE IDRAULICA

Il modello idraulico utilizzato nei citati studi, denominato HEC-RAS, è stato sviluppato dall'USArmy Corps Of Engineers; è in grado di effettuare simulazioni di tipo monodimensionale del fenomeno di propagazione dell'onda di piena su corsi d'acqua.

Il modello presuppone che siano fornite tutte le informazioni necessarie, ed in particolare la geometria di un numero sufficiente di sezioni trasversali.

Il programma consente di inserire sezioni trasversali fittizie, interpolando quelle rilevate, in modo da assicurare che il passo di discretizzazione spaziale non ecceda un assegnato valore limite.

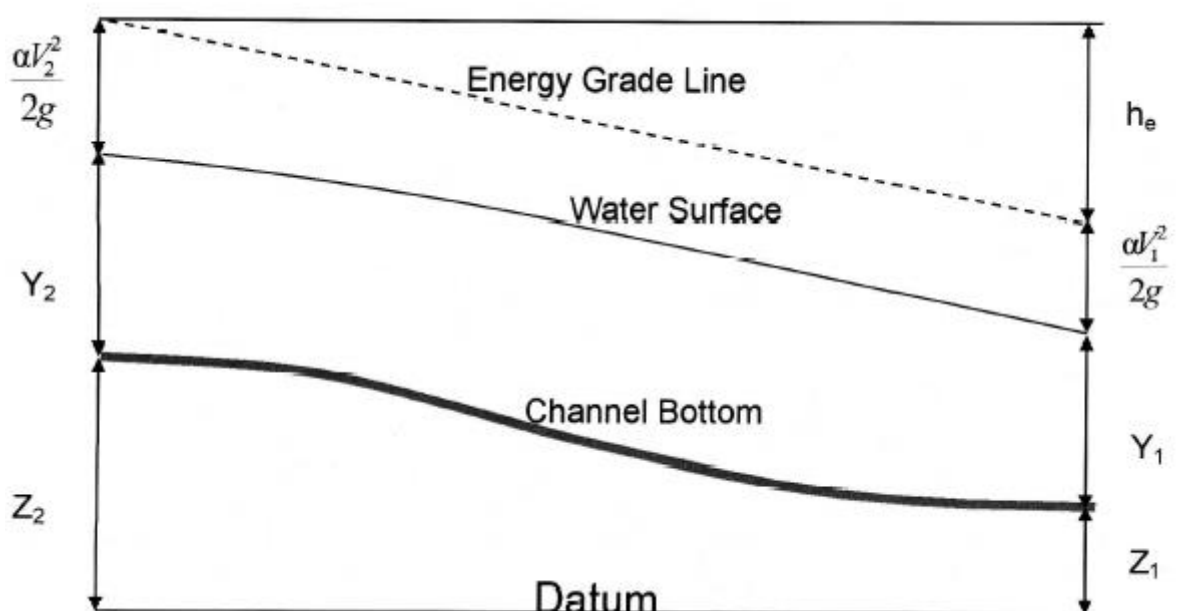
A tal fine è stato effettuato sia un dettagliato rilievo sul campo dei torrenti oggetto di studio sia una modellazione tridimensionale su gis per la realizzazione delle sezioni anche lateralmente al corso d'acqua.

Moto permanente

Per l'analisi in moto permanente HEC-RAS determina il profilo del pelo libero tra una sezione e la successiva mediante la procedura iterativa denominata standard step, risolvendo l'equazione del bilancio energetico,

$$Y_2 + (\alpha_2 \cdot V_2^2)/2g = Y_1 + (\alpha_1 \cdot V_1^2)/2g + h_e$$

dove:



Y_1 e Y_2 sono le altezze d'acqua riferite al fondo dell'alveo;

Interventi di “dragaggio e pulizia di sezioni critiche presso il canale scolmatore dello stagno di Cabras”.

Z_1 e Z_2 sono le altezze del fondo rispetto ad una quota di riferimento;

V_1 e V_2 sono le velocità medie della corrente nelle due sezioni estreme del tronco fluviale considerato;

α_1 e α_2 sono coefficienti di ragguaglio delle potenze cinetiche;

h_e è la perdita di carico tra le due sezioni considerate.

Il termine h_e dipende sia dalle perdite per attrito che da quelle per contrazione ed espansione. Si può valutare mediante la relazione:

$$h_e = L \cdot \bar{S}_f + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

dove:

L è la lunghezza del tronco considerato;

\bar{S}_f è la cadente media tra le due sezioni;

C è il coefficiente di perdita di carico per contrazione o espansione.

Il primo termine rappresenta la perdita totale per attrito, prodotto tra la distanza tra le due sezioni e la cadente media.

Il programma prevede diverse possibilità di calcolo della cadente, che viene determinata presupponendo una suddivisione dell'alveo in sottosezioni all'interno dei quali la velocità possa ritenersi con buona approssimazione costante.

Il secondo termine della equazione per il calcolo delle perdite di carico rappresenta invece il contributo dovuto alla contrazione ed espansione dell'area bagnata; tali perdite sorgono nel momento in cui si abbia un allargamento o restringimento della sezione che determini una situazione di corrente non lineare.

Il coefficiente C varia in un intervallo compreso tra 0.1 e 1 per correnti subritiche, mentre in caso di correnti veloci generalmente si assumono valori inferiori.

L'altezza del pelo libero, in riferimento ad una assegnata sezione, viene determinato mediante una risoluzione iterativa delle equazioni (1) e (2).

Il modello fornisce inoltre i valori dell'altezza critica nelle diverse sezioni fluviali.

Qualora si verificano transizioni da corrente lenta e veloce o viceversa, in tali segmenti di asta fluviale l'equazione di bilancio energetico è sostituita dall'equazione globale di equilibrio dinamico.

Il modello HEC-RAS consente di modellare l'effetto indotto sulla corrente dalla

presenza di attraversamenti fluviali, nel caso che il deflusso attraverso il ponte avvenga a pelo libero ma anche in pressione.

La perdita di energia causata dal ponte è divisa in tre parti: in primo luogo le perdite che si hanno nella zona immediatamente a valle del ponte dove, generalmente, si ha un’espansione della corrente.

Sono poi considerate le perdite di energia che si verificano durante l’attraversamento del ponte, nonché le perdite che si hanno immediatamente a monte, ove la corrente subisce una contrazione.

Per lo studio del deflusso attraverso un ponte HEC-RAS fa riferimento a quattro sezioni fluviali trasversali: sezione a monte del ponte, sezione di ingresso al ponte, sezione in uscita al ponte e sezione a valle del ponte.

Il calcolo può essere effettuato utilizzando diverse soluzioni.

Il metodo del bilancio energetico (metodo standard step), che è stato utilizzato nell’ambito del presente studio, tratta la sezione in cui è presente il ponte esattamente come le altre, ad eccezione del fatto che l’area occupata dalla struttura viene sottratta dall’area totale e che il perimetro bagnato risulta incrementato per via del contributo dato dal ponte stesso.

Poiché le perdite totali sono funzione delle perdite per attrito e delle perdite per contrazione ed espansione, occorre definire in questa fase i coefficienti necessari per il calcolo. In particolare, essendovi variazioni di velocità anche notevoli, il coefficiente di contrazione e soprattutto quello di espansione risulteranno sensibilmente maggiori dei valori assunti per i normali tronchi fluviali.

Il metodo del bilancio della quantità di moto si basa invece sull’applicazione dell’omonima equazione tra le quattro sezioni fluviali in precedenza descritte. Il modello permette all’utente di utilizzare, per lo studio di ogni ponte, ciascuno dei metodi sopra citati o eventualmente di selezionarli entrambi; il software provvede a restituire il profilo che prospetta la situazione caratterizzata da maggior criticità.

2.3 PERIMETRAZIONI PAI E PSFF VIGENTI

Il risultato delle modellazioni idrauliche sopra citate ha portato alle seguenti perimetrazioni delle aree a pericolosità idraulica. Le perimetrazioni del PAI e del PSFF risultano coincidenti, al netto della presenza delle aree soggette ad esondazione con tempo di ritorno 2 anni indicate esclusivamente nel PSFF

Interventi di “dragaggio e pulizia di sezioni critiche presso il canale scolmatore dello stagno di Cabras”.

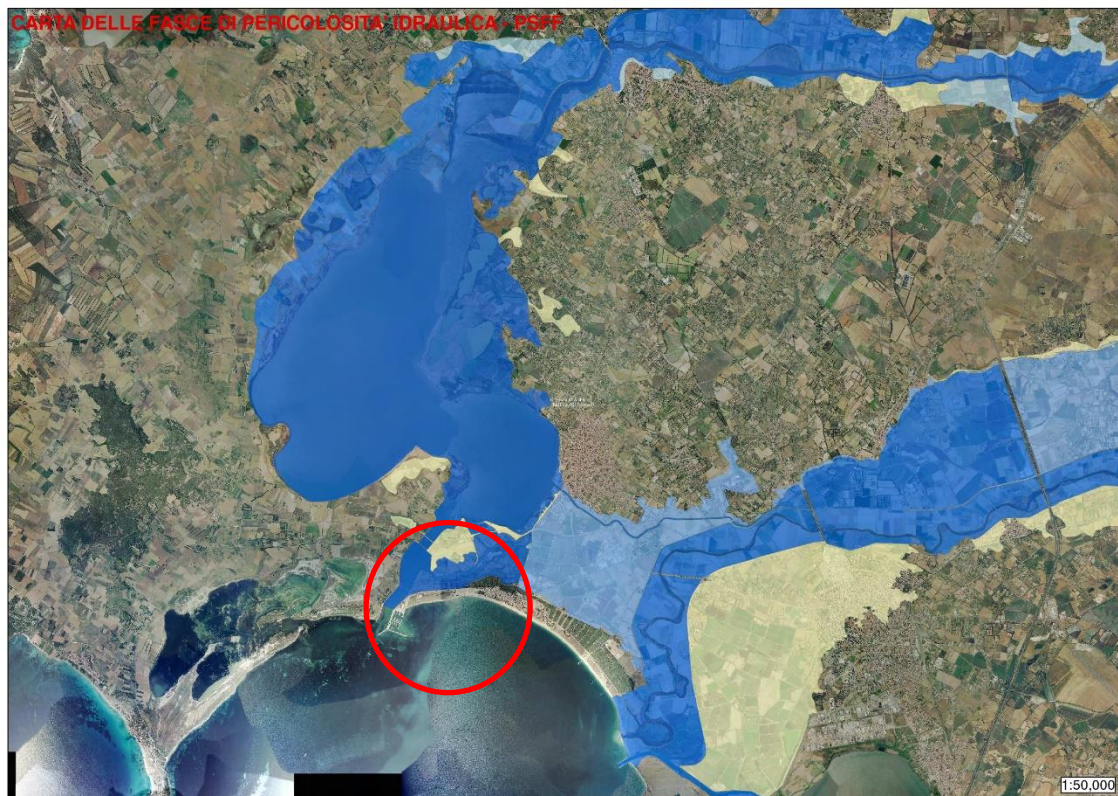


Fig. 7- Perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica prevista nel PSFF

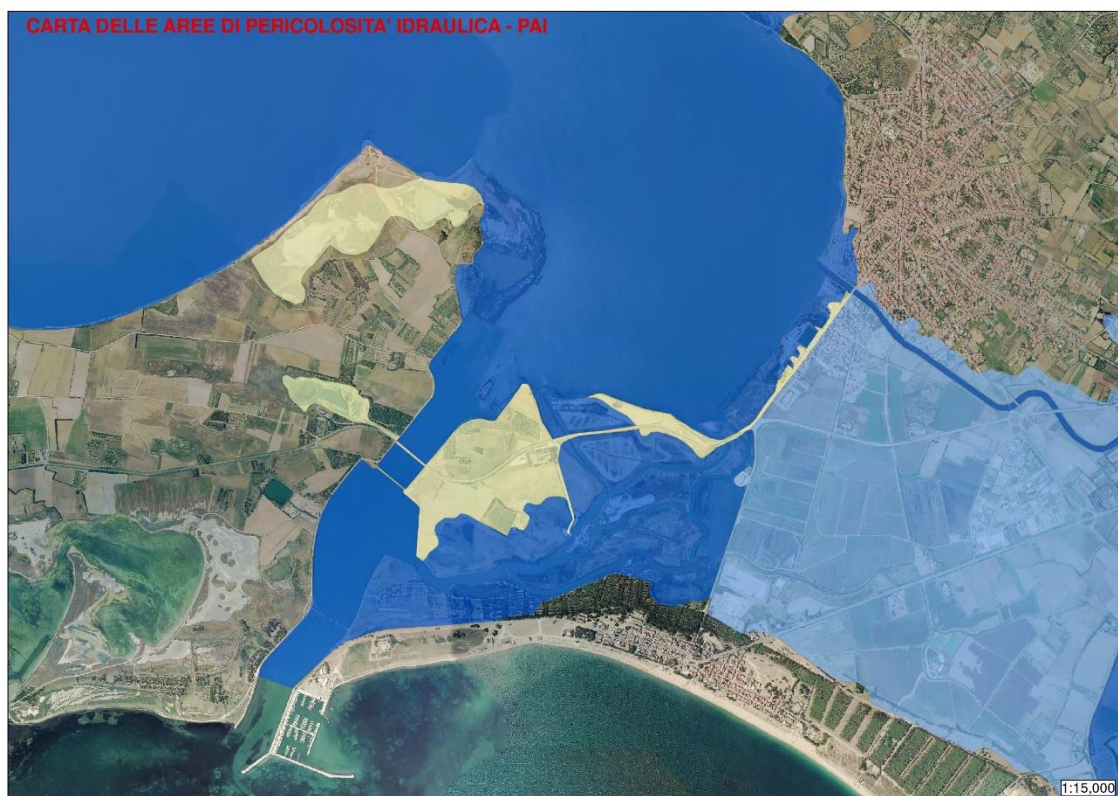


Fig. 8- Dettaglio della perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica prevista nel PAI in corrispondenza dell'area oggetto di intervento

Interventi di “dragaggio e pulizia di sezioni critiche presso il canale scolmatore dello stagno di Cabras”.

L'intervento manutentivo in progetto, finalizzato all'asportazione di una parte dei sedimenti depositatisi nel tempo nei canali di collegamento tra lo stagno e il mare aperto non ha alcuna influenza in relazione alla capacità di smaltimento delle acque in occasione di eventi pluviometrici intensi, ma si pone la finalità di migliorare l'interscambio tra il mare e l'area stagnale al variare della marea e degli apporti di acqua dolce dei fiumi che si immettono