

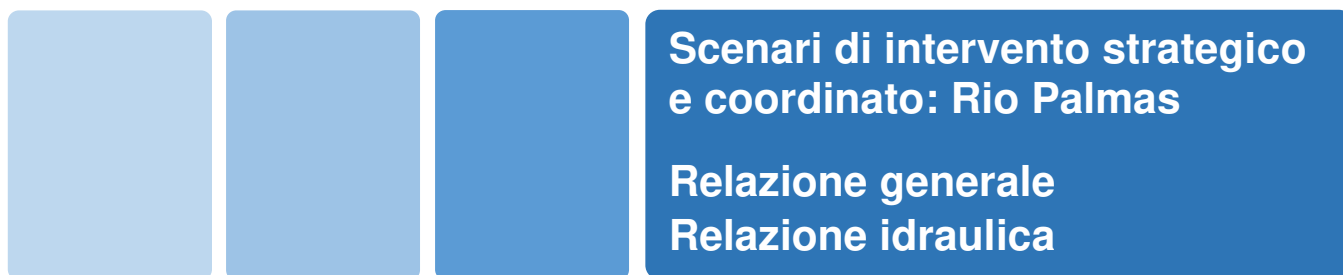


REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDÈNZIA
PRESIDENZA
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Piano di gestione del rischio di alluvioni

secondo ciclo di pianificazione



Allegato alla Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 14 del 21/12/2021



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

PRESIDÈNZIA
PRESIDENZA
AUTORITA' DI BACINO REGIONALE DELLA SARDEGNA

Autorità di Bacino della Sardegna

DIREZIONE GENERALE DELL'AGENZIA REGIONALE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SARDEGNA

Direttore Generale: Antonio Sanna

Direttore del Servizio difesa del suolo, assetto idrogeologico e gestione del rischio alluvioni: Marco Melis

Coordinamento tecnico-amministrativo: Gianluigi Mancosu

Coordinamento operativo: Luisa Manigas

Elaborazioni GIS: Gian Luca Marras

Gruppo di lavoro: Giuseppe Canè, Piercarlo Ciabatti, Nicoletta Contis, Andrea Lazzari, Giovanni Luise, Maria Antonietta Murru Perra, Michela Olivari, Alessandra Pillai, Corrado Sechi, Riccardo Todde

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI – Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura

Responsabile Scientifico: Giovanni Maria Sechi

Elaborazioni GIS: Giovanni Cocco

Gruppo di lavoro: Alessio Cera, Clorinda Cortis, Pino Frau, Saverio Liberatore, Mauro Piras, Emanuela Sassu

Con il contributo, per le parti di competenza, di:

DIREZIONE GENERALE DELLA PROTEZIONE CIVILE

Direttore Generale: Antonio Pasquale Belloi

Direttore del Servizio pianificazione e gestione delle emergenze: Mauro Merella

Direttore del Servizio previsione rischi e dei sistemi informativi, infrastrutture e reti: Federico Ferrarese Ceruti

Gruppo di lavoro: Salvatore Cinus, Daniela Pani, Fabrizia Soi, Antonio Usai.

DIREZIONE GENERALE DEI LAVORI PUBBLICI

Direttore Generale: Piero Dau

Direttore del Servizio opere idriche e idrogeologiche: Costantino Azzena

Gruppo di lavoro: Roberta Daino, Alberto Spano

Il presente documento costituisce un elaborato del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) della Sardegna aggiornato per il Secondo ciclo di pianificazione. Esso conferma i contenuti del corrispondente elaborato facente parte della prima stesura del PGRA, che è stata oggetto di approvazione con Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino regionale della Sardegna n. 2 del 15/3/2016 e con DPCM del 27 ottobre 2016 (GURI n. 30 del 6 febbraio 2017).

Per tutti gli approfondimenti: www.regione.sardegna.it/pianogestionerischioalluvioni



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

INDICE

PREMESSE	5
BACINO IDROGRAFICO DEL RIO PALMAS	8
1. AREA DI STUDIO	12
2. MODELLAZIONE IDRAULICA DEL SISTEMA	23
2.1 CONDIZIONI AL CONTORNO	24
2.1.1 CONDIZIONE AL CONTORNO DI MONTE	24
2.1.2 CONDIZIONE AL CONTORNO DI VALLE	25
2.2 GEOMETRIA DELLE SEZIONI E OPERE IDRAULICHE PRESENTI	26
2.2.1 MODELLO IDRAULICO	26
2.2.2 SCABREZZA	30
2.2.3 ATTRAVERSAMENTI STRADALI	33
2.2.4 ARGINI E DIFESE DI SPONDA LONGITUDINALI	33
2.2.5 OPERE DI IMMISSIONE NON REGOLATE	34
3. ANALISI DEI RISULTATI	35
3.1 STATO ATTUALE	35
3.1.1 VELOCITÀ	37
3.1.2 CRITICITÀ NEL DIMENSIONAMENTO IDRAULICO ATTUALE DELLE ARGINATURE	42
3.1.3 ANALISI IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO STRADALI	58
3.1.4 ANALISI IDRAULICA ARGINATURE ESISTENTI	65
3.1.5 MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ NELLO STATO ATTUALE	69
4. PROCEDURA OPERATIVA PER IL DI CALCOLO DEL DANNO DI PIENA NEL BACINO DEL RIO PALMAS	72
4.1 DANNO DI PIENA RELATIVO ALLA SITUAZIONE ATTUALE	73
5. QUADRO GENERALE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL DANNO	79
5.1 INQUADRAMENTO DELLO STATO DI FATTO DELLE OPERE DI SALVAGUARDIA IDRAULICA NEL BACINO DEL RIO PALMAS 80	
6. INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL DANNO	83
6.1 TIPOLOGIA DEGLI INTERVENTI	83
6.2 QUADRO DEGLI INTERVENTI ESAMINATI	84
6.2.1 INTERVENTO 1 - RIPRISTINO DEL PROFILO ARGINALE ESISTENTE (VALLE PONTE S.S 195)	85
6.2.2 INTERVENTO 2 - NUOVA ARGINATURA: REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PROFILO ARGINALE (MONTE PONTE S.S 195)	87
6.2.3 INTERVENTO 3 - NUOVA ARGINATURA: REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PROFILO ARGINALE A SOSTITUZIONE DEL RILEVATO STRADALE ESISTENTE (VALLE PONTE TRATALIAS)	88
6.2.4 INTERVENTO 4 - ARGINATURA ESISTENTE: RIPRISTINO DEL PROFILO ARGINALE ESISTENTE (MONTE PONTE TRATALIAS)	89



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

6.2.5	INTERVENTO 5 - ADEGUAMENTO ATTRAVERSAMENTO STRADALE DELLA S.S. 195 "PONTE SULLA SULCITANA"	89
6.2.6	INTERVENTO 6 - ADEGUAMENTO ATTRAVERSAMENTO STRADALE DELLA S.P 74 "PONTE TRATALIAS"	89
6.2.7	INTERVENTO 7, 8 E 9 - MANUTENZIONE ORDINARIA DELLE ARGINATURE ESISTENTI IN SPONDA DESTRA E SINISTRA - STATO ATTUALE	90
6.2.8	INTERVENTO 10 - NUOVA ARGINATURA SOLO IN DESTRA IDRAULICA: REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PROFILO ARGINALE A SOSTITUZIONE DEL RILEVATO STRADALE	90
7.	SCENARI DI INTERVENTO	91
7.1	SCENARIO 0 (STATO ATTUALE)	91
7.2	SCENARIO 1	93
7.3	SCENARIO 2	96
7.4	SINTESI DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DEGLI SCENARI	99
8.	ANALISI COSTI BENEFICI DEGLI SCENARI DI INTERVENTO	100
8.1	PREMESSE.....	100
8.2	INTEGRAZIONI TRA PGRA E PIANI DI EMERGENZA.....	100
8.3	ANALISI ECONOMICA DEGLI SCENARI D'INTERVENTO IPOTIZZATI	101
8.3.1	SCENARIO 0 – STATO ATTUALE	103
8.3.2	SCENARIO 2	103



1 ELENCO DELLE FIGURE

FIGURA 1 SUDDIVISIONE DEL TERRITORIO REGIONALE SARDO NEI SETTO SUB-BACINI IDROGRAFICI DI RIFERIMENTO	8
FIGURA 2 BACINO IDROGRAFICO DEL RIO PALMAS	10
FIGURA 3 CHIESA ROMANICA DI S. MARIA DI MONSERRATO (TRATALIAS VECCHIA).....	12
FIGURA 4 VISTA DI TRATALIAS VECCHIA E TRATALIAS.....	13
FIGURA 5 DIGA DI MONTE PRANU	14
FIGURA 6 IDENTIFICAZIONE PLANIMETRICA DELL'AREA OGGETTO DELLO STUDIO IDRAULICO	15
FIGURA 7 USO DEL SUOLO	16
FIGURA 8 RAPPRESENTAZIONE TIPOLOGICA E DIMENSIONALE DELL'USO DEL SUOLO PRESENTE NELL'AREA ESPOSTA A RISCHIO IDRAULICO	17
FIGURA 9 RAPPRESENTAZIONE GEOGRAFICA DEI NUCLEI ABITATI DI IS ACHENZAS, IS PISTIS E VILLAGGIO PALMAS (SAN GIOVANNI SUERGIU)	18
FIGURA 10 PONTE CANALI MAGGIORI	19
FIGURA 11 PONTE TRATALIAS	19
FIGURA 12 PONTE S.S.SULCITANA2	20
FIGURA 13 PONTE CANALE CIRCONDARIO	20
FIGURA 14 STAGNO DI MULARGIA	21
FIGURA 15 VISTA DELL'ARENILE IN CUI SFOCIA IL RIO PALMAS.....	22
FIGURA 16 DTM AVENTE RISOLUZIONE DI 1M UTILIZZATO NELL'ANALISI IDRAULICA	23
FIGURA 17 RIO PALMAS E IDENTIFICAZIONE DEL TRATTO ARGINATO VALLIVO ESISTENTE	26
FIGURA 18 SEZIONI TRASVERSALI NEL TRATTO DI MONTE – QUADRO UNIONE 4 -	27
FIGURA 19 SEZIONI TRASVERSALI NEL TRATTO INTERMEDIO – QUADRO UNIONE 3 -	28
FIGURA 20 SEZIONI TRASVERSALI NEL TRATTO DI VALLE – QUADRO UNIONE 2 -	28
FIGURA 21 SEZIONI TRASVERSALI NEL TRATTO DI VALLE – QUADRO UNIONE 1 -	29
FIGURA 22 MANNING E USO DEL SUOLO.....	30
FIGURA 23 VALORI MEDI VELOCITÀ NEL CANALE	38
FIGURA 24 VALORI MEDI VELOCITÀ IN SINISTRA IDRAULICA	38
FIGURA 25 VALORI MEDI VELOCITÀ IN DESTRA IDRAULICA	39
FIGURA 26 PROFILO LONGITUDINALE DI CORRENTE E DELLE VELOCITÀ PER UN EVENTO BICENTENARIO (200Y) DEL II° TRATTO.....	40
FIGURA 27 PROFILO LONGITUDINALE DI CORRENTE E DELLE VELOCITÀ PER UN EVENTO BICENTENARIO (200Y) DEL I° TRATTO.....	41
FIGURA 28 PONTE CANALI MAGGIORI	58
FIGURA 29 PROFILI DI CORRENTE BICENTENARIO (200Y) SUL PONTE CANALI MAGGIORI.....	59
FIGURA 30 PROFILO DI CORRENTE BICENTENARIO (200Y) SUL PONTE TRATALIAS.....	60
FIGURA 31 PONTE TRATALIAS, EVENTO $Tr=200Y$	61
FIGURA 32 PONTE SULLA S.S 195 "SULCITANA"; EVENTO $Tr=200Y$	62
FIGURA 33 PROFILO DI CORRENTE BICENTENARIA (200Y) SUL PONTE DEL CANALE CIRCONDARIALE	63
FIGURA 34 PONTE CANALE CIRCONDARIO	64
FIGURA 35 AREA VALLIVA IN CUI SI NOTA L'ANDAMENTO BICORSUALE DEL RIO PALMAS (1955)	66
FIGURA 36 VISTA SATELLITARE DELLA ZONA ARGINATA DOVE È PRESENTE IL RILEVATO STRADALE DELLA S.S 195	66



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

FIGURA 37 LIVELLETTA POSITIVA DALLA QUOTA DI 5.53 M S.L.M (FONTE DTM) ALLA QUOTA DI 7.47 M S.L.M VALUTATA SULL'IMPALCATO STRADALE (FONTE P.S.F.F)	67
FIGURA 38 CONFRONTO PLANIMETRICO ESTENSIONE MAPPATURA CINQUANTENNALE (50Y).....	69
FIGURA 39 CONFRONTO PLANIMETRICO ESTENSIONE MAPPATURA CENTENARIA (100Y) CON FASCIA PSFF 100Y	70
FIGURA 40 CONFRONTO PLANIMETRICO ESTENSIONE MAPPATURA BICENTENARIA (200Y) CON FASCIA PSFF 200Y	71
FIGURA 41 DIAGRAMMA A BARRE RELATIVO AL DANNO DA INONDAZIONE PER CATEGORIA	75
FIGURA 42 DIAGRAMMA A BARRE DEL DANNO TOTALE IN FUNZIONE DEL TEMPO DI RITORNO	76
FIGURA 43 PLANIMETRIA CATEGORIE DI DANNO E RELATIVA AREA INTERESSATA PRE-MODIFICA DBEE (EVENTO BICENTENARIO Tr=200Y)	77
FIGURA 44 PLANIMETRIA CATEGORIE DI DANNO E RELATIVA AREA INTERESSATA POST-MODIFICA DBEE (EVENTO BICENTENARIO Tr=200Y)	78
FIGURA 45 ARGINATURE ESISTENTI (SCENARIO 0)	81
FIGURA 46 CONFRONTO STORICO DELLA ZONA A VALLE DEL PONTE TRATALIAS SULLA S.P 74; A SINISTRA LA FOTO AEREA DEGLI ANNI '98/'99 A DESTRA LA FOTO AEREA DEGLI ANNI '54/'55	82
FIGURA 47 TRATTO ARGINATO ESISTENTE CHE VA DA 500 M A MONTE DELLA S.S 195 "SULCITANA" FINO ALLA FOCE – SINISTRA IDRAULICA.....	86
FIGURA 48 TRATTO ARGINATO ESISTENTE CHE VA DA 500 M A MONTE DELLA S.S 195 "SULCITANA" FINO ALLA FOCE -DESTRA IDRAULICA.....	87
FIGURA 49 SCENARIO 1 – DANNO PER CATEGORIA DEL DBEE UTILIZZATO ED AGGIORNATO.....	95
FIGURA 50 SCENARIO 1 – SOMMA CATEGORIE ESPOSTE ALL'INONDAZIONE AI VARI TEMPI DI RITORNO.....	95
FIGURA 51 SCENARIO 2 – DANNO PER CATEGORIA DEL DBEE UTILIZZATO ED AGGIORNATO.....	98
FIGURA 52 SCENARIO 2 – SOMMA CATEGORIE ESPOSTE ALL'INONDAZIONE AI VARI TEMPI DI RITORNO.....	98

2 ELENCO DELLE TABELLE

TABELLA 1 COMUNI RICADENTI ALL'INTERNO DEL BACINO IDROGRAFICO DEL RIO PALMAS.....	11
TABELLA 2 PORTATE AI VARI TEMPI DI RITORNO DEL PSFF	24
TABELLA 3 TABELLA 3-1 DEL CAPITOLO 3 DEL REFERENCE MANUAL DEL SOFTWARE HEC-RAS	31
TABELLA 4 SEZIONI DEL MODELLO IDRAULICO IN CUI IL MOTO È DI CORRENTE VELOCE (ZONA I)	36
TABELLA 5 VALORI MEDI DELLA VELOCITÀ (Tr50Y).....	37
TABELLA 6 VALORI MEDI DELLA VELOCITÀ (Tr100Y).....	37
TABELLA 7 VALORI MEDI DELLA VELOCITÀ (Tr200Y).....	37
TABELLA 8 STIMA CRITICITÀ ARGINALE SINISTRA A 6.8 KM DALLA FOCE	43
TABELLA 9 STIMA CRITICITÀ ARGINALE DESTRA A 6.9 KM DALLA FOCE	44
TABELLA 10 STIMA CRITICITÀ RILEVATO STRADALE IN SINISTRA A 6.46 KM DALLA FOCE	45
TABELLA 11 STIMA CRITICITÀ RILEVATO STRADALE IN DESTRA A 6.31 KM DALLA FOCE.....	46
TABELLA 12 TRATTO 1 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°3578.23	47
TABELLA 13 TRATTO 1 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°3578.23	48
TABELLA 14 TRATTO 1 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°2983.60	48
TABELLA 15 TRATTO 2 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°1939.74	49
TABELLA 16 TRATTO 2 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°1557.67	49



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

TABELLA 17 TRATTO 3 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°1295.32	50
TABELLA 18 TRATTO 1 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°3547.07	51
TABELLA 19 TRATTO 1 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°2983.60	52
TABELLA 20 TRATTO 2 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°2506.85	53
TABELLA 21 TRATTO 2 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°1939.74	53
TABELLA 22 TRATTO 3 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°1043.23	54
TABELLA 23 STIMA CRITICITÀ ARGINALE DESTRA A 3.64 KM DALLA FOCE	55
TABELLA 24 STIMA CRITICITÀ ARGINALE SINISTRA A 3.82 KM DALLA FOCE	56
TABELLA 25 CRITICITÀ IDRAULICA VALUTATA SUL RILEVATO STRADALE DELLA S.S 195 IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO IDRICO DEL RILEVATO.....	57
TABELLA 26 SEZIONI IN CUI LA CONDIZIONE NON VIENE VERIFICATA (LEVEE - W.S ELEV < 0.20); TR=50Y	65
TABELLA 27 SEZIONI IN CUI LA CONDIZIONE NON VIENE VERIFICATA (LEVEE - W.S ELEV < 0.20); TR=100Y	68
TABELLA 28 SEZIONI IN CUI LA CONDIZIONE NON VIENE VERIFICATA (LEVEE - W.S ELEV < 0.20); TR=200Y	68
TABELLA 29 COSTO DEL DANNO DA INONDAZIONE IN €/M ²	73
TABELLA 30 AREE INTERESSATE ED ESPOSTE AL DANNO DI PIENA COMPLESSIVAMENTE E PER CATEGORIA ATTRIBUITA	74
TABELLA 31 RIEPILOGO DEL DANNO DA INONDAZIONE NELLA CONDIZIONE ATTUALE	92
TABELLA 32 SINTESI DEI COSTI PER CIASCUNO SCENARIO	99
TABELLA 33 SINTESI DEGLI INTERVENTI CONSIDERATI E DEGLI SCENARI PROGETTUALI DI RIFERIMENTO ANALIZZATI	99



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

PREMESSE

L'Accordo di collaborazione scientifica tra l'Agenzia Regionale di Distretto Idrografico (ARDIS) della Regione Sardegna e il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Architettura (DICAAR) dell'Università degli Studi di Cagliari, formalizzato con convenzioni in data 23 Dicembre 2013 e 31 Marzo 2014, è finalizzato alla realizzazione di studi e ricerche per la *“predisposizione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni sui principali corsi d'acqua del distretto idrografico della Regione Autonoma della Sardegna, ai sensi dell'art. 7 della Direttiva 2007/60/CE in data 23.10.2007 e dell'art. 7 del Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49”*.

Nelle convenzioni i principali obiettivi della collaborazione scientifica sono definiti sinteticamente nei seguenti quattro punti:

- a. esame dell'attività di pianificazione già svolta in merito alla definizione delle mappe di pericolosità e del rischio di alluvioni;
- b. esame ed eventuale integrazione della pianificazione già svolta nel censimento delle opere di difesa idraulica e delle opere interferenti esistenti;
- c. studio e valutazione degli interventi non strutturali e delle azioni strutturali per la riduzione della pericolosità, e di conseguenza del rischio, comprese le azioni strutturali che si rende necessario effettuare nelle opere che interferiscono con i corsi d'acqua;
- d. definizione dell'ordine di priorità degli interventi sia per i diversi corsi d'acqua e tratti costieri analizzati e soggetti ad allagamento, che nell'ambito del singolo corso d'acqua.

In sintesi, con l'accordo ARDIS e DICAAR si sono impegnati a collaborare per la realizzazione delle attività e le prestazioni di interesse comune finalizzate alla **predisposizione del Piano di gestione del rischio di alluvione** relativo al Distretto Idrografico della Regione Autonoma della Sardegna (art. 7 e Allegato I del D.L. 23 febbraio 2010 n. 49 e art. 7 della Direttiva 2007/60/CE). Pertanto, per le zone a pericolosità di esondazione a seguito di alluvione, così come definite negli studi già realizzati, l'accordo tra ARDIS e DICAAR prevede di **individuare e definire in termini dimensionali le azioni strutturali per la mitigazione dei danni di piena, nonché il loro grado di priorità**, al fine della riduzione delle conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali.

Altro aspetto di comune interesse, nella realizzazione dello Studio, **riguarda l'analisi puntuale delle criticità evidenziate nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)**, determinando le **massime portate** convogliabili in tronchi fluviali omogenei e i corrispondenti **tempi di ritorno** attesi per gli eventi critici di piena che determinano l'esondazione. Ovviamente quest'ultimo aspetto è anche da mettere in



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

relazione con gli opportuni provvedimenti di Protezione Civile da porre in atto quando sono preannunciati eventi meteorologici di corrispondente criticità.

Le attività previste dall'Accordo rappresentano la **fase successiva (3° fase)** all'attività di pianificazione già svolta dall'Agenzia di Distretto Idrografico della Regione Autonoma della Sardegna, che ha portato alla definizione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni contenute nel Piano di Assetto idrogeologico (PAI) e nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF). Pertanto, in questa terza fase gli elementi conoscitivi e modellistici contenuti in **PAI e PSFF si intendono acquisiti come definitivi** per le valutazioni di caratterizzazione idrologica e per la definizione dei vincoli sul territorio derivanti dall'assetto di pericolosità allo stato attuale e non sono oggetto di ulteriori indagini se non, eventualmente, limitatamente alla variazione nella possibilità di laminazione delle onde di piena negli invasi, come sarà meglio definito nel seguito, ovvero per aggiornamenti specificatamente indicati da ARDIS e riscontrabili direttamente nelle modellazioni idrauliche già predisposte.

Dal punto di vista metodologico, al fine di tarare la metodologia di analisi, ARDIS e DICAAR hanno concordato di procedere prioritariamente all'analisi del bacino idrografico pilota della bassa valle del fiume Coghinas ricadente nel Sub-Bacino 3. Pertanto, nella presente relazione monografica del bacino del Rio San Giovanni si utilizzeranno procedure e metodologie di analisi che sono più estesamente illustrate nella Relazione metodologica già sviluppata e consegnata per il bacino pilota del fiume Coghinas.

Ai fini operativi, come sarà meglio precisato nel seguito, si è concordato di realizzare una prima fase di modellazione replicando il funzionamento del modello HER-RAS di simulazione idraulica utilizzato in PSFF e considerando la base dati disponibile in tale studio. In tal modo è possibile verificare la congruità tra i risultati e le mappature date nel PSFF e quelli ottenuti con i modelli utilizzati dal DICAAR nella stessa situazione. In particolare è esaminata in questa fase di verifica l'estensione delle aree di pericolosità idraulica ai diversi tempi di ritorno.

Nelle fasi successive di modellazione idraulica, finalizzata alla pianificazione degli interventi di mitigazione del rischio di alluvione, si utilizzerà comunque di regola HEC-RAS. Ovviamente, in tali fasi successive saranno introdotti nel modello tutti quegli elementi conoscitivi, in particolare il modello digitale del terreno, che consentono una maggiore aderenza e dettaglio nella mappatura delle aree di esondazione e nelle valutazioni tecnico economiche. In specifico, la modellazione idraulica dovrà essere in grado di definire i battenti idrici nelle aree soggette ad alluvione per ottenere un'adeguata valutazione del danno atteso.

Si ricorda che in convenzione è previsto che nei tronchi idrici esaminati saranno individuati e studiati, a livello di fattibilità, gli interventi di sistemazione idraulica che si rendono necessari realizzare ex novo, ovvero gli interventi necessari per adeguare e integrare le opere di difesa esistenti, di modo da riportare nel territorio limitrofo al corso d'acqua le condizioni di pericolosità a livello compatibile con il corretto sviluppo del territorio.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Il presente studio è propedeutico alla realizzazione finale del Piano ed è previsto che gli interventi siano esaminati a livello di progetto di fattibilità delle opere, per ognuno dei tronchi critici analizzati. Dovrà pertanto essere prodotta la descrizione degli interventi di cui si prevede la realizzazione, la stima degli oneri conseguenti e le eventuali soluzioni alternative che saranno esaminate considerando differenti Scenari di intervento che siano funzionalmente efficienti e possibilmente inseriti in un contesto di eventuale realizzazione anche per step funzionali successivi ma che comunque mantengano, esaminati singolarmente, adeguata efficienza tecnica nel mitigare la pericolosità da eventi di piena.

Con riferimento ai contenuti della relazione monografica, di seguito si darà una descrizione sintetica dell'idrografia e principali caratteristiche del bacino del Rio di San Giovanni, principali criticità riscontrate, elementi di documentazione di criticità storiche e riscontri dalla modellazione idraulica, scenari di intervento previsti e loro giustificazione tecnico-economica.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

BACINO IDROGRAFICO DEL RIO PALMAS

L'area geografica oggetto del presente studio ricade all'interno del Sub-Bacino n°1 Sulcis-Iglesiente, precisamente nella area geografica in cui è presente il Rio Palmas, alimentato dalla confluenza del Rio Mannu di Narcao, del rio Gutturu de Ponti e del Rio Mannu di Santadi; il suo bacino imbrifero ricopre il territorio del Sub-Bacino per la maggior parte.

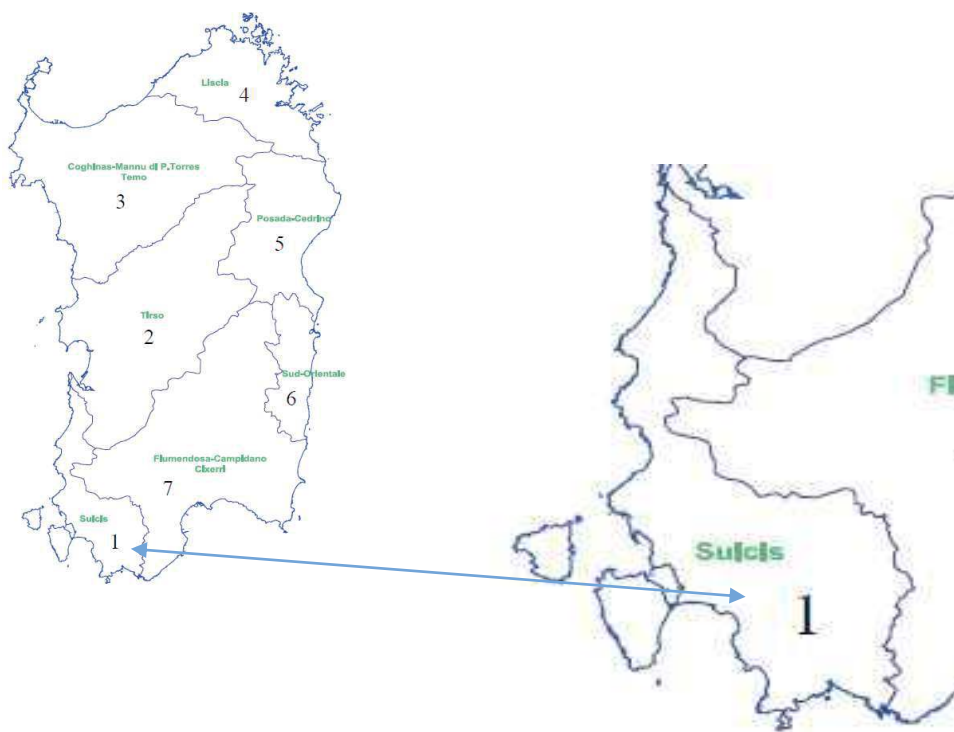


FIGURA 1 SUDDIVISIONE DEL TERRITORIO REGIONALE SARDO NEI SETTO SUB-BACINI IDROGRAFICI DI RIFERIMENTO



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Il bacino idrografico sotteso alla sezione di chiusura viene evidenziato nella [Figura 2](#). I dati caratteristici del bacino sono:

• Superficie	476.20	km ²
• Lunghezza asta principale	46.56	km
• Pendenza media bacino	25.92	%
• Lunghezza tronco critico	8.092	km
• Pendenza media tronco critico	0.002043	-
• CN	86	-
• Quota media del bacino	272.90	m s.l.m
• Quota massima	1113.27	m s.l.m
• Quota sezione di chiusura	0	m s.l.m



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

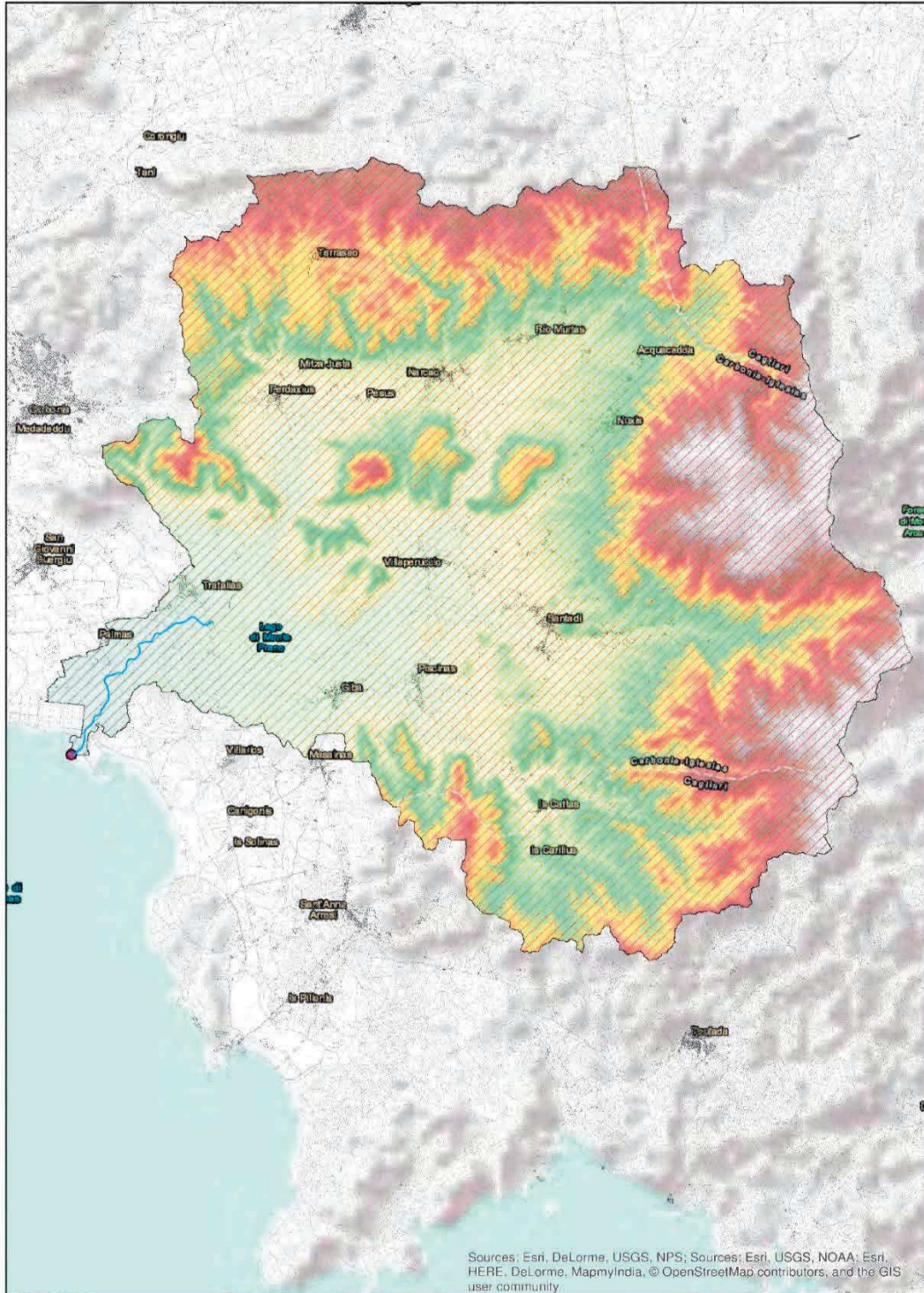


FIGURA 2 BACINO IDROGRAFICO DEL RIO PALMAS



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Nella **Tabella 1** sono indicati tutti i territori comunali ricadenti all'interno del bacino idrografico del rio Palmas.

TABELLA 1 COMUNI RICADENTI ALL'INTERNO DEL BACINO IDROGRAFICO DEL RIO PALMAS

COMUNE	SHAPE_Area	COMUNE	SHAPE_Area
-	km ²	-	km ²
Santadi	113.180	Siliqua	13.34
Narcao	83.274	Carbonia	13.20
Nuxis	61.279	San Giovanni Suergiu	10.83
Teulada	53.881	Villamassargia	5.34
Villaperuccio	36.428	Masainas	1.28
Perdaxius	29.450	Domus de Maria	0.21
Tratalias	20.805	Assemini	0.21
Piscinas	16.895	Villa San Pietro	0.03
Giba	16.736	Pula	0.01



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

1. AREA DI STUDIO

L'area esaminata nello studio ricade all'interno dei comuni di Tratalias, San Giovanni Suergiu e Giba. In passato il paese di Tratalias si trovava più a sud dell'attuale complesso, oggi identificato come Tratalias Vecchia. Il paese nacque intorno alla chiesa romanica di S. Maria di Monserrato, era un centro ben sviluppato: nel 1951 contava 1520 abitanti.



FIGURA 3 CHIESA ROMANICA DI S. MARIA DI MONSERRATO (TRATALIAS VECCHIA)

Nel 1954 vennero realizzati lo sbarramento sul Rio Palmas e il lago artificiale di Monte Pranu. Lo scopo dell'invaso era principalmente quello di consentire l'irrigazione nelle terre del Basso Sulcis a supporto delle attività agricole e pastorali. La filtrazione dell'acqua dall'invaso ha però determinato seri danni al centro abitato di Tratalias. Le infiltrazioni provocavano dissesti statici, danni agli edifici e problemi igienico-sanitari. Per questo motivo, nel 1971, si decise di ricostruire il paese più a nord, a poca distanza dal vecchio borgo, su una zona collinare considerata più sicura.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



FIGURA 4 VISTA DI TRATALIAS VECCHIA E TRATALIAS

Vennero costruiti più di 300 nuovi edifici. Oggi il centro è stato completamente trasferito, ma il vecchio borgo medievale e la chiesa romanica sono stati recuperati, per questo motivo “Tratalias Vecchia” non si può definire un luogo del tutto “abbandonato”.

La sezione più a monte del modello idraulico è situata immediatamente a valle della diga denominazione “Monti Pranu”, ID ADIS CA_GD_012.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

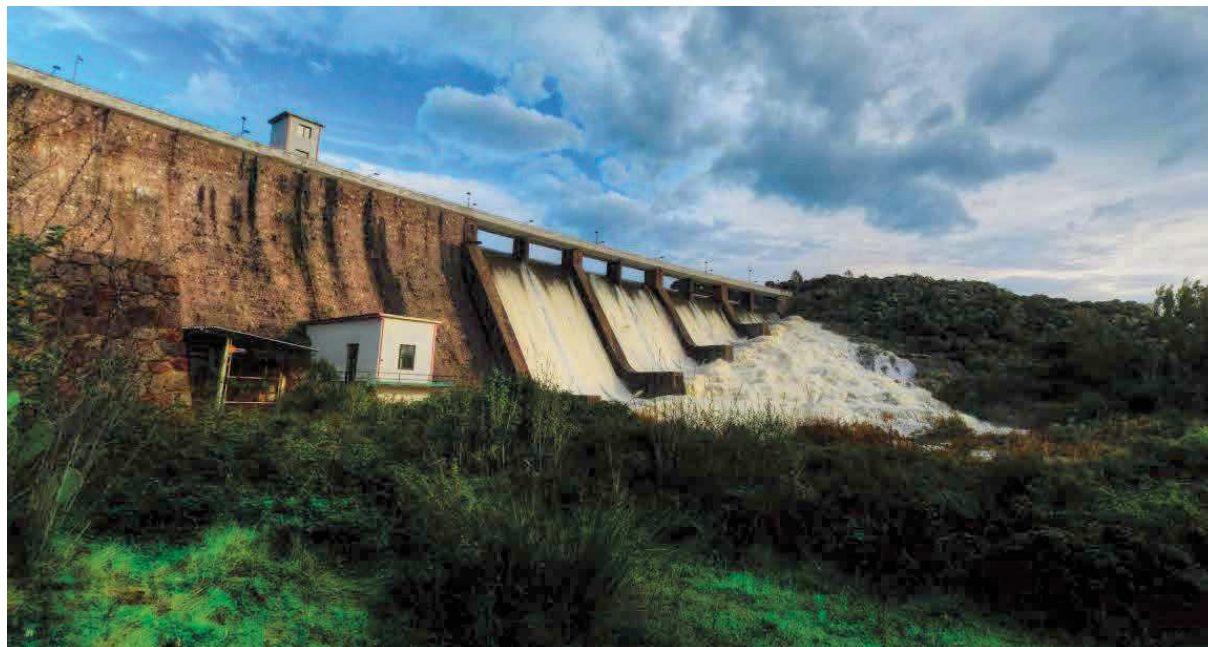


FIGURA 5 DIGA DI MONTE PRANU

La diga ha una struttura muraria a gravità, tracimabile in sinistra, ed è gestita dall'ENAS. L'altezza della diga è di 33.05 m, la quota al coronamento è di 46.50 m s.l.m con uno sviluppo del coronamento di 215.90 m. I dati principali dell'invaso sono:

- Quota di massimo invaso	45.5	m s.l.m
- Quota massima regolazione	43.5	m s.l.m
- Volume di laminazione	13	Mm ³
- Volume totale invaso	50	Mm ³
- Volume utile regolazione	49.3	Mm ³
- Portata massima di piena di progetto	1280	m ³ /s

- Scarico di superficie: è costituito da otto luci sfioranti della lunghezza complessiva di 68 m con soglia a 43.5 m s.l.m, ricavate in fregio al coronamento nella parte sinistra della diga. Lo scivolo è stato profilato in modo da accompagnare la lama tracimante.
- Scarico di erogazione: è costituito da due tubazioni parallele del diametro di 1.40 m, con asse a quota di 26.0 m s.l.m, attraversanti la diga in destra; l'imbocco è protetto da griglia a sacco;



le tubazioni sono intercettate a monte da paratoie lenticolari del diametro di 1.50 m comandabili dal coronamento e a valle da valvole a fuso.

- Scarico di fondo: consiste in una tubazione metallica del diametro di 1.40 m, con asse a 15.50 m s.l.m, annegata nel calcestruzzo nella parte centrale della diga; la tubazione è munita di griglia a sacco all'imbocco ed è intercettata a monte da una paratoia lenticolare del diametro di 1.50 m comandabile dal coronamento e a valle da una valvola a saracinesca sistemata in apposita cabina al piede della diga. Le acque scaricate sono raccolte in una vasca di smorzamento, rivestita in pietra, e quindi restituite all'alveo del torrente.



FIGURA 6 IDENTIFICAZIONE PLANIMETRICA DELL'AREA OGGETTO DELLO STUDIO IDRAULICO

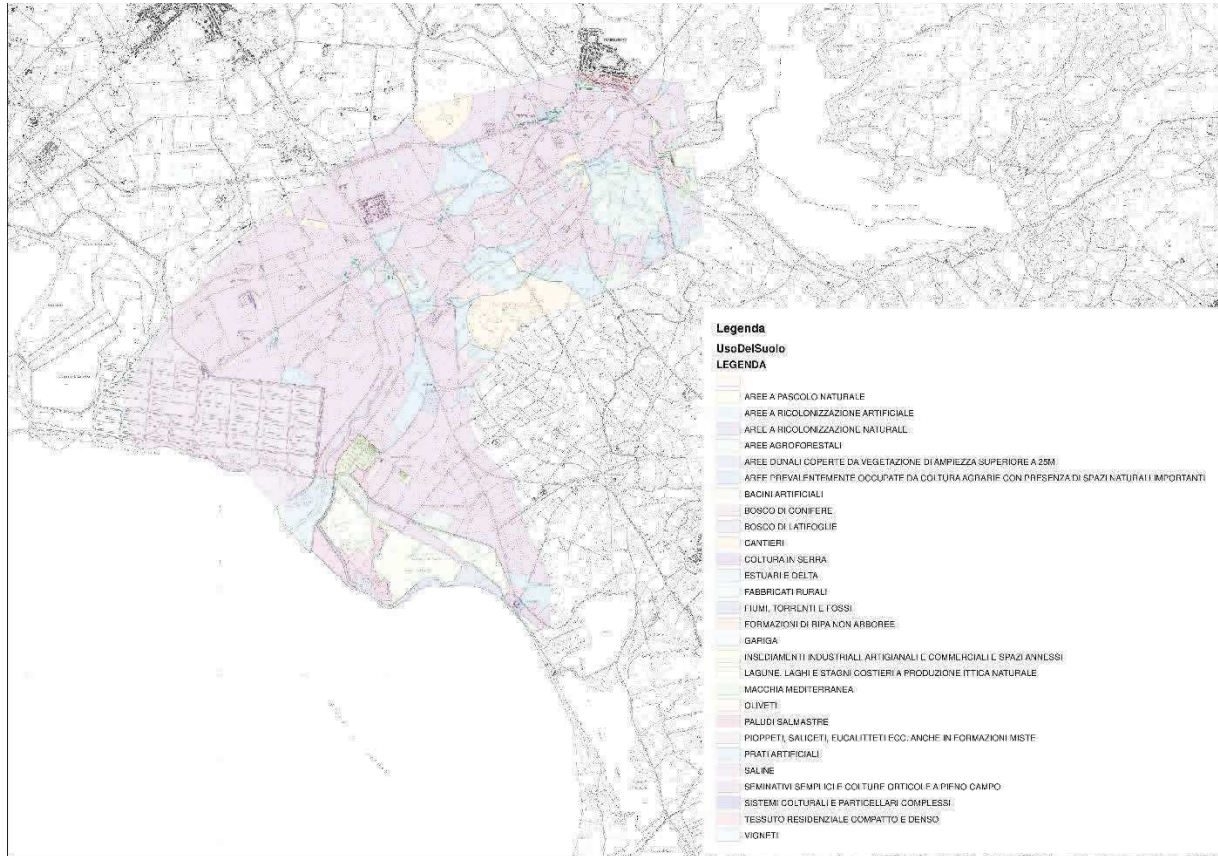


FIGURA 7 USO DEL SUOLO

La **Figura 7** riporta la carta dell'Usa del Suolo, preventivamente elaborata in ambiente GIS, al fine di determinare i parametri di scabrezza da inserire lungo le sezioni trasversali del modello idraulico. Inoltre mediante l'analisi areale dei tematismi riportati è possibile determinare le superfici e gli usi che sono presenti nell'area geografica oggetto dello studio. L'area analizzata, esterna alla fascia C geomorfologica presenta principalmente un territorio costituito da CAMPI SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ORTICOLE A PIENO CAMPO per 13.5 km², le SALINE rappresentano 2.78 km², 1.78 km² è costituito da prati artificiali, 1.25 km² da lagune; i restanti 5 km² rappresentano la somma degli utilizzi del suolo descritti nella legenda della **Figura 7**.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

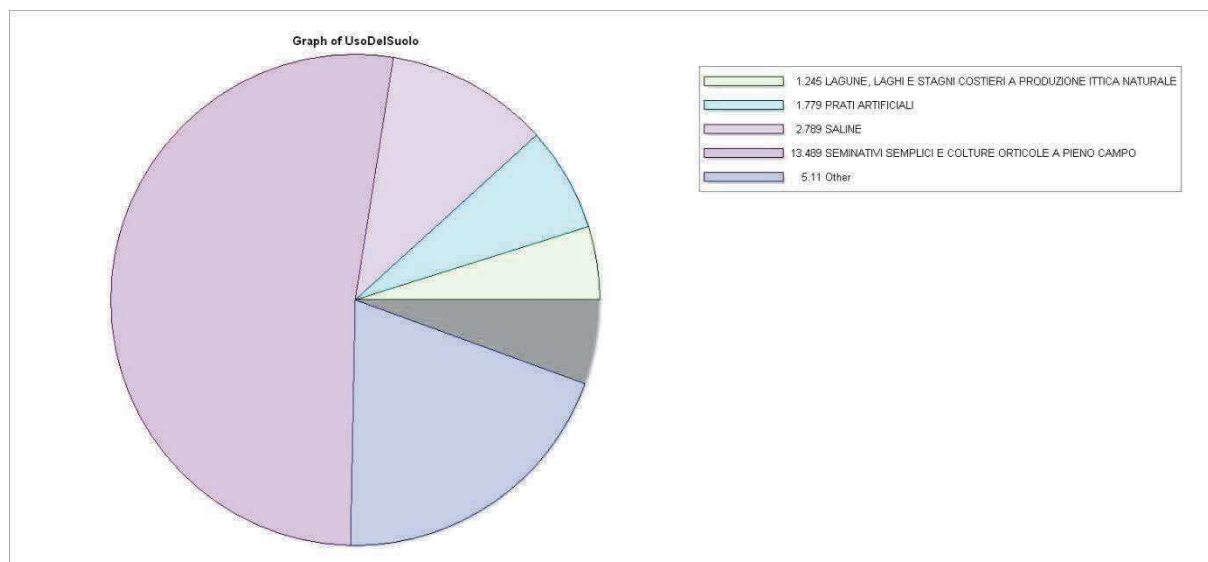


FIGURA 8 RAPPRESENTAZIONE TIPOLOGICA E DIMENSIONALE DELL'USO DEL SUOLO PRESENTE NELL'AREA ESPOSTA A RISCHIO IDRAULICO

Proseguendo da monte verso valle, lungo il rio Palmas si incontrano quattro attraversamenti stradali. Il primo, denominato "Ponte Canali Maggiori", è localizzato immediatamente a valle dello sbarramento di Monti Pranu, visibile nella Figura 10, costituito da cinque luci ad arco in cui la quota dell'estradosso del ponte risulta essere di 25.3 m s.l.m mentre l'intradosso è a quota di 23.54 m s.l.m. La Figura 11 evidenzia il ponte Tratalias lungo la SP74 realizzato con una unica campata dove la quota dell'intradosso è pari a 16.78 m s.l.m e l'estradosso a quota di 18.72 m s.l.m.

La Figura 12 rappresenta il ponte stradale sulla S.S 195 Sulcitana costituito da 6 campate e 4 pile avente quota dell'intradosso pari a 5.65 m s.l.m e quota dell'estradosso di 7.57 m s.l.m. Non lontano dall'attraversamento stradale sono presente in destra idraulica i nuclei abitati di Is Achenzas, Is Pistis e il Villaggio Palmas i quali contano un totale di 387 abitanti risultanti essere tutti e tre delle frazioni del comune di San Giovanni Suergiu. Mentre in sinistra idraulica, non distante dall'attraversamento stradale, è presente la chiesa romanica di Santa Maria di Palmas.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



FIGURA 9 RAPPRESENTAZIONE GEOGRAFICA DEI NUCLEI ABITATI DI IS ACHENZAS, IS PISTIS E VILLAGGIO PALMAS (SAN GIOVANNI SUERGIU)

La [Figura 13](#) rappresenta il ponte tubo presente in prossimità della foce del rio Palmas denominato Ponte Canale Circondario avente quota dell'intradosso pari a 2.75 m s.l.m e quota dell'estradosso di 4.13 m s.l.m.

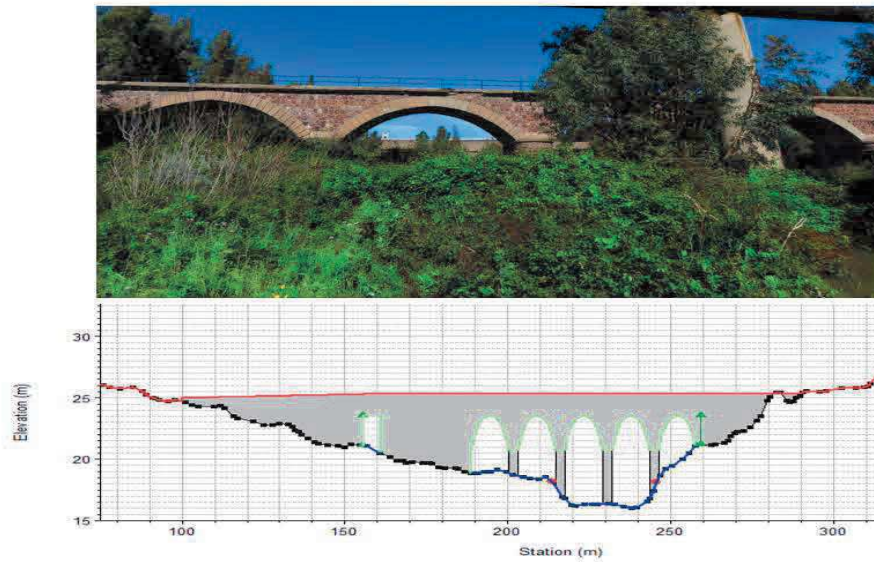


FIGURA 10 PONTE CANALI MAGGIORI

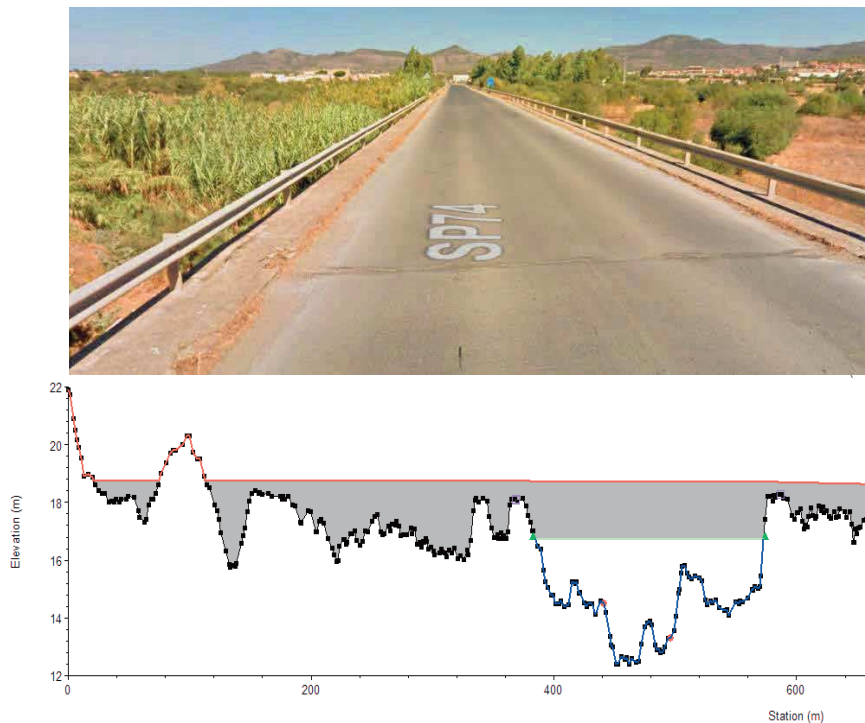


FIGURA 11 PONTE TRATALIAS



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

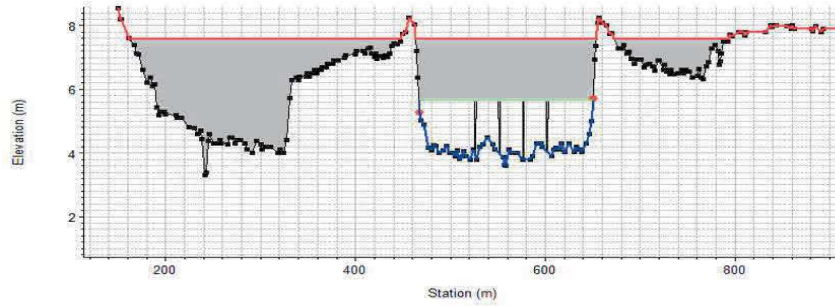


FIGURA 12 PONTE S.S.SULCITANA2

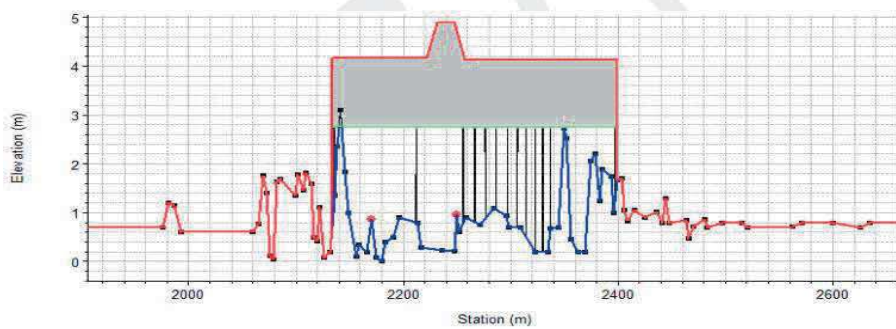
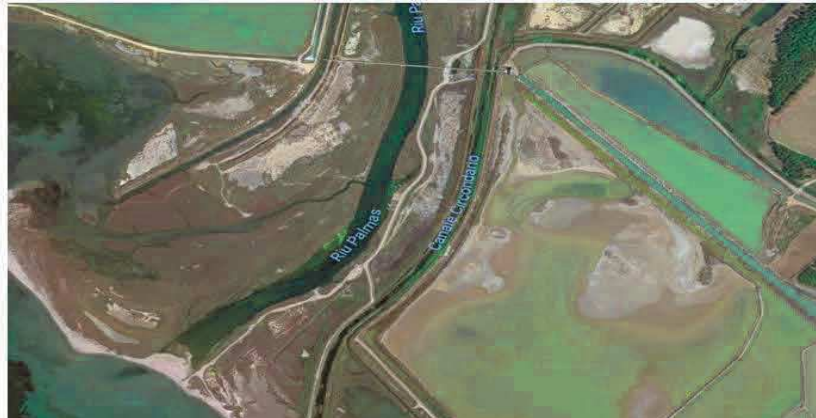


FIGURA 13 PONTE CANALE CIRCONDARIO



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

La sezione di chiusura del modello è impostata nella foce a mare del rio Palmas costituita dalle piane agricole costiere che, dal sistema idrografico del Rio San Milano (San Giovanni Suergiu), si sviluppano a sud fino a lambire i margini dei rilievi granitici che culminano nel promontorio di Punta di Cala Piombo (Sant'Anna Arresi). Si tratta di un vasto compendio agricolo caratterizzato da un articolato sistema di aree umide litoranee, servito da un dispositivo di drenaggio idraulico e di protezione periferica delle zone umide dall'afflusso idrico, funzionale al sistema di vasche di evaporazione per la produzione del sale di cui fanno parte lo Stagno di Santa Caterina, le Saline di Sant'Antioco, lo Stagno di Mulargia e di Porto Botte e, più a sud, il sistema di spiagge e lagune di Porto Pino-Stagno Is Brebeis. Il rio Palmas sfocia a est della Salina di Sant'Antioco con un aggetto deltizio asimmetrico per la progradazione dei sedimenti alluvionali verso est; la piana alluvionale, presso il delta, è interessata dal sistema umido costiero dello Stagno di Mulargia. Si nota dall'immagine satellitare la barra ad ostruzione della foce del rio Palmas, avente dimensione di 30 m circa, la quale impedisce, per gran parte dell'anno, a questo rio di far defluire liberamente a mare le sue acque.



FIGURA 14 STAGNO DI MULARGIA



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



FIGURA 15 VISTA DELL'ARENILE IN CUI SFOCIA IL RIO PALMAS

A nord-ovest della foce del rio Palmas è presente la Salina di Sant'Antioco. Essa si estende su una fascia pericostiera lunga circa 20 Km, per una profondità massima di circa 3 km. Realizzata nei primi anni '60 mediante opere di regimazione e collegamento di lagune costiere esistenti, entrò in produzione nel finire dello stesso decennio. Il movimento delle acque viene realizzato sfruttando per la maggior parte della superficie il dislivello naturale del terreno; ove ciò non è possibile provvedono 6 stazioni idrovore di sollevamento dislocate in diverse zone della Salina. Il periodo più favorevole alla produzione va da maggio a settembre: le operazioni di pompaggio hanno inizio quando le altezze di evaporazione prendono il netto sopravvento sulle piogge. Durante il restante periodo dell'anno l'attività produttiva è tesa alla conservazione delle caratteristiche delle acque presenti nelle diverse zone evaporanti. Le caratteristiche di questi importantissimi siti, costituiscono uno straordinario habitat soprattutto per la sosta e lo svernamento dei limicoli, di spatole, gru, aironi bianchi maggiori e di piccoli gruppi di oche, per i nidificanti abituali quali il cavaliere d'Italia, l'avoceta, il fratino, il fraticello, la sterna zampenere, la pernice di mare, il gabbiano roseo ed il gabbiano corallino, anatre di varie specie oltre al famoso fenicottero rosa che, ormai costantemente al di sopra del migliaio di individui, rappresenta proprio nella salina una delle più numerose popolazioni europee di questa specie.



2. MODELLAZIONE IDRAULICA DEL SISTEMA

Nell'analisi idraulica sono stati utilizzati i dati disponibili dai siti di deposito del patrimonio informativo e cartografico e dal repertorio degli studi realizzati dall'amministrazione regionale. In particolare, le ortofoto ad alta risoluzione della zona costiera sono state utili alla definizione del tracciato attuale dell'alveo, in quanto acquisite relativamente di recente (fra il 2006 e il 2008) e sufficientemente definite (dimensione pixel pari a 0.20 m, quota di volo media di 1500 m). La geometria delle sezioni fluviali dell'alveo naturale deriva dai dati della rilevazione aerea ad alta definizione (LIDAR) con dettaglio di 1 metro.

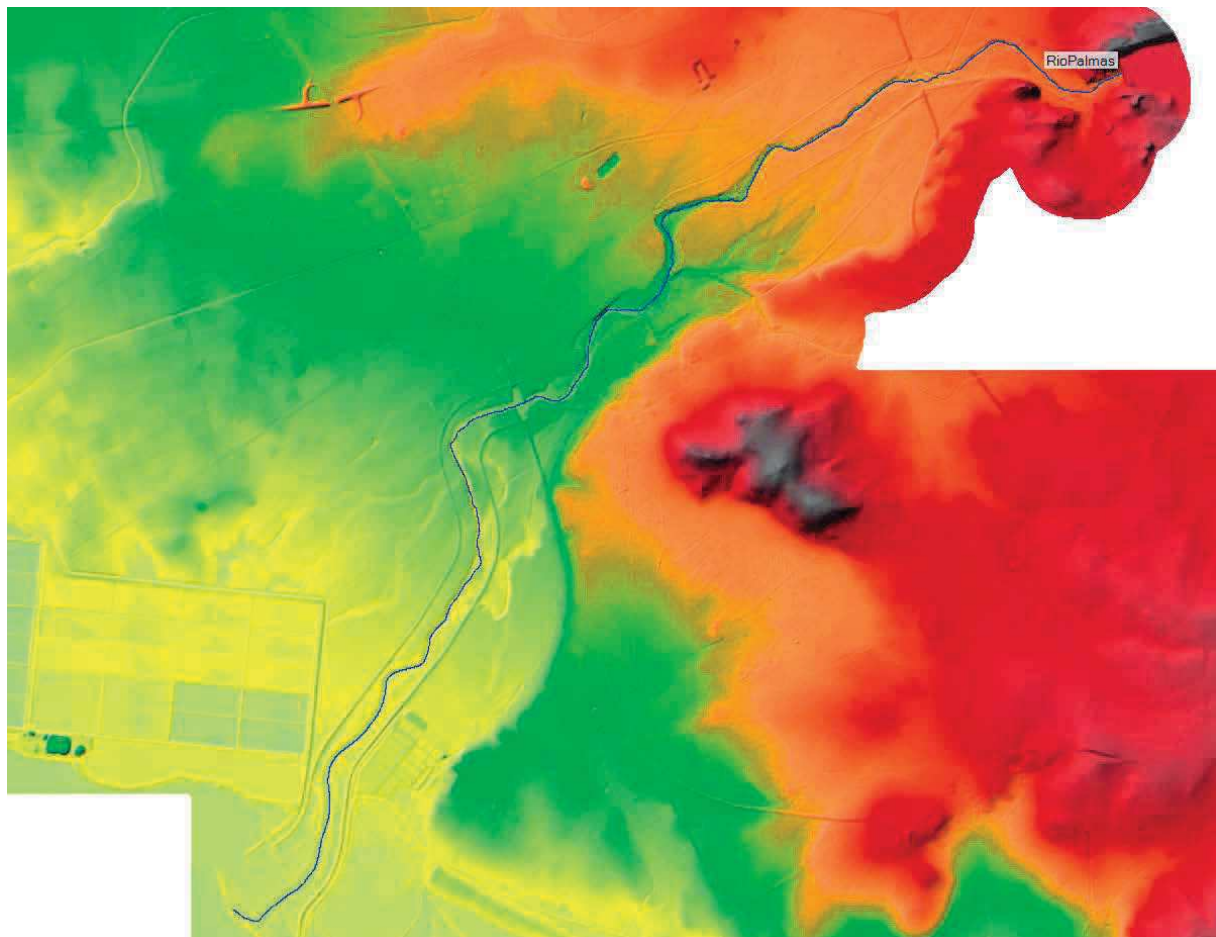


FIGURA 16 DTM AVENTE RISOLUZIONE DI 1M UTILIZZATO NELL'ANALISI IDRAULICA



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

2.1 CONDIZIONI AL CONTORNO

Ciascuna delle condizioni al contorno ai vari tempi di ritorno è stata determinata sulla base dello studio P.S.F.F. Complessivamente sono state condotte 3 simulazioni relative ai tempi di ritorno 50, 100 e 200 anni.

2.1.1 CONDIZIONE AL CONTORNO DI MONTE

Sulla base dell'analisi idrologica, l'alveo del rio Palmas è stato schematizzato tramite un unico tronco omogeneo lungo il quale la portata defluente resta costante. Il valore della portata al colmo ai diversi tempi di ritorno è dato nella tabella di seguito.

TABELLA 2 PORTATE AI VARI TEMPI DI RITORNO DEL PSFF

Riu Palmas – Valori di portata laminata per assegnato Tempo di Ritorno				
Portata T=2 (m ³ /s)	Portata T=50 (m ³ /s)	Portata T=100 (m ³ /s)	Portata T=200 (m ³ /s)	Portata T=500 (m ³ /s)
117	657	828	941	1160



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

2.1.2 CONDIZIONE AL CONTORNO DI VALLE

La condizione al contorno di valle, posta in corrispondenza dello sbocco a mare del corso d'acqua, è stata definita in termini di livello, sulla base dell'analisi del potenziale innalzamento del livello di medio mare durante un evento meteomarinico intenso. L'effetto di sopralzo del livello del medio mare in PSFF è considerato come somma dei 3 seguenti fenomeni:

- la marea astronomica;
- la variazione del livello dovuta alle condizioni di tempesta (storm surge), suddivisa tra la componente di wind set-up e di barometro inverso;
- il sopralzo dovuto al frangimento (wave setup).

Sovralzo di marea	Storm surge + wind setup	Frangimento (wave-setup)	Totale
(m)	(m)	(m)	(m)
0.45	0.35	1.00	1.80



2.2 GEOMETRIA DELLE SEZIONI E OPERE IDRAULICHE PRESENTI

2.2.1 MODELLO IDRAULICO

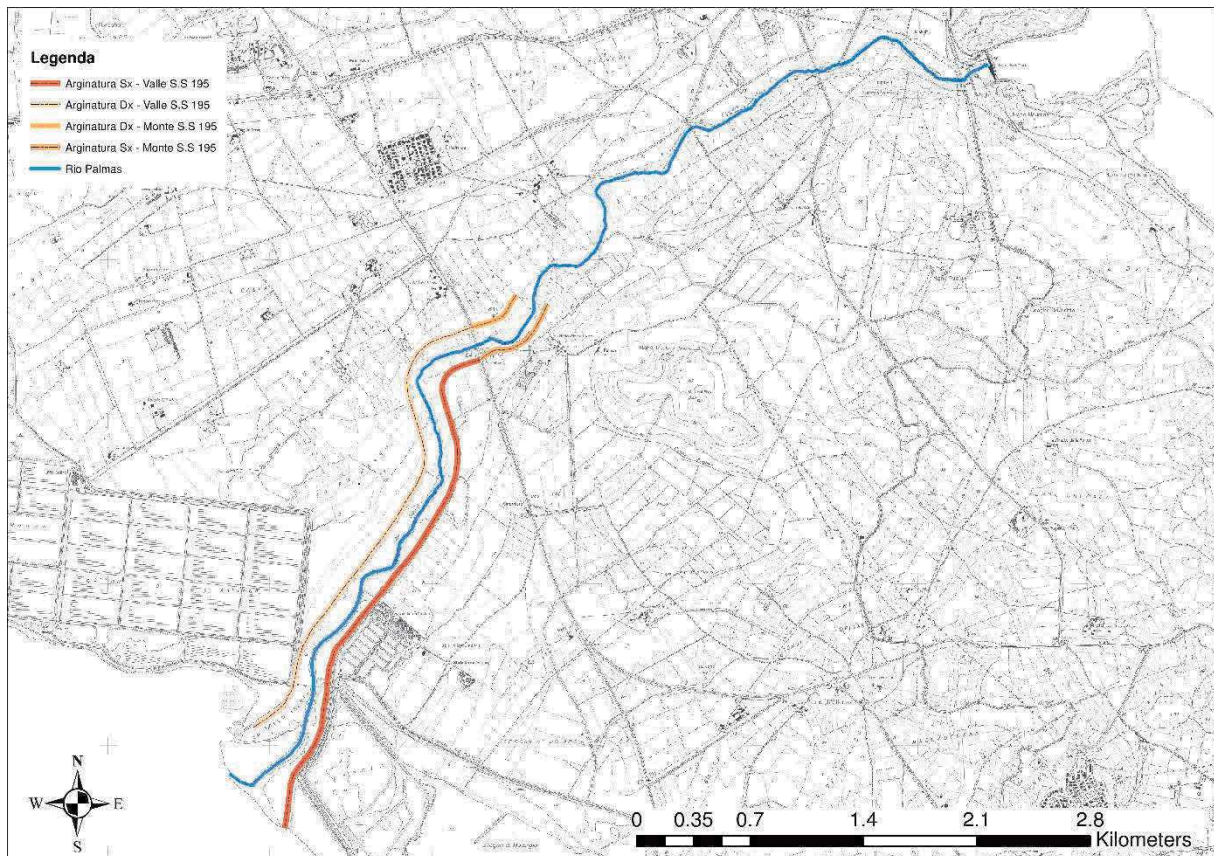


FIGURA 17 RIO PALMAS E IDENTIFICAZIONE DEL TRATTO ARGINATO VALLIVO ESISTENTE

Coerentemente con le indicazioni date nella Relazione metodologica, il modello idraulico HEC-RAS utilizzato per la definizione dei profili idrici, che sta alla base della perimetrazione della pericolosità idraulica, è un modello monodimensionale definito sulla base di 151 sezioni trasversali.

Le sezioni trasversali sono state tracciate con un passo di distanza di 100 m circa.

Ortogonalmente all'asse del Rio Palmas sono state individuate le sezioni trasversali di calcolo. L'andamento trasversale delle sezioni è stato determinato sulla base del Modello Digitale del Terreno (DTM) di precisione, con passo di campionamento di 1 m che descrive in modo adeguatamente dettagliato l'andamento del terreno. Il DTM è stato determinato attraverso il sistema Laser Scanning



LIDAR (sistema di scansione che utilizza la tecnica laser per la modellazione del terreno) e successiva estrazione del DTM ricavato applicando algoritmi di filtratura che individuano, in corrispondenza di un elevato gradiente presente nei dati, la presenza degli edifici e dei manufatti.

Mediante questa tecnologia di mappatura del terreno si può avere una precisione plano-altimetrica del terreno di ± 0.15 m. L'andamento del corso d'acqua è stato determinato sulla base dello shapefile, scaricabile dal sito web di Sardegna Mappe, realizzato nell'ambito del progetto SITR-EVO.

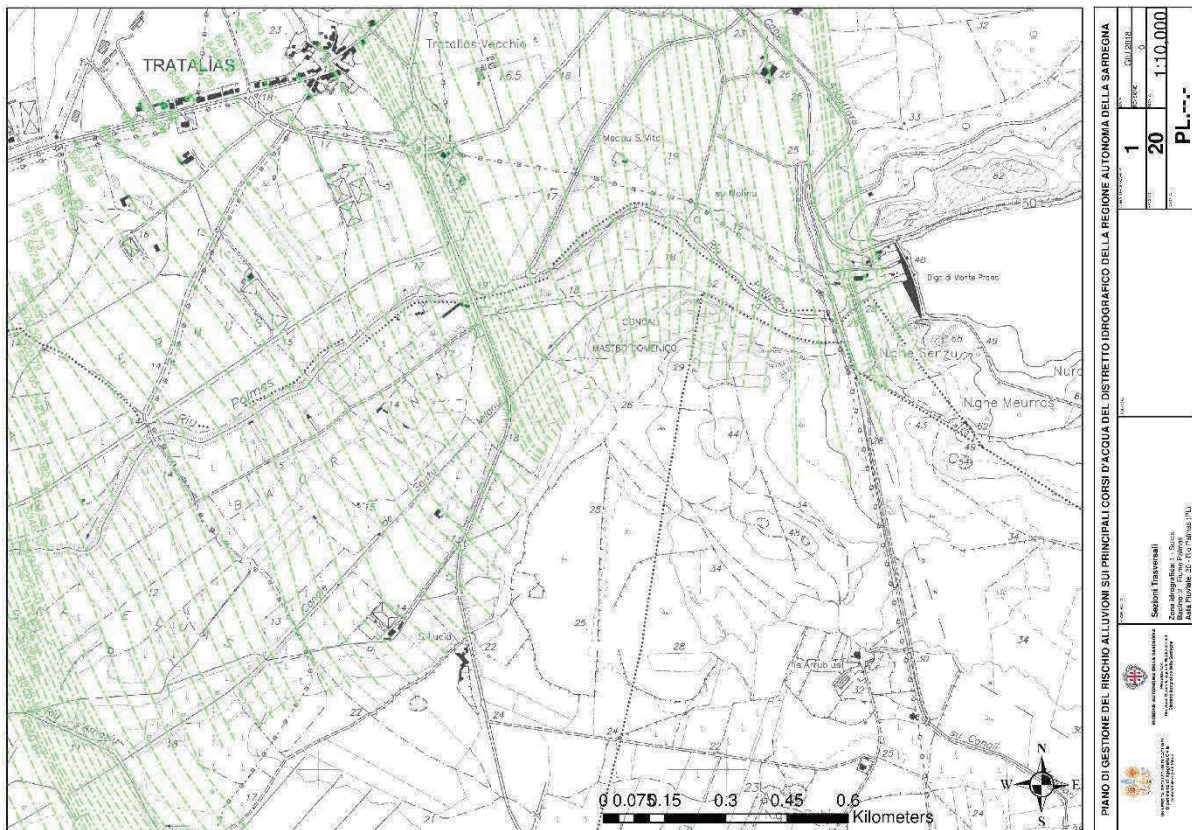


FIGURA 18 SEZIONI TRASVERSALI NEL TRATTO DI MONTE – QUADRO UNIONE 4 -



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

software HEC-RAS v.5.0 propone di utilizzare per la risoluzione del problema. Nello specifico si è fatto riferimento ai valori medi.

TABELLA 3 TABELLA 3-1 DEL CAPITOLO 3 DEL REFERENCE MANUAL DEL SOFTWARE HEC-RAS

Fiumi Naturali		Minimo	Medio	Massimo	
1. Canali principali					
	A. Pulito, rettilineo, pieno, senza fessure o pozze profonde	0.025	0.030	0.033	
	B. Come sopra, ma più pietre e erbacce	0.030	0.035	0.040	
	C. Pulito, curve, alcune pozze e banchine	0.033	0.040	0.045	
	D. Come sopra, ma qualche pietra ed erbacce	0.035	0.045	0.050	
	E. Come sopra, pendenze e sezioni inefficaci	0.040	0.048	0.055	
	F. Stessa "D" ma con più pietre	0.045	0.050	0.060	
	G. Flusso lento, presenza di erbacce. Piscine profonde	0.050	0.070	0.080	
	H. Sponde con molte erbacee, piscine profonde o inondazioni con legnami	0.070	0.100	0.150	
2. Pianure alluvionale					
	A. Pascolo				
		1. Erba corta	0.025	0.030	0.035
		2. Erba alta	0.030	0.035	0.050
	B. Zone coltivate				
		1. Nessun raccolto	0.020	0.030	0.040
		2. Colture mature in fila	0.025	0.035	0.045
		3. Colture a campi maturi	0.030	0.040	0.050
	C. Vegetazione a pennello				
		1. Vegetazione sparsa, erbacce pesanti	0.035	0.050	0.070
		2. Filari e piccoli alberi, in inverno	0.035	0.050	0.060
		3. Sparso e alberi, in estate	0.040	0.060	0.080
		4. Filari medio-densi, in inverno	0.045	0.070	0.110
		5. Filari medio-densi, in estate	0.070	0.100	0.160
	D. Alberi				
		1. Terreno bonificato con ceppi di alberi, senza germogli	0.030	0.040	0.050
		2. Come sopra, ma con germogli	0.050	0.060	0.080



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Fiumi Naturali			Minimo	Medio	Massimo
		3. Legname, pochi alberi, poco sottobosco sotto i rami	0.080	0.100	0.120
		4. Come sopra, ma con flusso nei rami	0.100	0.120	0.160
		5. Salici, denso, estate	0.110	0.150	0.200
3. Flussi di montagna, nessuna vegetazione nel canale, le banche solitamente ripide, con alberi e pennello sulle banche sommerse					
	A. In basso: ghiaia, ciottoli e pochi massi		0.03	0.04	0.05
	B. In basso: ciottoli con grandi massi		0.04	0.05	0.07



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

2.2.3 ATTRAVERSAMENTI STRADALI

La modellazione degli attraversamenti stradali è stata effettuata sulla base dei rilievi effettuati nella predisposizione del P.S.F.F. Si sono tenute le stesse quote e dimensioni delle pile dei vari ponti presenti lungo il corso d'acqua.

2.2.4 ARGINI E DIFESE DI SPONDA LONGITUDINALI

Il tratto terminale il rio Palmas è arginato. Gli argini, tra loro paralleli, definiscono l'alveo di piena sviluppandosi dal ponte della strada statale S.S 195 sino al mare, per una lunghezza di circa 2,900 e 3,300 m rispettivamente in destra e in sinistra. Il materiale del corpo della struttura è in terra: i paramenti, sia lato fiume che lato campagna, non rivestiti, sono ricoperti da vegetazione arbustiva. Solo al piede, lato fiume, le opere sono difese con gabbioni in massi di fiume. Le opere, a unica banca, di non recente realizzazione, presentano evidenti segni di dissesto al coronamento, ai paramenti e al corpo. Entrambi i coronamenti degli argini, dotati di una strada di servizio sterrata, evidenziano localizzati cedimenti e alcune corde molli. Si segnalano solo alcuni recenti interventi localizzati di sistemazione delle opere di arginatura a valle dell'invaso di Monte Pranu consistenti nel ripristino dello strato superficiale dell'argine mediante stesa di idoneo materiale al fine di migliorarne la percorribilità.

L'unica difesa longitudinale censita PLDL0001, costituita da 4 gradoni di gabbionate in massi di fiume, per una altezza complessiva di circa 4 m, è posta in località Is Garaus (progressiva chilometrica 5,2), ed ha la funzione di contenere l'erosione della sponda destra del rio. Dal sopralluogo si intuisce che, nel tratto, l'attività di erosione è tuttora in atto: evidente e generale è l'arretramento della ripida sponda in terra, ma oltremodo significativi sono i segnali di recenti cedimenti localizzati del terrazzo fluviale. L'opera, oltre a difendere la sponda, garantisce la contemporanea difesa dallo scalzamento dell'unica opera di immissione non regolata (v. paragrafo successivo Opere di immissione non regolate). I gabbioni di base dell'opera, investiti durante gli eventi alluvionali più intensi dal deflusso principale di corrente, non sembrano presentare evidenti segni di scalzamento al piede e deformazione al corpo. Una fitta vegetazione arborea – arbustiva tuttavia ricopre l'opera, impedendo pertanto ai rilevatori un'analisi più dettagliata.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Coerentemente con le indicazioni fornite nella Relazione metodologica, nella modellazione, HEC-RAS la presenza delle arginature è stata simulata preliminarmente utilizzando l'opzione levee (argine) sui rilevati arginali che consente di modellare la presenza di un'opera di contenimento della corrente idrica. In generale, come effetto di tale opzione (cui è sempre associata una quota topografica) si ha che:

- se la corrente idrica non supera la quota indicata, la sezione idraulica considerata nella simulazione sarà quella delimitata dall'arginatura e dalle sponde naturali,
- nel caso in cui le quote idriche calcolate fossero maggiori della quota di levee, il calcolo idraulico considera come sezione attiva quella delle sole sponde naturali, ignorando la presenza dell'azione di contenimento dell'arginatura anche se morfologicamente presente. Questa condizione esprime come risultato l'esondazione della sponda sovrastata dalla corrente idrica.

2.2.5 OPERE DI IMMISSIONE NON REGOLATE

L'unica immissione censita è posta in destra idrografica in loc. Is Garaus, ed è di fatto compresa all'interno della difesa longitudinale PLDL0001. L'opera, in calcestruzzo a sezione rettangolare aperta di 2.5 x 1.3 m, di non recente realizzazione, scarica per gravità nel riu Palmas le acque di un canale irriguo che scorre in destra sul terrazzo fluviale. Non sono presenti evidenti segni di dissesto, di scalzamento o cedimento localizzato.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

3. ANALISI DEI RISULTATI

L'analisi dei risultati viene effettuata suddividendo il tratto modellato in due zone:

- I. Tratto che va dalla diga di Monte Pranu, identificata dalla sezione di monte n°8050, fino all'attraversamento stradale della S.S Sulcitana.
- II. Tratto vallivo o arginato che va dall'attraversamento stradale della S.S Sulcitana, identificato dalla sezione trasversale n°3628.986 fino alla foce del rio Palmas.

3.1 STATO ATTUALE

Lo studio dello stato attuale permette di poter determinare, sulla base dei dati topografici più recenti, la mappatura delle esondazioni ai vari tempi di ritorno che ad oggi si potrebbe verificare a seguito di un evento con tempo di ritorno considerato.

Lo studio dello stato attuale è stato effettuato sulla base dei dati di portata evidenziati nella [Tabella 2 a pagina 24](#).

I risultati evidenziano come il moto del fluido sia quasi sempre di corrente lenta. Solamente in cinque sezioni del modello idraulico, le quali vengono riportate in Tabella 4 il moto del fluido è di corrente veloce. Tutte le sezioni aventi un numero di Froude maggiore di uno si trovano nella zona I mentre nella zona II si ha sempre un comportamento del flusso in corrente lenta per tutti i tempi di ritorno presi in considerazione dell'analisi.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

TABELLA 4 SEZIONI DEL MODELLO IDRAULICO IN CUI IL MOTO È DI CORRENTE VELOCE (ZONA I)

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
RioPalmas	7958.528	50Y	657	16	19.47	20.14	21.38	0.051	6.36	117.81	72.51	1.18
RioPalmas	7958.528	100Y	828	16	19.77	20.48	21.96	0.054	6.93	140.93	84.07	1.22
RioPalmas	7958.528	200Y	941	16	19.94	20.71	22.31	0.056	7.29	154.98	87.63	1.26
RioPalmas	7850	100Y	828	15.34	19.19	19.54	20.31	0.011	6.15	216.25	188	1.12
RioPalmas	7850	200Y	941	15.34	19.25	19.66	20.52	0.012	6.61	228.37	198.93	1.19
RioPalmas	4350	100Y	828	3.83	7.81	8.18	8.91	0.011	4.73	194.85	182.75	1.05
RioPalmas	3606.451	50Y	657	3.19	5.45	5.45	6.12	0.011	3.62	181.26	472.9	1
RioPalmas	3434.07*	50Y	657	2.73	4.67	4.57	4.93	0.007	3.03	315.06	417.24	1

Lo studio della corrente idrica nella Zona I evidenzia come il territorio a Sud del centro abitato di Tratalias Nuova sia in sicurezza dal punto di vista idraulico. C'è comunque da precisare che nel modello idraulico non è preso in considerazione il comportamento idraulico del rio Grabiolu. Questo rio scorre in destra idraulica rispetto alla diga di Monte Pranu, transita a valle dell'abitato di Tratalias Nuova e si immette in destra idraulica nel rio Palmas. Per questo motivo va precisato che la mappatura dell'area a pericolosità idraulica andrebbe esteso al reticolo idrografico minore per definire complessivamente gli ambiti a rischio nel territorio di Tratalias.



3.1.1 VELOCITÀ

In corrispondenza dei ponti l'analisi dei valori della velocità della corrente idrica è stata effettuata valutando i valori medi calcolati da ponte a ponte. Gli attraversamenti stradali presenti sono nel totale quattro di conseguenza i tratti in cui si sono determinati i valori medi risultano essere cinque. L'analisi è stata effettuata per i tre tempi di ritorno 50, 100 e 200 anni.

TABELLA 5 VALORI MEDI DELLA VELOCITÀ (Tr50Y)

River Sta	Profile	Vel Chnl (m/s)	Vel Left (m/s)	Vel Right (m/s)	Vel Total (m/s)	Froude # Chl	Froude # XS
7965	Bridge	2.93	1.83	1.62	2.32	0.43	0.47
6830	Bridge	3.14	1.83	1.48	2.19	0.57	0.69
3622	Bridge	1.89	1.34	0.68	1.55	0.40	0.55
913	Bridge	1.44	1.08	0.57	1.18	0.40	0.39
0	Foce	0.43	0.24	0.40	0.28	0.12	0.10

TABELLA 6 VALORI MEDI DELLA VELOCITÀ (Tr100Y)

River Sta	Profile	Vel Chnl (m/s)	Vel Left (m/s)	Vel Right (m/s)	Vel Total (m/s)	Froude # Chl	Froude # XS
7965	Bridge	3.03	1.94	1.74	2.39	0.42	0.45
6830	Bridge	3.39	2.03	1.56	2.32	0.59	0.76
3622	Bridge	2.06	1.49	0.77	1.68	0.42	0.60
913	Bridge	1.49	1.17	0.59	1.22	0.40	0.39
0	Foce	0.51	0.27	0.48	0.31	0.13	0.11

TABELLA 7 VALORI MEDI DELLA VELOCITÀ (Tr200Y)

River Sta	Profile	Vel Chnl (m/s)	Vel Left (m/s)	Vel Right (m/s)	Vel Total (m/s)	Froude # Chl	Froude # XS
7965	Bridge	3.11	1.92	1.83	2.41	0.41	0.45
6830	Bridge	3.51	2.13	1.58	2.36	0.60	0.78
3622	Bridge	2.06	1.53	0.81	1.66	0.42	0.59
913	Bridge	1.52	1.21	0.61	1.25	0.40	0.39
0	Foce	0.56	0.30	0.53	0.35	0.15	0.12

Nelle [Figura 23](#), [Figura 24](#) e [Figura 25](#) vengono messi a confronto i valori delle velocità medie ai vari tempi di ritorno rispettivamente per il Canale, Sinistra e Destra idraulica. Mediamente le velocità maggiori si hanno a monte, precisamente dove è presente l'attraversamento stradale del Ponte Canale Maggiori. Il valore massimo della velocità della corrente idrica in tale sezione è di 7.29 m/s per un evento bicentenario. In tale sezione, n° 7958.528 la corrente è sempre veloce ai vari tempi di ritorno. Le altre sezioni in cui si ha un comportamento di corrente veloce sono la n°3606.451 evento cinquantennale; n°7850 e n°4350 per un evento centenario; n°7958.528 e n°7850 per un evento bicentenario.

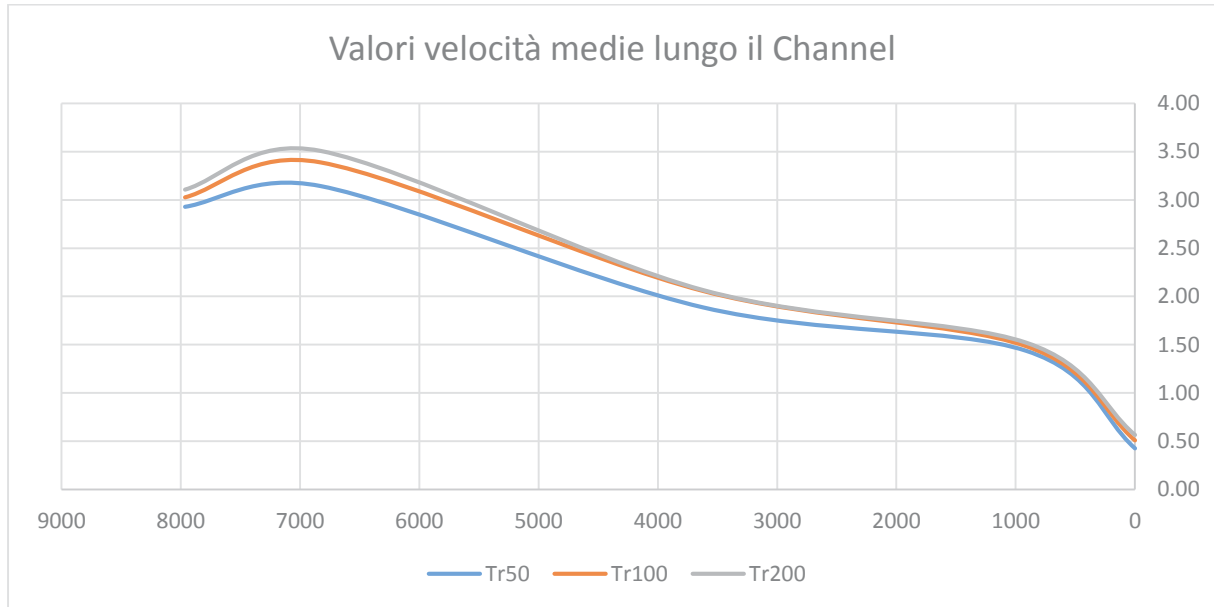


FIGURA 23 VALORI MEDI VELOCITÀ NEL CANALE

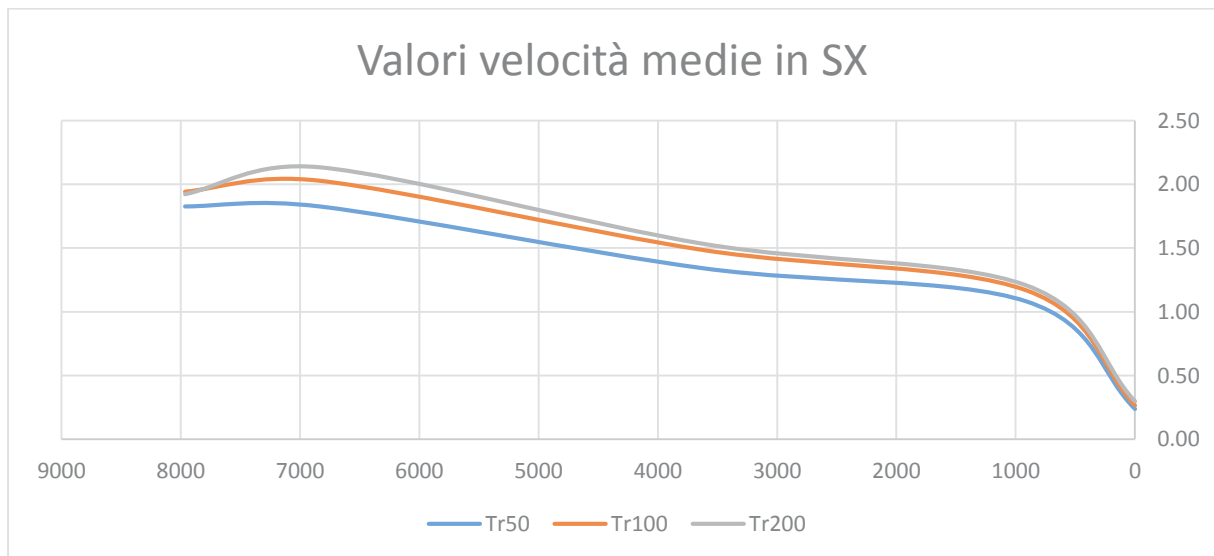


FIGURA 24 VALORI MEDI VELOCITÀ IN SINISTRA IDRAULICA



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

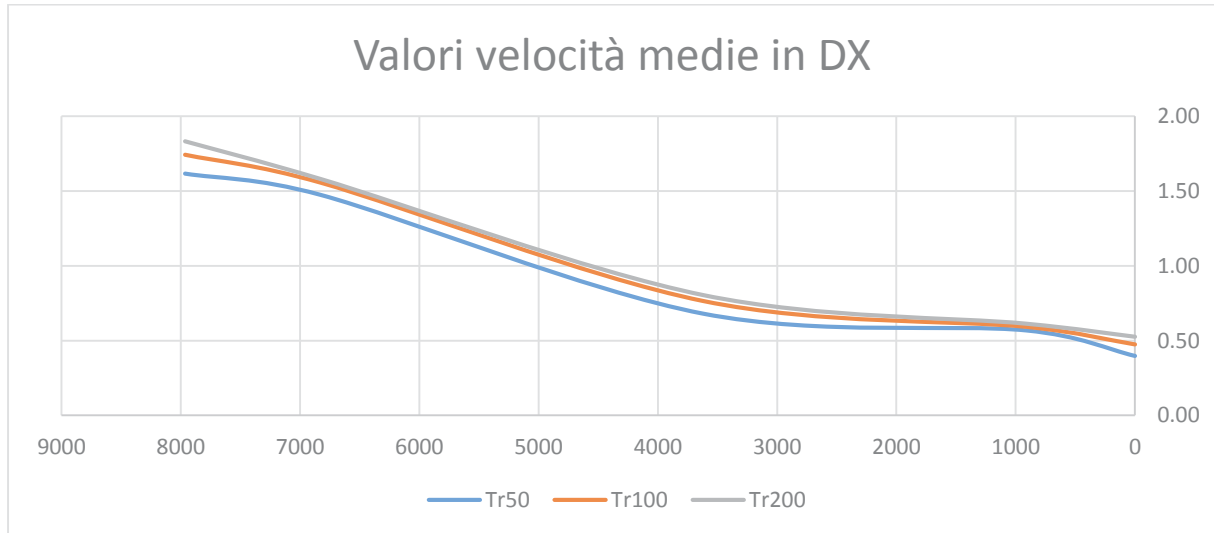


FIGURA 25 VALORI MEDI VELOCITÀ IN DESTRA IDRAULICA



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

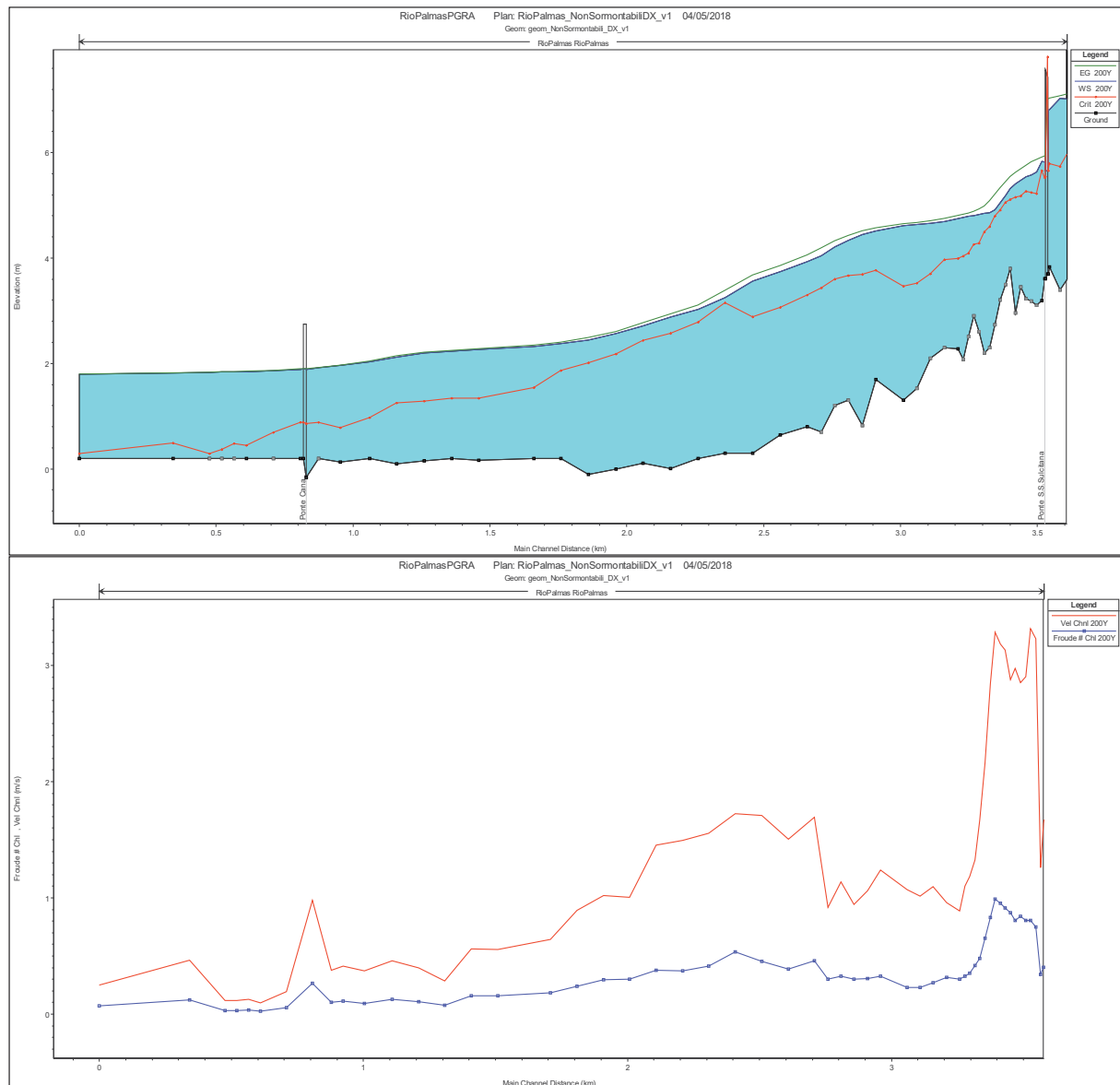


FIGURA 26 PROFILO LONGITUDINALE DI CORRENTE E DELLE VELOCITÀ PER UN EVENTO BICENTENARIO (200Y) DEL II° TRATTO

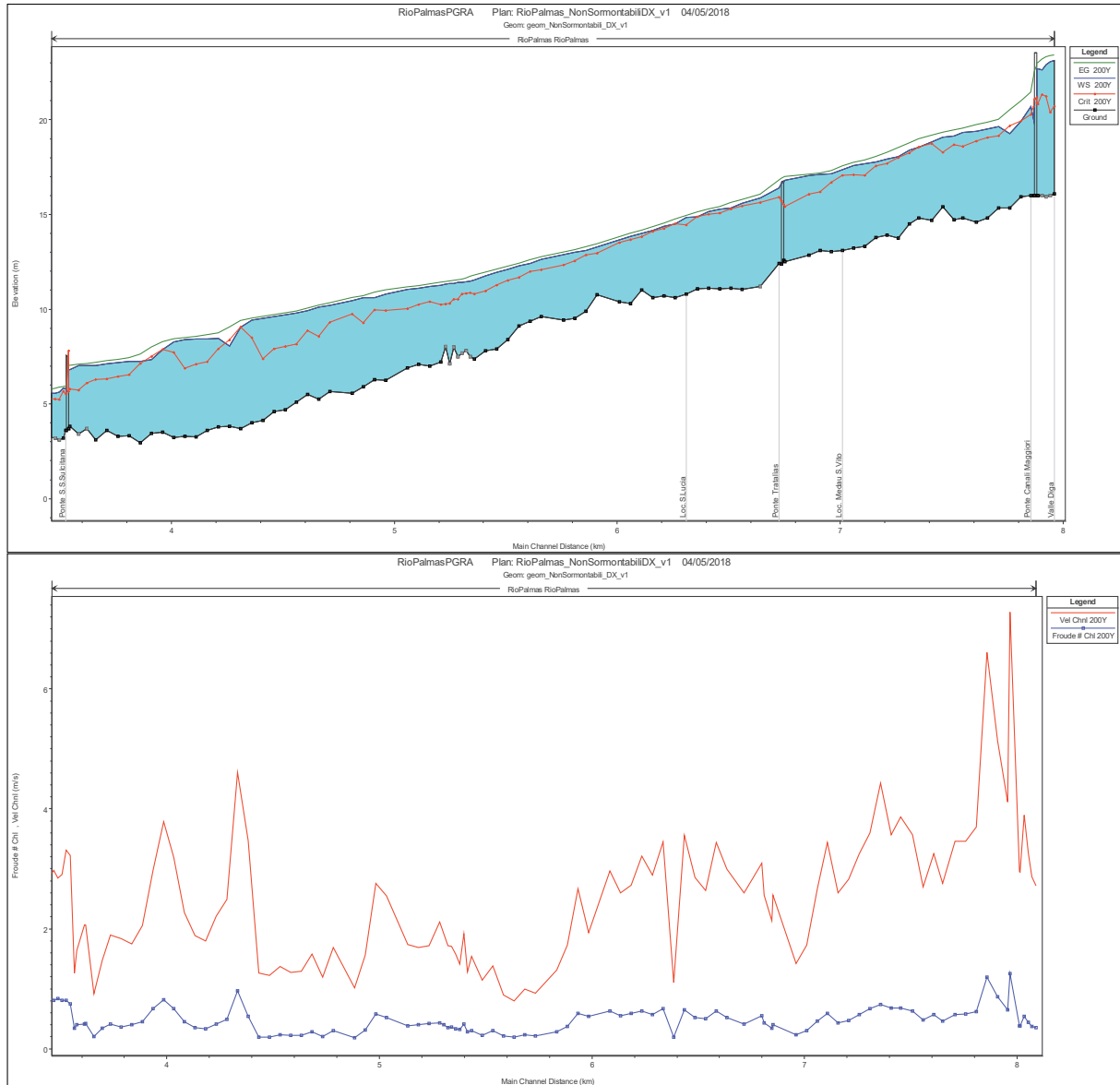


FIGURA 27 PROFILO LONGITUDINALE DI CORRENTE E DELLE VELOCITÀ PER UN EVENTO BICENTENARIO (200Y) DEL 1° TRATTO



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

3.1.2 CRITICITÀ NEL DIMENSIONAMENTO IDRAULICO ATTUALE DELLE ARGINATURE

Nello studio, l'ipotesi del collasso arginale, è stata valutata con riferimento all'azione idraulica esercitata dalle acque di piena sulla base dei soli dati geometrici disponibili, mancando allo stato attuale una caratterizzazione geotecnica che illustri le condizioni strutturali interne utili alla valutazione il coefficiente di sicurezza dell'ammasso terroso.

A tal proposito si precisa che le arginature esistenti presenti nel tronco analizzato sono da considerarsi non tracimabili in quanto non dotate di soglie impermeabili che consentano il sormonto e lo sfioro in sicurezza delle portate di piena in eccesso.

Il collasso del corpo arginale è nel seguito ipotizzato come dovuto al sormonto dello stesso, dunque trascurando l'incidenza dei possibili fenomeni di sifonamento. La geometria del modello idraulico, con l'utilizzo dei dati Lidar, ha permesso di stabilire in maniera sistematica l'andamento altimetrico del suolo e degli argini con una densità di circa 1.5 punti per m² e un errore medio +/- 15 cm. Considerando che generalmente le aree sulle sommità arginali sono sgombre da vegetazione massiva o di alto fusto, si può considerare la migliore prestazione del dato rilevabile con l'ausilio del Lidar. In tal senso, l'incertezza derivante dal dato altimetrico sulla geometria degli argini e quindi sulla stabilità sotto l'azione idraulica deve essere necessariamente rapportato a quella accuratezza. Nel seguito pertanto la condizione che induce al sormonto e, conseguentemente, all'apertura di una breccia nel corpo arginale viene fatta corrispondere al superamento della quota idrica corrispondente a un franco minimo di ampiezza minore o uguale a 20 cm.

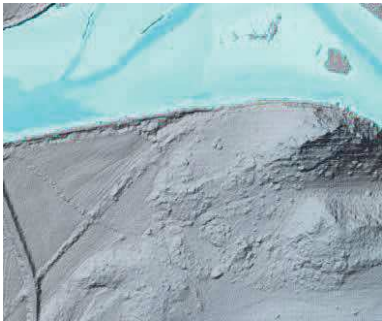
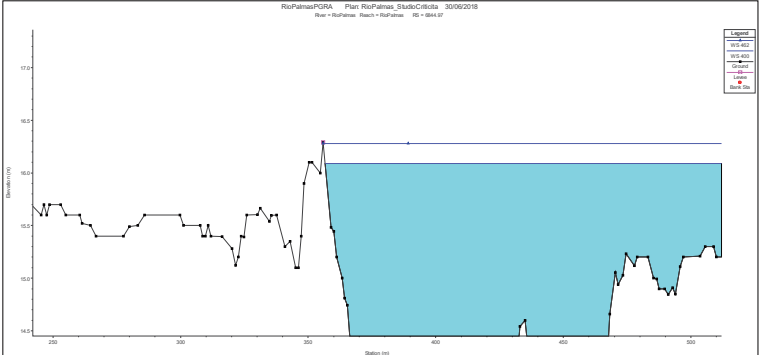
Operativamente, una volta nota la portata critica del tronco fluviale a valle della diga di Monti Pranu, la quale causa il sormonto dell'arginatura, si determina in coefficiente di laminazione ipotizzando un comportamento lineare della sua variazione in funzione del tempo di ritorno e quindi si determina il valore di portata indisturbata. Il tempo di ritorno di dimensionamento delle attuali arginature si ottiene invertendo il metodo TCEV diretto.



3.1.2.1 ARGINATURA ESISTENTE IN SINISTRA IDRAULICA A MONTE DEL PONTE TRATALIAS

Il punto in cui inizia l'insufficienza argina in sinistra idraulica si trova a circa 6.8 km dalla foce in prossimità dell'attraversamento stradale della S.P 74 "Ponte Tratalias". Il rilevato arginale esistente ha una quota minima di 16.29 m s.l.m la cui criticità è data nella [Tabella 8](#) anche in termini di tempo di ritorno dell'evento.

TABELLA 8 STIMA CRITICITÀ ARGINALE SINISTRA A 6.8 KM DALLA FOCE

Franco Idraulico	Sezione modello	Q_{lam} (m^3/s)	Q_{ind} (m^3/s)	Tempo di ritorno (anni)
20 cm (Sponda Sx)	6844.97	400	506	10.80
Franco annullato	6844.97	462	594	14.66
<i>Identificazione Planimetrica punto critico</i>				
				



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

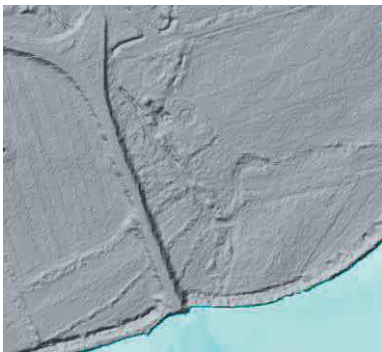
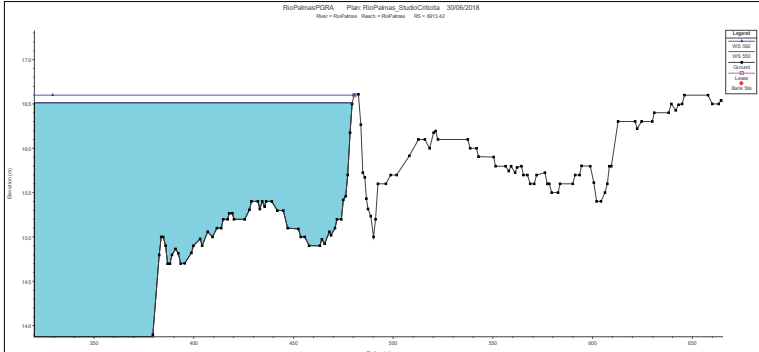
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

3.1.2.2 ARGINATURA ESISTENTE IN DESTRA IDRAULICA A MONTE DEL PONTE TRATALIAS

Il punto in cui inizia l'insufficienza argina in destra idraulica si trova a circa 6.9 km dalla foce in prossimità dell'attraversamento stradale della S.P 74 "Ponte Tratalias". Il rilevato arginale esistente ha una quota minima di 16.61 m s.l.m la cui criticità viene rappresentata nella [Tabella 9](#).

TABELLA 9 STIMA CRITICITÀ ARGINALE DESTRA A 6.9 KM DALLA FOCE

Franco Idraulico	Sezione modello	Q_{lam} (m^3/s)	Q_{ind} (m^3/s)	Tempo di ritorno (anni)
20 cm (Sponda Dx)	6913.42	550	724	23.01
Franco annullato	6913.42	592	788	28.75
<i>Identificazione Planimetrica punto critico</i>				
				



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

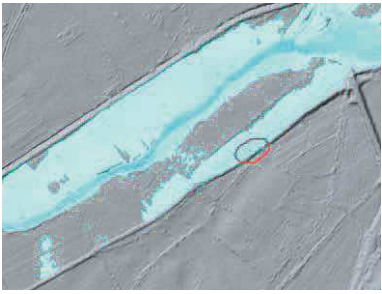
3.1.2.3 RILEVATO STRADALE IN SINISTRA IDRAULICA A VALLE DEL PONTE TRATALIAS

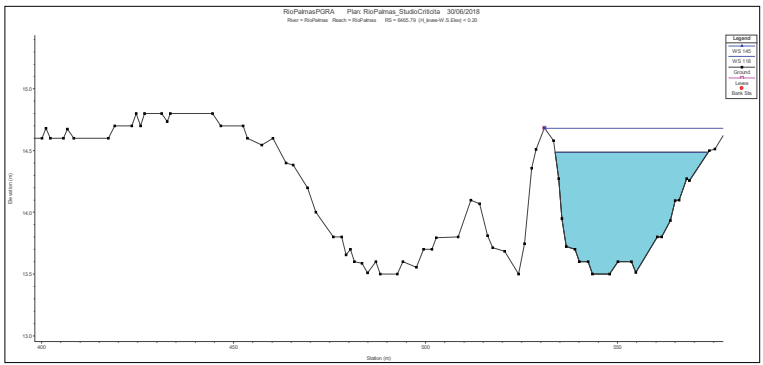
Il punto in cui inizia l'insufficienza del rilevato stradale in sinistra idraulica si trova a circa 6.46 km dalla foce a valle dell'attraversamento stradale della S.P 74 "Ponte Tratalias". Qui il flusso idrico confinato internamente ai due rilevati stradali risulta essere bicorsuale. Il rilevato stradale esistente ha una quota minima di 14.69 m s.l.m la cui criticità viene rappresentata nella [Tabella 10](#).

TABELLA 10 STIMA CRITICITÀ RILEVATO STRADALE IN SINISTRA A 6.46 KM DALLA FOCE

Franco Idraulico	Sezione modello	Q_{lam} (m^3/s)	Q_{ind} (m^3/s)	Tempo di ritorno (anni)
20 cm (Sponda Sx)	6465.79	118	139	2
Franco annullato	6465.79	145	172	3.38

Identificazione Planimetrica punto critico







REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

3.1.2.4 RILEVATO STRADALE IN DESTRA IDRAULICA A VALLE DEL PONTE TRATALIAS

Il punto in cui inizia l'insufficienza del rilevato stradale in destra idraulica si trova a circa 6.31 km dalla foce a valle dell'attraversamento stradale della S.P 74 "Ponte Tratalias". Il rilevato stradale esistente ha una quota minima di 14.70 m s.l.m la cui criticità viene rappresentata nella [Tabella 11](#).

TABELLA 11 STIMA CRITICITÀ RILEVATO STRADALE IN DESTRA A 6.31 KM DALLA FOCE

Franco Idraulico	Sezione modello	Q _{iam} (m ³ /s)	Q _{ind} (m ³ /s)	Tempo di ritorno (anni)
20 cm (Sponda Dx)	6316.58	170	203	3.76
Franco annullato	6316.58	223	270	4.75

Identificazione Planimetrica punto critico



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

3.1.2.5 ARGINATURA ESISTENTE IN DESTRA IDRAULICA A VALLE DELLA S.S 195

Il tratto arginato che si estende dall'attraversamento stradale della S.S 195 "Sulcitana" fino alla foce a mare ha uno sviluppo complessivo di 3 km. Per studiare la sua criticità idraulica e determinare l'evento estremo che può sopportare l'argine, evitando così il sormonto dell'opera, l'opera di difesa longitudinale viene suddivisa in tratti omogenei di 1 km di estensione. Tale procedura permetterà, in uno scenario futuro, la determinazione dei punti in cui è prioritario intervenire per la messa in sicurezza dell'arginatura stessa.

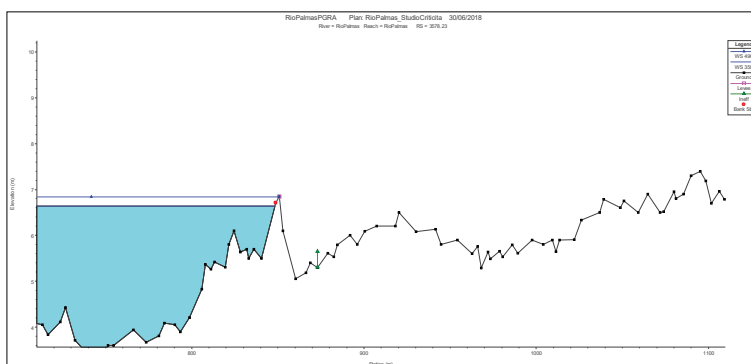
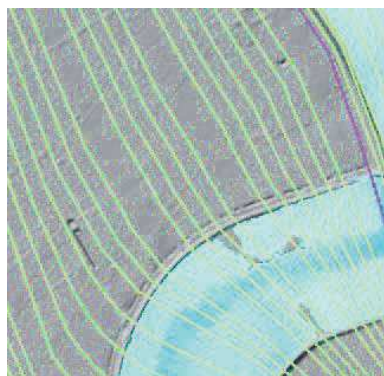
- Tratto 1: dalla sezione 3590.06 alla sezione 2506.85
- Tratto 2: dalla sezione 2506.85 alla sezione 1557.67
- Tratto 3: dalla sezione 1557.67 alla foce

Nel tratto arginato analizzato – TRATTO 1 – tre sono le sezioni che vanno in crisi in misura maggiore rispetto alle altre. La sezione n°3578.23 possiede una quota del coronamento di 6.85 m s.l.m, la sezione n°3530.61 ha una quota di 6.80 m s.l.m e la sezione n°2983.60 quota di 5.30 m s.l.m.

TABELLA 12 TRATTO 1 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°3578.23

Franco Idraulico	Sezione modello	Q _{lam} (m ³ /s)	Q _{ind} (m ³ /s)	Tempo di ritorno (anni)
20 cm (Sponda Sx)	3578.23	350	437	8.50
Franco annullato	3578.23	490	635	16.89

Identificazione Planimetrica punto critico





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

TABELLA 13 TRATTO 1 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°3578.23

Franco Idraulico	Sezione modello	Q_{lam} (m^3/s)	Q_{ind} (m^3/s)	Tempo di ritorno (anni)
20 cm (Sponda Sx)	3530.61	460	591	14.52
Franco annullato	3530.61	470	606	15.26
<i>Identificazione Planimetrica punto critico</i>				

TABELLA 14 TRATTO 1 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°2983.60

Franco Idraulico	Sezione modello	Q_{lam} (m^3/s)	Q_{ind} (m^3/s)	Tempo di ritorno (anni)
20 cm (Sponda Sx)	2983.60	370	465	9.35
Franco annullato	2983.60	460	591	14.52
<i>Identificazione Planimetrica punto critico</i>				



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Nel tratto di arginatura analizzato – TRATTO 2 – due sono le sezioni che vanno in crisi in misura maggiore rispetto alle altre presenti nel tratto analizzato. La sezione n°1939.74 possiede una quota del coronamento di 3.37 m s.l.m, la sezione n°1557.67 ha una quota di 3.29 m s.l.m.

TABELLA 15 TRATTO 2 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°1939.74

Franco Idraulico	Sezione modello	Q _{lam} (m ³ /s)	Q _{ind} (m ³ /s)	Tempo di ritorno (anni)
20 cm (Sponda Sx)	1939.74	270	331	5.87
Franco annullato	1939.74	340	424	8.11

Identificazione Planimetrica punto critico

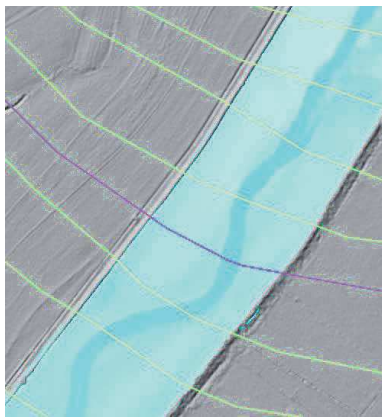
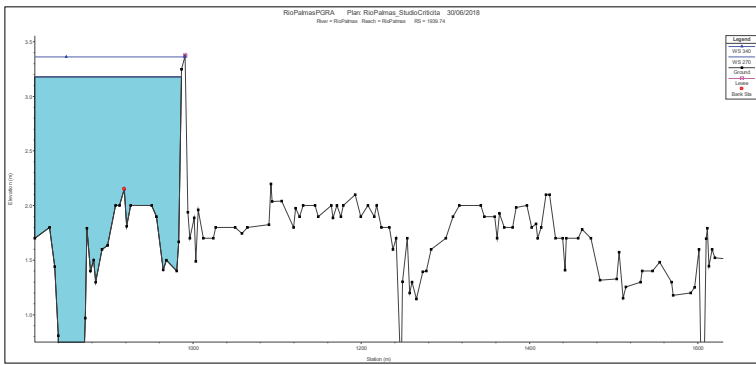
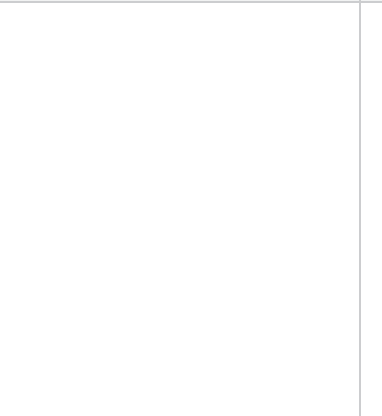
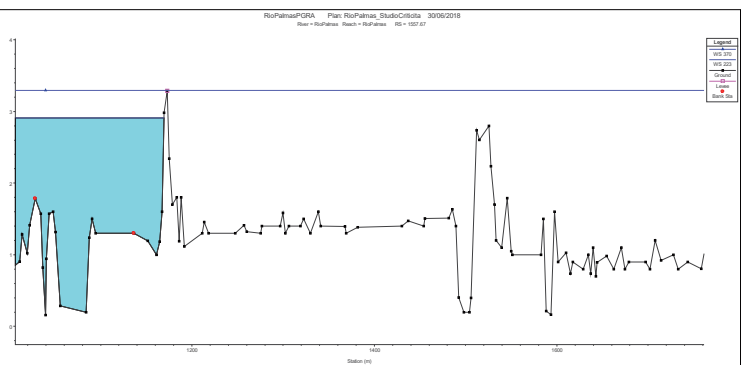



TABELLA 16 TRATTO 2 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°1557.67

Franco Idraulico	Sezione modello	Q _{lam} (m ³ /s)	Q _{ind} (m ³ /s)	Tempo di ritorno (anni)
20 cm (Sponda Sx)	1557.67	223	270	4.75
Franco annullato	1557.67	370	465	9.35

Identificazione Planimetrica punto critico



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Nel tratto di arginatura analizzato – TRATTO 3 – due sono le sezioni che vanno in crisi in misura maggiore rispetto alle altre presenti nel tratto analizzato. La sezione n°1295.32 possiede una quota del coronamento di 3.0 m s.l.m, la sezione 914.86 quota del coronamento di 1.62 m s.l.m, la sezione n°807.05 quota del coronamento arginale di 1.93 m s.l.m. Le ultime due sezione non vengono prese in considerazione nella valutazione della criticità perché entrambe possiedono una quota del coronamento arginale molto simile alla quota della condizione al contorno di valle, fissata in 1.80 m s.l.m, la quale influenza in misura considerevole i livelli idrici ai vari tempi di ritorno in prossimità della foce del rio Palmas.

TABELLA 17 TRATTO 3 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°1295.32

Franco Idraulico	Sezione modello	Q_{lam} (m^3/s)	Q_{ind} (m^3/s)	Tempo di ritorno (<i>anni</i>)
20 cm (Sponda Sx)	1295.32	260	318	5.61
Franco annullato	1295.32	400	506	10.8

Identificazione Planimetrica punto critico



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

3.1.2.6 ARGINATURA ESISTENTE IN SINISTRA IDRAULICA A VALLE DELLA S.S 195

Il tratto arginato che si estende dall'attraversamento stradale della S.S 195 "Sulcitana" fino alla foce a mare ha uno sviluppo complessivo di 3 km. Per studiare la sua criticità idraulica e determinare l'evento estremo che può sopportare l'opera di difesa longitudinale, evitando così il sormonto dell'opera, l'arginatura viene suddivisa in tratti omogenei di 1 km di estensione. Tale procedura permetterà, in uno scenario futuro, la determinazione dei punti in cui è prioritario intervenire per la messa in sicurezza dell'arginatura stessa.

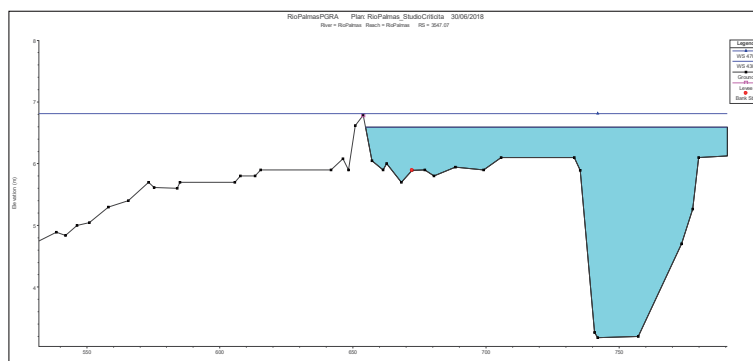
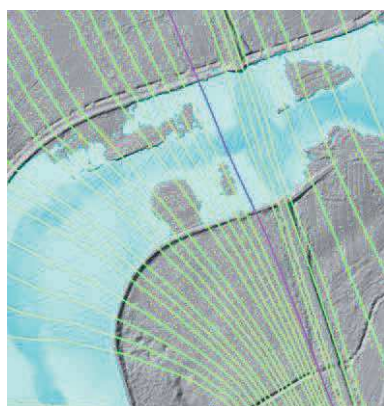
- Tratto 1: dalla sezione 3590.06 alla sezione 2506.85
- Tratto 2: dalla sezione 2506.85 alla sezione 1557.67
- Tratto 3: dalla sezione 1557.67 alla foce

Nel tratto di arginatura analizzato – TRATTO 1 – due sono le sezioni che vanno in crisi in misura maggiore rispetto alle altre presenti nel tratto analizzato. La sezione n°3547.07 possiede una quota del coronamento di 6.79 m s.l.m, la sezione n°2983.60 ha una quota di 5.20 m s.l.m.

TABELLA 18 TRATTO 1 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°3547.07

Franco Idraulico	Sezione modello	Q_{lam} (m^3/s)	Q_{ind} (m^3/s)	Tempo di ritorno (anni)
20 cm (Sponda Sx)	3547.07	430	548	12.51
Franco annullato	3547.07	470	606	15.26

Identificazione Planimetrica punto critico





REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna

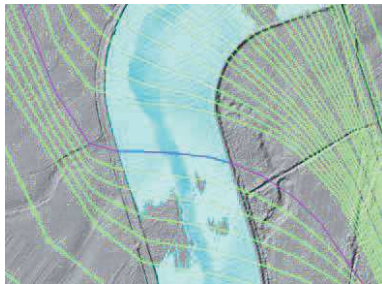
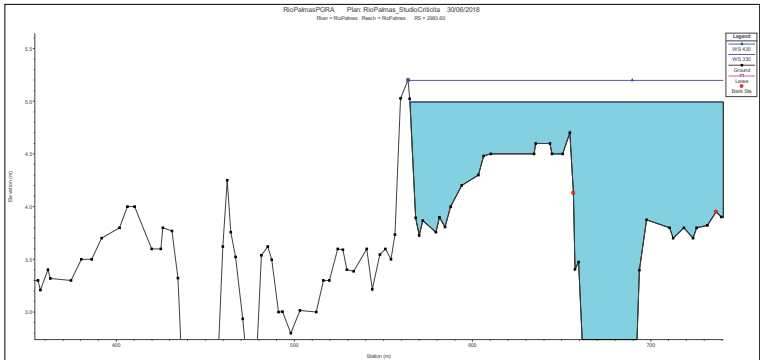


UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

TABELLA 19 TRATTO 1 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°2983.60

Franco Idraulico	Sezione modello	Q_{lam} (m^3/s)	Q_{ind} (m^3/s)	Tempo di ritorno (<i>anni</i>)
20 cm (Sponda Sx)	2983.60	330	410	7.74
Franco annullato	2983.60	430	548	12.51
<i>Identificazione Planimetrica punto critico</i>				
				

Nel tratto di arginatura analizzato – TRATTO 2 – due sono le sezioni che vanno in crisi in misura maggiore rispetto alle altre presenti nel tratto analizzato. La sezione n°2506.85 possiede una quota del coronamento di 4.25 m s.l.m, la sezione n°1939.74 ha una quota di 3.70 m s.l.m.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

TABELLA 20 TRATTO 2 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°2506.85

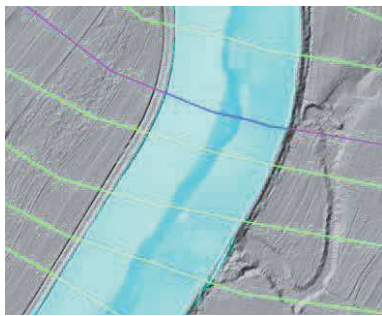
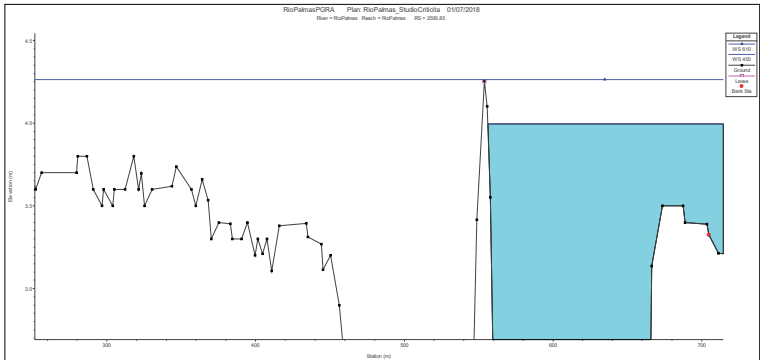
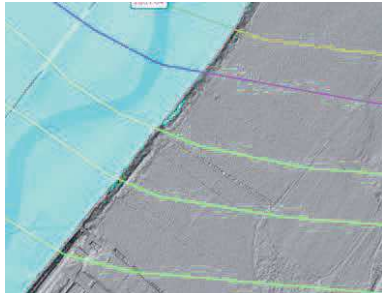
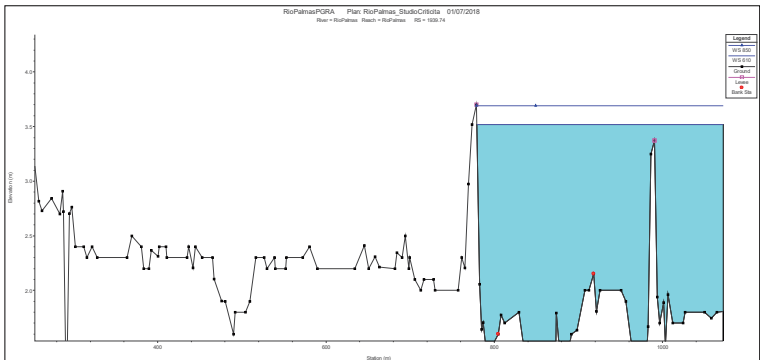
Franco Idraulico	Sezione modello	Q_{lam} (m^3/s)	Q_{ind} (m^3/s)	Tempo di ritorno (<i>anni</i>)
20 cm (Sponda Sx)	2506.85	450	577	13.81
Franco annullato	2506.85	610	816	31.67
<i>Identificazione Planimetrica punto critico</i>				
				

TABELLA 21 TRATTO 2 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°1939.74

Franco Idraulico	Sezione modello	Q_{lam} (m^3/s)	Q_{ind} (m^3/s)	Tempo di ritorno (<i>anni</i>)
20 cm (Sponda Sx)	1939.74	610	577	13.81
Franco annullato	1939.74	850	1215	126.8
<i>Identificazione Planimetrica punto critico</i>				
				



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Nel tratto di arginatura analizzato – TRATTO 3 – una è la sezione che va in crisi in misura maggiore rispetto alle altre presenti nel tratto analizzato. La sezione n°1043.23 possiede una quota del coronamento di 3.20 m s.l.m. Andando verso la foce la quota del coronamento dell'arginatura in sinistra si avvicina alla quota della condizione al contorno di valle e per questo motivo non si è rilevata la criticità delle sezioni più vallive.

TABELLA 22 TRATTO 3 IN DESTRA IDRAULICA – SEZIONE N°1043.23

Franco Idraulico	Sezione modello	Q_{lam} (m^3/s)	Q_{ind} (m^3/s)	Tempo di ritorno (<i>anni</i>)
20 cm (Sponda Sx)	1043.23	590	785	28.44
Franco annullato	1043.23	730	1009	61.93

Identificazione Planimetrica punto critico



3.1.2.7 ARGINATURA ESISTENTE IN DESTRA IDRAULICA A MONTE DELLA S.S 195

TABELLA 23 STIMA CRITICITÀ ARGINALE DESTRA A 3.64 KM DALLA FOCE

Franco Idraulico	Sezione modello	Q_{lam} (m^3/s)	Q_{ind} (m^3/s)	Tempo di ritorno (anni)
20 cm (Sponda Dx)	3642.09	340	424	8.11
Franco annullato	3642.09	388	490	10.19

Identificazione Planimetrica punto critico



3.1.2.8 ARGINATURA ESISTENTE IN SINISTRA IDRAULICA A MONTE DELLA S.S 195

TABELLA 24 STIMA CRITICITÀ ARGINALE SINISTRA A 3.82 KM DALLA FOCE

Franco Idraulico	Sezione modello	Q_{lam} (m^3/s)	Q_{ind} (m^3/s)	Tempo di ritorno (anni)
20 cm (Sponda Sx)	3829.73	175	209	3.85
Franco annullato	3829.73	208	251	4.48

Identificazione Planimetrica punto critico



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

3.1.2.9 RILEVATO STRADALE IN SINISTRA IDRAULICA DELLA S.S 195

La maggiore criticità idraulica si trova a sud del ponte stradale della S.S 195 "Sulcitana". Nella sezione identificata nella [Figura 37](#) è presente un cunicolo di dreno il quale raccoglie le acque superficiali che scorrono in sinistra idraulica. La quota del rilevato stradale in tale punto è di 6 m s.l.m, del tutto insufficiente al contenimento della piena cinquantennale. Nella [Tabella 25](#) è rappresentata la criticità del rilevato stradale.

TABELLA 25 CRITICITÀ IDRAULICA VALUTATA SUL RILEVATO STRADALE DELLA S.S 195 IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO IDRICO DEL RILEVATO

Franco Idraulico	Sezione modello	Q (m ³ /s)	Tempo di ritorno (anni)
20 cm (Sponda Sx)	3602.25	587	14.30
Franco annullato	3602.25	620	16.05

Identificazione Planimetrica punto critico	Sezione a monte del rilevato stradale della S.S 195



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

3.1.3 ANALISI IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO STRADALI

La verifica idraulica degli attraversamenti stradali è effettuata considerando come portata di progetto quella avente un tempo di ritorno bicentenario (200Y). A partire dallo sfioratore della diga di Monti Pranu si incontrano nella Zona I due attraversamenti stradali. Il primo, chiamato ponte Canali Maggiori, visibile nella [Figura 28](#), non presenta grosse criticità ai vari tempi di ritorno. Il livello della corrente idrica viene determinato mediante il metodo energetico, determinando il profilo di corrente.

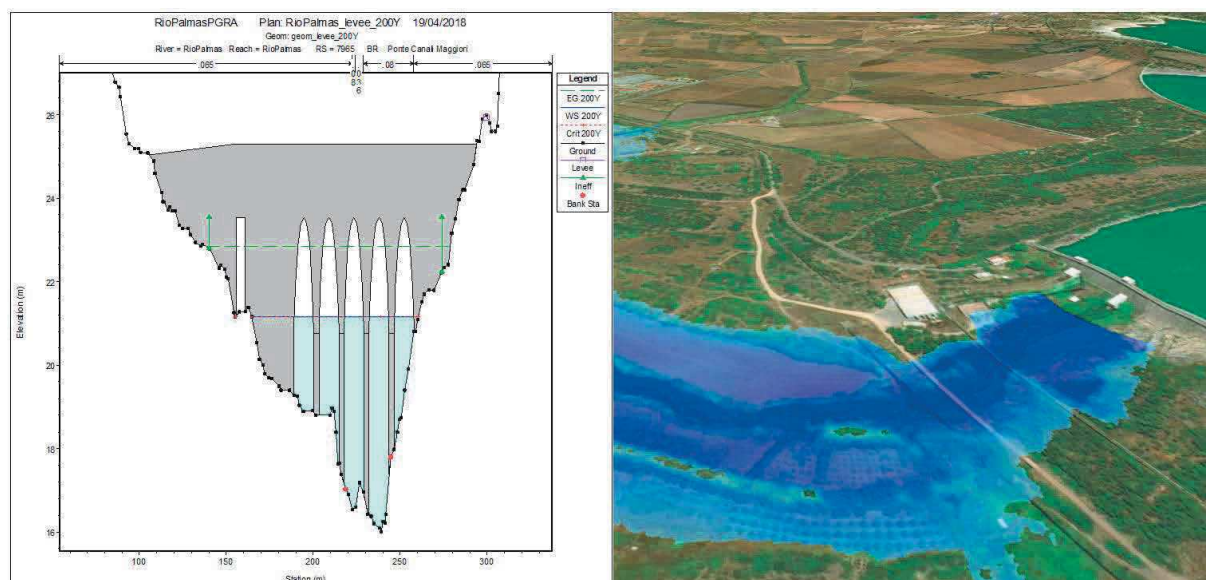


FIGURA 28 PONTE CANALI MAGGIORI

La quota dell'intradosso dell'impalcato stradale risulta essere di 23.54 m s.l.m. Per un evento di piene bicentenario (200Y), il flusso idrico transita in regime di corrente lenta a monte del ponte, per poi passare per lo stato critico e in regime di corrente veloce a valle dell'attraversamento. Il livello idrico nella sezione immediatamente a monte è di 21.16 m s.l.m, e utilizzando un franco idraulico secondo quanto previsto dall'art.21 delle Norme di Attuazione del P.A.I pari a 1.69 m, si evidenzia come il ponte sia in sicurezza dal punto di vista idraulico.

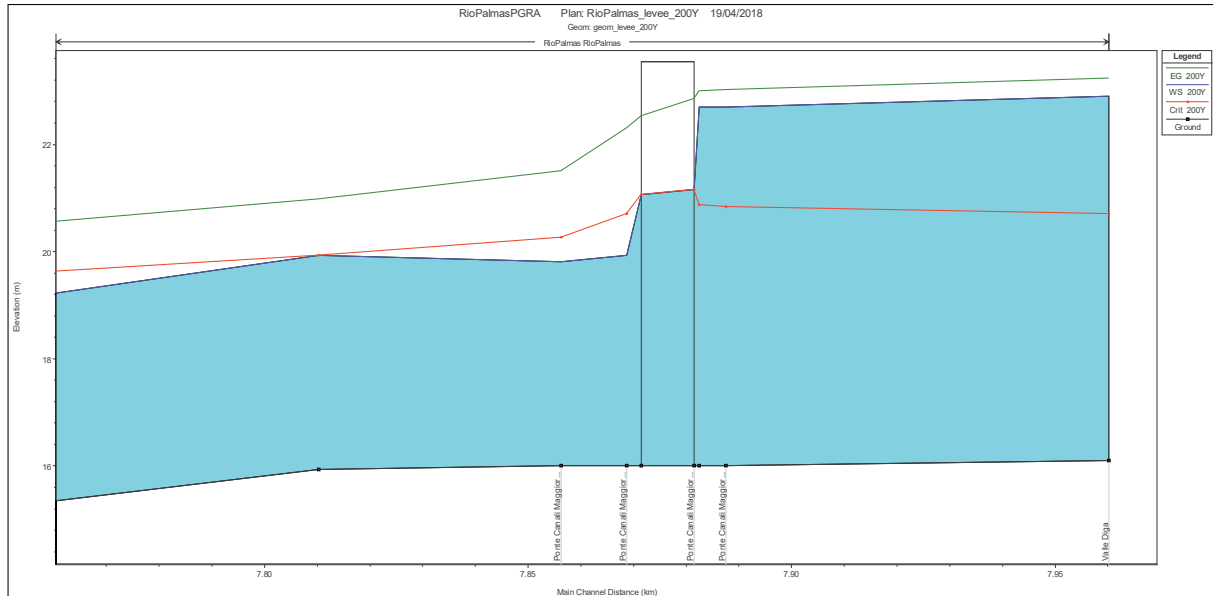


FIGURA 29 PROFILI DI CORRENTE BICENTENARIO (200Y) SUL PONTE CANALI MAGGIORI

Ponte Canali Maggiori RioPalmas RioPalmas RS: 7965 Profile: 200Y

E.C. US. (m)	22.99	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	22.69	E.G. Elev (m)	22.85	22.53
Q Total (m3/s)	941	W.S. Elev (m)	21.16	21.06
Q Bridge (m3/s)	941	Crit W.S. (m)	21.16	21.06
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	5.16	5.06
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	5.17	5.18
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	182.02	181.65
Weir Submerg		Froude # Chl	0.81	0.76
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	870.57	853.35
Min El Weir Flow (m)	25.24	Hydr Depth (m)	3.32	3.06
Min El Prs (m)	23.54	W.P. Total (m)	83.61	86.45
Delta EG (m)	0.68	Conv. Total (m3/s)	5287.8	4642.2
Delta WS (m)	2.75	Top Width (m)	54.76	59.41
BR Open Area (m2)	286	Frctm Loss (m)		
BR Open Vel (m/s)	5.18	C & E Loss (m)		
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	676.06	846.65
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	3495.04	4385.87
		Verifica Franco Idraulico Art.21 N.A PAI	Verificato	



A 6.83 km dalla foce è presente il Ponte Tratalias, visibile nelle [Figura 31](#), il quale non presenta nessuna pila all'interno dell'alveo. Nella tabella vengono riportati i parametri caratteristici del flusso bicentenario sul ponte in questione. Il valore massimo del franco idraulico da tenere in considerazione è 1.00 m. Il flusso viene calcolato con il metodo energetico. Il valore della quota dell'intradosso dell'attraversamento stradale è di 16.76 m s.l.m, la quota della corrente idrica sul ponte è di 16.7 m s.l.m a cui sommato il franco idraulico di 1 m fa sì che il ponte non sia in sicurezza dal punto di vista idraulico.

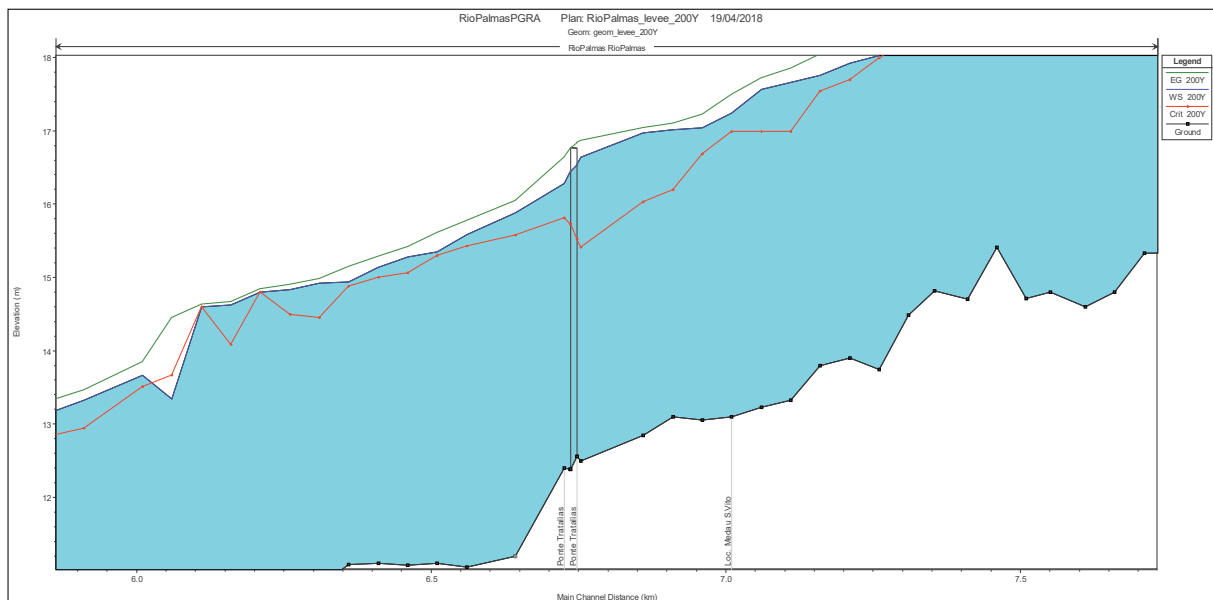


FIGURA 30 PROFILO DI CORRENTE BICENTENARIO (200Y) SUL PONTE TRATALIAS

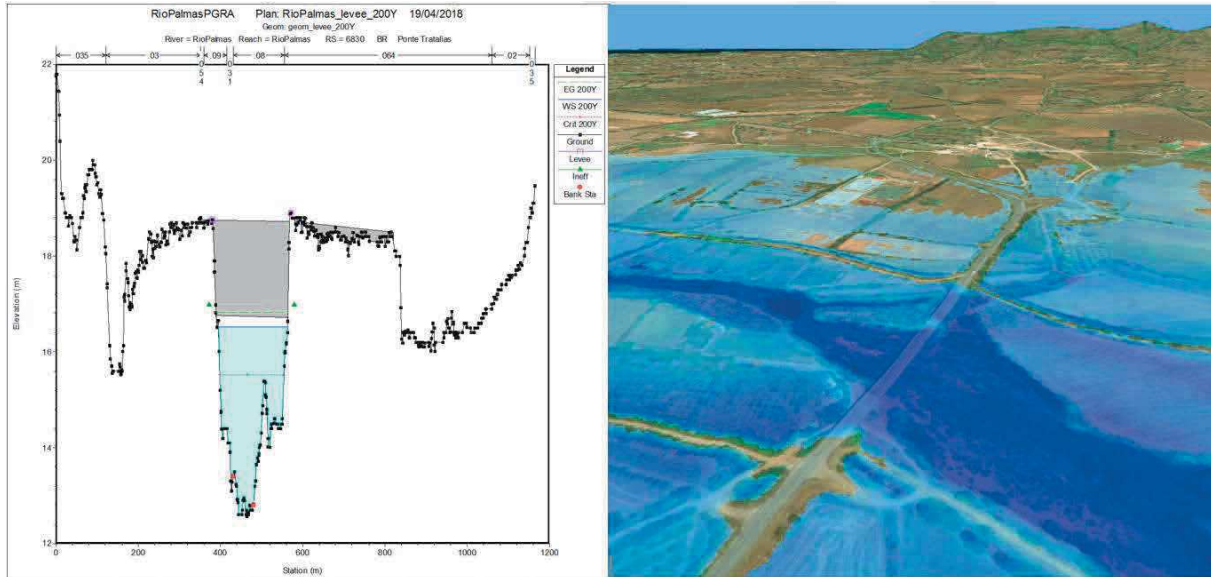


FIGURA 31 PONTE TRATALIAS, EVENTO TR=200Y

Ponte Tratalias RioPalmas RioPalmas RS: 6830 Profile: 200Y

E.G. US. (m)	16.97	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	16.71	E.G. Elev (m)	16.96	16.91
Q Total (m ³ /s)	941	W.S. Elev (m)	16.7	16.65
Q Bridge (m ³ /s)	941	Crit W.S. (m)	15.52	15.73
Q Weir (m ³ /s)		Max Chl Dpth (m)	4.15	4.26
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	2.05	2.14
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m ²)	459.26	439.23
Weir Submerg		Froude # Chl	0.35	0.43
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m ³)	915.18	819.5
Min El Weir Flow (m)	18.72	Hydr Depth (m)	2.64	2.35
Min El Prs (m)	16.76	W.P. Total (m)	175.5	189.09
Delta EG (m)	0.07	Conv. Total (m ³ /s)	13523.1	11351.4
Delta WS (m)	0.07	Top Width (m)	174.2	187.04
BR Open Area (m ²)	452.7	Frctn Loss (m)	0.06	0.01
BR Open Vel (m/s)	2.14	C & E Loss (m)	0	0
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m ²)	124.26	156.54
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	254.6	335.36
		Verifica Franco Idraulico Art.21 N.A PAI	Non Verificato	



A 3.62 km dalla foce incontriamo il ponte stradale della S.S 195 "Sulcitana". Tale attraversamento stradale, con il suo rilevato stradale avente quota di 6 m s.l.m costituisce un vero e proprio ostacolo per la corrente idrica, causando un effetto diga. Considerando un evento bicentenario (200Y) si ha il sormonto del rilevato stradale in sinistra idraulica. Il flusso idrico al di sotto della sede stradale è in pressione. E' evidente come il ponte non sia in sicurezza dal punto di vista idraulico.

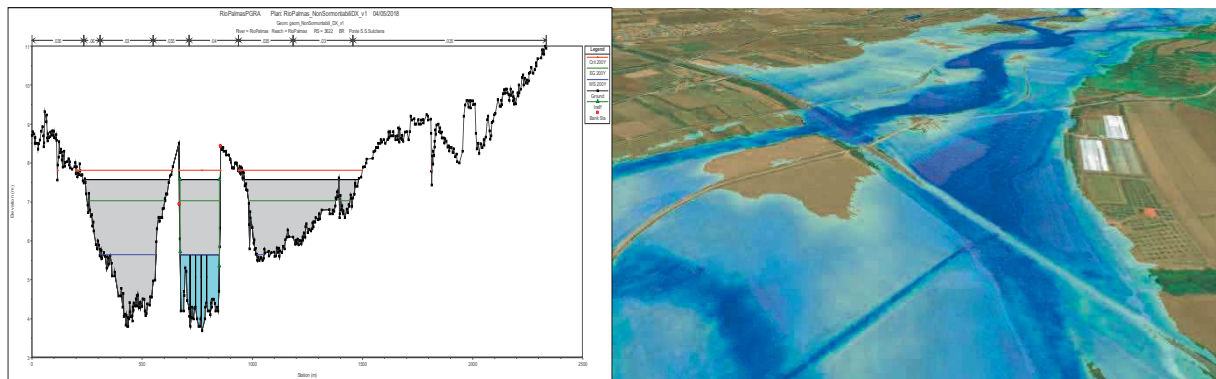


FIGURA 32 PONTE SULLA S.S 195 "SULCITANA"; EVENTO TR=200Y

Ponte S.S 195 "Sulcitana" RioPalmas RioPalmas RS: 3622 Profile: 200Y

E.G. US. (m)	7.02	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	6.81	E.G. Elev (m)	7.02	5.94
Q Total (m3/s)	941	W.S. Elev (m)	5.65	5.65
Q Bridge (m3/s)	941	Crit W.S. (m)	7.81	5.54
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.95	2.04
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	3.88	3.49
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	242.71	269.55
Weir Submerg		Froude # Chl	0.89	0.78
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	553.12	716.46
Min El Weir Flow (m)	7.57	Hydr Depth (m)		
Min El Prs (m)	5.65	W.P. Total (m)	360.7	365.8
Delta EG (m)	-0.14	Conv. Total (m3/s)	4794.7	6282.9
Delta WS (m)	0.98	Top Width (m)		
BR Open Area (m2)	242.71	Frctn Loss (m)		
BR Open Vel (m/s)	3.88	C & E Loss (m)		
BR Shuice Coef		Shear Total (N/m2)	254.16	162.09
BR Sel Method	Press Only	Power Total (N/m s)	985.41	565.88
		Verifica Franco Idraulico Art.21 N.A PAI	Non Verificato	



Quasi sulla foce del rio Palmas è presente un ponte del canale circondariale, visibile nella [Figura 34](#). Il flusso al di sotto del ponte è in corrente lenta, il livello idrico della portata bicentenaria è di 1.90 m s.l.m. Considerando il franco idraulico di 1.00 m si ha un valore non compatibile con il livello dell'intradosso del ponte.

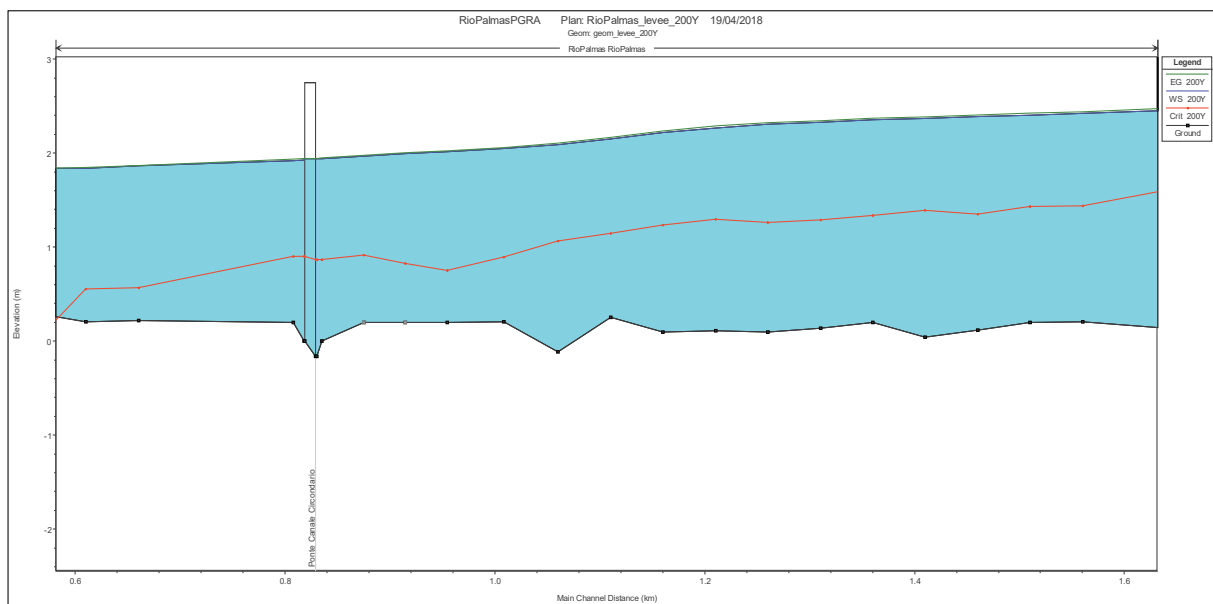


FIGURA 33 PROFILO DI CORRENTE BICENTENARIA (200Y) SUL PONTE DEL CANALE CIRCONDARIALE

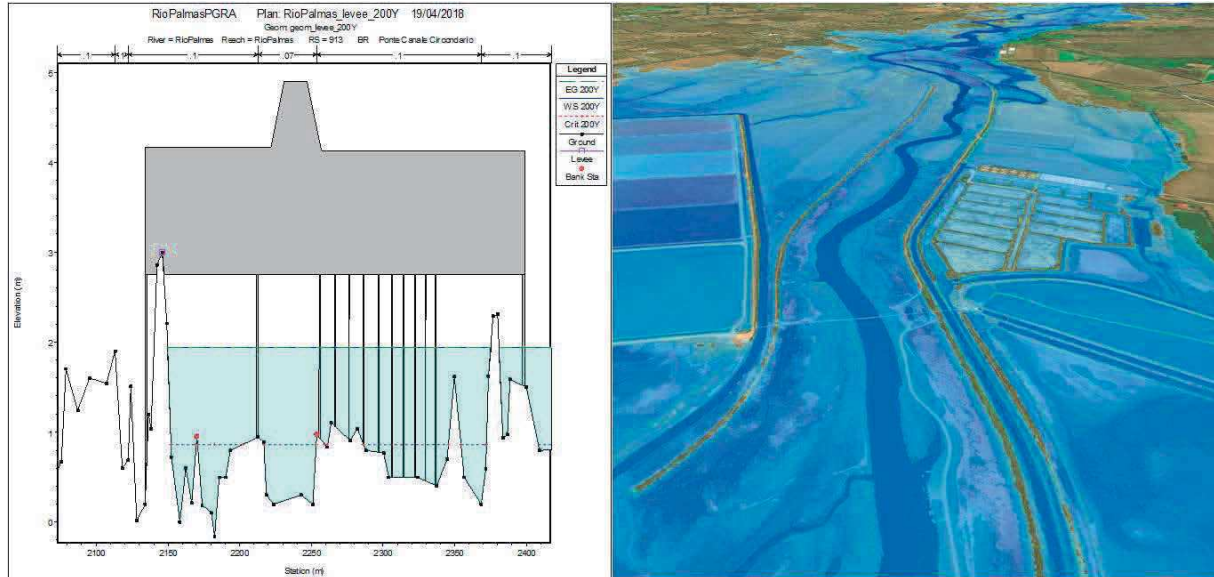


FIGURA 34 PONTE CANALE CIRCONDARIO

Ponte Canale Circondario RioPalmas RioPalmas RS: 913 Profile: 200Y

E.G. US. (m)	1.9	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	1.9	E.G. Elev (m)	1.9	1.9
Q Total (m3/s)	941	W.S. Elev (m)	1.9	1.89
Q Bridge (m3/s)	88.43	Crit W.S. (m)	1.35	0.88
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	2.06	1.79
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	0.31	0.31
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	3051.61	3057.04
Weir Submerg		Froude # Chl	0.07	0.09
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	1934.5	1933.22
Min El Weir Flow (m)	0.02	Hydr Depth (m)	0.98	0.98
Min El Prs (m)	2.75	W.P. Total (m)	3168.84	3149.58
Delta EG (m)	0.01	Conv. Total (m3/s)	38724.3	47531.5
Delta WS (m)	0.01	Top Width (m)	3125.15	3109.28
BR Open Area (m2)	497.16	Frctn Loss (m)	0	0
BR Open Vel (m/s)	0.31	C & E Loss (m)	0	0
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	5.58	3.73
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	1.72	1.15
		Verifica Franco Idraulico Art.21 N.A PAI	Non Verificato	



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

3.1.4 ANALISI IDRAULICA ARGINATURE ESISTENTI

L'analisi del tratto arginato, che si sviluppa dal ponte della strada statale S.S 195 "Sulcitana" sino al mare, per una lunghezza di circa 2900 e 3300 m rispettivamente in destra e in sinistra, evidenzia importanti criticità già per tempi di ritorno bassi. **Nel modello si è considerato la efficacia degli argini nel contenimento della corrente di piena fino alla situazione in cui la quota del pelo libero non superi quella corrispondente al franco minimo di 20 cm rispetto al colmo arginale.** Nel caso di quote idriche maggiori della soglia indicata, l'argine viene considerato sovrastato (opzione levee non applicata). Nella [Tabella 26](#) vengono riportate le sezioni in cui non è verificata tale condizione. Questo porta ad un'insufficienza arginale in destra idraulica con un conseguente inondazione della pianura alluvionale.

TABELLA 26 SEZIONI IN CUI LA CONDIZIONE NON VIENE VERIFICATA (LEVEE - W.S ELEV < 0.20); TR=50Y

River	Reach	River Sta	Profile	Levee El Left	Levee El Right	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl	dh_ArgineDX
				(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)		(m)
RioPalmas	RioPalmas	6830		Bridge										0
RioPalmas	RioPalmas	6500	50Y	16.4	15.1	14.96	14.79	15.14	0.002673	2.9	464.11	642.27	0.55	0.14
RioPalmas	RioPalmas	3622		Bridge										0
RioPalmas	RioPalmas	913		Bridge										0
RioPalmas	RioPalmas	798.79*	50Y		1.93	1.91	0.88	1.92	0.000444	0.28	2038.76	1754.97	0.08	0.02
RioPalmas	RioPalmas	431.9974	50Y		1.85	1.82	0.68	1.83	0.000137	0.6	2630.1	1836.75	0.16	0.03

Il flusso idrico nella sezione in cui è presente il rilevato stradale della S.S 195 "Sulcitana" segue un piccolo canale presente in sinistra idraulica, sormonta il rilevato stradale, e prosegue lungo l'alveo storicamente inciso prima che il corso d'acqua venne regimato con la costruzione dei rilevati arginali.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA



FIGURA 35 AREA VALLIVA IN CUI SI NOTA L'ANDAMENTO BICORSUALE DEL RIO PALMAS (1955)

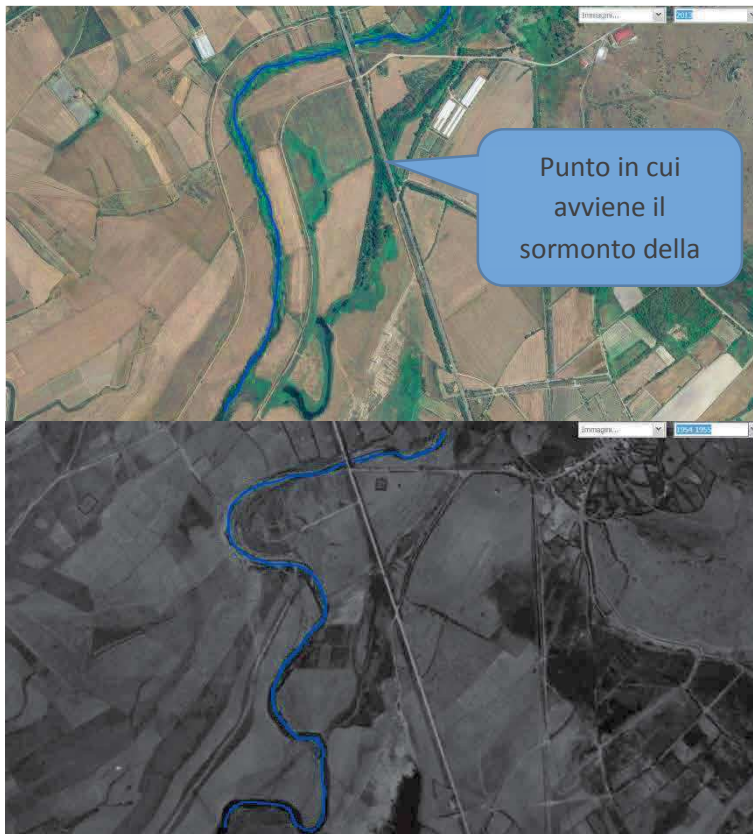


FIGURA 36 VISTA SATELLITARE DELLA ZONA ARGINATA DOVE È PRESENTE IL RILEVATO STRADALE DELLA S.S 195

Come visibile nella [Figura 32](#) Ponte sulla S.S 195 "Sulcitana"; Evento $Tr=200Y$ il flusso idrico tende a sormontare il rilevato stradale già per eventi di piena con un tempo di ritorno basso ($Tr=50Y$). Nel punto in questione, [Figura 36](#), è presente un sottopasso che porta alla formazione di uno specchio d'acqua lungo l'alveo storicamente inciso. Di conseguenza, se pur è presente un rilevato arginale adeguato, il flusso idrico inonda tutta la pianura alluvionale in sinistra idraulica, riprendendo l'andamento del corso d'acqua storicamente presente per i tre tempi di ritorno presi in considerazione nello studio (50Y; 100Y; 200Y). L'effetto diga del rilevato arginale fa sì che il livello idrico a monte del rilevato stradale



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

tende ad incrementare arrivando a dei livelli tali per il quale si verifica il sormonto dell'opera stradale.



FIGURA 37 LIVELLETTA POSITIVA DALLA QUOTA DI 5.53 M S.L.M (FONTE DTM) ALLA QUOTA DI 7.47 M S.L.M VALUTATA SULL'IMPALCATO STRADALE (FONTE P.S.F.F)

La stessa verifica è stata effettuata per gli eventi estremi centenari e bicentenari. Nelle [Tabella 27](#) e [Tabella 28](#) sono messe in evidenza le varie criticità presenti lungo l'arginatura destra. Per un evento cinquantennale, l'insufficienza arginale destra inizia a partire dalla sezione posta a 0.80 km dalla foce. Per un evento centenario e bicentenario l'insufficienza arginale destra inizia a partire dalla sezione posta a 1.95 km dalla foce. A partire da tali sezione, per gli eventi considerati, si è considerato nulla la presenza dell'opzione Levee verso valle, e verso monte si è ricostruito il possibile rigurgito del flusso idrico nella zona golenale localizzata in destra idraulica sormontato dall'arginatura destra.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

TABELLA 27 SEZIONI IN CUI LA CONDIZIONE NON VIENE VERIFICATA (LEVEE - W.S ELEV < 0.20); TR=100Y

River	Reach	River Sta	Profile	Levee El Left	Levee El Right	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl	dh_ArgineDX	
				(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)		(m)	
RioPalmas	RioPalmas	6830		Bridge											Y
RioPalmas	RioPalmas	6400	100Y		14.9	14.79	14.38	14.89	0.002899	1.15	633.67	713.44	0.21	0.11	
RioPalmas	RioPalmas	6300	100Y		14.5	14.32	14.2	14.49	0.003356	2.92	536.74	714.97	0.58	0.18	
RioPalmas	RioPalmas	3622		Bridge										0	
RioPalmas	RioPalmas	1950	100Y		3.37	3.22	2.6	3.27	0.000829	1.19	852.81	729.74	0.27	0.15	
RioPalmas	RioPalmas	1450	100Y		3.13	3.02	1.96	3.05	0.000177	0.62	1126.59	760.99	0.14	0.11	
RioPalmas	RioPalmas	1250	100Y		3	2.82	1.87	2.86	0.003552	0.96	912.42	646.72	0.21	0.18	
RioPalmas	RioPalmas	913		Bridge										0	
RioPalmas	RioPalmas	431.9974	100Y		1.85	1.83	0.75	1.85	0.000212	0.75	2650.74	1837.16	0.2	0.02	

TABELLA 28 SEZIONI IN CUI LA CONDIZIONE NON VIENE VERIFICATA (LEVEE - W.S ELEV < 0.20); TR=200Y

River	Reach	River Sta	Profile	Levee El Left	Levee El Right	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl	dh_ArgineDX	
				(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)		(m)	
RioPalmas	RioPalmas	6830		Bridge											Y
RioPalmas	RioPalmas	6400	200Y		14.9	14.86	14.45	14.96	0.002989	1.18	679.99	716.16	0.21	0.04	
RioPalmas	RioPalmas	6350	200Y		14.7	14.54	14.49	14.78	0.003939	3.4	545.9	732.57	0.66	0.16	
RioPalmas	RioPalmas	6300	200Y		14.5	14.39	14.25	14.56	0.003441	2.96	584.43	724.37	0.59	0.11	
RioPalmas	RioPalmas	3622		Bridge										0	
RioPalmas	RioPalmas	1950	200Y		3.37	3.31	2.65	3.37	0.000849	1.24	922.82	737.75	0.28	0.06	
RioPalmas	RioPalmas	1850	200Y		3.38	3.26	2.35	3.29	0.000485	0.99	1114.03	756.65	0.21	0.12	
RioPalmas	RioPalmas	1550	200Y		3.29	3.14	1.98	3.17	0.000375	0.92	1163.95	739.7	0.2	0.15	
RioPalmas	RioPalmas	1250	200Y		3	2.91	1.93	2.96	0.003664	1	975.71	651.04	0.22	0.09	
RioPalmas	RioPalmas	913		Bridge										0	
RioPalmas	RioPalmas	431.9974	200Y		1.85	1.84	0.78	1.86	0.000268	0.85	2666.45	1837.48	0.22	0.01	



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

3.1.5 MAPPA DELLA PERICOLOSITÀ NELLO STATO ATTUALE

Il modello idraulico analizzato ha prodotto una mappatura dell'inondazione, in funzione alle condizioni al contorno impostate nel modello, che si discosta in modo significativo rispetto alle fasce fluviali perimetrare dal P.S.F.F. Come mostra la **Figura 38** la fascia dei 50Y risulta essere differente rispetto alla mappa ottenuta nel presente studio specialmente nella zona a valle del ponte Tratalias. In tale posizione il flusso idrico sormonta il rilevato stradale in sinistra idraulica diventando bicorsuale e inondando l'area di espansione golenale in sinistra.

L'estensione complessiva della mappatura cinquantennale è di 9.39 km² per un volume complessivo di 10'879'803 m³.

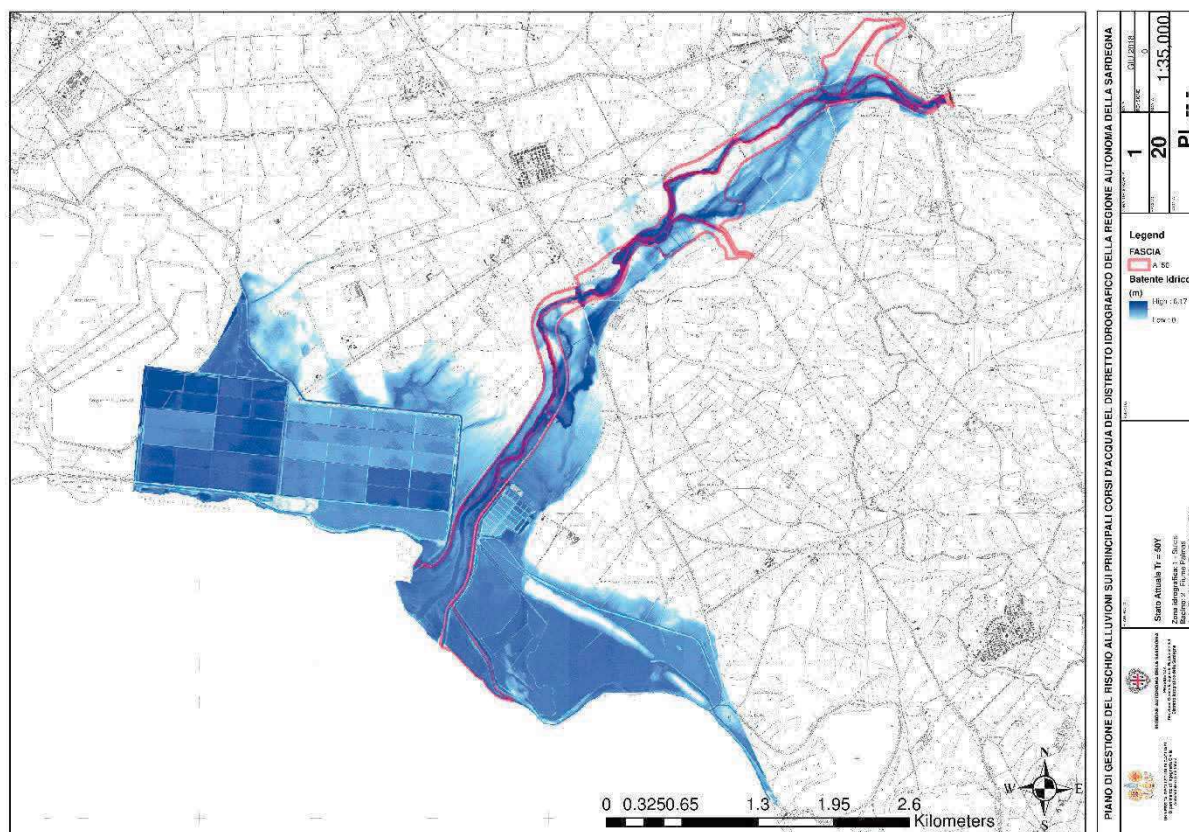


FIGURA 38 CONFRONTO PLANIMETRICO ESTENSIONE MAPPATURA CINQUANTENNALE (50Y) CON FASCIA PSFF 50Y



La **Figura 39** mette a confronto la fascia centenaria con la mappatura avente lo stesso tempo di ritorno ottenuta nella simulazione. Le differenze sostanziali si riscontrano nella zona di espansione golenale in destra idraulica a valle del ponte sulla S.S 195 "Sulcitana". In questo caso l'estensione della mappatura ottenuta nel presente studio è di 9.99 km².

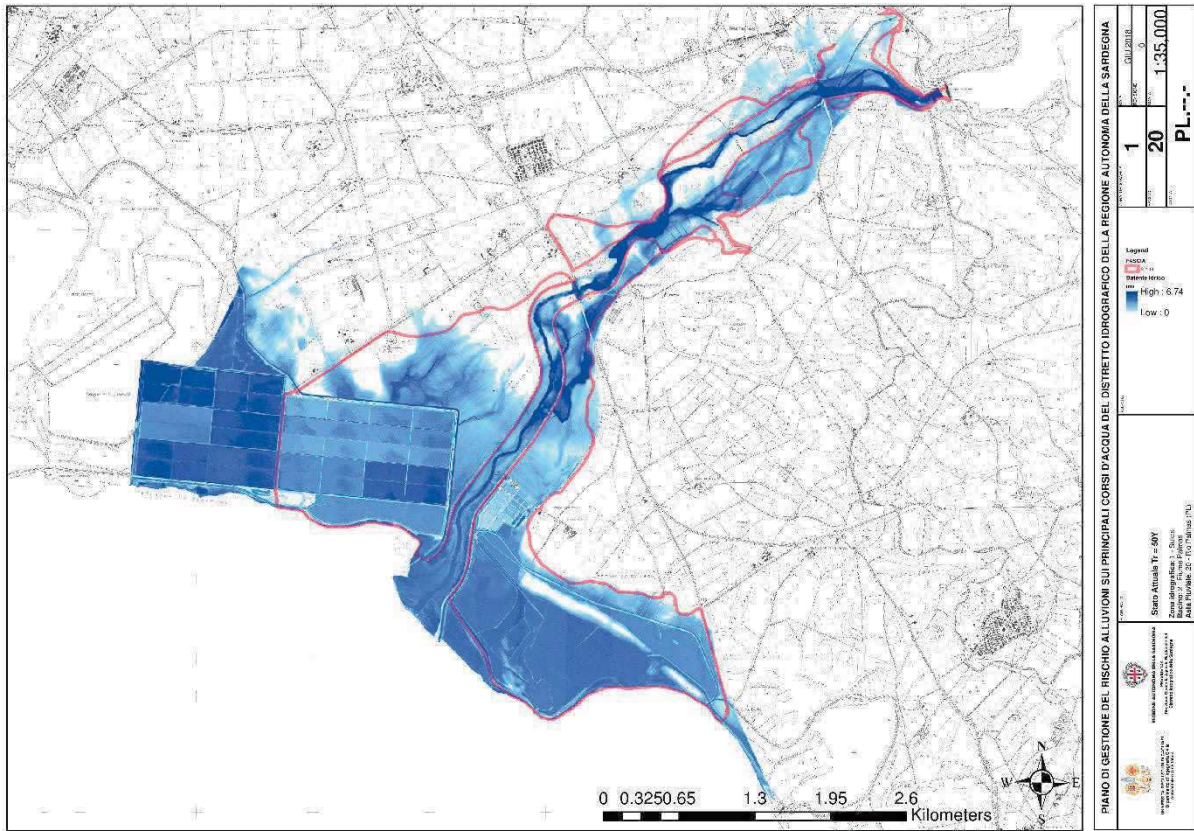


FIGURA 39 CONFRONTO PLANIMETRICO ESTENSIONE MAPPATURA CENTENARIA (100Y) CON FASCIA PSFF 100Y



La **Figura 40** mette a confronto la fascia bicentenaria con la mappatura ottenuta dal modello di simulazione idraulico avente il medesimo tempo di ritorno. Questa mappatura risulta essere molto simile a quella determinata dallo studio del PSFF specialmente in tutta l'area a monte dell'attraversamento stradale della S.S 195 "Sulcitana". Mentre, a valle del predetto attraversamento stradale, l'esonazione risulta essere identica in sinistra idraulica e avere un'estensione inferiore in destra idraulica senza mai raggiungere il limite più esterno della fascia bicentenaria del PSFF. In questo caso l'estensione della perimetrazione ottenuta è di 10.37 km² per un volume di 11'887'343 m³.

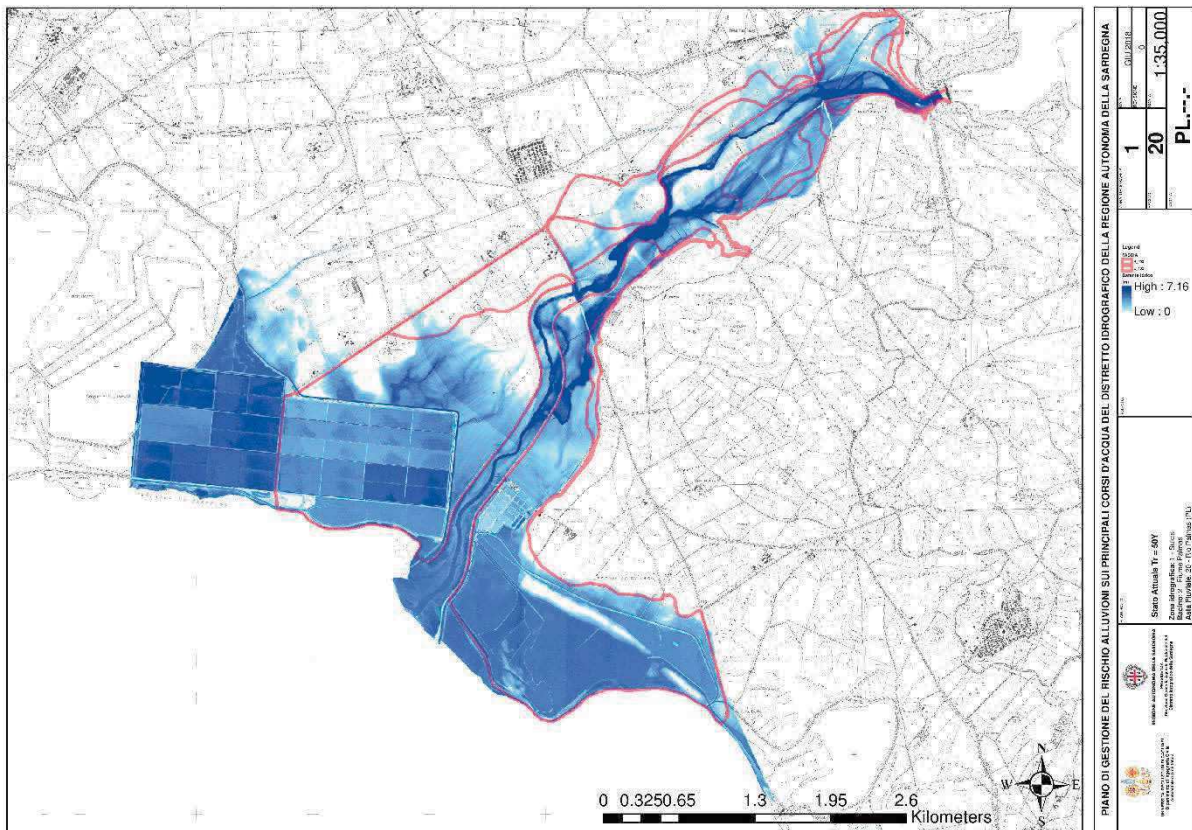


FIGURA 40 CONFRONTO PLANIMETRICO ESTENSIONE MAPPATURA BICENTENARIA (200Y) CON FASCIA PSFF 200Y



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

4. PROCEDURA OPERATIVA PER IL DI CALCOLO DEL DANNO DI PIENA NEL BACINO DEL RIO PALMAS

La procedura per la determinazione del danno si basa sul database DBEE, descritto nella Relazione Metodologica, degli elementi d'uso riclassificati in categorie di danno. A ciascuno di tali elementi è stato associato un valore massimo di danno specifico espresso in euro a metro quadrato.

Per la definizione del DBEE si è fatto riferimento alla carta dell'uso del suolo della Regione, strutturato come database territoriale utilizzando i dati della carta tecnica regionale numerica (CTR) in scala 1:10'000, e altre informazioni sulla utilizzazione dei suoli. Queste provengono dall'ortofotocarta realizzata dall'AGEA, dalle ortofoto a colori del 2000, da immagini Landsat5 sia estive che invernali, dalla carta forestale realizzata dalla ex Stazione Sperimentale del Sughero, dall'Atlante dell'irrigazione delle regioni meridionali (INEA, 2001) e infine dai dati sulle aree percorse da incendi raccolti dal Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale. Nel database dell'uso del suolo sono state mantenute le precisioni geometriche degli elementi lineari relativi all'idrografia, alla viabilità e alle linee di costa, individuando le unità territoriali minime fino a 1.56 ettari per il territorio extraurbano e di 1 ettaro per le aree urbane. I successivi aggiornamenti effettuati sulla base delle ortofoto AGEA 2003, Ortofoto 2004, immagini Ikonos 2005-06, immagini Landsat 2003, immagini Aster 200, hanno anche portato la risoluzione spaziale dell'unità cartografica a 0.5 ettari all'interno dell'area urbana e 0.75 ettari nell'area extra urbana.

L'organizzazione delle informazioni territoriali contenute nel database dell'uso del suolo segue l'impostazione originaria del progetto Corine Land Cover, organizzata secondo una legenda articolata in tre livelli gerarchici.

Un ulteriore strato informativo di base per la valutazione del danno è rappresentato dalla mappa batimetrica delle aree allagate relativa all'evento con assegnato tempo di ritorno, avente la medesima risoluzione spaziale del modello digitale di terreno (DTM) utilizzato per la costruzione del modello idraulico.

Per poter associare a ciascun elemento della mappa allagabile la destinazione d'uso propria della mappa degli elementi esposti del DBEE è necessario effettuare la sovrapposizione con lo strato informativo batimetrico per un assegnato tempo di ritorno. Per effettuare tale sovrapposizione, la mappa delle aree allagabile con i battenti idrici (in formato raster) nativamente alla risoluzione di 1 m è stata oggetto di ricampionamento con una risoluzione al terreno di 3 x 3 metri e quindi vettorializzata con tema poligonale. Il risultato è rappresentato da uno strato informativo contenente la batimetria dell'allagamento, ad elementi quadrangolari ciascuno avente area minore o al più uguale a 9 m².



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

4.1 DANNO DI PIENA RELATIVO ALLA SITUAZIONE ATTUALE

Preliminarmente, considerando lo stato di fatto attuale, la simulazione idraulica degli eventi di piena assunti a riferimento ($Tr=50, 100$ e 200 anni) ha individuato l'estensione dell'area vulnerata come indicato nei paragrafi precedenti. Complessivamente sono interessati circa 10.5 km^2 di territorio destinati alle categorie d'uso individuate nello studio e per la quale esiste una curva del danno da inondazione. Si rimanda ai capitoli 6, 7 e 8 della relazione metodologica del Bacino pilota "Bassa Valle Coghinas, Relazione Metodologica 3.2.CO-R1.0", per la procedura utilizzata nel calcolo del danno di piena. Nella Tabella 29 viene riportato il costo del danno da inondazione espresso in €/m² relativo agli elementi presenti nel database del danno.

TABELLA 29 COSTO DEL DANNO DA INONDAZIONE IN €/M²

FID	CATEGORIA	FIRST_DESC	Costo (€/m2)
0	A	Zona agricola	0.63
1	H	Aree occupate da corpi idrici	0
2	I	Area con edificio industriale	440
3	J	Aree protette di pregio ambientale	0
4	K	Aree storiche e archeologiche	0
5	N	Strade comunali	10
6	P	Strade provinciali	20
7	R	Area con edificio residenziale	618
8	S	Strade importanti	40
9	T	Area con elementi di infrastrutture a rete	40
10	X	Altre aree con danni non tangibili	0

Sulla base della suddivisione in classi degli elementi territoriali, vengono riportate le aree interessate ed esposte al danno di piena complessivamente e per categoria attribuita. In Tabella 30 la estensione è riportata con riferimento ai tre tempi di ritorno dell'evento di piena. Per ciascun evento, la tabella riporta, inoltre, la stima del valore del danno di piena.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

TABELLA 30 AREE INTERESSATE ED ESPOSTE AL DANNO DI PIENA COMPLESSIVAMENTE E PER CATEGORIA ATTRIBUITA

CATEGORIA	FIRST_DESC	50Y		100Y		200Y	
		Danno	Area	Danno	Area	Danno	Area
A	Zona agricola	959011	3730344	1119074	4348844	1231204	4719931
H	Aree occupate da corpi idrici	0	787401	0	784473	0	785557
I	Area con edificio industriale	16402875	137843	8489371	117851	9197667	119134
J	Aree protette di pregio ambientale	0	2320321	0	2318151	0	2318269
K	Aree storiche e archeologiche	0	26356	0	26953	0	27187
N	Strade comunali	256	396	1516	1506	3106	2129
P	Strade provinciali	39395	5648	50056	7013	54638	7304
R	Area con edificio residenziale	120316	2644	452909	5153	710057	5797
S	Strade importanti	74404	3352	69582	3240	105037	5259
T	Area con elementi di infrastrutture a rete	0	2401805	37345662	2408599	37707419	2410396
X	Altre aree con danni non tangibili	0	109175	0	111393	0	112754
	Totale	17596258	9525284	47528169	10133176	49009130	10513716

All'aumentare del tempo di ritorno dell'evento, corrisponde un incremento della superficie inondata (variabile tra 6 e il 9.4%). Tale incremento comporta una variazione del valore del danno (variabile tra lo 63% e il 64%). L'aumento in misura così consistente del danno da inondazione è dovuto alla presenza della salina di Sant'Antioco.

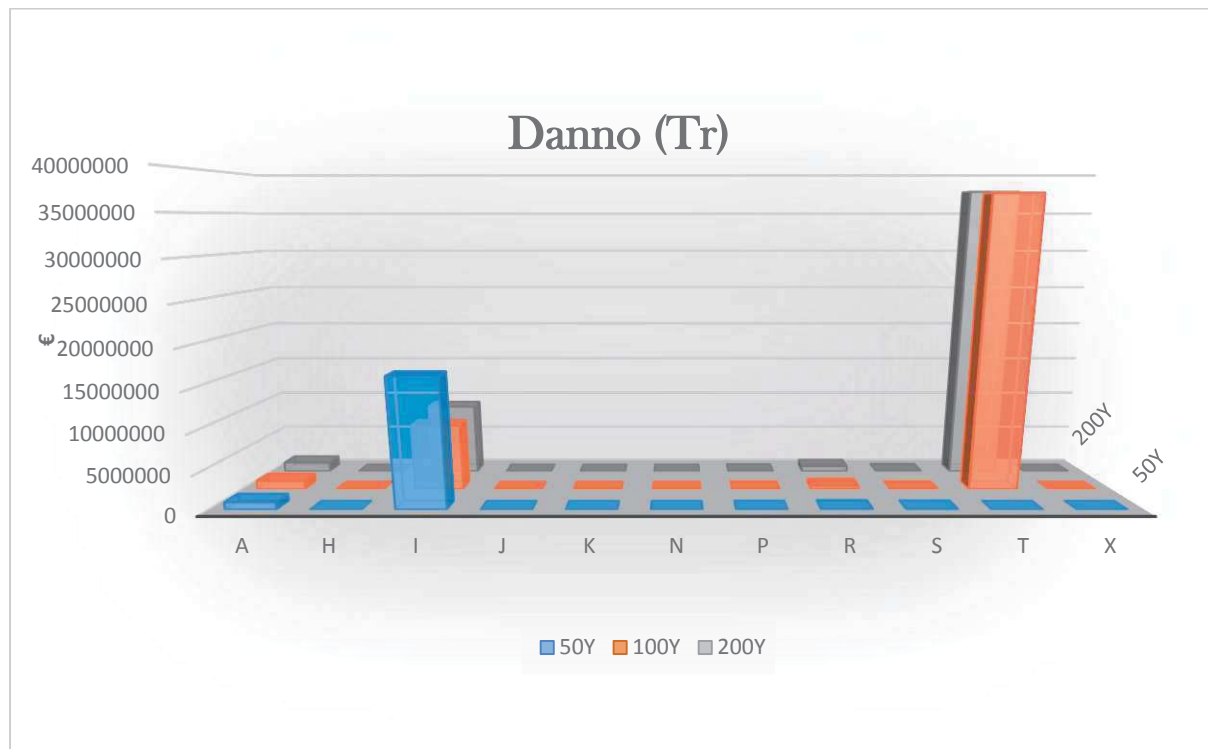


FIGURA 41 DIAGRAMMA A BARRE RELATIVO AL DANNO DA INONDAZIONE PER CATEGORIA

Per una corretta definizione del danno associato alla inondazione si è ritenuto opportuno modificare la categoria di tale area, identificata nel DBEE come Categoria I “Area con edificio industriale” alla Categoria T “Area con elementi di infrastrutture a rete” per via della natura di tale superficie. Essendo una superficie molto estesa, (2.4 km² di vasche evaporanti adibite per la produzione di sale industriale) considerare tale area come fosse una zona industriale con impianti/edifici industriali avrebbe portato alla sovrastima del danno da piena.

Dalla Figura 41 si rileva come la categoria T “Area con elementi di infrastrutture a rete” non viene presa in considerazione nel computo del danno totale per un evento cinquantennale. Rientra in questa categoria di danno la zona delle vasche di evaporazione della salina. Per un evento di piena cinquantennale l’insufficienza arginale avviene a valle del ponte tubo più vallivo. L’inondazione della salina è dovuta in misura maggiore dalla condizione al contorno di valle imposta pari a 1.80 m s.l.m e non dalla piena in termini stretti. Di conseguenza si è deciso di non considerare nel danno da inondazione la presenza della salina di Sant’Antioco per l’evento cinquantennale, in quanto per tale evento l’interessamento della salina è dovuto unicamente alla condizione di valle assunta nel modello.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Per l'evento centenario e bicentenario l'insufficienza arginale avviene a circa 2 km dalla foce. La salina viene interessata dalla piena e di conseguenza nel computo del danno da inondazione si considera la categoria T facendo incrementare il danno totale in misura molto consistente.

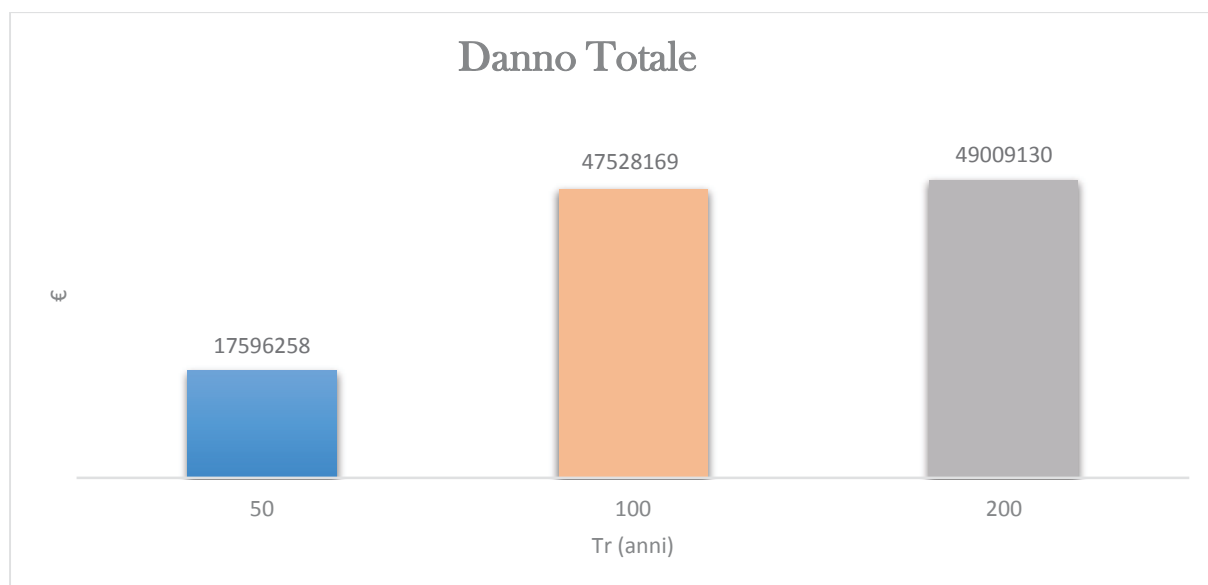


FIGURA 42 DIAGRAMMA A BARRE DEL DANNO TOTALE IN FUNZIONE DEL TEMPO DI RITORNO

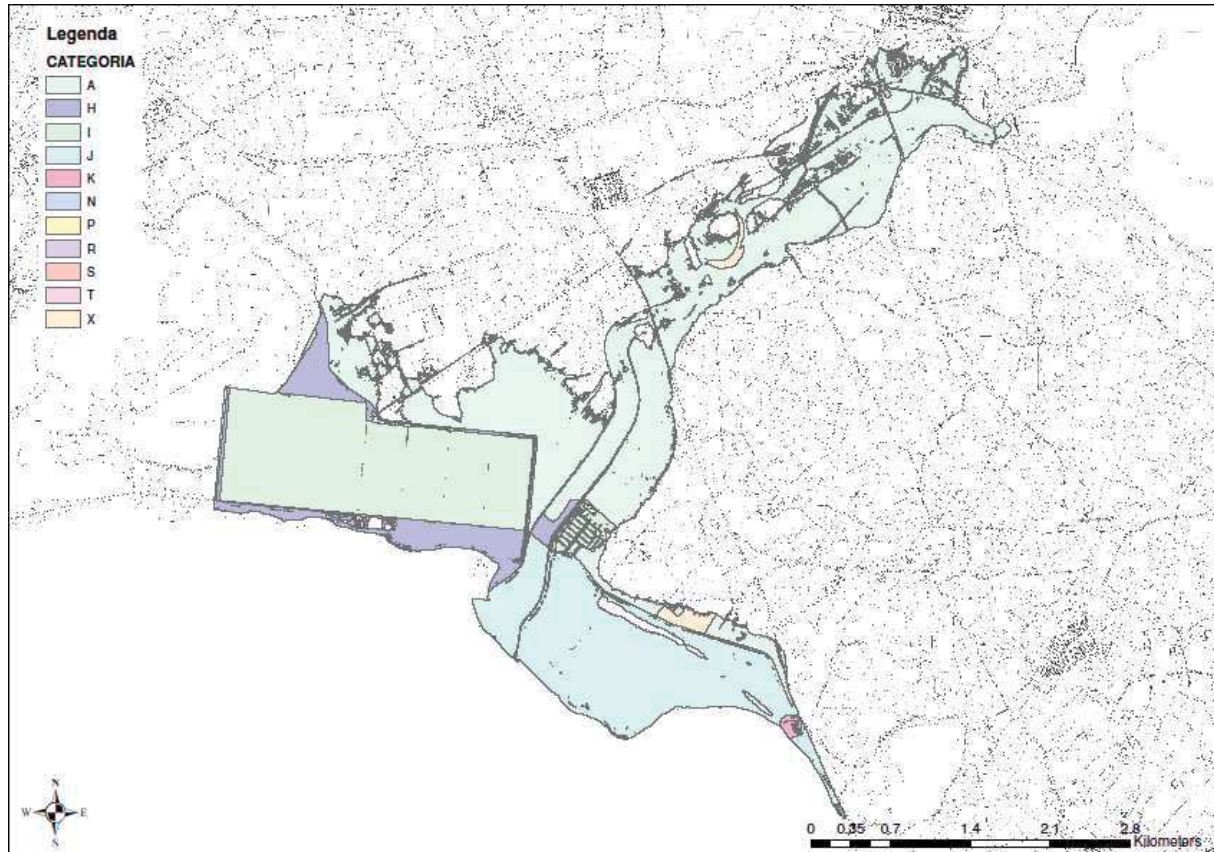


FIGURA 43 PLANIMETRIA CATEGORIE DI DANNO E RELATIVA AREA INTERESSATA PRE-MODIFICA DBEE (EVENTO BICENTENARIO TR=200Y)

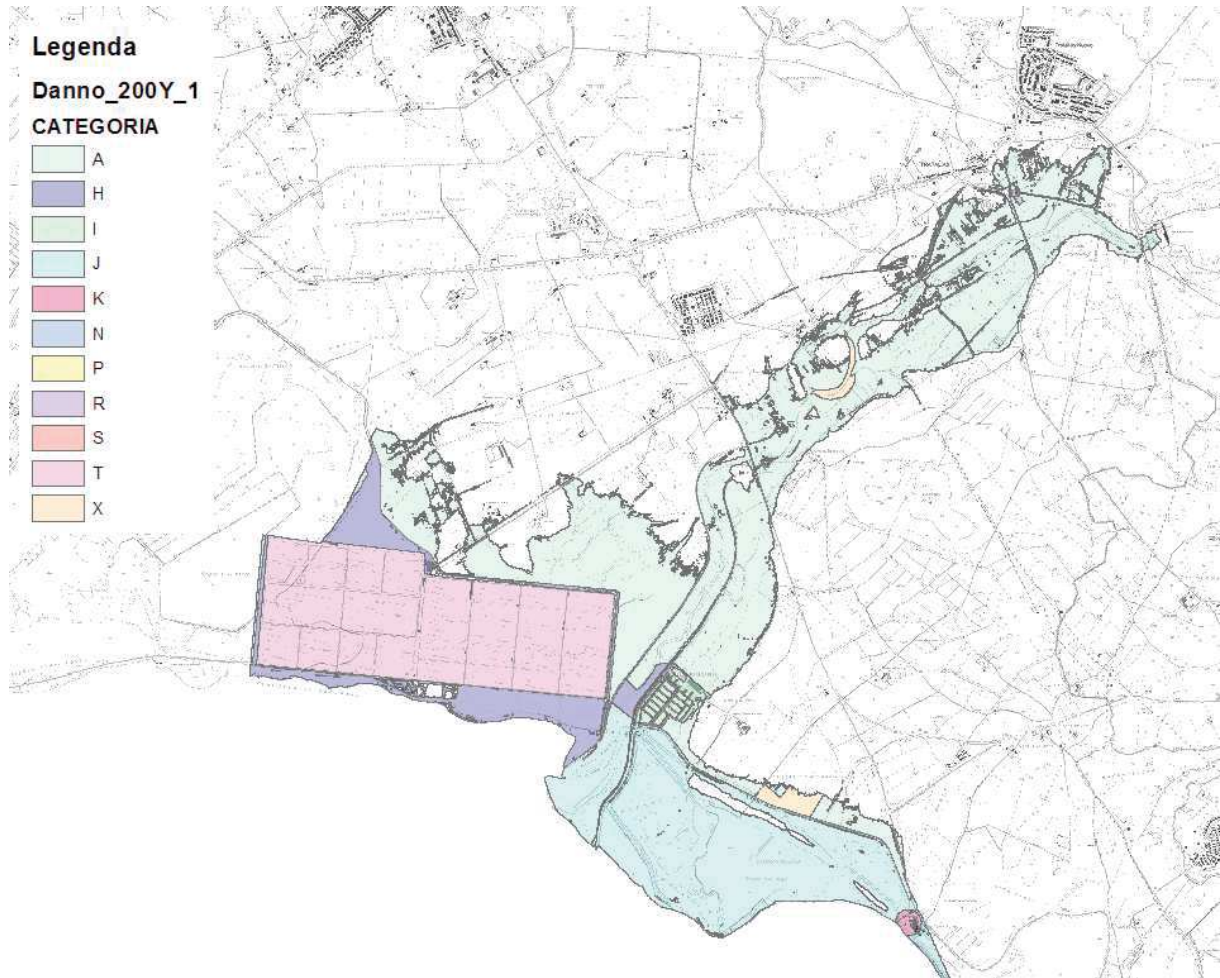


FIGURA 44 PLANIMETRIA CATEGORIE DI DANNO E RELATIVA AREA INTERESSATA POST-MODIFICA DBEE (EVENTO BICENTENARIO TR=200Y)



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

5. QUADRO GENERALE DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL DANNO

Tutti gli interventi delineati con la metodologia che sarà di seguito illustrata sono stati condivisi tra il DICAAR e l'ARDIS in quanto ritenuti coerenti con gli obiettivi esposti in premessa e ipotizzabili nel Piano di Gestione inteso come strumento di pianificazione territoriale sovraordinata, secondo quanto previsto dalle norme Comunitarie, Nazionali e regionali applicabili. Si richiamano pertanto le Norme di Attuazione del PAI della Regione Autonoma della Sardegna in particolare agli articoli 14 (Norme per la sistemazione della rete idrografica), 21 (Indirizzi per la progettazione, realizzazione e manutenzione delle infrastrutture) e 24 (Studi di compatibilità idraulica).

La procedura di individuazione degli interventi per la salvaguardia delle aree territoriali dotate di pericolosità idraulica ha tenuto conto della mappatura di pericolosità inizialmente contenuta nel PSFF la quale, come più volte rimarcato, rappresenta il punto di riferimento per le analisi svolte nel presente studio, anche riguardo alle simulazioni idrauliche effettuate sulla base della situazione attuale. Eventuali differenze riscontrate in termini di pericolosità di livello medio, elevato o molto elevato, nelle aree studiate rispetto a quanto rappresentato nel PSFF sono state analizzate e risolte sempre in vista della migliore tutela delle popolazioni e dei beni presenti nei territori interessati.

Il dimensionamento delle opere di arginali è effettuato prendendo a riferimento le quote idriche relative all'evento di piena bicentenario ($Tr = 200$ anni). Tale criterio, ovviamente, ammette il persistere di una pericolosità residua di livello moderato, in caso di insufficienza dell'opera, in considerazione della quale le Norme di Attuazione delegano agli strumenti urbanistici e ai piani di settore vigenti le prescrizioni sull'uso del territorio capaci di ridurre le pericolosità residue attraverso usi, tipologie e tecniche costruttive adatte allo scopo.

In sintesi viene di seguito esplicitata la metodologia adottata per la caratterizzazione degli interventi proposti e la loro aggregazione in scenari di intervento per la mitigazione della pericolosità:

- a) ***analisi delle pericolosità allo stato attuale***, definizione e quantificazione sulla base dei risultati delle simulazioni idrauliche effettuate ai diversi tempi di ritorno, quantificazione del danno medio annuo atteso; in tale fase è inoltre documentata la massima portata che può defluire nell'alveo allo stato attuale senza alcuna esondazione lungo il tronco studiato;
- b) ***definizione tipologica degli interventi*** di salvaguardia e criteri per il dimensionamento delle opere in considerazione dell'impatto prevedibile e delle peculiarità ambientali;
- c) ***individuazione dei singoli interventi*** mirati alla risoluzione di specifiche criticità e loro caratterizzazione dimensionale ed economica preliminare;
- d) ***composizione dei singoli interventi in possibili scenari progettuali*** tra loro alternativi e loro caratterizzazione economica;



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

- e) **analisi di modellazione idraulica della configurazione con scenari progettuali**, sia per evento critico preso a riferimento per la definizione dei requisiti dimensionali delle opere che per gli altri tempi di ritorno (tempo di ritorno di 50, 100) e corrispondente definizione delle eventuali aree residue con pericolosità idraulica;
- f) **comparazione tecnica economica** tra le diverse alternative di intervento mediante l'analisi costi-benefici;
- g) **definizione di una ipotesi di phasing** nella realizzazione degli interventi e scelta dello scenario di intervento in considerazione delle pericolosità affrontate.

A seguito dell'individuazione della proposta di intervento e delle fasi realizzative in forma condivisa tra ARDIS e DICAAR, si può dar luogo all'avvio delle procedure di valutazione ambientale strategica (VAS) nelle sedi competenti al fine di accogliere i riscontri rilevati e attuare la previsione di eventuali interventi compensativi degli impatti accertati.

I risultati contenuti nelle elaborazioni saranno considerati preliminari al previsto studio di compatibilità idraulica o in alternativa equivalenti ad esso come previsto all'Art.24 delle Norme di Attuazione.

Inoltre, lo studio potrà essere considerato come documento preliminare alla progettazione ai sensi dell'inserimento dell'opera nel programma delle opere pubbliche in vista di una fase successiva nella quale saranno sviluppati i vari livelli progettuali.

5.1 INQUADRAMENTO DELLO STATO DI FATTO DELLE OPERE DI SALVAGUARDIA IDRAULICA NEL BACINO DEL RIO PALMAS

Come già detto nei paragrafi precedenti, l'area di indagine comprende i territori dei comuni di Tratalias, San Giovanni Suergiu e Giba.

Il rio Palmas presenta, per tutto il tratto d'interesse (dalla diga di Monte Pranu al Golfo di Palmas), un alveo - tipo monocursale sinuoso, quasi meandriforme; il corpo idrico mantiene un profilo di fondo regolare con pendenze modeste. L'assetto attuale del rio Palmas è fortemente condizionato dalla diga realizzata nei primi anni '50 in corrispondenza del centro di Tratalias; la diga ha modificato in maniera sostanziale il regime idrologico del corso d'acqua nel tratto a valle di essa, condizionando la dimensione degli eventi di piena e trattenendo completamente il trasporto solido di fondo proveniente dalla parte alta del bacino. In queste condizioni il corso d'acqua si è stabilizzato nella posizione occupata attualmente, rielaborando i sedimenti presenti all'interno del proprio alveo, operando una selezione delle granulometrie in funzione della competenza della corrente nei vari



tratti. Nel tratto compreso tra la diga e la statale S.S 195 S. Giovanni Suergiu – Cagliari, il rio Palmas presenta un alveo tipo monocursale sinuoso, con sezione di deflusso dell'alveo inciso di modesta larghezza (larghezza media di deflusso in magra inferiore a 5 m) ed incisa tra il terrazzo alluvionale in sponda destra e il versante collinare in sinistra; entrambe le sponde appaiono per lunghi tratti in erosione.

Nel tratto di valle, dopo l'attraversamento della strada statale S.S 195, che scorre parallela alla costa, l'asta palea gli interventi di regimazione eseguiti a cavallo dell'ultimo conflitto mondiale, finalizzati alla bonifica della zona; il rio procede arginato sia in destra che in sinistra mantenendo una larghezza costante e uniforme della sezione di deflusso. Come riportato nel [paragrafo 2.2.4](#) sono due i rilevati arginali esistenti. Entrambe le opere evidenziano un cattivo stato manutentivo e segni di dissesto al corpo e al piede.

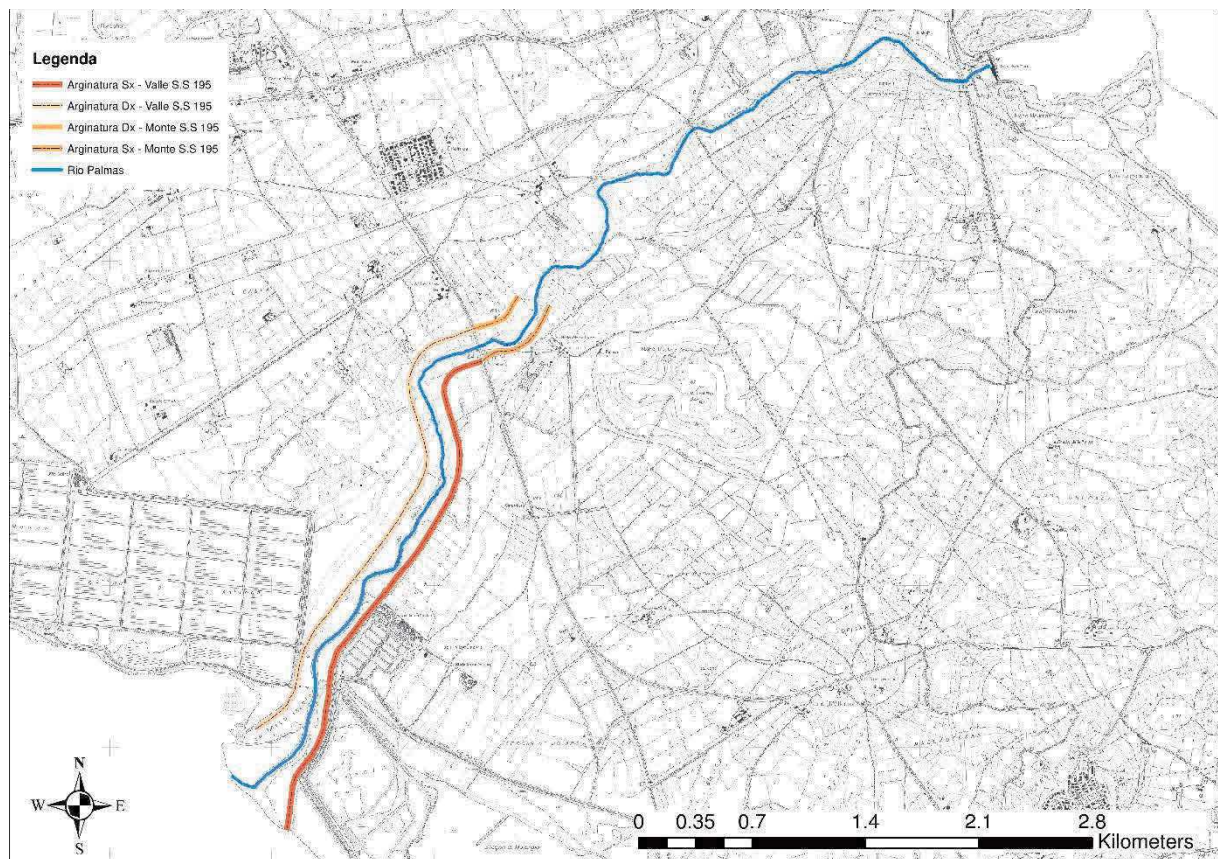


FIGURA 45 ARGINATURE ESISTENTI (SCENARIO 0)



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

A valle dell'attraversamento stradale della S.P 74 – Ponte Tratalias - sono presenti due rilevati stradali che corrono parallelamente all'asta del rio Palmas. In sponda destra il rilevato è stato realizzato negli anni '60-'70 mentre in sponda sinistra le foto storiche confermano la presenza del rilevato stradale negli anni '98 – '99.



FIGURA 46 CONFRONTO STORICO DELLA ZONA A VALLE DEL PONTE TRATALIAS SULLA S.P 74; A SINISTRA LA FOTO AEREA DEGLI ANNI '98/'99 A DESTRA LA FOTO AEREA DEGLI ANNI '54/'55



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

6. INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL DANNO

6.1 TIPOLOGIA DEGLI INTERVENTI

Coerentemente con gli obiettivi di Piano, nella definizione degli interventi infrastrutturali di mitigazione del danno il livello adottato è quella della pianificazione preliminare di fattibilità. Lo studio degli interventi attuabili prevede la formulazione di ipotesi progettuali diversificate e tra loro alternative la cui valutazione è posta alla base della quantificazione economica dei costi per la loro realizzazione anche confrontandone le complessità di attuazione dal punto di vista tecnico.

Particolare attenzione è stata riservata per le aree nelle quali sono presenti cespiti con danno potenziale elevato (edifici residenziali o commerciali, industriali, strade importanti e ferrovie, se presenti) prevedendo i conseguenti interventi di salvaguardia i quali hanno privilegiato l'adeguamento di opere già esistenti per limitare gli impatti derivanti dalla realizzazione di nuove infrastrutture.

I risultati conseguiti nell'analisi dello stato attuale hanno suggerito le ipotesi di azione delineate negli interventi i quali, in linea generale comprendono opere di adeguamento delle protezioni attualmente presenti rispetto ai necessari requisiti di sicurezza idraulica. In considerazione della situazione specifica del territorio e della criticità nello stato di fatto nonché al contesto ambientale esistente, sono state valutate come applicabili le seguenti tipologie di intervento suddivise sinteticamente come segue:

- adeguamento delle arginature esistenti e ripristino delle piste di servizio;
- adeguamento di opere di attraversamento stradali.

Come riferito nel relativo capitolo della relazione metodologica, sono stati considerati gli interventi di demolizione delle strutture di attraversamento che rispetto alla piena di riferimento sono risultate gravemente insufficienti, qualora esse non consentano il libero deflusso delle acque o provocando condizioni idrauliche che determinano gravi fenomeni di insufficienza delle opere di contenimento.

Nel caso in cui invece queste abbiano dimensioni tali da non pregiudicare la capacità di deflusso nel tratto e senza alterare le quote di p.l. a monte e a valle, è stata considerata la possibilità di conservazione con il vincolo della sorveglianza degli accessi.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

6.2 QUADRO DEGLI INTERVENTI ESAMINATI

Gli interventi di mitigazione del danno considerati nel tratto analizzato sono principalmente di adeguamento del tratto arginato esistente e di realizzazione di nuove arginature sia in destra che sinistra idraulica.

1. Rio Palmas - Arginatura esistente: ripristino del profilo arginale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200.
2. Rio Palmas - Nuova Arginatura: realizzazione di un nuovo profilo arginale fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200.
3. Rio Palmas - Nuova Arginatura: realizzazione di un nuovo profilo arginale a sostituzione del rilevato stradale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q50
4. Rio Palmas - Arginatura esistente: ripristino del profilo arginale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200
5. Rio Palmas - Adeguamento attraversamento stradale della S.S. 195 "Ponte sulla Sulcitana" per una portata Q200 e franco secondo art.21 Norme Attuazione P.A.I
6. Rio Palmas - Adeguamento attraversamento stradale della S.P 74 "Ponte Tratalias" per una portata Q200 e franco secondo art.21 Norme Attuazione P.A.I
7. Rio Palmas - Manutenzione ordinaria delle arginature esistenti in sponda destra e sinistra - Stato attuale
8. Rio Palmas - Manutenzione ordinaria delle arginature esistenti in sponda destra e sinistra - Scenario 1
9. Rio Palmas - Manutenzione ordinaria delle arginature esistenti in sponda destra e sinistra - Scenario 2
10. Rio Palmas - Nuova Arginatura solo in destra idraulica: realizzazione di un nuovo profilo arginale a sostituzione del rilevato stradale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q50

L'ammontare complessivo del valore delle opere di adeguamento delle arginature e di realizzazione dei nuovi manufatti si stima in complessivi 18 milioni di euro circa ai quali vanno a sommarsi 0.4 milioni per interventi di manutenzione periodica delle stesse opere secondo quanto normalmente previsto nei capitolati di manutenzione messi in atto dal servizio di Protezione dalle Piene della Regione.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

6.2.1 INTERVENTO 1 - RIPRISTINO DEL PROFILO ARGINALE ESISTENTE (VALLE PONTE S.S 195)

L'adeguamento delle arginature segue il criterio della progressività degli interventi di ripristino dei corpi arginali sulla base della considerazione che i franchi calcolati sulla base della valutazioni effettuate nel corso delle analisi idrauliche ai vari tempi di ritorno hanno evidenziato come sia possibile individuare dei tratti di arginatura per i quali sia necessario concentrare gli interventi ottenendo una cospicua riduzione della pericolosità idraulica. Con riferimento ad entrambe le arginature, la verifica funzionale delle stesse con il criterio di legge previsto per il dimensionamento degli argini di seconda categoria, conduce ad una stima per quantificare l'intervento che interessa ciascuna sponda per una lunghezza rispettivamente di 3.67 km per la sponda sinistra e di 3.47 km per quella destra. L'intervento si riferisce esclusivamente all'adeguamento dell'argine di sponda destra e sinistra attualmente presente a valle dell'attraversamento stradale della S.S 195 "Sulcitana" fino alla foce del rio Palmas. Come intervento di adeguamento dell'arginatura esistente è stato ipotizzato un innalzamento del coronamento dell'arginatura in modo tale da poter contenere la piena bicentenario con un franco sul livello idrico della piena bicentenario (200Y) di 1 m. Graficamente si nota come il confinamento della corrente idrica all'interno delle arginature comporta un innalzamento del livello idrico e di conseguenza una quota maggiore del coronamento del rilevato arginale. Costo complessivo delle due opere 5'143'000 €.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

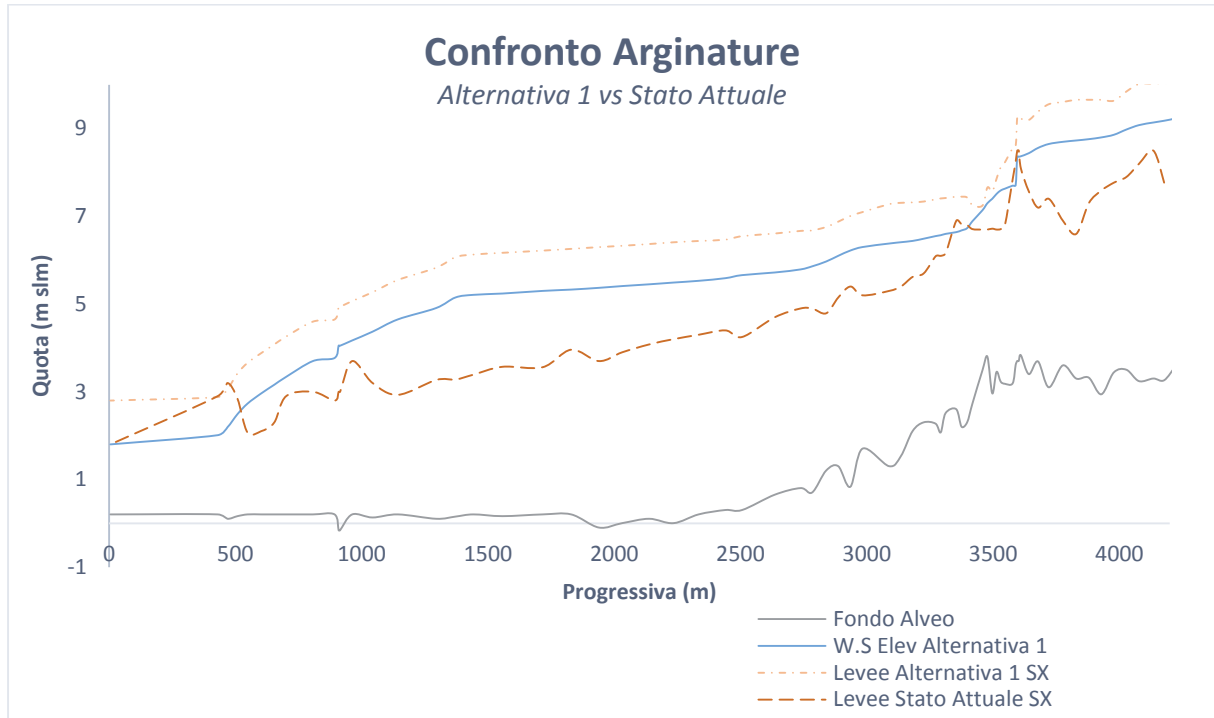


FIGURA 47 TRATTO ARGINATO ESISTENTE CHE VA DA 500 M A MONTE DELLA S.S 195 "SULCITANA" FINO ALLA FOCE – SINISTRA IDRAULICA



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

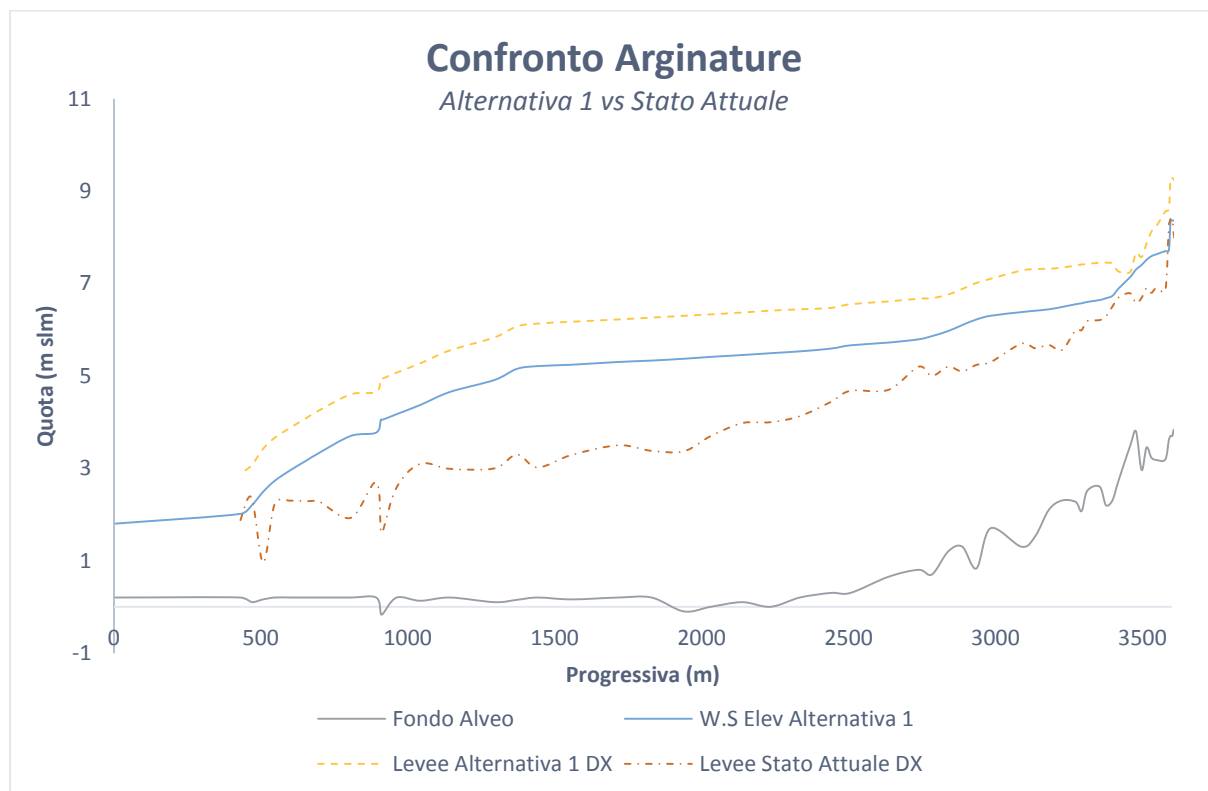


FIGURA 48 TRATTO ARGINATO ESISTENTE CHE VA DA 500 M A MONTE DELLA S.S 195 "SULCITANA" FINO ALLA FOCE -DESTRA IDRAULICA

6.2.2 INTERVENTO 2 - NUOVA ARGINATURA: REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PROFILO ARGINALE (MONTE PONTE S.S 195)

Realizzazione di due nuovi argini in destra e in sinistra dimensionati per contenere la piena bicentenaria con il franco assegnato di 1.00 m. L'obiettivo è quello di evitare il sormonto della S.S 195 "Sulcitana" in prossimità dell'attraversamento visibile nella [Figura 32 Ponte sulla S.S 195 "Sulcitana"; Evento \$Tr=200Y\$](#) . Il flusso idrico tende a sormontare il rilevato stradale già per eventi estremi con un tempo di ritorno basso ($Tr=50Y$). Nel punto in questione, [Figura 36](#), è presente un sottopasso che porta alla formazione di uno specchio d'acqua lungo l'alveo storicamente inciso. Di conseguenza, se pur è presente un rilevato arginale adeguato, il flusso idrico inonda tutta la pianura alluvionale in sinistra idraulica, riprendendo l'andamento del corso d'acqua storicamente presente per i tre tempi di ritorno presi in considerazione nello studio (50Y; 100Y; 200Y). L'effetto diga del rilevato arginale fa sì che il livello idrico a monte del rilevato stradale tende ad incrementare arrivando a dei livelli tali per il quale si verifica il sormonto dell'opera stradale.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Si tratta di due arginature non troppo estese, rispettivamente di 900 m e 850 m in sinistra e destra idraulica. I nuovi argini avranno una scarpa 2/1, pista al colmo del rilevato di larghezza di 3 m.

La realizzazione di questi nuovi argini secondari comporta l'impegno di nuove aree agricole e allo scopo è prevista una apposita voce per espropriazioni nel capitolo delle spese.

In merito alle altezze che dovranno avere i rilevati si specifica che per il Q200 le altezze medie sono di:

- 1.91 m per una lunghezza totale di 900 m per il nuovo argine in sponda SX;
- 1.00 m per una lunghezza totale di 850 m per il nuovo argine in sponda DX;

La realizzazione di questi nuovi argini secondari comporta l'intercettazione di tutto il reticolo minore a monte degli stessi; allo scopo dovranno essere predisposte e/o verificate idraulicamente apposite opere sulla rete idrografica secondaria che consentano di convogliare adeguatamente le acque, bypassare i rilevati arginali e stradali esistenti, ovvero siano realizzati collettori di guardia che raccolgano e allontanino nel recapito vallivo più adeguato le acque intercettate dai nuovi argini secondari.

Si tratta di interventi che non sono stati esaminati in dettaglio in questo studio e richiedono in una successiva fase progettuale una generale e più ampia verifica del reticolo secondario.

6.2.3 INTERVENTO 3 - NUOVA ARGINATURA: REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PROFILO ARGINALE A SOSTITUZIONE DEL RILEVATO STRADALE ESISTENTE (VALLE PONTE TRATALIAS)

A valle dell'attraversamento stradale della S.P 74 sono stati costruiti, a partire dagli anni 60' – 70' due rilevati stradali che si sviluppano parallelamente al rio Palmas per una lunghezza pari a 850 m in sponda sinistra e di 1'400 m in sponda sinistra. L'intervento prevede la formazione di un rilevato arginale a sostituzione del rilevato stradale esistente, avente una pista di servizio della dimensione di 3.00 m sul coronamento e capace di contenere la piena cinquantennale con un franco imposto di 1.00 m sul livello della Q50. Tale soluzione permette il contenimento anche della Q200 con un franco non inferiore al metro. Lo sviluppo minimo dell'intervento risulta essere di 900 m in sponda destra e di 1'400 m in sponda sinistra per un totale di 282'253 Euro.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

6.2.4 INTERVENTO 4 - ARGINATURA ESISTENTE: RIPRISTINO DEL PROFILO ARGINALE ESISTENTE (MONTE PONTE TRATALIAS)

Con riferimento ad entrambe le arginature, la verifica funzionale delle stesse con il criterio di legge previsto per il dimensionamento degli argini di seconda categoria, conduce ad una stima per quantificare l'intervento che interessa ciascuna sponda per una lunghezza rispettivamente di 383 m per la sponda destra e di 404 m per quella sinistra. L'intervento si riferisce all'adeguamento dell'argine di sponda destra e sinistra attualmente presente a monte dell'attraversamento stradale della S.P 74. Come intervento di adeguamento dell'arginatura esistente è stato ipotizzato un innalzamento del coronamento dell'arginatura in modo tale da poter contenere la piena bicentenario con un franco sul livello idrico della Q200 di 1.00 m.

6.2.5 INTERVENTO 5 - ADEGUAMENTO ATTRAVERSAMENTO STRADALE DELLA S.S. 195 "PONTE SULLA SULCITANA"

A fronte della constatata insufficienza del dimensionamento idraulico del ponte in corrispondenza dell'intersezione del rio Palmas con la S.S 195 "Sulcitana", l'intervento prevede l'adeguamento delle campate nel tratto predetto. L'intervento si ritiene di primaria importanza essendo questa opera lungo una direttrice di viabilità statale. L'adeguamento del ponte si rende ancora più importante e oneroso a livello economico per via del confinamento della corrente idrica, con il conseguente incremento dei tiranti idrici che, partendo da monte del ponte giunge fino alla foce del rio Palmas.

Si prevede la demolizione della struttura esistente e la realizzazione di una struttura costituita da tegoli posati su pile con lunghezza di campata di circa 30 m. L'importo necessario per la realizzazione dell'opera ammonta a presuntivi 5'137'950 Euro.

6.2.6 INTERVENTO 6 - ADEGUAMENTO ATTRAVERSAMENTO STRADALE DELLA S.P 74 "PONTE TRATALIAS"

A fronte della constatata insufficienza del dimensionamento idraulico del ponte sulla S.P 74 "Ponte Tratalias" si è qui valutato l'intervento di adeguamento dello stesso prevedendo la demolizione del ponte esistente avente un'unica campata e la sua ricostruzione rispettando le caratteristiche idrauliche del flusso bicentenario in tale tratto del rio Palmas.

L'intervento qui considerato ha valutato l'onere della demolizione delle opere esistenti e la realizzazione di un ponte a campate multiple per una lunghezza complessiva di circa 286 m, per un importo complessivo stimato in 6'077'565 Euro.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

6.2.7 INTERVENTO 7, 8 E 9 - MANUTENZIONE ORDINARIA DELLE ARGINATURE ESISTENTI IN SPONDA DESTRA E SINISTRA - STATO ATTUALE

Gli interventi considerano gli oneri di manutenzione annua per la manutenzione ordinaria dei nuovi argini e di quelli il cui intervento consiste in un adeguamento dell'esistente. L'impegno di spesa è stato ipotizzato in circa il 6% del valore delle opere e stimati in 93'000 Euro per lo stato attuale, 173'000 Euro e 154'000 Euro per lo scenario 1 e 2.

6.2.8 INTERVENTO 10 - NUOVA ARGINATURA SOLO IN DESTRA IDRAULICA: REALIZZAZIONE DI UN NUOVO PROFILO ARGINALE A SOSTITUZIONE DEL RILEVATO STRADALE

A valle dell'attraversamento stradale della S.P 74 son stati costruiti, a partire dagli anni 60' – 70' due rilevati stradali che si sviluppano parallelamente al rio palmas per una lunghezza pari a 850 m in sponda sinistra e di 1'400 m in sponda sinistra. L'intervento prevede la formazione di un rilevato arginale a sostituzione del rilevato stradale esistente, avente una pista di servizio della dimensione di 3 m sul coronamento e capace di contenere la piena cinquantennale con un franco imposto di 1 m sul livello della Q50. Tale soluzione permette il contenimento anche della Q200 con un franco inferiore al metro. La lunghezza minima dell'intervento risulta essere pari a 950 m in sponda destra. Il costo da sostenere per la realizzazione dell'opera è di 41'173 Euro.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

7. SCENARI DI INTERVENTO

7.1 SCENARIO 0 (STATO ATTUALE)

Come previsto nella metodologia PGRA, nello scenario zero sono stati inserite le attività per il miglioramento delle condizioni deflusso dell'alveo fluviale senza interventi aggiuntivi se non quelli di ordinaria manutenzione come previsti nell'apposita voce che prevede apposite lavorazioni di conservazione degli argini esistenti allo stato attuale.

Gli oneri di manutenzione stimati nello Scenario 0 sono valutati in € 93'000 Euro all'anno per l'intera asta fluviale.

INTERVENTI	IMPORTO
TOTALE LAVORI	0
SPESE GENERALI (15%)	0
TOTALE LAVORI E SPESE	0
in cifra tonda	€ 0
TOTALE oneri manutenzione (per anno)	€ 93'000



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

La valutazione dei danni da piena, di seguito riportata, è stata assunta come riferimento per la quantificazione dei benefici conseguenti alla realizzazione delle opere strutturali attuate negli scenari di intervento, descritti di seguito.

TABELLA 31 RIEPILOGO DEL DANNO DA INONDAZIONE NELLA CONDIZIONE ATTUALE

CATEGORIA	FIRST_DESC	50Y		100Y		200Y	
		Danno (€)	Area (m ²)	Danno (€)	Area (m ²)	Danno (€)	Area (m ²)
A	Zona agricola	959011	3730344	1119074	4348844	1231204	4719931
H	Aree occupate da corpi idrici	0	787401	0	784473	0	785557
I	Area con edificio industriale	16402875	137843	8489371	117851	9197667	119134
J	Aree protette di pregio ambientale	0	2320321	0	2318151	0	2318269
K	Aree storiche e archeologiche	0	26356	0	26953	0	27187
N	Strade comunali	256	396	1516	1506	3106	2129
P	Strade provinciali	39395	5648	50056	7013	54638	7304
R	Area con edificio residenziale	120316	2644	452909	5153	710057	5797
S	Strade importanti	74404	3352	69582	3240	105037	5259
T	Area con elementi di infrastrutture a rete	0	2401805	37345662	2408599	37707419	2410396
X	Altre aree con danni non tangibili	0	109175	0	111393	0	112754
	Totale	17596258	9525284	47528169	10133176	49009130	10513716

Sulla base della suddivisione in classi degli elementi territoriali, nella [Tabella 31](#) sono riportate le aree delle superfici territoriali interessate dal danno di piena (sia come totale complessivo che disaggregato per categoria di esposizione e la stima del valore del danno di piena con riferimento ai tre tempi di ritorno dell'evento).



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

7.2 SCENARIO 1

Nello *scenario 1* sono stati inseriti gli interventi:

1. Arginatura esistente: ripristino del profilo arginale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200
2. Nuova Arginatura: realizzazione di un nuovo profilo arginale fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200
3. Nuova Arginatura: realizzazione di un nuovo profilo arginale a sostituzione del rilevato stradale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q50
4. Arginatura esistente: ripristino del profilo arginale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200
5. Adeguamento attraversamento stradale della S.S. 195 "Ponte sulla Sulcitana" per una portata Q200 e franco secondo art.21 Norme Attuazione P.A.I
6. Adeguamento attraversamento stradale della S.P 74 "Ponte Tratalias" per una portata Q200 e franco secondo art.21 Norme Attuazione P.A.I

La valutazione complessiva di tali interventi si aggira intorno a 18 milioni di Euro, cui vanno ad aggiungersi le spese generali da valutarsi per circa € 2'877'280 per un totale di lavori e spese di circa € 20'865'000. Tra gli oneri di manutenzione annui sono stati confermati quelli relativi agli argini esistenti o in adeguamento per un totale di circa € 172'000 per anno.

Il prospetto complessivo dei costi viene presentato nella tabella seguente:

INTERVENTI		IMPORTO
1	Intervento Rio Palmas - Arginatura esistente: ripristino del profilo arginale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200	5'143'000
2	Intervento Rio Palmas - Nuova Arginatura: realizzazione di un nuovo profilo arginale fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200	767'000
3	Intervento Rio Palmas - Nuova Arginatura: realizzazione di un nuovo profilo arginale a sostituzione del rilevato stradale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q50	282'000
4	Intervento Rio Palmas - Arginatura esistente: ripristino del profilo arginale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200	575'000
5	Intervento Rio Palmas - Adeguamento attraversamento stradale della S.S. 195 "Ponte sulla Sulcitana" per una portata Q200 e franco secondo art.21 Norme Attuazione P.A.I	5'138'000
6	Intervento Rio Palmas - Adeguamento attraversamento stradale della S.P 74 "Ponte Tratalias" per una portata Q200 e franco secondo art.21 Norme Attuazione P.A.I	6'078'000
TOTALE LAVORI		17'983'000



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

INTERVENTI	IMPORTO
TOTALE SPESE GENERALI	2'877'280
TOTALE LAVORI E SPESE	€ 20'860'280
In cifra tonda	€ 20'865'000
TOTALE oneri manutenzione (per anno)	172'000

L'obbiettivo principale dello *scenario 1* è quello di contenere la piena bicentenaria in tutto il tratto analizzato mediante la realizzazione di nuove arginature e l'adeguamento delle arginature esistenti. Questo comporta la messa in sicurezza degli attraversamenti stradali presenti mediante la demolizione e la successiva ricostruzione. Attraverso queste nuove opere la stima del danno risulta essere molto inferiore rispetto alla condizione dello stato attuale – *Scenario 0*.

CATEGORIA	50Y		100Y		200Y	
	Danno	Area	Danno	Area	Danno	Area
A	530360.23	1354340.56	609163.53	1509910.53	653107.37	1580922.44
H	0.00	60531.74	0.00	60898.23	0.00	60691.45
J	0.00	314536.79	0.00	314645.75	0.00	315194.36
P	17079.12	1178.05	18410.11	1214.96	19307.71	1232.36
S	38487.64	1176.42	40667.18	1198.63	41977.84	1218.59
T	68664.19	6952.81	88218.38	7433.09	99879.58	7708.75
X	0.00	39157.63	0.00	39961.64	0.00	40679.54
Totale	654591.18		756459.21		814272.49	



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

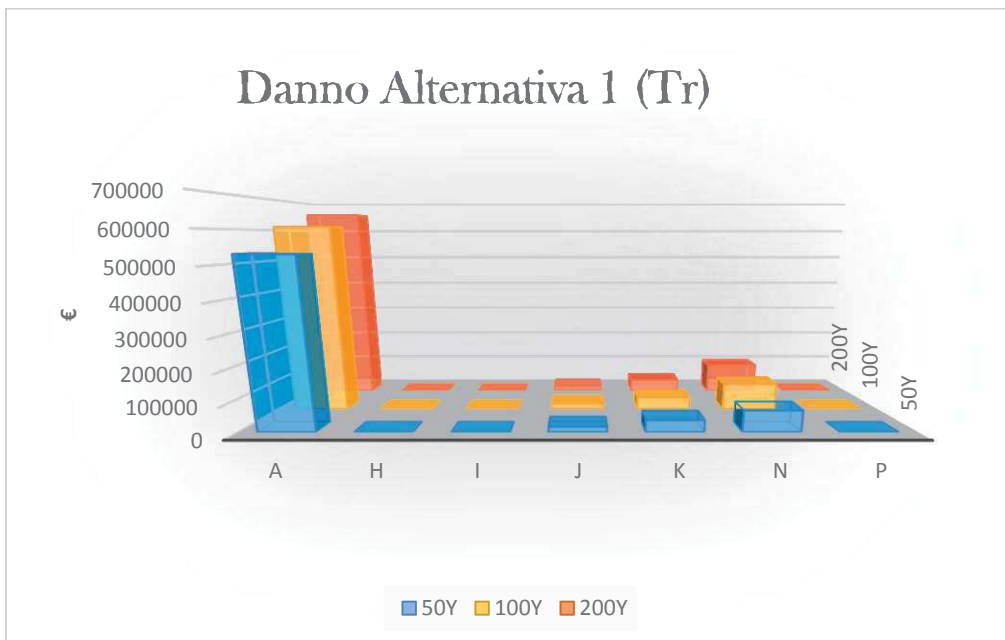


FIGURA 49 SCENARIO 1 – DANNO PER CATEGORIA DEL DBEE UTILIZZATO ED AGGIORNATO.

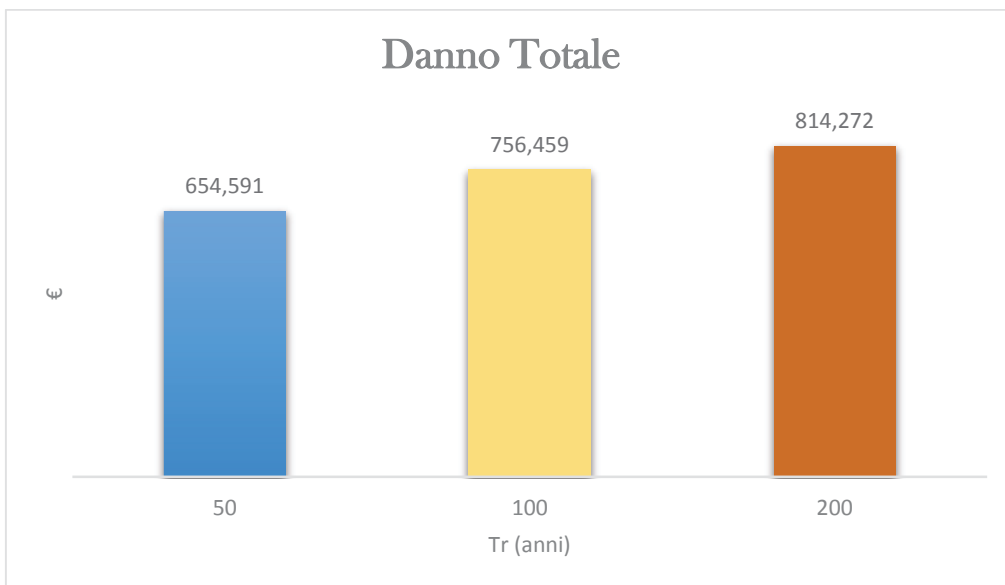


FIGURA 50 SCENARIO 1 – SOMMA CATEGORIE ESPOSTE ALL'INONDAZIONE AI VARI TEMPI DI RITORNO



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

7.3 SCENARIO 2

Nello *scenario 2* sono stati inseriti gli interventi:

1. Intervento Rio Palmas - Arginatura esistente: ripristino del profilo arginale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200
2. Intervento Rio Palmas - Nuova Arginatura: realizzazione di un nuovo profilo arginale fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200
3. Intervento Rio Palmas - Nuova Arginatura solo in destra idraulica: realizzazione di un nuovo profilo arginale a sostituzione del rilevato stradale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q50
4. Intervento Rio Palmas - Arginatura esistente: ripristino del profilo arginale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200
5. Intervento Rio Palmas - Adeguamento attraversamento stradale della S.S. 195 "Ponte sulla Sulcitana" per una portata Q200 e franco secondo art.21 Norme Attuazione P.A.I
6. Intervento Rio Palmas - Adeguamento attraversamento stradale della S.P 74 "Ponte Tratalias" per una portata Q200 e franco secondo art.21 Norme Attuazione P.A.I

La differenza tra lo *scenario 1* e lo *scenario 2* sta nella realizzazione dell'arginatura in sostituzione al rilevato stradale localizzato in sinistra idraulica a valle dell'attraversamento della S.P 74. In questo scenario di simulazione, si lascia alla piena il libero allagamento in sinistra idraulica. Essendo delle zone classificate nel DBEE come aree agricole, il danno generato da una possibile inondazione non è particolarmente oneroso.

La valutazione complessiva di tali interventi si aggira intorno a 17.7 milioni di Euro, cui vanno ad aggiungersi le spese generali da valutarsi per circa € 2'838'720 per un totale di lavori e spese di circa € 20'580'720. Tra gli oneri di manutenzione annui sono stati confermati quelli relativi agli argini esistenti o in adeguamento per un totale di circa € 154'000 per anno.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

Il prospetto complessivo dei costi viene presentato nella tabella seguente:

INTERVENTI		IMPORTO
1	Intervento Rio Palmas - Arginatura esistente: ripristino del profilo arginale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200	5'143'000
2	Intervento Rio Palmas - Nuova Arginatura: realizzazione di un nuovo profilo arginale fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200	767'000
10	Intervento Rio Palmas - Nuova Arginatura solo in destra idraulica: realizzazione di un nuovo profilo arginale a sostituzione del rilevato stradale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q50	41'000
4	Intervento Rio Palmas - Arginatura esistente: ripristino del profilo arginale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200	575'000
5	Intervento Rio Palmas - Adeguamento attraversamento stradale della S.S. 195 "Ponte sulla Sulcitana" per una portata Q200 e franco secondo art.21 Norme Attuazione P.A.I	5'138'000
6	Intervento Rio Palmas - Adeguamento attraversamento stradale della S.P 74 "Ponte Tratalias" per una portata Q200 e franco secondo art.21 Norme Attuazione P.A.I	6'078'000
TOTALE LAVORI		17'742'000
TOTALE SPESE GENERALI		2'838'720
TOTALE LAVORI E SPESE		€ 20'580'720
In cifra tonda		€ 20'585'000
TOTALE oneri manutenzione (per anno)		154'000

L'obiettivo dello *scenario 2* è quello di contenere la piena bicentenaria nel tratto arginato e permettere l'inondazione nella zona golenale in sinistra idraulica presente a valle del ponte sulla S.P 74 "ponte Tratalias".

CATEGORIA	50Y		100Y		200Y	
	Danno	Area	Danno	Area	Danno	Area
A	574089.90	1670710.90	651339.87	1820420.10	699532.28	1912547.89
H	0.00	60621.97	0.00	60621.97	0.00	60621.97
J	0.00	314742.43	0.00	314987.64	0.00	315030.43
P	16351.25	1303.73	17655.27	1427.89	18550.96	1538.82
S	38504.45	1174.91	40795.24	1214.61	42158.11	1238.61
T	67785.95	9634.80	89125.27	10400.91	102826.52	11132.36
X	0.00	39412.65	0.00	39861.75	0.00	40116.98
Totale	696731.56		798915.64		863067.87	



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

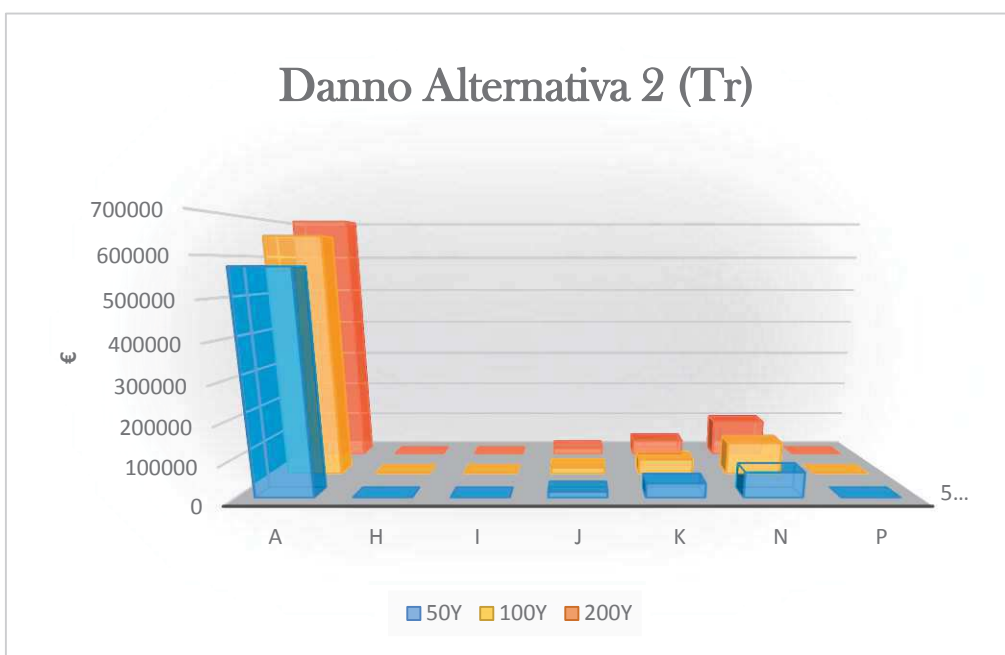


FIGURA 51 SCENARIO 2 – DANNO PER CATEGORIA DEL DBEE UTILIZZATO ED AGGIORNATO.

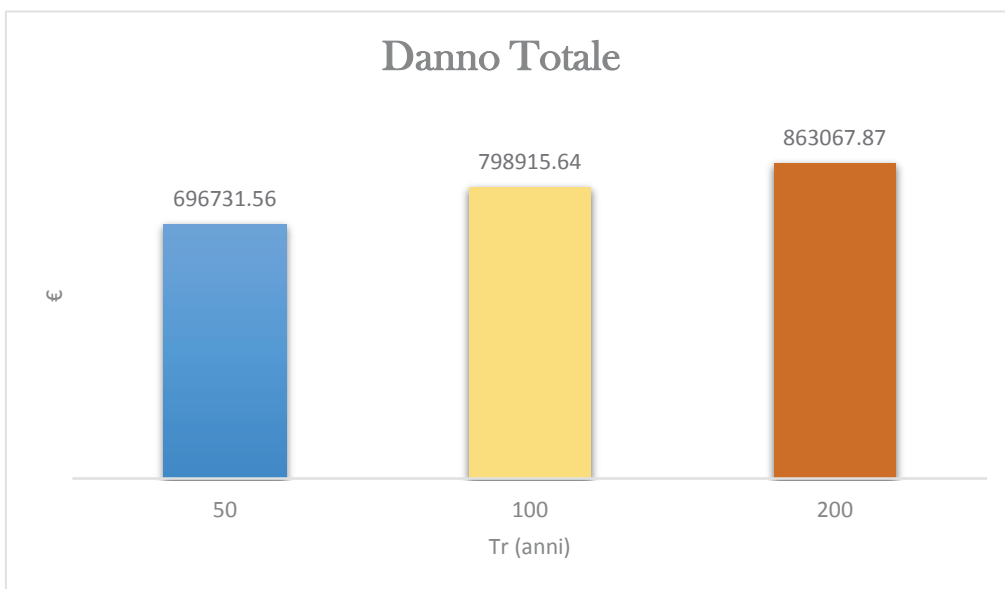


FIGURA 52 SCENARIO 2 – SOMMA CATEGORIE ESPOSTE ALL'INONDAZIONE AI VARI TEMPI DI RITORNO



7.4 SINTESI DEI COSTI DI REALIZZAZIONE DEGLI SCENARI

Al fine di presentare un quadro comparativo sintetico delle valutazioni riportate nel paragrafo precedente, di seguito si propone un quadro di sintesi ove sono riportati i costi di realizzazione degli scenari sopra descritti con esposti gli oneri di manutenzione annua.

La tabella invece riassume la composizione dei vari scenari con riferimento agli interventi considerati e successivamente aggregati come sopra descritto.

TABELLA 32 SINTESI DEI COSTI PER CIASCUNO SCENARIO

SCENARIO DI RIFERIMENTO	Totale lavori e spese	Oneri di manut. annua
SCENARIO 0	0	93'000
SCENARIO 1	20'865'000	172'000
SCENARIO 2	20'585'000	154'000

TABELLA 33 SINTESI DEGLI INTERVENTI CONSIDERATI E DEGLI SCENARI PROGETTUALI DI RIFERIMENTO ANALIZZATI

SINTESI DEGLI INTERVENTI E DEGLI SCENARI

Scenari					Interventi	
0	1	2	3	4		
					1	Rio Palmas - Arginatura esistente: ripristino del profilo arginale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200
					2	Rio Palmas - Nuova Arginatura: realizzazione di un nuovo profilo arginale fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200
					3	Rio Palmas - Nuova Arginatura: realizzazione di un nuovo profilo arginale a sostituzione del rilevato stradale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q50
					4	Rio Palmas - Arginatura esistente: ripristino del profilo arginale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q200
					5	Rio Palmas - Adeguamento attraversamento stradale della S.S. 195 "Ponte sulla Sulcitana" per una portata Q200 e franco secondo art.21 Norme Attuazione P.A.I
					6	Rio Palmas - Adeguamento attraversamento stradale della S.P 74 "Ponte Tratalias" per una portata Q200 e franco secondo art.21 Norme Attuazione P.A.I
					7	Rio Palmas - Manutenzione ordinaria delle arginature esistenti in sponda destra e sinistra - Stato attuale
					8	Rio Palmas - Manutenzione ordinaria delle arginature esistenti in sponda destra e sinistra - Scenario 1
					9	Rio Palmas - Manutenzione ordinaria delle arginature esistenti in sponda destra e sinistra - Scenario 2
					10	Rio Palmas - Nuova Arginatura solo in destra idraulica: realizzazione di un nuovo profilo arginale a sostituzione del rilevato stradale esistente fino al raggiungimento del franco minimo di calcolo (1 m) rispetto alla Q50



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

8. ANALISI COSTI BENEFICI DEGLI SCENARI DI INTERVENTO

8.1 PREMESSE

Come più ampiamente descritto nella Relazione metodologica predisposta per il bacino pilota “Bassa Valle Coghinas”, tra gli obiettivi dell’Accordo di collaborazione tra ARDIS e DICAAR, è detto che, una volta definiti gli interventi infrastrutturali e organizzata l’esecuzione per scenari, dovrà essere giustificata la loro realizzazione sulla base di una analisi dei relativi costi e la riduzione dei danni di piena conseguenti. In definitiva dovranno essere fornite giustificazioni tecnico-economiche della convenienza nella pianificazione futura prevista dal Piano nello scenario d’intervento analizzato a breve termine (sei anni secondo le indicazioni della normativa) e su un orizzonte temporale più ampio, orientativamente esteso fino al completamento delle ipotesi infrastrutturali considerate.

Un’impostazione di tale tipo è sostanzialmente coerente con quanto contenuto nel punto 3 dell’articolo 7 della Direttiva Europea 2007/60 e ripreso nell’Allegato 1 del DL n. 49/2010 che prevede per i bacini idrografici interessati dal rischio idraulico sia impostata un metodologia sostanzialmente basata sull’analisi costi-benefici per valutare le misure di mitigazione previste nel Piano. Anche le priorità d’intervento dovranno, conseguentemente, essere stabilite in funzione della analisi Costi-Benefici che prenda in considerazione sia i costi associati all’intervento ed i benefici derivanti dalla realizzazione dello stesso intervento, quantificabili in termini di riduzione del danno atteso, sia in funzione del soddisfacimento vincoli o esigenze irrinunciabili e non tangibili, ovvero a vincoli tecnologici imposti, ad esempio, da esigenze tecniche nella sequenza realizzativa del sistema di protezione in cui vengono inseriti.

8.2 INTEGRAZIONI TRA PGRA E PIANI DI EMERGENZA

Le procedure di gestione del rischio di alluvione dovrebbero integrare tra loro diverse tipologie di azioni svolte dagli Enti preposti, ma anche dalle comunità e da singoli individui per ridurre a un livello accettabile i danni conseguenti agli eventi di piena. Le azioni non strutturali consistono in misura di emergenza da attuare prima degli eventi, a seguito degli allertamenti, misure da attuare durante le fasi di emergenza e misure di post-evento. Adeguatamente prima delle piene le popolazioni, dovranno essere allertate, potranno essere evacuate e si potranno adottare quelle azioni che limitano i danni dell’esondazione sulle infrastrutture e sui beni più sensibili. Prima e durante l’evento si dovranno adottare misure di intervento e sorveglianza sul territorio: esempi tipici possono essere rappresentati da interdizione all’uso d’infrastrutture di trasporto, realizzazione di lavori temporanei di innalzamento di strutture di protezione, apertura di varchi per agevolare il deflusso, ecc. Dopo la piena dovranno essere adottate le misure che agevolano un rapido recupero nella possibilità di svolgere le regolari attività produttive, e la riutilizzazione delle infrastrutture temporaneamente interdette.

Nel territorio soggetto a pericolosità idraulica è necessario che le misure di allertamento e le conseguenti attività previste per la protezione della popolazione e dei beni sensibili siano



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

precedentemente studiate, predisposte e verificate con azioni simulative che mettono a conoscenza la popolazione sulle modalità di comportamento da attuare a seguito di una allerta per un evento di piena.

L'analisi economica di efficienza, nella stima della riduzione dei danni, di queste misure di emergenza non è agevole: essa è complicata dal fatto che sono difficilmente prevedibili le tendenze individuali ad agire. Spesso questo avviene in maniera non uniforme e talvolta non facilmente prevedibile, specie se il territorio non ha subito vulnerazioni da piena in tempi recenti che consentano, anche sulla base del senso comune, ai singoli di attivarsi con le modalità corrette per affrontare e il superamento della situazione di pericolosità. Sicuramente l'efficienza delle azioni di emergenza s'incrementa come i residenti diventano meglio informati sulle procedure da adottare. La variabilità nella efficienza delle azioni adottate in una fase di emergenza per piena dipende inoltre dalla dimensione e dal livello delle infrastrutture disponibili del territorio interessato e dalla loro stessa vulnerabilità agli eventi. La stessa configurazione del territorio e la tipologia degli edifici può modificare la possibilità di adottare in modo agevole anche procedure ovvie per la salvaguardia della popolazione. Pertanto il piano di emergenza di ogni singolo sub-bacino dovrà necessariamente essere specificatamente riferito al territorio a rischio e richiede sia possibilmente ivi validato con operazioni di simulazione delle situazioni di pericolo.

Non si ritiene, tuttavia, di dover entrare in questa fase di formulazione del PGRA in una analisi specifica per la definizione dei piani di emergenza. Un'interazione importate sarà comunque considerata: riguarda la definizione del livello di pericolosità da associare a specifiche infrastrutture e, conseguentemente, al territorio sotteso.

8.3 ANALISI ECONOMICA DEGLI SCENARI D'INTERVENTO IPOTIZZATI

Per gli scenari d'intervento definiti nel [capitolo 7](#), è stato calcolato l'andamento del flusso attualizzato di costi e benefici e il valore finale del VAN secondo la metodologia ed i criteri di valutazione economica precedentemente illustrati. Per eseguire correttamente l'analisi dei costi e dei benefici è necessario introdurre fattori di omogeneizzazione dei flussi finanziari che permettono di rendere i valori comparabili in un predefinito istante temporale, normalmente assunto coincidente con l'anno di inizio dell'investimento. I valori vengono "attualizzati", ossia resi omogenei utilizzando un "tasso di attualizzazione" del capitale o flusso di cassa F_i che si realizza nell'anno i -esimo che è attualizzato (scontato) all'anno zero con l'equazione:



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

$$F_0 = \left[\frac{1}{(1+r)^i} \right] F_i$$

È ragionevole ritenere che l'investimento iniziale per la realizzazione dello scenario d'intervento dia luogo ad un unico flusso di cassa che si verifica all'anno zero. Similmente si può ritenere che tutti i flussi di cassa appartenenti allo stesso anno di esercizio siano concentrati al termine dell'esercizio stesso. Nell'analisi sono considerati i valori cumulati di costi e benefici per tutto l'orizzonte temporale. Come già detto il VAN è un metodo di valutazione economica che considera la valutazione dei costi (flussi in uscita) e dei benefici (flussi in entrata) con le usuali regole di attualizzazione.

I parametri necessari per le valutazioni sono:

n = numero di anni considerati nello scenario, spesso coincidente con la vita utile dell'opera;

r = tasso di interesse utilizzato.

La scelta del valore del tasso r è fondamentale, poiché influenza i valori cumulati di costo e beneficio del progetto, ma non è però univoca. Alcune ipotesi, tra le più comuni sono:

1. adottare i tassi di interesse applicati dalle banche e dalle aziende di commerciali ai prestiti a lungo termine;
2. decidere i tassi di sconto sulla base di scelte realizzate a livello politico che considerano anche aspetti di equità e solidarietà sociale;
3. adottare il tasso di rendimento dell'investimento della risorsa finanziaria, anche con riferimento a aspetti produttivi alternativi.

Nelle applicazioni che seguono, si è fatto riferimento a un tasso r relativamente basso, assunto pari al 3% che può essere giustificato con riferimento al secondo punto sopra dato.

L'orizzonte temporale nell'analisi economica è stato assunto pari a 100 anni per tutti gli scenari di intervento esaminati. Considerata la tipologia delle opere questo scenario si ritiene coerente con le analisi da realizzare. Per alcuni interventi potranno essere considerati ulteriori oneri di sostituzione di apparecchiature o rifacimento di opere, quando necessari su questo arco temporale. Di seguito si considereranno sinteticamente gli scenari d'intervento ipotizzati nel tratto analizzato del rio Palmas.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

8.3.1 SCENARIO 0 – STATO ATTUALE

Questo è lo scenario di riferimento che rappresenta lo stato attuale delle opere, come descritte al capitolo precedente.

L'importo complessivo di tali lavori di manutenzione delle arginature attuali è stato stimato in circa 93,000 Euro. La Tabella già data nel capitolo 7 riporta la sintesi dei valori di danno attesi nella situazione attuale all'accadimento degli eventi di piena con $Tr = 50, 100$ e 200 anni.

Il valori dei danni valutati nella situazione attuale saranno sottratti agli oneri conseguenti agli scenari di intervento che saranno considerati di seguito.

La valutazione dei danni di piena riferita allo stato attuale è riportata per comodità nella tabella seguente, ed è assunta come riferimento per la quantificazione dei benefici conseguenti alla realizzazione delle opere considerate negli scenari di intervento.

In definitiva, i benefici medi annui conseguenti dalla realizzazione degli scenari saranno valutati come differenza tra i danni medi annui attesi nello scenario zero e i danni medi annui attesi a seguito della realizzazione degli interventi.

	50Y		100Y		200Y	
	Danno (€)	Area (m ²)	Danno (€)	Area (m ²)	Danno (€)	Area (m ²)
Totale	17'596'258	9'525'284	47'528'169	10'133'176	49'009'130	10'513'716

8.3.2 SCENARIO 2

Considerata la modesta differenza tra gli investimenti necessari, nell'analisi costi-benefici si è considerato il solo Scenario di intervento 2.

Nello Scenario di intervento 2 sono stati inseriti gli interventi di adeguamento degli argini esistenti, la demolizione e ricostruzione degli attraversamenti stradali di primaria e secondaria importanza e la realizzazione di due nuove arginature che si innestano a partire dalle testate delle arginature esistenti e proseguono verso monte. In particolare, la nuova arginatura in sinistra idraulica permettono di intercettare la piena a valle dell'immissione del canale secondario di dreno della diga di Monti Pranu. In questo modo si evita che la piena ai vari tempi di ritorno vada ad interessare il rilevato stradale della S.S 195 laddove allo stato attuale si innescano le principali criticità riscontrate causando il sormonto dello stesso e la conseguente inondazione della zona golenale in sinistra idraulica localizzata a valle di tale attraversamento stradale.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

	50Y		100Y		200Y	
	Danno (€)	Area (m2)	Danno (€)	Area (m2)	Danno (€)	Area (m2)
Totale	696'731	2'097'601	798'915	2'248'934	863'067	2'342'227

Il costo complessivo della realizzazione di questo scenario è di 20,585 milioni di euro. A questi importi si sommano gli importi per interventi di manutenzione ordinaria per un totale di 0,154 milioni di euro per anno.

Ai fini della valutazione del beneficio conseguente alla realizzazione delle opere, dalle analisi realizzate nei precedenti paragrafi i danni più significativi accadono già con tempi di ritorno di circa 15 anni nella situazione attuale. Sulla base dell'analisi delle criticità, il valore di annullamento del danno atteso è stato pertanto assunto per un tempo di ritorno di 15 anni.

I risultati dell'analisi economica mostrano una riduzione del danno medio annuo atteso di 1.19 milioni di euro per anno che giustifica la realizzazione dello scenario sulla base di sole considerazioni di efficienza economica.

Nella Figura seguente è dato l'andamento delle curve dei flussi attualizzati che evidenziano l'intersezione dei valori entro un numero di circa 25 anni nell'orizzonte temporale prefissato.



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PRESIDENZA
Direzione Generale Agenzia Regionale del
Distretto Idrografico della Sardegna



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, AMBIENTALE E
ARCHITETTURA

SEZIONE DI INGEGNERIA IDRAULICA

