

# COMUNE DI VALLERMOSA

Spazio in bianco per apposizione di autorizzazioni o firme

## PROGETTO DEFINITIVO STUDIO DI FATTIBILITA' AMBIENTALE

PROGETTAZIONE DELL'INTERVENTO DI DEMOLIZIONE E  
RICOSTRUZIONE DI UN PONTE (PONTE A)  
NEL RIO GORA MANNA A MARGINE DEL CENTRO  
ABITATO - CUP H91B19000640002 - CIG 8370870473

Allegato-Versione-Data-ID-U

**Elaborato N.3**  
**Versione: 1**  
**07/02/2022**

ID-Utente: 4236

Committente

**Comune  
di  
Vallermosa**

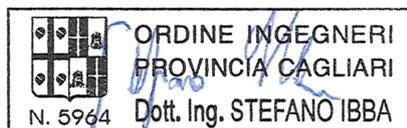
Società di Ingegneria

**DEARIS**

[www.dearis.org](http://www.dearis.org)  
[studiodearis@gmail.com](mailto:studiodearis@gmail.com)  
[dearis@pec.it](mailto:dearis@pec.it)  
Via Botticelli 126, 09045, Quartu S.E.  
Via Roma 41, 07100, Sassari  
PIVA 03677550927

**RTP**

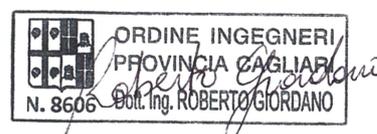
**Dott. Ing. Stefano Ibba**



**Dott. Ing. Marcello Ligas**



**Dott. Ing. Roberto Giordano**



## Indice

1 Premessa.....	3
1.1 Piano Paesaggistico Regionale.....	3
1.2 Criteri adottati.....	5
2 Elementi di valore paesaggistico.....	5
3 Assetto geologico e geotecnico.....	8
3.1 Individuazione cave e discariche autorizzate.....	8
3.1.1 Rifiuti e discariche.....	9
3.1.2 Siti di cava.....	9
4 Assetto idrogeologico.....	10
4.1 Piano stralcio fasce fluviali .....	10
4.2 Piano stralcio di assetto idrogeologico.....	10
5 Stato di fatto.....	13
6 Tema del progetto.....	16
6.1 Descrizione di opere naturalistiche.....	18
6.2 Protezione delle sponde con massi e pietre cementati.....	22
6.3 Opere di attraversamento.....	23
7 Indicazioni schematiche del progetto.....	25
8 Coerenza con gli obiettivi di qualità paesaggistica.....	26

## **1 Premessa**

Con determinazione del responsabile del Servizio tecnico n.163 (reg. gen. n.462) del 28/09/2020 è stato affidato l'incarico di "Progettazione dell'intervento di demolizione e ricostruzione di un ponte (Ponte A) nel Rio Gora Manna a margine del centro abitato – CUP H91B19000640002 - CIG 8370870473" all'operatore economico costituito dal raggruppamento temporaneo RTI DEARIS srls (legale rappresentante Ing. Stefano Ibbà), Ing. Marcello Ligas, Ing. Roberto Giordano.

Con delibera di giunta n.52 del 04/08/2021 è stato approvato il progetto di fattibilità tecnica ed economica, pertanto si procede alla redazione dei documenti relativi alla fase definitiva.

Lo studio di fattibilità ambientale è redatto ai sensi del D.P.C.M. del 12/12/2005. I contenuti della relazione costituiscono la base di riferimento essenziale per la verifica della compatibilità paesaggistica ai sensi dell'art. 146, comma 5 del decreto legislativo 22/01/2004 n. 42, recante "Codice dei beni culturali e del paesaggio", e successive modifiche ed integrazioni.

### **1.1 Piano Paesaggistico Regionale**

Tramite il PPR (L.R. 8/2004) la Regione riconosce i caratteri, le tipologie, le forme e i punti di vista del paesaggio sardo, nel suo intreccio tra natura e storia, tra luoghi e popoli. Tali elementi vengono ritenuti fondamentali per lo sviluppo della regione stessa. Pertanto il PPR si propone di tutelare il paesaggio, con le due finalità di conservarne gli elementi di qualità e di testimonianza, mettendone in evidenza il valore sostanziale e di promuovere il suo miglioramento tramite restauri, ricostruzioni, riorganizzazioni, ristrutturazioni anche profonde dove appare degradato e compromesso.

Il Piano è pertanto alla base di un'opera di respiro ampio e di lunga durata. Il PPR è rivolto a tutti i soggetti che intervengono nella pianificazione e nella gestione del territorio sardo, in particolare alla Regione, alle Province, ai Comuni e loro forme associative, agli Enti pubblici statali e regionali, comprese le Università e i Centri di ricerca, ai privati; assicura nel territorio regionale un'adeguata tutela e valorizzazione del paesaggio e costituisce il quadro di riferimento e di coordinamento per gli atti di programmazione e di pianificazione regionale, provinciale e locale e per lo sviluppo sostenibile.

Pertanto il P.P.R. ha come obiettivo le seguenti osservazioni:

1. preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle future generazioni l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo;
2. proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale e la relativa biodiversità;
3. assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile, al fine di conservarne e migliorarne le qualità.

Il PPR vuole quindi essere un catalogo sempre aggiornato – tramite il sistema informativo territoriale – delle risorse del territorio della Sardegna e del suo paesaggio e delle regole necessarie per la sua tutela e, dall'altra parte, il centro di promozione e di coordinamento delle azioni che, a tutti i livelli, gli operatori pubblici pongono per una concreta gestione del territorio.

Il Piano nella presente stesura riguarda essenzialmente la fascia costiera, dove la sua normativa è immediatamente efficace, sebbene sia esteso anche al restante territorio regionale, quale orientamento generale per la pianificazione settoriale e subordinata.

Come definito al TITOLO II - Disciplina generale, art. 6 commi da 1 a 6 dalla L.R. 8/2004 e ss.mm.ii. è possibile individuare all'interno del territorio regionale gli ambiti di paesaggio, beni e componenti.

Il PPR individua 27 ambiti di paesaggio costieri, che definiscono il paesaggio come risultato della composizione di più aspetti, sintesi tra elementi naturali ed elementi derivanti dell'azione dell'uomo. Questi, indicano l'area di riferimento delle differenze qualitative del territorio regionale, sono perciò individuati sia in funzione dell'aspetto e della "forma" che ne rendono una prima riconoscibilità; sia come ambiente d'interazione delle risorse del patrimonio ambientale, naturale, storico-culturale e insediativo; che come luoghi del progetto del territorio.

Gli ambiti di paesaggio costiero si aprono alle relazioni con gli ambiti di paesaggio interni, in una prospettiva unitaria di conservazione attiva del paesaggio ambientale della regione. Non si deve infatti intendere la delimitazione degli ambiti come un confine, una cesura o una discontinuità, ma bensì come una "saldatura" tra territori diversi caratterizzati dalle proprie peculiarità ed identità.

Ogni ambito viene identificato con un "nome e cognome" riferito alla toponomastica dei luoghi o della memoria, che lo identifica come unico e irripetibile. Sono caratterizzati dalla presenza al loro interno di specifici beni paesaggistici individuati e d'insieme, ossia da quelle

categorie di beni immobili aventi caratteri di individualità che ne permettono una identificazione puntuale, e da quei beni immobili aventi caratteri di diffusività spaziale, composti da una pluralità di elementi identitari coordinati in un sistema territoriale relazionale. Sono inoltre individuabili le componenti di paesaggio, che costituiscono la trama ed il tessuto connettivo dei diversi ambiti, e i beni identitari, ossia quelle categorie di immobili, aree e/o valori immateriali, che consentono il riconoscimento del senso di appartenenza delle comunità locali alla specificità della cultura sarda.

## 1.2 Criteri adottati

La presente relazione di studio di fattibilità ambientale tiene conto sia dello stato dei luoghi (contesto paesaggistico e area di intervento) prima della realizzazione delle opere previste, sia delle caratteristiche progettuali dell'intervento. Viene inoltre rappresentato più chiaramente possibile lo stato dei luoghi dopo l'intervento.

A tal fine, ai sensi dell'art. 146, commi 4 e 5 del Codice la documentazione contenuta nella domanda di autorizzazione paesaggistica si indica:

- lo stato attuale del bene paesaggistico interessato, la descrizione del vincolo e l'analisi della compatibilità del bene riconosciuto dal vincolo;
- gli elementi di valore paesaggistico in esso presenti, nonché le eventuali presenze di beni culturali tutelati dalla parte II del Codice;
- gli impatti sul paesaggio delle trasformazioni proposte;
- gli elementi di mitigazione e di compensazione necessari in coerenza con gli obiettivi di compatibilità paesaggistica.

Contiene altresì tutti gli elementi utili all'amministrazione competente per effettuare la verifica di conformità dell'intervento alle prescrizioni contenute nel piano paesaggistico regionale e accerta:

- la compatibilità rispetto ai valori paesaggistici riconosciuti nel vincolo;
- la congruità con i criteri di gestione degli immobili e dell'area;
- la coerenza con gli obiettivi di qualità paesaggistica.

## 2 Elementi di valore paesaggistico

Le aree protette sono quelle zone sottoposte ad uno speciale regime di tutela e dei quali si presenta un patrimonio naturale e culturale di valore rilevante. La legge quadro sulla aree

protette n. 394/91, prevede l'istituzione e la gestione delle aree protette con lo scopo di garantire e promuovere, in forma coordinata, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del territorio.

Le direttive europee 79/409/CEE, per quanto riguarda la designazione di "Zone di protezione speciale" (ZPS), e 92/43/CEE, riguardo l'individuazione di "Siti di importanza comunitaria" (SIC), sono indicate principalmente con D.P.R. 357/97 e s.m.i. In questo documento è prevista, per opere che ricadono nelle suddette aree, una relazione specifica di valutazione di incidenza nel caso in cui non sia necessaria la procedura di valutazione dell'impatto ambientale. La RAS (Regione Autonoma della Sardegna) con la Legge Regionale 31/89 ha istituito una serie di Parchi Regionali, Riserve Naturali, Monumenti Naturali e Aree di Interesse Naturalistico.

Le aree sotto tutela più vicine alla zone di intervento sono:

- il SIC ITB041111 "Monte Linas – Marganai";
- l'Oasi Permanente di Protezione e cattura del Monte Linas;
- l'Oasi Permanente di Protezione e cattura del Consorzio di Frutticolutra.

L'area di grande valore paesaggistico di Monte Linas - Marganai è adagiata su un territorio di circa 22.220 ettari. È una zona che si sviluppa in prevalenza su un territorio montuoso che è geomorfologicamente diverso, distribuito tra il granitico Monte Linas e il massiccio calcareo del Marganai, tra i quali si estende l'aspro altopiano di Oridda, dove cresce la foresta di lecci di Montimannu.

Un assetto di questo genere, insieme all'azione degli agenti atmosferici, ha permesso la creazione di ambienti naturali diversi tra loro e di particolare fascino: nelle zone granitiche si incontrano numerose gole e cascate; in quelle calcaree invece le infiltrazioni d'acqua hanno permesso lo sviluppo di fiumi sotterranei e la conseguente formazione di numerose grotte. Il tutto è ricoperto da boschi di lecci nelle zone più alte, sugherete in quelle basse e profumata macchia mediterranea che crescono su rocce antichissime, che custodiscono i segni dell'attività mineraria che per secoli ha caratterizzato questi luoghi.

In questa zona è inoltre possibile trovare, nella flora locale, rare specie endemiche. Per valorizzare e far conoscere il patrimonio naturalistico del Marganai è stato realizzato un giardino botanico, il Giardino Linasia. In esso sono state raccolte e conservate le tipiche associazioni geo-floristiche di queste aree con l'obbiettivo di ricostruirne nel modo più fedele possibile gli ambienti fisici.

Il sito di intervento non ricade nei limiti di aree istituite di tutela naturalistica.

Nonostante non faccia parte di un'area tutelata risulta essere un territorio di grande valenza paesaggistica caratterizzata dalla sua valenza agricola e dai suoi campi che ne caratterizzano il territorio che lasciano ben immaginare aspetti di un mondo contadino appartenenti a quest'area. I campi agricoli hanno poi lasciato spazio alla nascita del centro abitato che si è sviluppato nella fertile pianura, circondato da grandi colline ricche di vegetazione, al di sopra della strada principale e in accostamento ai corsi d'acqua.

Vallermosa è anche sede di importanti siti archeologici nuragici (Matzanni e Fanaris su tutti).

Nel sito di Matzanni sono presenti tre pozzi sacri, i resti di 13 capanne e di una lunga struttura muraria e le rovine di un tempio punico e dista circa 12 km dal paese. La strada sale fino alle pendici del monte Cuccurdoni Mannu a 730 metri di altezza. I monumenti si trovano all'interno di una recinzione in muratura, costruita recentemente. I primi due pozzi sacri nuragici, sono mal conservati e in parte coperti dalla vegetazione, il terzo, meglio conservato, si trova poco più avanti camminando lungo la recinzione verso la cima del monte. Il tempio punico si trova ancora più avanti, sotto la cima in direzione sud, al lato della recinzione demaniale. Invece il Nuraghe su Casteddu de Fanaris si trova a 5 km da Vallermosa su una collina granitica a 147 m di altezza, troviamo un'enorme fortezza nuragica con annesso il villaggio. Il complesso si trova in un punto strategico per il controllo delle vie che dal sud portavano al centro della Sardegna e domina, dalla sua posizione, la pianura del campidano e la valle del Sulcis. A poche centinaia di metri dal paese, in direzione Villasor sorge una chiesetta campestre edificata sui resti murari di antiche terme romane risalenti al secondo secolo d.C. di cui si possono tuttora ammirare alcuni componenti: i pavimenti, il frigidarium, la base del calidarium e l'impianto idraulico. Nel IV secolo la struttura termale divenne luogo di culto cristiano; la chiesa in seguito andò in rovina e venne più volte riedificata: da ultimo nel 1926 quando assunse l'aspetto attuale.

### 3 Assetto geologico e geotecnico

La progettazione preliminare del ponte A viene ulteriormente corredata da indagini geologiche, geotecniche realizzate a cura della Dott.ssa Geol. Francesca Lobina, in quanto la natura delle opere risulta tale da dover applicare ulteriori valutazioni sulla tipologia del terreno. Le principali normative attinenti la tutela del suolo sono:

- Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11/03/1988 (G.U. 01/06/1988 n. 127 suppl.) e relativa Circolare Esplicativa del 24 settembre 1998 n. 30483.
- Decreto Ministero Infrastrutture del 14 gennaio 2008 (in G.U. n. 29 del 4 febbraio 2008, Supplemento Ordinario n. 30).
- Decreto Ministero Infrastrutture del 6 maggio 2008 (in G.U. n. 153 del 2 luglio 2008) - Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle nuove “Norme tecniche per le costruzioni”.
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 2 febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP. (in G.U. n. 47 del 26 febbraio 2009, Supplemento Ordinario n. 27) - Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008.
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 agosto 2009 (in G.U. n. 187 del 3 agosto 2009) - Nuove norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008 - Cessazione del regime transitorio di cui all’articolo 20, comma 1, del Decreto-Legge 31 dicembre 2007, n. 248.
- Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 11 dicembre 2009 (in G.U. n. 297 del 22 dicembre 2009) - Entrata in vigore delle norme tecniche per le costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008. Circolare agosto 2009. Considerazioni esplicative.

#### 3.1 Individuazione cave e discariche autorizzate

L’area di indagine è stata determinata individuando i territori comunali nel raggio di 30 km dal sito di intervento. Le cave sono correlate alle operazioni di rinterro e ricarico, sia in termini di disponibilità che compatibilità mineralogica e tecnica, mentre le discariche sono significative per le possibilità di smaltimento e le distanze di trasporto.

### 3.1.1 Rifiuti e discariche

Gli interventi previsti in progetto vedono la produzione di significative quantità di materiale da scavo che verrà smaltito in discariche autorizzate, ai sensi dell'art. 266 comma 7. D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i..

I rifiuti più significativi, che si stima vengano prodotti durante le lavorazioni potranno essere:

- rifiuti da opere in c.a.;
- rifiuti da scavo e movimenti terra;
- rifiuti vegetali da decespugliamenti.

Tali materiali, classificati come rifiuti non pericolosi, verranno accumulati in idonee aree individuate nell'ambito del cantiere, poi successivamente verranno smaltiti in discariche autorizzate e controllate, oppure nei centri autorizzati per il riciclaggio, secondo quanto stabilito dalle normative vigenti. I materiali rimanenti dalle lavorazioni previste nell'area in progetto, saranno resi agli impianti o cave, per l'eventuale reimpiego o smaltimento. Buona parte delle terre di scavo, ritenute compatibili dalle evidenze geotecniche e chimiche, potranno essere riutilizzate in loco per rimodellamenti ambientali del vicino parco urbano a ridosso del museo comunale.

### 3.1.2 Siti di cava

Per l'approvvigionamento dei materiali di cava, occorrenti all'esecuzione delle specifiche opere l'appaltatore potrà, a sua discrezione, rivolgersi alle aziende presenti sul territorio che potranno fornire il materiale necessario.

## 4 Assetto idrogeologico

### 4.1 Piano stralcio fasce fluviali

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati dall'art. 17, comma 3 della L. 18 maggio 1989, n. 183.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali ha valore di Piano territoriale di settore ed ha la funzione di strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, tramite il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, tramite la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali. L'elenco dei corsi d'acqua per i quali deve essere analizzata la delimitazione delle fasce fluviali è suddiviso in due gruppi:

- a) le aste principali (partendo dalla sezione fluviale che sottende un bacino idrografico con superficie superiore a 30 km<sup>2</sup>);
- b) gli affluenti.

Per quanto riguarda il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.), il comune di Vallermosa rientra all'interno del Sub Bacino 7 - Flumendosa Campidano Cixerri, ma non risulta ricadere all'interno delle aree di influenza.

### 4.2 Piano stralcio di assetto idrogeologico

Il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico ha valore di Piano Territoriale di settore in quanto dispone con finalità di salvaguardia di persone, beni ed attività, dai pericoli e dai rischi idrogeologici e prevale sui piani e programmi di settore a livello regionale.

Il piano è stato adottato con Delibera della Giunta Regionale n. 54/33 del 30/12/2004. Il Decreto Assessoriale n. 3 del 21/02/2005, di esecutività della suddetta Delibera è stato pubblicato sul BURAS n. 8 del 11/03/2005. Da questa data decorrevano i 90 giorni entro i quali i Comuni dovevano provvedere a rappresentare, alla scala grafica della

strumentazione urbanistica vigente, i perimetri delle aree a rischio e di pericolosità e quindi provvedere contestualmente ad adeguare le norme dello strumento urbanistico.

Il PAI entrò in vigore con Decreto dell'Assessore ai Lavori Pubblici n. 3 del 21/02/2006.

Gli ambiti di riferimento del Piano sono i sette Sub-Bacini che sono individuati, all'interno del Bacino Unico Regionale, ognuno dei quali è caratterizzato in generale da un' omogeneità geomorfologica, geografica e idrologica: Sulcis, Tirso, Coghinas-Mannu-Temo, Liscia, Posada – Cedrino, Sud-Orientale, Flumendosa-Campidano-Cixerri.

Per quanto riguarda il perimetro dell'area in esame si nota che il settore di intervento ricade nel sub-bacino n. 7, Flumendosa, Campidano, Cixerri. Il P.A.I. approvato nel 2006 non include l'area di intervento tra le aree perimetrate a pericolosità di franamento o inondazione. Inoltre secondo la pianificazione ufficiale del P.A.I. non sussistono quindi pericolosità di inondazione nelle aree del centro urbano e del Piano Particolareggiato.

Nonostante queste informazioni reperite, l'area è però soggetta a fenomeni di esondazione al verificarsi di eventi pluviometrici intensi. La portata d'acqua non smaltita correttamente a valle si è riversata in passato nel territorio periferico del centro abitato. Particolarmente intensa è stata l'esondazione del novembre 2013 dove si sono registrati danni alle colture ed alle scorte aziendali.

In seguito a questo evento, l'area è stata pertanto mappata tra quelle alluvionate, nella Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 1 del 27/02/2014. Il testo della Delibera prevede che per tali aree valgono le misure di salvaguardia di cui agli artt. 4, 8 (commi 8, 9, 10 e 11), 23, 24 e 27 delle N.A. del PAI.

Questo comporta la necessità di redigere uno studio di compatibilità idraulica, da istruirsi ed approvarsi a cura dell'Autorità di Bacino. Infatti con la Legge Regionale n. 33 del 15 dicembre 2014, denominata "Norma di semplificazione amministrativa in materia di difesa del suolo", le competenze in ambito PAI (istruttorie e approvazioni degli studi di compatibilità idraulica e/o geologica-geotecnica) sono passate dal Genio Civile all'ADIS. A seguito di approvazione dello studio di compatibilità idraulica il progetto definitivo deve essere trasmesso al Genio Civile (ora STOICA) per il rilascio del nulla-osta idraulico previsto dal R.D. n. 523/1904.

Riguardo l'ambito di interesse l'Amministrazione Comunale aveva fatto svolgere uno studio dettagliato in passato a dei tecnici esterni, che hanno avviato uno studio di compatibilità geologica, geotecnica ed idraulica di cui agli artt. 24 e 25 delle norme di

attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico, che ha definito il rischio idraulico eseguendo la verifica idrologica ed idraulica dei rii che interessano la zona del centro storico dell'abitato di Vallermosa, delimitando le zone a pericolosità idraulica e determinando le aree di esondazione relative ai livelli di pericolosità corrispondenti alle portate valutando le soluzioni da attuare.

Questo studio ha pertanto confermato il rischio idraulico al quale sono esposti sia la periferia dell'abitato che le infrastrutture presenti, che può quindi essere mitigato con soluzioni come la realizzazione di interventi di adeguamento dell'alveo alle portate di piena stimate, intervenendo sugli attraversamenti stradali esistenti, sostituendo, come già avvenuto recentemente, i ponti presenti, che a causa della scarsa manutenzione nel corso degli anni hanno causato una non idoneità sulla loro corretta funzione, necessitando quindi la realizzazione di nuovi ponti che possano ripristinare la sicurezza degli utenti.

## 5 Stato di fatto

In data 12 e 13 marzo 2015 sono stati condotti accurati rilievi topografici lungo gran parte dell'alveo. Il tratto di corso d'acqua rilevato si sviluppa per una lunghezza totale di circa 1.300 metri ed è interessato dalla presenza di 4 ponti, indicati in figura che segue con le lettere dalla A alla D.



Figura 1: lindicazione dei ponti

Lungo questo tratto di corso d'acqua sono state elaborate complessivamente 64 sezioni trasversali, numerate in ordine crescente a partire da valle verso monte e divise nei due rami rispettivamente denominati tracciato 1 sul rio Gora Manna e tracciato 2 su quello del Rio Cannas.

Avendo percorso i due rii da monte verso valle, è stato possibile dare una sommaria descrizione delle caratteristiche del fondo dividendo gli alvei in 5 settori.

In questa fase progettuale verranno analizzati solo i primi due settori, ovvero quelli che riguardano il ponte A e il tratta fluviale tra il ponte A e il ponte C, oggetti di intervento.

1. Settore a monte del ponte A (rio Gora Manna): sistemazione naturale affiancata ad una sponda, a ridosso del ponte, in mattonelle regolari di cemento (punto di vista 1 in figura 3);



Figura 2: Sistemazione stato precedente ponte A



Figura 3: Particolare a ridosso del ponte A



Figura 4: Sistemazione dell'alveo sotto il ponte A

2. Settore compreso tra il ponte A e i ponti B e C (rio Gora Manna): letto di materiale cementizio nel tratto iniziale, sistemazione naturale nel tratto centrale e cemento a ridosso del ponte (punto di vista 2 in figura 4);



Figura 5: Sistemazione oltre il ponte A

## 6 Tema del progetto

Nella presente progettazione, oltre all'adeguamento del ponte A, è oggetto di interesse, data la natura del finanziamento, una limitata porzione dell'alveo in corrispondenza del ponte A.

Lo sviluppo è stato studiato attraverso una modellazione idraulica, descritta nel paragrafo Analisi idraulica seguente, al fine di valutare l'andamento della corrente tra i due tratti sistemati.

Nel tratto di Rio Gora Manna già oggetto di intervento, fondo e sponde sono stati realizzati in pietra allettata con malta cementizia. Al fine di garantire continuità tra gli interventi, sia idraulica che paesaggistica, sarà mantenuta tale modalità costruttiva, anche nell'estensione della sezione di imbocco al nuovo ponte, nel rispetto dei franchi idraulici della sezione di piena valutata sui 200 anni. Tale aspetto verrà trattato all'interno della Relazione idrologica e idraulica, parte integrante del presente Progetto Definitivo.

In corrispondenza dell'attraversamento sono previsti fondo e pareti in calcestruzzo liscio. Lo studio idrologico ed idraulico si è tuttavia sviluppato nella scala di bacino più ampia, in modo da indicare delle future sistemazioni dell'alveo, che possono così portare a una completa risoluzione delle criticità idrauliche, per poi giungere allo studio del solo intervento in essere, dimostrandone la conformità ad un più generale assetto complessivo. La pianificazione degli interventi di sistemazione idraulica su un'asta fluviale non deve risultare il frutto dello studio sulla selezione dei tratti dove si ritengono necessari gli interventi ma occorre individuare quelli lungo i quali non si deve intervenire e/o si ritiene di restituire al corso d'acqua la sua naturalità. Più elevata sarà la lunghezza complessiva dell'asta fluviale in condizioni naturali, migliore sarà la dissipazione dell'energia delle piene e quindi le opere di difesa in quei tratti limitati lungo i quali si trovano insediamenti di carattere strategico e non ricollocabili e/o caratterizzati da rischio elevato saranno maggiormente efficaci.

Tale procedura permette di ovviare alla necessità di mantenere efficaci i processi biologici dell'autodepurazione, rendendo quindi possibile la sintonia tra le due necessità della difesa e della tutela.

Gli obiettivi relativi alla difesa dal rischio idrogeologico ed alla tutela del fiume sono garantiti maggiormente dal rispetto, ove possibile, della "fascia di pertinenza fluviale". In particolare gli interventi di sistemazione idrogeologica devono permettere la

conservazione:

- della continuità longitudinale dei corsi d'acqua;
- della diversificazione dei microambienti;
- dei rapporti idrobiologici fra le cenosi acquatiche e quelle riparie;
- dei rapporti idrodinamici fra i corsi d'acqua e l'ambiente ripario;
- della naturalità della morfologia degli alvei e delle fasce riparie;
- della biodiversità delle cenosi acquatiche e di quelle terrestri riparie;
- della produttività biologica dei corsi d'acqua;
- del valore paesaggistico;
- delle possibilità di fruizione.

Gli interventi di riprofilatura dei corsi d'acqua causano un forte impatto sugli habitat acquatici. I danni più significativi derivano dalla regolarizzazione del moto e dall'alterazione dei biotopi fluviali. La vegetazione è un elemento fondamentale dei fiumi; essa assolve numerose funzioni, tra le quali:

- gli apparati radicali delle piante favoriscono la stabilità delle sponde e, approfondendosi in alveo, formano rifugi per i pesci;
- il detrito organico che cade in acqua costituisce una delle componenti trofiche utilizzate dagli organismi acquatici invertebrati;
- la vegetazione di ripa limita lo sviluppo della vegetazione acquatica;
- l'ombreggiamento delle chiome protegge le acque dall'eccessiva illuminazione e dal riscaldamento, mantenendole fresche ed ossigenate;
- le acque di dilavamento del suolo vengono filtrate e depurate;
- la vegetazione riparia costituisce un ambiente favorevole per insetti ed uccelli, nell'ambito del quale si creano le condizioni per la riproduzione e la nidificazione.

Principalmente per tali ragioni si predilige individuare soluzioni di ingegneria naturalistica, che contemperino la sicurezza idraulica al mantenimento di buone condizioni di naturalità. Vedremo nel seguito che si opererà una sostanziale differenziazione a seconda dell'ambito di intervento: nel Rio Gora Manna, ove al momento è prioritaria la presenza di fondo e sponde in pietre allettate con cemento, sarà mantenuta tale modalità costruttiva, anche a seguito dell'allargamento della sezione di imbocco al nuovo ponte, nel rispetto dei franchi idraulici della sezione di piena valutata sui 200 anni, per proseguire fino al colmo

dell'alveo con soluzioni naturalistiche; nel Rio Cannas e nel Rio Linus si opta interamente per soluzioni di ingegneria naturalistica. Esclusivamente in corrispondenza degli attraversamenti, per ovvie ragioni di ordine idraulico, saranno previsti fondo e pareti in calcestruzzo liscio.

### **6.1 Descrizione di opere naturalistiche**

L'ingegneria naturalistica utilizza in maniera equilibrata i materiali e gli elementi costruttivi vivi ed inerti, spesso associati insieme, per poter usufruire dei rispettivi vantaggi. Diversamente dalle opere tecniche, quelle di ingegneria naturalistica non sono soggette alla decomposizione atmosferica, ma nel tempo tendono a raggiungere una stabilità sempre più crescente e entro certi limiti riescono, con la loro elasticità, ad adeguarsi ai piccoli danni che si creano a causa del forte dinamismo tipico dei corsi d'acqua.

Queste opere hanno però anche dei limiti: mentre le materie di inerti sono efficaci subito dopo la messa in opera, nelle opere realizzate con la vegetazione, l'azione di difesa inizialmente risulta essere piuttosto bassa e diviene ottimale solo dopo qualche anno; anche in questo caso comunque esse non sempre sono adeguate a rispondere alle sollecitazioni indotte da condizioni di deflusso estreme. La presenza di vegetazione infine, spesso richiede più spazio e costringe ad allargare la sezione di deflusso.

Nei casi in cui l'utilizzo dei materiali vivi ne impedisca l'erosione è necessario intervenire con quelli inerti. Accade quando la forza di trascinamento della corrente supera la resistenza del materiale che affiora nell'alveo, in particolare lungo le sponde concave. Si ricorre quindi ai materiali inerti anche quando è necessario proteggere parti di scarpate fino alla completa crescita della vegetazione, quando le piante muoiono a causa del forte inquinamento delle acque, se si è in presenza di forti sottospinte, se c'è carenza di spazio a disposizione (es. all'interno degli insediamenti).

Nelle sistemazioni degli alvei è bene inserire tendenzialmente dei sistemi misti integrati costituiti da materiali vivi e materiali inerti, poichè entrambi presentano dei vantaggi ma anche degli svantaggi. I materiali inerti non devono far sì che la vegetazione abbia un ruolo puramente estetico ma debbono costituire una armatura o scheletro, dentro e attorno al quale si dispongono le piante in modo da realizzare una struttura integrata anche staticamente.

La scelta dei metodi con cui si decide di sistemare l'alveo del corso d'acqua viene studiata

soprattutto in funzione della durata media di sommersione nel corso dell'anno, del settore che deve essere difeso. Infatti la sezione del corso d'acqua può essere divisa in zone con diverse frequenze di sommersione, interessate da vegetazione con diverse caratteristiche fitosociologiche, ciascuna delle quali è potenzialmente idonea per determinate sistemazioni.

Le situazioni dove generalmente si rende necessario intervenire nei corsi d'acqua sono essenzialmente di tre tipi: eccessiva sedimentazione, erosione del fondo ed erosione spondale; in base a queste problematiche si possono quindi schematizzare gli interventi da realizzare.

Qualora si presenti un'eccessiva sedimentazione, si può operare nei seguenti modi:

- aumentando la velocità dell'acqua per aumentare l'energia di trasporto disponibile; questo si può realizzare: diminuendo l'attrito laterale e al fondo mediante rivestimenti con materiali poco scabrosi, eliminando gli ostacoli al regolare deflusso delle acque, oppure diminuendo il percorso mediante l'eliminazione di anse naturali;
- realizzando briglie di ritenuta a monte del tratto in cui si verifica l'eccessiva sedimentazione in modo da trattenere il materiale trasportato in eccesso;
- eseguendo il dragaggio periodico del corso d'acqua per poter eliminare il materiale in eccesso.

Per ridurre l'erosione al fondo si può invece:

- diminuire l'energia dell'acqua, realizzando dei canali artificiali che deviano una parte del corso d'acqua e diminuendone quindi la portata e di conseguenza l'energia;
- rendere il fondo inerodibile rivestendolo con materiale resistente;
- introdurre un livello di base artificiale realizzando opere trasversali come briglie o soglie che servono a fissare la pendenza di compensazione.

Le opere che si possono realizzare per la protezione delle sponde si dividono in:

- dirette, disposte secondo il flusso dell'acqua e a diretto contatto della sponda da proteggere: muri, gabbionate, rivestimenti e altro;
- indirette, disposte trasversalmente al corso d'acqua, agiscono sulla sponda in maniera indiretta: pennelli, briglie e soglie.

Nella zona inferiore al letto di magra si usano prevalentemente dei materiali inerti, mentre nelle zone soggette ad oscillazioni dello specchio d'acqua attorno al livello medio essi possono essere associati a materiali viventi.

La realizzazione di muri in calcestruzzo armato, è sconsigliata sia per l'impatto sull'ambiente naturale sia perché essendo opere rigide non sono in grado di adattarsi ai movimenti dell'alveo che si modificano continuamente sotto l'azione delle forze naturali.

Si ritiene siano da preferirsi opere maggiormente vicine alla naturalità dei luoghi, come:

1. Gabbionate. Le gabbionate sono realizzate con la sovrapposizione di gabbioni. I gabbioni vengono realizzati rovesciando su una rete metallica piana materiale di riempimento, pietrisco o ghiaia, e poi ripiegando la maglia in modo da formare corpi cilindrici o prismatici. Per la sistemazione nella parte superiore delle sponde si usano talvolta gabbioni predisposti per il rinverdimento, ossia riempiti a strati con pietrisco e ramaglia viva ed eventualmente piante legnose radicate.
2. Scogliere e gettate di pietrame. Esse si usano per la difesa spondale al piede quando si è in presenza di forti sollecitazioni, per il riempimento di buche e rotture spondali, per la fondazione e la difesa di manufatti speciali in alveo. Le scogliere sono costituite da massi con peso di almeno 100 Kg, collocati in opera singolarmente; le gettate invece sono realizzate con pietre più piccole scaricate alla rinfusa. In funzione della sollecitazioni meccaniche presenti (moto ondoso, forza di trascinamento, spinta statica...), viene determinato il peso delle rocce; per aumentare la resistenza alla forza di trascinamento in alcuni casi si riempiono gli spazi cavi tra i massi delle scogliere con un miscuglio di pietrisco e asfalto che ha un effetto sigillante e collegante, in altri casi per lo stesso scopo i massi vengono collegati con funi d'acciaio. Nel caso in cui si è in presenza di fondo sabbioso fine e forte sottospinta, le scogliere e le gettate devono essere collocate su uno strato filtrante costituito da ghiaia, pietrisco ovvero da un materasso permeabile all'acqua, che impedisca l'affondamento. Per questo scopo in passato si usavano materassi di ramaglie, oggi essi sono stati sostituiti per lo più da materiali artificiali (geosintetici), più convenienti sia come prestazioni tecniche che a livello economico. Al di sopra del livello medio delle acque scogliera e gettate di pietrame sono suscettibili di rinverdimento con talee, sufficientemente lunghe per poter affondare nel suolo sottostante.
3. Materassi di pietrame. Nelle opere costituite da gettate di pietrame o scogliere, può capitare che con sponde ripide esista il pericolo che le acque alte facciano rotolare in basso singole pietre; ciò può essere ovviato usando i materassi di pietre. Questi

sono realizzati con doppia rete zincata di maglia opportuna, che trattiene uno strato di pietre aventi spessore circa 20-25 cm, e vengono fabbricati generalmente sulla riva poi adagiati sulla scarpata e fissati con staffe d'acciaio. Le pavimentazioni hanno lo scopo di proteggere e ricoprire le sponde ed eventualmente e anche il fondo. Vengono realizzate posando sulle sponde o sul fondo delle grosse pietre affiancate tra loro e inframezzate con pietre di dimensione minore. La diversa sporgenza dei sassi conferisce alla superficie una scabrezza che favorisce la turbolenza e la perdita di energia della corrente. I materassi sono costituiti da delle reti metalliche che vengono appoggiate sulle sponde, riempiti poi di materiale litoide e richiusi. Possono essere formati da un "unico elemento" o da più elementi affiancati, in tal caso vengono detti "tasche". I primi vanno usati su sponde con pendenze lievi altrimenti possono scivolare, quelli a tasche possono sopportare pendenze maggiori, entrambi comunque vanno usati in presenza di correnti non elevate.

Nella fascia compresa tra il livello di magra e il livello medio è possibile realizzare degli interventi importanti di ingegneria naturalistica. Questa fascia, che può essere soggetta a oscillazioni abbastanza frequenti, può essere colonizzata dal canneto, che consolida le rive in modo molteplice.

Le piante sono ancorate al suolo da fitte radici che permettono loro di resistere alla forza dalla corrente; le foglie aumentano la scabrezza e diminuiscono la velocità della corrente. Inoltre le piante del canneto esercitano sulle acque un forte effetto autodepurante, arricchendole di ossigeno e contribuendo con i microrganismi a decomporre le sostanze organiche inquinanti. La sistemazione a canneto deve però tener conto della tipologia del corso d'acqua considerato. Infatti è maggiormente indicata per corsi d'acqua sufficientemente larghi e profondi o per piccoli corsi d'acqua a deflusso veloce. Per i corsi d'acqua che hanno un deflusso lento, il canneto può essere in alternativa disposto lungo le sponde concave, permettendo di rallentare la maggior forza di trascinamento della corrente; invece le sponde convesse devono essere tenute libere per non favorire la già naturale tendenza alla sedimentazione.

Al di sopra del livello medio delle acque le sistemazioni di ingegneria naturalistica hanno il massimo delle potenzialità d'impiego essendo possibile l'impianto di associazioni erbacee, arbustive ed arboree.

Nelle sistemazioni di questa fascia, per esigenze soprattutto idrauliche, si preferisce riservare vasti spazi al prato. Questo infatti ha poca influenza sul deflusso delle acque e assicura una copertura compatta delle sponde, nonostante richieda degli interventi di manutenzione più frequenti. Inoltre tappeti erbosi bassi e forti, che possono essere calpestati e non richiedono molta cura, in associazione a specie legnose, sono ideali lungo le rive dei corsi d'acqua utilizzate a scopo ricreativo. Nella sistemazione a prato dei piccoli corsi d'acqua si può però incorrere nel problema che, venendo meno l'effetto di ombreggiatura degli alberi e dei cespugli, viene favorita la crescita di piante acquatiche nell'alveo che ostacolano il deflusso e rendono necessari periodici interventi di manutenzione.

Una sistemazione ecologicamente e paesaggisticamente corretta della rive associa al prato l'introduzione di arbusti ed alberi, che contribuiscono in modo significativo al consolidamento biologico delle rive, grazie ad un sistema radicale profondo e di lunga vita. La scelta delle associazioni vegetali dipende dal tipo di popolamento naturale presente, dalle caratteristiche del suolo, dai livelli idrici e dalla durata dei periodi di sommersione.

La zona superiore delle rive, che è quella che di rado viene interessata dall'acqua di piena, non essendoci una vegetazione arborea ed arbustiva che hanno una funzione di difesa, ma una prevalente funzione ecologica e paesaggistica, è necessario porre l'attenzione ad un opportuno collegamento con gli esistenti popolamenti boschivi, evitando disposizioni in filari, eccessivamente artificiali, prevedendo invece delle piantagioni articolate, che siano ricche di specie e su vaste superfici.

## **6.2 Protezione delle sponde con massi e pietre cementati**

Secondo lo schema utilizzato negli interventi di adeguamento del ponte realizzato con il Lotto 1, la sezione trapezia è composta, per la parte sommersa dalle portate bicentinarie, da massi allettati con malta cementizia, e nella restante parte in terra rivestita da geotessile inerbito.

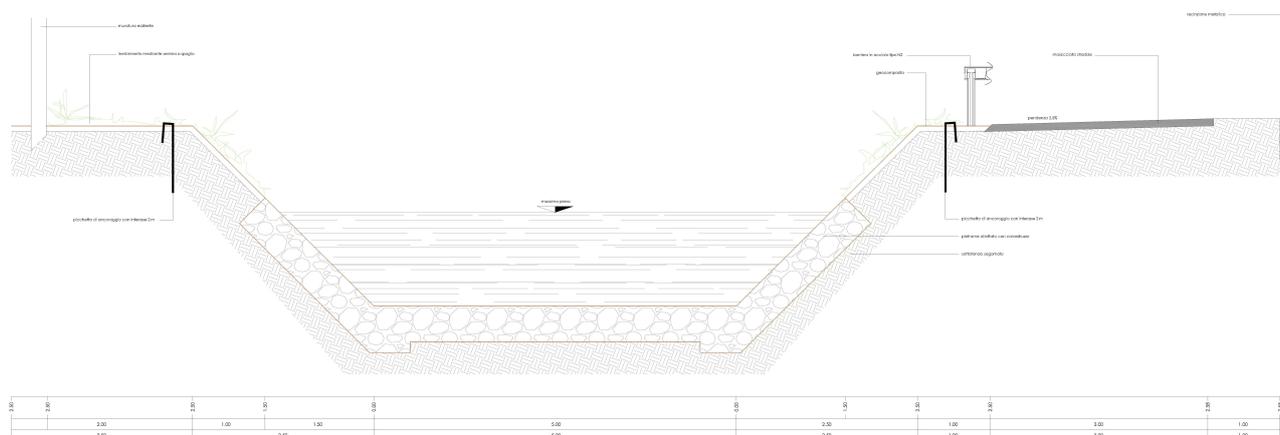


Illustrazione 6: Estratto dal progetto esecutivo del I Lotto (ponte C) – tavola 11

La diversa sporgenza dei sassi è stata data per conferire alla superficie una scabrezza che favorisce la turbolenza e la perdita di energia della corrente.

La scelta delle protezioni spondali adottata nel primo lotto, che ricorre alla tipologia in massi e pietre cementati, è necessaria data la limitata distanza dall'alveo, prevalentemente in sinistra idraulica, e il centro edificato.

### 6.3 Opere di attraversamento

È abbastanza comune che i materiali detritici, come massi e tronchi, tendano ad accumularsi contro i ponti, costituendo delle vere e proprie dighe, la cui rottura può provocare delle onde d'acqua che innalzano i picchi delle piene. Lo studio delle esondazioni che hanno colpito l'Italia negli ultimi anni, mette in luce che gli allargamenti delle fasce inondate lungo i tratti fluviali sono immediatamente a monte della maggior parte dei ponti.

Queste aree vengono spesso indicate come “espansioni” dei fiumi, tali da apparire come veri e propri laghi. Si tratta di acqua esondata che si accumula perché viene ostacolata, nella sua discesa verso valle, dai terrapieni sulle sponde ai lati dei ponti. Infatti è necessario che le portate di piena vengano “forzate” a passare attraverso la luce dei ponti stessi, aumentando la velocità e le potenze erosive, fino a determinare crolli rovinosi.

L'eventuale accumulo di acqua (spesso denominato “effetto diga”) è caratterizzato da volumi assolutamente irrilevanti rispetto a quelli che transitano in appena un secondo. Quello che viene definito “effetto diga” risulta quindi del tutto irrilevante rispetto alle dinamiche delle piene a valle. Può però succedere che l'acqua di esondazione (quella che

occupa le fasce di pertinenza fluviale) può aggirare all'esterno i terrapieni ai lati del ponte o addirittura li può scavalcare nei punti più bassi. Quando l'acqua trova una via di passaggio alternativa alla luce del ponte, inizia una intensa erosione che prima incide sul terrapieno, poi apre un vero e proprio varco ed infine asporta interamente tutti i materiali. Talvolta entrambi i terrapieni vengono asportati ed allora rimane in piedi lo scheletro essenziale del ponte, che appare come sospeso sul fiume.

Nel caso di studio del presente progetto si è determinata la risagomazione del fiume e in base a questa è stata valutata la campata del nuovo ponte A, in modo da evitare che si possano formare delle strozzature.

Nello specifico del progetto verrà individuata una campata caratteristica con luce da 10 metri.

## 7 Indicazioni schematiche del progetto

Le opere dell'intervento complessivo, si riassumono nella risoluzione del rischio idraulico dovuto agli eventi di piena sul Rio Gora Manna.

L'obiettivo viene perseguito attraverso:

- Demolizione del ponte A e ricostruzione dello stesso con prefabbricati articolati costituiti da più corpi in calcestruzzo collegati tra loro da tondini di acciaio che costituiscono l'armatura principale della struttura finita. Il ponte A sarà realizzato con soluzione a elementi prefabbricati e 10 metri di campata.
- Risagomatura e rivestimento della sezione idraulica dell'alveo del Rio Gora Manna con una sezione costante di dimensioni base di 5 m, sponde inclinate a 45° ed altezza adeguata in funzione del rispetto del franco idraulico. La sezione verrà rivestita con pietrame con giunti stilati con additivi colorati simili alle sponde naturali per garantire la mitigazione dell'impatto ambientale e si cercherà di modificare la colorazione delle sponde facenti parte del lotto del ponte C già realizzato, per ridurre l'impatto ambientale e renderla omogenea all'intervento previsto;
- Raccordo del canale, a partire dalla fine del tratto risagomato e rivestito, attraverso risagomatura della sezione e regolarizzazione delle pendenze del fondo dell'alveo, sino ad arrivare alla sezione attuale.

Oltre a queste opere sono previsti interventi di completamento, anche conseguenti agli espropri in atto. Si tratta dell'adeguamento della viabilità a lato del canale e delle recinzioni sui lotti privati, il raccordo con la strada esistente, nonché il rimodellamento di alcune aree comunali depresse con parte delle terre e rocce da scavo. Sono previste inoltre opere al contorno quali:

- rifacimento localizzato del manto in conglomerato bituminoso;
- barriere di protezione in legno;
- eliminazione delle reti interferenti;
- rifacimento strada lato canale in massicciata.

## 8 Coerenza con gli obiettivi di qualità paesaggistica

Come indicato in precedenza in seguito alle analisi fatte, si ritiene che il presente intervento, per l'attenta pianificazione degli interventi e per il tipo di scelte progettuali che attingono quanto più possibile dalle preesistenze, dalle tecniche dell'ingegneria naturalistica, non comporti problematiche di impatto ambientale nel contesto, evidenziandone altresì la sua necessaria realizzazione e garantendo inoltre un corretto inserimento nel contesto.

Si è scelta infatti una procedura di pianificazione degli interventi di sistemazione idraulica che non tengono in considerazione soltanto i tratti sui quali si ritengono necessari gli interventi ma, al contrario, abbraccia anche quelli lungo i quali si interverrà in futuro e/o si ritiene di mantenere sostanzialmente inalterata la naturalità del fiume (il Rio Cannas, più esterno rispetto all'abitato nelle future ipotesi di ampliamento per l'adeguamento della sezione idraulica è stato pensato con rivestimento in materassi Reno, che mantengono la permeabilità dei suoli). Maggiore è la lunghezza complessiva dell'asta fluviale in condizioni naturali, migliore è la dissipazione dell'energia delle piene e più efficaci sono le opere di difesa in quei tratti limitati lungo i quali si trovano insediamenti di carattere strategico e non ricollocabili e/o caratterizzati da rischio elevato.

Tale procedura è coerente con le necessità di mantenere efficaci i processi biologici dell'autodepurazione rendendo così possibile la sintonia tra le due necessità della difesa e della tutela. Gli obiettivi relativi alla difesa dal rischio idrogeologico ed alla tutela del fiume sono maggiormente garantiti dal rispetto, ove possibile, della "fascia di pertinenza fluviale". Gli interventi di riprofilatura dei fiumi provocano, in generale, un forte impatto a carico degli habitat acquatici. I danni più significativi derivano dalla regolarizzazione del moto e dall'alterazione dei biotopi fluviali. La vegetazione è un elemento fondamentale dei fiumi. Principalmente per tali ragioni sono state privilegiate, nell'ambito dello studio idrologico ed idraulico complessivo, le soluzioni di ingegneria naturalistica (Rio Cannas più esterno e con maggiori portate e sezioni), che contemperino la sicurezza idraulica al mantenimento di buone condizioni di naturalità. Attualmente il rio è caratterizzato da un alveo generalmente rivestito da pietre cementate, con sezione idraulica molto limitata rispetto alle reali esigenze in condizioni critiche. La soluzione progettuale, ripropone detta modalità costruttiva ampliando la sezione idraulica fino a quanto richiesto dal calcolo idraulico, rivestendo l'alveo con pietre cementate fino alla quota di massima piena, per proseguire

oltre tale quota con semplici consolidamenti con geotessuti e inerbimenti.

Il ponte, che passa da luce di 5 metri a luce di 10 metri, verrà eseguito con una soluzione costruttiva rivestita esternamente in pietra per meglio armonizzarsi col contesto. Le opere al contorno saranno minimali e finalizzate al corretto inserimento idraulico e strutturale del manufatto.

Le soluzioni tecniche ipotizzate per il Gora Manna tendono a confermare pertanto quanto esistente, pur nell'accrescimento della sezione idraulica, e mirano a migliorare l'inserimento nell'ambito di pertinenza garantendo la naturalità delle fasce sommitali dell'alveo. La scelta di una sezione coerente con le soluzioni costruttive esistenti è peraltro governata anche dalla necessità di avere una sezione idraulica ben definita e con sponde dalla accentuata inclinazione, per via delle limitazioni al contorno imposte dall'edificato e dai manufatti di margine (si rende necessaria anche una fascia d'esproprio sul lato esterno).