

Città Metropolitana di Reggio Calabria



Repubblica Italiana



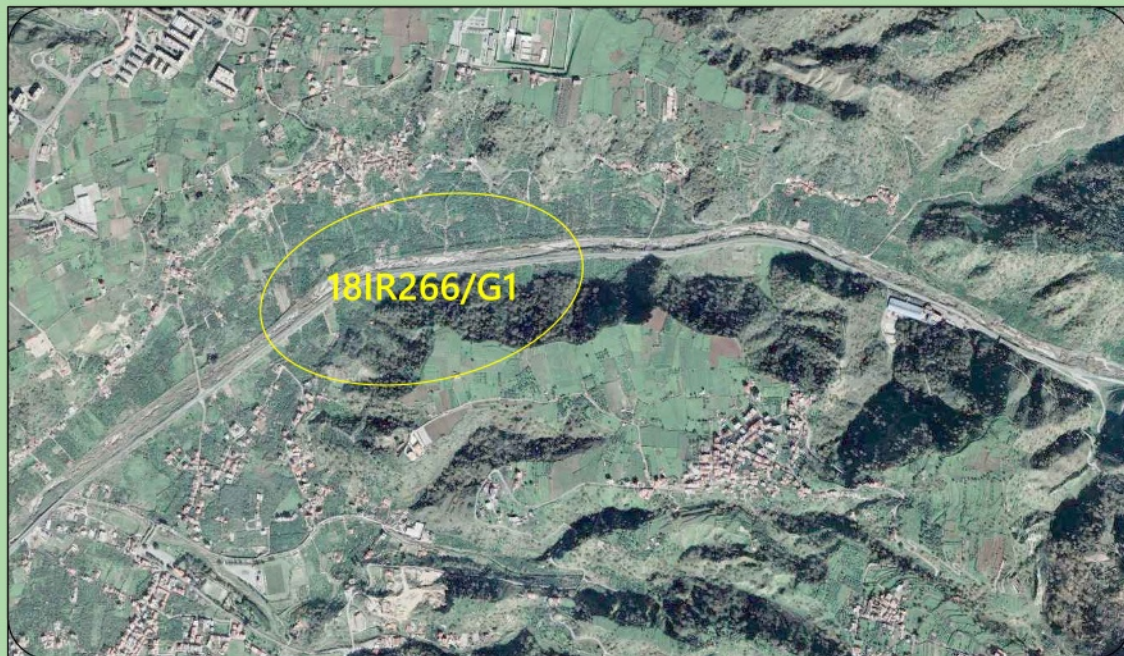
REGIONE CALABRIA



Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA



PROGETTO DEFINITIVO

Titolo:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs 152/2006, allegato VII parte seconda

data:

NOV. 2025

elaborato n.:

RE_1.3 rev.1

scala:

-

Progettista:

Ingegnere DOMENICO CIANCIO

Soggetto Attuatore:

Dott. GIUSEPPE NARDI

Commissario di Governo per il contrasto del dissesto idrogeologico nel territorio della Regione Calabria

RUP:

Geom. ALESSANDRO FALVO

INTERVENTI INTEGRATI DI RIPRISTINO FUNZIONALE E AMBIENTALE DEL RETICOLO
IDROGRAFICO PRESENTE NELLA SUB-AREA PROGRAMMA A13-1
COD. RENDIS 18IR266/G1 - COMUNE DI REGGIO CALABRIA

SOMMARIO

<i>PREMESSA</i>	2
1. DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	3
2. PRINCIPALI ALTERNATIVE RAGIONEVOLI DEL PROGETTO.....	10
3. STATO ATTUALE DELL'AMBIENTE.....	11
4. FATTORI AMBIENTALI POTENZIALMENTE INTERESSATI.....	16
5. PROBABILI IMPATTI AMBIENTALI RILEVANTI.....	19
6. METODOLOGIE DI PREVISIONE E DIFFICOLTÀ RISCONTRATE.....	22
7. MISURE DI PREVENZIONE, MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE.....	25
8. IMPATTO SU ELEMENTI CULTURALI E PAESAGGISTICI.....	27
9. VULNERABILITÀ DEL PROGETTO A INCIDENTI E CALAMITÀ.....	29
10. RIASSUNTO NON TECNICO.....	31
11. FONTI E RIFERIMENTI.....	33
12. DIFFICOLTÀ RISCONTRATE.....	34
<i>CONCLUSIONI</i>	36

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs 152/2006, allegato VII parte seconda

PREMESSA

Con Decreto Commissariale n. 327/22 del 01/09/2022, è stato affidato, ai sensi dell'art. 36 del D. Lgs n. 50/2016 e s.m.i. (legge 120/2020 e legge 108/2022), il servizio di Progettazione Definitiva/Esecutiva e Coordinamento della Sicurezza in fase di Progettazione, allo scrivente, Ing. Domenico Ciancio, nell'ambito dell'Accordo di programma finalizzato alla programmazione e al finanziamento di interventi urgenti e prioritari per la mitigazione del rischio idrogeologico, sottoscritto il 25 novembre 2010 tra il Ministero dell'Ambiente e la Regione Calabria.

Il presente documento è volto a verificare l'Impatto Ambientale degli *“Interventi integrati di ripristino funzionale ed ambientale del reticolo idrografico presente nella sub-area programma A13-1”* del tratto identificato con codice Rendis 18IR266/G1 nel Comune di Reggio Calabria.

Lo studio, è stato redatto ai sensi della parte II del D.Lgs. 152/2006, art.22 (*sostituito dall'art.11 del D.lgs. n.104 del 2017*) del decreto *“Studio di impatto ambientale”*, e Allegato VII Parte II del D.Lgs. 152/2006 come modificato dall'art. 22 del D.lgs. n. 104 del 2017.

L'intervento oggetto del presente studio, si colloca in un contesto idromorfologico altamente dinamico, tipico delle fiumare calabresi, caratterizzate da eventi estremi brevi e intensi, alternati a lunghi periodi di magra. La progettazione è stata sviluppata adottando un approccio integrato che considera contemporaneamente la sicurezza idraulica, la risposta morfologica dell'alveo alle piene, la tutela degli ecosistemi ripariali, la compatibilità paesaggistica, la resilienza ai cambiamenti climatici.

L'analisi ha evidenziato criticità diffuse quali erosione laterale, instabilità degli argini, ostruzione della sezione fluviale e degrado delle opere idrauliche esistenti. Questi fenomeni compromettono sia la funzionalità ecologica sia la sicurezza idraulica, rendendo indispensabile un intervento strutturato. Le opere sono progettate con una filosofia di minima l'artificializzazione, mantenendo la morfodinamica naturale della fiumara e integrando tecniche di ingegneria naturalistica per assicurare la massima compatibilità ambientale.

1. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

1.a) Ubicazione del progetto, tutele e vincoli

L'area oggetto di intervento si colloca in un tratto della Fiumara Gallico, all'interno del Comune di Reggio Calabria, individuata dalle coordinate di inizio con LAT. 38,186145 e LONG. 15,681128 e di fine con LAT. 38,184713 e LONG. 15,673843.

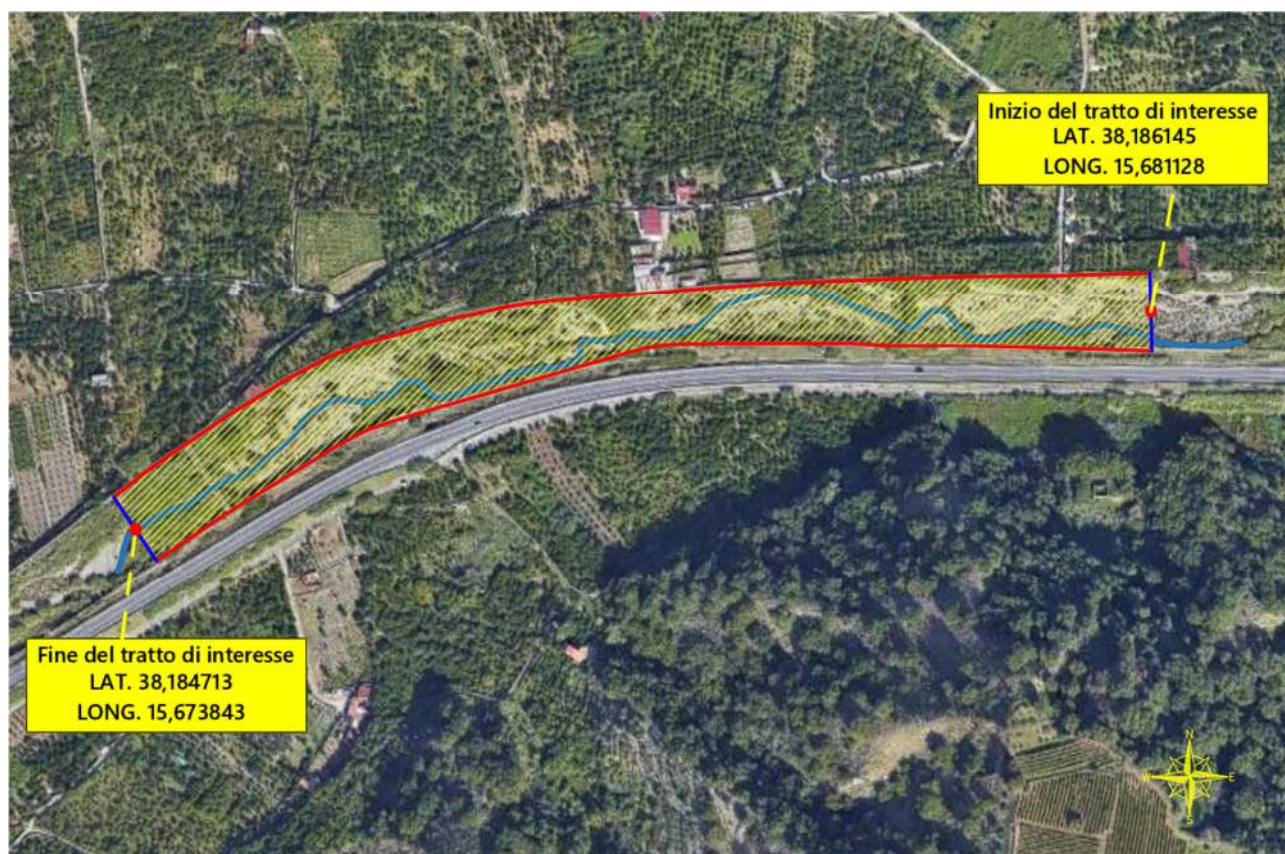


Fig. 1_Individuazione area di intervento

Il tratto interessato dagli interventi ha una lunghezza pari a circa 700 metri lineari ed occupa una superficie di circa 30.000 mq.

Al fine di individuare le problematiche presenti nel tratto oggetto di studio del torrente Gallico, si è proceduto ad effettuare: rilievi topografici mediante stazione GPS modello TOPCON GR-3 e vari sopralluoghi. Da questi è emersa la presenza massiva di vegetazione arbustiva ed infestante in alveo con una consistente quantità di detriti. Si è rilevata inoltre una graduale erosione del fondo e delle sponde del

corso d'acqua, quest'ultima provocata dalla deviazione del corso d'acqua dall'asse centrale, con conseguente danneggiamento delle opere idrauliche esistenti, evidenti per la presenza di crolli dei muri d'argine e dal mal funzionamento delle briglie.

Nell'analizzare lo stato dei luoghi si è proceduto allo studio degli strumenti urbanistici vigenti nel territorio in cui ricade l'area di interesse. La città metropolitana di Reggio Calabria adotta come strumento di gestione territoriale il Piano Strutturale Comunale PSC, approvato il 7 gennaio 2020 dalla Commissione consiliare permanente, che sostituisce il Piano Regolatore Generale approvato negli anni '90.

Nel documento l'area di interesse è classificata come Territorio Agricolo-Forestale.

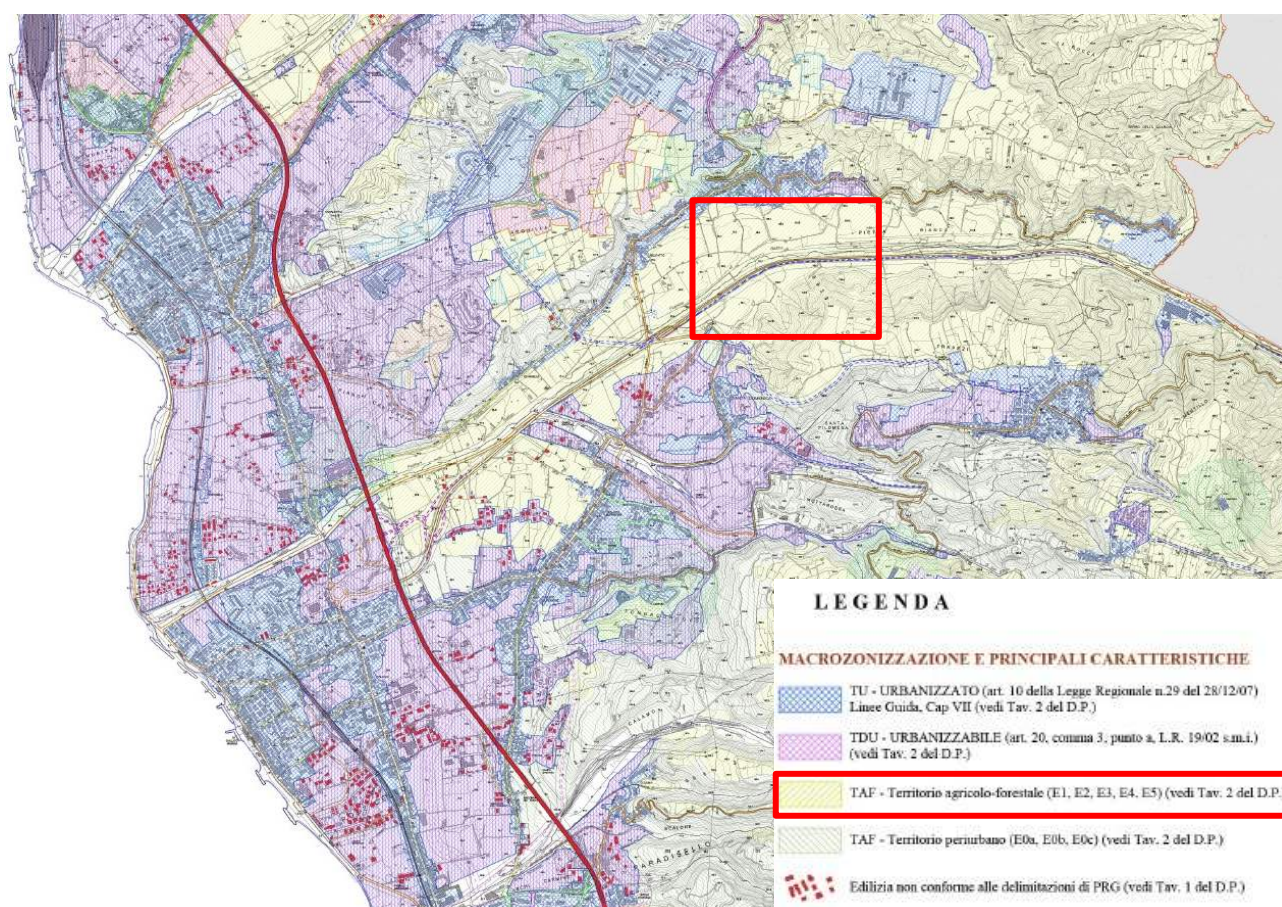


Fig. 2_Estratto del PSC della Città Metropolitana di Reggio Calabria con l'individuazione dell'area

Vincoli e fasce di rispetto

Dall'analisi degli strumenti di pianificazione vigenti si è riscontrata la sussistenza di un vincolo paesaggistico sull'area di interesse. Tale vincolo è dettato dall'art. 142 del D.Lgs. n. 427/2004, ovvero il

Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio: ai sensi del disposto dell'art. 142, comma 1, lett. e) del d.lgs. 42/04 sono tutelati per legge i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna.

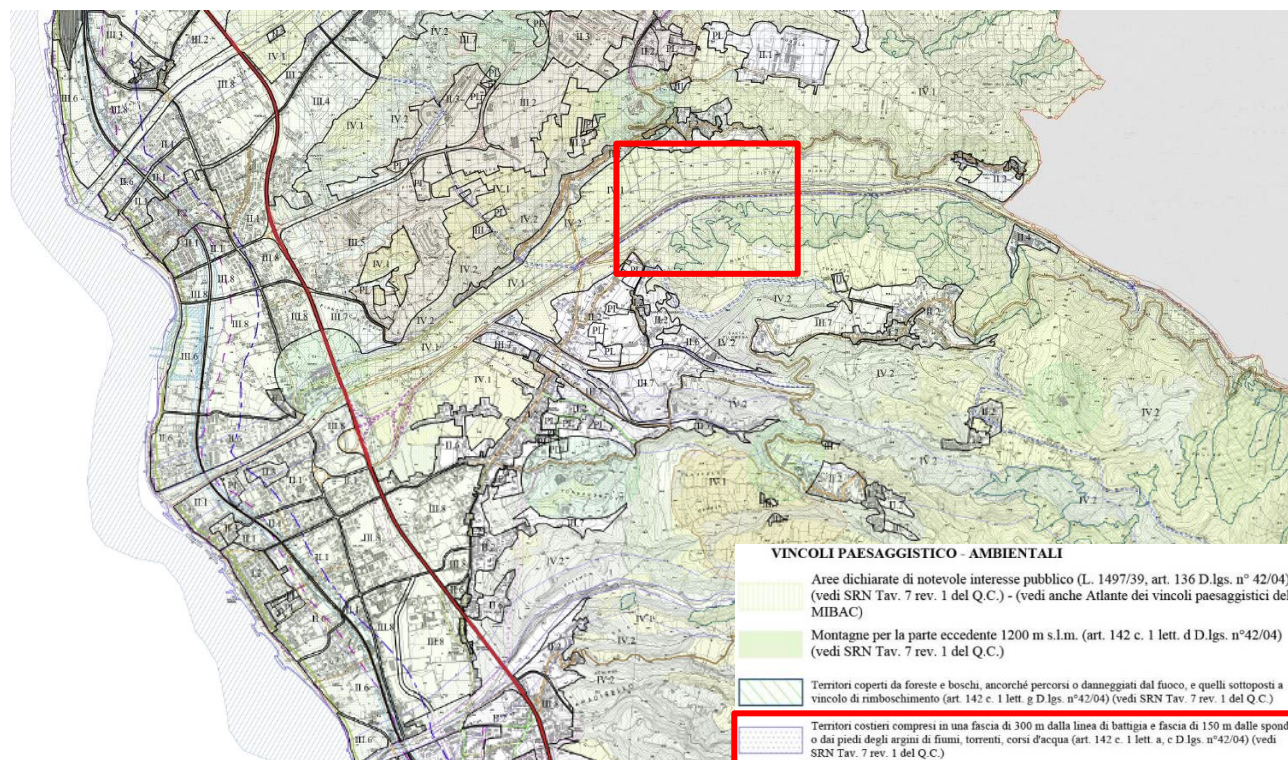


Fig. 3_Estratto del PSC della Città Metropolitana di Reggio Calabria con il regime delle tutele

L'area oggetto di intervento rientra tra le aree tutelate dalla “**Rete Natura 2000**”. Il sistema Rete Natura 2000 è un insieme organizzato di aree destinate alla conservazione della biodiversità presente nel territorio dell'Unione Europea, ed in particolare alla tutela di una serie di habitat e di specie animali e vegetali rari e minacciati. La Rete ecologica Natura 2000 è costituita dall'insieme dei siti individuati per la conservazione della diversità biologica che trae origine dalla Direttiva UE n. 43 del 1992 la quale prevede che gli Stati membri contribuiscano alla costituzione della rete ecologica europea Natura 2000 in funzione della presenza e della rappresentatività sul proprio territorio di questi ambienti e delle specie, individuando aree di particolare pregio ambientale denominati *Siti di Importanza Comunitaria* (SIC), che vanno ad affiancare le *Zone di Protezione Speciale* (ZPS), previste dalla Direttiva n. 409 del 1979, denominata “Uccelli”. L'individuazione dei siti è stata realizzata in Italia, per il proprio territorio, da ciascuna Regione con il coordinamento del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

La Regione Calabria comprende 185 siti Natura 2000, per un'estensione totale di 318.978,03 ettari.

Analizzando i diversi tipi di sito si osserva la seguente distribuzione:

- **A** (Zone di Protezione Speciale, ZPS): 6 siti per un totale di 262.255 Ha;
- **B** (Siti di Importanza Comunitaria, SIC): 178 siti che si estendono per 90649,37 Ha.

I Siti Natura 2000 della Calabria fanno parte della regione biogeografica mediterranea, il cui elenco è stato da ultimo approvato con la Decisione di Esecuzione (UE) 2015/2374 della Commissione del 26 novembre 2015, che adotta l'ottavo aggiornamento dell'elenco dei siti di importanza comunitaria per la regione biogeografica mediterranea. La superficie terrestre di SIC presente in Calabria corrisponde al 4,61 % del territorio regionale mentre la superficie di ZPS corrisponde al 16,32 % della superficie terrestre regionale. Ad oggi sono stati istituiti 185 tra siti terrestri e siti marini che ricoprono il 21,7 % del territorio regionale, dato che colloca la Regione Calabria in posizione migliore rispetto a quella nazionale (21,2%) ed inferiore rispetto alle regioni dell'obiettivo convergenza (24%).

La superficie complessiva dei SIC in Calabria è pari a 90.649,38 Ha di cui la porzione terrestre di 70.447,03 ha e quella marina è pari a 20.202,35 ha, mentre le ZPS hanno una superficie totale pari a 262.255,00 ha.

SITI DI RETE NATURA 2000					
CODICE IDENTIFICATIVO	TIPO	DENOMINAZIONE	REGIONE BIOGENETICA	REGIONE GEOGRAFICA	SUPERFICIE ha
IT9350150	SIC	Contrada Gornelle	Mediterranea	Calabria	83,166
IT9350133	SIC	Monte Basilicò -Torrente Listi	Mediterranea	Calabria	326,084
IT9350183	ZSC	Spiaggia di Catona	Mediterranea	Calabria	6,961
IT9350139	ZSC	Collina di Pentimele	Mediterranea	Calabria	123,051
IT9350149	ZSC	Sant'Andrea	Mediterranea	Calabria	37,475
IT9350172	ZSC	Fondali da Punta Pezzo a Capo dell'Armi	Mediterranea	Calabria	1.811,852
IT9350181	ZSC	Monte Embrisi e Monte Torrione	Mediterranea	Calabria	427,921
IT9350300	ZPS	Costa Viola	Mediterranea	Calabria	29.425,485

Fig. 4_Tabella dei Siti "Rete Natura 2000"

L'area oggetto di intervento appartiene alla Zona a Protezione Speciale (ZPS) identificata con il codice IT9350300, Costa Viola con un'estensione pari a 29.425,485 ettari.

È stato analizzato, infine, il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), redatto dalla Regione Calabria. Il P.A.I. è lo strumento conoscitivo, normativo e di pianificazione con il quale l'Autorità di Bacino Regionale della Calabria norma la destinazione d'uso del territorio. Analizzando il P.A.I. si evince

che il sito in oggetto ricade in una zona classificata **R4-Rischio molto Elevato**, ovvero quando esistono condizioni che determinano la possibilità di perdita di vite umane o lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici ed alle infrastrutture, danni gravi alle attività socio-economiche. Le aree a rischio R4 sono disciplinate dalla stessa norma all'art. 21 che, al comma 2 lettera e), prevede l'esecuzione di uno studio idrologico-idraulico redatto in conformità alle specifiche tecniche e alle linee guida predisposte dalla competente Autorità di Bacino Territoriale, alla quale dovrà essere sottoposto per approvazione l'intero progetto definitivo.

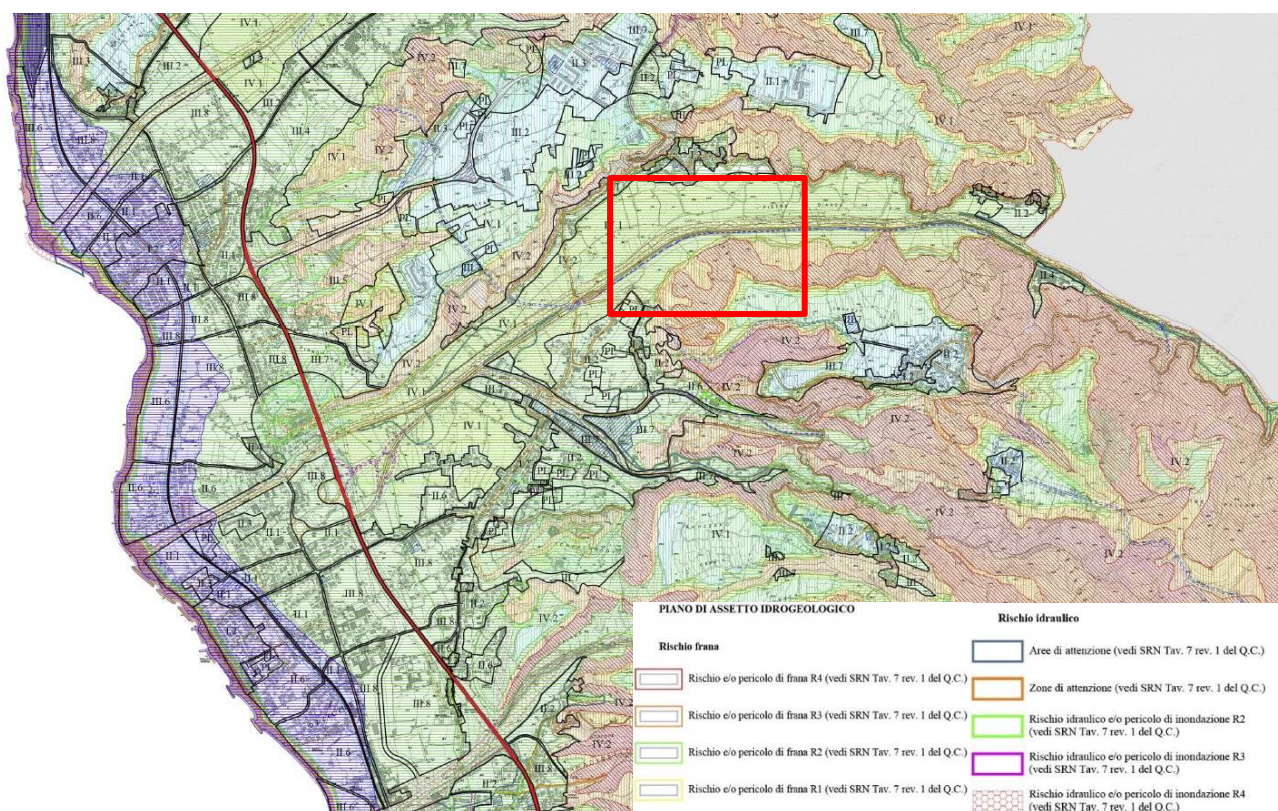


Fig. 5_Stralcio PSC della Città Metropolitana di Reggio Calabria con indicazioni del PAI

1.b,c,d,e) Caratteristiche fisiche dell'opera e utilizzo del suolo, delle fasi di funzionamento, residui, emissioni e rifiuti prodotti

L'area interessata dal progetto è un tratto della Fiumara Gallico, nel Comune di Reggio Calabria, che si estende in lunghezza per circa 700 metri lineari ed occupa una superficie di quasi 30 mila metri quadri.



Fig. 6_Individuazione del tratto di interesse

In seguito allo studio dello stato di fatto delle aree in oggetto, è emersa la necessità di eseguire alcuni interventi finalizzati al ripristino delle condizioni idrauliche del tratto considerato.

Questi interventi riguarderanno in particolare la pulizia e la riprofilatura dell'alveo, mediante la rimozione degli arbusti e della vegetazione infestante e lo scavo del tratto considerato con la conseguente correzione del flusso delle acque e il livellamento del fondo dell'alveo; il ripristino degli argini nei tratti parzialmente o totalmente crollati mediante la realizzazione di nuove opere di contenimento.

Le lavorazioni sono finalizzate al recupero della sezione idraulica originaria e alla gestione coerente del trasporto solido. Le opere di demolizione di piccola entità, riguarderanno il taglio dei muri di argine a dente di sega, per consentire un adeguato ammorsamento tra il vecchio muro e il nuovo tale da ripristinare la monoliticità originaria delle opere.

Durante le fasi di riprofilatura e centralizzazione dell'alveo, il materiale rinvenuto dopo aver asportato tutta la vegetazione sarà riutilizzato nello stesso sito per il rinfianco degli argini e per la risagomatura delle parti soggette a fenomeni erosivi. La fase di funzionamento non prevede cicli produttivi: le opere realizzate garantiscono miglior deflusso, riduzione del rischio idraulico ed equilibrio morfologico. Le emissioni sono limitate alla fase di cantiere (rumore, polveri, gas di scarico), mentre i residui derivano principalmente da materiali vegetali e detriti rimossi, riutilizzati ove possibile. Le tecniche scelte si basano sulle migliori pratiche europee (BAT) per interventi idraulici sostenibili, privilegiando l'ingegneria naturalistica e il riuso dei materiali. Nella planimetria (fig.7) è riportata l'ubicazione degli interventi previsti in progetto.

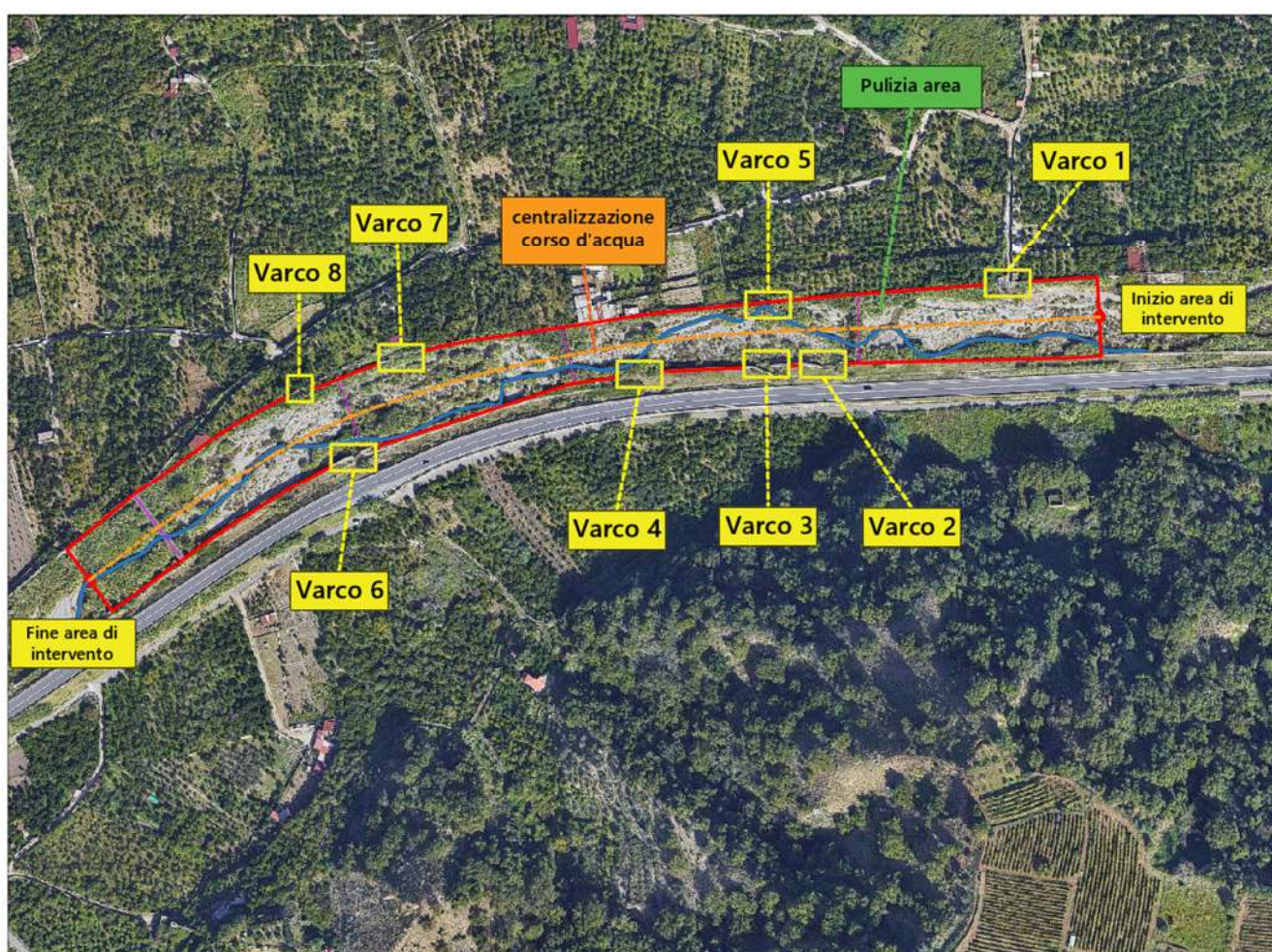


Fig. 7_Localizzazione interventi in progetto

2. PRINCIPALI ALTERNATIVE RAGIONEVOLI DEL PROGETTO

La valutazione delle alternative costituisce uno degli elementi più rilevanti dell'intero processo di Valutazione di Impatto Ambientale, poiché consente di individuare la soluzione che assicura il miglior equilibrio tra efficacia idraulica, sostenibilità ecologica, compatibilità paesaggistica e fattibilità tecnico-economica. L'analisi è stata condotta considerando criteri idraulici, morfologici, ecosistemici, paesaggistici e di sicurezza del territorio. Le alternative sono state comparate attraverso indicatori quali La capacità di deflusso e variazione della sezione idraulica, il rischio di erosione laterale e scalzamento delle opere, gli impatti sugli habitat e sulla continuità ecologica, la durabilità delle soluzioni e costi manutentivi, la compatibilità con il regime morfologico naturale della fiumara, la resilienza ai futuri scenari di cambiamento climatico.

Alternativa zero, ipotesi di mancata realizzazione del progetto.

L'alternativa zero è stata valutata nel dettaglio al fine di comprendere l'evoluzione naturale del sistema fluviale senza interventi, questa opzione comporterebbe l'assenza di qualsiasi intervento, lasciando il tratto di fiumara nelle condizioni di perpetuo degrado.

Tale scenario comporterebbe:

- progressivo restringimento della sezione idraulica per accumulo di sedimenti e vegetazione;
- incremento dell'erosione regressiva e laterale con perdita di porzioni di argine;
- crollo graduale delle opere esistenti non più in grado di sopportare le sollecitazioni idrauliche;
- elevato trasporto solido con possibile ostruzione dei ponti e delle opere trasversali;
- ulteriore aumento del rischio idraulico (R4) con frequenti situazioni di pericolo per popolazione e infrastrutture.

Nella prospettiva climatica, l'alternativa zero non è sostenibile poiché non fornisce strumenti di adattamento agli eventi estremi sempre più frequenti.

Per tali motivi l'alternativa zero è considerata non percorribile.

Alternativa di intervento minimo.

questa soluzione prevedrebbe esclusivamente interventi leggeri, come la rimozione della vegetazione infestante e dei detriti. Tuttavia, l'analisi tecnica dimostra che tale opzione:

- non ristabilisce una sezione idraulica coerente con scenari di piena anche moderati;
- non affronta fenomeni erosivi profondi né la perdita di materiale da fondo;
- non stabilizza le sponde né risolve le criticità strutturali delle opere;
- deve essere ripetuta frequentemente con costi di manutenzione molto elevati;
- presenta benefici solo temporanei e non strutturali.

Questa alternativa di tipo emergenziale non strutturale, garantirebbe benefici limitati e temporanei è quindi non adeguata ad assicurare sicurezza idraulica e durabilità, per questo non è ritenuta sufficiente.

Alternativa progettuale adottata

La soluzione progettuale scelta integra in maniera coordinata interventi strutturali e naturalistici, risultando la più efficace nel medio e lungo periodo. I punti di forza dell'insieme integrato di interventi comprendono: riprofilatura dell'alveo, rinforzo e ricostruzione delle opere arginali, gestione del trasporto solido, utilizzo di tecniche naturalistiche e ripristino morfologico controllato.

Questa alternativa:

- garantisce maggiore efficacia idraulica e riduzione del rischio;
- ripristina una sezione di deflusso coerente con gli eventi di piena;
- tutela habitat e connettività ecologica;
- assicura stabilità delle opere nel lungo periodo.

Pertanto, rappresenta la soluzione più equilibrata, sostenibile e tecnicamente valida.

Nel punto 2, sono state analizzate tre alternative principali: l'alternativa zero, l'alternativa di intervento minimo e l'alternativa progettuale adottata. L'analisi delle alternative progettuali è fondamentale per garantire la sostenibilità tecnica, ambientale e paesaggistica dell'intervento.

Nel complesso, l'alternativa adottata risulta quella con il miglior rapporto tra benefici ambientali, sicurezza idraulica e sostenibilità paesaggistica.

3. STATO ATTUALE DELL'AMBIENTE

3.1 Morfologia e dinamica fluviale attuale

Lo stato attuale dell'ambiente nel tratto della Fiumara Gallico oggetto di intervento riflette condizioni di forte instabilità idromorfologica, tipiche dei corsi d'acqua torrentizi calabresi. La morfologia dell'alveo è influenzata da variazioni improvvise del regime idrologico, con transizioni rapide tra periodi di siccità prolungata e piene intense concentrate in poche ore. Questa condizione genera un sistema naturale estremamente dinamico, caratterizzato da processi erosivi, trasporto solido elevato e depositi disomogenei. Il comune di Reggio Calabria rientra nella Zona Climatica B, con 772 gradi giorno. Il suo territorio va da un'altitudine minima di 0 m.s.l.m. ad una massima di 1803 m.s.l.m. e rientra nella classificazione sismica "alta". Per quanto riguarda gli aspetti geomorfologici, il territorio comunale della città fa parte del bacino di Reggio Calabria, una struttura di tipo *graben* delimitata da faglie di tipo normale e dalle *horst* di Campo Piale a nord e dell'Aspromonte a est. La città si estende su una superficie prevalentemente di tipo alluvionale e deltizia creatasi dal deposito di sedimenti trasportati dalle numerose

fiumare che solcano il territorio. Il sistema collinare è costituito da sedimenti sabbiosi a media pendenza fino ad arrivare alle pendici dell'Aspromonte di natura cristallino-metamorfica paleozoiche, mentre il litorale costiero si sviluppa con andamento relativamente sinuoso ed è contraddistinto da sporgenze e rientranze in corrispondenza dei corsi d'acqua. L'ambito è costituito da una fascia costiera incorniciata da rilievi collinari particolarmente articolati e morfologicamente complessi, solcati da una densa rete di incisioni di varie entità. La fascia costiera pianeggiante è piuttosto stretta; in essa si distinguono le pianure alluvionali di Gallico, circondata dalle colline di Monte Mannoli e Monte Chiarello composte da rocce metamorfiche e strutturate in dorsali ramificate con valloni interposti; le pianure di Villa S. Giovanni e di Reggio Calabria, che si presentano, invece, come superfici debolmente inclinate verso la costa, quest'ultima bassa con una linea di riva ondulata, con insenature. Tale fascia pianeggiante è coronata da una serie di rilievi collinari terrigeni, costituiti principalmente da ghiaie e sabbie, con acclività media o elevata, interrotti da numerose vallate fluviali percorse da corsi d'acqua con il tipico aspetto di fiumara: le fiumare sono dei corsi d'acqua a carattere torrentizio, con deflussi superficiali scarsi o assenti nel periodo primavera-estate e consistenti nei mesi autunnali e invernali. In occasione degli eventi di pioggia più intensi si registra un notevole trasporto solido. L'intero territorio comunale è solcato da fiumare e torrenti, che si presentano come greti in secca per la maggior parte dell'anno e si trasformano invece in corsi d'acqua impetuosi in occasione di eventi meteorologici eccezionali. In passato, non sono stati infrequenti le esondazioni e gli allagamenti. Le fiumare nascono dalle parti più alte dei rilievi dell'Aspromonte, a quote superiori ai 1500 metri slm, lungo la dorsale morfologica che divide il bacino tirrenico da quello ionico; si sviluppano in direzione nord - ovest, attraversando prima terreni del complesso metamorfico in valli strette e approfondite e successivamente valli più ampie in presenza di depositi plio-pleistocenici. Il reticolo idrografico riflette la permeabilità dei terreni affioranti. È presente un reticolo idrografico molto ramificato nella porzione montana, caratterizzata da metamorfiti, dove rami fluviali secondari, ad andamento tortuoso di breve lunghezza e a notevole pendenza, hanno inciso i versanti formando una serie di valli strette ed incassate.

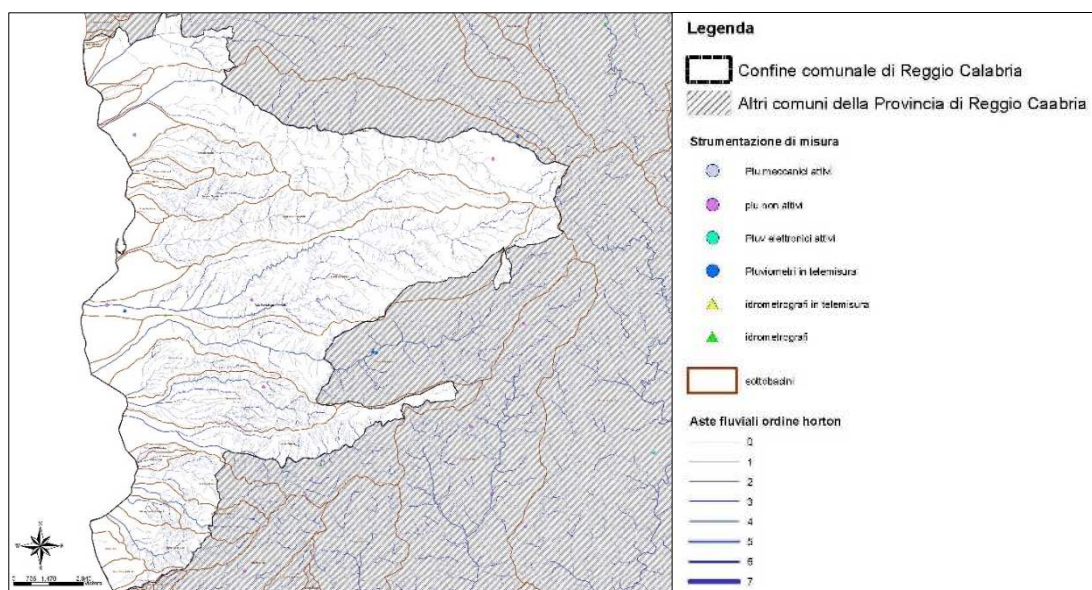


Fig. 8: Carta dei bacini idrografici e stazioni di misura, Comune di Reggio Calabria

Nella porzione di territorio costituito da depositi più recenti l'andamento dei corsi d'acqua principali è sostanzialmente rettilineo. La provincia è attraversata da diverse fiumare e torrenti, nel solo territorio cittadino vi sono sette fiumare, lungo l'asse nord-sud. La Fiumara Gallico nasce ad una quota di circa 1700 metri s.l.m. sul versante nord-occidentale dell'Aspromonte. Nella parte iniziale l'alveo scorre incassato tra sponde rocciose, nel tratto intermedio tende ad allargarsi, per poi diventare molto più esteso nella sua parte terminale, rettificando il suo corso ed originando un ammasso detritico di notevole spessore e si snoda per circa 23 chilometri.

La morfologia del bacino risulta varia: nella parte orientale e centrale affiorano principalmente terreni a maggiore resistenza meccanica; le parti occidentale e terminale sono caratterizzate dalla presenza di formazioni sedimentarie facilmente erodibili.

L'alveo presenta una struttura prevalentemente ghiaiosa e ciottolosa, con alternanza di barre laterali, e tratti con letto incassato. Le principali criticità osservate includono:

- erosione laterale attiva, con arretramento delle sponde e perdita di materiale;
- accumuli diffusi di sedimenti, che riducono la sezione efficace di deflusso;
- deviazione dell'alveo dall'asse originario con formazione di meandri instabili;
- innalzamento del fondo in alcuni tratti, con conseguente aumento del rischio di sormonto;
- collasso parziale delle opere arginali, che riducono la capacità di contenimento della fiumara.

La presenza di vegetazione infestante e arbustiva incrementa ulteriormente il rischio idraulico, restringendo la sezione e trattenendo sedimenti e detriti.

3.2 Componenti idrologiche e climatiche

Il regime idrologico della fiumara è fortemente influenzato dagli eventi meteorici del bacino montano soprastante. Le analisi mostrano:

- forte variabilità interannuale delle precipitazioni;
- incremento dell'intensità delle piogge estreme, coerente con scenari climatici regionali;
- rapide risposte idrologiche dovute alle caratteristiche del bacino (pendenze elevate, suoli poveri, scarsa copertura vegetale arborea);
- picchi di piena estremi concentrati in tempi molto brevi.

Gli scenari climatici futuri indicano un probabile aumento:

- della frequenza degli eventi estremi (tempo di ritorno ridotto);
- dell'energia disponibile per il trasporto solido;
- delle condizioni di instabilità delle opere e delle sponde.

3.3 Stato della qualità ambientale ed ecosistemica

L'area ricade all'interno della ZPS "Costa Viola", che ospita habitat di interesse comunitario e specie legate agli ecosistemi ripariali. Le principali componenti ambientali osservate includono:

- habitat igrofilo lungo i margini del corso d'acqua;
- presenza di avifauna migratoria e stanziale di pregio;
- specie vegetali autoctone, ma anche intrusioni di specie invasive;
- funzioni ecologiche compromesse dall'instabilità idromorfologica.

La degradazione delle opere idrauliche e l'instabilità dell'alveo influiscono negativamente sulla continuità ecologica, ostacolando gli spostamenti delle specie lungo il corridoio fluviale.

3.4 Stato del rischio idraulico

Il tratto in esame è classificato a rischio molto elevato (R4). Le criticità principali identificate includono:

- probabilità elevata di esondazione durante eventi di piena intensa;
- instabilità delle sponde con possibile crollo improvviso;
- insufficienza della sezione idraulica attuale per eventi anche inferiori a TR200;
- vulnerabilità di infrastrutture, terreni agricoli e aree antropizzate adiacenti.

3.5 Evoluzione dello scenario senza progetto

In assenza di intervento, le simulazioni qualitative e le analisi geomorfologiche prevedono:

- aumento della frequenza e gravità delle esondazioni;
- collasso progressivo delle opere arginali esistenti;
- erosione accelerata del sistema spondale con perdita di terreno;
- incremento del deposito caotico di sedimenti, con restringimento della sezione;
- frammentazione ulteriore degli habitat ripariali;
- incremento del rischio per abitazioni, infrastrutture e popolazione.

Lo scenario senza progetto rappresenta quindi una condizione inaccettabile dal punto di vista della sicurezza e della stabilità ambientale. Il tratto della Fiumara Gallico interessato dall'intervento presenta condizioni di marcata instabilità geomorfologica. L'alveo, caratterizzato da materiali ghiaiosi e ciottolosi, mostra una forte variabilità stagionale con alternanza tra periodi di secca prolungata e piene improvvise dovute a eventi meteorici intensi.

Condizioni attuali dell'ambiente

- presenza di sedimenti e detriti che ostacolano il deflusso;
- vegetazione infestante che restringe la sezione idraulica;
- erosione laterale che minaccia gli argini esistenti;
- opere idrauliche deteriorate e parzialmente collassate;
- habitat igrofilo e rupestri di interesse comunitario presenti nella ZPS.

Evoluzione senza progetto

In assenza dell'intervento si prevedono:

- incremento della vulnerabilità del territorio agli eventi estremi;
- peggioramento della funzionalità idraulica;
- crollo progressivo delle opere di contenimento;
- maggiore instabilità morfologica e perdita di habitat;
- aumento del rischio di esondazione e danni alle aree limitrofe.

Il cambiamento climatico, con aumento dell'intensità delle precipitazioni, aggraverebbe ulteriormente queste dinamiche.

4. FATTORI AMBIENTALI POTENZIALMENTE INTERESSATI

Questa sezione analizza in modo dettagliato tutte le componenti ambientali che potrebbero essere influenzate direttamente o indirettamente dall'intervento, conformemente ai requisiti dell'Allegato VII del D.Lgs. 152/2006. La valutazione è stata condotta considerando sia gli impatti temporanei legati alla fase di cantiere sia gli effetti permanenti sulla funzionalità idromorfologica ed ecologica.

Le componenti analizzate sono state valutate adottando un approccio multidisciplinare, integrando analisi idrauliche, indagini ecologiche, valutazioni paesaggistiche e rilievi topografici.

4.1 Popolazione e salute umana

La popolazione residente nelle aree limitrofe è attualmente esposta a un rischio idraulico molto elevato (R4). Gli scenari di piena simulati indicano che l'attuale configurazione morfologica della fiumara non garantisce una sezione di deflusso adeguata.

Elementi critici attuali:

- possibilità di esondazioni rapide durante eventi intensi;
- instabilità delle sponde con rischio di cedimenti improvvisi;
- trasporto di detriti e materiale pesante in caso di piena;
- potenziale coinvolgimento di infrastrutture, viabilità rurale e terreni agricoli.

Con l'intervento:

- la sicurezza idraulica migliora sensibilmente;
- la capacità di deflusso risulta adeguata alle portate di progetto;
- vengono eliminati o ridotti i punti di strozzatura dell'alveo.

4.2 Biodiversità, habitat e specie

L'area ricade nella ZPS IT9350300 "Costa Viola", caratterizzata da habitat di interesse comunitario e specie legate agli ambienti ripariali.

Habitat rilevati:

- vegetazione igrofila lungo le sponde;
- arbusteti mediterranei nelle aree marginali;
- microhabitat rupestri nelle zone più acclivi.

Fauna rilevante:

- avifauna migratoria (rapaci e passeriformi);
- rettili e anfibi legati alle pozze di piena;
- macroinvertebrati indicatori della qualità ambientale.

Pressioni attuali:

- instabilità idromorfologica che altera il mosaico degli habitat;
- occlusioni vegetazionali che modificano la circolazione idrica;
- interruzioni della continuità ecologica.

Effetti dell'intervento:

- miglioramento della circolazione idrica e della qualità degli habitat igrofil;
- reinserimento della vegetazione autoctona ripariale;
- maggiore continuità ecologica lungo il corridoio fluviale.

4.3 Suolo, geologia e geomorfologia

La fiumara è caratterizzata da substrati alluvionali incoerenti – ghiaie, ciottoli, sabbie – ad alta mobilità.

Le analisi hanno evidenziato:

- erosione laterale con scalzamento del piede arginale;
- rischio di sifonamento nelle zone di transizione tra materiali fini e grossolani;
- instabilità locale dovuta a concentrazioni di velocità e turbolenza;
- presenza di superfici deposizionali instabili, soggette a rimobilizzazione.

L'intervento prevede la stabilizzazione degli argini e la ridistribuzione dei materiali, favorendo l'equilibrio morfologico a lungo termine.

4.4 Acqua e regime idrologico

La funzionalità idraulica è attualmente compromessa da accumuli di sedimenti e vegetazione. La capacità di deflusso è insufficiente per eventi di piena significativi.

Problemi rilevati:

- riduzione della sezione idraulica utile;
- aumento dell'energia della corrente in tratti ristretti (erosione accelerata);
- formazione di pozze stagnanti in periodi di scarsa portata;
- difficoltà di transito del trasporto solido.

Con l'intervento:

- si ristabilisce un profilo coerente e regolare del fondo;
- si ottiene una sezione idraulica idonea alle portate di progetto;
- si riduce il rischio di ostruzione dei ponti e dei manufatti.

4.5 Aria e clima

Gli impatti sono limitati alla fase di cantiere:

- emissioni di polveri dovute al movimento terra;

- gas di scarico dei mezzi d'opera.

Questi sono mitigati mediante:

- irrorazione periodica delle superfici polverose;
- riduzione della velocità dei mezzi;
- manutenzione dei macchinari.

Non si registrano impatti climatici rilevanti.

4.6 Paesaggio e percezione visiva

La fumara costituisce un elemento identitario del territorio rurale calabrese. Attualmente l'area presenta:

- degrado diffuso per erosione e crolli arginali;
- accumuli di detriti e vegetazione infestante;
- perdita delle forme tipiche delle aste fluviali naturali.

L'intervento:

- ripristina l'ordine paesaggistico dell'alveo;
- valorizza il paesaggio attraverso soluzioni poco invasive;
- rimuove elementi di degrado migliorando la fruibilità visiva.

4.7 Beni culturali e materiali

Non sono presenti beni archeologici o architettonici direttamente coinvolti.

L'opera non interferisce con patrimoni culturali tutelati.

4.8 Interazioni tra i fattori ambientali

La valutazione ha evidenziato relazioni complesse tra elementi idraulici, ecologici e geomorfologici.

Il sistema risulta quindi fortemente interconnesso, e l'intervento proposto migliora il bilancio complessivo degli impatti.

Il progetto coinvolge diversi fattori ambientali, tra cui:

Popolazione e salute umana

La riduzione del rischio idraulico apporta un beneficio diretto alla sicurezza della popolazione.

Biodiversità

Sono presenti habitat di pregio e specie della ZPS. Il cantiere può generare disturbo temporaneo, ma l'intervento complessivo migliora la funzionalità ecologica.

Suolo e territorio

L'intervento mitiga fenomeni erosivi e stabilizza le sponde, contribuendo alla protezione del territorio.

Acqua

Ripristino delle condizioni idrauliche, miglioramento del deflusso e riduzione dei ristagni.

Aria e clima

Impatto trascurabile, limitato alle emissioni dei mezzi di cantiere.

Paesaggio

L'intervento migliora l'aspetto visivo del corso d'acqua grazie alla rimozione del degrado e alla rinaturalizzazione.

Patrimonio culturale

Non sono presenti beni culturali direttamente coinvolti.

Interazioni tra fattori

Un migliore assetto morfologico consente una più elevata funzionalità ecologica e una riduzione del rischio.

5. PROBABILI IMPATTI AMBIENTALI RILEVANTI

La valutazione degli impatti ambientali è stata condotta distinguendo tra impatti diretti, indiretti, cumulativi, temporanei e permanenti, considerando sia la fase di cantiere sia la fase di esercizio dell'opera. Sono stati inoltre analizzati gli impatti residui e la resilienza del sistema dopo l'intervento.

Il tratto della Fiumara Gallico è caratterizzato da elevata sensibilità idromorfologica e ambientale: gli impatti e i benefici sono quindi strettamente connessi alle dinamiche erosive, alle pressioni idrauliche durante gli eventi estremi e al trasporto solido.

5.1 Impatti durante la fase di cantiere

Gli impatti temporanei includono emissioni atmosferiche e acustiche quali:

- polveri derivanti dalla movimentazione dei materiali;
- emissioni dei mezzi d'opera;
- rumori legati al funzionamento dei macchinari.

Disturbo alla fauna:

- allontanamento temporaneo della fauna ripariale;
- potenziale interferenza con l'avifauna durante il periodo riproduttivo;
- riduzione degli habitat temporanei.

Movimenti terra e alterazioni morfologiche temporanee:

- rimozione della vegetazione infestante;
- rimodellazione controllata dell'alveo;
- accumulo temporaneo dei materiali.

Gestione dei rifiuti:

- materiali vegetali, detriti fluviali e residui di demolizione delle opere danneggiate;
- smaltimento secondo le normative vigenti.

Tutti gli impatti sono temporanei e mitigabili attraverso le misure indicate nella Sezione 7.

5.2 Impatti durante la fase di esercizio

La fase di esercizio comporta prevalentemente impatti positivi:

Miglioramento della funzionalità idraulica:

- incremento della sezione idraulica efficace;
- riduzione dei punti di strozzatura;
- diminuzione del rischio di esondazione.

Stabilità morfologica:

- riduzione dell'erosione laterale;
- consolidamento delle sponde;
- stabilità delle opere esistenti e di progetto.

Benefici ecologici:

- miglioramento della qualità degli habitat ripariali;
- aumento della continuità ecologica;
- ricolonizzazione da parte della vegetazione autoctona.

Benefici paesaggistici:

- recupero della morfologia naturale della fiumara;
- rimozione di elementi di degrado.

5.3 Impatti cumulativi e sinergici

Poiché nell'area non sono presenti interventi concomitanti di grande scala, gli impatti cumulativi sono contenuti. Tuttavia, si registrano benefici sinergici quali: aumento complessivo della sicurezza idraulica in ambito territoriale; miglioramento della rete ecologica fluviale; rafforzamento della resilienza ai cambiamenti climatici.

5.4 Impatti residui

Dopo l'intervento, gli impatti residui sono minimi e principalmente riconducibili a variazioni morfologiche naturali controllate dell'alveo e presenza delle opere arginali, comunque integrate paesaggisticamente.

Gli impatti residui non compromettono ecosistemi, paesaggio o funzionalità idraulica.

5.5 Analisi avanzata della portata di progetto (TR200)

La portata di progetto pari a $Q = 475,63 \text{ m}^3/\text{s}$ rappresenta un evento di elevata intensità, corrispondente a un tempo di ritorno di 200 anni. Tale portata genera:

Pressioni idrodinamiche elevate:

- incremento della spinta sulle opere arginali;
- aumento della velocità media fino a valori potenzialmente superiori a 5 m/s ;
- intensificazione della turbolenza nei tratti ristretti.

Fenomeni erosivi significativi:

- erosione concentrata (local scour) in prossimità di manufatti;
- trasporto di materiale grossolano e potenziale mobilitazione di massi;
- rischio di scalzamento delle fondazioni delle opere.

Effetti morfodinamici:

- rimodellamento rapido delle barre fluviali;
- innalzamento o abbassamento localizzato del fondo.

Stato migliorativo post-intervento, l'intervento proposto consente di:

- ridurre notevolmente il rischio di scalzamento;
- stabilizzare le sponde con tecniche naturalistiche e opere di protezione;
- distribuire più uniformemente il flusso;
- migliorare la risposta idraulica complessiva.

L'analisi dimostra che, sebbene il sistema rimanga dinamico, la vulnerabilità residua si riduce significativamente.

5.6 Valutazione complessiva degli impatti

Gli impatti negativi sono limitati, temporanei e mitigabili, mentre i benefici permanenti risultano rilevanti nei seguenti ambiti della sicurezza idraulica, della qualità ecologica, della stabilità geomorfologica, della qualità paesaggistica, della funzionalità del corridoio ripariale.

Nel complesso, l'intervento apporta un miglioramento sostanziale alla stabilità e alla resilienza del sistema fluviale.

Impatti durante la fase di cantiere:

- emissioni acustiche e atmosferiche temporanee;
- movimento terra circoscritto;
- disturbo alla fauna ripariale;

- produzione di rifiuti vegetali e detriti.

Impatti in fase di esercizio

- miglioramento significativo della stabilità idraulica e morfologica;
- riduzione del rischio idrogeologico;
- recupero della continuità ecologica;
- mantenimento della sezione idraulica ottimale durante eventi estremi.

Analisi idraulica avanzata (portata TR200)

La portata di progetto pari a $Q = 475,63 \text{ m}^3/\text{s}$ induce pressioni idrodinamiche elevate, con potenziali fenomeni di erosione concentrata, sovrappressione e mobilizzazione del materiale ghiaioso. Sono stati definiti parametri di moto uniforme e vario, pressioni dinamiche sulle strutture, velocità critiche per la mobilizzazione dei sedimenti e requisiti minimi per le opere di protezione.

I benefici complessivi risultano ampiamente superiori agli impatti temporanei di cantiere.

6. METODOLOGIE DI PREVISIONE E DIFFICOLTÀ RISCONTRATE

La valutazione degli impatti ambientali e idraulici è stata condotta mediante l'applicazione di metodologie integrate, che combinano analisi topografiche, idrologiche, idrauliche, geotecniche, ecologiche e paesaggistiche. Le tecniche utilizzate rispondono ai criteri previsti dalle linee guida nazionali e comunitarie per la Valutazione di Impatto Ambientale e per la progettazione di opere idrauliche in contesti torrentizi. L'obiettivo principale è garantire un quadro conoscitivo accurato e multidimensionale, capace di rappresentare le dinamiche della Fiumara Gallico e prevedere gli effetti dell'intervento nelle diverse condizioni operative e climatiche.

6.1 Rilievi topografici e inquadramento territoriale

I rilievi sono stati eseguiti mediante:

- strumentazione GNSS ad alta precisione per la georeferenziazione dei punti notevoli;
- stazione totale per la definizione tridimensionale delle sezioni trasversali;
- rilievi aerofotogrammetrici con drone (UAV) per ricostruzioni fotogrammetriche 3D dell'alveo;
- modellazione digitale del terreno (DTM) con risoluzione elevata.

Queste tecniche hanno permesso di:

- delineare l'andamento longitudinale e trasversale dell'alveo;
- individuare aree soggette a erosione attiva;
- valutare la variazione della pendenza idraulica;

- identificare accumuli di sedimenti e ostacoli al deflusso.

6.2 Analisi idrologica

La definizione delle portate di progetto è stata svolta mediante:

- analisi delle serie storiche pluviometriche disponibili;
- ricostruzione di eventi estremi attraverso curve di possibilità pluviometrica (IDF);
- applicazione di modelli idrologici afflussi-deflussi;
- verifica degli effetti del cambiamento climatico tramite scenari di incremento dell'intensità delle precipitazioni.

È stata posta particolare attenzione all'evento con tempo di ritorno di 200 anni (TR200), valutato come condizione limite per la sicurezza idraulica.

6.3 Modellazioni idrauliche 1D e 2D

Sebbene la modellazione dettagliata venga eseguita nella fase successiva del progetto, la valutazione preliminare ha considerato:

- parametri di moto uniforme (formula di Manning);
- parametri di moto vario per valutare le variazioni del profilo del pelo libero;
- simulazioni sulla distribuzione delle velocità in condizioni di piena;
- stime della profondità di flusso in sezioni critiche.

La modellazione 2D risulta particolarmente rilevante per:

- individuare le zone di esondazione;
- analizzare la dinamica delle velocità nelle aree di espansione laterale;
- simulare il trasporto solido e i fenomeni di erosione concentrata (local scour).

6.4 Analisi geotecniche e stabilità spondale

Sono state applicate metodologie geotecniche per la valutazione:

- della stabilità globale delle sponde;
- della resistenza dei materiali incoerenti a sollecitazioni idrodinamiche;
- del rischio di sifonamento;
- dello scalzamento delle fondazioni delle opere esistenti.

L'analisi ha confermato che le condizioni attuali presentano vulnerabilità elevate, specialmente durante eventi di piena estrema.

6.5 Valutazioni ecologiche e vegetazionali

Sono stati effettuati:

- censimenti della vegetazione ripariale;
- valutazioni sulla composizione floristica, con distinzione tra specie autoctone e invasive;
- rilievi delle comunità faunistiche (avifauna, anfibi, rettili, macroinvertebrati);
- analisi della continuità ecologica lungo il corridoio fluviale.

Questi rilievi hanno permesso di integrare il progetto con misure naturalistiche mirate.

6.6 Tecniche di analisi delle interazioni e dei rischi

Sono stati utilizzati strumenti di valutazione integrata, tra cui:

- matrici causa–effetto;
- schemi relazionali tra pressioni, stati e impatti;
- analisi degli scenari di rischio residuo;
- valutazioni di resilienza dell'ambiente post-intervento.

6.7 Difficoltà e incertezze riscontrate

Le principali difficoltà incontrate nella redazione dello studio riguardano:

- elevata variabilità idrologica e morfologica della fiumara;
- mancanza di serie storiche idrologiche complete e continuative;
- forte dipendenza dei processi geomorfologici da eventi estremi localizzati;
- incertezza degli scenari climatici futuri;
- complessità del trasporto solido tipico dei corsi d'acqua torrentizi.

Nonostante tali difficoltà, l'approccio metodologico multidisciplinare consente di definire un quadro conoscitivo robusto e adeguato alla progettazione. Le metodologie adottate per la valutazione degli impatti ambientali e idraulici dell'intervento integrano approcci multidisciplinari basati su rilievi diretti, modellazioni numeriche e analisi geomorfologiche.

Metodologie utilizzate:

- rilievi topografici georeferenziati con strumentazione GPS e stazione totale;
- sopralluoghi stagionali per valutare la variabilità dei livelli d'acqua e della vegetazione;
- fotogrammetria mediante drone per la ricostruzione tridimensionale dell'alveo;
- analisi idrauliche preliminari basate su parametri di moto uniforme e vario;
- consultazione delle banche dati ambientali (ARPACAL, Rete Natura 2000, PAI);
- analisi della granulometria dei sedimenti presenti in alveo.

Difficoltà riscontrate:

- elevata variabilità delle condizioni della fiumara in funzione degli eventi meteorici;

- limitata disponibilità di serie storiche idrologiche complete e continue;
- complessità dei processi erosivi e deposizionali tipici dei corsi torrentizi;
- incertezza derivante dai cambiamenti climatici in atto.

7. MISURE DI PREVENZIONE, MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE

Le misure di prevenzione, mitigazione e compensazione sono state progettate per garantire che l'intervento riduca al minimo gli impatti negativi durante la fase di cantiere e massimizzi i benefici ecologici, idraulici e paesaggistici nel lungo periodo. Esse includono interventi strutturali, naturalistici, gestionali e di monitoraggio, in coerenza con le linee guida nazionali e comunitarie per la gestione sostenibile dei corsi d'acqua.

7.1 Misure di prevenzione durante la fase di cantiere

Per limitare gli impatti temporanei sono previste:

Pianificazione temporale dei lavori:

- esecuzione degli interventi al di fuori dei periodi riproduttivi dell'avifauna;
- sospensione delle lavorazioni durante eventi meteorici rilevanti;
- limitazione delle attività rumorose nelle prime ore del mattino.

Gestione delle acque e del deflusso:

- creazione di canali provvisori di by-pass in caso di lavorazioni in alveo;
- utilizzo di barriere filtranti per evitare trasporto di sedimenti a valle;
- protezione dei punti di attraversamento dei mezzi.

Riduzione delle emissioni di polveri e rumore:

- irrorazione con acqua delle superfici asciutte;
- manutenzione periodica dei mezzi;
- riduzione della velocità all'interno dell'area di cantiere.

7.2 Misure strutturali di mitigazione

Le opere previste sono progettate per ridurre il rischio idraulico e migliorare la stabilità dell'alveo.

Interventi sulle sponde:

- consolidamento delle sponde mediante ricarica del materiale proveniente dallo stesso sito;
- materassi Reno per stabilizzazione del piede arginale e protezioni contro lo scalzamento nelle zone a maggiore erosione.

Interventi sul fondo:

- rivestimento del fondo con materassi Reno per ridurre l'energia della corrente e preservare il fondo da fenomeni erosivi dell'acqua;

Interventi sulle opere esistenti:

- chiusura dei varchi a seguito di crollo di parti di argine;
- ammorsamento corretto delle nuove opere con quelle esistenti;
- rinforzo delle fondazioni nei punti più vulnerabili.

7.3 Misure di ingegneria naturalistica

A complemento delle opere strutturali, vengono adottate tecniche di bioingegneria finalizzate a favorire la rinaturalizzazione dell'alveo, ad incrementare la stabilità ecologica e morfologica, ad aumentare la resilienza ai fenomeni erosivi. Per l'integrazione dell'opera all'interno del contesto ambientale, la soluzione scelta nell'utilizzo dei materassi reno, favorirà la rivegetazione, poiché le piante colonizzano gli spazi interstiziali del pietrame, restituendo così la soluzione alla natura. È possibile inoltre creare rinverdimenti mirati, mediante l'utilizzo di sementi e specie arbustive autoctone.

7.4 Misure di compensazione ecologica

Poiché l'intervento ha come obiettivo anche il miglioramento ecologico del corso d'acqua, vengono implementate misure compensative quali il ripristino di microhabitat igrofilo, il recupero della vegetazione ripariale autoctona, l'eliminazione delle specie infestanti e invasive, interventi per la ricostruzione dei corridoi ecologici.

7.5 Gestione dei materiali di risulta

I materiali derivanti dalle lavorazioni sono gestiti secondo criteri di sostenibilità, con il riutilizzo in sito del materiale ghiaioso per risagomature, il recupero del legname dove possibile, il conferimento in discarica autorizzata solo dei materiali non riutilizzabili, la tracciabilità dei rifiuti secondo la normativa vigente.

7.6 Monitoraggio post-operam

Un programma di monitoraggio pluriennale consentirà di valutare l'evoluzione morfologica dell'alveo, la stabilità delle opere, la risposta ecosistemica delle specie ripariali, eventuali erosioni o depositi anomali, la funzionalità idraulica anche dopo eventi intensi. Il monitoraggio permetterà interventi correttivi rapidi e garantirà l'efficacia dell'opera nel lungo periodo. Le misure previste garantiscono la riduzione degli impatti negativi e il miglioramento complessivo della qualità ambientale.

Misure di prevenzione e mitigazione:

- programmazione dei lavori in periodi a basso impatto per la fauna ripariale;

- minimizzazione delle superfici di cantiere e limitazione delle piste di servizio;
- utilizzo di mezzi a basse emissioni e mantenuti;
- tecniche di ingegneria naturalistica (materassi Reno);
- rinforzo delle sponde con opere antierosive;
- gestione dei materiali vegetali mediante compostaggio o triturazione;
- ripristino morfologico coerente con la dinamica naturale della fiumara;
- reintroduzione di specie vegetali autoctone.

Misure compensative:

- miglioramento della continuità ecologica dell'alveo;
- ricostituzione della fascia ripariale degradata;
- interventi post-operam di rinaturalizzazione.

Monitoraggio post-intervento:

- rilievi topografici periodici;
- verifica dello stato delle opere arginali;
- controllo della dinamica del trasporto solido.

8. IMPATTO SU ELEMENTI CULTURALI E PAESAGGISTICI

L'inquadramento paesaggistico e culturale dell'area della Fiumara Gallico riveste un ruolo essenziale nella valutazione complessiva degli impatti dell'intervento. Il territorio, pur non ospitando siti archeologici o beni monumentali direttamente interferenti, presenta un contesto paesaggistico vincolato ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. 42/2004. Il paesaggio è caratterizzato da un equilibrio delicato tra componenti naturali, geomorfologiche e antropiche, tipico delle aree mediterranee collinari. L'intervento è stato progettato con l'obiettivo di preservare e valorizzare il paesaggio fluviale, integrandosi con la morfologia naturale della fiumara e intervenendo in modo puntuale per eliminare condizioni di degrado e instabilità.

8.1 Contesto paesaggistico locale

La Fiumara Gallico costituisce un elemento identitario del territorio rurale calabrese. Le sue caratteristiche principali sono: alveo ampio a morfologia variabile; presenza di vegetazione spontanea ripariale; alternanza di tratti più incisi e tratti a maggiore apertura dell'alveo; continuità visiva con il paesaggio agricolo-forestale circostante. Nello stato attuale, il paesaggio presenta criticità evidenti: crolli degli argini e instabilità diffusa; accumuli di detriti e materiale flottante; vegetazione infestante che compromette la qualità visiva; alterazione delle forme tipiche della fiumara a causa di erosioni e depositi irregolari,

presenza di rifiuti pericolosi che deturpano l'ambiente. L'intervento mira al ripristino di un paesaggio coerente con la morfologia naturale della fiumara.

8.2 Effetti dell'intervento sul paesaggio

Gli impatti dell'intervento sono complessivamente positivi e includono l'eliminazione degli elementi di degrado, grazie alla rimozione di detriti e vegetazione invasiva, il recupero della leggibilità dell'alveo, con riprofilatura coerente e armonica, l'integrazione delle opere arginali, progettate con materiali naturali e tecniche compatibili con il contesto fluviale, il miglioramento della percezione visiva, grazie alla rinaturalizzazione controllata, la valorizzazione degli habitat fluviali, che rafforza la qualità ecologica e paesaggistica. La scelta di soluzioni poco invasive, risagomature con il materiale proveniente dagli scavi, protezioni spondali e di fondo con materassi Reno, garantisce un'integrazione naturale e riduce l'impatto visivo.

8.3 Compatibilità con il vincolo paesaggistico

Il vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142, comma 1, lett. c) del D.Lgs. 42/2004, tutela le sponde dei corsi d'acqua per un raggio di 150 metri. L'intervento è pienamente compatibile con tale vincolo perché non prevede modifiche permanenti che snaturino l'assetto morfologico dell'alveo, privilegia tecniche naturalistiche e materiali coerenti con il contesto, non introduce infrastrutture visivamente intrusive, migliora la stabilità del corso d'acqua, prevenendo fenomeni che degradano il paesaggio. L'intervento contribuisce pertanto al raggiungimento degli obiettivi di tutela del Piano Paesaggistico Regionale.

8.4 Impatto su elementi culturali

Sono state condotte verifiche preliminari relative alla presenza di siti archeologici, manufatti storici o architettonici, emergenze storiche o percorsi identitari. Dall'analisi è emerso che non sono presenti beni culturali direttamente coinvolti, non vi sono interferenze con itinerari o beni tutelati dal MiC, l'intervento non modifica visuali su elementi di rilevanza storica.

La valutazione conclusiva è che l'opera non determina alcun impatto negativo su beni culturali e, al contrario, contribuisce a migliorare il contesto complessivo nel quale tali beni eventualmente ricadono a scala più ampia.

8.5 Valutazione complessiva dell'impatto paesaggistico

L'impatto paesaggistico dell'intervento è positivo nel lungo periodo grazie alla rinaturalizzazione e alla stabilità dell'alveo, neutro nella fase di cantiere, con impatti temporanei facilmente mitigabili, compatibile con il vincolo paesaggistico, perché coerente con la tutela delle forme naturali, armonizzato con il

contesto territoriale, attraverso soluzioni integrate nel paesaggio mediterraneo. Il progetto, nel complesso, permette di recuperare l'identità fluviale e rafforzare i valori ambientali e paesaggistici dell'area.

L'area di intervento presenta un vincolo paesaggistico ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. 42/2004. Il progetto è stato sviluppato rispettando la morfologia naturale della fiumara e integrando tecniche poco invasive.

Effetti sul paesaggio:

- rimozione degli elementi di degrado e instabilità;
- miglioramento della percezione visiva delle sponde;
- recupero dell'alveo e delle sue funzioni naturali;
- inserimento armonico delle opere di contenimento.

Non sono presenti beni culturali direttamente interessati dall'opera; pertanto l'impatto culturale è nullo.

9. VULNERABILITÀ DEL PROGETTO A INCIDENTI E CALAMITÀ

La vulnerabilità del progetto viene analizzata considerando una pluralità di fattori: fenomeni idraulici estremi, instabilità geomorfologica, rischi strutturali, cambiamenti climatici, interazioni tra processi torrentizi e opere idrauliche. La Fiumara Gallico, per sua natura torrentizia, è soggetta a dinamiche rapide e complesse che richiedono un approccio di valutazione integrato e prudentiale. L'intervento è stato progettato per incrementare la resilienza del sistema fluviale e delle aree circostanti, riducendo significativamente il rischio idraulico e i possibili danni da eventi calamitosi.

9.1 Vulnerabilità agli eventi idraulici estremi

Gli eventi idraulici con tempo di ritorno elevato (TR50, TR100, TR200) rappresentano la principale fonte di rischio. Le condizioni di vulnerabilità pre-intervento, riguardano:

- sezione idraulica insufficiente nei tratti più stretti;
- erosione laterale che compromette la stabilità degli argini;
- probabile superamento delle quote arginali in caso di piena TR100;
- alto rischio di esondazione in prossimità dei restringimenti naturali;
- trasporto caotico di materiale solido con ostruzione di manufatti.

Con l'intervento proposto:

- l'alveo viene riprofilato per garantire capacità di deflusso adeguata;
- si riduce la probabilità di scalzamento delle fondazioni;
- si stabilizzano le sponde attraverso tecniche naturalistiche e opere di protezione;
- le nuove opere resistono alle pressioni idrodinamiche di piena TR200.

9.2 Vulnerabilità geomorfologica e strutturale

Le condizioni geomorfologiche attuali presentano rischi significativi legati ad instabilità del materiale ghiaioso e ciottoloso dell'alveo, a fenomeni di erosione concentrata (local scour), a possibilità di cedimenti delle sponde durante piene improvvise, al crollo delle opere arginali esistenti già lesionate.

Con il progetto si ottiene una riduzione della vulnerabilità strutturale a seguito del consolidamento dei punti critici con scogliere e materassi Reno, con il rafforzamento del piede arginale e protezione contro scalzamento, con una corretta transizione tra materiale strutturale e naturale, con la ricostruzione dei tratti crollati con adeguamento alle sollecitazioni di progetto.

9.3 Rischi legati ai cambiamenti climatici

Gli scenari climatici regionali indicano un aumento dell'intensità degli eventi pluviometrici, maggiore frequenza di episodi estremi concentrati, variazioni delle curve IDF che possono incrementare le portate di picco. Effetti potenzialmente aggravanti come l'aumento del trasporto solido e dei detriti, maggiori pressioni sulle opere e sulle sponde, esondazioni più probabili per eventi con TR ridotti.

Risposta del progetto ai cambiamenti climatici: adozione di margini di sicurezza elevati nelle sezioni critiche; scelta di tecniche naturalistiche che aumentano la resilienza ecologica; opere scalabili e integrabili in futuri adeguamenti; monitoraggio continuo per aggiornare il quadro di rischio.

9.4 Rischi indotti da eventi esterni e interferenze antropiche

Potenziali fonti di vulnerabilità includono la caduta di alberi o materiale antropico trasportato dalla corrente, l'erosione legata a lavori futuri nel bacino o a monte, incendi boschivi che possono destabilizzare i versanti e aumentare il trasporto solido.

Il progetto riduce la vulnerabilità introducendo misure di controllo, protezione e manutenzione periodica.

9.5 Rischio residuo e resilienza del sistema post-intervento

Nonostante l'elevato livello di stabilizzazione, il sistema rimane dinamico per natura. Il rischio residuo è tuttavia fortemente ridotto grazie a: maggiore stabilità delle opere; migliore gestione del trasporto solido; maggiore capacità di deflusso; comportamento più prevedibile dell'alveo anche in condizioni estreme.

Il sistema post-intervento risulta più resiliente, con una riduzione significativa della vulnerabilità complessiva.

9.6 Misure di prevenzione a lungo termine

Per garantire la sicurezza nel tempo sono previsti monitoraggi annuali delle sezioni idrauliche, ispezioni post-evento estremo, interventi manutentivi programmati, eventuali adeguamenti futuri delle opere in base ai nuovi dati climatici. Queste misure assicurano l'aggiornamento continuo della risposta del progetto agli scenari di rischio emergenti.

L'intervento è progettato per aumentare la resilienza del territorio agli eventi estremi.

Principali rischi considerati:

- piene con TR elevato, inclusa la piena TR200 ($Q = 475,63 \text{ m}^3/\text{s}$);
- erosione concentrata davanti alle opere;
- eventuale instabilità delle sponde durante eventi eccezionali;
- trasporto massivo di detriti e sedimenti.

Misure di riduzione della vulnerabilità:

- progettazione con margini di sicurezza (freeboard adeguato);
- consolidamento delle fondazioni e protezioni localizzate;
- verifica strutturale degli argini e delle opere;
- previsione di dissipatori e soglie rinforzate;
- manutenzione programmata e monitoraggio periodico.

10. RIASSUNTO NON TECNICO

Il presente progetto riguarda la messa in sicurezza e la riqualificazione idraulico-morfologica di un tratto della Fiumara Gallico, un corso d'acqua torrentizio tipico del paesaggio calabrese. L'intervento è necessario perché l'area presenta un elevato rischio idraulico (R4), con pericoli rilevanti per la popolazione, le infrastrutture e gli ecosistemi locali. Il progetto mira a migliorare la sicurezza del territorio e, allo stesso tempo, a preservare e valorizzare l'ambiente naturale, mantenendo il carattere morfodinamico della fiumara.

Perché serve l'intervento.

Negli ultimi anni la Fiumara Gallico ha mostrato erosione delle sponde, accumulo di sedimenti e vegetazione infestante, danneggiamento delle opere arginali, restringimento della sezione idraulica, aumento della pericolosità durante le piene.

L'assenza di interventi potrebbe portare ad esondazioni improvvise, crollo delle opere esistenti, danni a terreni agricoli e infrastrutture, peggioramento delle condizioni ecologiche.

Quali interventi sono previsti

Il progetto prevede attività selettive e mirate alla riprofilatura dell'alveo per ristabilire la corretta sezione di deflusso, al consolidamento degli argini con tecniche sia strutturali che naturalistiche, alla rimozione controllata della vegetazione infestante, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica, al ripristino dei tratti danneggiati delle opere idrauliche e alla rinaturalizzazione ecologica con piante autoctone.

Queste opere permettono di migliorare la stabilità idraulica e ambientale del corso d'acqua rispettandone la natura.

Come cambia l'ambiente con l'intervento

Gli effetti attesi sono positivi e duraturi, perché consentono la riduzione significativa del rischio di esondazione, danno maggiore stabilità delle sponde e delle opere arginali, consentono un miglioramento degli habitat ripariali, aumentano la continuità ecologica della ZPS "Costa Viola", consentono il recupero della qualità paesaggistica dell'alveo con la riduzione del rischio per popolazione e infrastrutture.

Gli impatti negativi sono minimi e temporanei, legati soprattutto alla fase di cantiere (rumori, polveri, movimento terra). Tutti questi aspetti sono mitigati attraverso specifiche misure gestionali.

Quali alternative sono state valutate

Sono state analizzate tre opzioni:

1. Nessun intervento – comporterebbe un ulteriore peggioramento delle condizioni ambientali e di sicurezza. Non è praticabile.
2. Intervento minimo – migliorerebbe temporaneamente il deflusso, ma non risolverebbe i problemi strutturali.
3. Intervento completo (scelto) – permette una riduzione consistente del rischio e un miglioramento ambientale duraturo.

Conclusioni del riassunto non tecnico

Il progetto è necessario per la sicurezza del territorio e della popolazione.

Le tecniche utilizzate sono sostenibili, rispettose dell'ambiente e coerenti con la natura della fiumara.

L'intervento riduce il rischio idraulico, migliora l'equilibrio morfologico ed ecologico, valorizza il paesaggio, contribuisce alla tutela della ZPS, garantisce benefici duraturi e stabili. Si tratta quindi di un'opera utile, sostenibile e pienamente compatibile con il territorio. Il progetto prevede il ripristino idraulico e morfologico di un tratto della Fiumara Gallico attraverso opere di riprofilatura dell'alveo, consolidamento degli argini, rimozione della vegetazione infestante e utilizzo di tecniche sostenibili. L'intervento è necessario per ridurre il rischio idraulico classificato come R4 e per migliorare la sicurezza della popolazione. Gli impatti sono limitati alla fase di cantiere e consistono principalmente in emissioni di polveri, rumori e disturbi temporanei alla fauna. Nel lungo periodo l'opera garantisce un miglioramento dell'assetto ecologico, paesaggistico e morfologico dell'area.

11. FONTI E RIFERIMENTI

La presente Relazione di Impatto Ambientale si basa su un insieme articolato di riferimenti normativi, tecnici, scientifici e cartografici. L'obiettivo è garantire una valutazione conforme alla normativa vigente e metodologicamente solida, supportata da dati affidabili, da linee guida riconosciute e da fonti autorevoli. Di seguito vengono riportate, tutte le principali fonti consultate.

11.1 Normativa di riferimento

Normativa nazionale in materia di valutazione ambientale:

- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. – "Norme in materia ambientale" (Parte II – VIA e VAS).
- D.Lgs. 104/2017 – Adeguamento della normativa nazionale alla Direttiva 2014/52/UE.

Normativa di tutela paesaggistica e ambientale:

- D.Lgs. 42/2004 – Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio.
- D.P.R. 357/1997 – Attuazione Direttiva Habitat 92/43/CEE.
- Direttiva 2009/147/CE – Direttiva Uccelli.

Normativa su difesa del suolo e rischio idrogeologico:

- Legge 183/1989 – Difesa del suolo.
- PAI – Piani per l'Assetto Idrogeologico Regionali.
- Norme tecniche per le costruzioni (NTC 2018).

11.2 Linee guida tecniche e documenti metodologici

Gestione corsi d'acqua e rischio idraulico:

- Linee guida ISPRA per i monitoraggi fluviali.
- Linee guida dell'Autorità di Bacino Distrettuale.
- Manuali tecnici sul trasporto solido nei corsi torrentizi (CNR-IRPI).
- Linee guida per la progettazione di opere idrauliche in ambito torrentizio.

Ingegneria naturalistica:

- Manuale di Ingegneria Naturalistica – AIPIN.
- Linee guida ReNDiS su interventi sostenibili per la riduzione del rischio idraulico.
- Manuali FAO e CIRF sulla gestione naturalistica dei corsi d'acqua.

Valutazione di impatto ambientale:

- Linee guida UE per la VIA (2017).
- Linee guida SNPA sui contenuti dei documenti di VIA.

11.3 Fonti cartografiche e territoriali

- Database cartografici della Regione Calabria.

- PAI – Carta del rischio idrogeologico.
- Piano Strutturale Comunale (PSC) di Reggio Calabria.
- Banca dati Rete Natura 2000 – Ministero dell'Ambiente.
- Rilievi topografici e fotogrammetrici eseguiti in sito.

11.4 Dati idrologici, idraulici e climatici

- Serie pluviometriche e idrometriche ARPACAL.
- Report climatici ISPRA sul cambiamento climatico.
- Dati climatici E-OBS e Copernicus.

12. DIFFICOLTÀ RISCONTRATE

La redazione della presente Relazione di Impatto Ambientale ha richiesto un'analisi approfondita e multidisciplinare del sistema fluviale della Fiumara Gallico, caratterizzato da elevata complessità idromorfologica, forte variabilità climatica e dinamiche torrentizie difficilmente prevedibili. Di seguito vengono illustrate in modo dettagliato le principali difficoltà tecniche, metodologiche, operative e conoscitive incontrate durante l'elaborazione dello studio.

12.1 Difficoltà connesse alla natura torrentizia del corso d'acqua

Le fiumare calabresi presentano caratteristiche peculiari che rendono complessa la valutazione degli impatti:

- alternanza estrema tra periodi di magra totale e piene improvvise;
- elevato trasporto solido, difficile da quantificare con precisione;
- movimenti rapidi dell'alveo che modificano frequentemente la morfologia;
- instabilità delle sponde variabile in funzione della granulometria e dell'energia della corrente.

Questi aspetti comportano significative incertezze nella rappresentazione dello stato di fatto e nelle previsioni sul comportamento dell'alveo.

12.2 Limitatezza e discontinuità delle serie storiche idrologiche e climatiche

Una delle principali difficoltà è stata la scarsa disponibilità di dati:

- serie pluviometriche discontinue o mancanti per alcuni anni;
- assenza di stazioni idrometriche direttamente sul tratto di studio;
- reperibilità limitata di dati storici di piena affidabili;
- incompletezza delle curve di possibilità pluviometrica (IDF) per eventi estremi.

La mancanza di dati esaustivi ha richiesto l'impiego di metodologie integrate, l'uso di scenari prudenziali e la consultazione di banche dati climatiche globali.

12.3 Difficoltà operative durante i rilievi

Le attività di rilievo hanno incontrato ostacoli quali:

- accesso difficoltoso ad alcune aree per presenza di vegetazione fitta.

Nonostante tali difficoltà, l'integrazione tra rilievi GNSS, fotogrammetria e sopralluoghi mirati ha consentito di ottenere un quadro accurato.

12.4 Incertezze metodologiche nelle analisi idrauliche e geomorfologiche

Le principali difficoltà tecniche riguardano:

- definizione precisa delle condizioni al contorno per gli eventi estremi;
- stima delle velocità locali in sezioni fortemente irregolari;
- valutazione del trasporto solido in condizioni torrentizie;
- previsione dell'evoluzione morfologica (erosione/deposito) nel medio-lungo periodo.

In assenza di modelli tridimensionali completi, le valutazioni sono state condotte mediante approcci 1D/2D integrati con analisi qualitative e parametriche.

12.5 Incertezze climatiche

Gli scenari climatici regionali indicano un possibile aumento, dell'intensità delle piogge brevi e intense, della frequenza degli eventi estremi, della variabilità stagionale.

La difficoltà risiede nella trasposizione di tali scenari in previsioni idrologiche operative a scala locale, il che comporta margini di incertezza inevitabili.

12.6 Sintesi delle criticità

In sintesi, le principali difficoltà riscontrate sono dovute alla natura estremamente variabile della fiumara, alla mancanza di serie storiche complete, alla complessità del trasporto solido, alle incertezze climatiche, alle difficoltà operative nei rilievi, ai limiti intrinseci dei modelli previsionali.

Nonostante tali criticità, l'approccio adottato ha permesso di costruire un quadro conoscitivo solido, coerente e adeguato alla progettazione dell'intervento.

CONCLUSIONI

In seguito alle analisi condotte nei capitoli precedenti, si può concludere che i principali impatti causati sull'ambiente dalle opere in progetto sono da ricondursi quasi esclusivamente alla fase di cantierizzazione, la quale risulterà di durata limitata: gli effetti sull'ambiente circostante cesseranno alla smobilitazione del cantiere, ragion per cui tali effetti possono essere considerati di entità trascurabile.

Le opere in progetto saranno realizzate senza comportare danni all'ambiente circostante, al contrario sono rese necessarie per la salvaguardia dei territori limitrofi.

Cosenza, li 24/11/2025

Il Progettista
Ing. Domenico Ciancio

