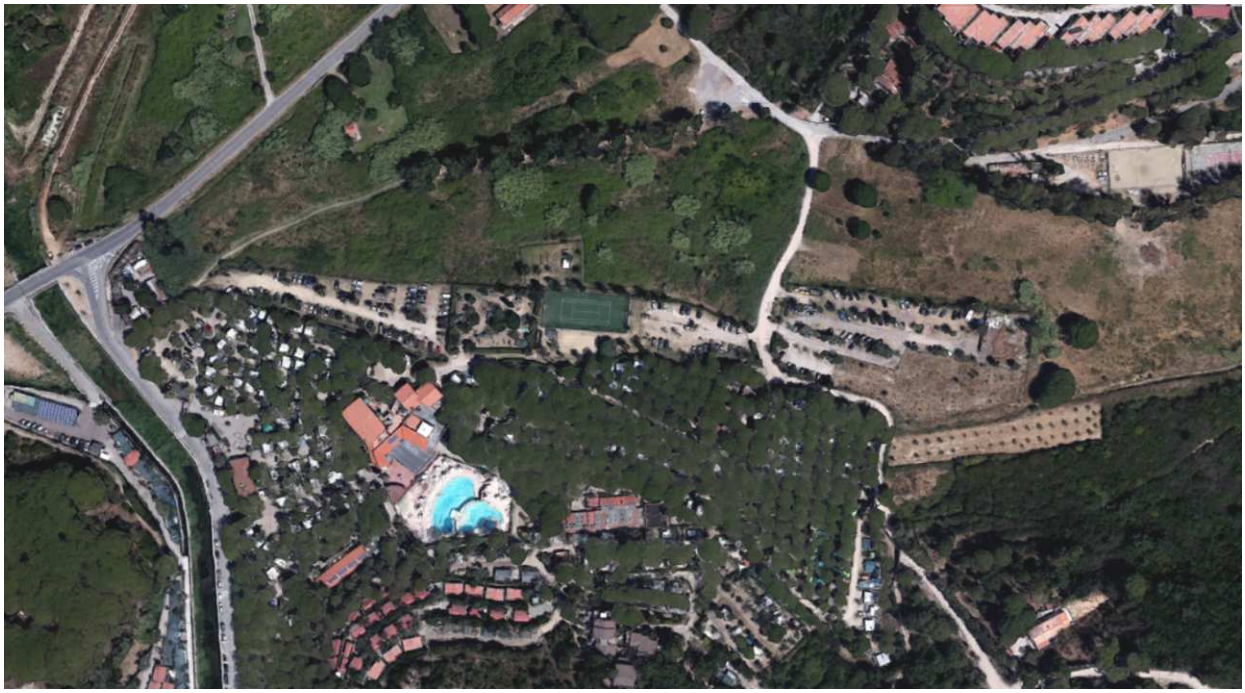
PROGETTO TRANSFRONTALIERO T.R.I.G. Eau "TRANSFRONTALIERITA', RESILIENZA, INNOVAZIONE E GOVERNANCE PER LA PREVENZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO" FINANZIATO DAL PROGRAMMA COMUNITARIO ITALIA FRANCIA MARITTIMO 2014-2020. ATTIVITA' T.3.3: REALIZZAZIONE DI INTERVENTO PILOTA – DECULVERTING E MITIGAZIONE DISSESTO DA RISCHIO IDRUALICO DI UN TRATTO DI FOSSO DI SEGAGNANA NEL COMUNE DI CAMPO NELL'ELBA



PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato 1 – Relazione generale

Gruppo di Lavoro

Dott. Ing. Simone Galardini
Dott. Ing. Chiara Chiostrini
Dott. Geol. Andrea Bizzarri
Dott. For. Katuscia Begliomini

Codice 04303	**Emesso** Galardini	**D.R.E.AM. Italia** Via Garibaldi, 3 Pratovecchio Stia (Ar) - Tel. 0575 52.95.14 Via Enrico Bindi n.14, Pistoia – Tel 0573 36.59.67
Rev. 00	**Controllato** Chiostrini	http://www.dream-italia.it AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE QUALITÀ CERTIFICATO DA DNV = ISO 9001 =
Data Settembre 2019	**Approvato D.T.** Miozzo	D.R.E.AM. ITALIA

Sommario

PREMESSA 2

1. AGGIORNAMENTI RISPETTO AL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA 3

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE 5

3. INQUADRAMENTO STORICO-AMMINISTRATIVO 7

4. INQUADRAMENTO URBANISTICO 11

5. VINCOLI E CLASSIFICAZIONI CHE INTERESSANO L'AREA 14

5.1 Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/23 e L.R. 39/00 14

5.2 Vincoli paesaggistici ex L. 1497/39 ed ex L. 431/85 14

6. ANALISI IDROLOGICA 18

7. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE E DEGLI INTERVENTI PREVISTI 20

8. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE 23

8.1 Risultati verifiche stato attuale 23

8.2 Risultati verifiche idrauliche stato di progetto step 1 25

8.3 Risultati verifiche idrauliche stato di progetto step 2 29

9 Conclusioni 32

PREMESSA

La presente relazione costituisce la relazione generale del progetto dell'intervento di riapertura di due tratti e di opere di mitigazione del dissesto da rischio esondazioni del Fosso Segagnana in località La Foce a Marina di Campo nel Comune di Campo nell'Elba (LI), per conto del Consorzio di Bonifica 5 Toscana Costa.

La progettazione e realizzazione dell'intervento rientrano nelle attività del progetto transfrontaliero Italia-Francia **T.R.I.G.-Eau** (*Transfrontalierità, Resilienza, Innovazione & Governance per la prevenzione del Rischio Idrogeologico*) finanziato sul Programma Interreg Italia-Francia Marittimo 2014-2020, cofinanziato dal Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale (FESR) nell'ambito della Cooperazione Territoriale Europea (CTE).

Il progetto di detombamento a Campo nell'Elba è uno dei tre interventi pilota realizzati dal T.R.I.G.-Eau nei territori partner (gli altri due sono uno in Comune di Camogli e l'altro nel Comune di Solarussa), nell'ambito della componente *T3 – Modello di governance congiunto con la realizzazione di azioni pilota innovative per la riduzione del rischio idrogeologico*.

L'intervento è finalizzato alla mitigazione del rischio idraulico nell'area de La Foce interessata dall'attraversamento del corso d'acqua, tramite riduzione del tratto tombato, adeguamento della sezione idraulica, realizzazione di cassa di laminazione a monte e creazione di un sistema di sbocco nel Fosso della Galea alternativo all'immissione diretta, al fine di ovviare al problema del rigurgito della Fosso Galea nel Segagnana.

Nell'area oggetto di studio infatti, sia per insufficienza idraulica in diverse sezioni del corso d'acqua che a causa del delicato nodo della confluenza del Segagnana nella Galea, si verificano esondazioni frequenti, così come riportato anche nella cartografia del PGRA, che individua l'area come soggetta ad alluvioni frequenti (due esempi: gli eventi del 2002 e del 2011).

Il carattere dimostrativo dell'intervento si evince da numerosi fattori localizzati tra cui la mitigazione del dissesto idrogeologico, la riduzione del rischio alluvioni nella zona circostante, il ripristino di un servizio ecosistemico, una progettualità compartecipata tra pubblico (Consorzio di Bonifica 5 Toscana Costa) e privato (Campeggio alle degli Ulivi la cui proprietà è interessata da due tombamenti importanti del corso d'acqua), un utilizzo più razionale del suolo ed una maggiore facilità ed efficacia delle attività di manutenzione del fosso a cielo aperto.

1. AGGIORNAMENTI RISPETTO AL PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA

Come richiesto, in sede di progettazione definitiva dell'intervento sono stati attivati contatti con il professionista incaricato della stesura degli studi idraulici nell'ambito del Piano Operativo, Ing. Gabbrielli, al fine di effettuare il coordinamento degli studi e condividere la metodologia di indagine idrologica.

Si ricorda ad ogni modo che la finalità di questo intervento dimostrativo non è tanto quello di deperimetrare la pericolosità idraulica, ma di mitigare il rischio idraulico in un'area a forte antropizzazione e presenza di vacanzieri nella stagione estiva, che si è dimostrata quella effettivamente più vulnerabile nei confronti di eventi meteorici estremi e imprevedibili. Il target delle dei due step progettuali, come successivamente illustrato, è quello di eliminare le alluvioni frequenti (Tr 30 anni) dall'area e di mitigare gli effetti delle alluvioni poco frequenti (Tr 200 anni), riducendo comunque il rischio residuo.

Come indicato nel parere di Autorità di Distretto e Genio Civile sulla conferenza dei servizi preliminare sono stati effettuati degli approfondimenti tecnici sulla modellazione idrologica ed idraulica svolta, che possono essere così di seguito sintetizzati:

- Nella modellazione idrologica il bacino del Fosso di Segagnana è stato considerato nella sua interezza, ovvero chiuso in corrispondenza dell'immissione nel Fosso della Galea;

- Per avere una descrizione più rappresentativa dei fenomeni meteorici intensi e concentrati verificabili in contesti simili al bacino del Fosso di Segagnana è stata effettuata una modellazione idrologica con uno **ietogramma di tipo triangolare**, con picco centrale di intensità doppia rispetto all'intensità media. Lo ietogramma ad intensità costante utilizzato nel progetto di fattibilità tecnica ed economica è stato scartando, effettuando le analisi idrauliche con gli idrogrammi di piena generati dall'input pluviometrico di forma triangolare;

- Per l'analisi idraulica sono state utilizzate sezioni trasversali del Fosso di Segagnana ricavate da rilievo topografico di dettaglio ricavato con metodologia accoppiata GPS con correzione

differenziale RTK e stazione totale, verificando la congruenza altimetrica delle sezioni con il dato LIDAR. Negli elaborati grafici di stato attuale sono riportate l'ubicazione delle sezioni rilevate e la loro geometria;

- Come successivamente illustrato nel dominio bidimensionale sono stati utilizzati valori di scabrezza ricavati dall'uso del suolo (Corinne), ovvero ad ogni elemento di calcolo della mesh con maglia 5 x 5 m corrisponde un valore di Manning rappresentativo dell'effettivo uso del suolo presente in sito;

- La cella bidimensionale in destra del Fosso Segagnana è stata appoggiata al rilevato della SP30 e rappresenta un dominio chiuso, non essendo presenti passanti idraulici, ed eventualmente le esondazioni si accumulano e ristagnano nei punti più depressi; la cella bidimensionale in sinistra è stata estesa invece fino alla linea di riva, imponendo come condizione al contorno di uscita la *normal depth*, assimilabile come la pendenza del terreno. Come successivamente illustrato le condizioni al contorno delle celle bidimensionali non sono significative sui risultati degli allagamenti, poiché la dinamica di propagazione si arresta prima del contatto con il bordo dell'area 2D;

- Per evitare ambiguità tutte le modellazioni idrauliche del progetto definitivo sono state effettuate esclusivamente con il software HEC-Ras, a conferma della natura di reticolo idraulico significativo del Fosso di Segagnana;

- Le modellazioni idrauliche sono state condotte con un duplice scenario, ovvero sbocco libero del Fosso Segagnana nel Fosso della Galea oppure sbocco rigurgitato; nel primo caso è stata imposta come condizione al contorno di valle del Fosso di Segagnana la pendenza di moto uniforme (*normal depth*), nel secondo caso l'idrogramma delle altezze che oblitera dal primo istante di simulazione la portella di sbocco del Fosso di Segagnana (*stage hydrograph*) ;

- Tutte le simulazioni sono state condotte per diverse durate di pioggia, ovvero 1, 2, 3, 6 ore, prolungando la dinamica di esondazione per 2 ore oltre il termine dell'evento pluviometrico di riferimento;

- Relativamente alla soluzione proposta per il tratto terminale di 40 metri con condotta scatolare non è possibile trovare soluzioni alternative ad una sezione chiusa per la presenza della cabina elettrica di media tensione e soprattutto per la necessità di lasciare l'accesso ed

un'area di manovra ai mezzi di soccorso verso l'area di campeggio. Inoltre dal punto di vista idraulico il tratto terminale presenta un comportamento in pressione, e pertanto una soluzione con sezione aperta non avrebbe risolto le problematiche di esondazione;

- Per completezza sono state sviluppate tutte le verifiche idrauliche (nel duplice scenario sbocco libero/sbocco rigurgitato) relative allo stato attuale, allo stato di progetto step 1 (detombamento, adeguamento sezioni, collettori di troppo pieno) ed allo stato di progetto step 2 (realizzazione area ad esondazione controllata nel tratto a monte su proprietà del campeggio). Tutte le simulazioni sono state effettuate per eventi con Tr 30 e 200 anni, in modo da delineare un quadro esaustivo sugli effetti attesi dalla realizzazione dei lavori e per dimostrare il non aumento del rischio nelle aree limitrofe.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Fosso di Segagnana è un corso d'acqua dal regime torrentizio che scorre nel territorio comunale di Campo nell'Elba e che, originandosi dal Monte Tambone, percorre con andamento Est-Ovest, la Valle di Segagnana e, nella zona La Foce, attraversa il Campeggio Ville degli Ulivi tombato fino all'immissione nel Fosso della Galea a poche decine di metri dallo sbocco a mare.

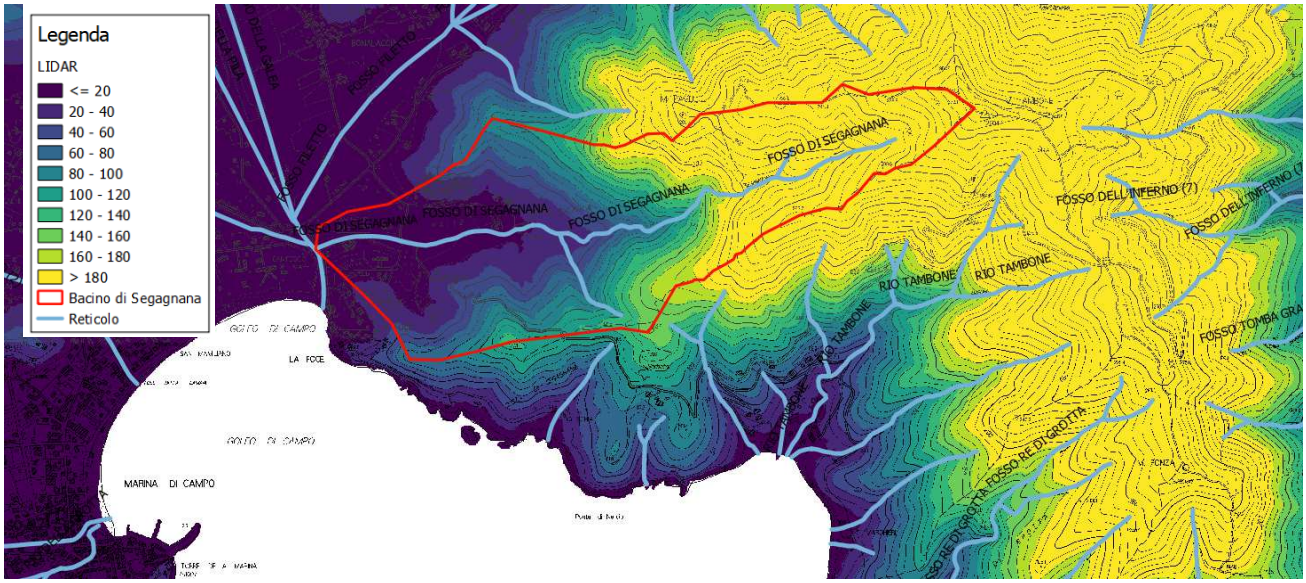


Figura 1: DTM idrologico del bacino studiato (LIDAR risoluzione 1x1m).

Il corso d'acqua si origina alla quota di 290 m s.l.m., alimentato dagli impluvi di monte, mentre nella parte valliva del bacino le forme dei rilievi sono decisamente più morbide e pianeggianti fino alla confluenza nel Fosso della Galea a circa 200 m dallo sbocco in mare.

Ai fini del presente studio il bacino viene considerato nella sua interezza, con sezione di chiusura in corrispondenza dell'immissione sul Fosso della Galea e presenta le seguenti caratteristiche:

	A (km^2)	**L (km)**	**Hmax (m s.l.m.)**	**Hmin (m s.l.m.)**	**Hmedia (m s.l.m.)**	**Zmax asta (m s.l.m.)**	**i**	**iB**
Fosso di Segagnana	**1.00**	2.20	373	0.05	208	290	0.13	0.17

Tabella 1: parametri geomorfologici del bacino del Fosso di Segagnana alla sezione di chiusura dell'attraversamento della strada vicinale catastalmente denominata del Macchione.

Figura 2: Immagine aerea del bacino del Fosso di Segagnana alla sezione di chiusura d'interesse

I parametri morfologici dei bacini sono stati ricavati dalle Carte Tecniche Regionali della Regione Toscana.

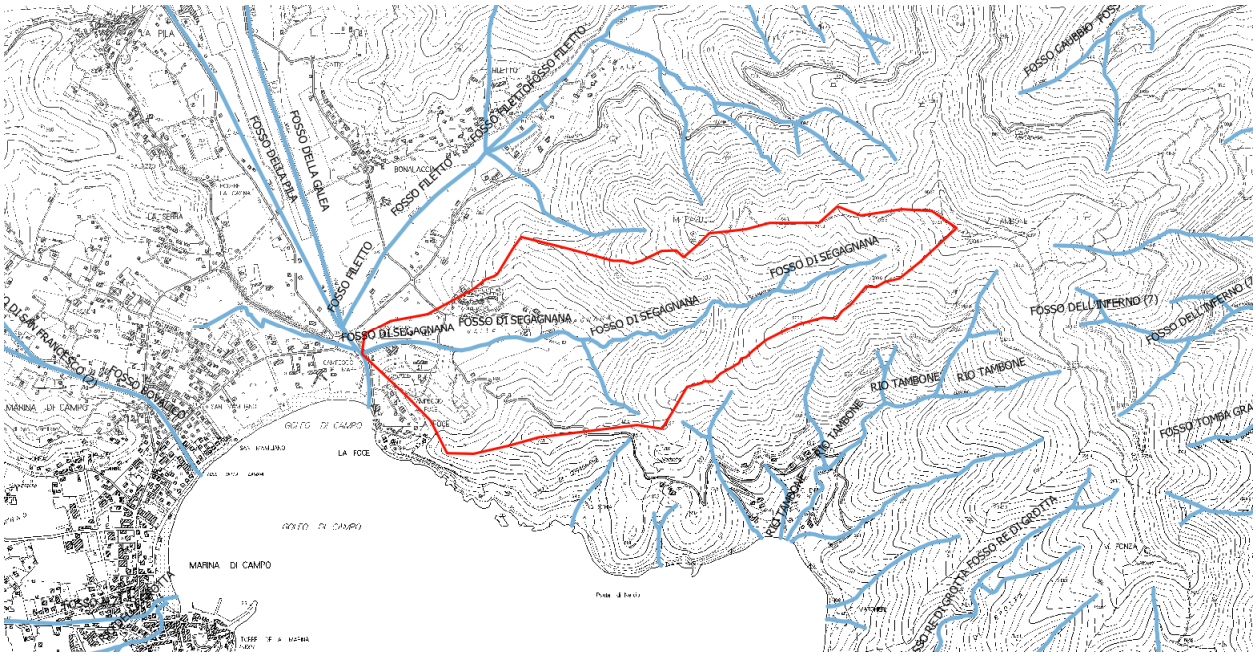


Figura 3: Bacino del Fosso di Segagnana tracciato su C.T.R. in scala 1:10.000

3. INQUADRAMENTO STORICO-AMMINISTRATIVO

Il Fosso di Segagnana appartiene al reticolo idrografico della Regione Toscana, classificato con LR 79/12 e s.m.i. ed in gestione al Consorzio di Bonifica 5 Toscana Costa, ed appartiene al demanio acque pubbliche ai sensi dell'art. 822 del c.c. e dell'art. 1 del T.U. 1775/33.

A seguito di ricerche non sono state trovate autorizzazioni idrauliche né concessioni demaniali sul tombamento del Segagnana, si rileva pertanto un'occupazione di Demanio Idrico, e da un'analisi delle foto aeree storiche, riportate di seguito, non appare chiaro l'anno in cui il fosso è stato tombato.

Dallo studio di fattibilità "Proposta di intervento per il ripristino a cielo aperto del Fosso Segagnana" del 2013, a cura di Studio INGEO, si evince che, al momento dell'acquisizione della proprietà dell'area da parte del camping Valle degli Ulivi, nel 1999, il fosso era già tombato.

Figura 4: Estratto del Catasto Storico Regionale (CASTORE) della Toscana nel tratto di interesse, sovrapposto a CTR

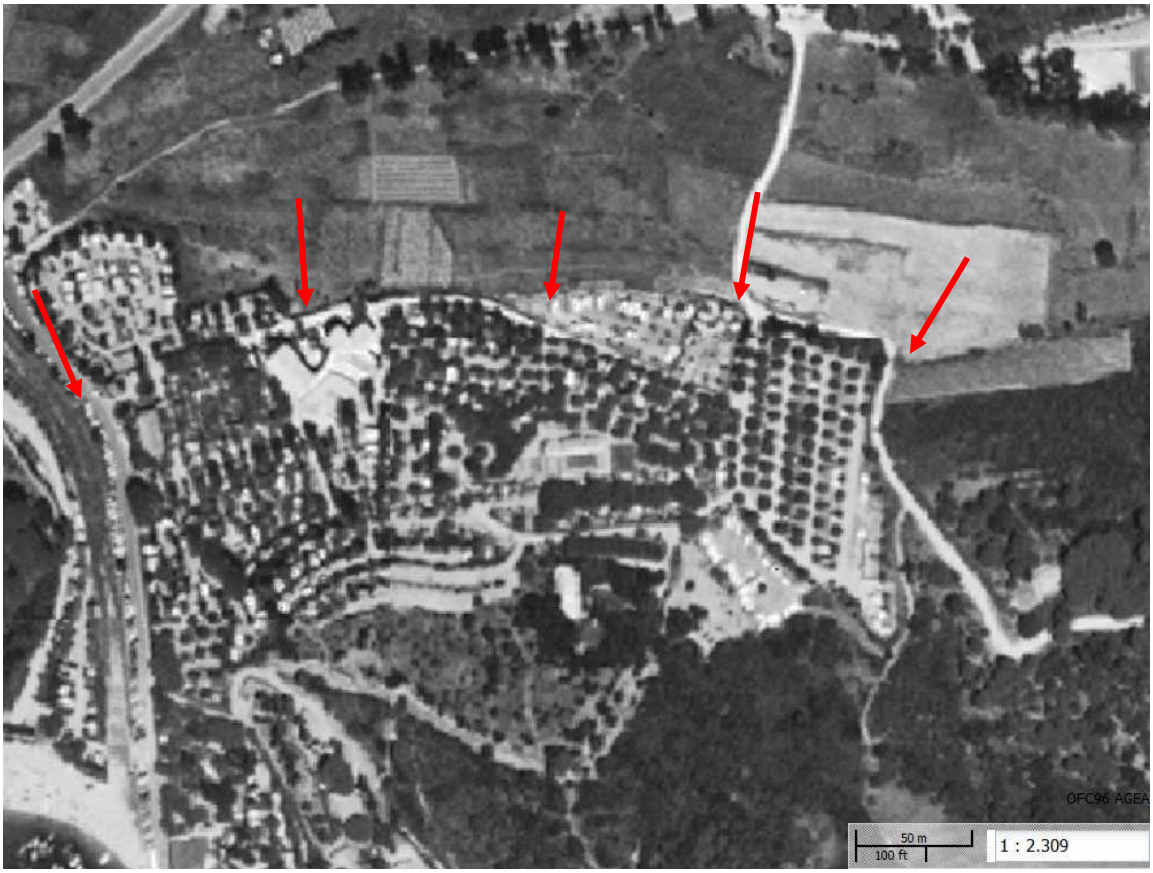


Figura 5: Estratto da ortofoto del 1996

Figura 6: Estratto da ortofoto del 2000

Figura 7: Estratto da ortofoto del 2007

Figura 8: Estratto da ortofoto del 2013

Ai sensi del vigente "Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni" – (PGRA), del Distretto dell'Appennino Settentrionale, l'area oggetto di interesse è individuata come P3 (la più alta) in relazione alla pericolosità di alluvioni fluviali con aree inondabili da eventi con tempo di ritorno minore/uguale a 30 anni.

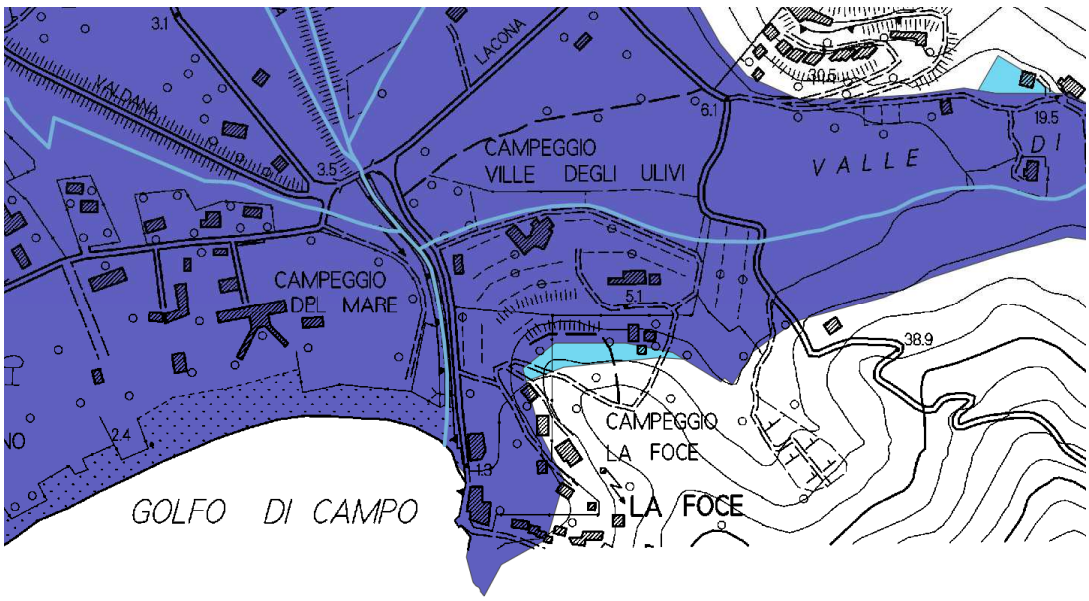


Figura 9: Estratto della Carta delle pericolosità ai sensi del PGRA

Da un progetto di 'Rilevamento dei tratti "tombati" relativi ai corsi d'acqua appartenenti al reticolo di gestione dell'Isola d'Elba' del 2015 realizzato a cura del Consorzio di Bonifica 5 Toscana Costa e a seguito di sopralluogo e rilievo condotti ad hoc per questo studio di fattibilità, si riportano le seguenti caratteristiche del tombamento più lungo sul Segagnana nella proprietà del Campeggio Valle degli Ulivi:

TOMBAMENTI (LINEE) PER IND RESTR - Feature Attributes

Actions

Dati Tombamento | Foto

ID	108
Tipo	Tombamento
Nome Fosso	Segagnana
Comune	Campo nell'Elba
Materiale Costruzione	Tubo CLS diametro=80 cm
Utilizzo Copertura	Campeggio Ulivi
Stato manutenzione	Pulito
Sez Fosso Naturale (mq)	1
Sez Fosso Tombato (mq)	0.5
Sez Uscita tombamento (mq)	6
Indice Restringimento	0.5
Note	Presenza di due griglie d'ispezione lungo il percorso

4. INQUADRAMENTO URBANISTICO

La zona di intervento è inserita in parte all'interno del Sistema Pedecollinare e della Pianura e in parte nel Sistema della Costa, nelle sub-UTOE 3a (Territorio aperto – EST) e 3c (Strutture turistico-ricettive – EST) del Piano Strutturale (PS) del Comune di Campo nell'Elba adottato con Delibera di Consiglio Comunale n. 17 del 9 Aprile 2014.

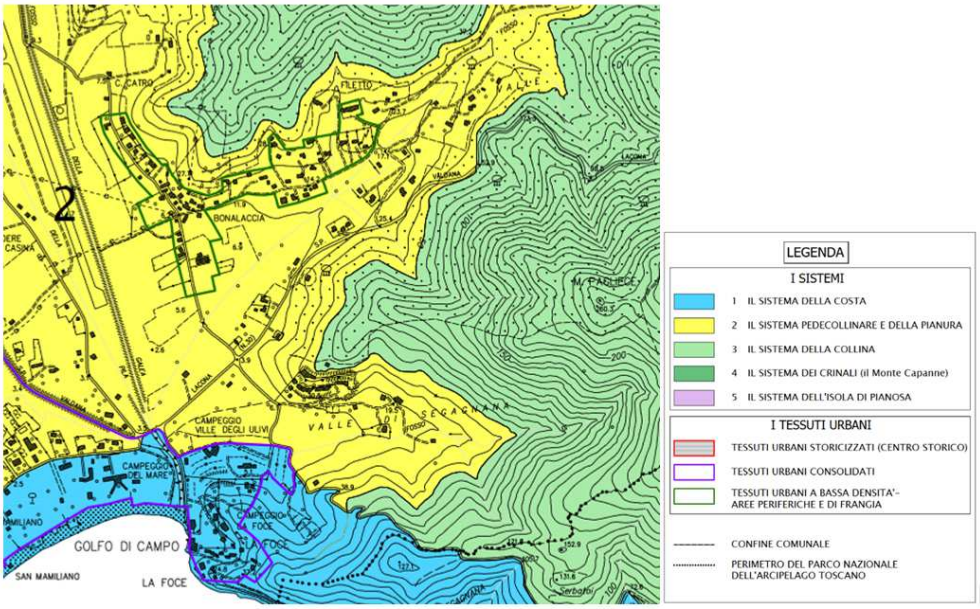


Figura 10: Estratto della Carta Sistemi Territoriali e Ambientali del PS

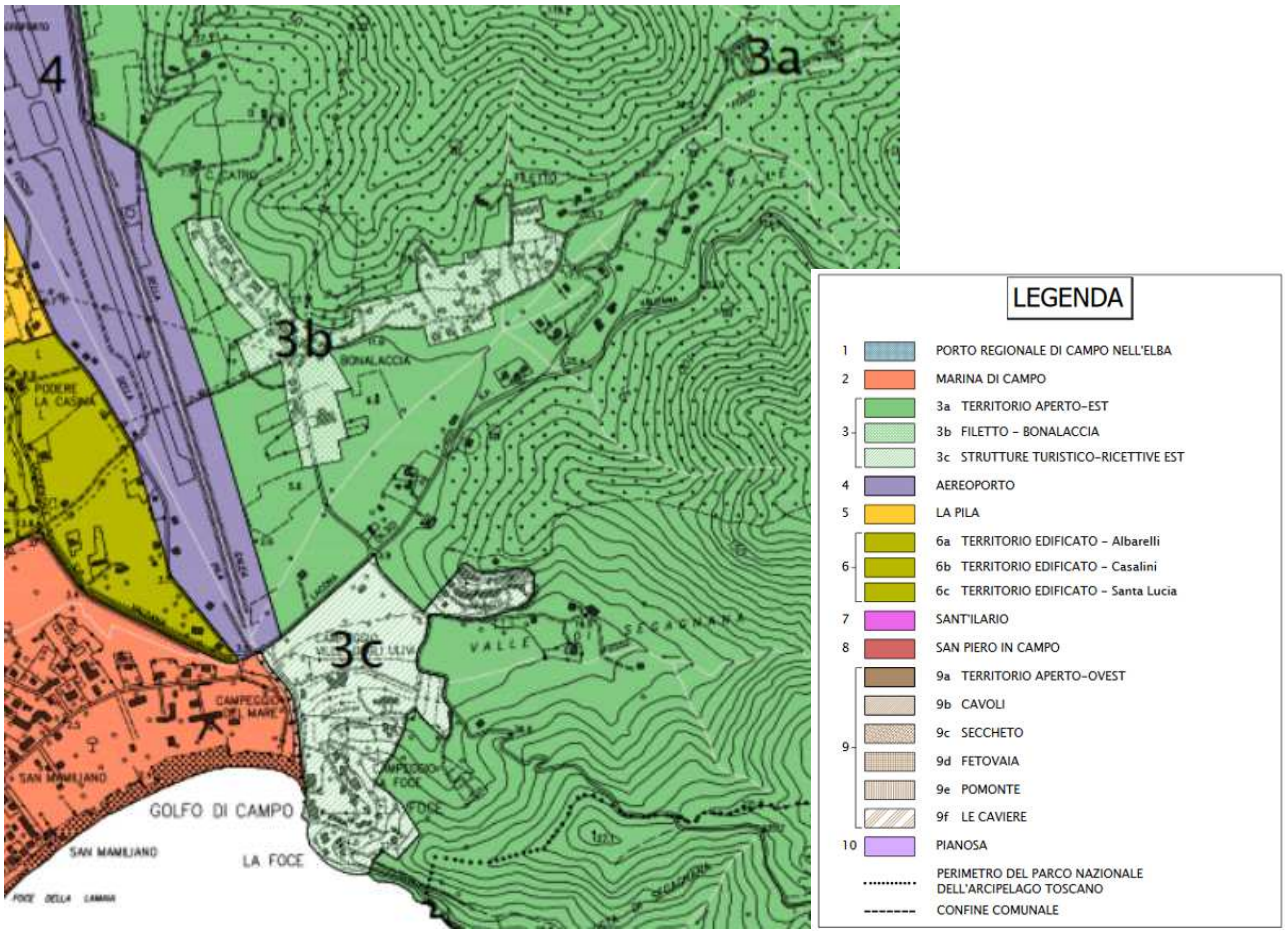


Figura 11: Estratto della Carta U.T.O.E. del PS

L'art.31 (le UTOE) delle NTA del PS descrive l'UTOE 3 come *"Ampio bacino territoriale che dalla piana della Pila, via via, in direzione est, sale ai rilievi del Monte Tambone che dividono l'ampia pianura di Campo da Lacona e dal sistema afferente il golfo Stella. Trattasi di un territorio sostanzialmente naturale, non abitato se non nell'area di Bonalaccia-Filetto e in prossimità della foce dei fossi di Galea e de La Pila in località Segagnana. Per questo motivo sono individuate all'interno dell'UTOE 3 diversi sub ambiti: 3a territorio aperto, 3b Bonalaccia e Filetto, 3c Segagnana.*

(…) Segagnana è caratterizzata in prevalenza da insediamenti turistico-ricettivi (campeggi). Complessivamente prevalgono le formazioni della macchia mediterranea, le attività agricole sono sostanzialmente residuali e generalmente esercitate nelle aree più prossime al Fosso di Galea, ovvero dell'UTOE 5 Aeroporto della Pila. Unica presenza antropica di un certo rilievo è la strada provinciale che collega Campo nell'Elba a Lacona, quindi alcuni sentieri oggi molto apprezzati dagli escursionisti. (…)"

Gli interventi previsti si inseriscono perfettamente nel contesto urbanistico della zona, migliora il contesto paesistico-ambientale e non presenta problematiche né alla viabilità nella zona di valle del corso d'acqua, né alle aree a monte occupate da terreni agricoli.

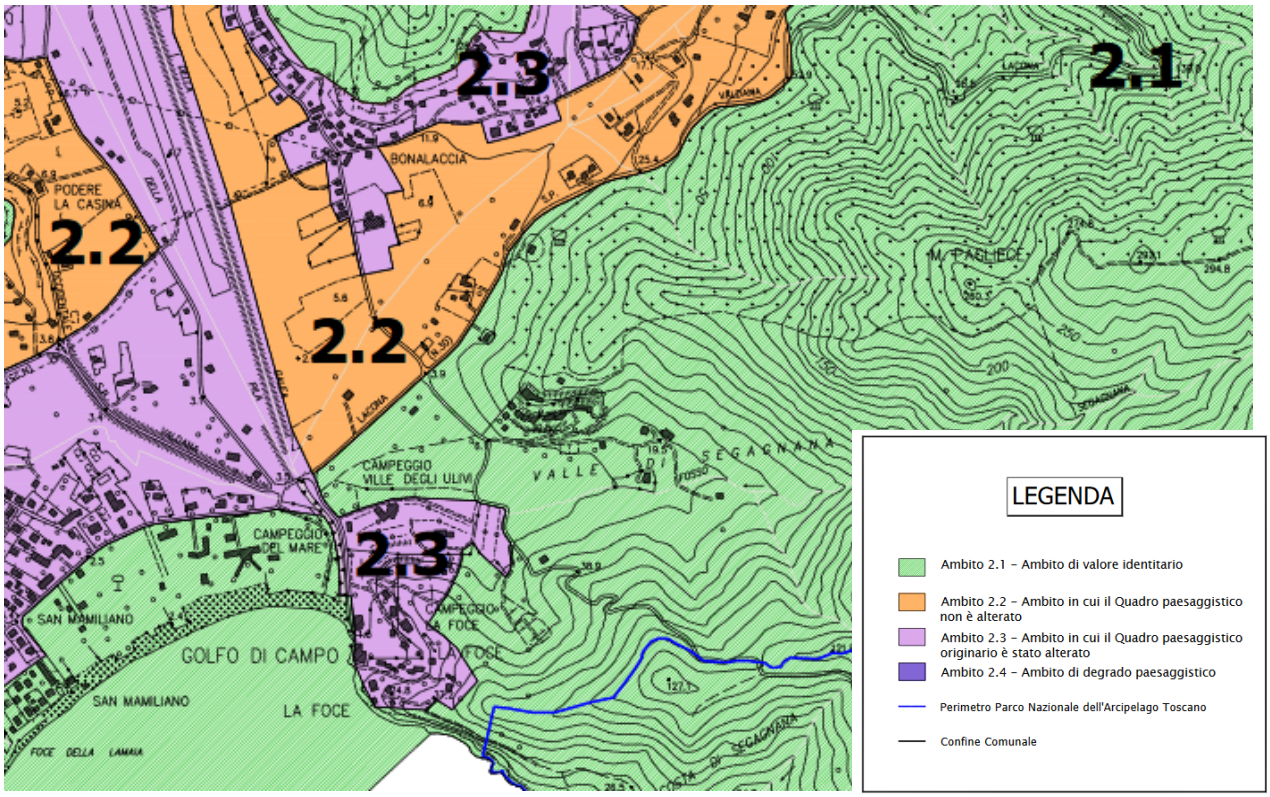


Figura 12: Estratto della Carta Individuazione aree di valore paesaggistico o in degrado paesaggistico del PS

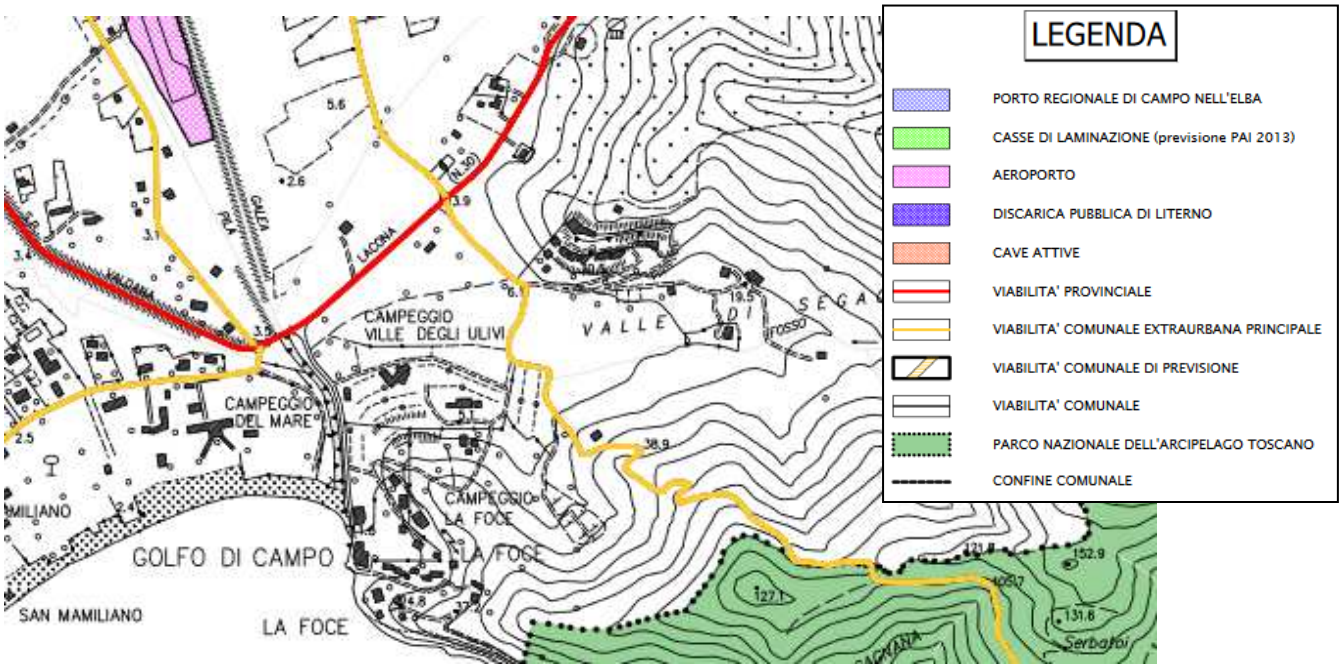


Figura 13: Estratto della Carta Invarianti Strutturali del PS

L'intervento risulta, inoltre, compatibile con la normativa edilizia-urbanistica comunale.

5. VINCOLI E CLASSIFICAZIONI CHE INTERESSANO L'AREA

5.1 Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/23 e L.R. 39/00

L'area oggetto di intervento è soggetta al Vincolo Idrogeologico ai sensi del Regio Decreto 3267/23.

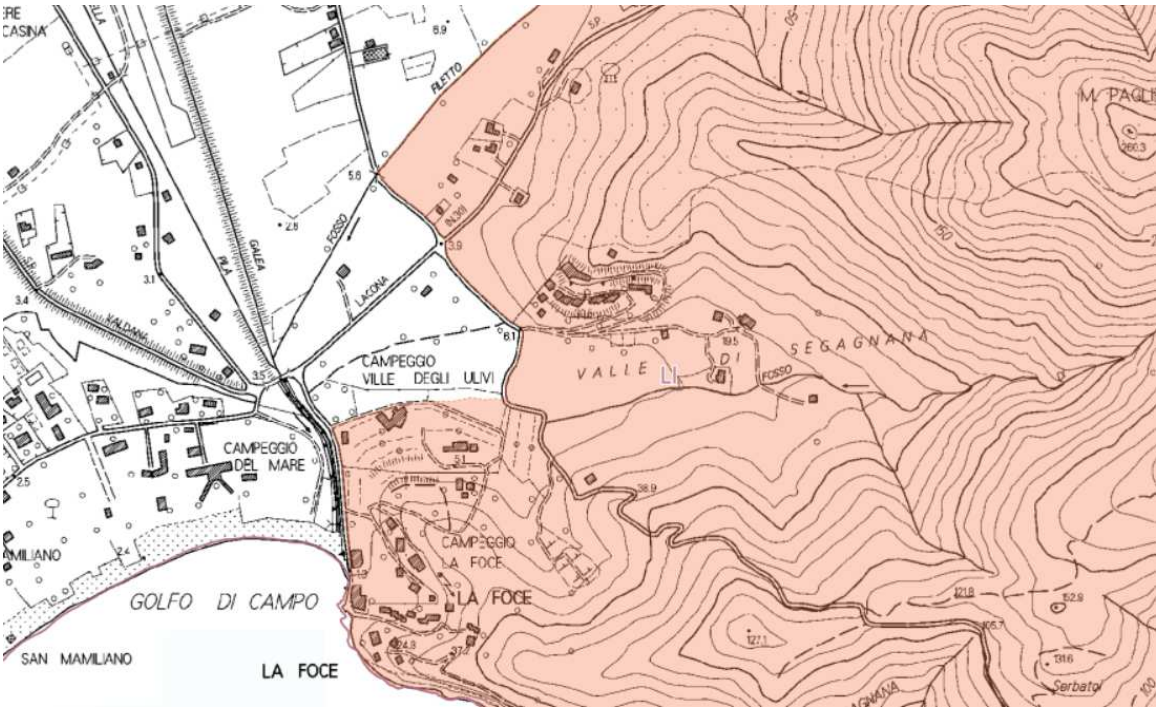


Figura 14: Estratto della perimetrazione Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/23

5.2 Vincoli paesaggistici ex L. 1497/39 ed ex L. 431/85

L'area risulta per la maggior parte interessata da vincolo paesaggistico ai sensi del D. Lgs. 42/2004 art. 142, come illustrato nelle immagini sottostanti.

La zona è infatti parzialmente caratterizzata come territorio costiero, area limitrofa a corsi d'acqua, a monte boscata, gravata da usi civici, con immobili ed aree di notevole interesse pubblico, mentre non ricade in parchi o riserve regionali o nazionali, né in aree Natura 2000.

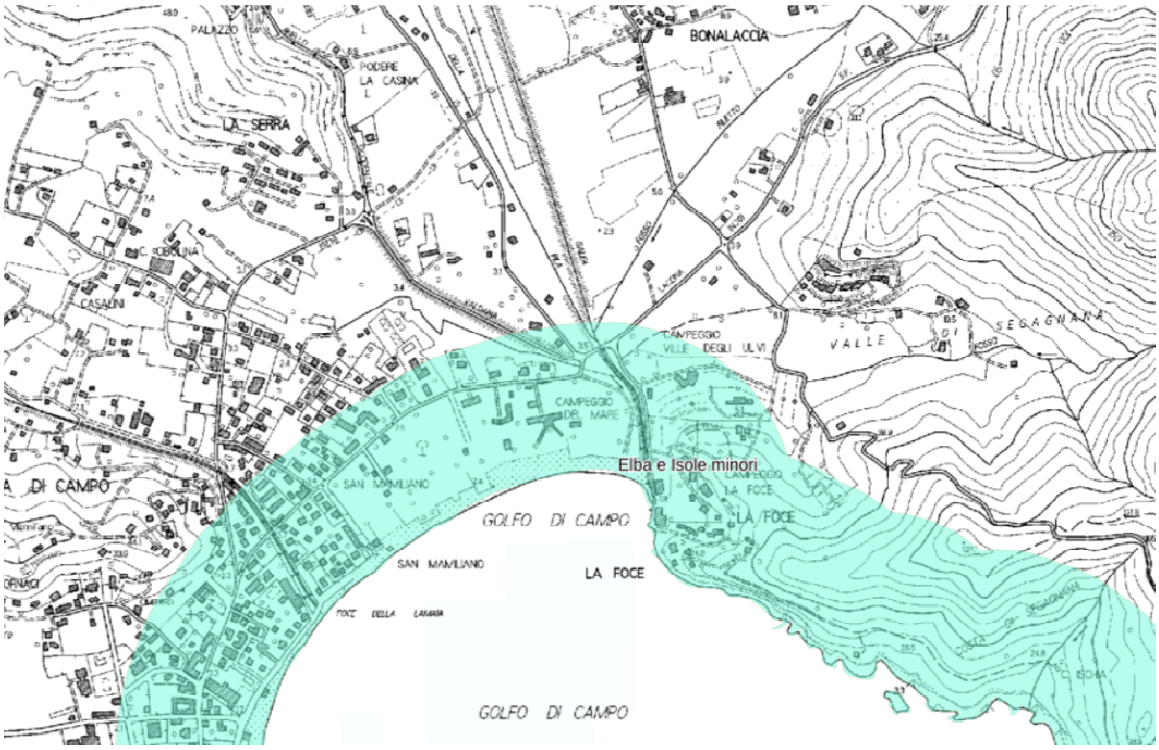


Figura 15: Estratto Cartografia del PIT con valenza di Piano Paesaggistico - Lett a) territori costieri

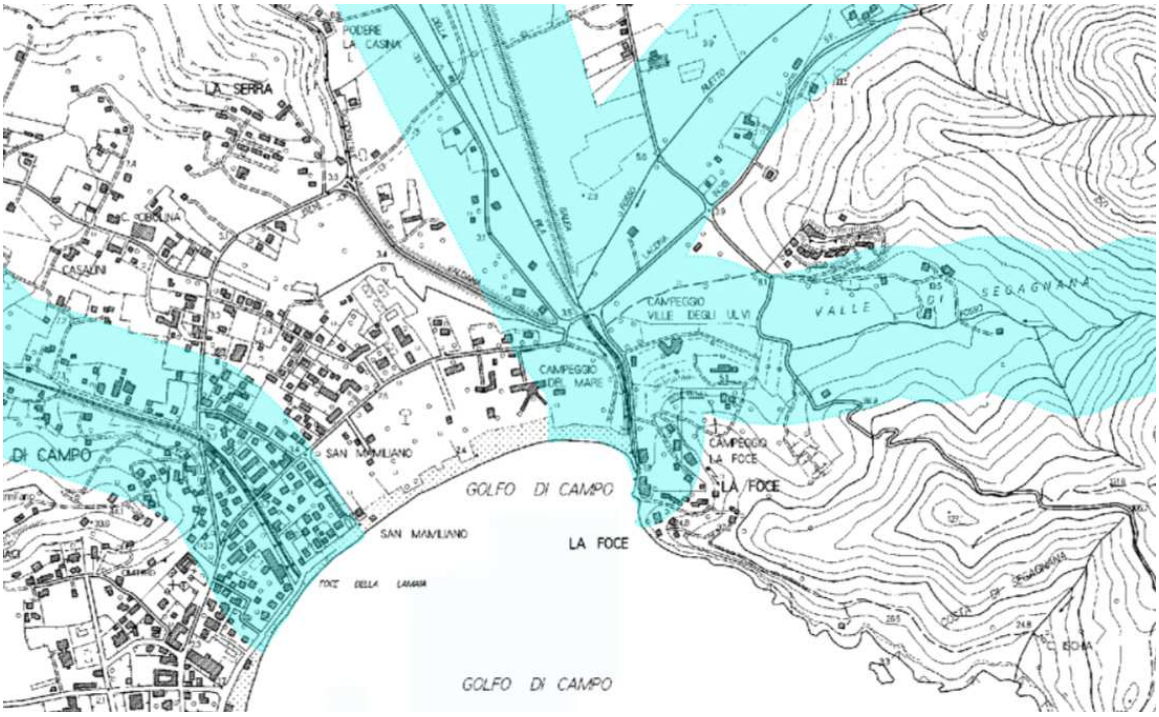


Figura 16: Estratto Cartografia del PIT con valenza di Piano Paesaggistico - Lett c) fiumi, torrenti, corsi d'acqua

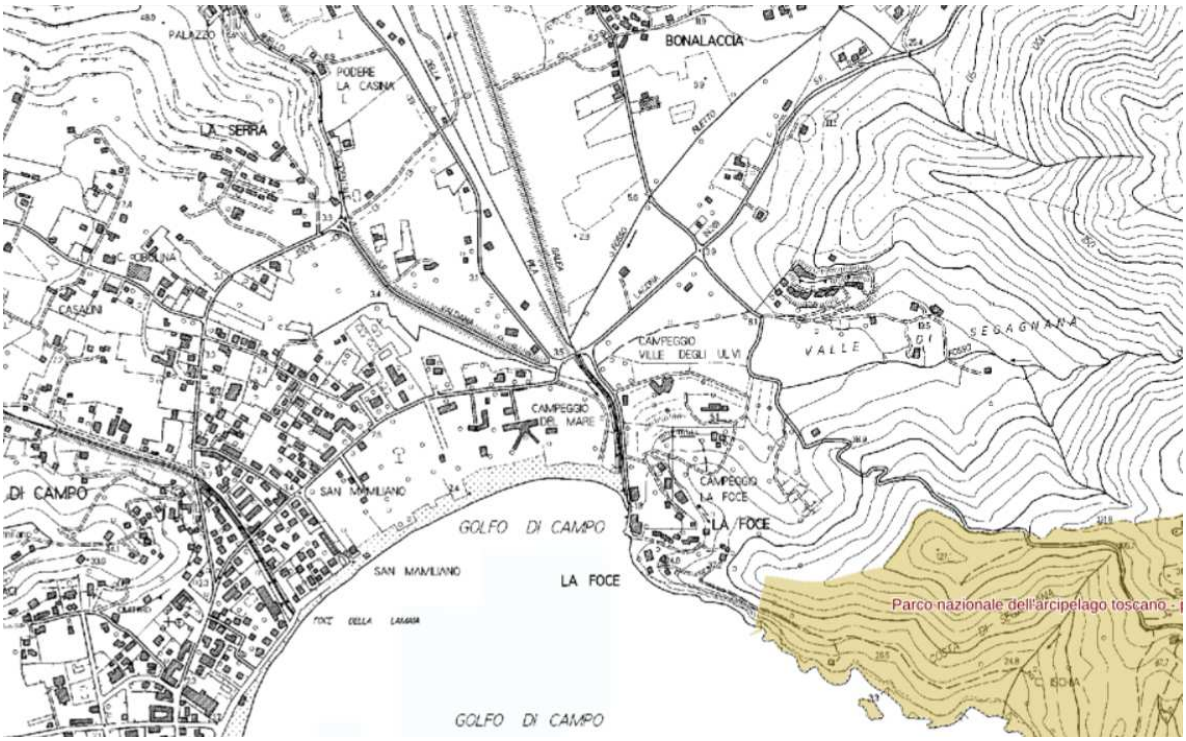


Figura 17: Estratto Cartografia del PIT con valenza di Piano Paesaggistico - Lett f) parchi e riserve nazionali e regionali

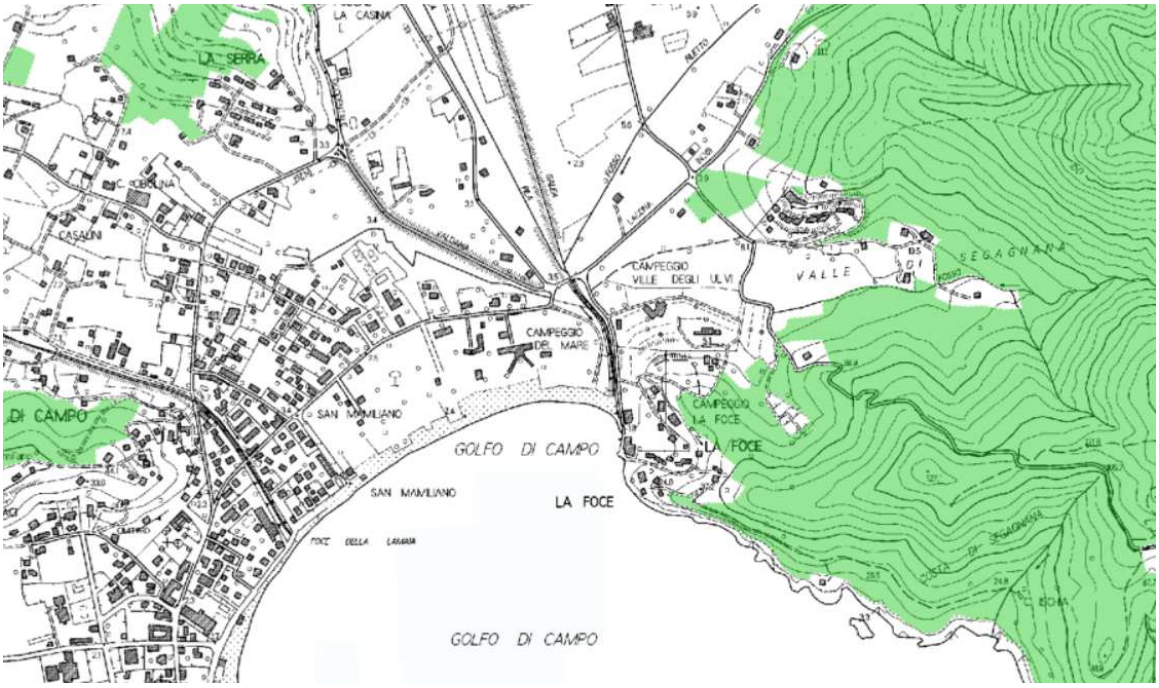


Figura 18: Estratto Cartografia del PIT con valenza di Piano Paesaggistico - Lett g) territori coperti da foreste e boschi

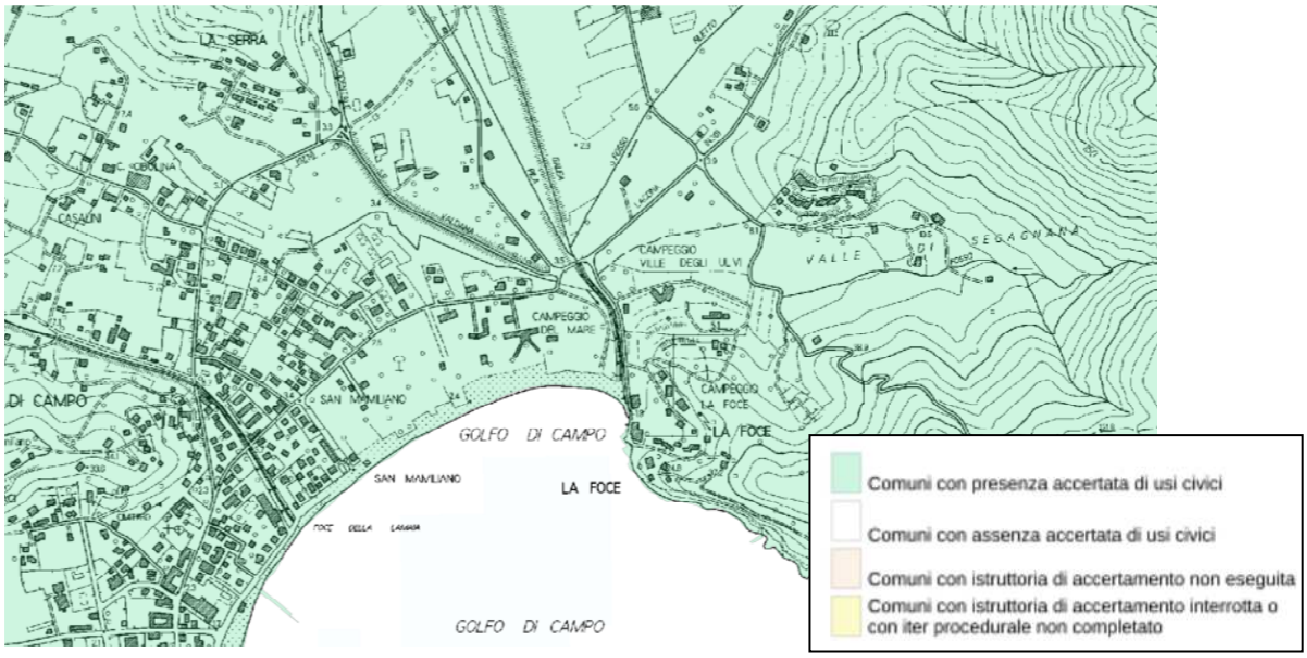


Figura 19: Estratto Cartografia del PIT con valenza di Piano Paesaggistico - Lett h) zone gravate da usi civici

Figura 20: Estratto Cartografia del PIT con valenza di Piano Paesaggistico - Immobili ed aree di notevole interesse pubblico

Inoltre, l'area oggetto di intervento ricade in Zone soggette a vincoli specifici, come illustrato di seguito.

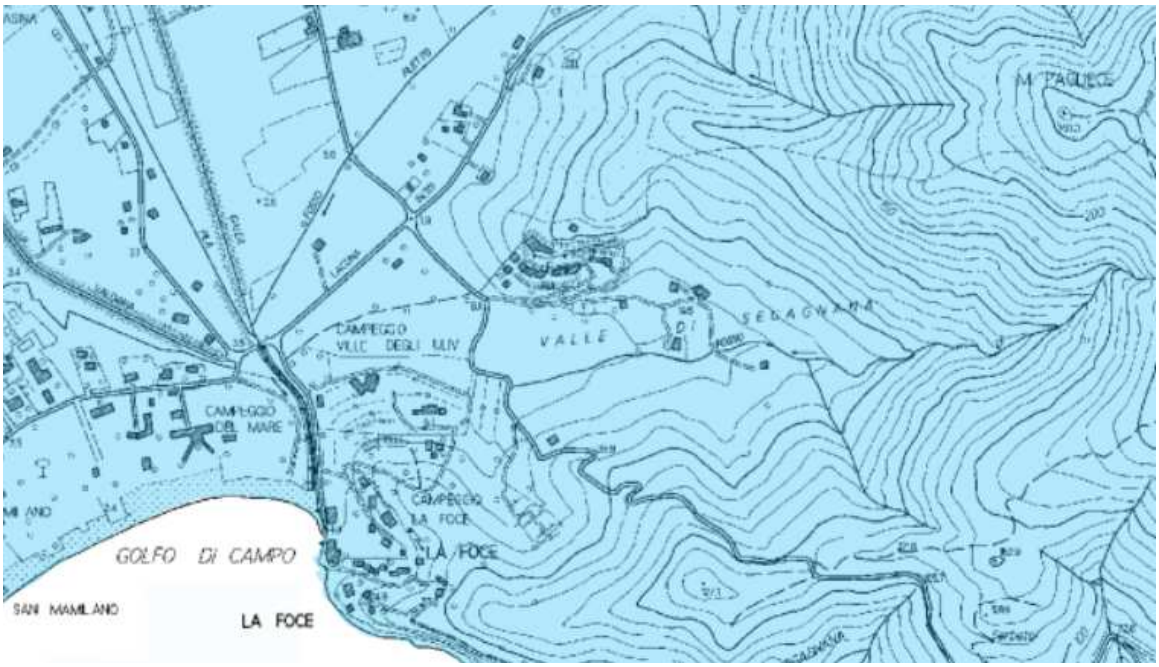


Figura 21: Estratto Zone soggette a vincoli specifici ai sensi dell'Art. 26 Reg. UE n. 1305/2013, artt. 31 e 32

6. ANALISI IDROLOGICA

Come accuratamente descritto nell'elaborato 2 relazione idrologica ed idraulica, è stata eseguita una modellazione idrologica, che ha previsto una schematizzazione della trasformazione degli afflussi in deflussi superficiali con il metodo del Curve Number per lo studio della propagazione delle piene. L'analisi idrologica, implementata tramite il software *HEC-HMS 4.3*, è stata svolta con riferimento agli eventi caratterizzati da tempi di ritorno di 30 e 200 anni per durate di pioggia di 1, 2, 3 e 6 ore; la modellazione è stata effettuata utilizzando l'idrogramma unitario SCS. Come ietogramma di piogge è stato assunto un evento di forma triangolare, con picco centrale e intensità doppia rispetto a quella media.

Durata pioggia	Q_{30}	q_{30}	Q_{200} (mc/s)	q_{200}
1 ora	6.0 mc/s	6.0 mc/s kmq	11.8 mc/s	11.8 mc/s kmq
2 ore	6.1 mc/s	6.1 mc/s kmq	12.0 mc/s	12.0 mc/s kmq
3 ore	5.6 mc/s	5.6 mc/s kmq	11.0 mc/s	11.0 mc/s kmq
6 ore	4.3 mc/s	4.3 mc/s kmq	8.7 mc/s	8.7 mc/s kmq

*Tabella 2 – Valori di picco degli idrogrammi e valori di portata unitari per uno **ietogramma di tipo triangolare***

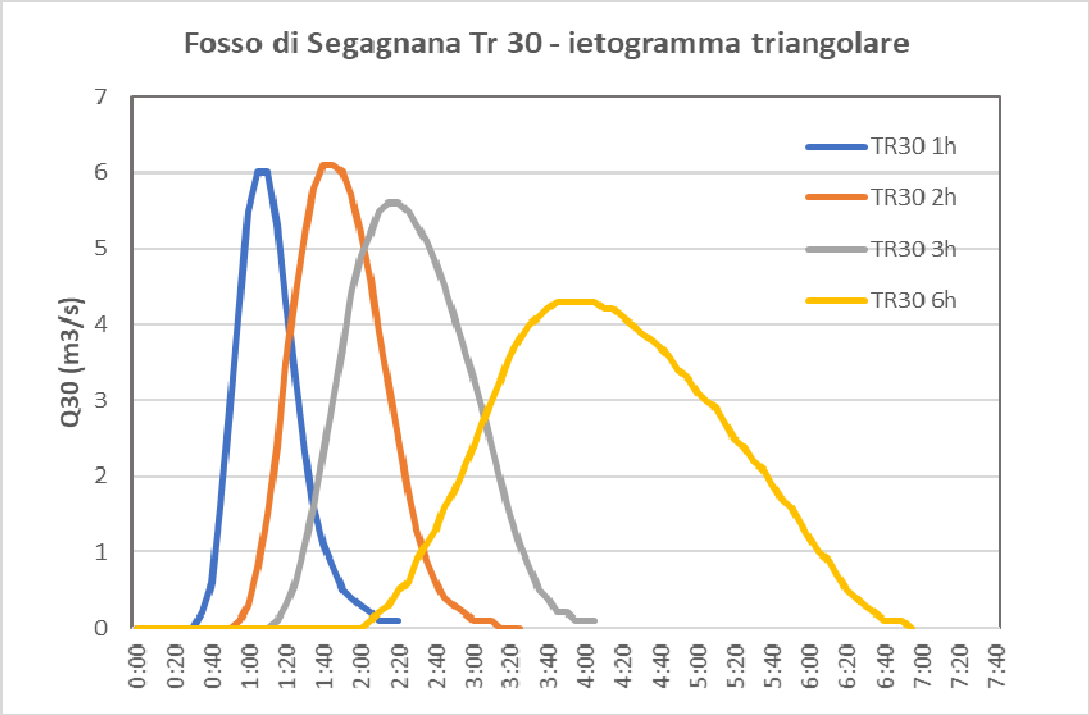


Figura 22 – Idrogrammi Tr 30 anni ietogramma triangolare

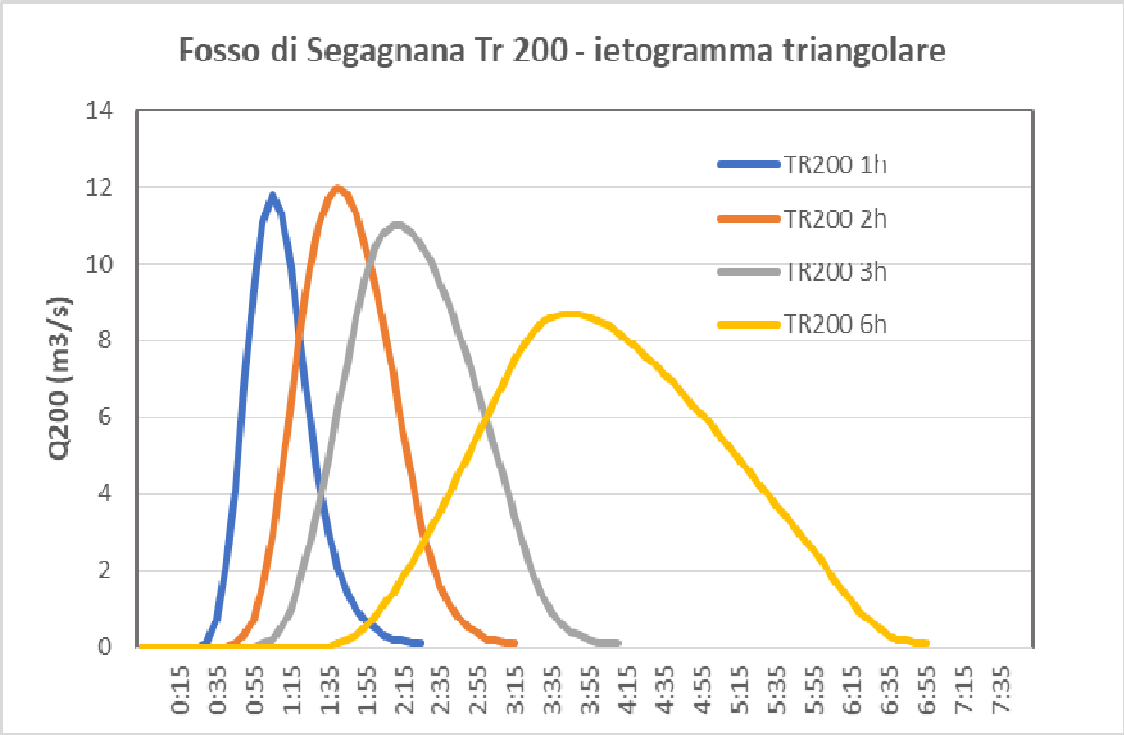


Figura 23 – Idrogrammi Tr 200 anni ietogramma triangolare

7. DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE E DEGLI INTERVENTI PREVISTI

Il tratto oggetto di intervento, di lunghezza pari a circa 400 m, presenta due attraversamenti insufficienti a monte, il primo sotto la strada del Macchione e l'altro in corrispondenza di un ingresso secondario del Campeggio Valle degli Ulivi. Procedendo verso valle, il corso d'acqua presenta due ulteriori tombamenti, idraulicamente insufficienti, all'interno della proprietà del campeggio, più importanti in termini di lunghezza, uno è di 25 m e l'altro, che porta fino all'immissione nel Fosso della Galea regolata tramite portella attualmente danneggiata, è di 120 m.

Ai sensi della recente normativa della Regione Toscana la gestione dei tratti tombati dei corsi d'acqua è regolamentata dagli articoli 4, 5 e 6 della L.R. 41/2018.

Come riportato successivamente, le verifiche idrauliche di stato attuale hanno mostrato l'insufficienza del reticolo, con abbondanti esondazioni anche per eventi frequenti e per tutte le durate di pioggia considerate, sia in condizioni di sbocco libero che rigurgitato.

Figura 24 – Inquadramento del tratto oggetto di progetto su ortofoto.

La progettazione degli interventi è avvenuta a step con l'obiettivo di intervenire in una prima fase tramite il finanziamento del Progetto Trigeau, per ridurre il rischio per eventi trentennali le aree più

vulnerabili agli allagamenti a valle, per poi completare l'intervento nello step 2 con la realizzazione di un'area di esondazione controllata su proprietà del campeggio, in modo da eliminare gli allagamenti residui per Tr 30 anni e mitigare gli effetti per eventi con Tr 200 anni, riducendo il rischio ad una soluzione accettabile. Come meglio caratterizzati negli elaborati grafici allegati lo **step di intervento 1** prevede le seguenti opere:

- Dismissione completa del tratto tombato più breve del Fosso di Segagnana all'interno della proprietà del Campeggio;
- Dismissione parziale del tracciato tombato più lungo (da 120 m si passa a 40 m di lunghezza del tratto), e sostituzione della condotta esistente Φ 800 mm con sezione scatolare chiusa rettangolare 1.6 x 1.0 m, lasciando inalterata la quota di scorrimento;
- Risezionamento e rinaturalizzazione delle sezioni a cielo aperto, con realizzazione di piccoli parapetti anticaduta verso il fosso. I tratti riaperti avranno sezione trapezoidale larga 3 m sul fondo e 4 m in testa ed altezza 1.0 m nel tratto all'interno del campeggio. Il tratto a lato della strada vicinale di Macchione, attualmente a cielo aperto, sarà risagomato e allargato per ottenere una sezione trapezoidale larga 1 m sul fondo, 2.5 m in testa con altezza di 1.7 m;
- Riprofilatura del fondo nel tratto all'interno del campeggio, al fine di evitare contropendenze ed uniformare lo scorrimento;
- Rifacimento dell'attraversamento per l'ingresso secondario del campeggio, attualmente costituito da un tubo in cls di 80 cm, e dell'attraversamento sotto la strada vicinale di Macchione, attualmente costituito da un tubo in cls di 1,2 m di diametro, e loro sostituzione con scatolari a sezione rettangolare di 1.6 x 1.0 m;
- Realizzazione di due tubazioni in PEHD di diametro 630 mm ciascuna di troppo pieno, che partendo subito a monte della confluenza, scaricano nel Fosso della Galea circa 120 m più a valle. Questo intervento è funzionale ad evitare fenomeni di rigurgito ed il ristagno nelle parti morfologicamente più depresse, facilitando l'immissione del Fosso di Segagnana nel Fosso della Galea.

Lo step di intervento 2 è funzionale all'eliminazione delle esondazioni Tr 30 anni e prevede le seguenti opere:

- Realizzazione di un'area di esondazione controllata da realizzarsi sulla proprietà del campeggio, con superficie lorda di circa 4.000 mq; l'area sarà delimitata da argini in terra rinverditi posti ad una quota di 4.0 m s.l.m. e fondo ad una quota di 2.0 m s.l.m.;

- Realizzazione di uno sfioratore in sponda destra del Fosso di Segagnana, realizzato con scogliera in massi intasati, ad una quota di 3.5 m s.l.m.;
- Realizzazione di uno sfioratore finestrato a monte della Via del Macchione, con doppio scatolare 2.5 x 0.5 m, recapitante le acque all'interno dell'area di esondazione controllata;
- Realizzazione di scarico di restituzione a gravità con tubazione circolare dotata di portella unidirezionale.

Complessivamente l'area destinata al contenimento delle esondazioni del Fosso di Segagnana è pari a 4.000 m^2, con altezza massima invasata di 2.0 m e capacità di accumulo di 7.000 m^3; per la realizzazione dell'opera idraulica verranno messe a disposizione aree di pertinenza privata del campeggio, lasciando l'uso dell'area ad attività ludico ricreative. Tale operazione è in linea con uno degli obiettivi del progetto T.R.I.G.-Eau di sperimentazione di una progettazione partecipata pubblico-privata per la mitigazione del rischio da alluvioni. L'opera è stata verificata con riferimento ad eventi con tempo di ritorno Tr 30 anni e per eventi con diverse durate di pioggia, al fine di ottimizzarne il funzionamento tanto per i valori di picco della portata che per le durate che massimizzano l'invaso in termine di volumi; la sua attuazione comporta l'assenza di esondazioni TR 30 anni nell'area di studio, mentre per eventi con Tr 200 anni residuano esondazioni ma con un livello di rischio accettabile, come successivamente illustrato.

Figura 25 – Area destinata a cassa di laminazione

8. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI IDRAULICHE

Le verifiche idrauliche sono state realizzate con un modello accoppiato di tipo monodimensionale all'interno del canale e puramente bidimensionale per la propagazione dei volumi esondati sul piano campagna, implementato con il software HEC RAS 5.0.5, che è un modello fisicamente basato in grado di conservare e distribuire i volumi d'acqua in base all'effettiva morfologia e topografia del territorio analizzato. Lo schema di moto all'interno del canale è di tipo unidimensionale non stazionario (moto vario), risolto mediante integrazione numerica delle equazioni di De Saint Venant; le arginature od i cigli di sponda sono rappresentati mediante sfioratori longitudinali *(Lateral Structures)* che, nell'evenienza in cui il livello liquido raggiunga la sommità arginale, trasferiscono il volume esondato sul territorio, per la sua propagazione con schema di moto bidimensionale, che è risolto mediante l'integrazione numerica delle equazioni del moto, espressa come equazione dell'onda dinamica completa.

Si riporta qui di seguito una breve sintesi dei risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche, rimandando alla relazione idrologica ed idraulica per un maggior dettaglio. Relativamente alle condizioni di simulazione si è provveduto ad effettuare, per ogni tempo di ritorno considerato e per ogni condizione al contorno (sbocco libero/occluso) l'inviluppo dei massimi battenti per ogni durata di pioggia considerata; in questo caso viene rappresentata la codizione più gravosa, in quanto ogni cella della mesh di calcolo riporta il massimo valore di battente fra le varie durate considerate.

8.1 Risultati verifiche stato attuale

Le verifiche di stato attuale mostrano la sostanziale insufficienza delle sezioni del Fosso di Segagnana con esondazioni diffuse tanto con sbocco libero che con sbocco rigurgitato. L'evento più gravoso in termine di estensione è quello connesso alla durata di due ore, mentre le differenze fra sbocco libero e rigurgitato sono piuttosto modeste, in quando le esondazioni iniziano la parte a monte, andando a ricoprire interamente il tombamento.

Sul piano campagna i massimi tiranti si verificano a monte della strada del Macchione, con battenti superiori al metro, ed in prossimità della SP30, dove l'acqua ristagna per le condizioni morfologiche di buca. Nell'area del campeggio i battenti Tr 30 anni sono dell'ordine dei 30-50 cm, mentre le velocità sono inferiori a 1.0 m/s. Le prime esondazioni si verificano in corrispondenza degli

attraversamenti della strada per il Macchione e all'imbocco del tombamento all'interno del campeggio e dai punti di esondazione si propagano in direzione Ovest Sud-Ovest seguendo la morfologia del terreno.

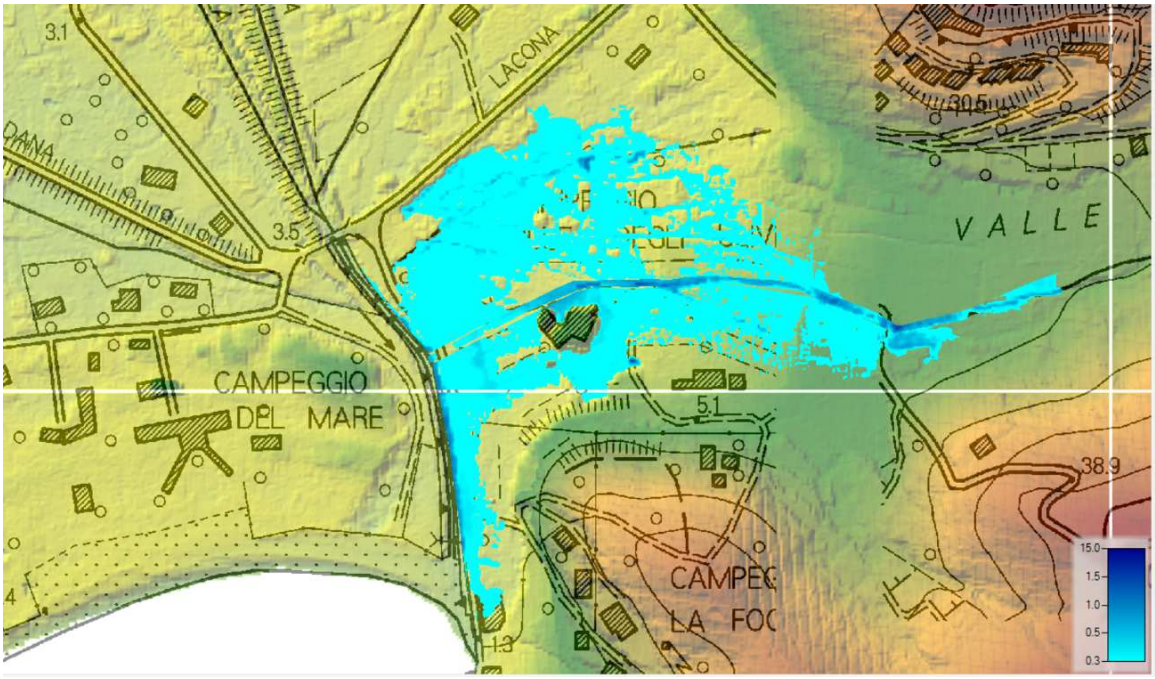


Figura 26 – Inviluppo delle massime altezze d'esondazione per Tr 30 anni sbocco libero

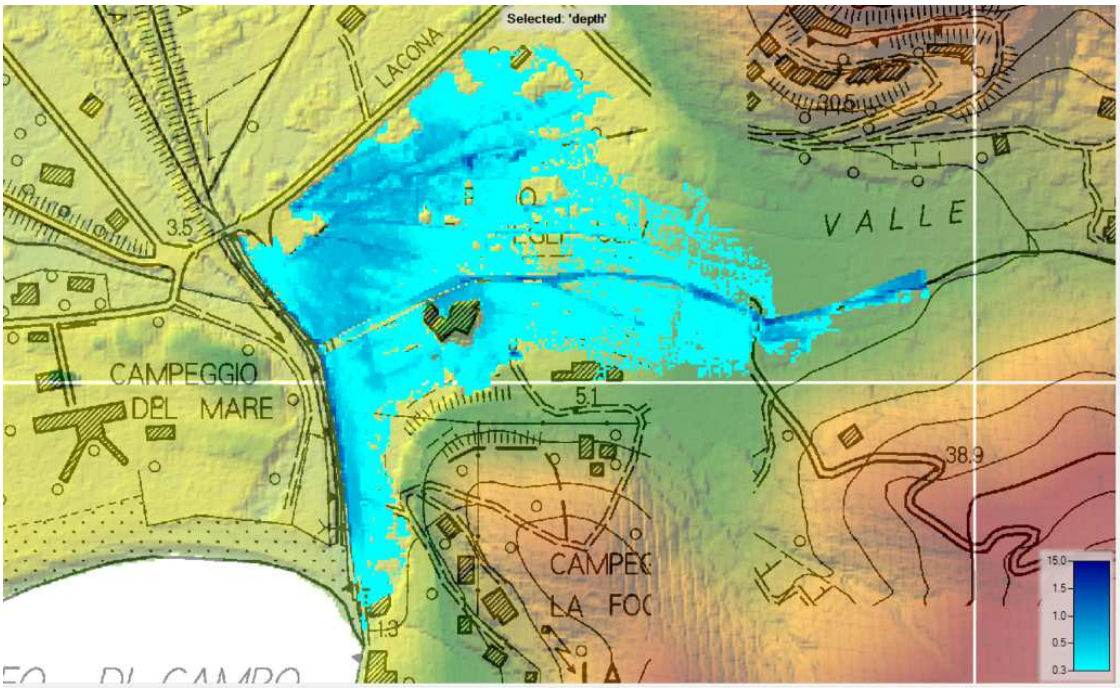


Figura 27 – Inviluppo delle massime altezze d'esondazione per Tr 200 anni sbocco libero

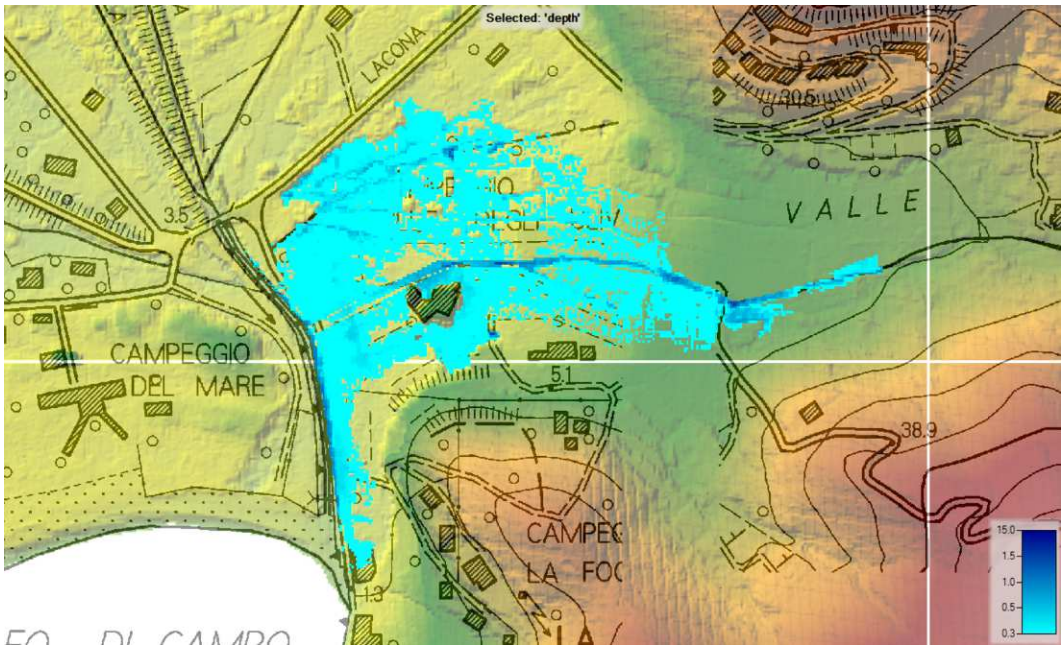


Figura 28 – Inviluppo delle massime altezze d'esondazione per Tr 30 anni sbocco rigurgitato

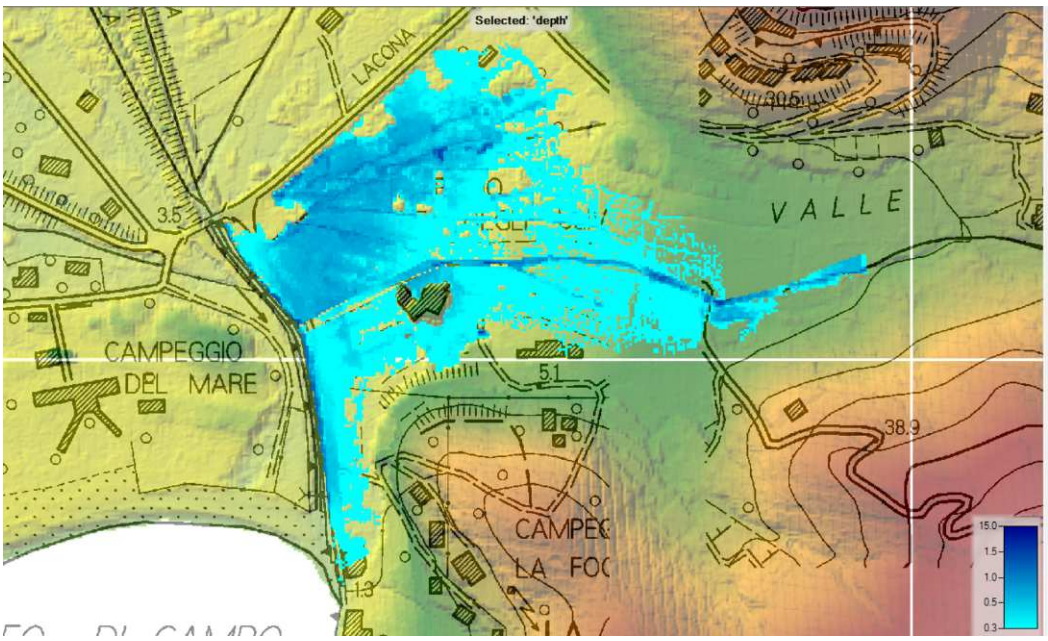


Figura 29 – Inviluppo delle massime altezze d'esondazione per Tr 200 anni sbocco rigurgitato

8.2 Risultati verifiche idrauliche stato di progetto step 1

Le verifiche idrauliche sono state ripetute inserendo le opere previste nello step 1 di progettazione, ovvero:

- Dismissione completa del tratto tombato più breve del Fosso di Segagnana all'interno della proprietà del Campeggio;
- Dismissione parziale del tracciato tombato più lungo (da 120 m si passa a 40 m di lunghezza del tratto), e sostituzione della condotta esistente Φ 800 mm con sezione scatolare chiusa rettangolare 1.6 x 1.0 m, lasciando inalterata la quota di scorrimento;
- Risezionamento e rinaturalizzazione delle sezioni a cielo aperto, con realizzazione di piccoli parapetti anticaduta verso il fosso. I tratti riaperti avranno sezione trapezoidale larga 3 m sul fondo e 4 m in testa ed altezza 1.0 m nel tratto all'interno del campeggio. Il tratto a lato della strada vicinale di Macchione, attualmente a cielo aperto, sarà risagomato e allargato per ottenere una sezione trapezoidale larga 1 m sul fondo, 2.5 m in testa con altezza di 1.7 m;
- Riprofilatura del fondo nel tratto all'interno del campeggio, al fine di evitare contropendenze ed uniformare lo scorrimento;
- Rifacimento dell'attraversamento per l'ingresso secondario del campeggio, attualmente costituito da un tubo in cls di 80 cm, e dell'attraversamento sotto la strada vicinale di Macchione, attualmente costituito da un tubo in cls di 1,2 m di diametro, e loro sostituzione con scatolari a sezione rettangolare di 1.6 x 1.0 m;
- Realizzazione di due tubazioni in PEHD di diametro 630 mm ciascuna di troppo pieno, che partendo subito a monte della confluenza, scaricano nel Fosso della Galea circa 120 m più a valle. Questo intervento è funzionale ad evitare fenomeni di rigurgito ed il ristagno nelle parti morfologicamente più depresse, facilitando l'immissione del Fosso di Segagnana nel Fosso della Galea.

Questi interventi portano ad una notevole riduzione delle esondazioni rispetto allo stato attuale, sia in termini di battenti residui, che si attestano a valori inferiori di 30 cm, che di estensione degli allagamenti, sia per Tr 30 anni che per Tr 200 anni. Per eventi frequenti residuano esondazioni, come riportato nelle immagini seguenti, che è possibile gestire comunque con lo step di progettazione n. 2.

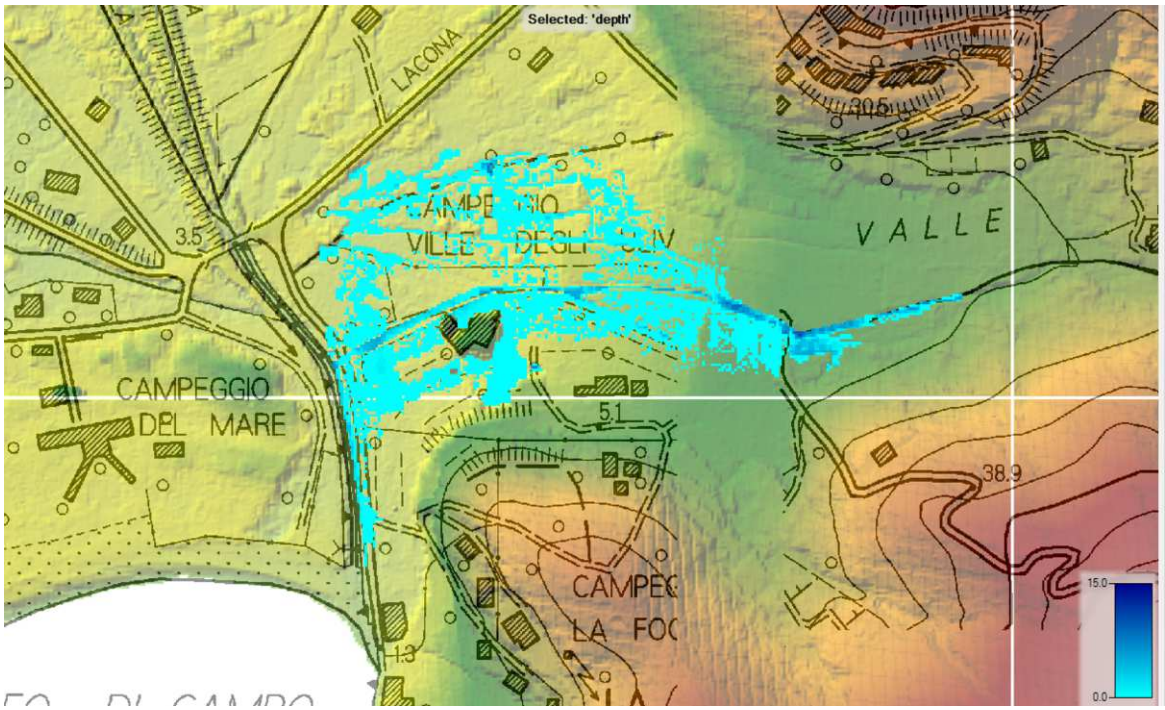


Figura 30 – Inviluppo delle massime altezze d'esondazione per Tr 30 anni sbocco libero step 1 di progettazione

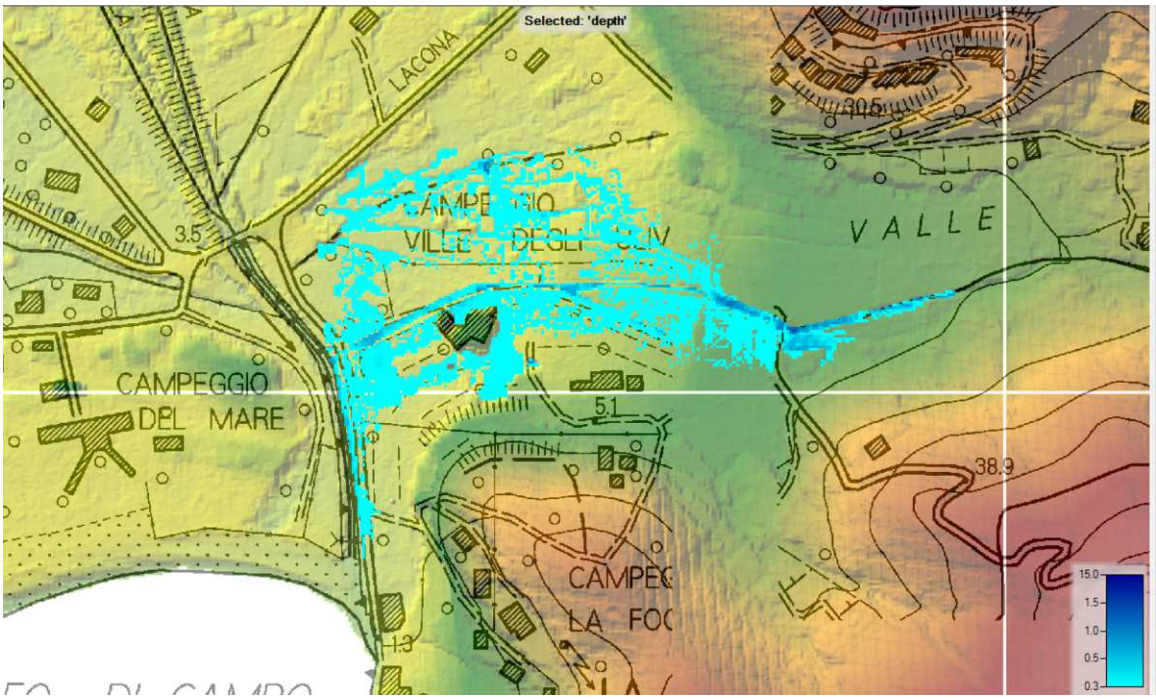


Figura 31 – Inviluppo delle massime altezze d'esondazione per Tr 30 anni sbocco rigurgitato step 1 di progettazione

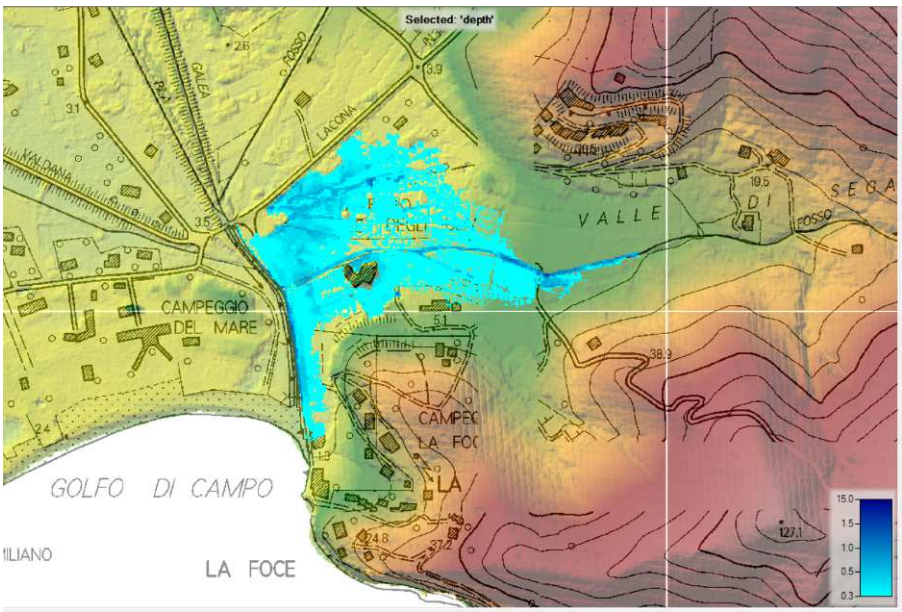


Figura 32 – Inviluppo delle massime altezze d'esondazione per Tr 200 anni sbocco libero step 1 di progettazione

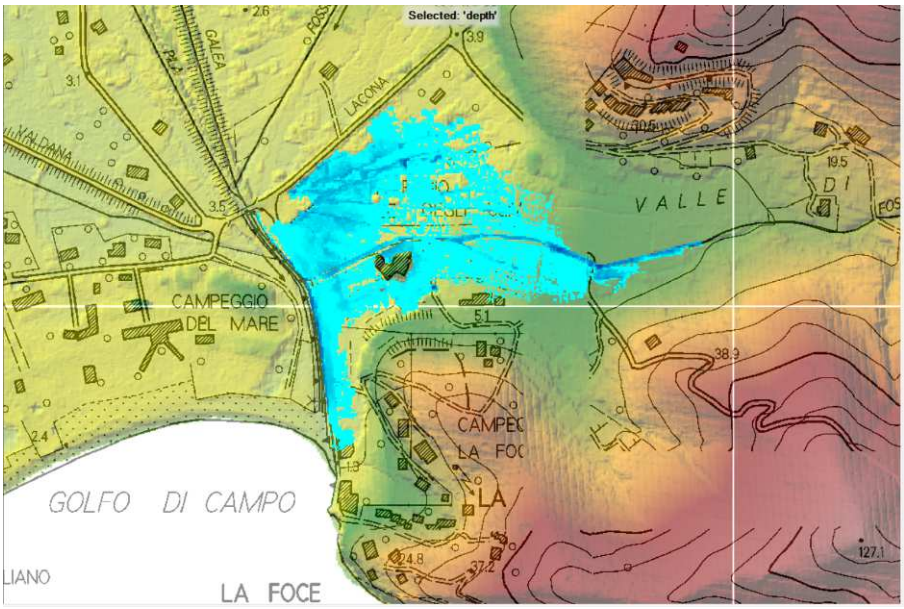


Figura 33 – Inviluppo delle massime altezze d'esondazione per Tr 200 anni sbocco libero step 1 di progettazione

Effettuando una riclassificazione dei battenti rispetto ad eventi poco frequenti (TR 200 anni) in classi comprese fra 0 e 50 cm, 50 cm e 100 cm, ed oltre i 100 cm, essendo la velocità sul piano campagna inferiore ad 1.0 m/s si ha una rappresentazione della magnitudo idraulica, definita ai sensi della LR 41/2018.

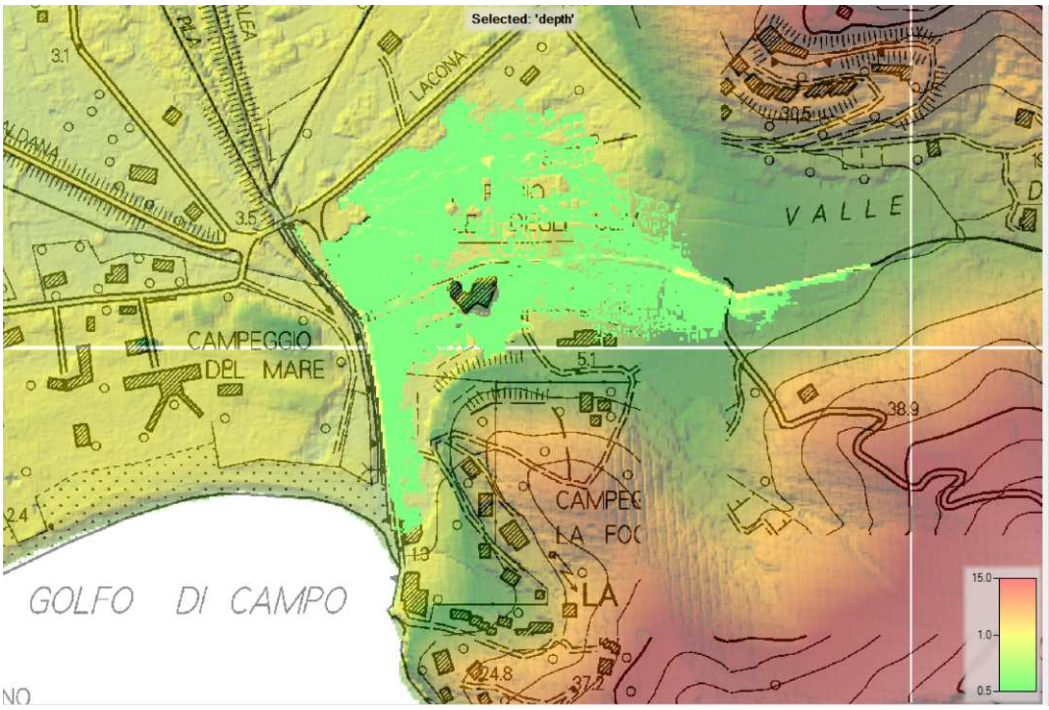


Figura 34 – Magnitudo idraulica step di progetto 1 (in verde magnitudo moderata, in giallo magnitudo severa, in rosso magnitudo molto severa)

Pur permanendo esondazioni poco frequenti abbastanza estese, con lo step di progettazione 1 si consegue una classe di magnitudo moderata.

8.3 Risultati verifiche idrauliche stato di progetto step 2

Le verifiche idrauliche sono state ripetute implementando le opere previste nello step 2 di progettazione, ovvero:

- Realizzazione di un'area di esondazione controllata sulla proprietà del campeggio, con superficie lorda di circa 4.000 mq; l'area sarà delimitata da argini in terra rinverditi posti ad una quota di 4.0 m s.l.m. e fondo ad una quota di 2.0 m s.l.m.;
- Realizzazione di uno sfioratore in sponda destra del Fosso di Segagnana, realizzato con scogliera in massi intasati, ad una quota di 3.5 m s.l.m.;
- Realizzazione di uno sfioratore finestrato a monte della Via del Macchione, con doppio scatolare 2.5 x 0.5 m, recapitante le acque all'interno dell'area di esondazione controllata;
- Realizzazione di scarico di restituzione a gravità con tubazione circolare dotata di portella unidirezionale.

In ogni condizione di simulazione quest'opera consente l'eliminazione delle esondazioni Tr 30 anni, mentre le esondazioni Tr 200 anni residue sono in classe di magnitudo moderata, con raggiungimento di rischio R2 in quanto inferiori a 40 cm.

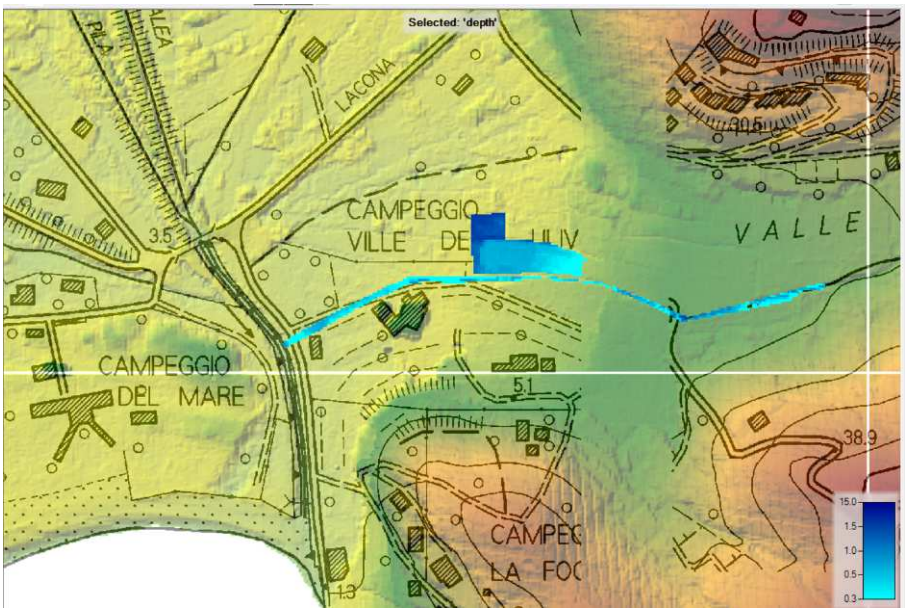


Figura 35 – Inviluppo delle massime altezze d'esondazione per Tr 30 anni sbocco libero step 2

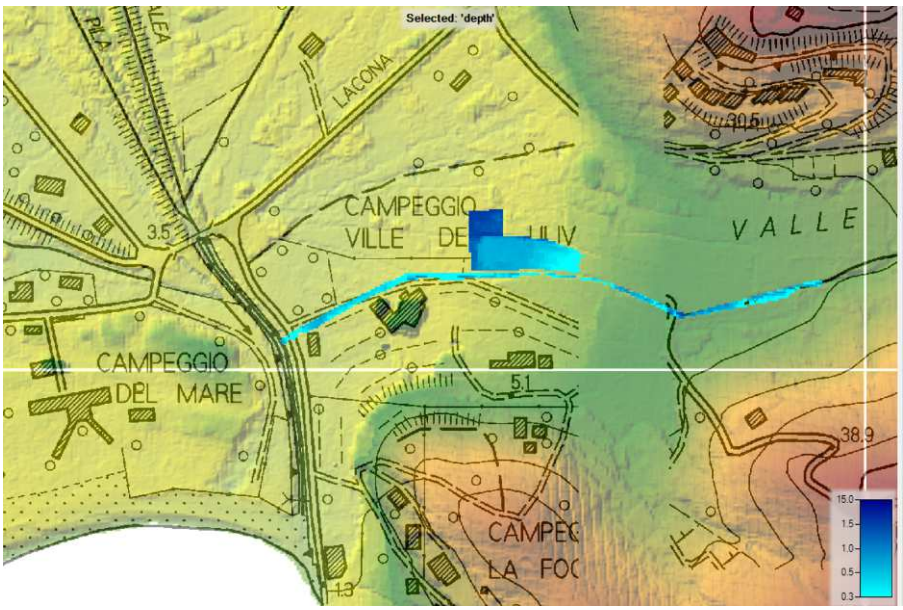


Figura 36 – Inviluppo delle massime altezze d'esondazione per Tr 30 anni sbocco libero step 2

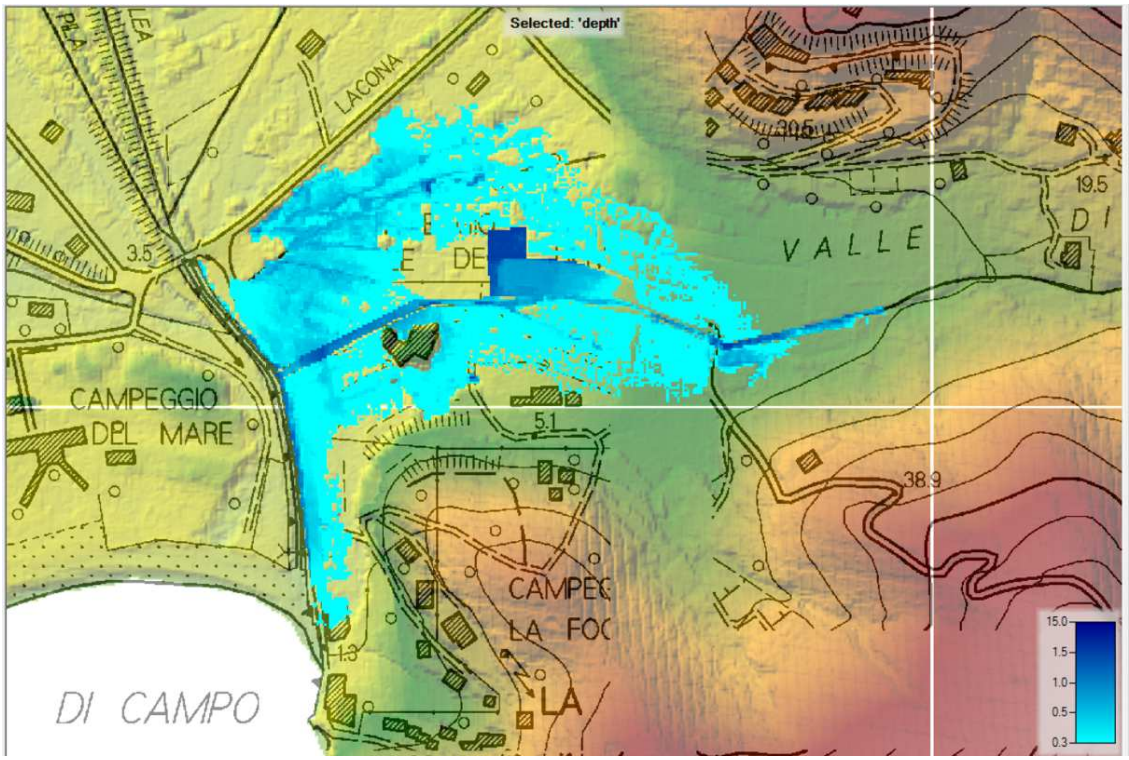


Figura 37 – Inviluppo delle massime altezze d'esondazione per Tr 200 anni sbocco libero step 2

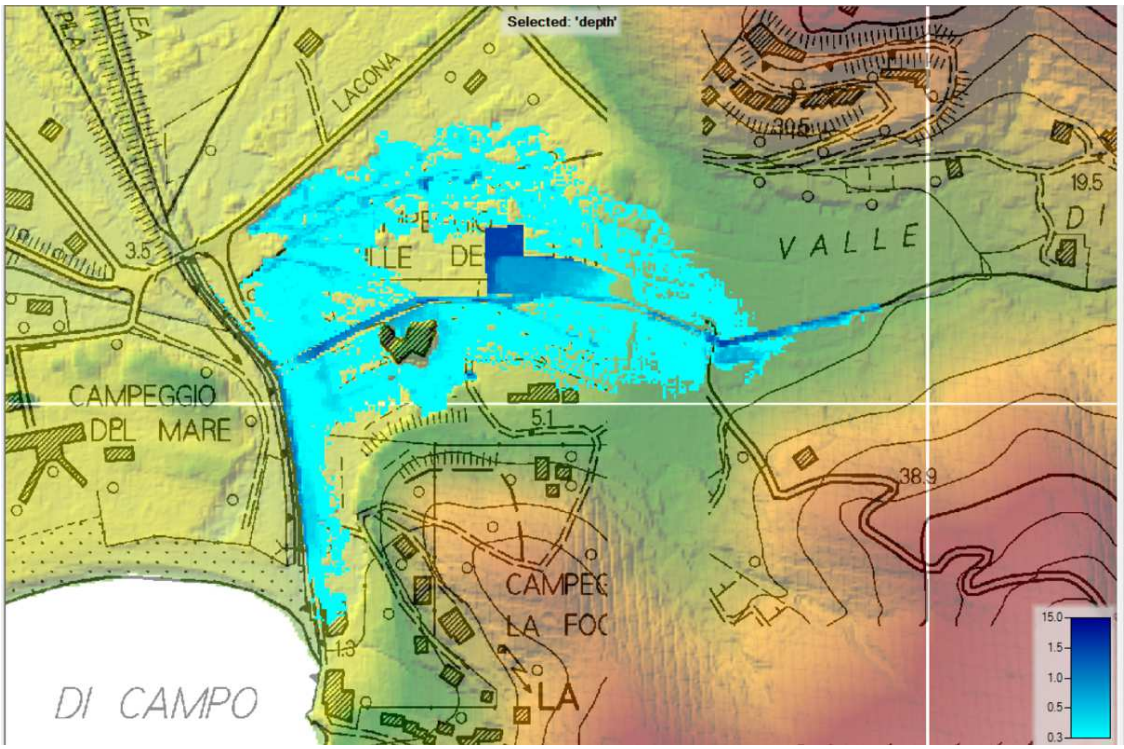


Figura 38 – Inviluppo delle massime altezze d'esondazione per Tr 200 anni sbocco occluso step 2

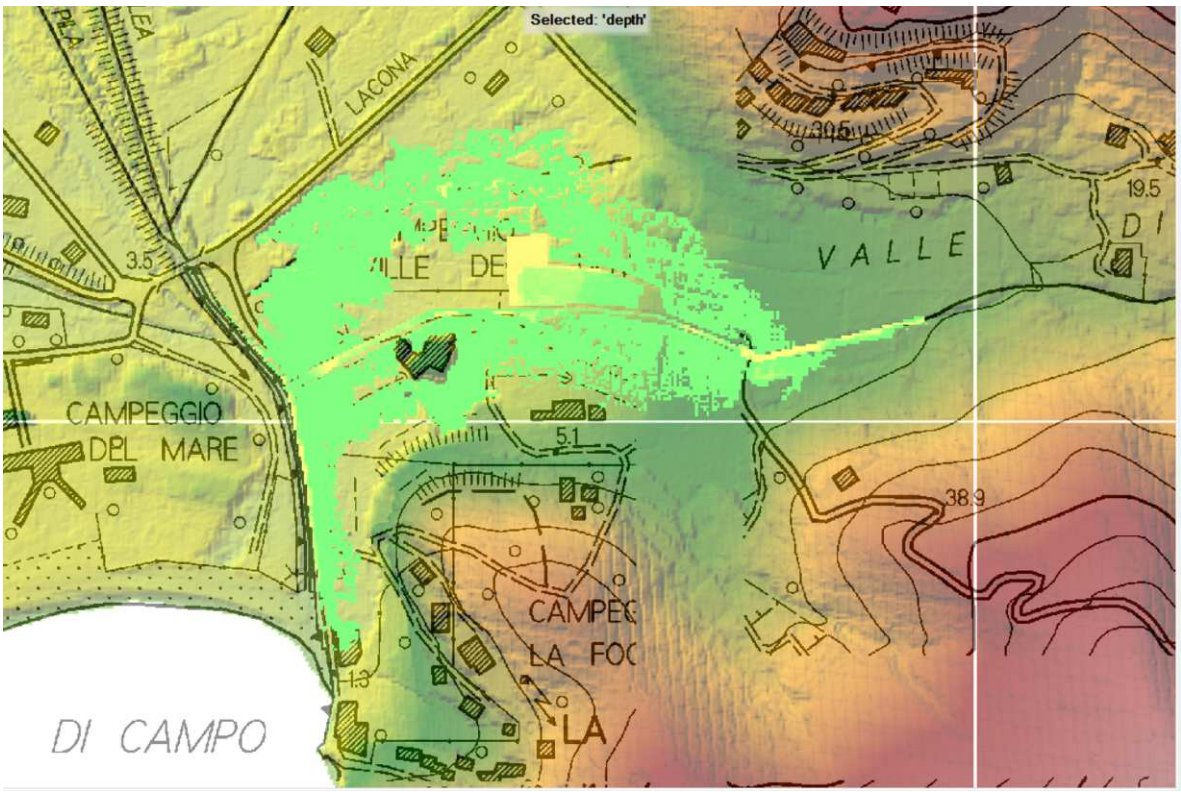


Figura 39 – Magnitudo idraulica step di progetto 2 (in verde magnitudo moderata, in giallo magnitudo, in rosso magnitudo molto severa)

Il caricamento della cassa di laminazione avviene tanto per sfioro diretto dall'argine destro, che per alimentazione tramite doppio condotta scatolare tramite finestratura a monte della strada per il Macchione, mentre lo scarico avverrà a gravità, con restituzione verso il Fosso di Segagnana con condotta Φ 400 mm dotata di clapet monodirezionale.

Si rimanda agli elaborati grafici per una miglior descrizione geometrica degli interventi previsti.

9 Conclusioni

Sia considerando complessivamente i due lotti di intervento che considerandoli separatamente, si può affermare che l'ipotesi progettuale è stata valutata in riferimento al conseguimento degli obiettivi e delle finalità progettuali del T.R.I.G.-Eau, che si riportano di seguito:

- mitigazione del rischio idraulico verso le attività, i fruitori occasionali ed i residenti presenti nell'area;

- progettazione a contributo pubblico-privato;
- rinaturalizzazione dell'area;
- rispetto dei vincoli, delle proprietà e dei diritti reali.

Il ripristino del Fosso di Segagnana a cielo aperto, la sistemazione della confluenza del corso d'acqua nel Fosso della Galea e la realizzazione di una cassa di laminazione a monte consentono la messa in sicurezza idraulica da eventi di pioggia trentennali; per eventi con Tr 200 anni gli interventi consentono di ridurre lo scenario di rischio R2, conseguendo una classe di magnitudo idraulica moderata.

Si precisa infine che non sono stati valutati i costi e gli interventi di risistemazione delle aree interne del Campeggio Valle degli Ulivi e che si dovrà verificare il perdurare della disponibilità della proprietà a contribuire alla realizzazione di una soluzione efficace del problema degli allagamenti causati dal Segagnana, valutando ad esempio che questa si faccia carico della rilocalizzazione dell'area ludico ricreativa, di una riorganizzazione delle piazzole e della viabilità pedonale interna alla proprietà o altro secondo accordi tra le parti.