

# CASSA DI ESPANSIONE DEL TORRENTE BAGANZA NEI COMUNI DI FELINO, SALA BAGANZA, COLLECCHIO E PARMA (PR-E-1047)

## PROGETTO DEFINITIVO

A	10/2016	Prima emissione	AR	GN	DC
INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

### IL RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI:

MANDATARIA  
PROGETTAZIONE GENERALE ED IDRAULICA

**MAJONE&PARTNERS**  
ENGINEERING

Prof. Ing. Ugo Majone  
Dott. Ing. Denis Cerlini  
Dott. Ing. Marco Belicchi  
Dott. Ing. Nicola Pessarelli  
Dott. Ing. Michele Ferrari  
Dott. Ing. Gaetano Di Franca

MANDANTE  
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

**AMBITER** S.r.l.  
società di ingegneria ambientale

Dott. Geol. Giorgio Neri  
Dott. Amb. Gabriele Virgili  
Dott. Amb. Alessio Ravera  
Dott. Amb. Ecol. Adelia Sabatino  
Dott. Nat. Silvia Del Fiore  
Dott. Arch. Daniela Pisciotto  
Dott. Leg. Rossana Valentini

MANDANTE  
ASPETTI GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

**EG**  
ENGINEERING GEOLOGY

Prof. Geol. Giovanni Paolo Beretta  
Dott. Geol. Maurizio Nespoli  
Dott. Geol. Monica Avanzini  
Dott. Geol. Anna Cantoni  
Dott. Marta Maiocchi

PER IL R.T.P.:

Dott. Ing. Denis Cerlini

(documento firmato digitalmente)

MANDANTE  
ANALISI DELL'ASTA FLUVIALE

Studio Prof. Ing.  
**Alberto Bizzarri**

Prof. Ing. Alberto Bizzarri

MANDANTE  
ASPETTI STRUTTURALI

**Ing. Claudio Marcello S.r.l.**  
Dott. Ing. Carlo Claudio Marcello

MANDANTE  
ASPETTI GEOTECNICI

**colleselli & p.**  
INGEGNERIA GEOTECNICA  
Prof. Ing. Francesco Colleselli

IL R.U.P.:

Dott. Ing. Mirella Vergnani

(documento firmato digitalmente)

### CONSULENTI:

MODELLAZIONE FISICA E NUMERICA

DICATeA - Università degli studi di Parma  
(Prof. Ing. Paolo Mignosa)

ASPETTI ARCHEOLOGICI

AR/S Archeosistemi società Cooperativa  
(Archeologa Lorenza Bronzoni)

### CODICE ELABORATO:

B	A	G	2	1	6	S	I	A	R	R	E	0	1	A	
ID (1)	CAP. (2)		TIPO (3)		DOC. (4)		PROGR. (5-6)		REV. (7)		SCALA				

OTTOBRE  
2016

IL RESPONSABILE DELL'ATTIVITÀ SPECIALISTICA:

Dott. Geol. Giorgio Neri

(documento firmato digitalmente)

## INDICE

<b>0. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>1. RAGIONI DELLA SCELTA DEL SITO E MOTIVAZIONI DELL'OPERA .....</b>	<b>5</b>
1.1 MOTIVAZIONI DELL'OPERA E SCELTE STRATEGICHE .....	5
1.2 STORIA DEL PROGETTO E DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE CONSIDERATE NELLE PRECEDENTI FASI PROGETTUALI .....	8
1.2.1 <i>Alternativa zero – nessun intervento</i> .....	8
1.2.2 <i>Progetto Preliminare della cassa di espansione STB del 2004 – “PP 2004”</i> .....	16
1.2.3 <i>Progetto Preliminare della cassa di espansione AIPO dell'aprile 2015 – “PP 2015”</i> .....	19
1.2.4 <i>Studio di fattibilità delle casse di espansione proposto dalla Provincia di Parma nel maggio 2015</i> .....	22
1.2.5 <i>Descrizione sintetica degli ulteriori interventi previsti per la messa in sicurezza idraulica del T. Parma a valle della città</i> .....	25
1.2.6 <i>Conclusioni del percorso valutativo effettuato in fase preliminare</i> .....	29
1.2.7 <i>Indirizzi di intervento richiamati nella Relazione geomorfologica del Progetto definitivo</i> .....	29
<b>2. ANALISI A CRITERI MULTIPLI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI CONSIDERATE DAL PROGETTO DEFINITIVO .....</b>	<b>32</b>
2.1 INTRODUZIONE .....	32
2.2 DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI VALUTATE .....	33
2.3 INDIVIDUAZIONE DEGLI INDICATORI DI VALUTAZIONE .....	37
2.3.1 <i>Aspetti idraulici e sicurezza della popolazione</i> .....	37
2.3.2 <i>Impatti sul territorio</i> .....	47
2.3.3 <i>Impatti sul corso d'acqua, gli ecosistemi, la vegetazione ed il paesaggio</i> .....	55
2.3.4 <i>Costi</i> .....	73
2.4 DEFINIZIONE DEL PESO DI CIASCUN INDICATORE .....	79
2.5 VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE .....	86
2.6 ANALISI DELL'INCERTEZZA E DELLA SENSITIVITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI .....	91
<b>3. DESCRIZIONE SINTETICA DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE ADOTTATA.....</b>	<b>97</b>
3.1 TIPOLOGIA E DESCRIZIONE GENERALE .....	97
3.2 COMPARTO 1 .....	99
3.3 COMPARTO 2 .....	101
3.4 MANUFATTI DI REGOLAZIONE E CONTROLLO .....	101
3.5 LE OPERE ACCESSORIE .....	103
3.5.1 <i>Edificio servizi</i> .....	103
3.5.2 <i>Accessibilità e piste di servizio</i> .....	104
3.6 INDICAZIONI PER LA CANTIERIZZAZIONE .....	105
3.6.1 <i>Individuazione preliminare delle fasi esecutive</i> .....	105
3.6.2 <i>Viabilità di servizio al cantiere</i> .....	106
3.7 AGGIORNAMENTO DEL CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE .....	107
<b>4. DESCRIZIONE DELLE MISURE DI MITIGAZIONE, COMPENSAZIONE ED INSERIMENTO AMBIENTALE.....</b>	<b>109</b>

4.1	OPERE DI INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO .....	109
4.1.1	Zone macchia-radura .....	110
4.1.2	Fascia schermante con struttura a "tetto" .....	112
4.1.3	Siepi arbustive fiorite .....	114
4.1.4	Fascia boscata a componente mesofila .....	116
4.1.5	Fascia ripariale a corredo del by-pass per l'ittiofauna .....	118
4.2	CANALE BY-PASS PER L'ITTIOFAUNA .....	119
4.3	PROPOSTE DI INTERVENTI PILOTA DI RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE A VALLE DELLA CASSA .....	122
4.3.1	Proposta di intervento 1 - Allargamento alveo e riattivazione di canali principali e canali secondari .....	124
4.3.2	Proposta di intervento 2 - Rimodellamento di una sponda fluviale con formazione di una fascia tampone riparia .....	125
4.3.3	Proposta di intervento 3 - Ampliamento dell'alveo attivo .....	125

#### ALLEGATI:

Appendice A: Descrizione dei metodi di calcolo per l'Analisi a Criteri Multipli

#### ALLEGATI GRAFICI - Codice Elaborato: BAG2\_16\_SIA\_R\_SC\_01\_A:

Tavola 1 – Planimetria di progetto – Planimetria, scala 1:7.000

Tavola 2 – Sicurezza e cantierizzazione – Planimetria delle fasi esecutive (Fasi 1-4) – Planimetria, scala 1:15.000

Tavola 3 – Sicurezza e cantierizzazione – Planimetria delle fasi esecutive (Fasi 5-8) – Planimetria, scala 1:15.000

Tavola 4 – Sicurezza e cantierizzazione – Planimetria delle fasi esecutive (Fasi 9-12) – Planimetria, scala 1:15.000

Tavola 5 – Viabilità di servizio per il trasporto in fase di cantierizzazione dell'opera – Planimetria, scala 1:15.000

Tavola 6 – Opere di inserimento ambientale – Planimetria, scala 1:7.000



## 0. PREMESSA

Con Det. n°749 del 13.07.2016, L'AIPO - Agenzia interregionale per il fiume Po, ha reso efficace l'aggiudicazione della progettazione definitiva relativa ai *Lavori di realizzazione della Cassa di espansione del torrente Baganza nei comuni di Felino, Sala Baganza, Collecchio e Parma (PR-E-1047)* allo scrivente R.T.P. Majone & Partners S.r.l. – Ambiter S.r.l. – Studio Prof. Ing. Alberto Bizzarri – Studio Colleselli & Partners – EG Engineering Geology di G.P. Beretta e Associati – Ing. Claudio Marcello S.r.l. (di seguito RTP).

Il progetto preliminare (marzo 2015), trasmesso dall'AIPO a Regione e Autorità di Bacino del fiume Po, è stato validato ed inserito da questi ultimi, nel luglio 2015, tra le istanze di finanziamento per interventi di mitigazione del rischio idrogeologico proposte dalla Regione Emilia-Romagna, mediante la validazione delle schede istruttorie inserite nella piattaforma telematica ReNDIS-web, dando atto che l'intervento è coerente con gli atti di pianificazione territoriale e tra gli interventi prioritariamente individuati attraverso gli strumenti di analisi del rischio.

Con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 15 settembre 2015 è stato approvato il Piano stralcio per le aree metropolitane e le aree urbane con alto livello di popolazione esposta al rischio di alluvioni, nel quale l'intervento in questione è stato inserito in tabella D<sup>1</sup> allegata all'atto, con la previsione di un finanziamento di 55.000.000,00 Euro, come da previsione del progetto preliminare.

Al fine di individuare, nei tempi ristretti assegnati per la progettazione, soluzioni condivise che perseguissero obiettivi a scala sovracomunale (di bacino) nel rispetto delle esigenze locali, è stato avviato un percorso progettuale in grado di definire le migliori opzioni d'intervento attraverso una progettazione integrata e multidisciplinare, che analizzasse ex ante in modo coordinato le esigenze tecniche, le esigenze territoriali e le esigenze ambientali e che consentisse un confronto costruttivo con le Amministrazioni coinvolte e con i portatori di interesse e più in generale con la cittadinanza attiva.

Tale percorso di partecipazione con i diversi stakeholder, avviato da AIPO nell'autunno 2015 e conclusosi nel novembre dello stesso anno, ha così permesso d'individuare gli elementi migliorativi da utilizzare nello sviluppo della progettazione definitiva della Cassa d'espansione sul Torrente Baganza. In particolare, è emersa da diversi soggetti la necessità di sviluppare la progettazione della cassa di laminazione con una visione complessiva di bacino Parma-Baganza che permettesse, oltre alla realizzazione dell'invaso, l'individuazione delle azioni complementari da attuare lungo le aste di Parma e Baganza al fine della riduzione e mitigazione del rischio residuale.

---

<sup>1</sup> Nella tabella D sono indicati gli interventi di mitigazione del rischio alluvionale che presentano un livello di progettazione preliminare e per i quali è necessario raggiungere tempestivamente un livello di progettazione definitivo od esecutivo al fine di consentire l'utilizzo immediato delle risorse che si renderanno disponibili.

Nel progetto definitivo è pertanto contenuta, oltre al progetto dell'opera in senso stretto, anche una prima complessiva risposta alle suddette richieste, mediante un'analisi idraulica e geomorfologica a livello d'asta fluviale nel tratto di Torrente Baganza compreso tra Calestano e la confluenza con il T. Parma, ed una diagnosi sulle arginature esistenti, eseguita per tratti omogenei, nel tratto d'alveo del T. Parma a valle della città sino alla confluenza con il Fiume Po.

Il progetto definitivo è stato predisposto in conformità con l'art. 23 c.7 del D.Lgs 50/2016 nonché, in applicazione dell'art. 216, c.4 dello stesso, con gli artt.24÷32 del D.P.R. 207/2010 e s.m.i., ed individua compiutamente i lavori da realizzare nel rispetto dei criteri, dei vincoli, degli indirizzi e delle indicazioni stabiliti dalla stazione appaltante nell'ambito del progetto preliminare e delle successive fasi di partecipazione sopra accennate e nel rispetto, laddove possibile e/o pertinente, delle *"Linee guida per le attività di programmazione e progettazione degli interventi per il contrasto del rischio idrogeologico (versione 2.0 del settembre 2016 - #italiasicura)"*.

Il presente **Quadro di Riferimento Progettuale** è parte dello Studio di Impatto Ambientale dell'opera e descrive il progetto della Cassa di Espansione del T. Baganza, sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale, con specifico riferimento ai contenuti richiamati nell'art. 4 del DPCM 27/12/1988, nell'Allegato VII alla Parte seconda del D.Lgs. 152/2006 s.m.i. e nella L.R. 9/99 s.m.i.

In particolare:

1. Nella prima sezione dell'elaborato viene fornito un **inquadramento sintetico delle ragioni della scelta del sito e delle motivazioni dell'opera**, anche in relazione alle precedenti fasi progettuali, alle diverse alternative considerate in via preliminare ed alla storia del progetto;
2. Nella seconda sezione **vengono descritte e analizzate le soluzioni progettuali alternative considerate dal Progetto Definitivo**, valutate nel dettaglio mediante le tecniche proprie dell'Analisi a Criteri Multipli (ACM);
3. Nella terza sezione viene fornita una **descrizione sintetica della soluzione progettuale adottata**, con particolare riferimento agli aspetti che assumono maggiore rilievo per la valutazione degli impatti ambientali dell'opera;
4. Nella quarta sezione viene fornita una **descrizione sintetica delle misure di mitigazione, compensazione ed inserimento ambientale**.

## 1. RAGIONI DELLA SCELTA DEL SITO E MOTIVAZIONI DELL'OPERA

### 1.1 MOTIVAZIONI DELL'OPERA E SCELTE STRATEGICHE

La particolare criticità dell'attraversamento della città di Parma da parte del torrente Baganza è nota da tempo; studi pregressi avevano valutato in 450-500 m<sup>3</sup>/s la portata contenibile in alveo, corrispondente all'incirca ad un evento con tempo di ritorno di 30-40 anni. Il "collo di bottiglia" è da individuarsi nel tratto compreso tra il ponte ciclopedonale della Navetta (incluso) ed il ponte Nuovo (o "dei Carrettieri"). Qui infatti l'alveo si restringe notevolmente ed è arginato in destra per difendere l'area su cui insiste l'Ospedale delle Piccole Figlie, sito in zona particolarmente depressa, mentre in sinistra è delimitato dalla pista ciclabile che costeggia la via Baganza.

La particolare morfologia del territorio urbanizzato sito in sinistra idraulica, in pendenza dal Baganza verso la città (Barriera Bixio) rende poi particolarmente gravi gli effetti di un'eventuale esondazione e particolarmente estese le aree coinvolte.

Questo è esattamente quanto accaduto in occasione dell'evento di piena verificatosi il 13 ottobre 2014. Piogge intense sul bacino del Baganza hanno provocato la formazione di una piena rapida, con un picco di portata particolarmente elevato ma con un volume complessivo non altrettanto importante.

La piena ha provocato la demolizione completa del ponte ciclopedonale della Navetta, il sormonto e conseguente danneggiamento del successivo ponte Nuovo ed una estesissima esondazione in città, sia in destra che in sinistra idraulica, che ha coinvolto interi quartieri e determinato l'allagamento dell'Ospedale delle Piccole Figlie, con gravi rischi per pazienti e personale sanitario e la messa fuori uso per diversi giorni della centrale Telecom di via Po, che serve tutta l'Emilia occidentale.

L'evento sarebbe stato totalmente controllato qualora fosse stata realizzata e funzionante una cassa di espansione sul torrente Baganza di cui al presente progetto.

Anche la particolare criticità dell'attraversamento di Colorno risulta nota da tempo, tant'è che negli anni '70 era stata anche prospettata l'ipotesi di realizzare uno scolmatore, che prendendo origine in sponda sinistra a monte dell'abitato con un tracciato più a ovest del corso del fiume, restituisse le acque scolmate in Po, a monte dell'attuale immissione in Po. Tale ipotesi è stata poi abbandonata per diversi motivi, tra i quali un ruolo di primo piano devono aver avuto le numerose interferenze con canali e infrastrutture viarie, che avrebbero richiesto la realizzazione di numerose (e costose) opere d'arte.

Del resto, l'acclarata insufficiente capacità di portata del tratto del torrente Baganza che attraversa Parma impone che almeno una parte della riduzione di portata, necessaria anche per rendere compatibile l'attraversamento di Colorno, debba essere effettuata a monte della città.

Per questa ragione nelle precedenti fasi di progettazione preliminare è stata individuata un'area, sita a monte di Parma, ritenuta adatta per essere utilizzata come ubicazione di una cassa di laminazione delle piene.

Dalle analisi degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica e delle caratteristiche morfologiche del torrente Baganza il sito considerato più idoneo per la realizzazione di una cassa di espansione è stato individuato nel territorio compreso fra il Comune di Sala Baganza (in sinistra idraulica) e l'abitato di San Ruffino (in destra), dove le pendenze del fondo si addolciscono, rispetto al tratto di monte, permettendo di invasare volumi significativi senza dover ricorrere a tiranti idrici troppo elevati, e conseguenti imponenti arginature.

Più precisamente (cfr. 1.1.1) la localizzazione ottimale è stata individuata principalmente in destra idraulica, subito a valle della zona industriale di Sala Baganza, in modo da interessare una porzione di territorio già soggetta ad attività estrattive (pregresse ed in corso di completamento).

La presenza di cave pregresse e di progetto ha inciso in maniera rilevante sulla scelta del sito, in primo luogo per minimizzare gli impatti ambientali che inevitabilmente si genereranno nella realizzazione di un'opera così importante, ubicandola in un contesto già parzialmente compromesso.





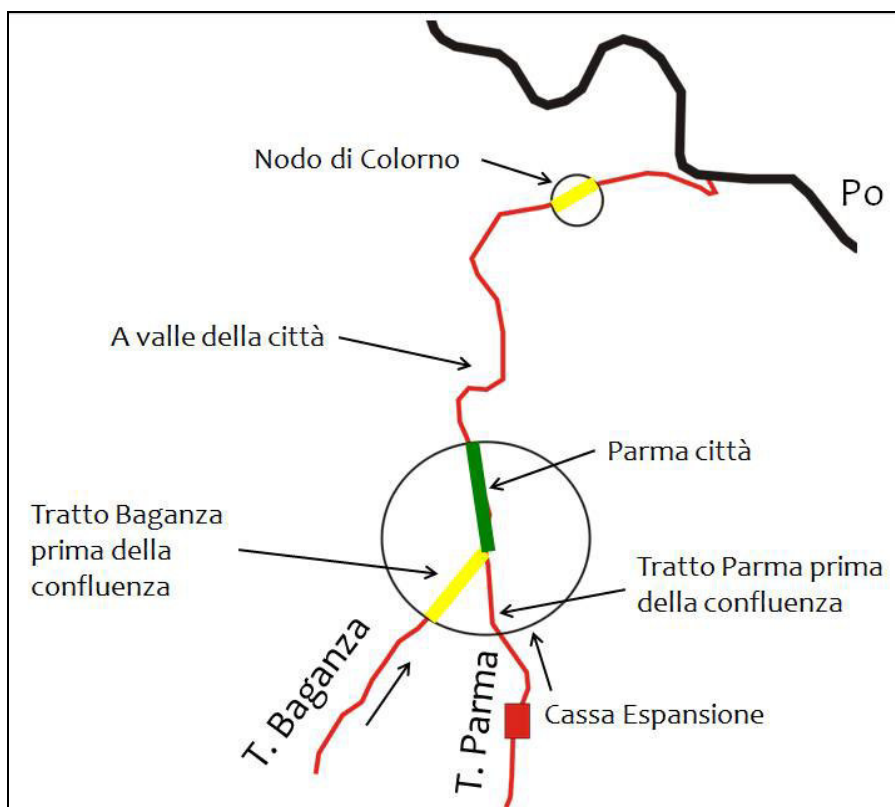
*Majone & Partners (Capogruppo), Ambiter,  
Prof. Ing. Alberto Bizzarri, Engineering Geology,  
Ing. Claudio Marcello, Studio Colleselli e Partners*

## 1.2 STORIA DEL PROGETTO E DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE CONSIDERATE NELLE PRECEDENTI FASI PROGETTUALI

### 1.2.1 Alternativa zero – nessun intervento

Già in fase di progettazione preliminare è stata valutata, in accordo con quanto previsto dalla normativa vigente, la possibilità di verificare cosa accadrebbe se non venisse eseguito l'intervento in progetto, ovvero se le condizioni rimanessero quelle dello stato di fatto (la cosiddetta soluzione zero).

Il nodo idraulico di Parma, inteso in senso ampio e comprendente quindi non solo l'attraversamento della città omonima ma anche quello di Colorno (figura 1.2.1), è notoriamente uno dei più critici a livello regionale.



**Figura 1.2.1**      **Nodo idraulico di Parma-Colorno.**

Le piene verificatesi negli ultimi anni, e segnatamente quella del 13 ottobre 2014, hanno confermato quanto sopra citato. In particolare, nell'ottobre 2000 (prima dell'entrata in funzione della cassa di espansione sul torrente Parma, a monte della città e della confluenza con il torrente Baganza), nel gennaio e dicembre 2009 (successivamente all'entrata in funzione della summenzionata Cassa) e, soprattutto, nell'ottobre 2014 le piene sono transitate a Colorno con franchi ridottissimi (figura 1.2.2 e figura 1.2.3), nonostante il fiume Po non fosse contemporaneamente in condizioni di piena.





**Figura 1.2.2** Piena del torrente Parma a Colorno del 25/12/2009 ore 15:15 (foto Paolo Mignosa).



**Figura 1.2.3** Piena del torrente Parma del 13-14 ottobre 2014, il 14/10/2014 a Colorno alle ore 03:00 (foto Paolo Mignosa).

L'evento alluvionale più recente dell'ottobre 2014 è stato senza dubbio quello più disastroso degli ultimi decenni per l'attraversamento cittadino, ed ha causato, come già ricordato, il crollo del ponte ciclopeditonale della Navetta, l'allagamento di interi quartieri residenziali, ed ingentissimi danni a strutture importanti quali l'Ospedale

Piccole Figlie e la centrale Telecom, entrambe site in via Po, come evidenziato dalla documentazione fotografica riportata.

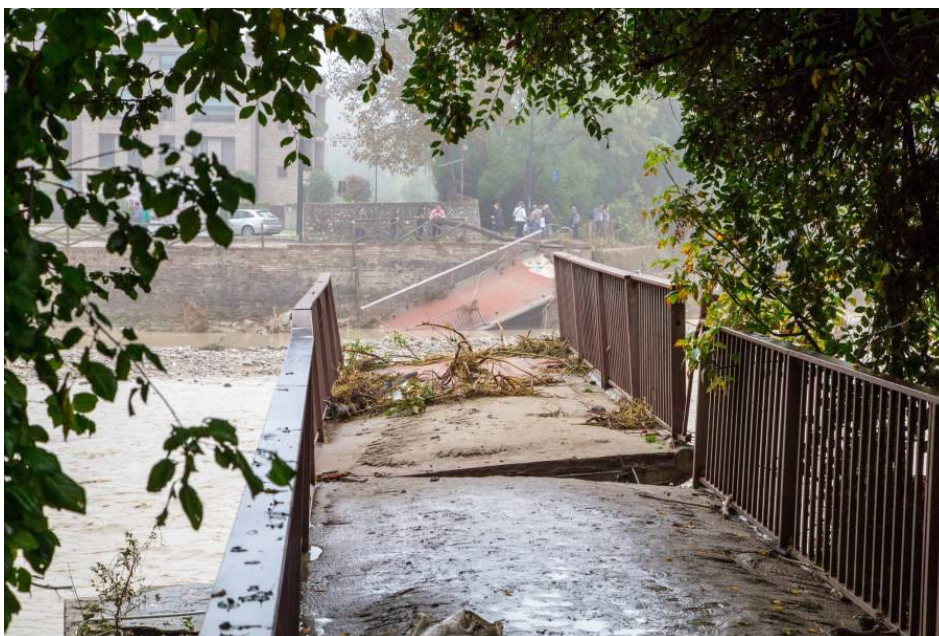


**Figura 1.2.4** Piena del torrente Baganza del 13-14 ottobre 2014, il 13/10/2014 alle ore 18.04 a Ponte Nuovo, già ponte dei Carrettieri (foto Marco Belicchi).

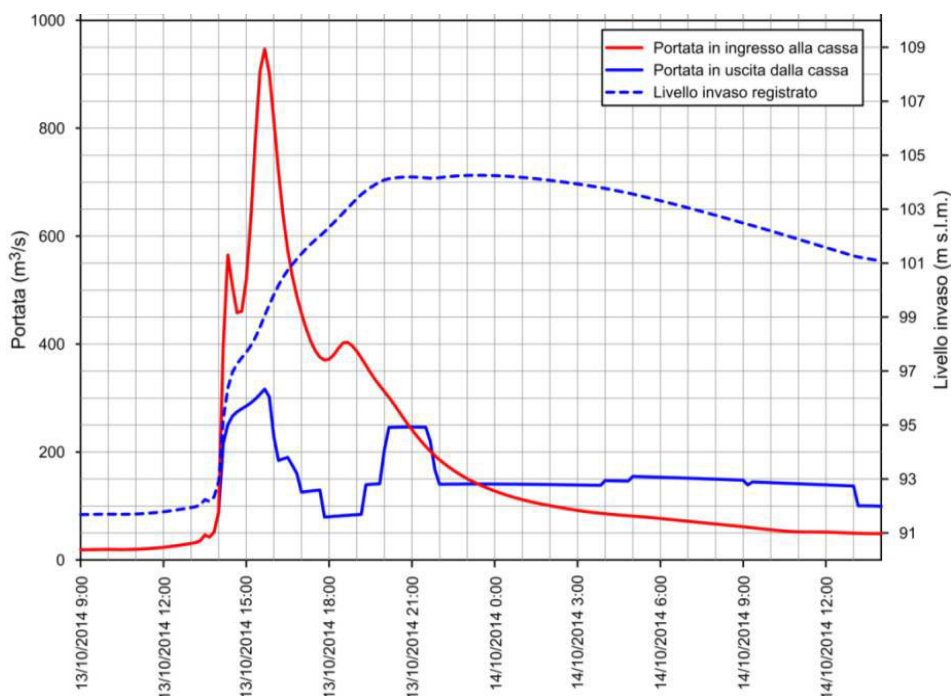




**Figura 1.2.5** Piena del torrente Baganza del 13-14 ottobre 2014, il 14/10/2014 alle ore 8.44 a Ponte Nuovo, con evidenti segni di sormonto (foto Marco Belicchi).



**Figura 1.2.6** Crollo del ponte ciclopeditone “della Navetta” durante la piena del torrente Baganza il 13/10/2014.



**Figura 1.2.7** Portate in ingresso, in uscita e livelli registrati nella Cassa di espansione sul torrente Parma nell'evento del 13-14 ottobre 2014 (fonte DICATeA).

Sempre nello stesso evento del 13 ottobre 2014, in alcuni punti immediatamente a valle della città di Parma (zona Baganzola) i franchi arginali si sono praticamente azzerati, come si evince anche dalla picchettatura post-piena effettuata da AIPO.

È appena il caso di sottolineare che queste insufficienze si sono manifestate nonostante la presenza della cassa di espansione sul torrente Parma e le efficaci manovre effettuate da AIPO sulle paratoie delle bocche della stessa, che hanno ridotto drasticamente l'apporto proveniente dal torrente Parma a monte della confluenza in concomitanza del transito del colmo del torrente Baganza, verificatosi intorno alle 16:40 (figura 1.2.7).

Se il 13 Ottobre 2014 la cassa sul Baganza di cui al presente progetto fosse già stata regolarmente in esercizio si sarebbe evitata l'inondazione della città (ed i relativi danni riscontrati), nonché tutte le criticità rilevate a valle.

L'alternativa zero è pertanto da ritenersi incompatibile con un livello di sicurezza adeguato della città di Parma e dell'abitato di Colorno; la valutazione di questo aspetto viene comunque approfondita nell'Analisi a Criteri Multipli delle alternative progettuali, sviluppata nel successivo capitolo 2.





**Figura 1.2.8** Piena del torrente Baganza del 13-14 ottobre 2014, allagamento di Piazzale Barbieri il 13/10/2014 alle ore 18.23 (foto Marco Belicchi).



**Figura 1.2.9** Piena del torrente Baganza del 13-14 ottobre 2014, allagamento di Piazzale Barbieri e del tratto iniziale di Via Spezia il 13/10/2014 alle ore 18.23 (foto Marco Belicchi).



**Figura 1.2.10** Piena del torrente Baganza del 13-14 ottobre 2014, allagamento dei poliambulatori dell'ospedale Piccole Figlie il 14/10/2014 alle ore 8.51 (foto Marco Belicchi).



**Figura 1.2.11** Piena del torrente Baganza del 13-14 ottobre 2014, allagamento dell'ospedale Piccole Figlie il 14/10/2014 alle ore 8.51 (foto Marco Belicchi).





**Figura 1.2.12** Piena del torrente Baganza del 13-14 ottobre 2014, allagamento edifici lato sud di via Po il 14/10/2014 alle ore 9.08 (foto Marco Belicchi).



**Figura 1.2.13** Piena del torrente Baganza del 13-14 ottobre 2014, allagamento centrale Telecom di via Po il 14/10/2014 ore alle 9.55 (foto Marco Belicchi).



**Figura 1.2.14** Piena del torrente Baganza del 13-14 ottobre 2014, allagamento edifici adiacenti alla centrale Telecom di via Po il 14/10/2014 alle ore 10.00 (foto Marco Belicchi).

### 1.2.2 Progetto Preliminare della cassa di espansione STB del 2004 – “PP 2004”

Il Servizio Tecnico Bacini Taro - Parma della Regione Emilia-Romagna aveva redatto nel 2004 un progetto preliminare dal titolo “Cassa di espansione sul T. Baganza nei comuni di Parma Collecchio e Sala Baganza”. Il dimensionamento dell’invaso era stato definito dagli studi propedeutici effettuati dall’Università di Parma considerando un evento con tempo di ritorno pari a 200 anni, con l’obiettivo di limitare la portata massima in uscita dalla cassa a 500 m<sup>3</sup>/s. Tale portata è riconducibile, non senza alcuni interventi di ricalibratura dell’alveo realizzati nel frattempo dal Servizio Tecnico di Bacino, alla portata compatibile del torrente Baganza nell’attraversamento cittadino.

Nel suddetto progetto preliminare (di seguito per brevità PP 2004), la cassa di laminazione, rappresentata in Figura 1.2.15, era suddivisa in tre invasi: il primo, “*in linea*” al torrente, era sbarrato a valle dal manufatto limitatore principale (manufatto A). Detto manufatto aveva la funzione di limitare le portate in uscita secondo una opportuna legge di efflusso ed era costituito da una soglia tracimabile, al di sotto della quale erano aperte 4 luci di fondo. L’invaso 2, “*fuori linea*” in sponda destra, in fregio all’invaso 1, era collegato all’invaso 1 mediante una soglia libera (manufatto B). Quando la portata in ingresso nell’invaso 1 superava quella esitabile attraverso le luci di fondo, si creava un rigurgito a monte del manufatto A; se il livello idrico raggiungeva la quota della soglia del manufatto B aveva inizio il riempimento dell’invaso 2. Quest’ultimo era a sua volta collegato all’invaso

3 (invaso “fuori linea” di valle) mediante una ulteriore soglia (manufatto C).

Quando il livello idrico dell'invaso 2 raggiungeva il ciglio della soglia iniziava lo sfioro delle acque verso l'invaso 3, con conseguente riempimento anche del terzo settore. Il manufatto D permetteva poi lo svuotamento completo dell'invaso 3, in linea di massima successivamente al passaggio della piena. Il manufatto E aveva infine la funzione di sfioratore di sicurezza per l'invaso 3. Il volume complessivo da assegnare alla cassa, per poter laminare a  $500 \text{ m}^3/\text{s}$  l'evento con tempo di ritorno duecentennale (evento di progetto), era stato valutato in  $3,4 \times 10^6 \text{ m}^3$  ricavati in parte in elevazione rispetto all'altimetria del territorio, ed in parte in scavo conformemente al P.I.A.E. allora vigente. Nel PP2004 erano state valutate altre possibili ubicazioni della cassa d'espansione, sostanzialmente sempre localizzate nell'area in oggetto ma spostate in posizione appena più valliva. Si riporta di seguito – per dovere di completezza – una planimetria con le suddette alternative vagliate (tratteggiate in nero in Figura 1.2.16).

Come si comprende da questa breve descrizione, la cassa progettata era piuttosto articolata, richiedendo la realizzazione di cinque importanti manufatti, oltre naturalmente ad una notevole lunghezza di arginature e diaframature. Per contro essa risultava avere un funzionamento statico che non richiedeva manovre in corso di evento. Il problema più rilevante, però, riguardava il fatto che la cassa, progettata per limitare la portata uscente a  $500 \text{ m}^3/\text{s}$  (per un evento duecentennale), se da un lato garantiva la sicurezza dell'attraversamento cittadino del Baganza per eventi bisecolari, dall'altro non garantiva la sicurezza idraulica di Colorno neppure per tempi di ritorno apprezzabilmente più bassi. Infatti, la cassa sul torrente Parma, che assieme alla progettanda cassa sul Baganza dovrebbe garantire la sicurezza idraulica dei territori ubicati a valle, allontana dalle sue luci di fondo (con le tre paratoie all'apertura di progetto e l'invaso alla quota di sfioro) una portata di circa  $440 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Questo valore, sommato alla portata evacuata attraverso le bocche della cassa del Baganza, porterebbe il totale a valle della confluenza a circa  $940 \text{ m}^3/\text{s}$ , portata appena compatibile con l'attuale alveo del Parma in città (a valle della confluenza) ma - come descritto nella relazione idraulica del Progetto Definitivo, a cui si rimanda – incompatibili con la morfologia dell'alveo a valle di Parma ed, in particolare, a Colorno<sup>2</sup>. Né si può del resto fare affidamento sull'effetto naturale di laminazione delle golene poiché le portate massime evacuate dalle due casse verrebbero a mantenersi prossime ai valori massimi (rispettivamente  $500$  e  $440 \text{ m}^3/\text{s}$ ) per lunghi periodi di tempo, dell'ordine della decina di ore, vanificando quindi i benèfici effetti di laminazione naturale delle golene stesse. Per le motivazioni sopra riportate gli Enti competenti hanno ritenuto necessario procedere alla revisione di tale ipotesi progettuale.

---

<sup>2</sup> Tale valore non è neppure compatibile con l'attuale assetto nel tratto a valle di Baganzola, ma ivi i vincoli sono meno rigidi e l'aumento di portata compatibile potrebbe ottenersi con sovralti arginali.



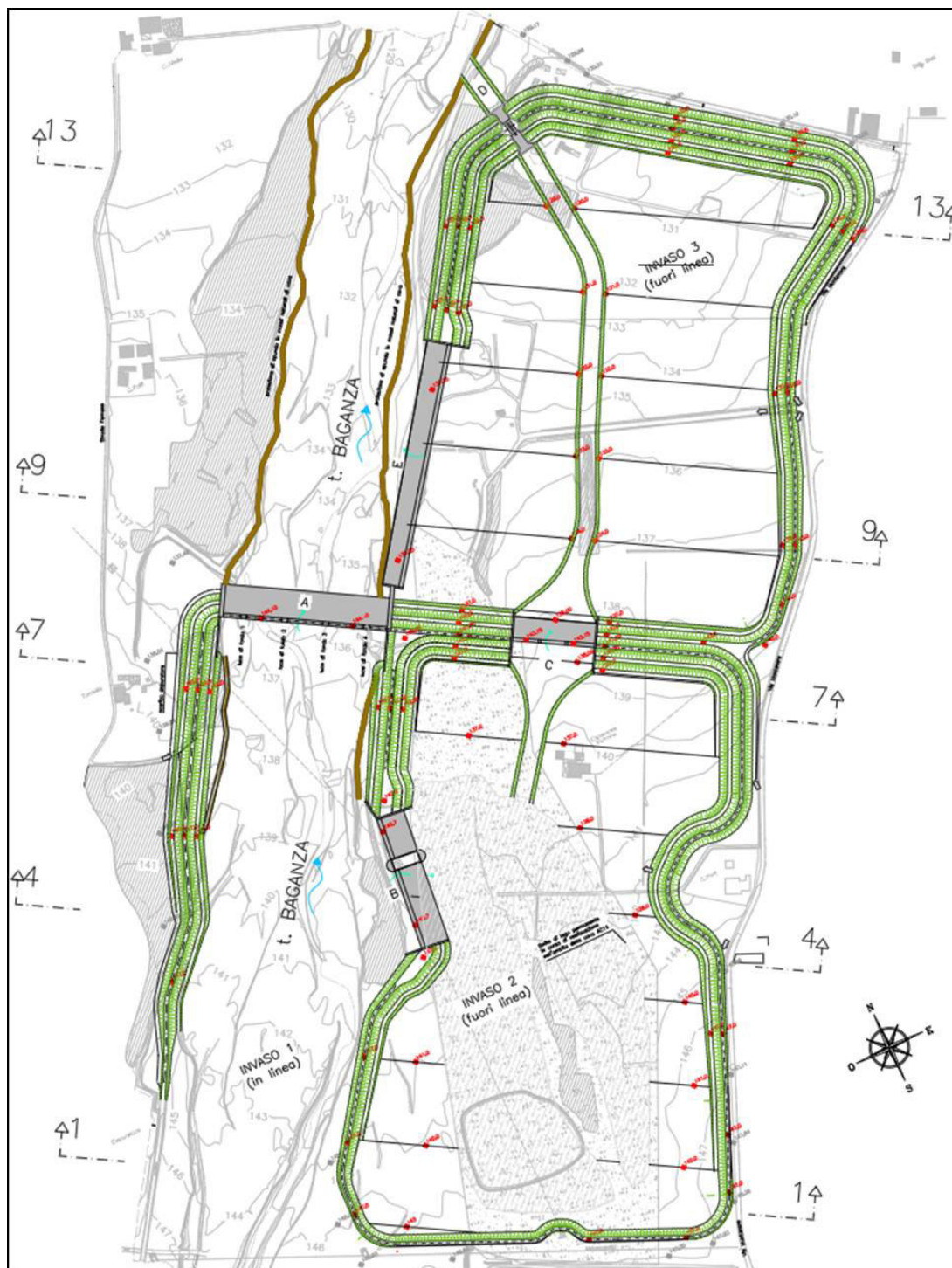
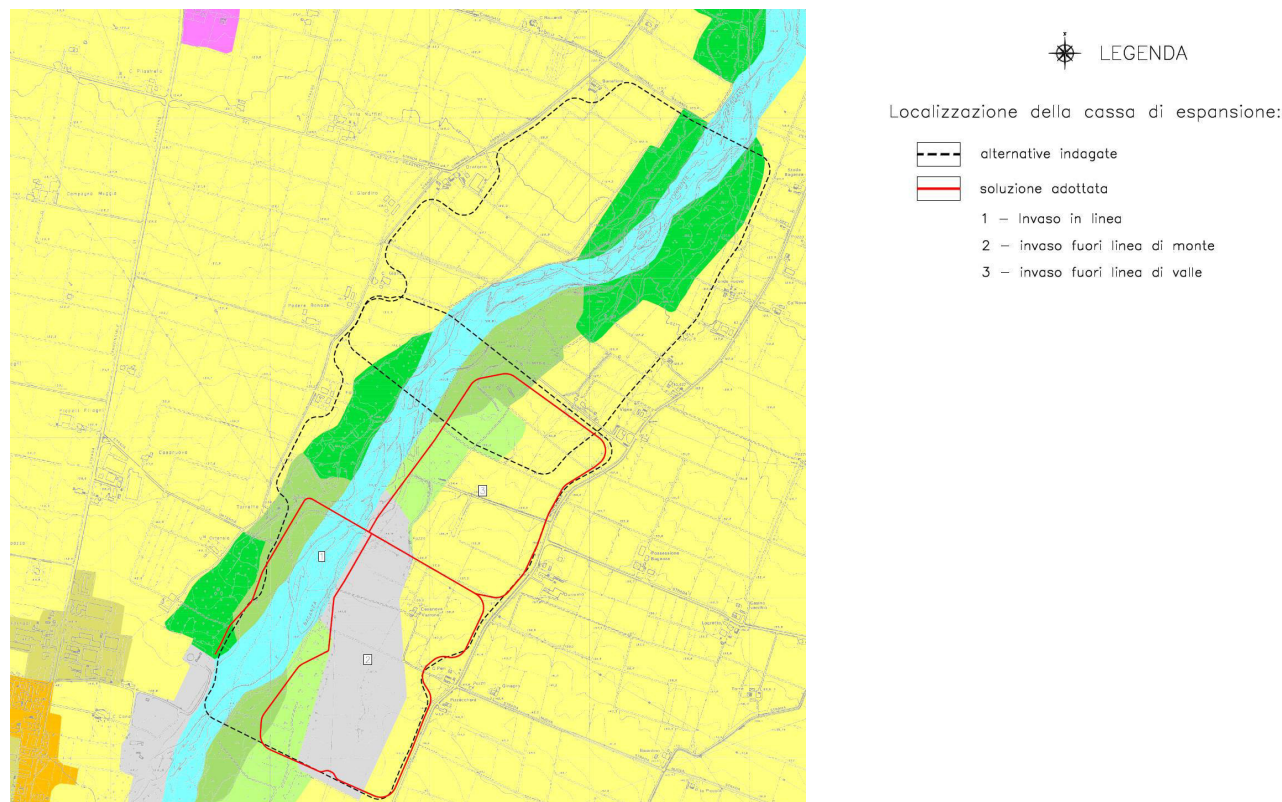


Figura 1.2.15: Progetto preliminare (2004) della cassa di espansione sul T. Baganza (fonte: PP 2004).





**Figura 1.2.16: Estrapolazione della Tavola BAG 1107 del Progetto preliminare 2004; in rosso la soluzione scelta, in tratteggio nero le alternative vagliate (Fonte PP 2004).**

### 1.2.3 Progetto Preliminare della cassa di espansione AIPO dell'aprile 2015 – “PP 2015”

A far corso dal 2010 le autorità locali (Comuni, AIPO, Provincia) hanno condiviso la necessità che la cassa del Baganza, oltre a salvaguardare dalle alluvioni la città di Parma, contribuisse in maniera molto più significativa alla mitigazione del rischio a Colorno. Per tale ragione AIPO ha affidato al DICA TEA dell'Università di Parma una serie di approfondimenti idrologici, idraulici e tipologici che sono stati sviluppati e completati dopo l'evento di piena dell'Ottobre 2014. Il nuovo Progetto Preliminare (PP 2015) ha recepito le risultanze dei suddetti studi ed approfondimenti con una nuova soluzione progettuale.

L'aggiornamento del progetto preliminare presentato nel marzo 2015 ha recepito gli approfondimenti idrologici, idraulici e tipologici che sono stati sviluppati e completati dopo l'evento di piena dell'Ottobre 2014, considerando una localizzazione analoga a quella identificata per il PP 2004 (a monte della città di Parma tra i Comuni di Parma, Sala Baganza e Collecchio) ma individuando una volumetria d'invaso sensibilmente maggiore (pari a 4.7 milioni di m<sup>3</sup>), per contribuire anche alla salvaguardia dell'abitato di Colorno.

Gli obiettivi del PP 2015 erano pertanto quelli di contenere:

- Gli elementi caratteristici dell'invaso della cassa secondo il PP 2015 erano i seguenti:

- [illegible]

- gli argini perimetrali principali hanno il coronamento a quota 145.5 m s.l.m. ed elevazione rispetto al piano campagna a valle - posto a quota 131.5 m s.l.m. - di circa 14 m; l'elevazione si riduce progressivamente verso monte, fino ad azzerarsi ove il piano campagna medesimo raggiunge la quota di 145.5 m s.l.m.; procedendo ulteriormente verso monte la cassa non è più arginata ed il

volume a disposizione si ottiene solo mediante scavo;

- l'alveo del torrente Baganza all'interno dell'invaso ha una pendenza costante del 2 per mille contro una pendenza naturale attuale dell'1.2%, partendo dalla quota di monte di 133.5 m s.l.m. e arrivando a valle, dopo aver percorso 1.200 m, al piede dello sbarramento, alla quota di 131.0 m s.l.m., con una larghezza costante di 100 m; entrambe le scarpate degli argini hanno una pendenza di 2:1 e terminano sulla sommità dell'arginello, in modo da assicurare un contenimento di almeno 3 m a monte, che si incrementa a 4 m a valle in corrispondenza del manufatto; questo è necessario per garantire sia il contenimento in alveo della portata di 300 m<sup>3</sup>/s, nonostante l'effetto di rigurgito operato dal manufatto, sia il riempimento della cassa da valle che è uno dei requisiti fondamentali per evitare eccessive velocità in fase di riempimento e garantire un buon funzionamento della cassa;
- le arginature perimetrali della cassa (di volume pari a ca. 545.000 m<sup>3</sup>) hanno una pendenza di 2:1 intervallata ogni 5 m di dislivello da banche della larghezza di 4.0 m (aventi lo scopo sia di interrompere il ruscellamento che di permettere di muoversi agevolmente sugli argini per ispezioni e manutenzioni); il coronamento dell'argine, posto a quota di 145.5 m s.l.m., è largo anch'esso 5.0 m per consentire il transito di mezzi di servizio; al fine di garantire la necessaria tenuta idraulica, il PP 2015 prevede la formazione di un diaframma impermeabile mediante colonne di jet-grouting compenetrante del diametro non inferiore a 80 cm; gli argini terminano nella parte esterna dell'opera sul piano campagna, mentre all'interno si raccordano alla quota di progetto (che è inferiore al piano campagna stesso); le arginature presentano una lunghezza lineare di circa 2.200 m;
- in base alle previsioni del PP 2015 l'opera comporta lo scavo di circa 3.2 milioni di m<sup>3</sup> di materiale, dei quali 900.000 m<sup>3</sup> previsti nell'ambito dell'escavazione della cava G9, e un volume di riporto per la realizzazione delle arginature pari a circa 700'000 m<sup>3</sup>.

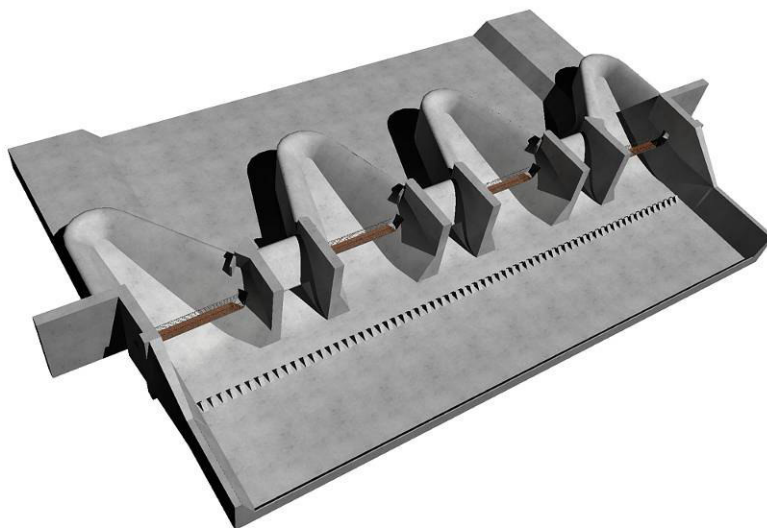
La cassa era dotata da un manufatto di regolazione (cfr. Figura 1.2.18) con le seguenti caratteristiche:

- larghezza del corpo trasversale al torrente 130 m;
- ciglio sfiorante composto da tre tratti rettilinei (30 m) e quattro scaricatori a "becco d'anatra" (217.42 m) per uno sviluppo complessivo di sfioro di 247.42 m;
- n. 3 luci di fondo di dimensione pari a 8.0 x 3.0 m, ciascuna dotata di paratoie;
- vasca di dissipazione a valle del manufatto con quota di fondo pari a 129 m s.l.m.;
- quota massima di regolazione (quota ciglio sfiorante): 141 m s.l.m.;
- quota massima d'invaso: 143 m s.l.m.;
- quota di coronamento arginale: 145.5 m s.l.m.;
- franco arginale: 2.5 m;
- completano il manufatto un ponte di servizio, le opere di presidio a monte delle paratoie e l'edificio servizi.
- l'imbocco della cassa avviene mediante 3 briglie, che complessivamente generano un dislivello



di 12 m.

L'ipotesi progettuale del PP 2015 è stata ottimizzata e sviluppata nel progetto definitivo.

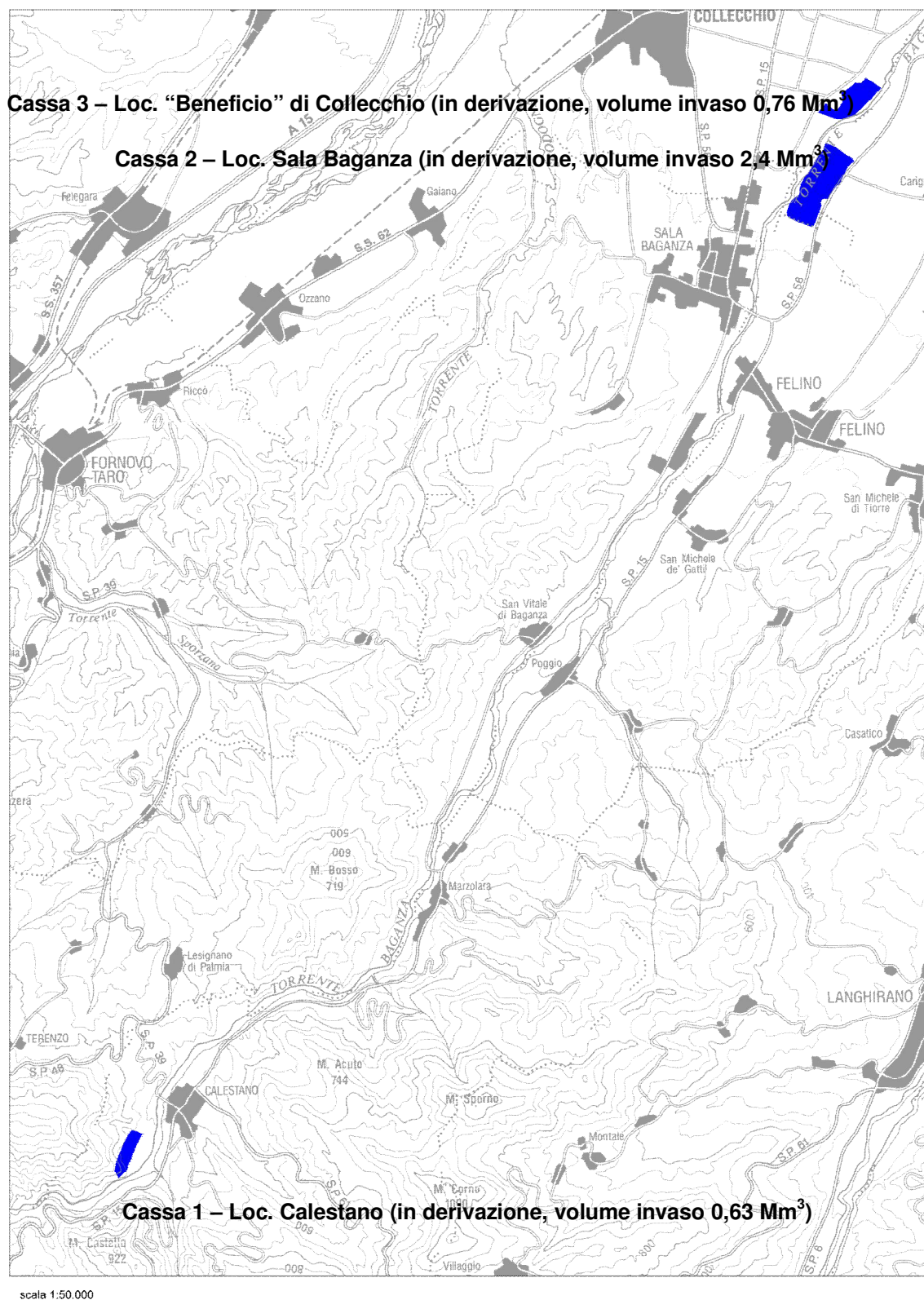


**Figura 1.2.18:** Rendering 3D del progetto PP 2015 del manufatto regolatore e della vasca di dissipazione [fonte: PP 2015].

#### **1.2.4 Studio di fattibilità delle casse di espansione proposto dalla Provincia di Parma nel maggio 2015**

Nel maggio 2015, dunque subito dopo la presentazione del nuovo progetto preliminare di AIPO, la Provincia di Parma ha sviluppato uno studio di fattibilità che proponeva la realizzazione di un sistema di tre casse in derivazione, la prima delle quali era ubicata in sinistra idraulica poco a monte del ponte di Calestano (volume invaso 0,63 milioni di m<sup>3</sup>), la seconda in destra idraulica subito a valle del centro abitato di Sala Baganza (volume invaso 2,4 milioni di m<sup>3</sup>), la terza in sinistra idraulica in loc. "Beneficio" di Collecchio (volume invaso 0,76 milioni di m<sup>3</sup>). Ogni cassa prevedeva un'opera trasversale e almeno due opere laterali di sfioro e uno scarico di fondo. Complessivamente i tre interventi perseguivano lo stesso obiettivo idraulico della cassa in linea progettata da AIPO, ma con un volume di invaso complessivo di circa 3,8 milioni di m<sup>3</sup>, dunque sensibilmente inferiore – e quindi meno resiliente – rispetto ai 4,7 milioni di m<sup>3</sup> garantiti dalla soluzione prevista nel PP AIPO 2015. La ragione di tale differenza nei volumi di invaso previsti per la laminazione delle piene non risiedeva tanto nel diverso obiettivo di protezione, perché entrambi i progetti fanno riferimento a tempi di ritorno di 100 e 200 anni, quanto piuttosto nelle differenti ipotesi idrologiche di base che hanno portato alla definizione di onde di piena di progetto differenti non solo nel colmo ma anche, e soprattutto, nel volume di piena al di sopra delle soglie di portata obiettivo. Detta soluzione era però, come accennato, sviluppata ad un livello di semplice studio di fattibilità (e non di progettazione preliminare come il PP2015 AIPO), risultava molto più impattante per via delle tre distinte aree di laminazione (in luogo dell'unica cassa a Casale di Felino prevista nel PP2015 AIPO),

garantiva un volume di invaso sensibilmente inferiore (sempre rispetto a quello garantito dalla soluzione progettuale AIPO 2015) a costituire quindi una soluzione complessivamente meno resiliente del PP2015. Per le motivazioni sopra esposte a tale proposta progettuale è stata preferita quella del progetto preliminare AIPO.



**Figura 1.2.19: Proposta di localizzazione delle 3 casse di laminazione secondo lo studio di fattibilità formulato dalla Provincia di Parma nel maggio 2015 (scala 1:50.000) [fonte: Provincia 2015].**

### **1.2.5 Descrizione sintetica degli ulteriori interventi previsti per la messa in sicurezza idraulica del T. Parma a valle della città**

Nei paragrafi seguenti viene riportata, per completezza di documentazione, una descrizione sintetica degli ulteriori interventi previsti per la messa in sicurezza idraulica del T. Parma a valle della città. Questa descrizione, pur esulando dal Progetto definitivo della Cassa di espansione del T. Baganza e dalle valutazioni del presente Studio, viene qui riportata per restituire una visione completa dei principali interventi in corso, in previsione o previsti nel passato, per la protezione del nodo idraulico di Colorno.

#### 1.2.5.1 Rifacimento del ponte della ferrovia Parma-Brescia a Colorno

Come già evidenziato precedentemente, un ulteriore punto di criticità è rappresentato dall'attraversamento dell'abitato di Colorno. La valutazione della portata compatibile con il nodo di Colorno, dove la sezione più critica è quella del ponte di piazza Garibaldi, ha comportato un accurato e approfondito studio idraulico con modello bidimensionale; infatti tale portata risente anche dei livelli del fiume Po, a causa della breve distanza dalla confluenza (8 km) e delle modestissime pendenze in gioco.

Dall'analisi del grafico riportato in Figura 1.2.20 si può osservare che per portate superiori ai 500 m<sup>3</sup>/s non è garantito il franco di 1 metro, per nessuno dei livelli del Po presi in esame. Nel caso di portata pari a 600 m<sup>3</sup>/s il franco non supera mai i 30 cm e, per livelli del fiume Po superiori a 28.5 m s.l.m., si verifica l'esondazione del torrente Parma in Colorno.

Un intervento volto ad incrementare la portata compatibile a Colorno consiste nel rifacimento del ponte della ferrovia Parma – Brescia, con un aumento dell'ampiezza della luce di circa 18 m (cfr. Figura 1.2.21) ed il contestuale raccordo e riprofilatura dell'alveo, sia a monte che a valle dell'attraversamento ferroviario, con un volume di scavo complessivo stimato in circa 71.000 m<sup>3</sup>. Questo intervento, attualmente in corso di realizzazione da parte di RFI, consentirà di modificare lo scenario riportato in Figura 1.2.20 e di ricondurlo alla situazione rappresentata in Figura 1.2.22, dove si nota un miglioramento del franco arginale di circa 30-40 cm, con la portata di 600 m<sup>3</sup>/s che risulterebbe compatibile per la maggior parte dei livelli del fiume Po, anche se con franchi molto ridotti e comunque inferiori al metro.

D'altra parte, qualora da monte pervenissero portate dell'ordine di 900 m<sup>3</sup>/s, come è prospettabile per un evento di 200 anni di tempo di ritorno dalla somma delle portate in uscita dalla Cassa del torrente Parma e dalla prima ipotesi di progetto della Cassa sul torrente Baganza<sup>3</sup> (PP 2004) l'esondazione a Colorno - ed anche in diversi punti a monte di Colorno – risulterebbe però ancora inevitabile.

---

<sup>3</sup> *Gli eventi di piena sui torrenti Parma e Baganza sono strettamente correlati, come ha dimostrato anche quello del 13 ottobre 2014. Né si può fare affidamento sulla sfasatura temporale dei colmi, poiché le due casse ne effettuano una sostanziale rifasatura, visto che la portata massima in uscita si mantiene prossima alla massima per diverse ore (manovrando opportunamente le paratoie).*

Quindi il suddetto intervento – comunque auspicabile per il miglioramento della situazione locale a Colorno – di per se non sarebbe risolutivo né per Colorno – né ovviamente per il nodo di Parma.

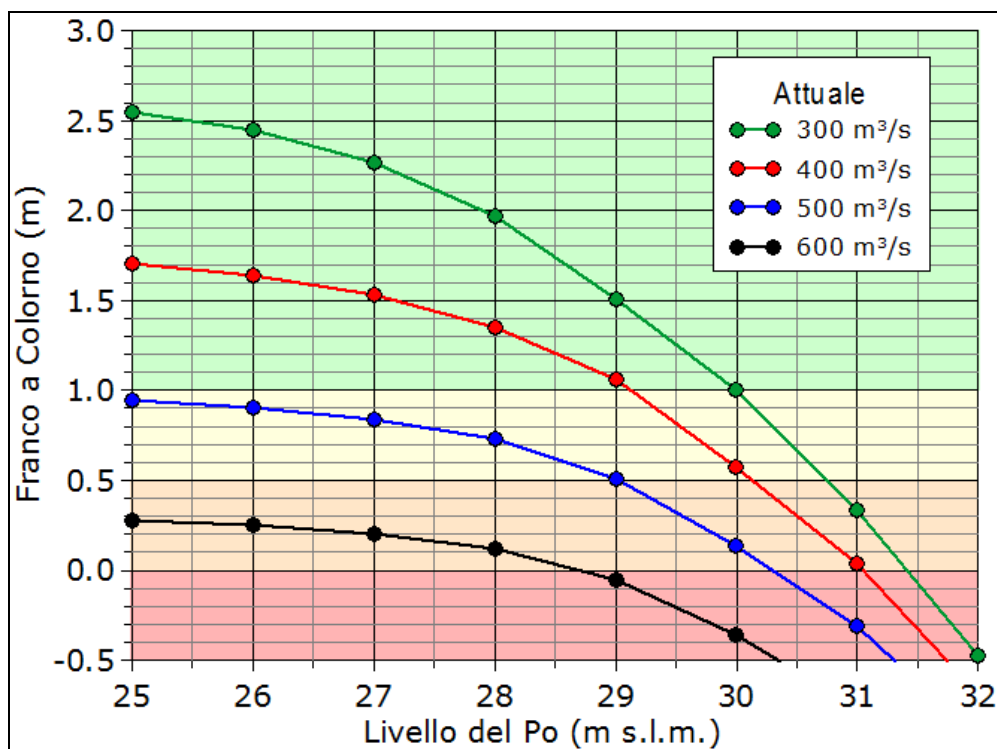


Figura 1.2.20 Franco a Colorno nell'ipotesi di ampliamento del ponte della ferrovia Parma-Brescia [fonte: DICATEA].

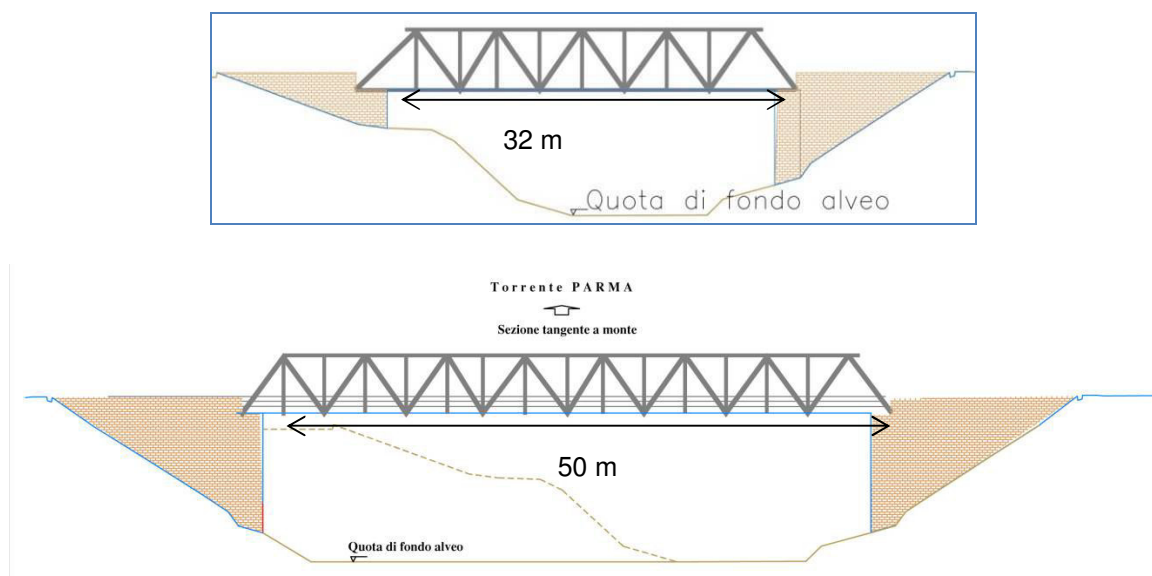


Figura 1.2.21 Stato di fatto (in alto) e ipotesi di intervento sul ponte della ferrovia Parma – Brescia (in basso) [fonte: DICATEA].



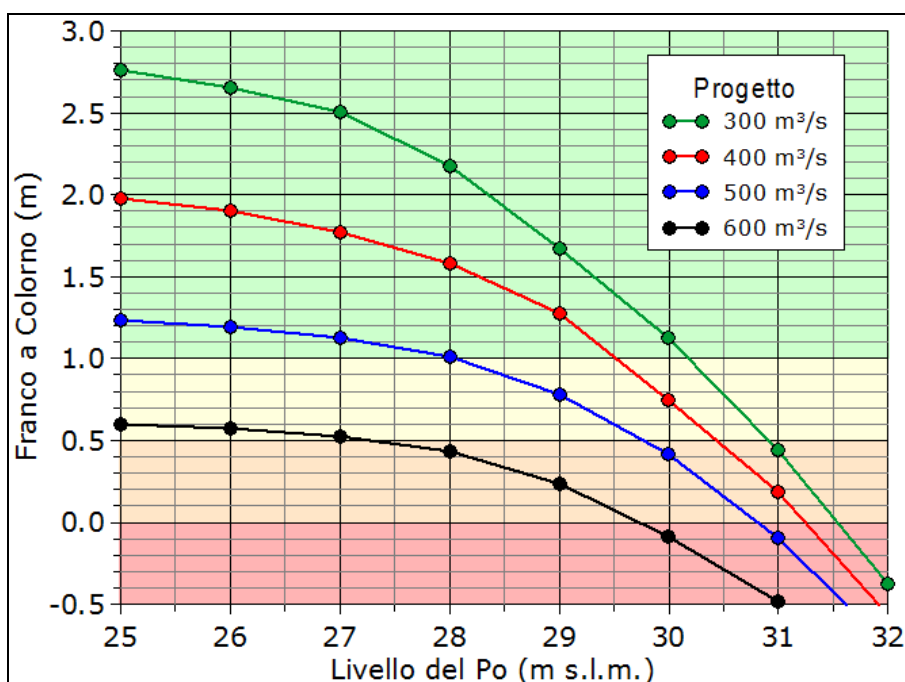


Figura 1.2.22 Franco a Colorno nell'ipotesi di ampliamento del ponte della ferrovia Parma – Brescia [fonte: DICATEA].

#### 1.2.5.2 Interventi di ricalibratura dell'alveo del T. Parma a Colorno ed a valle di Colorno

Una manutenzione dell'alveo del torrente Parma a valle di Colorno è senz'altro auspicabile, e potrebbe migliorare la situazione. Ma nell'attraversamento di Colorno vero e proprio i vincoli urbanistici sono tali da non far ritenere realisticamente possibile un intervento sull'alveo del Torrente che possa far aumentare la portata compatibile di circa il 50% (da 600 a 900 m³/s). Quindi – come già specificato per l'intervento precedente – la suddetta soluzione da sola non può ritenersi sufficiente all'ottenimento dell'obiettivo di messa in sicurezza idraulica di Colorno (né tantomeno, ovviamente, della città di Parma).

#### 1.2.5.3 Invaso controllato nei canali di bonifica e/o in aree agricole esterne (proposta Provincia 2004)

Nel 2004 la Provincia ha sviluppato una proposta di laminazione del T. Parma nel tratto a valle della città di Parma, a difesa dell'abitato di Colorno; la proposta prevedeva la derivazione delle portate di piena nei pressi di Torrile e la

realizzazione di un grande invaso di laminazione (circa 200 Ha per  $6 \times 10^6 \text{ m}^3$ ), ubicato in area esterna alle arginature<sup>4</sup> (vedi figura 1.2.23).

La proposta prevedeva inoltre la restituzione dei volumi laminati attraverso un collegamento con la rete dei canali di scolo della Bonifica e la dotazione di chiaviche di regolazione del deflusso, opportunamente regolabili in funzione della portata scolmata e della ricettività del sistema idraulico di valle, interagente con i livelli idrici del fiume Po.

La soluzione attualmente è rimasta a livello di valutazione preliminare, e dovrebbe pertanto essere ulteriormente sviluppata a livello progettuale; si osserva comunque che questa soluzione, finalizzata a garantire un sensibile miglioramento al deflusso a Colorno nell'ipotesi di piena 200-ennale, non avrebbe comunque nessuna efficacia per la protezione della città di Parma.



**Figura 1.2.23** Collocazione proposta per l'invaso di laminazione [foto: Google Earth].

<sup>4</sup> "Dentro le alluvioni – Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale". Provincia di Parma – Assessorato Ambiente e Tutela del Territorio (2004).

### 1.2.6 Conclusioni del percorso valutativo effettuato in fase preliminare

Il percorso valutativo effettuato sul Progetto Preliminare 2015 nell'ambito del processo partecipato di condivisione del Progetto di Variante al PAI, sinteticamente descritto nei paragrafi precedenti, ha portato l'Autorità di Bacino del Fiume Po ad individuare nel PP del marzo 2015 la soluzione progettuale più idonea in termini di localizzazione e dimensionamento dell'intervento, considerandola una base di partenza sufficientemente solida e matura per sviluppare la progettazione definitiva di un'opera fondamentale e ormai non più procrastinabile per la difesa idraulica di Parma e dell'abitato di Colorno.

Come già descritto, il PP 2015 è stato, da parte di Regione ed Autorità di Bacino del fiume Po, validato ed inserito nel luglio 2015 tra le istanze di finanziamento per interventi di mitigazione del rischio idrogeologico. Mediante tale percorso procedurale si è dato atto che l'intervento è coerente con gli strumenti di pianificazione territoriale e che rientra tra gli interventi prioritariamente individuati attraverso gli strumenti di analisi del rischio, come da DPCM del 15.09.2015.

### 1.2.7 Indirizzi di intervento richiamati nella Relazione geomorfologica del Progetto definitivo

La Relazione tecnica studio geomorfologico redatta con il Progetto definitivo riporta l'analisi territoriale e morfologica della fascia di fondovalle del T. Baganza da Calestano a Parma, con le indicazioni per la sistemazione morfologica ed idraulica di tali aree. Suddetta relazione contiene inoltre:

- le considerazioni generali sulla recente evoluzione morfologica, idraulica, insediativa della vallata del Baganza;
- l'individuazione dei tratti critici e delle fasce di terrazzo fluviale non riallagabili;
- l'individuazione delle fasce di terrazzo potenzialmente riallagabili.

La perimetrazione del demanio fluviale contenuta nella Relazione geomorfologica ha permesso di accertare la disponibilità ai lati dell'alveo attivo di circa 237 ettari di terreno di proprietà pubblica, disponibile per l'attuazione degli indirizzi di valorizzazione delle fasce fluviali a fini idraulici ed ambientali dettati dall'Autorità di Bacino del fiume Po e dalla Regione Emilia Romagna.

Di particolare interesse risultano le ampie aree demaniali presenti sul terrazzo del tratto Marzolaro-Felino; per le particolari condizioni insediative, e per l'estensione del bosco fluviale, sono state segnalate le seguenti aree (vedasi la parte seconda dell'atlante morfologico allegato al Progetto):

- in sponda sinistra, a monte di Montale (AD\_01);
- in sponda sinistra, a valle de La Casona (AD\_02);
- in sponda destra, in località Marzolaro (AD\_03);
- in sponda destra, in località Piano della Cascina (AD\_04);

- in sponda destra, in località Ceretolo (AD\_05);
- in sponda sinistra, a monte di Poggio (AD\_06);
- in sponda destra, a valle di Villa Giulia (AD\_07);
- in sponda destra sia a monte che a valle di San Michele de' Gatti (AD\_09 e AD\_08).

Le aree demaniali sui bordi dei terrazzi sono frequentemente occupate da boschi, la cui estensione da Calestano a Parma è valutabile in circa 160 ettari.

La individuazione degli "Elementi potenzialmente esposti" a fenomeni alluvionali (strutture e infrastrutture strategiche, beni ambientali, storici e culturali, zone urbanizzate, attività produttive, ecc..) si è basata sulle mappe recentemente elaborate dalla Regione Emilia Romagna ai fini dell'elaborazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione, ed è stata integrata con la localizzazione di situazioni critiche puntuali identificate dall'Autorità di Bacino del fiume Po nel progetto di variante del PAI nelle seguenti località: Calestano (BA01), Marzolaro (BA02), Fornello (BA03), S. Vitale Baganza (BA04), San Vitale Baganza-Castellaro (BA05), S. Michele de' Gatti (BA06), Felino (BA07), Tarchioni (BA08).

L'individuazione dei paleoalvei è stata utile per individuare, nel tratto compreso fra Calestano e Felino-Sala Baganza, le fasce di terrazzo sospese rispetto ai livelli di piena nell'attuale alveo attivo che possono essere parzialmente riattivate in caso di erosione del bordo di terrazzo prossimo all'alveo attivo e di tracimazione di una frazione della portata di piena al colmo nei vecchi rami abbandonati (come è avvenuto durante la piena dell'ottobre 2014 sul terrazzo destro urbanizzato del Comune di Felino).

Nel territorio di alta pianura, da Felino-Sala Baganza a Parma, ove i terrazzi fluviali non sono confinati lateralmente da rilievi collinari e le eventuali esondazioni, o i disalveamenti, possono tradursi in allagamenti di vaste estensioni di terreno di pianura, anche a grande distanza dall'alveo del torrente Baganza, i recenti rilievi LiDAR 2014 e 2016, associati alla cartografia tecnica regionale con indicazione delle curve di livello, hanno permesso di individuare i compluvi tuttora esistenti che si staccano a raggiera, verso nord-ovest e verso nord-est, dalle sponde sinistra e destra del torrente Baganza, avvicinandosi al tracciato della tangenziale sud di Parma ed alla fascia meridionale della città. Tali compluvi costituiscono ovviamente le direttrici di penetrazione verso l'abitato delle portate esondate dalle sponde dell'alveo attivo del torrente, a causa di onde di piena naturali di elevato tempo di ritorno, di disalveamenti per cedimenti dei bordi dei terrazzi. I paleoalvei individuati sono identificati nell'Atlante geomorfologico.

L'analisi territoriale è stata completata con il confronto delle foto aeree dei voli dal 1954 al 2014 dell'alveo e delle fasce fluviali, con commenti sull'evoluzione dell'alveo a grande scala, sull'evoluzione urbana nei territori circostanti e sulle interferenze fra regime idraulico e sviluppo dei centri abitati. Un confronto più dettagliato ha riguardato l'evoluzione morfologica dell'alveo attivo e dei terrazzi fra il 1972 ed il 2014; esso ha evidenziato una leggera tendenza all'erosione, con approfondimenti massimi del fondo all'altezza dell'area della cassa di espansione di Casale.



Le verifiche idrauliche relative alla propagazione delle piene lungo l'alveo da Calestano a Parma, nelle conformazioni morfologiche del 1972 e del 2014, hanno evidenziato una riduzione della capacità di laminazione "naturale" lungo l'alveo ed i terrazzi, valutabile in circa 40 mc/s (il 5% della portata al colmo della piena del Baganza nel 2014).

L'analisi territoriale della fascia fluviale è stata integrata dall'analisi morfologica con accertamento delle aree in erosione o con deposito di alluvione fra il 2008 ed il 2014, della distribuzione lungo l'alveo dei volumi erosi e sedimentati, del bilancio dei sedimenti, con una perdita dell'ordine di 200.000-300.000 m<sup>3</sup>, della individuazione dei tratti di sponda in "botta" di corrente esposti a pericolo di disalveamento.

La relazione geomorfologica si conclude con la formulazione di indirizzi per la sistemazione morfologica ed idraulica dell'area di fondovalle del torrente Baganza, da Calestano a Parma. Vengono identificati sedici tratti critici, nei quali la presenza di "Elementi potenzialmente esposti" e lo stato di dissesto idraulico del corso d'acqua per pericoli di esondazione, di erosione spondale e di disalveamento, giustifica la realizzazione di interventi di messa in sicurezza del territorio; tali tratti si sovrappongono o si aggiungono a quelli già identificati dall'Autorità di Bacino del fiume Po nel progetto di variante al PAI.

Altri indirizzi riguardano invece numerose aree nelle quali non sono presenti "Elementi potenzialmente esposti" e, nello stesso tempo, si presentano condizioni favorevoli alla realizzazione di interventi di valorizzazione delle fasce boscate di terrazzo di proprietà pubblica a fini idraulici, paesaggistici, ecologici, ambientali.

I suddetti interventi diffusi, non oggetto del presente Progetto definitivo, chiaramente non potrebbero in alcun modo garantire le volumetrie necessarie per la messa in sicurezza di Parma e per migliorare le condizioni di rischio idraulico riscontrabili a Colorno. Si tratta comunque di indirizzi la cui attuazione è certamente auspicabile per garantire un'ulteriore riduzione del rischio idraulico a monte e a valle dell'opera, oltre che per restituire alla pertinenza fluviale parte delle aree golenali attualmente estromesse dalle dinamiche naturali del corso d'acqua.

In quest'ottica le indicazioni contenute nella Relazione geomorfologica di corredo al Progetto definitivo sono da intendersi come indirizzi preliminari, che dovranno comunque essere ulteriormente sviluppati mediante specifici approfondimenti progettuali da parte dei soggetti competenti.

## 2. ANALISI A CRITERI MULTIPLI DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI CONSIDERATE DAL PROGETTO DEFINITIVO

### 2.1 INTRODUZIONE

Lo scopo di questa seconda fase di lavoro è quello di descrivere le alternative di progetto identificate in fase di progettazione definitiva e di restituire un procedimento oggettivo di valutazione, finalizzato ad individuare in modo trasparente l'alternativa preferibile da un punto di vista ambientale, tecnico ed economico. Successivamente, nel capitolo 3, viene fornita una descrizione più dettagliata della soluzione progettuale prescelta.

Lo schema logico seguito per l'Analisi a Criteri Multipli del Progetto Definitivo è suddiviso in tre passaggi sequenziali:

- 1. Individuazione delle alternative progettuali:** le alternative progettuali del Progetto Definitivo sono state formulate dal proponente e dai progettisti tenendo conto delle motivazioni dell'opera, di quanto emerso nelle precedenti fasi di progettazione e delle informazioni aggiuntive raccolte ed elaborate successivamente dal gruppo di lavoro. In particolare la formulazione delle scelte progettuali è avvenuta nel rispetto delle prestazioni richieste alla Cassa di espansione, della fattibilità tecnica ed economica dell'opera, dei vincoli progettuali e dei vincoli territoriali e pianificatori, escludendo le soluzioni che sono già state motivatamente considerate non idonee in fase preliminare (cassa PP STB 2004, 3 casse Studio fattibilità Provincia 2015) e non considerando gli altri interventi accessori descritti nei capitoli precedenti, che, per quanto auspicabili, non rappresentano una soluzione per la definitiva messa in sicurezza idraulica della città e del nodo idraulico di Colorno e non fanno parte del presente Progetto definitivo.
- 2. Individuazione degli indicatori di valutazione ed assegnazione dei relativi pesi:** gli indicatori di valutazione sono parametri, o valori derivati da parametri, in grado di fornire su un certo fenomeno informazioni che altrimenti sarebbero difficilmente percepibili dall'osservazione dello stesso fenomeno nel suo complesso; gli indicatori si distinguono tra quelli che presentano funzione di utilità crescente (parametri di tipo "benefit" per i quali è preferibile assumere un valore elevato) e quelli che presentano funzione di utilità decrescente (parametri di tipo "cost", per i quali è preferibile assumere un valore basso); ai vari indicatori di valutazione vengono assegnati i rispettivi pesi mediante la tecnica del confronto a coppie;
- 3. Valutazione delle alternative:** lo strumento adottato per la valutazione delle alternative è una matrice, che ha per righe le componenti ambientali analizzate, esplicitate mediante i rispettivi indicatori di valutazione, e per colonne le alternative progettuali proposte (analisi multicriteriale); nelle celle sono inseriti i giudizi qualitativi che esprimono l'impatto che una alternativa progettuale ha su una determinata componente ambientale; gli indicatori di valutazione sono i parametri che permettono di quantificare in modo oggettivo tale

impatto. Il risultato del processo di valutazione è una classifica di compatibilità (ordinamento o “ranking”), sviluppata con il supporto del software “DEFINITE”<sup>5</sup>, dove le prestazioni garantite dalle alternative progettuali proposte sono confrontate fra loro mediante l’adozione di diversi metodi di calcolo standardizzati. L’analisi è completata da una valutazione dell’incertezza residua e da un’analisi di sensitività, allo scopo di garantire maggiore robustezza ai risultati ottenuti.

La valutazione effettuata nel presente Quadro di Riferimento Progettuale conduce all’identificazione dell’alternativa che risulta preferibile rispetto alle altre, ovvero dell’alternativa che garantisce prestazioni migliori per un numero significativo di indicatori (e, specificamente, per gli indicatori o criteri considerati prioritari). Nell’elaborato denominato “Valutazione degli impatti e misure di mitigazione” (BAG2\_16SIA\_R\_RE\_04\_A) saranno poi dettagliatamente approfonditi gli effetti generati dalla soluzione adottata sul sistema ambientale. In questo modo saranno valutati tutti gli impatti indotti a carico di ciascuna componente ambientale e potranno essere definite le misure di mitigazione e di compensazione necessarie per annullare, mitigare e/o compensare gli effetti indesiderati.

## 2.2 DESCRIZIONE DELLE ALTERNATIVE PROGETTUALI VALUTATE

Nel rispetto delle considerazioni sviluppate nell’introduzione il Progetto Definitivo ha valutato due possibili alternative progettuali, oltre alla cosiddetta “Alternativa zero” (opzione di non intervento): l’Alternativa 1 (riconducibile al Progetto preliminare AIPO 2015) e l’Alternativa 2 (versione progettuale aggiornata rielaborata con il Progetto definitivo 2016). In tabella 2.2.1 si riporta una descrizione sintetica delle soluzioni proposte, rappresentate graficamente nelle seguenti figure 2.2.1 e 2.2.2.

**Tabella 2.2.1: Descrizione sintetica delle alternative progettuali proposte.**

Alternativa	Descrizione
Alternativa 0	L’Alternativa 0 corrisponde alla situazione attesa nel caso in cui non venisse realizzato alcun intervento (vedi considerazioni svolte nel precedente § 1.2.1). L’alternativa zero è stata inserita nell’Analisi a Criteri Multipli per disporre di un termine di riferimento che inquadrasse, secondo indicatori di valutazione oggettivi, la situazione attuale rispetto alle soluzioni progettuali proposte.
Alternativa 1 (PP 2015)	L’Alternativa 1 corrisponde al Progetto Preliminare predisposto da AIPO nel 2015 (già sinteticamente descritto nel precedente paragrafo 1.2.3), in grado di garantire la laminazione della piena con $Tr=100$ anni e rilascio a valle di $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$ nonché la laminazione della piena con $Tr=200$ anni e rilascio a valle di $Q=430 \text{ m}^3/\text{s}$ (in entrambi i casi con opportuna manovra delle paratoie).  E’ prevista la realizzazione di una cassa in linea con un unico comparto di laminazione e volumetria d’invaso pari a $4,7 \times 10^6 \text{ m}^3$ , in cui la superficie dell’intero bacino di accumulo viene interessata da tutti gli eventi laminati, anche sensibilmente inferiori a quello di progetto; è presente un singolo manufatto di regolazione trasversale dotato di sfioratore di sommità e 4 luci di fondo attrezzate con altrettante paratoie mobili.

<sup>5</sup> DEcision support system for a FINITE set of alternatives, sviluppato dall’Institute for Environmental Studies della Vrije Universiteit di Amsterdam, Olanda.

Alternativa	Descrizione
	<p>All'ingresso dell'opera sono previste 3 briglie in c.a., con un dislivello complessivo di 12 m e modifica della pendenza naturale dell'alveo nel tratto interno alla cassa che passa dall'1,2% (attuale) allo 0,23% (progetto).</p> <p>La profondità di scavo è variabile da un massimo di ca. 13 m da p.c. (limite sud) ad un minimo di ca. 2 m (limite nord). I manufatti arginali presentano un'altezza variabile tra 0 m (settore sud, dove l'opera è realizzata esclusivamente in scavo) e 15 m (settore nord, dove gli argini presentano altezza maggiore).</p>
Alternativa 2 (PD 2016)	<p>L'Alternativa 2 costituisce un'implementazione condotta in sede di progettazione definitiva, ed analogamente alla soluzione del PP2015 è in grado di garantire la laminazione della piena con <math>Tr=100</math> anni e rilascio a valle di <math>Q=300 \text{ m}^3/\text{s}</math> nonché la laminazione della piena con <math>Tr=200</math> anni e rilascio a valle di <math>Q=430 \text{ m}^3/\text{s}</math> (in entrambi i casi con opportuna manovra delle paratoie).</p> <p>E' prevista la realizzazione di un primo invaso in linea (comparto 1) ed un secondo invaso posto in cascata rispetto al primo (comparto 2), con volumetria complessiva sempre pari a <math>4,7 \times 10^6 \text{ m}^3</math>; la ripartizione permette di riservare al secondo comparto (posto a valle) gli eventi con <math>Tr &gt; 50</math> anni. I manufatti di regolazione e controllo previsti sono 3: manufatto regolatore principale (manufatto A, in linea), dotato di 4 luci di fondo gestite da paratoie mobili; manufatto di collegamento tra il comparto 1 ed il comparto 2, costituito da una struttura tracimabile in calcestruzzo massiccio (manufatto B); opera di svuotamento del secondo comparto nonché scarico di emergenza (manufatto C), costituito da uno sfioratore a pianta rettangolare e due scarichi di fondo presidiati da paratoie piane.</p> <p>Il collegamento tra l'alveo del torrente posto a monte dell'opera ed il comparto 1 di laminazione è ottenuto mediante la realizzazione di una sola briglia di altezza pari a 5 m, ubicata circa 200 m più a valle della posizione prevista dal preliminare. La modifica della pendenza naturale dell'alveo nel tratto interno alla cassa passa dall'1,2% (attuale) allo 0,7% (progetto).</p> <p>La profondità di scavo è variabile da un massimo di ca. 7 m da p.c. (limite sud) ad un minimo di ca. 3 m (limite nord). I manufatti arginali presentano un'altezza variabile tra 0 m (settore sud, dove l'opera è realizzata esclusivamente in scavo) e 15 m (settore nord, dove gli argini presentano altezza maggiore).</p>





## LEGENDA

### STATO DI FATTO:



Ortofoto 2014



Curve di livello DTM 2014

### PROGETTO:



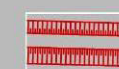
Arginatura cassa  
(vedi Sezione tipo A tav. BAG1015)



Asse pista di sommità arginatura cassa  
(tratto in scavo)



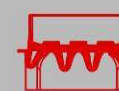
Asse pista di sommità arginatura cassa  
(tratto in rilevato)



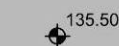
Arginatura bacino interno senza rivestimento  
(vedi Sezione tipo B tav. BAG1015)



Arginatura bacino interno con rivestimento  
(vedi Sezione tipo C tav. BAG1015)



Manufatto di controllo



Quote di progetto



Sezioni trasversali



Posizione indicativa delle  
rampe di accesso e di raccordo

Figura 2.2.1: Alternativa 1 (Progetto preliminare 2015).



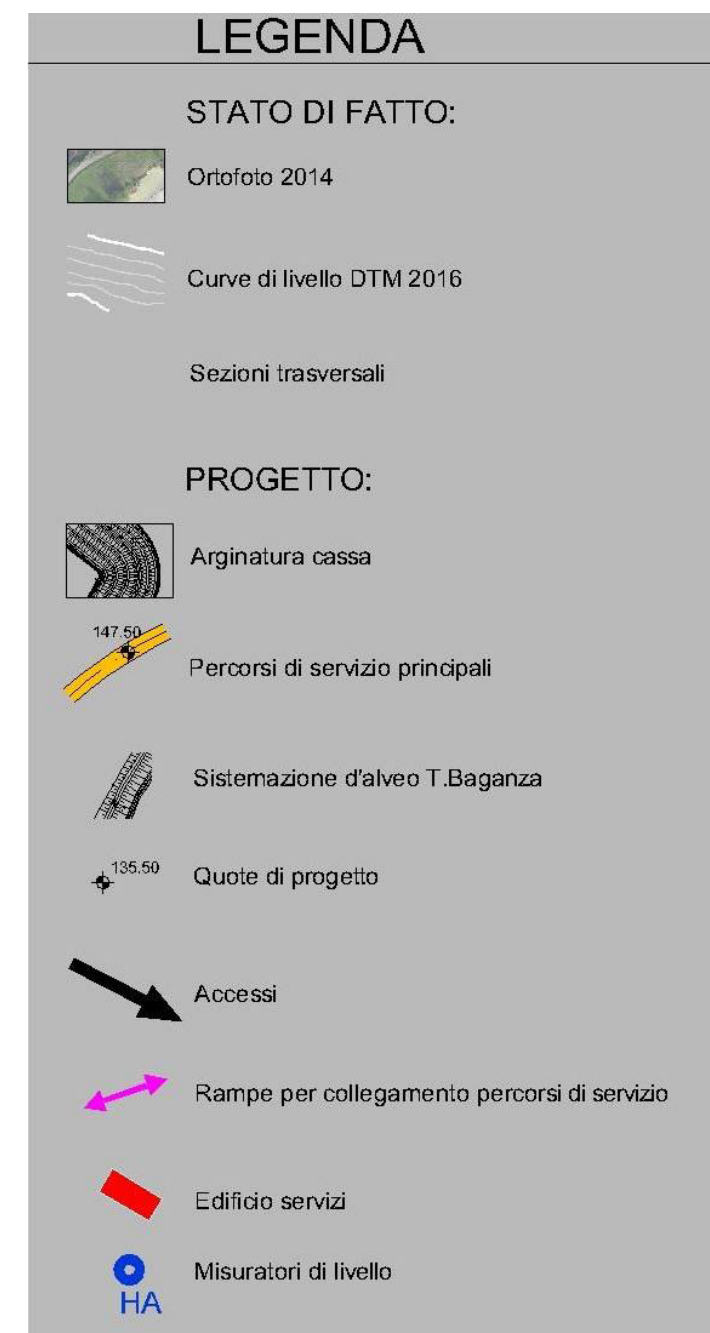
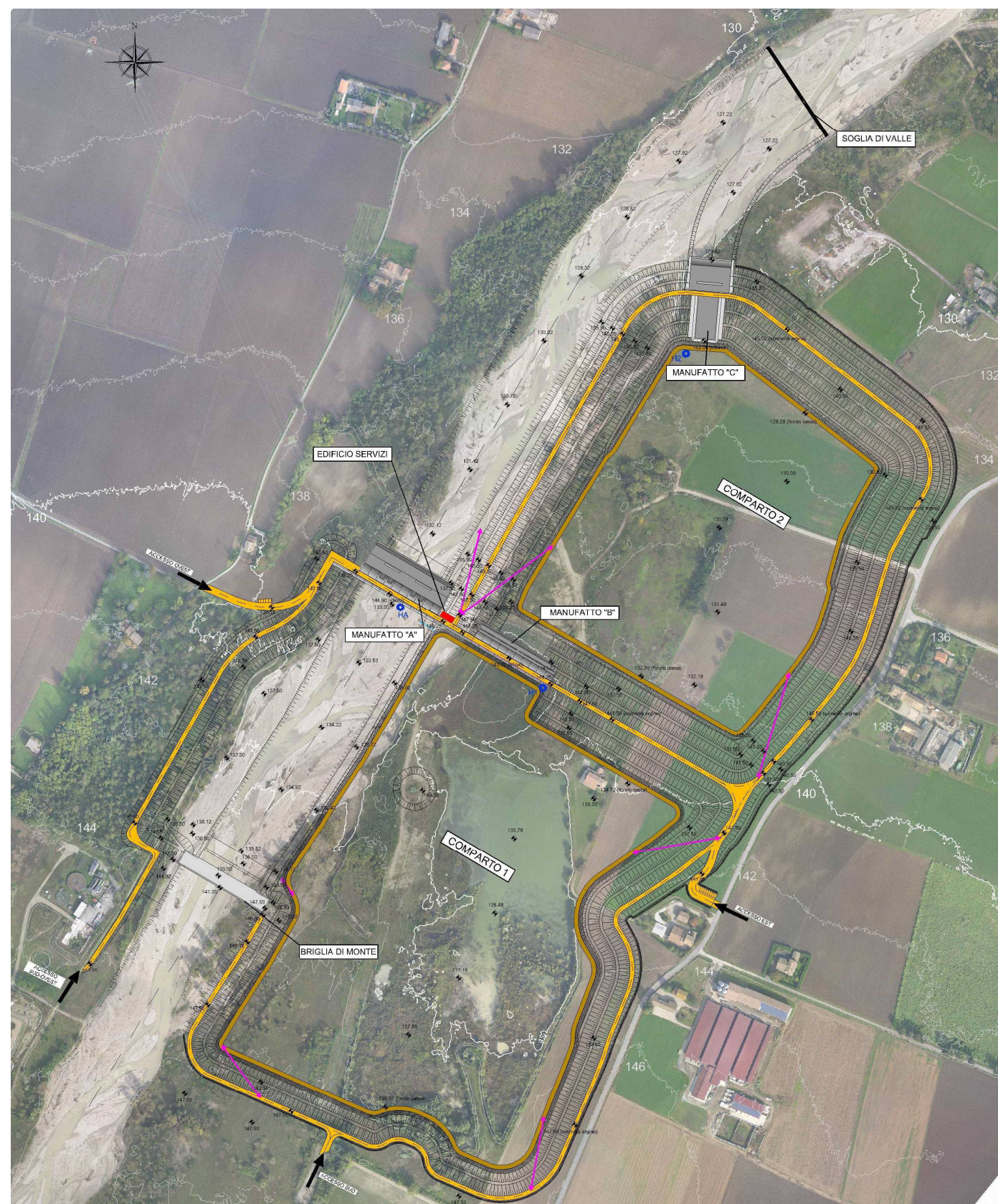


Figura 2.2.2: Alternativa 2 (Progetto definitivo 2016).



## 2.3 INDIVIDUAZIONE DEGLI INDICATORI DI VALUTAZIONE

Gli indicatori di valutazione sono parametri, o valori derivati da parametri, in grado di fornire, su un certo fenomeno, informazioni che altrimenti sarebbero difficilmente percepibili dall'osservazione dello stesso fenomeno nel suo complesso. Gli indicatori ("criteri") sono utilizzati nella fase di valutazione per il confronto tra le alternative progettuali, allo scopo di individuare quelle che presentano un minor impatto sull'ambiente. Per le componenti ambientali analizzate sono stati individuati indicatori in grado di descrivere sinteticamente l'impatto, positivo o negativo, dovuto alla realizzazione dell'opera; come già anticipato precedentemente, gli indicatori possono essere distinti tra "benefit" (che presentano funzione di utilità crescente, per i quali è preferibile assumere un valore elevato) e "cost" (che presentano funzione di utilità decrescente, per i quali è preferibile assumere un valore basso). Nei paragrafi successivi gli indicatori adottati sono aggregati in funzione delle seguenti macrocategorie di riferimento:

- Aspetti idraulici e sicurezza della popolazione;
- Impatti sul territorio;
- Impatti sul corso d'acqua, sul paesaggio, sugli ecosistemi e la vegetazione;
- Costi.

E' importante sottolineare che l'identificazione delle macrocategorie e dei relativi indicatori è stata effettuata in modo da coinvolgere nella valutazione tutti gli aspetti ritenuti rilevanti per la scelta finale (salute e sicurezza dell'uomo, tutela dell'ambiente e del territorio, aspetti tecnici ed economici). La selezione degli indicatori è stata effettuata al termine di un attento percorso condiviso all'interno del gruppo di lavoro, tenendo conto dei riferimenti pianificatori e normativi (laddove presenti) e considerando tutti i criteri di valutazione che sono emersi nel corso della progettazione secondo requisiti di esaustività (rappresentazione di tutti gli obiettivi) e non ridondanza (assenza di duplicazioni). Nei paragrafi seguenti è riportata una descrizione dettagliata degli indicatori adottati e delle motivazioni che ne hanno guidato la scelta.

### 2.3.1 Aspetti idraulici e sicurezza della popolazione

#### 2.3.1.1 Aree potenzialmente allagabili in caso di evento di piena con media probabilità di accadimento (tempo di ritorno compreso tra 100 e 200 anni)

L'indicatore valuta le condizioni di rischio idraulico associate alle diverse alternative progettuali considerate; allo scopo di fornire un parametro facilmente comprensibile per tutti i portatori di interesse l'indicatore è mirato a descrivere l'effetto della laminazione sulle aree da proteggere poste a valle dell'opera in progetto. L'indicatore è di tipo "cost" e viene espresso numericamente come estensione (espressa in ettari) delle aree potenzialmente soggette ad inondazione in caso di piena con media probabilità di accadimento (tempo di ritorno compreso tra 100 e 200 anni). Nel caso specifico si assume come rappresentativo di questa condizione l'evento di piena verificatosi il

13 ottobre 2014, associato ad un T100-200; in altri termini, l'evento del 2014 viene qui assunto come riferimento per descrivere gli effetti di un'esondazione che si è effettivamente verificata in città e che potrebbe ripetersi, con analoghe conseguenze disastrose, in caso di mancata realizzazione della Cassa di espansione<sup>6</sup>. A tale proposito occorre sottolineare che il picco di portata registrato nel 2014 probabilmente è anche maggiore di quello associato all'idrogramma sintetico  $T_{R200}$ , mentre il volume complessivo è inferiore. L'assunzione dell'evento del 2014 potrebbe quindi parzialmente sottostimare l'entità di un'esondazione con tempo di ritorno duecentennale. Questa approssimazione rappresenta comunque un buon compromesso, limitatamente agli scopi del presente lavoro, per identificare un evento reale con media probabilità di accadimento per il quale siano anche noti con precisione i danni economici ad esso associabili (cfr. § 2.3.4.1). Nella tabella 2.3.1 sono riportati i valori assunti dall'indicatore in esame per le 3 alternative considerate; per l'alternativa 0 l'estensione è stata definita in relazione alle aree effettivamente interessate dall'esondazione dell'ottobre 2014, riportate graficamente in figura 2.3.1 (fonte: rielaborazione delle aree allagate individuate dalla Variante PAI)<sup>7</sup>. Per le alternative progettuali 1 e 2 l'estensione delle aree interessate dal rischio di esondazione in caso di evento analogo risulta invece essere pari a zero, in quanto entrambe le soluzioni assicurano la laminazione dell'idrogramma di riferimento del PP 2015 ed il rilascio di portate massime in uscita che garantiscono la tutela della città<sup>8</sup>.

**Tabella 2.3.1: Valori assunti dall'indicatore "Aree potenzialmente allagabili in caso di evento di piena con media probabilità di accadimento", considerato assimilabile a quello verificatosi in data 13 ottobre 2014.**

Alternativa progettuale	Estensione aree potenzialmente soggette ad inondazione [Ha]
Alternativa 0	208,9
Alternativa 1	0
Alternativa 2	0

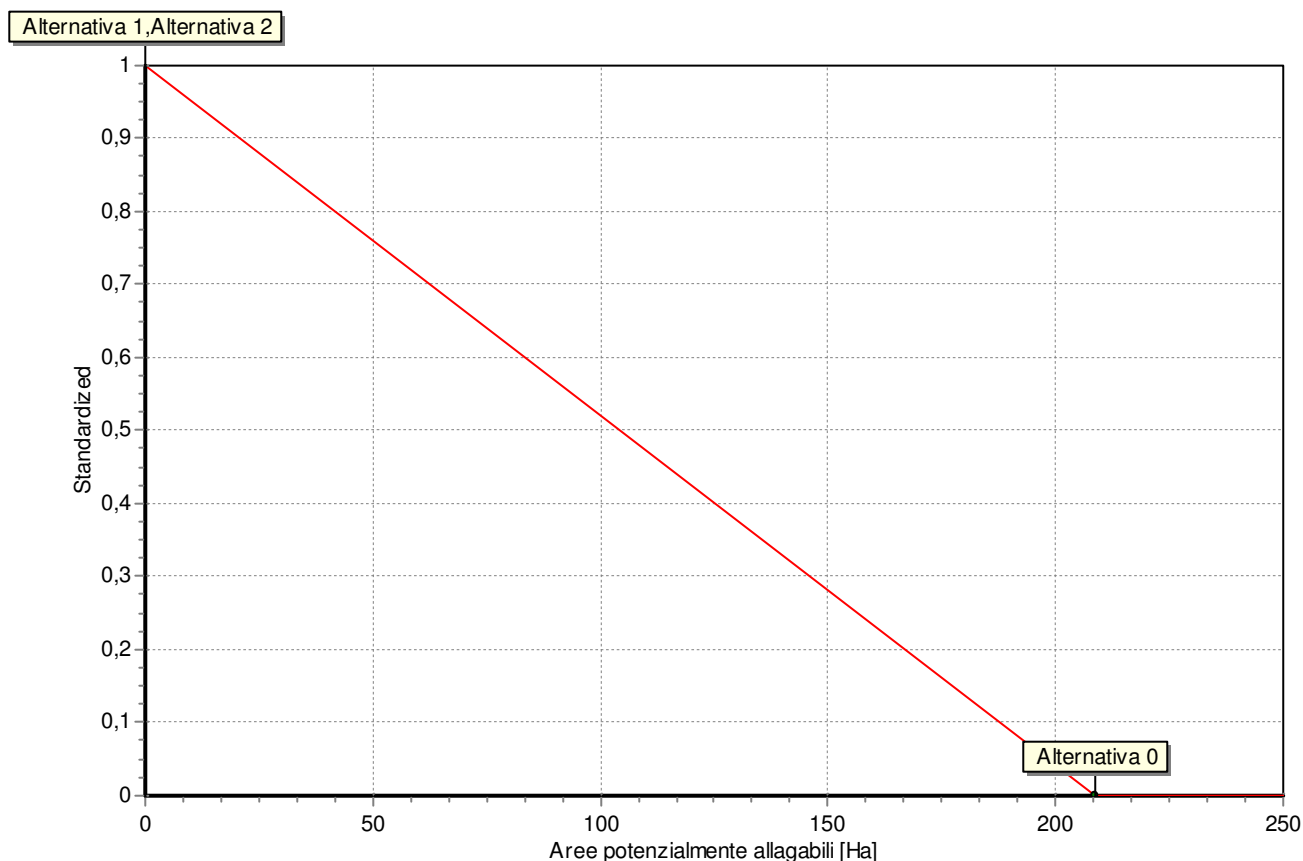
<sup>6</sup> Si ricorda che, secondo quanto riportato nella Relazione di progetto predisposta da STB per l'apertura delle luci del Ponte Nuovo sul T. Baganza ed il consolidamento spondale in destra e sinistra idrografica (primi interventi urgenti predisposti in recepimento dell'OCDPC n. 202 del 14 novembre 2014), "l'evento di piena del Baganza dell'ottobre 2014 rientra in un ordine di grandezza riconducibile agli eventi con tempo di ritorno  $T = 200$  anni e come tale deve essere preso in considerazione nella progettazione delle future opere di mitigazione del rischio idraulico della città di Parma". Peraltro nella stessa sede STB ha specificato che "la sicurezza della città di Parma relativamente alla piena di riferimento con  $T=200$  anni potrà essere conseguita solo con la costruzione della Cassa di Espansione sul T. Baganza, opera cardine della Fase 2 del Progetto di Variante al PAI".

<sup>7</sup> Come evidenziato in figura, nel computo delle aree interessate dall'esondazione è stata cautelativamente inclusa anche quella coinvolta dal disallineamento avvenuto in sponda sinistra all'altezza di San Martino Sinzano; infatti, sebbene possano essere attuati interventi puntuali in grado di evitare il ripetersi di un evento analogo anche senza la realizzazione della cassa, occorre considerare che in presenza di eventi con  $T_r$  100-200 il volume che non potrebbe più esondare in questo tratto potrebbe poi allagare altre aree poste a valle (potenzialmente anche generando danni peggiori, in quanto sarebbero interessate aree urbanizzate).

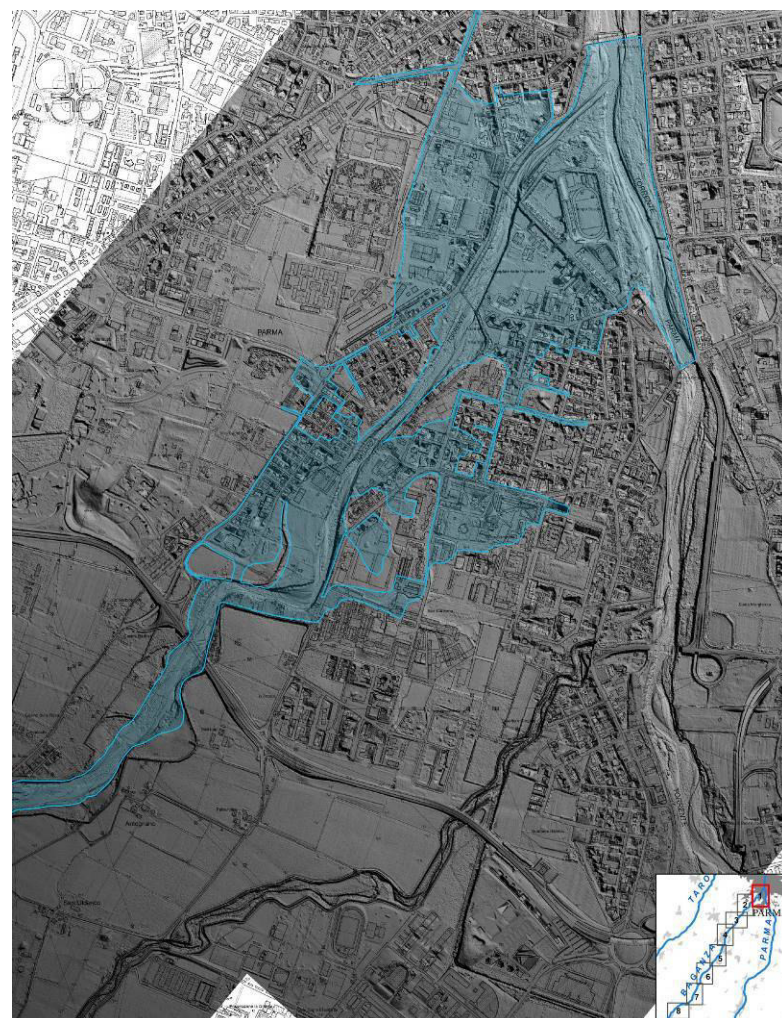
<sup>8</sup> Entrambe le alternative 1 e 2 garantiscono la laminazione della piena con  $T_r=100$  anni (con rilascio a valle di una  $Q=300 \text{ m}^3/\text{s}$ ) e della piena con  $T_r=200$  anni (con rilascio a valle di una  $Q=430 \text{ m}^3/\text{s}$ ).



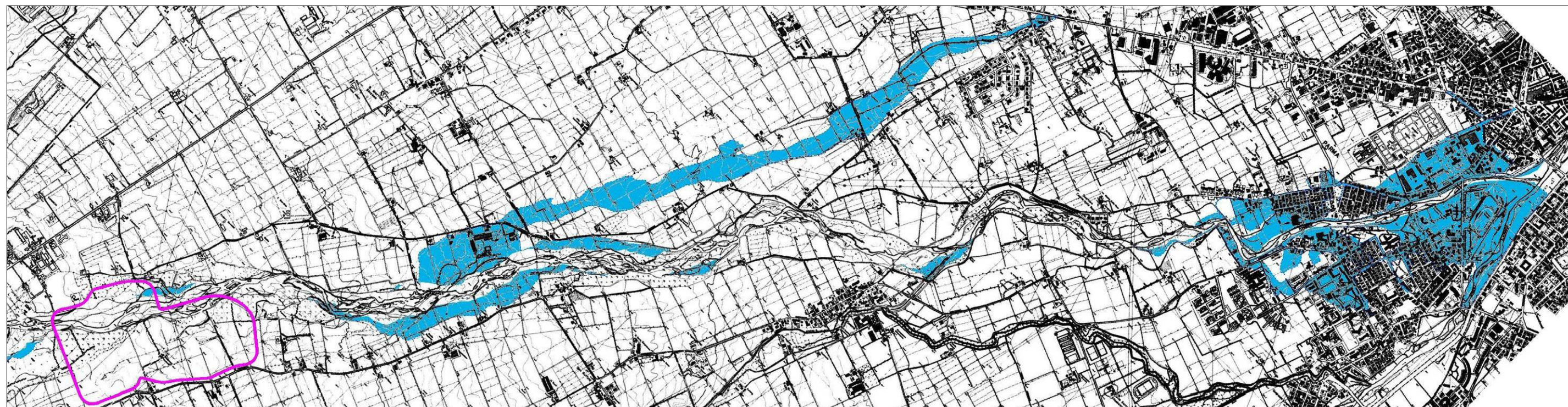
I dati numerici assunti da ciascuna alternativa per l'indicatore considerato devono essere standardizzati, per essere resi confrontabili con i valori assunti dagli altri indicatori che sono espressi su scale ed unità di misura differenti (in assenza di una standardizzazione l'indicatore "Aree potenzialmente allagabili", espresso in Ha, non sarebbe confrontabile con i costi economici espressi in M€ o con altri parametri espressi su scale di punteggi quantitative o qualitative). Pertanto, per essere in grado di discriminare tra le alternative occorre fissare un unico metro di giudizio su tutta la matrice. Questo passaggio si traduce operativamente con l'applicazione delle cosiddette "funzioni di utilità" (o "funzioni di qualità"), che consentono di standardizzare la matrice di valutazione al fine di confrontare le alternative, cioè passare da numeri assoluti a numeri relativi attraverso l'introduzione di una scala di valore. Tali funzioni assumono una scala di valori compresi tra 0 e 1; tanto più il valore è prossimo a 1, tanto maggiore è l'utilità associata all'indicatore. Nella figura seguente viene riportata la funzione di utilità dell'indicatore considerato, che, essendo il parametro di tipo "cost", è decrescente. Lo stesso metodo di standardizzazione sarà adottato anche per gli altri indicatori.







**Figura 2.3.1:** Aree ubicate a valle dell'opera in progetto interessate dall'esondazione dell'ottobre 2014 (fonte: rielaborazione aree allagate individuate dalla Variante PAI).





2.3.1.2 Abitanti potenzialmente esposti in caso di evento di piena con media probabilità di accadimento (tempo di ritorno compreso tra 100 e 200 anni)

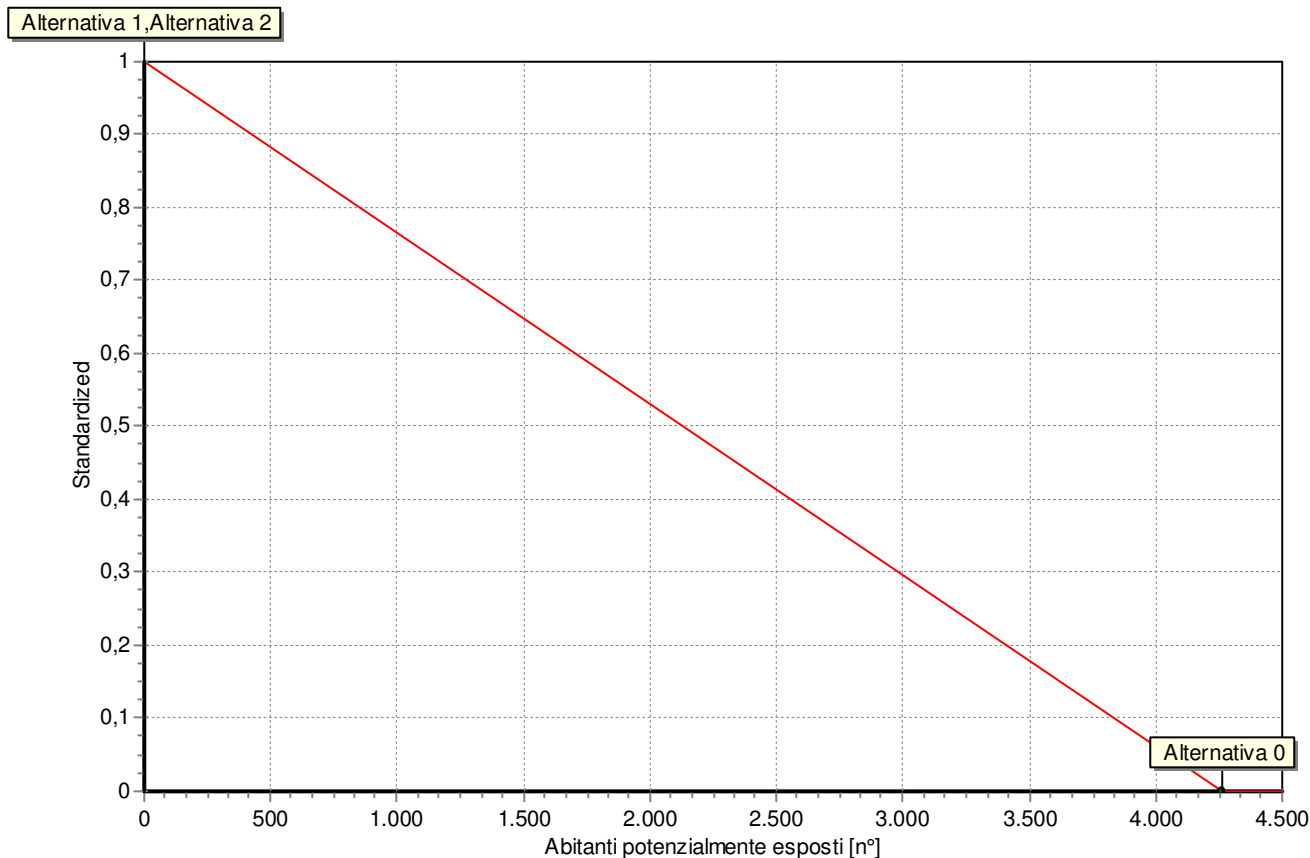
L'indicatore è di tipo "cost" e valuta le condizioni di rischio idraulico in funzione degli abitanti coinvolti da un'esondazione in caso di piena con media probabilità di accadimento, qui considerata assimilabile all'evento di riferimento verificatosi il 13 ottobre 2014.

Nella tabella 2.3.2 sono riportati i valori assunti dall'indicatore in esame per le 3 alternative considerate; per l'alternativa 0 il numero di abitanti interessati è stato definito in relazione alle persone effettivamente residenti nell'area esondata nel 2014 (fonte: elaborazione GIS dei dati riguardanti le aree allagate individuate dalla Variante PAI, intersecate con i numeri civici del Comune di Parma al 31/12/2015), mentre per le alternative progettuali 1 e 2 il numero di residenti interessati dal rischio di esondazione in caso di evento analogo risulta essere pari a zero; infatti, come già specificato precedentemente, entrambe le soluzioni assicurano la laminazione dell'idrogramma di riferimento del PP 2015 ed il rilascio di portate massime in uscita che garantiscono la tutela della città.

**Tabella 2.3.2:** Valori assunti dall'indicatore "Abitanti potenzialmente esposti in caso di evento di piena con media probabilità di accadimento", considerato assimilabile a quello verificatosi in data 13 ottobre 2014 (fonte: elaborazione GIS dei dati riguardanti le aree allagate individuate dalla Variante PAI, intersecate con i numeri civici del Comune di Parma al 31/12/2015).

Alternativa progettuale	Abitanti esposti [n°]
Alternativa 0	4.259
Alternativa 1	0
Alternativa 2	0

Nella figura seguente viene riportata la funzione di utilità dell'indicatore considerato, che, essendo il parametro di tipo "cost", è decrescente.



### 2.3.1.3 Ricettori sensibili potenzialmente esposti in caso di evento di piena con media probabilità di accadimento (tempo di ritorno compreso tra 100 e 200 anni)

L'indicatore è di tipo "cost" e valuta le condizioni di rischio idraulico in funzione del numero di ricettori sensibili (scuole e ospedali) potenzialmente interessati da esondazione in caso di piena assimilabile all'evento di riferimento verificatosi il 13 ottobre 2014.

Nella tabella 2.3.3 sono riportati i valori assunti dall'indicatore in esame per le 3 alternative considerate; per l'alternativa 0 il numero di ricettori è stato definito in relazione al n° di scuole/ospedali effettivamente interessati dall'alluvione del 2014, nel caso specifico n° 2 ospedali/case di cura e n° 8 scuole (fonte: tavola di PSC "CTS 8 – 1.6 – Sistema dei servizi pubblici", riportante le attrezzature scolastiche e le attrezzature ospedaliere e socio-assistenziali; vedi figura 2.3.2)<sup>9</sup>. Per le alternative progettuali 1 e 2 il numero di ricettori sensibili interessati dal rischio di esondazione in caso di evento analogo risulta essere pari a zero.

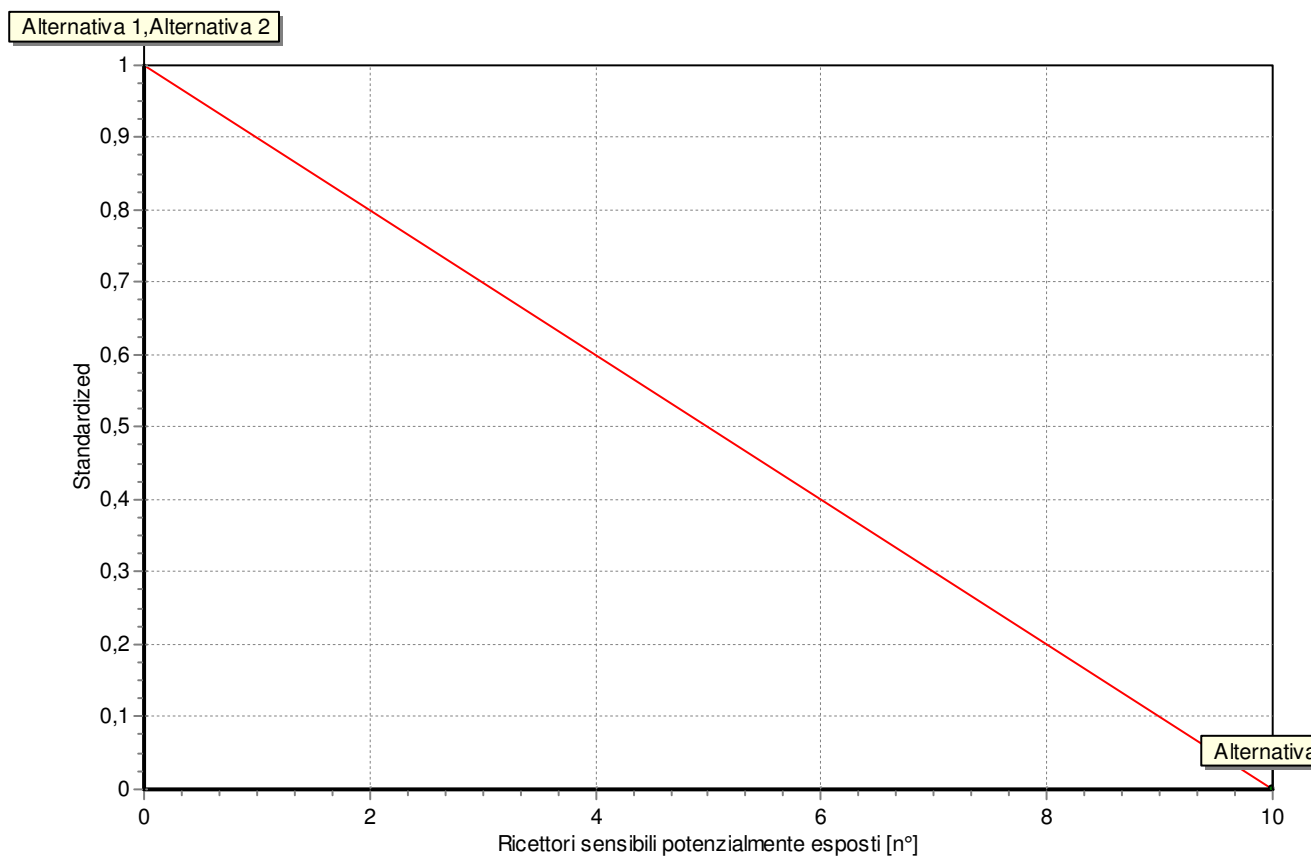
<sup>9</sup> Ospedale "Piccole Figlie", Casa di cura "Villa Parma", Nido d'infanzia "Zuccherò filato", Nido d'infanzia "Palloncino blu", Scuola d'infanzia "Zanguidi", Scuola d'infanzia "Coccinella", Scuola d'infanzia "Locomotiva", Istituto comprensivo "Salvo D'Acquisto", che comprende le Scuole primarie "Martiri di Cefalonia" e "Rodari" e la Scuola secondaria di 1° grado "D'Acquisto".



**Tabella 2.3.3:** Valori assunti dall'indicatore "Ricettori sensibili potenzialmente esposti in caso di evento di piena con media probabilità di accadimento", considerato assimilabile a quello verificatosi in data 13 ottobre 2014.

Alternativa progettuale	Ricettori sensibili esposti [n° strutture ospedaliere/strutture scolastiche]
Alternativa 0	10
Alternativa 1	0
Alternativa 2	0

Nella figura seguente viene riportata la funzione di utilità dell'indicatore considerato, che, essendo il parametro di tipo "cost", è decrescente.





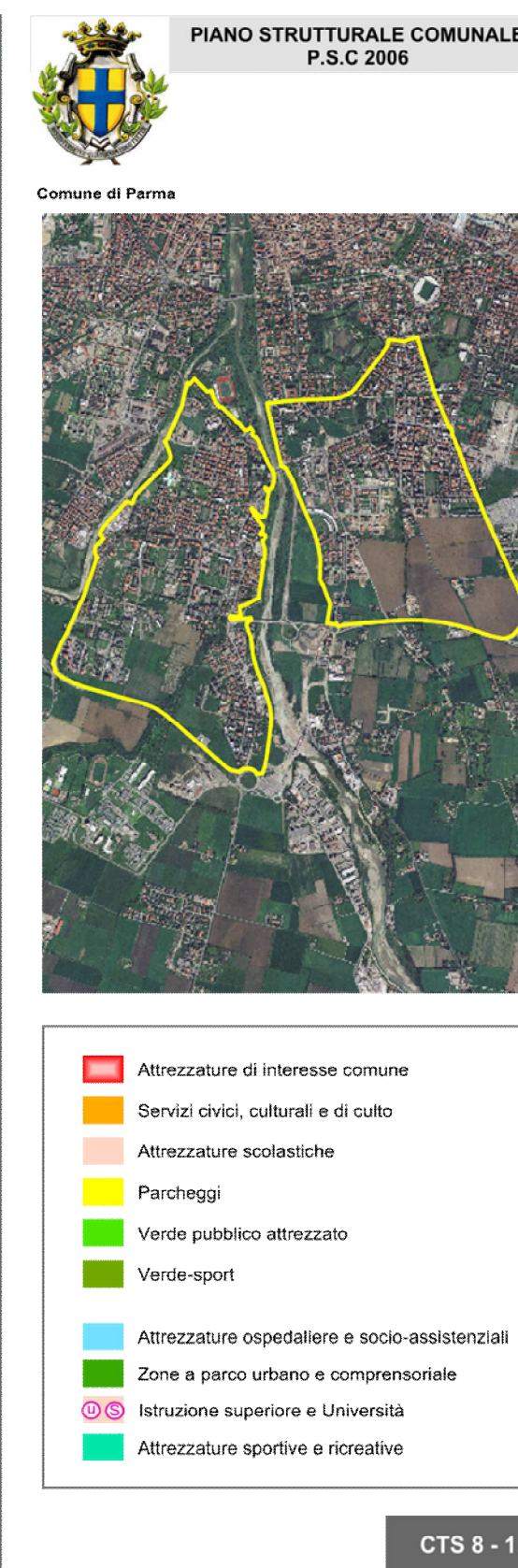
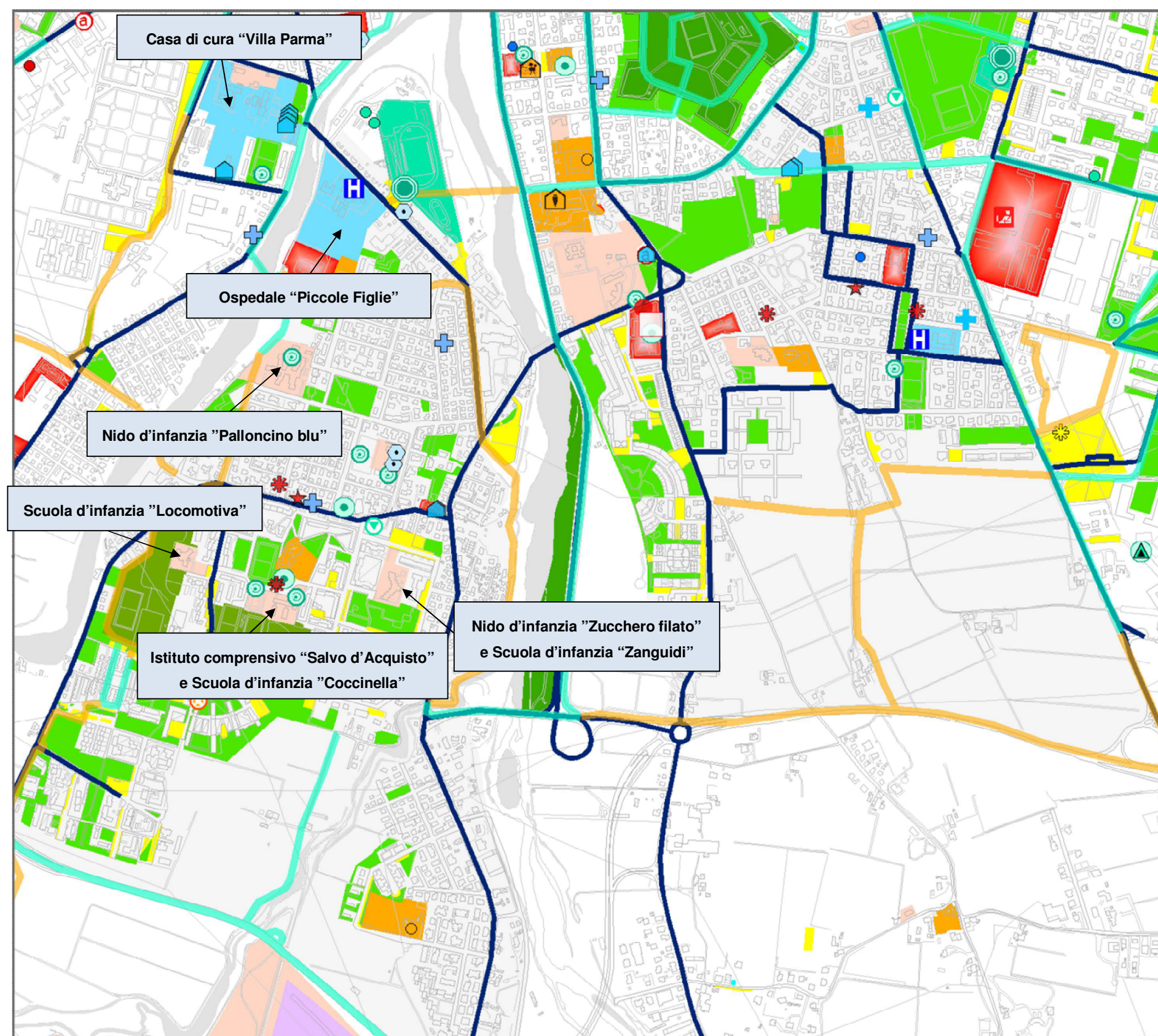


Figura 2.3.2: Ricettori sensibili (scuole ed ospedali) interessati dall'alluvione del 2014 (fonte: rielaborazione tavola di PSC "CTS 8 - 1.6 - Sistema dei servizi pubblici", riportante le attrezzature scolastiche e le attrezzature ospedaliere e socio-assistenziali).



### 2.3.1.4 Flessibilità nella gestione dei volumi di invaso disponibili

L'indicatore, di tipo "benefit", esprime in termini qualitativi la flessibilità nella gestione dei volumi d'invaso disponibili riconducibile a ciascuna soluzione progettuale. Per l'alternativa 0 questo parametro è nullo, in quanto non realizzando nessuna opera non viene garantita alcuna capacità di gestire la laminazione degli eventi di piena. Per le altre alternative questo parametro è da ritenersi (a parità di volumi invasati) sostanzialmente equivalente, anche se ciascuna soluzione presenta aspetti peculiari influenzati dalle differenti modalità di funzionamento dell'invaso di progetto (regolazione, riempimento, compartimentazione, controllo e svuotamento); nello specifico, in base alle valutazioni del gruppo di lavoro emerse in fase di progettazione, si osserva che:

- a) Per l'alternativa 1 la presenza di un unico manufatto regolatore in linea vincola la gestione in un unico punto, mediante 3 paratoie regolabili, dell'intero volume d'invaso di  $4,7 \text{ Mm}^3$ ; di conseguenza l'invaso in linea si riempie per qualsiasi tipo di evento, anche di molto inferiore a quello di progetto, senza concedere una gestione diversificata di eventi di piena con differenti tempo di ritorno; la soluzione è quindi considerata buona ma non ottimale dal punto di vista della flessibilità;
- b) Nell'alternativa 2 sono presenti 3 manufatti (manufatto regolatore principale "A" in linea, dotato di 4 luci di fondo da  $6,0 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}$  presidiate da 4 paratoie a settore; manufatto "B" che delimita e collega il comparto 1 al comparto 2 tramite soglia sfiorante; manufatto "C" che rappresenta l'opera di svuotamento del secondo comparto ed è costituito da una soglia di sfioro e da due scarichi di fondo da  $3,0 \text{ m} \times 3,0 \text{ m}$ , presidiati da paratoie piane), per cui il medesimo volume massimo d'invaso ( $4,7 \text{ Mm}^3$ ) deve essere gestito in due punti diversi ("A" e "C") mediante 6 paratoie regolabili; l'invaso in linea con doppia ripartizione permette di riservare al secondo settore solo l'invaso di eventi più severi ( $T_R > 50$  anni), di conseguenza gli eventi storici (in particolare quelli del 2000 e del 2014) potrebbero essere invasati nel solo comparto 1, con vantaggi in termini di flessibilità e manutenzione dell'opera.

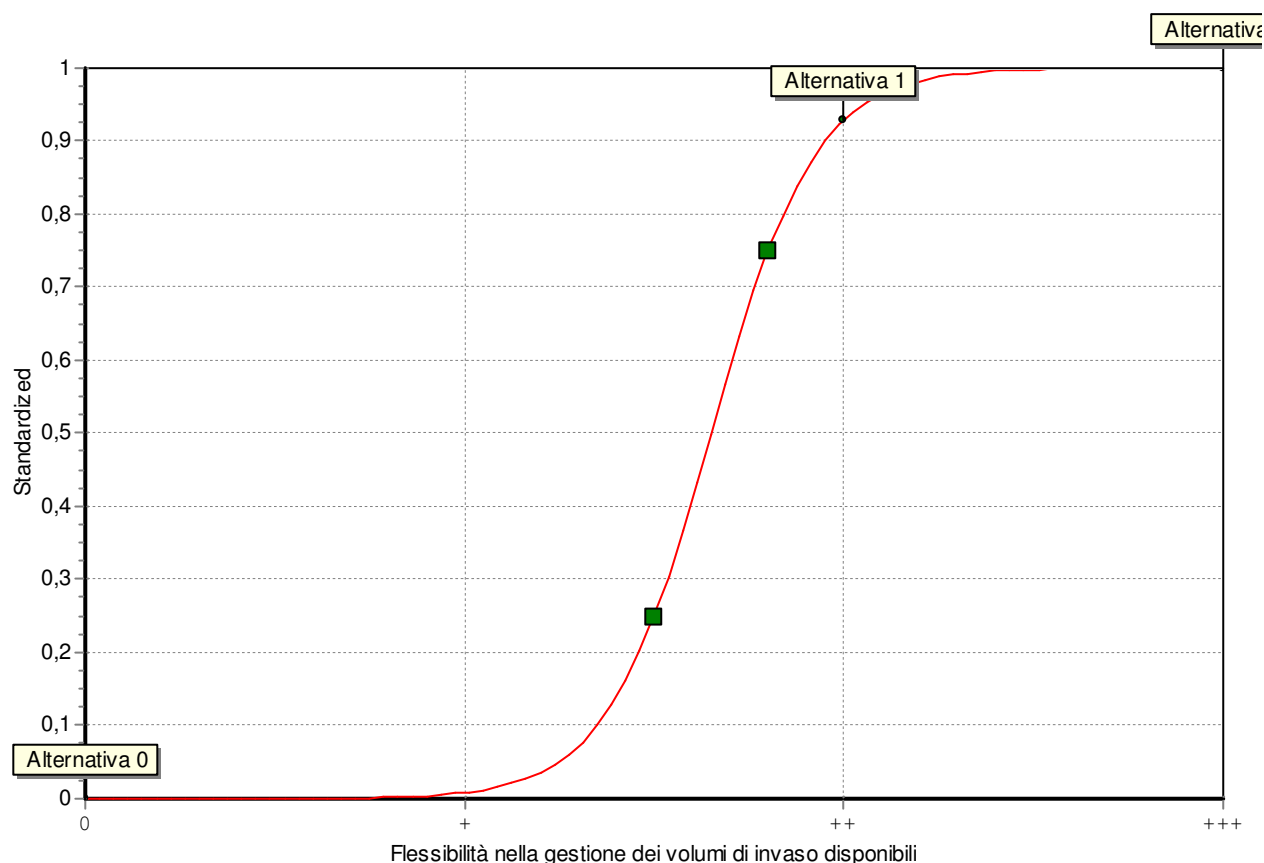
Le considerazioni sopra riportate non possono essere facilmente espresse mediante parametri numerici, tenuto conto che, in termini di volumi laminati e tempistiche di riempimento/svuotamento della Cassa, le alternative 1 e 2 sono di fatto equivalenti. Pertanto, la valutazione può essere sinteticamente espressa mediante il sistema qualitativo di punteggi descritto in tabella 2.3.4, dove il n° di segni "+" descrive la flessibilità gestionale della soluzione proposta.

Nel caso specifico la valutazione assegna punteggio nullo all'alternativa 0 e punteggio positivo (su una scala da 0 a 3) alle altre soluzioni progettuali ("++" per alternativa 1, "+++" per alternativa 2); il software DEFINITE è poi in grado di normalizzare tali valori e renderli confrontabili con gli altri indicatori che sono espressi su scale numeriche e/o monetarie.

**Tabella 2.3.4:** Valori assunti dall'indicatore "Flessibilità nella gestione dei volumi d'invaso disponibili".

Alternative di progetto	Punteggio assegnato
Alternativa 0	0
Alternativa 1	++
Alternativa 2	+++

Nella figura seguente viene riportata la funzione di utilità dell'indicatore considerato, che, essendo il parametro di tipo "benefit", è crescente. In questo caso la normalizzazione viene effettuata mediante una "curva ad S" (*S-shape*) in luogo di un andamento lineare semplice, allo scopo di meglio restituire la vicinanza tra i punteggi normalizzati assunti dalle alternative 1 e 2 (come si osserva in figura la curva *S-shape* avvicina tra loro i punteggi più di una funzione con andamento lineare, restituendo valore 1,0 per l'alternativa 2 e valore 0,93 per l'alternativa 1).





## 2.3.2 Impatti sul territorio

### 2.3.2.1 Volumi complessivi materiale di scavo

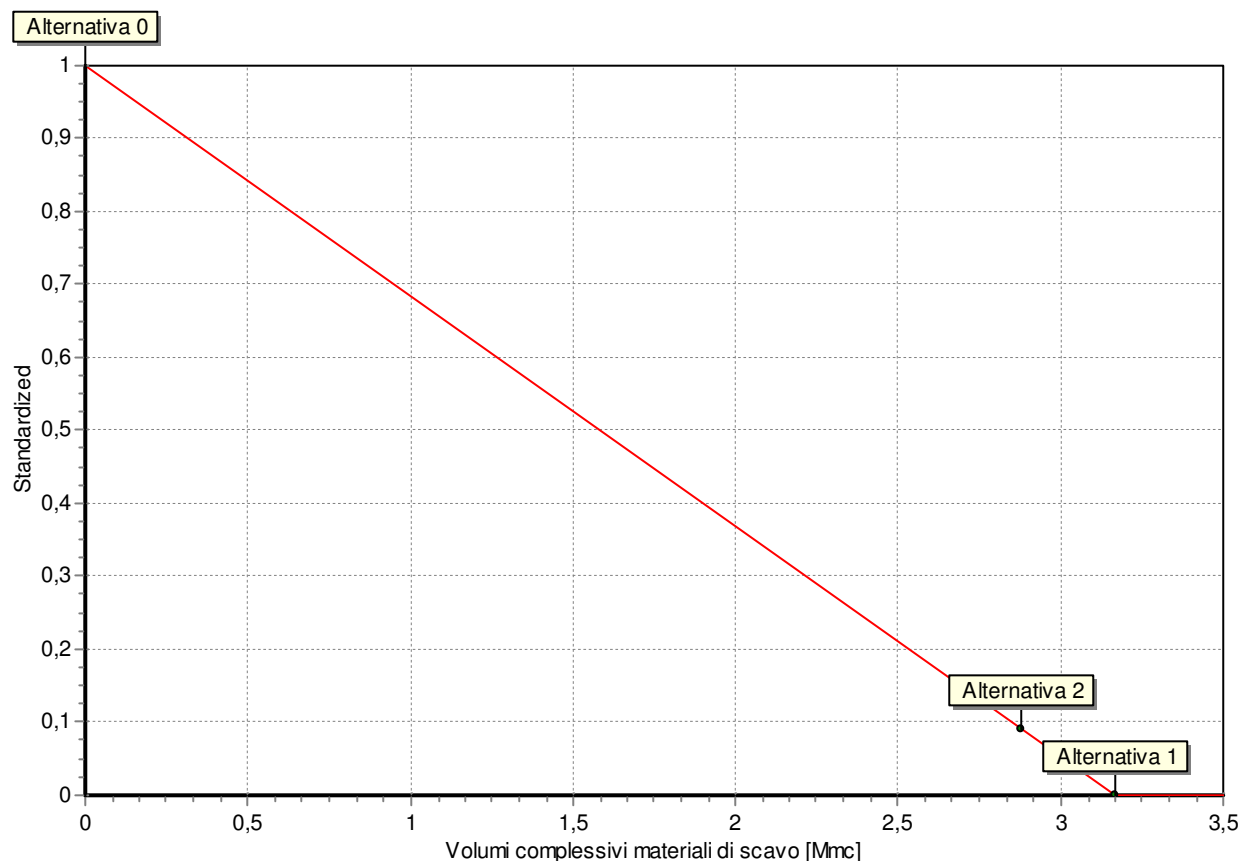
Il criterio, di tipo “cost”, considera i quantitativi complessivi di materiali di scavo prodotti da ciascuna alternativa progettuale (indipendentemente dalla tipologia e dalle modalità di reimpiego), assumendo questo parametro come indicatore dell’impatto diretto sul suolo e sottosuolo. La valutazione è sviluppata con un livello di approssimazione sufficiente per il confronto tra alternative progettuali e tiene conto dei volumi di scavo per la realizzazione del vuoto di cassa, dei volumi da scavare per la bonifica degli argini e per la realizzazione dei setti (al netto dei volumi di cava considerati già escavati e, dunque, non riconducibili al progetto in esame).

In tabella 2.3.5 sono riportati i valori assunti dalle varie alternative considerate; la soluzione 2 presenta volumi di scavo più contenuti con conseguenti vantaggi esecutivi (minore scavo in acqua, maggiore uniformità realizzativa monte-valle).

**Tabella 2.3.5: Valori assunti dall’indicatore “Volumi complessivi materiale di scavo”.**

Alternative di progetto	Suddivisione volumi in funzione delle attività previste	Volumi di scavo [Mm <sup>3</sup> ]
Alternativa 0	-	0
Alternativa 1	Volumi scavo vuoto cassa	3,20
	Bonifica argini e realizzazione setti	0,37
	Volumi già escavati da attività di cava	-0,40
	<b>Complessivi</b>	<b>3,17</b>
Alternativa 2	Volumi scavo vuoto cassa	2,53
	Bonifica argini e realizzazione setti	0,75
	Volumi già escavati da attività di cava	-0,40
	<b>Complessivi</b>	<b>2,88</b>

Nella figura seguente viene riportata la funzione di utilità dell’indicatore considerato, che, essendo il parametro di tipo “cost”, è decrescente.



### 2.3.2.2 Volumi di inerti da conferire all'esterno dell'area di cantiere

Il criterio, di tipo "cost", integra le informazioni fornite dall'indicatore descritto precedentemente considerando i quantitativi di ghiaie e di terre prodotti da ciascuna alternativa progettuale destinati ad impieghi esterni all'area di cantiere. Questo parametro è, quindi, finalizzato a descrivere gli impatti attesi sul sistema infrastrutturale e, in senso più ampio, ambientale (produzione di polveri, rumori, emissioni inquinanti) determinati dal trasporto su strada degli inerti escavati che non possono trovare reimpiego in loco.

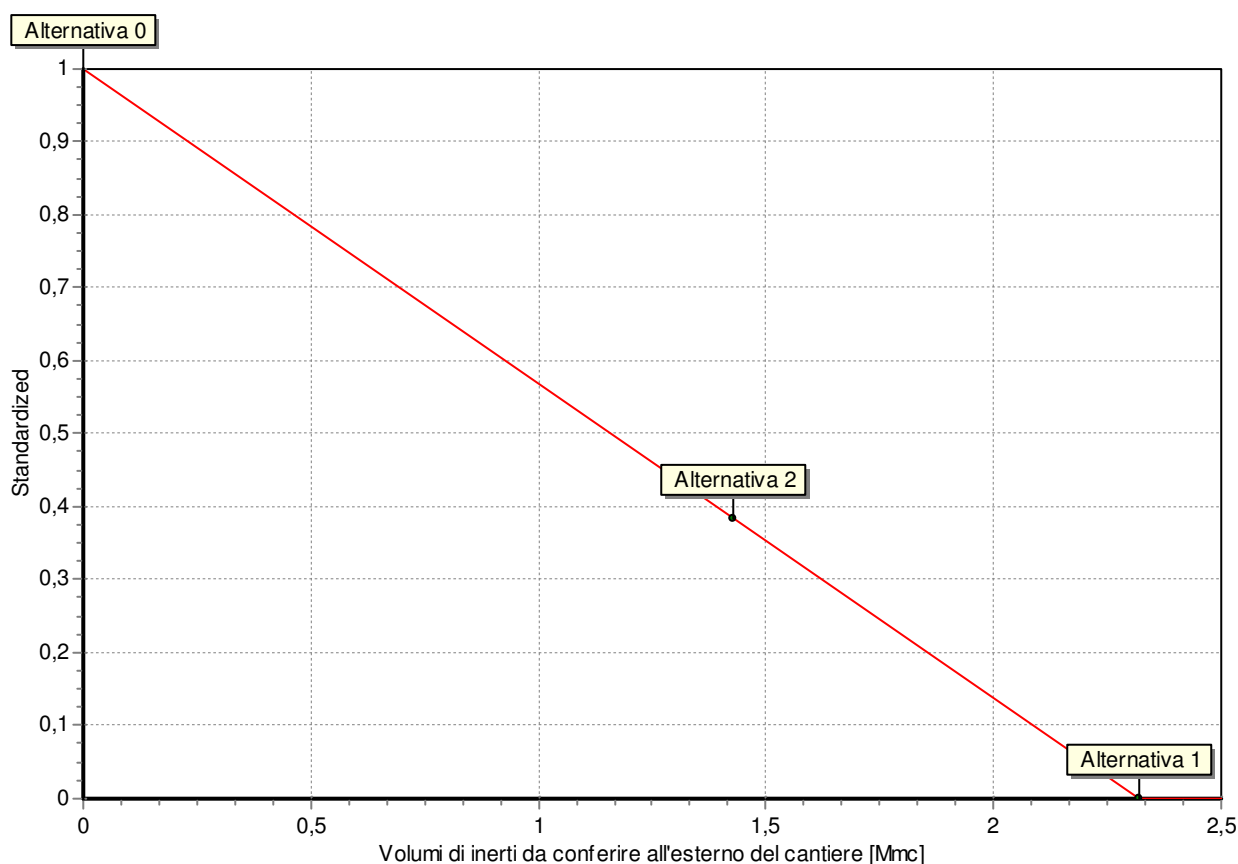
La valutazione considera i volumi complessivi di materiale di scavo (cfr. indicatore precedente) al netto di quelli reimpiegati in cantiere per la realizzazione delle arginature e delle opere accessorie.

In tabella 2.3.6 sono riportati i valori assunti dall'indicatore considerato (somma dei volumi di inerti - ghiaie e terre - da portare all'esterno del cantiere) per le varie alternative di progetto esaminate; si specifica che per l'Alternativa 2 tutti i volumi previsti sono riconducibili a ghiaie aventi un certo valore commerciale (sebbene i materiali del bacino del T. Baganza non siano inerti pregiati e possano essere utilizzati solo per impieghi di minor interesse come ad es. la realizzazione di sottofondi e rilevati stradali); questo aspetto, sicuramente positivo in termini economici e quale garanzia di allocazione dei materiali entro distanze contenute, non viene comunque considerato come discriminatorio in questa sede.

Tabella 2.3.6: Valori assunti dall'indicatore "Volumi di inerti da conferire all'esterno dell'area di cantiere".

Alternative di progetto	Suddivisione volumi in funzione delle attività previste	Volumi da conferire all'esterno [Mm <sup>3</sup> ]
Alternativa 0	-	0
Alternativa 1	Volumi scavo complessivi	3,17
	Volumi reimpiegati in cantiere per la realizzazione di arginature ed opere accessorie	-0,85
	<b>Residuo</b>	<b>2,32</b>
Alternativa 2	Volumi scavo complessivi	2,88
	Volumi reimpiegati in cantiere per la realizzazione di arginature ed opere accessorie	1,45
	<b>Residuo</b>	<b>1,43</b>

Nella figura seguente viene riportata la funzione di utilità dell'indicatore considerato, che, essendo il parametro di tipo "cost", è decrescente.



### 2.3.2.3 Impatti sulla falda

Il criterio considera gli impatti indotti dall'opera sulle acque sotterranee in termini di abbassamento della falda, conseguente all'azione congiunta di escavazione e realizzazione di diaframature impermeabili (diaframmi in *jet-grouting* compenetrati nelle arginature); la presenza di diaframature è considerata solo laddove questa sia effettivamente prevista dal progetto allo scopo di evitare il rischio di sifonamento degli argini.

Il parametro, di tipo "cost", è espresso come estensione delle aree interessate dall'abbassamento della falda in relazione all'entità dello stesso, considerando che maggiore sarà questo valore maggiori saranno gli impatti indotti sul territorio. Nello specifico, per gli scopi della presente lavoro, si assume come parametro rappresentativo per il confronto delle alternative progettuali l'estensione delle aree interessate da abbassamenti della falda superiori a 2 m rispetto all'assetto attuale, considerando che fenomeni di questa entità possano effettivamente assumere una rilevanza non trascurabile per i pozzi privati superficiali ad uso irriguo, per i fontanili esistenti e per l'insorgenza di fenomeni di cedimento dei terreni e conseguenti possibili danni/lesioni al patrimonio immobiliare presente nelle aree limitrofe all'opera.

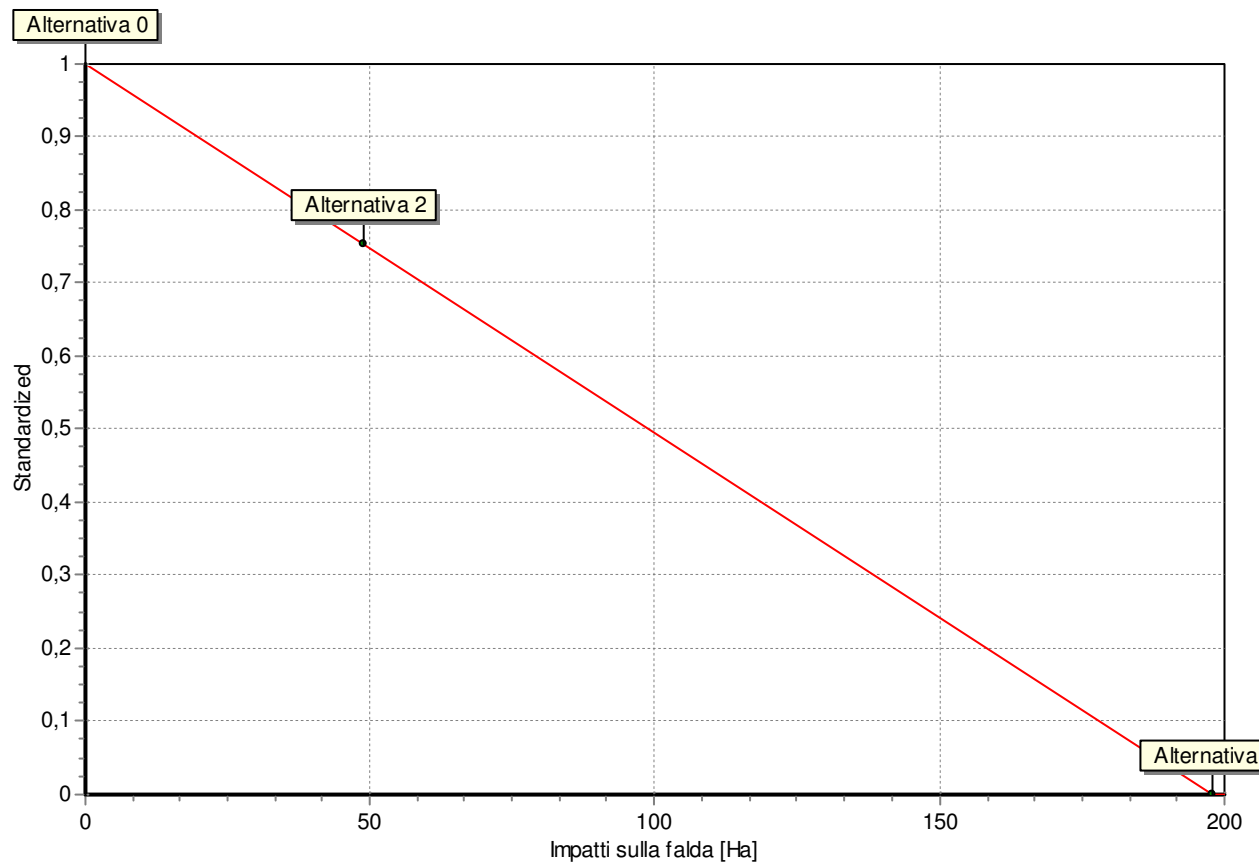
La valutazione viene effettuata a partire dai dati forniti dalla Relazione idrogeologica e dalle relative modellazioni allegate al Progetto definitivo, cui si rimanda per ulteriori approfondimenti in merito; nelle figure 2.3.3 e 2.3.4 viene riportata una rappresentazione grafica degli aspetti considerati, tratta dall'elaborato suddetto. In tabella 2.3.7 sono riportati i valori assunti dall'indicatore considerato per le varie alternative di progetto esaminate. Occorre comunque sottolineare che, una volta identificata la soluzione vincente, il progetto potrà essere ottimizzato anche individuando ulteriori soluzioni in grado di limitare gli impatti sulla falda (si veda a tale proposito quanto specificato nella stessa Relazione idrogeologica e nell'elaborato di Valutazione degli impatti del SIA).

**Tabella 2.3.7: Valori assunti dall'indicatore "Impatti sulla falda".**

<b>Alternative di progetto</b>	<b>Estensione delle aree interessate da abbassamenti della falda superiori a 2 m [Ha]</b>
Alternativa 0	0
Alternativa 1	198
Alternativa 2	49

Nella figura seguente viene riportata la funzione di utilità dell'indicatore considerato, che, essendo il parametro di tipo "cost", è decrescente.







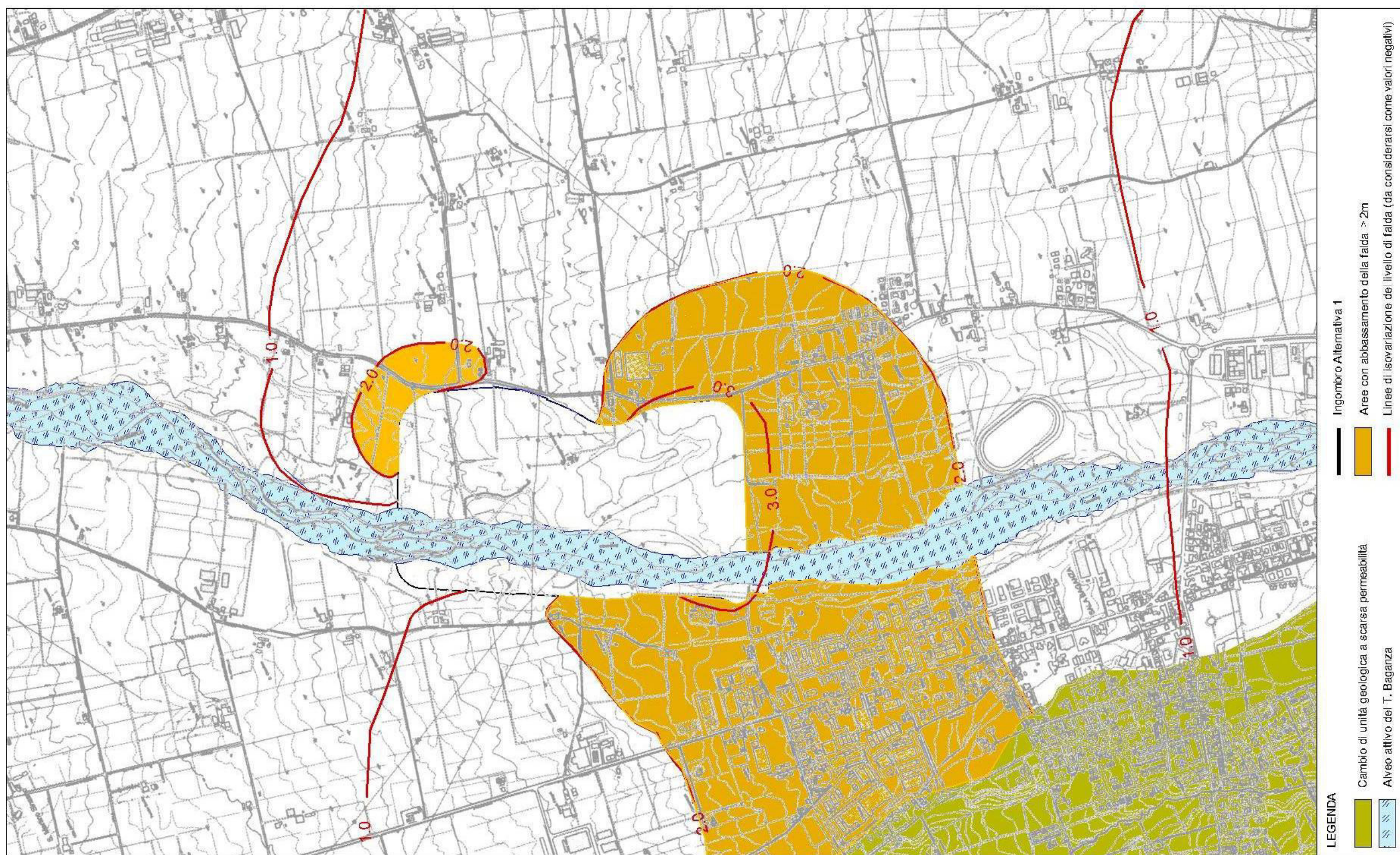


Figura 2.3.3: Impatti sulla falda indotti dalla realizzazione dell'opera (Alternativa 1).



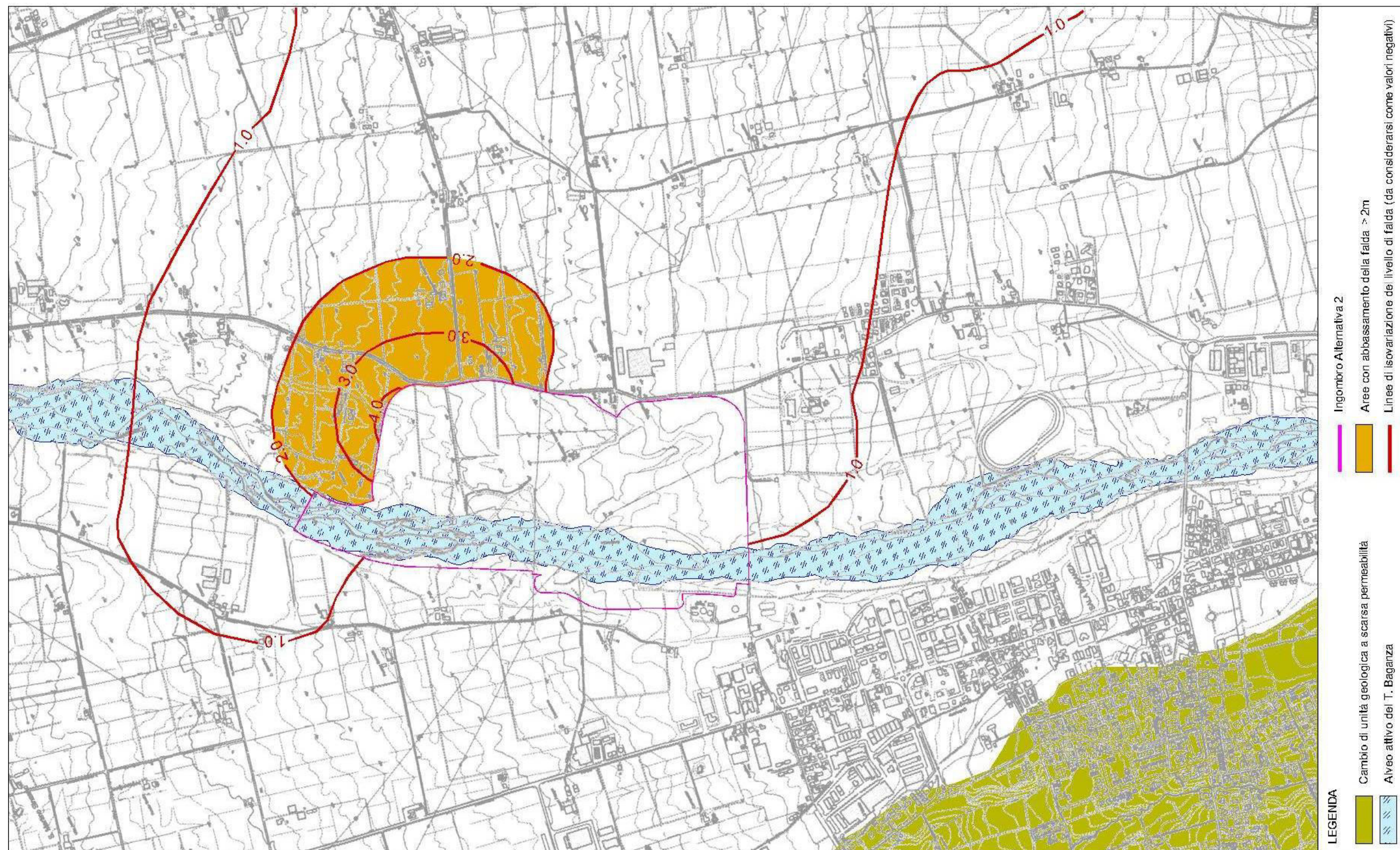


Figura 2.3.4: Impatti sulla falda indotti dalla realizzazione dell'opera (Alternativa 2).



#### 2.3.2.4 Perdita definitiva di suolo agricolo

L'indicatore, di tipo "cost", considera l'occupazione e la sottrazione definitiva di suolo agricolo indotte dalla realizzazione dell'opera (Ha).

Nel caso specifico, l'alternativa 0 non determina alcuna perdita di terreni agricoli, mentre le altre due soluzioni occupano una superficie complessiva sostanzialmente equivalente; ciò premesso, è possibile osservare quanto segue:

- per l'alternativa 1, in assenza di una compartimentazione interna tutte le aree agricole attualmente presenti entro il perimetro della cassa prevista dal PP 2015 (20,7 Ha) sono allagabili con ugual frequenza e quindi necessitano di una futura destinazione d'uso compatibile con tale situazione (ciò prefigura una sottrazione definitiva all'uso agricolo di tutte le aree coltivate occupate dall'opera);
- per l'alternativa 2 si prefigura la possibilità di mantenere ad uso agricolo a basso impatto (es. prato stabile) il secondo settore della cassa (avente frequenza di allagamento minore,  $T_R > 50$  anni); in altri termini le aree del Comparto 2 (di estensione pari a 8,3 Ha) saranno invase solo in presenza degli eventi più significativi; ciò consente a tutti gli effetti una diversa destinazione d'uso di queste aree (compreso anche un uso agricolo delle stesse), con maggiore possibilità di mantenere destinazioni d'uso diversificate e nello stesso tempo costi di manutenzione/gestione ridotti; restano pertanto definitivamente sottratte all'uso agricolo solo le aree del Comparto 1 (6,7 Ha) ed i terreni occupati definitivamente dagli argini (8,3 Ha), per un totale di circa 15 Ha.

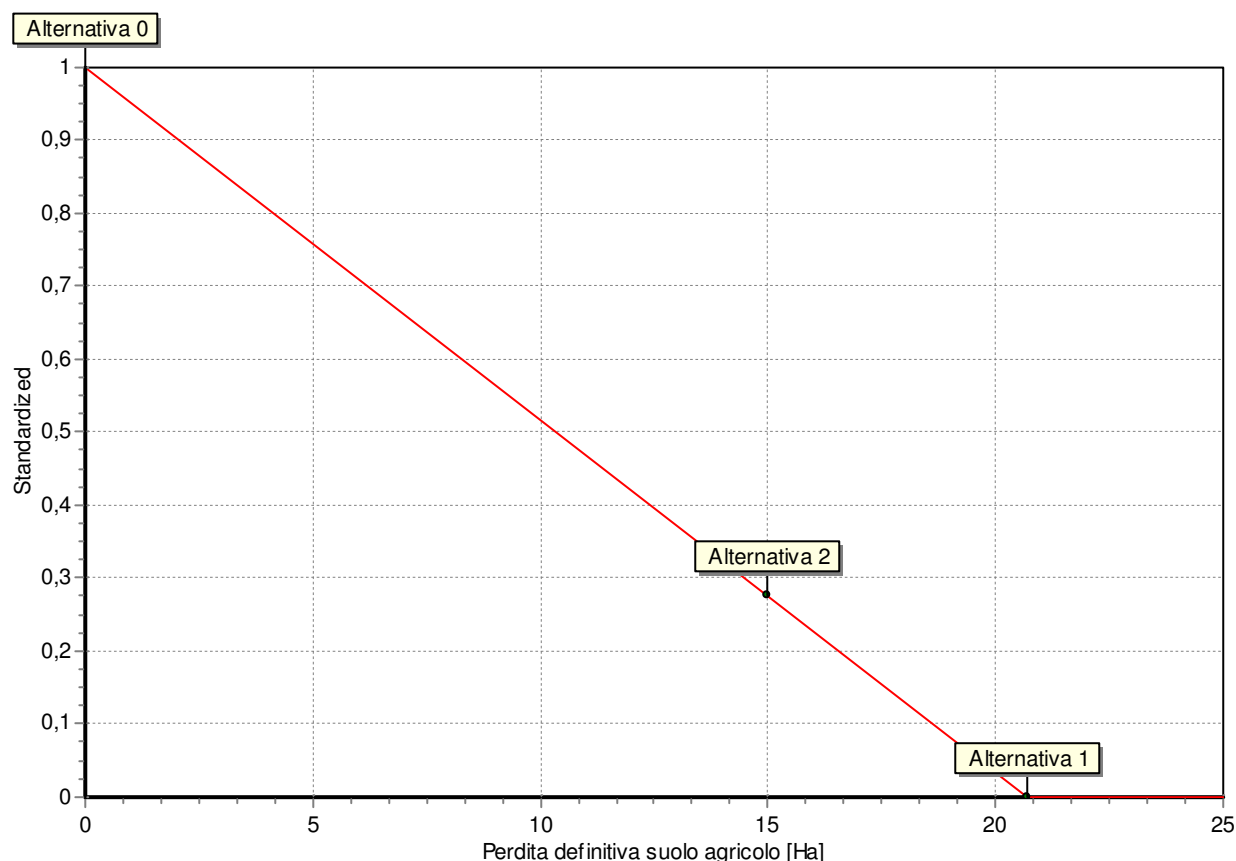
In tabella 2.3.8 sono riportati i valori assunti dall'indicatore considerato per le varie alternative di progetto esaminate.

**Tabella 2.3.8 Valori assunti dall'indicatore "Perdita definitiva di suolo agricolo".**

<b>Alternative di progetto</b>	<b>Estensione delle aree interne alla cassa definitivamente sottratte all'uso agricolo [Ha]</b>
Alternativa 0	0
Alternativa 1	20,7
Alternativa 2	15,0

Nella figura seguente viene riportata la funzione di utilità dell'indicatore considerato, che, essendo il parametro di tipo "cost", è decrescente.





### 2.3.3 Impatti sul corso d'acqua, gli ecosistemi, la vegetazione ed il paesaggio

#### 2.3.3.1 Effetti sul trasporto solido

L'indicatore fornisce una valutazione degli effetti attesi sul trasporto solido sia nel tratto fluviale direttamente interessato dall'opera che nelle aree a valle, e viene espresso in funzione dell'estensione del tratto fluviale coinvolto e dell'entità del fenomeno. Il criterio è di tipo "cost" in quanto la modifica del trasporto solido può determinare impatti negativi sul corso d'acqua, soprattutto nel tratto fluviale racchiuso entro la cassa (deposito di materiali che dovranno periodicamente essere rimossi per garantire la funzionalità idraulica dell'opera) e nel tratto a valle (erosione del fondo e delle sponde, con inevitabili conseguenze morfologiche ed ambientali).

In particolare l'incremento dell'erosione nelle zone a valle della cassa potrebbe determinare modifiche delle zone ripariali ed una riduzione della diversità morfologica dell'alveo, con effetti primari sull'ecosistema fluviale (alterazione degli habitat fluviali e delle comunità biologiche ad essi associate) che questo indicatore quindi valuta, seppur indirettamente. Nel caso specifico l'alternativa 0 non determina effetti sul trasporto solido, mentre per le altre due soluzioni è possibile effettuare una valutazione del fenomeno a partire dai dati forniti dalla Relazione

tecnica di studio del trasporto solido e dalle relative modellazioni allegate al Progetto definitivo, cui si rimanda per ulteriori approfondimenti in merito; in particolare si osserva che:

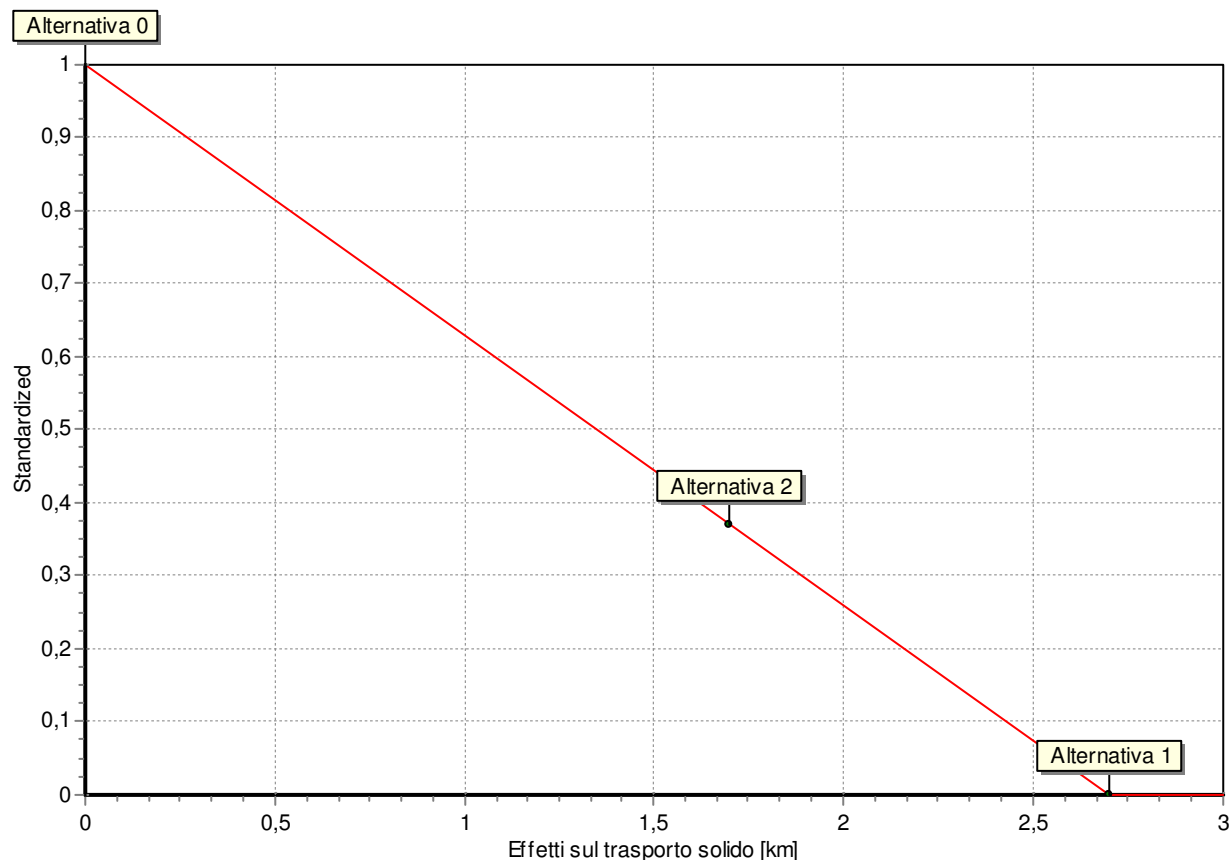
- per l'alternativa 1 è atteso un impatto maggiore derivante dalla realizzazione di 3 briglie a monte della cassa per un salto complessivo di 12 m, con modifica della pendenza dell'alveo nel tratto interno alla cassa che passa dall'1,2% (attuale) allo 0,23% (progetto); a seguito di ciò in circa 13 anni dal completamento dell'opera nel tratto di alveo interno alla cassa è atteso un accumulo di materiale di spessore pari a ca. 5 m mentre a valle del manufatto di regolazione è attesa un'erosione del fondo alveo di circa 3 m, estesa per un tratto di circa 1,5 km; il tratto fluviale potenzialmente interessato da una modifica significativa del trasporto solido è pari a 1,2 km (tutto il tratto interno alla cassa in cui si risconterà il deposito di materiali) e 1,5 km (tratto a valle della cassa in cui si risconteranno fenomeni erosivi), per un totale di 2,7 km;
- per l'alternativa 2 l'impatto è più contenuto grazie alla riduzione del salto di monte a 5 m, con modifica della pendenza dell'alveo nel tratto interno alla cassa che passa dall'1,2% (attuale) allo 0,7% (progetto); a seguito di ciò in circa 13 anni dal completamento dell'opera nel tratto di alveo interno alla cassa è atteso un accumulo di materiale di ca. 3,5 m mentre a valle del manufatto di regolazione è attesa un'erosione del fondo alveo di circa 1 m, estesa per un tratto di circa 1 km; il tratto fluviale potenzialmente interessato da una modifica significativa del trasporto solido è pari a 0,7 km (tratto interno alla cassa in cui si risconterà un deposito di materiali, ovvero il solo Comparto 1) e 1 km (tratto a valle della cassa in cui si risconteranno fenomeni erosivi), per un totale di 1,7 km.

In relazione a quanto sopra esposto l'alternativa 2 riduce l'impatto in quanto limita l'accumulo di materiale a valle del salto d'ingresso all'invaso, riduce l'entità dell'erosione a valle del manufatto di regolazione e contiene il tratto complessivamente interessato dalla perturbazione (vedi rappresentazione grafica riportata in figura 2.3.5), per effetto sia dell'arretramento di circa 500 m del manufatto di regolazione che di una variazione più contenuta delle pendenze. In tabella 2.3.9 sono riportati i valori assunti dall'indicatore considerato per le varie alternative di progetto esaminate.

**Tabella 2.3.9** Valori assunti dall'indicatore "Effetti sul trasporto solido".

<b>Alternative di progetto</b>	<b>Lunghezza del tratto di alveo interessato dalla modifica del trasporto solido [km]</b>
Alternativa 0	0
Alternativa 1	2,7
Alternativa 2	1,7

Nella figura seguente viene riportata la funzione di utilità dell'indicatore considerato, che, essendo il parametro di tipo "cost", è decrescente.





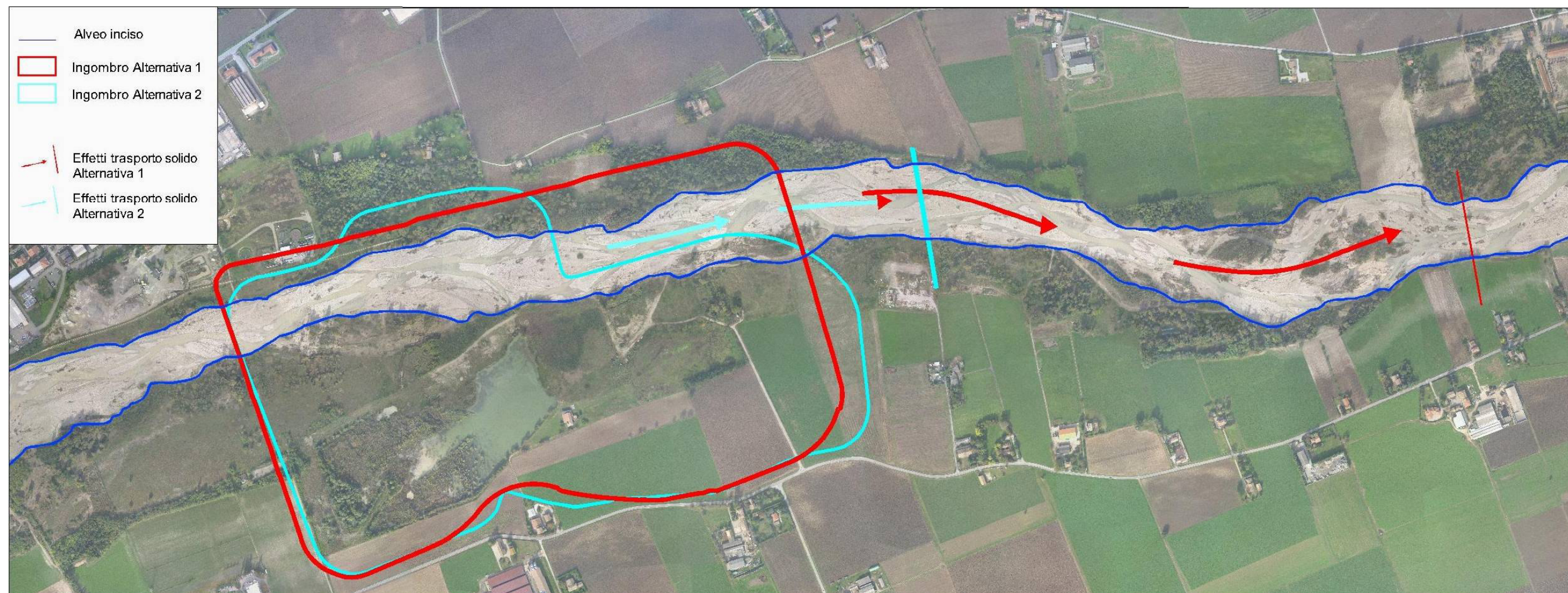


Figura 2.3.5: Tratto fluviale potenzialmente interessato da modifiche del trasporto solido a seguito della realizzazione dell'opera (confronto tra Alternativa 1 e Alternativa 2).



### 2.3.3.2 Impatti diretti sulla vegetazione

L'indicatore, di tipo "cost", considera l'estensione e la qualità della vegetazione direttamente eliminata a causa della realizzazione dell'opera (scavo dell'invaso, realizzazione delle arginature e dei manufatti, risezionamenti e opere di difesa idraulica in alveo).

In tabella 2.3.10 vengono riportate le tipologie vegetazionali interessate dalle diverse alternative progettuali e la relativa estensione, che viene quindi assunta come indicatore d'impatto come riportato in tabella 2.3.11 (vedi anche rappresentazione grafica riportata nelle figure 2.3.6 e 2.3.7); l'alternativa zero non determina impatti su questo criterio di valutazione, mentre le altre due soluzioni proposte determinano l'eliminazione della vegetazione direttamente interessata dalle opere, con effetti sostanzialmente simili (sia per estensione che per caratteristiche e valenza ecologica degli ambienti interessati).

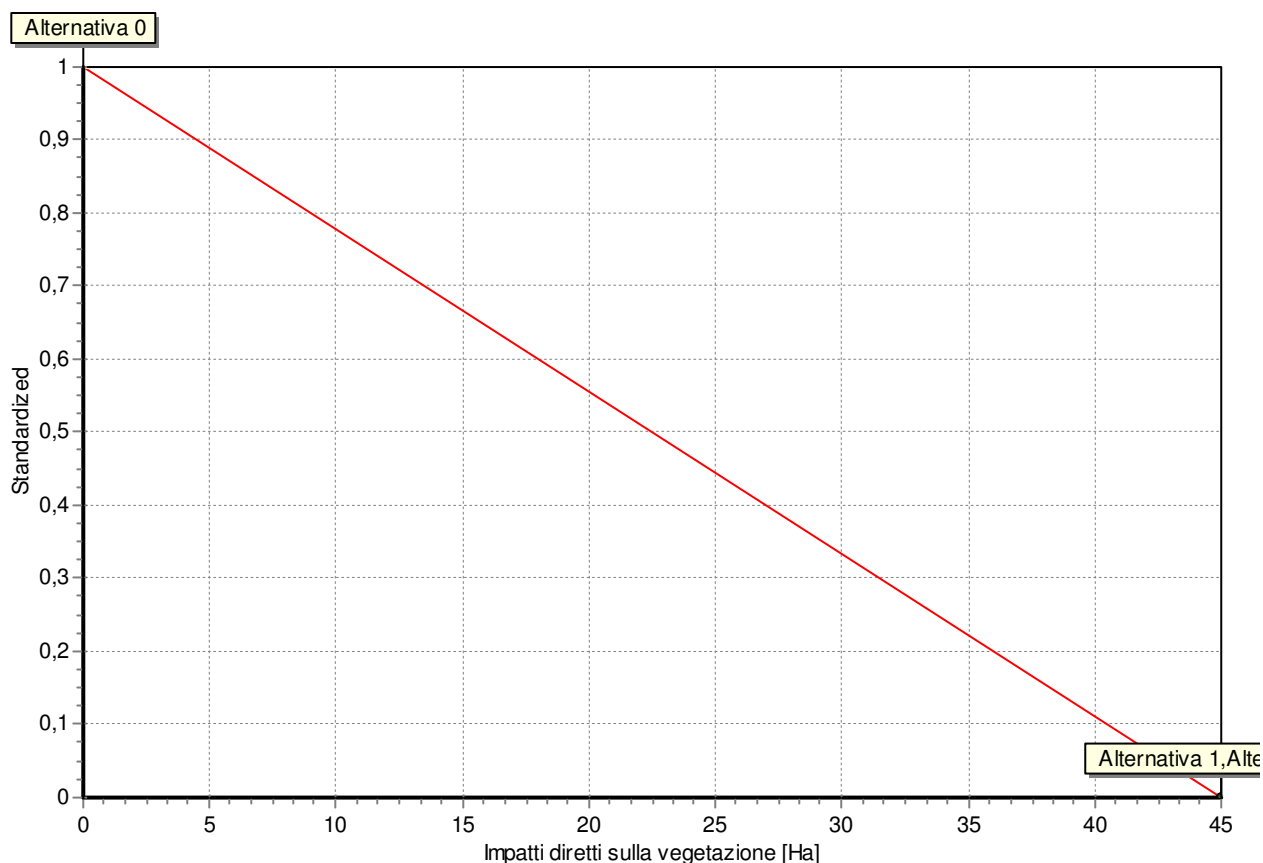
**Tabella 2.3.10 Tipologia ed estensione degli habitat vegetazionali eliminati dalle diverse alternative progettuali.**

Habitat vegetazionali interessati dalle alternative progettuali	Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2
Vegetazione semi-ruderali, sinantropiche meso-xerofile di alte erbe nitrofile perenni ( <i>Artemisietea vulgaris</i> )	0 m <sup>2</sup>	101.140 m <sup>2</sup>	101.140 m <sup>2</sup>
Mosaico di vegetazioni erbacee tipiche dei pratelli aridi (xerobrometi edafici; <i>Festuco Brometea</i> )	0 m <sup>2</sup>	79.500 m <sup>2</sup>	90.190 m <sup>2</sup>
Formazioni a dominanza di <i>Salix alba</i> e boscaglie igrofile retro-riparie (ricducibili all'habitat 91E0*), frammiste a popolamenti elementari di <i>Phragmites australis</i> e <i>Typha laxmannii</i>	0 m <sup>2</sup>	82.770 m <sup>2</sup>	82.770 m <sup>2</sup>
Formazioni riparie ruderali a dominanza di <i>Populus nigra</i> con <i>Robinia pseudoacacia</i> e <i>Amorpha fruticosa</i>	0 m <sup>2</sup>	87.700 m <sup>2</sup>	83.430 m <sup>2</sup>
Formazioni boscate aperte su terrazzi stabilizzati a dominanza di Farnia, Roverella e Orniello	0 m <sup>2</sup>	49.770 m <sup>2</sup>	41.460 m <sup>2</sup>
Mosaico di vegetazioni annuali e perenni idro-igrofile a dominanza di <i>Cyperus fuscus</i> e <i>Juncus articulatus</i>	0 m <sup>2</sup>	10.500 m <sup>2</sup>	10.500 m <sup>2</sup>
Vegetazione acquatica a <i>Potamogeton polygonifolius</i>	0 m <sup>2</sup>	24.240 m <sup>2</sup>	24.240 m <sup>2</sup>
Vegetazione ruderale caratterizzata da costanti interventi antropici	0 m <sup>2</sup>	13.380 m <sup>2</sup>	11.358 m <sup>2</sup>
<b>Superficie complessiva</b>	<b>0 m<sup>2</sup></b>	<b>449.000 m<sup>2</sup></b> <b>(45 Ha)</b>	<b>445.088 m<sup>2</sup></b> <b>(45 Ha)</b>

Tabella 2.3.11 Valori assunti dall'indicatore "Impatti diretti sulla vegetazione".

Alternative di progetto	Estensione complessiva delle aree vegetate naturali o paraturali eliminate dalla realizzazione dell'opera [Ha]
Alternativa 0	0
Alternativa 1	45
Alternativa 2	45

Nella figura seguente viene riportata la funzione di utilità dell'indicatore considerato, che, essendo il parametro di tipo "cost", è decrescente.







Ingombro Alternativa 1

POTENZIALI HABITAT INTERESSATI  
DIRETTAMENTE DALL'OPERA

	Vegetazione semi-ruderali, sinantropiche meso-xerofile di alte erbe nitrofile perenni ( <i>Artemisia vulgaris</i> )	101.140 m <sup>2</sup>
	Mosaico di vegetazioni erbacee tipiche dei prati aridi ( <i>xerobrometis</i> edafici, <i>Festuca Brometia</i> ) riconducibile all'habitat 6210	79.500 m <sup>2</sup>
	Formazioni a dominanza di <i>Salix alba</i> e boscaglie igrofile retro-riparie (riconducibili all'habitat 91E0*), frammiste a popolamenti elementari di <i>Phragmites australis</i> <i>Typha laxmannii</i> (riconducibile all'habitat di interesse nazionale "cariceti e canneti di acqua dolce" macrocategoria 31)	82.770 m <sup>2</sup>
	Formazioni riparie ruderali a dominanza di <i>Populus nigra</i> con <i>Robinia pseudoacacia</i> e <i>Amorpha fruticosa</i> (riconducibile all'habitat 92A0)	87.700 m <sup>2</sup>
	Formazioni boscate aperte su terrazzi stabilizzati a dominanza di <i>Farnia</i> , <i>Roverella</i> e <i>Orniello</i>	49.770 m <sup>2</sup>
	Mosaico di vegetazioni annuali e perenni idro-igrofile a dominanza di <i>Cyperus fuscus</i> (riconducibile all'habitat 3130) <i>Juncus articulatus</i> (riconducibile all'habitat di interesse nazionale "cariceti e canneti di acqua dolce" macrocategoria 31) e <i>Xanthium orientale italicum</i> (riconducibile habitat 3270)	10.500 m <sup>2</sup>
	Vegetazione acquatica a <i>potamogeton polygonifolius</i> (riconducibile all'habitat 3150)	24.230 m <sup>2</sup>
	Vegetazione ruderaie caratterizzata da costanti interventi antropici	13.380 m <sup>2</sup>

Figura 2.3.6: Tipologie vegetazionali direttamente interessate dalla realizzazione dell'opera (Alternativa 1).





Ingombro Alternativa 2

POTENZIALI HABITAT INTERESSATI  
DIRETTAMENTE DALL'OPERA

<div></div>	Vegetazione semi-ruderali, sinantropiche meso-xerofile di alte erbe nitrofile perenni ( <i>Artemisietea vulgaris</i> )	101.140 m <sup>2</sup>
<div></div>	Mosaico di vegetazioni erbacee tipiche dei pratelli aridi ( <i>xerobromet</i> i edafici; <i>Festuco Bromet</i> ea) riconducibile all'habitat 6210	90.190 m <sup>2</sup>
<div></div>	Formazioni a dominanza di <i>Salix alba</i> e boscaglie igrofile retro-riparie (riconducibili all'habitat 91E0*), frammiste a popolamenti elementari di <i>Phragmites australis</i> <i>Typha laxmannii</i> (riconducibile all'abitat di interesse nazionale "cariceti e canneti di acqua dolce" macrocategoria 31)	82.770 m <sup>2</sup>
<div></div>	Formazioni riparie ruderali a dominanza di <i>Populus nigra</i> con <i>Robinia pseudoacacia</i> e <i>Amorpha fruticosa</i> (riconducibile all'habitat 92A0)	83.430 m <sup>2</sup>
<div></div>	Formazioni boscate aperte su terrazzi stabilizzati a dominanza di <i>Fania</i> , <i>Roverella</i> e <i>Orniello</i>	41.460 m <sup>2</sup>
<div></div>	Mosaico di vegetazioni annuali e perenni idro-igrofile a dominanza di <i>Cyperus fuscus</i> (riconducibile all'habitat 3130) <i>Juncus articulatus</i> (riconducibile all'habitat di interesse nazionale "cariceti e canneti di acqua dolce macrocategoria 31) e <i>Xanthium orientale italicum</i> (riconducibile habitat 3270)	10.500 m <sup>2</sup>
<div></div>	Vegetazione acquatica a <i>potamogeton polygonifolius</i> (riconducibile all'habitat 3150)	24.230 m <sup>2</sup>
<div></div>	Vegetazione ruderale caratterizzata da costanti interventi antropici	11.360 m <sup>2</sup>

Figura 2.3.7: Tipologie vegetazionali direttamente interessate dalla realizzazione dell'opera (Alternativa 2).



### 2.3.3.3 Impatti indiretti sulla vegetazione

L'indicatore "Impatti sulla falda" descritto nel precedente § 2.3.2.3 considera gli impatti indotti sul territorio dall'abbassamento della falda conseguente all'azione congiunta di escavazione e realizzazione di diaframature impermeabili, con specifico riferimento agli effetti attesi per i pozzi privati superficiali ad uso irriguo, per i fontanili esistenti e per l'insorgenza di fenomeni di cedimento dei terreni e conseguenti danni/lesioni al patrimonio immobiliare presente nelle aree limitrofe all'opera.

Oltre alla suddetta tipologia di impatti, l'abbassamento della falda può determinare effetti negativi anche a carico della vegetazione perfluviale esistente a monte e a valle dell'opera, in quanto la minore disponibilità idrica può favorire fenomeni di inaridimento o comunque di sofferenza degli esemplari presenti. Il presente parametro, di tipo "cost", considera appunto questi aspetti ed è espresso come estensione delle aree di vegetazione riparia interessate dall'abbassamento della falda in relazione all'entità dello stesso, considerando che maggiore sarà questo valore maggiori saranno gli impatti.

Questo criterio di valutazione esprime anche indirettamente gli effetti attesi su alcuni aspetti riguardanti la funzionalità fluviale, in quanto condizioni di sofferenza e di deperimento della vegetazione perfluviale possono determinare una diminuzione della capacità tampone delle c.d. "buffer zones" riparie, in grado di regolare gli apporti al corso d'acqua di inquinanti e nutrienti (soprattutto dei nitrati) provenienti dal territorio ed in particolare dal dilavamento diffuso delle zone agricole adiacenti ("run off").

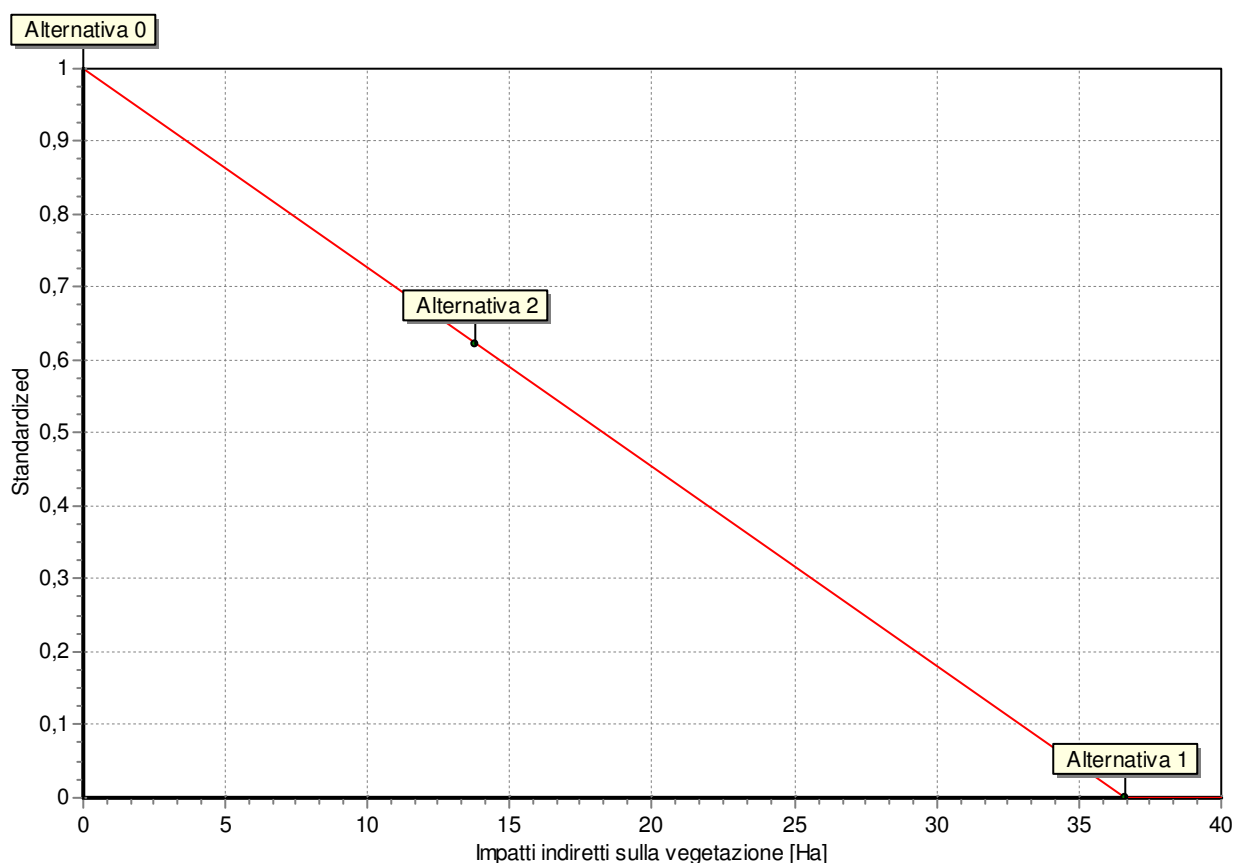
In questo caso si assume come parametro rappresentativo per il confronto delle alternative progettuali l'estensione delle aree di vegetazione riparia (a monte e a valle dell'opera, sia in sinistra che in destra idrografica) interessate da abbassamenti stabili della falda pari o superiori a 1 m rispetto all'assetto attuale (che presenta una soggiacenza media pari a 3 m), considerando che fenomeni di questa entità potrebbero assumere una rilevanza non trascurabile per il deperimento degli esemplari presenti; in questo caso infatti la vegetazione esistente potrebbe tendenzialmente essere sostituita da specie più xerofile.

La valutazione viene effettuata a partire dai dati forniti dalla Relazione idrogeologica e dalle relative modellazioni allegate al Progetto definitivo (cui si rimanda per ulteriori approfondimenti in merito), sovrapponendo queste indicazioni con la perimetrazione della vegetazione perfluviale esistente (vedi figure 2.3.8 e 2.3.9). In tabella 2.3.12 sono riportati i valori assunti dall'indicatore considerato per le varie alternative di progetto esaminate.

Tabella 2.3.12: Valori assunti dall'indicatore "Impatti indiretti sulla vegetazione".

Alternative di progetto	Estensione delle aree di vegetazione perfluviale interessate da abbassamenti della falda superiori a 1 m [Ha]
Alternativa 0	0
Alternativa 1	36,6
Alternativa 2	13,8

Nella figura seguente viene riportata la funzione di utilità dell'indicatore considerato, che, essendo il parametro di tipo "cost", è decrescente.





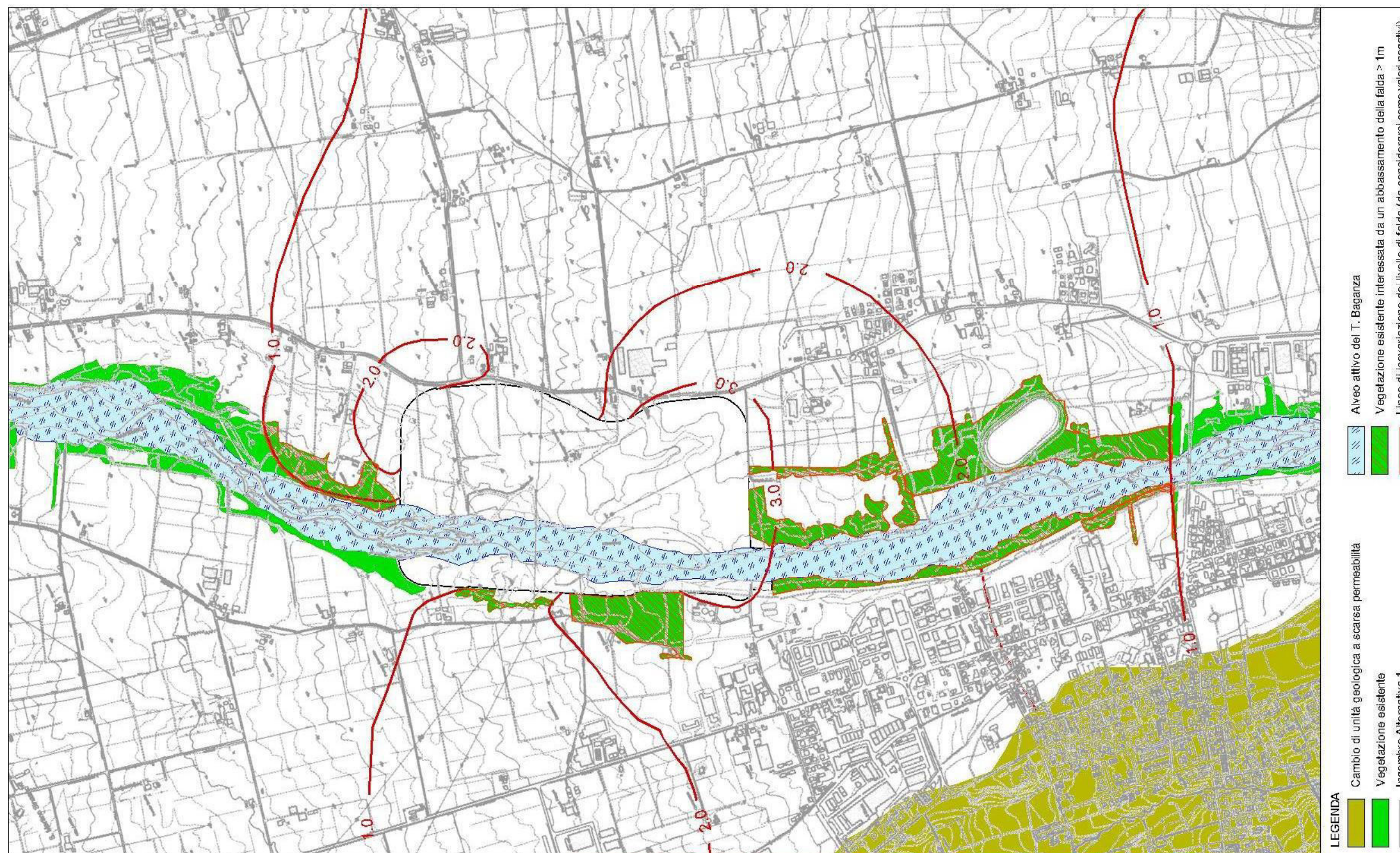


Figura 2.3.8: Vegetazione perfluviale interessata da abbassamenti della falda superiori a 1 m (Alternativa 1).



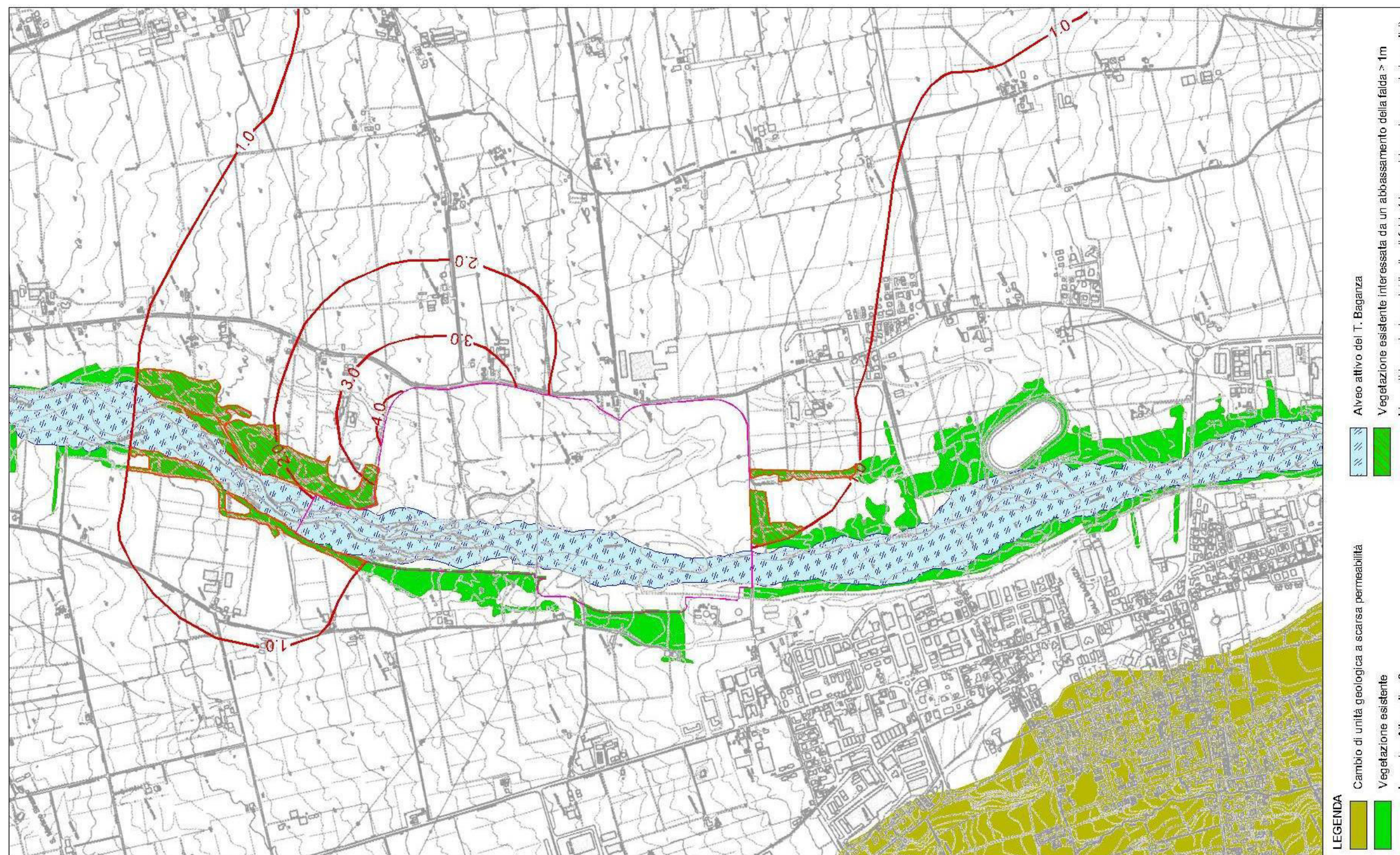


Figura 2.3.9: Vegetazione perifluviale interessata da abbassamenti della falda superiori a 1 m (Alternativa 2).



#### 2.3.3.4 Qualità morfologica fluviale

L'indicatore, di tipo "benefit", descrive la qualità morfologica del tratto fluviale entro cui ricade l'opera in progetto, compreso tra Marzolaro e la confluenza del Baganza nel T. Parma; il parametro viene espresso in funzione dell'Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio (IQMm), definito secondo le metodologie descritte da ISPRA per le Linee Guida IDRAIM (*Sistema di valutazione IDromorfologica, Analisi e Monitoraggio dei corsi d'acqua*).

Si è scelto di adottare questo parametro in quanto l'IQMm è uno strumento specifico per il monitoraggio degli effetti indotti dalla realizzazione di opere fluviali, utile per quantificare variazioni della qualità morfologica alla scala di alcuni anni, ad esempio dopo l'esecuzione di interventi che possano aver migliorato o peggiorato la qualità morfologica del corso d'acqua<sup>10</sup>.

L'IQMm è stato valutato in termini previsionali applicando le metodologie descritte nelle Linee Guida ISPRA e considerando le modifiche che potrebbero intervenire nella morfologia fluviale a seguito della realizzazione delle opere in progetto (per approfondimenti in merito si veda l'elaborato specialistico BAG2\_16SIA\_R\_RE\_05\_A, fornito come allegato alla Valutazione degli Impatti del SIA).

In tabella 2.3.13 sono riportati i valori assunti dall'indicatore considerato per le varie alternative di progetto esaminate; come si vede, nel tratto interessato dalla realizzazione dell'opera in progetto è attesa una locale diminuzione dell'IQMm, nella sola porzione a valle della Cassa.

**Tabella 2.3.13: Valori assunti dall'indicatore "Qualità morfologica fluviale".**

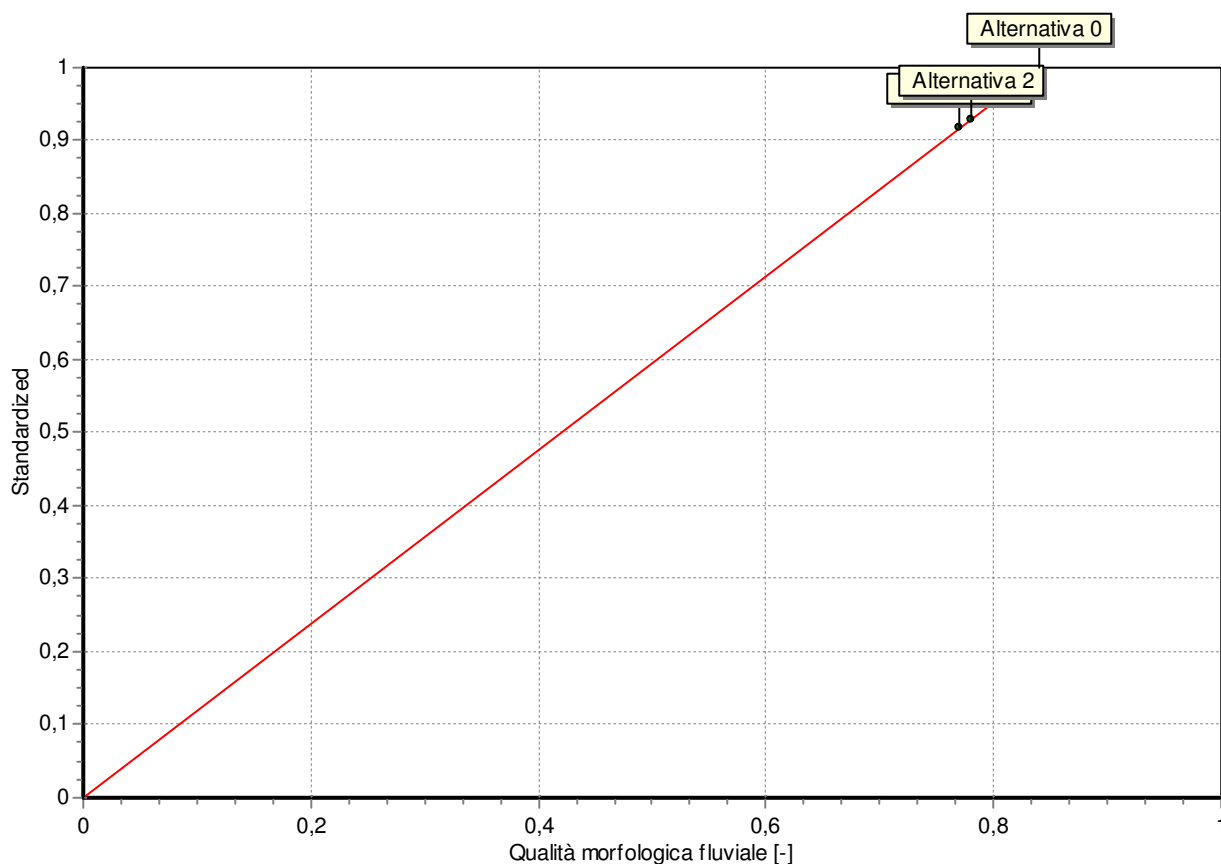
<b>Alternative di progetto</b>	<b>IQMm calcolato per il tratto fluviale in esame</b>
Alternativa 0	0,84
Alternativa 1	0,77
Alternativa 2	0,78

Nella figura seguente viene riportata la funzione di utilità dell'indicatore considerato, che, essendo il parametro di tipo "benefit", è crescente.

---

<sup>10</sup> Questo aspetto differenzia l'IQMm dall'IQM (Indice di Qualità Morfologica), che è invece finalizzato alla valutazione complessiva dello stato morfologico attuale di un tratto di corso d'acqua, prendendo in considerazione intervalli temporali di 50-100 anni e, talvolta, anche maggiori. L'IQM fornisce un giudizio complessivo sulle condizioni morfologiche del corso d'acqua ed è adatto per scopi di classificazione e monitoraggio dello stato morfologico, mentre l'IQMm fornisce un'indicazione sulla tendenza della qualità morfologica nel breve termine, anche in seguito all'impatto indotto da opere artificiali (come ad es. la Cassa d'espansione).





#### 2.3.3.5 Ostruzione visuale

L'indicatore descrive gli impatti paesaggistici che in questa sede possono essere quantificati in funzione di un parametro definito "Ostruzione visuale", che descrive l'occupazione del campo visivo da parte dei rilevati arginali e del manufatto di regolazione che verranno realizzati nell'area d'intervento.

L'ostruzione visuale è un parametro misurabile in termini ragionevolmente obiettivi; un metodo empirico per la determinazione della fascia entro la quale si manifesta questo fenomeno in relazione all'altezza degli argini e del manufatto di regolazione è riportato in tabella 2.3.14.

La valutazione deve tener conto della eventuale presenza di elementi schermanti (es. alberi d'alto fusto, laddove presenti) che impediscono la percezione visiva dell'opera da parte dei ricettori esposti, che nel caso in esame vengono identificati con le abitazioni esistenti e con i tratti di viabilità pubblica dai quali l'opera risulterebbe essere visibile.

**Tabella 2.3.14** Livello di ostruzione visuale in relazione all'altezza massima delle opere ed alla distanza del ricettore (tratto da Department of Transport, Manual of Environmental Appraisal, England, 1983).

Altezza massima degli argini e del manufatto di progetto (m)	Distanza del ricettore (m)			
	Ostruzione alta	Ostruzione media	Ostruzione ridotta	Ostruzione nulla
1	0-20	20-60	60-110	>110
2	0-25	25-70	70-130	>130
3	0-25	25-80	80-160	>160
4	0-30	30-95	95-190	>190
5	0-35	35-110	110-220	>220
6	0-40	40-125	125-250	>250
7	0-45	45-140	140-280	>280
8	0-50	50-150	150-300	>300
9	0-55	55-160	160-320	>320
10	0-60	60-170	170-350	>350
11	0-65	65-180	180-380	>380
12	0-70	70-190	190-400	>400
13	0-75	75-200	200-420	>420
14	0-80	80-210	210-450	>450
15	0-85	85-220	220-480	>480

Nelle figure 2.3.10 e 2.3.11 è riportata la rappresentazione grafica del parametro considerato; i punteggi di impatto assegnati a ciascuna alternativa possono essere definiti aggregando, per ogni soluzione progettuale, l'ostruzione visuale complessiva determinata sommando i punteggi di ostruzione visuale dei ricettori esposti (centri abitati, nuclei abitati, abitazioni rurali isolate, zone industriali, vie di comunicazione), definiti secondo il metodo descritto in tabella 2.3.15.

**Tabella 2.3.15** Modalità di calcolo dell'indicatore "Ostruzione visuale".

Ricettori esposti	Punteggio parziale (a)	Ostruzione visuale (tab. 2.3.14)	Punteggio parziale (b)	Punteggio totale di ostruzione visuale $\Sigma (a) \times (b)$
Abitazioni	4	alta	3	Il punteggio totale è calcolato mediante la sommatoria dei prodotti dei punteggi parziali riferiti ad abitazioni e vie di comunicazione:  $\Sigma [(a) \times (b)]$
		media	2	
		bassa	1	
		nulla	0	
Vie di comunicazione	> 500 m: 4	alta	3	
	250÷500 m: 3	media	2	
	100÷250 m: 2	bassa	1	
	< 100 m: 1	nulla	0	

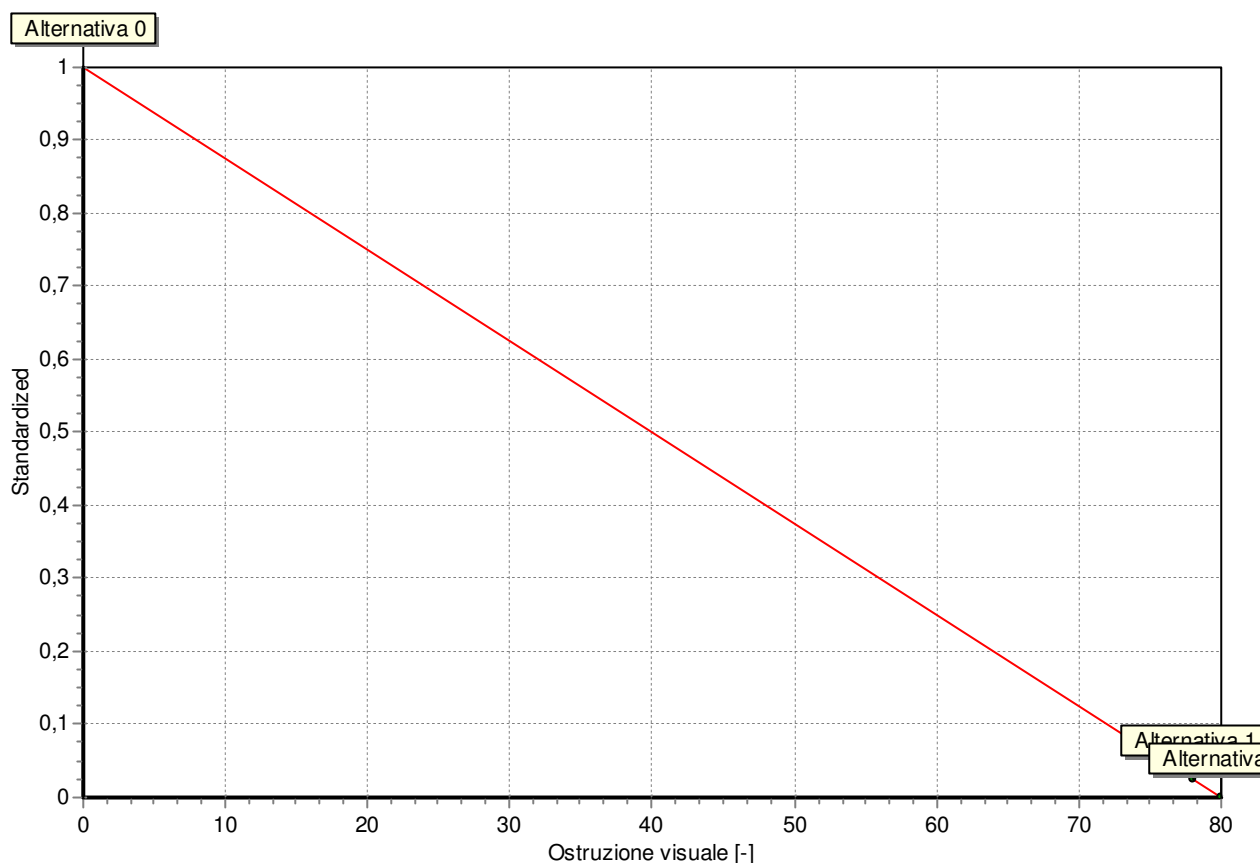


In tabella 2.3.16 sono riportati i valori assunti dall'indicatore considerato per le varie alternative di progetto esaminate.

**Tabella 2.3.16: Valori assunti dall'indicatore "Ostruzione visuale".**

Alternative di progetto	Punteggio di ostruzione visuale
Alternativa 0	0
Alternativa 1	78
Alternativa 2	80

Nella figura seguente viene riportata la funzione di utilità dell'indicatore considerato, che, essendo il parametro di tipo "cost", è decrescente.





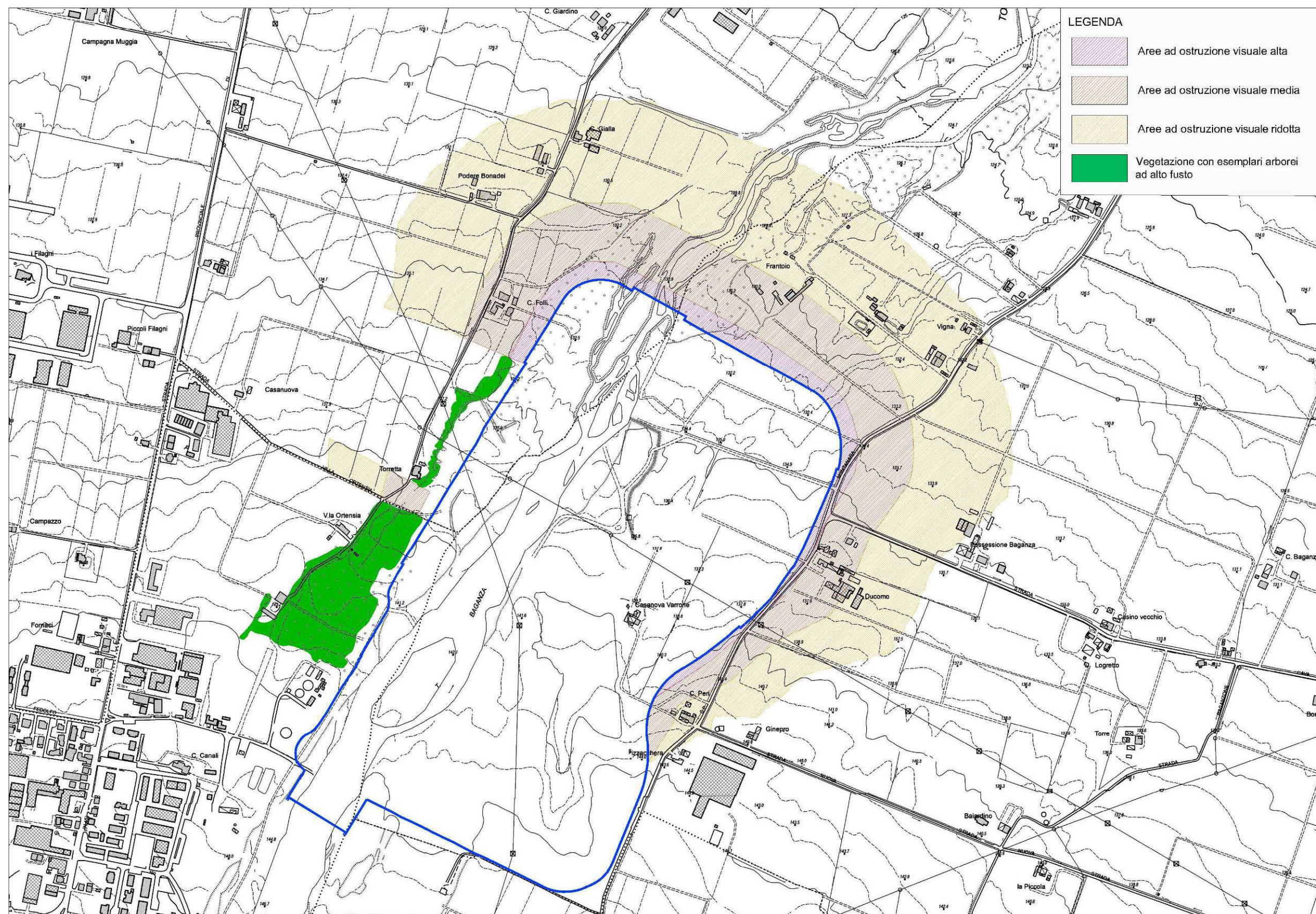


Figura 2.3.10: Ostruzione visuale indotta dalla realizzazione degli argini e del manufatto di regolazione della Cassa (Alternativa 1).



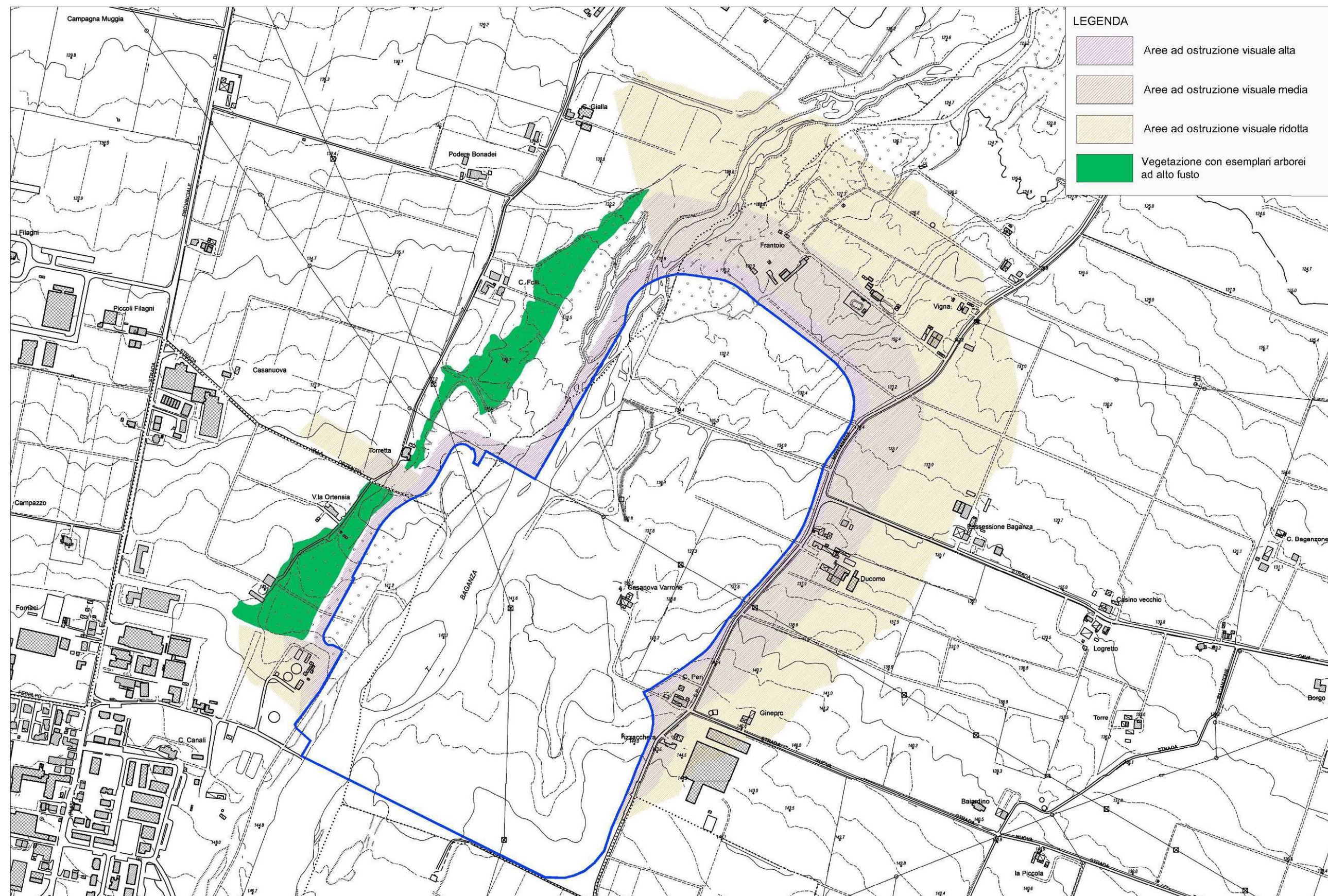


Figura 2.3.11: Ostruzione visuale indotta dalla realizzazione degli argini e del manufatto di regolazione della Cassa (Alternativa 2).



## 2.3.4 Costi

### 2.3.4.1 Costi economici per la collettività

Il presente indicatore stima i costi economici per la collettività, espressi in milioni di euro. Il criterio considerato è un parametro monetario di tipo “cost”.

I costi riconducibili all'Alternativa 0 possono essere valutati considerando i danni stimati sulla base della registrazione ufficiale dei danni riscontrati nel 2014 per il patrimonio pubblico e privato e per le attività produttive. Se questa valutazione economica è, da un lato, approssimata rispetto all'estensione aree esondate (in quanto, come già specificato precedentemente, le aree di allagamento sono state desunte prendendo a riferimento l'evento reale del 2014, in cui il volume esondato è presumibilmente inferiore rispetto a quello teorico dell'idrogramma sintetico di riferimento T200) è però molto precisa nella definizione dei danni, in quanto questi sono derivati da dati reali e non da curve di danno teoriche (che rappresentano, di fatto, l'aspetto più aleatorio e difficile da stimare).

A tale proposito si osserva che in letteratura sono disponibili diverse curve di danno; tuttavia, la loro affidabilità è discutibile (Molinari et al., 2012<sup>11</sup>, Handmer, 2002<sup>12</sup>). I modelli esistenti esprimono infatti il danno atteso in funzione della pericolosità dell'evento e delle caratteristiche di vulnerabilità dell'esposto, considerando però un limitato numero di variabili esplicative (in genere l'altezza di allagamento e qualche parametro di vulnerabilità).

Al contrario, l'impatto generato dall'evento dipende da una molteplicità di fattori legati tanto alla pericolosità (es. altezza di allagamento, velocità acqua, presenza di sedimenti) quanto alla vulnerabilità (numero di piani, stato di manutenzione, presenza di impianti, ecc.); questo comporta un'incertezza di stima non trascurabile (Merz et al., 2004)<sup>13</sup>.

In Italia la situazione è ancora più complessa. Un'attenta analisi della letteratura evidenzia infatti che non esistono curve di danno specifiche (Manciola et al., 2003)<sup>14</sup>; d'altra parte, l'utilizzo di curve derivate in altri contesti (quali quello centro-europeo o statunitense) amplificherebbe ulteriormente l'incertezza di stima dal momento che tali modelli sono fortemente legati al contesto di origine. Il territorio italiano differisce infatti da quelli analizzati in letteratura non solo in termini di fenomeni pericolosi ma anche di vulnerabilità dell'ambiente esposto; inoltre, anche

---

<sup>11</sup> Molinari, D., Aronica, G.T., Ballio, F., Berni, N., Pandolfo, C., *Le curve di danno quale strumento a supporto della direttiva alluvioni: criticità dei dati italiani. XXXIII Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Brescia, Italia, 10-15 settembre 2012.*

<sup>12</sup> Handmer, J., *The chimera of precision: inherent uncertainties in disaster loss assessment. International journal of mass emergencies and disasters*, 2002, 20(3), 325-346.

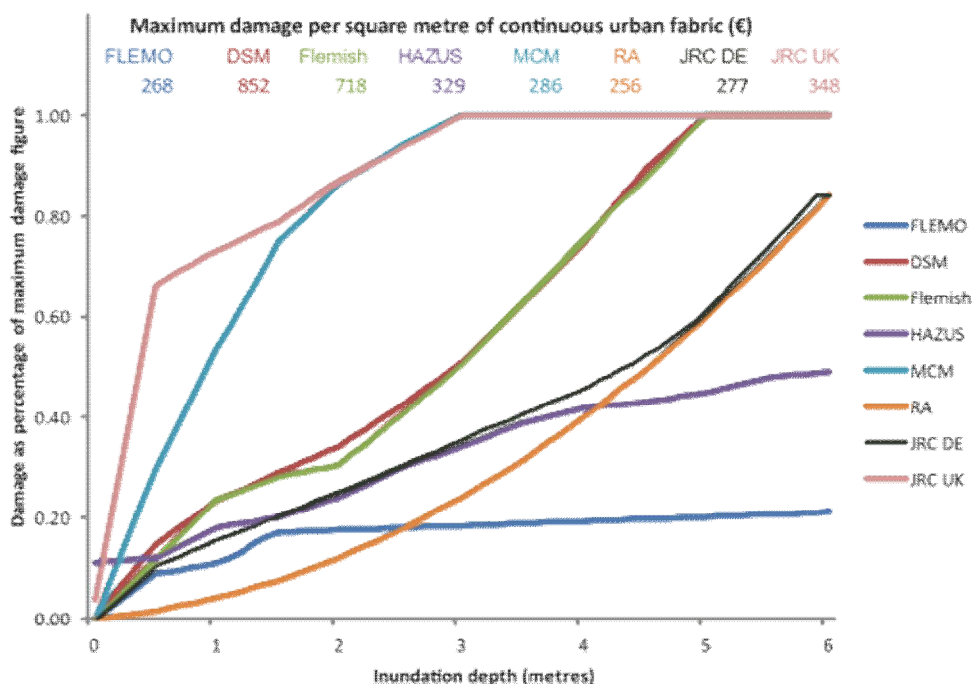
<sup>13</sup> Merz, B., Kreibich, H., Thieken, A. & Schmidtke, R., *Estimation uncertainty of direct monetary flood damage to buildings*, *Nat Hazards Earth Syst Sci*, 2004, 4(1):153-163.

<sup>14</sup> Manciola, P., Biscarini, C. & Cingolani, A., *La mappatura delle aree inondabili. Proceedings of “Riquilificazione, Difesa Idraulica e Recupero Ambientale delle Sponde Fluviali”, Perugia, Italia, 26-28 May 2003*

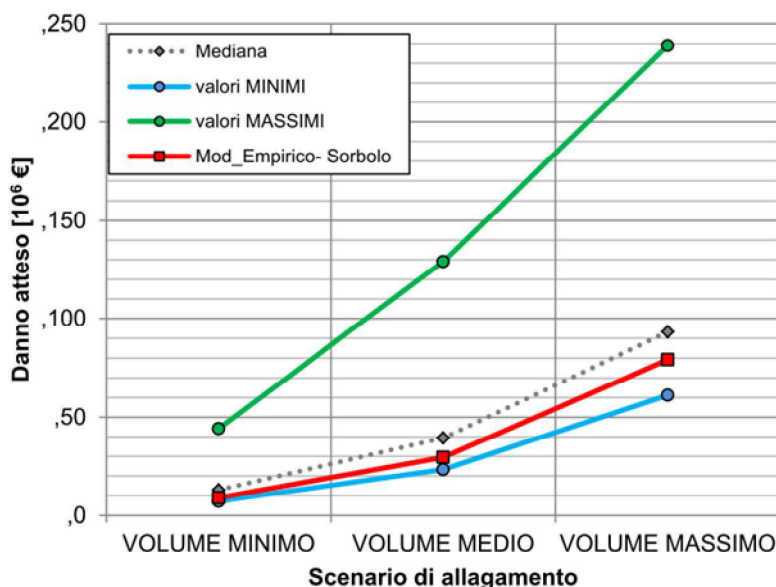


in presenza di analoghe caratteristiche di pericolosità, è evidente che le modalità e le tipologie costruttive italiane differiscono da quelle relative ad altri contesti internazionali.

Questa grande variabilità dei danni teorici stimati in funzione delle diverse tipologie di modelli utilizzabili risulta molto evidente osservando le differenti curve di danno riportate nelle figure 2.3.12 e 2.3.13; pertanto, a fronte di questa significativa incertezza, si è ritenuto preferibile tarare la valutazione dei danni sull'allagamento reale dell'ottobre 2014, in quanto rappresentativo di un evento reale avvenuto in Parma che in assenza della Cassa potrebbe ripetersi, anche su scala più ampia e con danni sensibilmente maggiori (come già evidenziato precedentemente, il volume esondato nel 2014, per quanto reale e quindi determinabile con precisione, è con ogni probabilità in difetto rispetto a quello dell'idrogramma sintetico di riferimento per  $T_R200$ ).



**Figura 2.3.12** Funzioni di correlazione tra profondità di inondazione (metri) e danno economico atteso, espresso come percentuale del danno massimo (in €) per  $m^2$  di area edificata in tessuto urbanizzato continuo (Jongman, B., Kreibich, H., Apel, H., Barredo, J.I., Bates, P.D., Feyen, L., Gericke, A., Neal, J., Aerts, J.C..J.H., Ward, P.J., Comparative flood damage model assesment: towarrds a European approach. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 12, 3733-3752, 2012).



**Figura 2.3.13** Variabilità dei danni economici attesi in relazione alle curve di danno tipicamente adottate in letteratura (Corsini, L., Sviluppo di curve di danno e valutazione del rischio idraulico per l'abitato di Sorbolo a Levante (RE). Tesi di laurea in Modellistica idrologica, A.A. 2013/2014).

E' comunque importante sottolineare che tale valutazione, essendo tarata sull'evento di riferimento dell'ottobre 2014 che ha interessato la città di Parma, non considera i danni che in assenza di intervento potrebbero verificarsi in corrispondenza del nodo idraulico di Colorno; infatti l'evento 2014, pur avendo generato criticità anche a Colorno con franchi estremamente ridotti sui rilevati arginali, non ha fortunatamente determinato l'esondazione del T. Parma. A tale proposito si evidenzia che la situazione di Colorno è difficilmente parametrizzabile con l'identificazione di curve di danno attendibili, in quanto significativamente influenzata da diversi fattori, ed in particolare dall'officiosità idraulica riscontrabile in corrispondenza dell'attraversamento dell'abitato (aree golenali, ponte RFI) e dai livelli idrici del F. Po che condizionano il funzionamento idraulico di tutto questo tratto.

La valutazione economica dell'Alternativa 0 non quantifica inoltre i beni non negoziabili (possibile perdita di vite umane); infatti, sebbene l'evento del 2014 fortunatamente non abbia causato vittime, il ripetersi di un'esondazione analoga o di estensione ancora maggiore potrebbe anche determinare esiti ben peggiori. Una valutazione, seppur indiretta, di questi aspetti viene comunque fornita nel presente studio dagli indicatori di rischio idraulico che considerano le aree allagabili, la popolazione esposta ed il numero di ricettori sensibili – scuole ed ospedali – potenzialmente coinvolti (cfr. §§ 2.3.1.1, 2.3.1.2, 2.3.1.3).

La valutazione è, infine, riduttiva in quanto considera i danni come riconducibili ad un unico evento mentre in realtà in assenza di interventi sostanziali e risolutivi eventi analoghi potrebbero ripetersi nel tempo anche con una frequenza maggiore.



Fermo restando quanto sopra esposto ed assumendo una parziale sottostima dei possibili costi economici per la collettività riconducibili ad un mancato intervento, sulla base dei dati ufficiali aggiornati forniti dal Comune di Parma e dagli altri soggetti che hanno subito i danni dell'alluvione gli impatti dell'Alternativa 0 possono essere quantificati come segue:

- Danni Casa di Cura Villa Parma: 2 M€ (Fonte: comunicazione resa ad AIPO da UT Casa di Cura);
- Danni Ospedale Piccole Figlie: 9 M€ (Fonte: comunicazione resa ad AIPO da parte della Struttura ospedaliera);
- Danni Centrale Telecom: 1M€ (Fonte: comunicazione resa ad AIPO da Telecom);
- Danni segnalati da altri soggetti privati: 29,7 M€ (Fonte: comunicazione resa ad AIPO dal Comune di Parma, prot. 205369 VI.2 del 18/10/2016<sup>15</sup>);
- Altri danni registrati dal Comune di Parma: 15 M€ (Fonte: comunicazione resa ad AIPO dal Comune di Parma, prot. 205369 VI.2 del 18/10/2016<sup>16</sup>);

per un totale di circa 56,7 M€.

I costi attesi per le altre due alternative progettuali sono invece valutati in funzione della previsione di finanziamento necessaria per la realizzazione dell'opera, che in entrambi i casi è pari a 55 M€.

In tabella In tabella 2.3.17 sono riportati i valori assunti dall'indicatore considerato per le varie alternative di progetto esaminate.

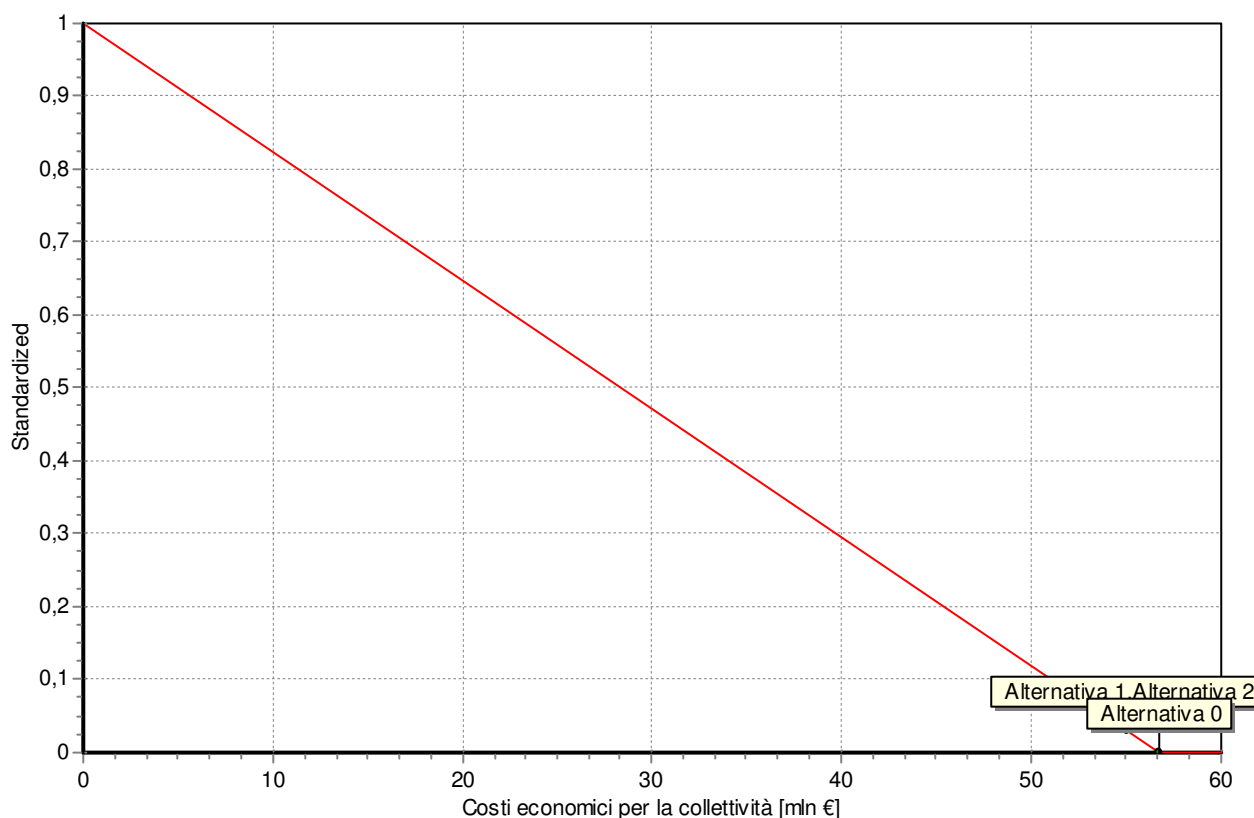
**Tabella 2.3.17: Valori assunti dall'indicatore "Costi economici per la collettività".**

Alternative di progetto	Costi economici (M€)
Alternativa 0	56,7
Alternativa 1	55
Alternativa 2	55

<sup>15</sup> I dati riguardanti la stima dei danni privati sono stati quantificati dal Comune di Parma sulla base della nota inviata dal Comune stesso all'Agenzia Regionale di Protezione Civile con prot. 235850/2016.

<sup>16</sup> I dati riguardanti la stima degli altri danni registrati dal Comune di Parma sono stati tratti dal "Piano dei primi interventi urgenti di Protezione Civile in conseguenza delle eccezionali avversità atmosferiche che nei giorni del 13 e 14 ottobre hanno colpito il territorio delle province di Parma e Piacenza" – Ordinanza del Capo Dipartimento della Protezione Civile ACDPC n. 202 del 14 novembre 2014 e dalla successiva Determinazione dirigenziale n. 464 del 23 giugno 2015 di Rimodulazione del Piano.

Nella figura seguente viene riportata la funzione di utilità dell'indicatore considerato, che, essendo il parametro di tipo "cost", è decrescente.



#### 2.3.4.2 Costi annui di gestione/manutenzione

Il presente indicatore, di tipo "cost", considera i costi economici per la gestione/manutenzione dell'opera.

Per l'alternativa 0 i costi sono assunti pari a zero, in quanto non è prevista la realizzazione di nuove opere. Per le alternative 1 e 2 i costi sono stimati in relazione a 3 attività principali di gestione e manutenzione della Cassa di espansione, considerati rappresentativi dell'impegno economico assunto per mantenere nel tempo la piena funzionalità dell'opera:

- Taglio vegetazione arginature;
- Manutenzione paratoie;
- Manutenzione fondo alveo per trasporto solido.

A tale proposito è importante sottolineare che il Piano di manutenzione dell'opera, che può fornire indicazioni dettagliate in merito a questi aspetti, sarà redatto in fase esecutiva; pertanto in questa fase è possibile effettuare



solo stime qualitative preliminari, utili per rendere possibile un primo confronto su base oggettiva delle alternative progettuali.

Delle tre voci sopraindicate i costi per il taglio della vegetazione sugli argini e per la manutenzione delle paratoie sono maggiori per l'alternativa 2 rispetto all'alternativa 1, in relazione alla maggiore superficie delle arginature da sfalciare (ca. 300.000 m<sup>2</sup> vs. 200.000 m<sup>2</sup>) ed al maggior numero di paratoie (6 vs. 3). D'altra parte gli importi economici riconducibili allo sfalcio meccanico della vegetazione sono limitati in relazione al basso prezzo unitario di tale attività; analogamente, anche i costi di manutenzione degli organi di manovra sono contenuti come da esperienze pregresse riferibili ad opere analoghe a quella presa in esame.

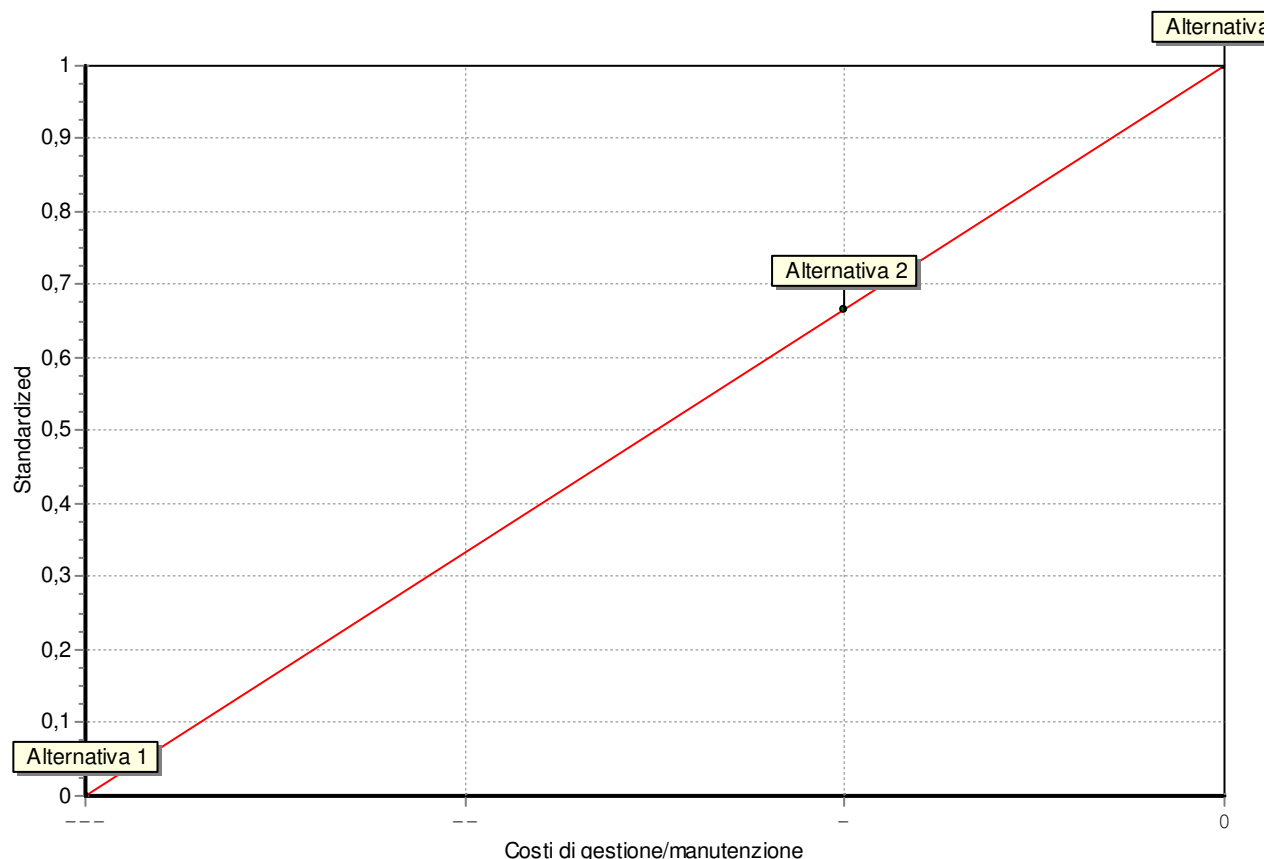
Per contro, la terza voce di costo (manutenzione fondo alveo per trasporto solido) è sensibilmente minore per l'alternativa 2 rispetto all'alternativa 1, in ragione dei minori volumi annui accumulati a causa della modifica del trasporto solido (5.000 m<sup>3</sup>/anno da movimentare vs. 15.000 m<sup>3</sup>/anno). Quest'ultima voce di costo è peraltro quella che presenta maggior peso economico, in quanto lo scavo ed il trasporto dei materiali accumulati ha costi unitari sensibilmente più elevati (con importi attesi che superano, per l'alternativa 1, i 130.000 €/anno, mentre per l'alternativa 2 sono inferiori di 1/3).

Pertanto, pur non disponendo di un quadro economico preciso, è possibile effettuare una valutazione qualitativa del parametro considerato secondo il modello proposto nella tabella seguente; la valutazione rende conto del fatto che i costi attesi per la soluzione 1 sono sensibilmente maggiori di quelli previsti per la soluzione 2.

**Tabella 2.3.18: Valori assunti dall'indicatore "Costi annui di gestione/manutenzione".**

<b>Alternative di progetto</b>	<b>Costi di gestione/manutenzione (scala qualitativa)</b>
Alternativa 0	0
Alternativa 1	---
Alternativa 2	-

Nella figura seguente viene riportata la funzione di utilità dell'indicatore considerato, che, essendo il parametro di tipo "cost", è decrescente.



## 2.4 DEFINIZIONE DEL PESO DI CIASCUN INDICATORE

Dopo aver individuato e descritto gli indicatori di valutazione è necessario sviluppare un sistema di ponderazione degli indicatori stessi, individuando per ogni criterio il rispettivo peso (o valore di priorità), in grado di stabilire l'importanza relativa di ciascun parametro considerato nell'ambito del procedimento di valutazione.

L'attribuzione dei pesi è un'operazione discrezionale che deve avvenire in modo trasparente e ripercorribile, ed in questo caso viene effettuata utilizzando il metodo del confronto a coppie tra gli indicatori o criteri.

Questa tecnica richiede un confronto diretto tra gli indicatori, stabilendo il "grado di dominanza" (ovvero di importanza) che ogni criterio presenta nei confronti di tutti gli altri, secondo la metodologia descritta in tabella 2.4.1; occorre sottolineare che, oltre ai valori di dominanza indicati in tabella (1, 3, 7, 9) è possibile assegnare anche valori intermedi (2, 4, 6, 8), che descriveranno appunto situazioni di dominanza intermedia.

Ovviamente il confronto a coppie, essendo effettuato tra tutti gli indicatori proposti per l'Analisi a Criteri Multipli, deve essere coerente e non deve presentare contraddizioni interne; in altri termini, laddove il criterio "A" risultasse essere "estremamente più importante" del criterio "B", il criterio "B" dovrà necessariamente risultare "estremamente meno importante del criterio A", onde non determinare indicazioni discordanti che potrebbero invalidare il vettore



dei pesi. Come evidenziato in tabella 2.4.1, questa necessità viene soddisfatta mediante un semplice accorgimento, ovvero assegnando al confronto “B” vs. “A” il valore reciproco del confronto “A” vs. “B”.

Occorre sottolineare che il software DEFINITE utilizzato per eseguire l'Analisi a Criteri Multipli è in grado di effettuare i confronti a coppie in modo guidato e di eseguire questa verifica mediante una valutazione della coerenza dei pesi assegnati a vari criteri; in particolare, nel caso in cui venissero riscontrate delle contraddizioni nel confronto a coppie, queste sarebbero segnalate chiedendo di verificare e correggere l'assegnazione dei giudizi di dominanza. Una volta assegnati correttamente i gradi di dominanza ai diversi indicatori il software trasforma questi dati in un vettore dei pesi in cui i valori di priorità vengono normalizzati su una scala di punteggi variabile tra 0 e 1.

**Tabella 2.4.1: Metodologia di assegnazione del “grado di dominanza” nel confronto a coppie tra due generici criteri “A” e “B”.**

<b>Grado di dominanza nel confronto a coppie tra due generici criteri “A” e “B”</b>	<b>Giudizio di dominanza</b>
1	Il criterio “A” ha la stessa importanza del criterio “B”
3	Il criterio “A” è moderatamente più importante del criterio “B”
5	Il criterio “A” è più importante del criterio “B”
7	Il criterio “A” è molto più importante del criterio “B”
9	Il criterio “A” è estremamente più importante del criterio “B”
1/3	Il criterio “A” è moderatamente meno importante del criterio “B”
1/5	Il criterio “A” è meno importante del criterio “B”
1/7	Il criterio “A” è molto meno importante del criterio “B”
1/9	Il criterio “A” è estremamente meno importante del criterio “B”

E' peraltro evidente che la scelta dei valori dei pesi (quale che sia la metodica adottata) non è una procedura esente da ambiguità, in quanto l'importanza relativa assegnata ai vari criteri è comunque frutto di una valutazione soggettiva, influenzata dalla percezione della realtà e dagli interessi specifici di chi assegna tali valori. Pertanto nel caso in esame l'assegnazione dei giudizi di dominanza all'interno del gruppo di lavoro è stata effettuata sottoponendo il confronto a coppie a 3 soggetti differenti:

- 1) Redattori del SIA (vettore dei pesi 1);
- 2) Progettisti idraulici (vettore dei pesi 2);
- 3) AIPO (vettore dei pesi 3);

I valori di dominanza restituiti dai diversi soggetti interpellati sono riportati e commentati nei 3 schemi di confronto a coppie descritti e commentati nelle figure 2.4.1, 2.4.2 e 2.4.3 (i diversi indicatori sono stati raccolti in gruppi di criteri di ugual importanza, assegnando poi ai vari gruppi i rispettivi valori di dominanza secondo la scala di punteggi

descritta precedentemente); inserendo i confronti a coppie secondo gli indirizzi contenuti in questi schemi, il software è in grado di definire 3 vettori dei pesi distinti (uno per ciascun soggetto interpellato), restituendo i valori normalizzati riportati nelle tabelle 2.4.2, 2.4.3 e 2.4.4.

L'Analisi a Criteri Multipli sarà quindi ripetuta utilizzando i 3 diversi vettori dei pesi, allo scopo di valutare se e come gli esiti del procedimento possono cambiare al variare delle priorità assegnate da parte dei diversi soggetti.

Lo scopo del procedimento è quello di rendere ripercorribile e trasparente il percorso decisionale interno al gruppo di lavoro, esplicitando sia i valori numerici assegnati agli indicatori che l'importanza relativa. Si evidenzia inoltre che la valutazione è completata da un'analisi di sensitività, in grado di esaminare le eventuali modifiche attese nella classifica finale conseguenti ad una variazione dei vettori dei pesi; questo strumento garantisce maggiore robustezza ed oggettività ai risultati ottenuti, svincolandoli, entro certi limiti, dalle valutazioni del solo gruppo di lavoro coinvolto nella stesura del Progetto e del SIA.



**GRUPPO A (criteri più importanti)**

Abitanti potenzialmente esposti  
 Ricettori sensibili potenzialmente esposti  
 Aree potenzialmente allagabili

**GRUPPO B**

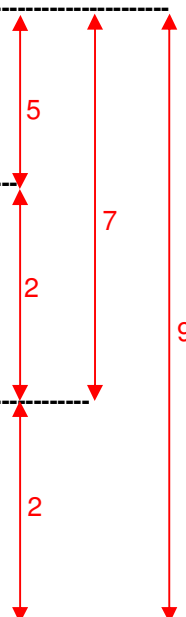
Impatti sulla falda  
 Effetti sul trasporto solido  
 Qualità morfologica fluviale  
 Costi economici per la collettività

**GRUPPO C**

Volumi di inerti da conferire all'esterno del cantiere  
 Impatti diretti sulla vegetazione  
 Ostruzione visuale  
 Costi annui di gestione/manutenzione

**GRUPPO D (criteri meno importanti)**

Flessibilità nella gestione dei volumi di invaso disponibili  
 Volumi di scavo complessivi  
 Perdita definitiva suolo agricolo  
 Impatti indiretti sulla vegetazione



Nello schema proposto i criteri più importanti (1a posizione, GRUPPO A) sono: "Abitanti potenzialmente esposti", "Ricettori sensibili potenzialmente esposti", "Aree potenzialmente allagabili". Si assegna quindi massima priorità agli aspetti che riguardano la sicurezza della popolazione in relazione al rischio di esondazioni, in accordo con le indicazioni normative e pianificatorie vigenti (rif. Direttiva Alluvioni 2007/60/CE; Decreto Legislativo 49/2010; DPCM 15 settembre 2015 riportante gli interventi da realizzare nelle aree urbane con alto livello di popolazione esposta al rischio; Piano di Gestione Rischio Alluvioni che individua il nodo idraulico critico confluenza Parma-Baganza come Area a Rischio Significativo – ARS; Variante PAI Nota AdBPO n. 5709 del 18/08/2015 che definisce l'opera come determinante e improrogabile per la messa in sicurezza di vaste aree urbanizzate). Si è inoltre considerato che la stessa Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/Ce riconosce la priorità dell'interesse pubblico e della salute e sicurezza umana (cfr. art. 4.7 lett. c).

Rispetto al GRUPPO A sono considerati criteri "meno importanti" (2a posizione, GRUPPO B, valore 1/5 secondo i criteri dell'Analytic Hierachy Process) quelli che, direttamente o indirettamente, permettono di esprimere gli effetti attesi sull'ecosistema fluviale tutelato dalla Direttiva Acque ("Effetti sul trasporto solido", "Qualità morfologica fluviale"), i criteri che descrivono i "Costi economici per la collettività" (tenuto conto dei notevoli importi in gioco) e quelli che possono determinare effetti significativi e permanenti sul sistema insediativo e sul patrimonio immobiliare esistente nelle aree limitrofe all'opera ("Impatti sulla falda").

Sono considerati criteri "molto meno importanti" (3a posizione, GRUPPO C, valore 1/7) quelli che determinano impatti significativi ma temporanei in quanto limitati alla sola fase realizzativa ("Volumi da conferire all'esterno del cantiere"), impatti significativi in relazione alle indagini ambientali effettuate ma localizzati in un limitato intorno dell'opera ("Impatti diretti sulla vegetazione", "Ostruzione visuale") e quelli che riguardano aspetti economici significativi ma sensibilmente meno rilevanti rispetto ai costi economici di realizzazione dell'opera ("Costi di gestione/manutenzione").

Sono considerati criteri "estremamente meno importanti" (4a posizione, GRUPPO D, valore 1/9) quelli che definiscono impatti negativi ma poco significativi dal punto di vista ambientale ("Volumi di scavo complessivi", "Perdita definitiva di suolo agricolo", "Impatti indiretti sulla vegetazione") e gli aspetti progettuali valutati poco rilevanti ai fini della funzionalità dell'opera e della capacità di discriminazione tra le diverse soluzioni proposte ("Flessibilità nella gestione dei volumi di invaso disponibili").

**Figura 2.4.1:** Schema di confronto a coppie per l'assegnazione dei pesi agli indicatori (criteri) di valutazione (valutazioni rese dai redattori del SIA).

**GRUPPO A (criteri più importanti)**

Abitanti potenzialmente esposti  
 Ricettori sensibili potenzialmente esposti  
 Aree potenzialmente allagabili

**GRUPPO B**

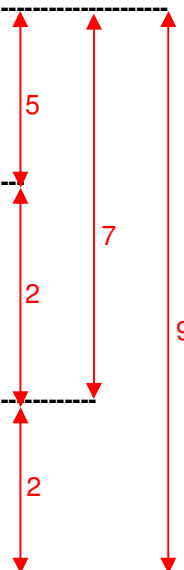
Impatti sulla falda  
 Effetti sul trasporto solido  
 Qualità morfologica fluviale  
 Costi economici per la collettività

**GRUPPO C**

Volumi di scavo complessivi  
 Volumi di inerti da conferire all'esterno del cantiere  
 Costi annui di gestione/manutenzione

**GRUPPO D (criteri meno importanti)**

Flessibilità nella gestione dei volumi di invaso disponibili  
 Perdita definitiva suolo agricolo  
 Impatti diretti sulla vegetazione  
 Impatti indiretti sulla vegetazione  
 Ostruzione visuale



Nello schema proposto i criteri più importanti (1a posizione, GRUPPO A) sono: "Abitanti potenzialmente esposti", "Ricettori sensibili potenzialmente esposti", "Aree potenzialmente allagabili". Si assegna quindi massima priorità agli aspetti che riguardano la sicurezza della popolazione in relazione al rischio di esondazioni, in accordo con le indicazioni normative e pianificatorie vigenti (rif. Direttiva Alluvioni 2007/60/CE; Decreto Legislativo 49/2010; DPCM 15 settembre 2015 riportante gli interventi da realizzare nelle aree urbane con alto livello di popolazione esposta al rischio; Piano di Gestione Rischio Alluvioni che individua il nodo idraulico critico confluenza Parma-Baganza come Area a Rischio Significativo – ARS; Nota AdBPo n. 5709 del 18/08/2015 che definisce l'opera come determinante e improrogabile per la messa in sicurezza di vaste aree urbanizzate). Si è inoltre considerato che la stessa Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE riconosce la priorità dell'interesse pubblico e della salute e sicurezza umana (cfr. art. 4.7 lett. c).

Rispetto al GRUPPO A sono considerati criteri "meno importanti" (2a posizione, GRUPPO B, valore 1/5 secondo i criteri dell'Analytic Hierachy Process) quelli che, direttamente o indirettamente, permettono di esprimere gli effetti attesi sull'ecosistema fluviale tutelato dalla Direttiva Acque ("Effetti sul trasporto solido", "Qualità morfologica fluviale"), i criteri che descrivono i "Costi economici per la collettività" (tenuto conto dei notevoli impatti in gioco) e quelli che possono determinare effetti significativi e permanenti sul sistema insediativo e sul patrimonio immobiliare esistente nelle aree limitrofe all'opera ("Impatti sulla falda").

Sono considerati criteri "molto meno importanti" (3a posizione, GRUPPO C, valore 1/7) quelli riguardanti problematiche ed aspetti tecnici che comunque si ritiene possano essere affrontati e positivamente risolti con una corretta gestione e progettazione del cantiere e dell'opera ("Volumi di scavo complessivi", "Volumi di inerti da conferire all'esterno del cantiere", "Costi annui di gestione/manutenzione").

Sono considerati criteri "estremamente meno importanti" (4a posizione, GRUPPO D, valore 1/9) quelli che definiscono impatti ambientali ritenuti secondari o comunque meno significativi degli aspetti tecnici riguardanti la cantierizzazione e l'assetto progettuale dell'opera ("Perdita definitiva di suolo agricolo", "Impatti diretti sulla vegetazione", "Impatti indiretti sulla vegetazione", "Ostruzione visuale") e gli aspetti progettuali valutati poco rilevanti ai fini della funzionalità dell'opera e della capacità di discriminazione tra le diverse soluzioni proposte ("Flessibilità nella gestione dei volumi di invaso disponibili").

**Figura 2.4.2:** Schema di confronto a coppie per l'assegnazione dei pesi agli indicatori (criteri) di valutazione (valutazioni rese dai progettisti idraulici).



**GRUPPO A (criteri più importanti)** -----

Abitanti potenzialmente esposti  
 Ricettori sensibili potenzialmente esposti  
 Aree potenzialmente allagabili  
 Flessibilità nella gestione dei volumi di invaso disponibili  
 Costi economici per la collettività

**GRUPPO B** -----

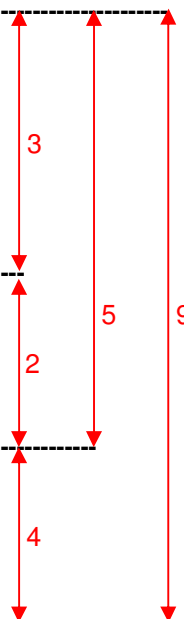
Impatti sulla falda  
 Effetti sul trasporto solido  
 Qualità morfologica fluviale

**GRUPPO C** -----

Volumi di inerti da conferire all'esterno del cantiere  
 Ostruzione visuale  
 Costi annui di gestione/manutenzione

**GRUPPO D (criteri meno importanti)** -----

Volumi di scavo complessivi  
 Perdita definitiva suolo agricolo  
 Impatti diretti sulla vegetazione  
 Impatti indiretti sulla vegetazione



Nello schema proposto i criteri più importanti (1a posizione, GRUPPO A) sono innanzitutto "Abitanti potenzialmente esposti", "Ricettori sensibili potenzialmente esposti", "Aree potenzialmente allagabili". Si assegna quindi massima priorità agli aspetti che riguardano la sicurezza della popolazione in relazione al rischio di esondazioni, in accordo con le indicazioni normative e pianificatorie vigenti (rif. Direttiva Alluvioni 2007/60/CE; Decreto Legislativo 49/2010; DPCM 15 settembre 2015 riportante gli interventi da realizzare nelle aree urbane con alto livello di popolazione esposta al rischio; Piano di Gestione Rischio Alluvioni che individua il nodo idraulico critico confluenza Parma-Baganza come Area a Rischio Significativo – ARS; Nota AdBPo n. 5709 del 18/08/2015 che definisce l'opera come determinante e improrogabile per la messa in sicurezza di vaste aree urbanizzate). Si è inoltre considerato che la stessa Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/Ce riconosce la priorità dell'interesse pubblico e della salute e sicurezza umana (cfr. art. 4.7 lett. c). Sono altresì inclusi tra i criteri più importanti l'indicatore "Costi economici per la collettività" (tenuto conto dei notevoli importi in gioco) ed il parametro "Flessibilità nella gestione dei volumi di invaso disponibili", che è ritenuto un aspetto rilevante in quanto AIPO è il soggetto che dovrà farsi carico della gestione della Cassa in fase operativa.

Rispetto al GRUPPO A sono considerati criteri "moderatamente meno importanti" (2a posizione, GRUPPO B, valore 1/3 secondo i criteri dell'Analytic Hierachy Process) quelli che, direttamente o indirettamente, permettono di esprimere gli effetti attesi sull'ecosistema fluviale tutelato dalla Direttiva Acque ("Effetti sul trasporto solido", "Qualità morfologica fluviale") e quelli che possono determinare effetti significativi e permanenti sul sistema insediativo e sul patrimonio immobiliare esistente nelle aree limitrofe all'opera ("Impatti sulla falda").

Sono considerati criteri "meno importanti" (3a posizione, GRUPPO C, valore 1/5) quelli che determinano impatti significativi ma temporanei in quanto limitati alla sola fase realizzativa ("Volumi da conferire all'esterno del cantiere"), impatti significativi ma localizzati in un limitato intorno dell'opera ("Ostruzione visuale") e quelli che riguardano aspetti economici significativi ma sensibilmente meno rilevanti rispetto ai costi economici di realizzazione dell'opera ("Costi di gestione/manutenzione").

Sono considerati criteri "estremamente meno importanti" (4a posizione, GRUPPO D, valore 1/9) quelli che definiscono impatti ritenuti poco significativi dal punto di vista ambientale ("Volumi di scavo complessivi", "Perdita definitiva di suolo agricolo", "Impatti diretti sulla vegetazione" e "Impatti indiretti sulla vegetazione").

**Figura 2.4.3:** Schema di confronto a coppie per l'assegnazione dei pesi agli indicatori (criteri) di valutazione (valutazioni rese da AIPO).

**Tabella 2.4.2: Vettore normalizzato dei pesi derivato dal confronto a coppie proposto dai redattori del SIA.**

Indicatore	Peso normalizzato
Abitanti potenzialmente esposti	0.202
Ricettori sensibili potenzialmente esposti	0.202
Aree potenzialmente allagabili	0.202
Impatti sulla falda	0.054
Effetti sul trasporto solido	0.054
Qualità morfologica fluviale	0.054
Costi economici per la collettività	0.054
Volumi di inerti da conferire all'esterno del cantiere	0.029
Impatti diretti sulla vegetazione	0.029
Ostruzione visuale	0.029
Costi annui di gestione/manutenzione	0.029
Flessibilità nella gestione dei volumi di invaso disponibili	0.016
Volumi di scavo complessivi	0.016
Perdita definitiva suolo agricolo	0.016
Impatti indiretti sulla vegetazione	0.016

**Tabella 2.4.3: Vettore normalizzato dei pesi derivato dal confronto a coppie proposto dai progettisti idraulici.**

Indicatore	Peso normalizzato
Abitanti potenzialmente esposti	0.202
Ricettori sensibili potenzialmente esposti	0.202
Aree potenzialmente allagabili	0.202
Impatti sulla falda	0.056
Effetti sul trasporto solido	0.056
Qualità morfologica fluviale	0.056
Costi economici per la collettività	0.056
Volumi di inerti da conferire all'esterno del cantiere	0.030
Impatti diretti sulla vegetazione	0.016
Ostruzione visuale	0.016
Costi annui di gestione/manutenzione	0.030
Flessibilità nella gestione dei volumi di invaso disponibili	0.016
Volumi di scavo complessivi	0.030
Perdita definitiva suolo agricolo	0.016
Impatti indiretti sulla vegetazione	0.016

**Tabella 2.4.4: Vettore normalizzato dei pesi derivato dal confronto a coppie proposto da AIPO.**

Indicatore	Peso normalizzato
Abitanti potenzialmente esposti	0.137
Ricettori sensibili potenzialmente esposti	0.137
Aree potenzialmente allagabili	0.137
Impatti sulla falda	0.057
Effetti sul trasporto solido	0.057
Qualità morfologica fluviale	0.057
Costi economici per la collettività	0.137
Volumi di inerti da conferire all'esterno del cantiere	0.033
Impatti diretti sulla vegetazione	0.011
Ostruzione visuale	0.033
Costi annui di gestione/manutenzione	0.033
Flessibilità nella gestione dei volumi di invaso disponibili	0.137
Volumi di scavo complessivi	0.011
Perdita definitiva suolo agricolo	0.011
Impatti indiretti sulla vegetazione	0.011

## 2.5 VALUTAZIONE DELLE ALTERNATIVE

In figura 2.5.1 è riportata la tavola degli effetti o matrice di impatto, rielaborata da DEFINITE, che riassume tutte le informazioni sugli indicatori descritte nei paragrafi precedenti, riportando per ciascun criterio l'attributo "cost/benefit", l'unità di misura, il metodo di standardizzazione, il range di variazione (valore minimo-massimo), il vettore dei pesi (nell'esempio in figura compare il vettore dei pesi assegnato dai redattori del SIA). Questi dati possono ora essere rielaborati per restituire una classifica di merito delle alternative esaminate, utilizzando differenti metodi di calcolo che il software mette a disposizione:

- 1) Weighted summation (*Somma pesata*);
- 2) ELECTRE 2;
- 3) EVAMIX (*Mixed data Multicriteria Evaluation Techniques*).

Per una descrizione sintetica dei singoli metodi di calcolo si rimanda alla consultazione dell'Appendice A riportata in coda al presente documento; in questa sede è sufficiente sottolineare che l'aggregazione dei dati restituisce di fatto una valutazione della performance di ciascuna alternativa rispetto alle altre, sviluppata in modo oggettivo su base numerica a partire dai valori assunti dagli indicatori, pesati mediante i diversi valori di priorità (pesi) assegnati dal gruppo di lavoro. I risultati ottenuti sono riportati nelle seguenti figure 2.5.1, 2.5.2 e 2.5.3.



DEFINITE 3.1 - 1587\_ACM Cassa Baganza\_AMBITER\_DEFINITIVA

File View Module Problem definition Settings Help

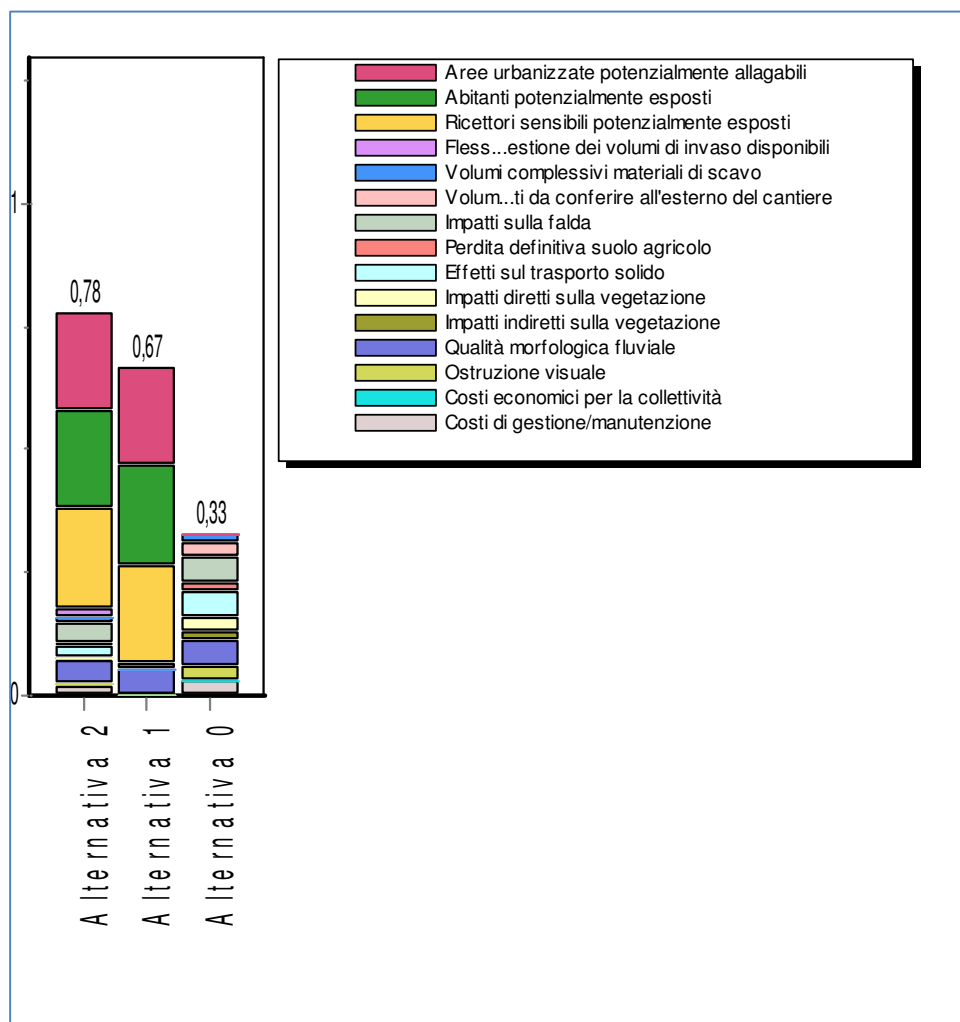
**Problem definition** Start Alternatives Effects

	C/B	Unit	Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2
Aree urbanizzate potenzialmente allagabili	⊖	Ha	208,90	0,00	0,00
Abitanti potenzialmente esposti	⊖	n°	4259	0	0
Ricettori sensibili potenzialmente esposti	⊖	n°	10	0	0
Flessibilità nella gestione dei volumi di invaso disponibili		0/+++	0	++	+++
Volumi complessivi materiali di scavo	⊖	Mmc	0,00	3,17	2,88
Volumi di inerti da conferire all'esterno del cantiere	⊖	Mmc	0,00	2,32	1,43
Impatti sulla falda	⊖	Ha	0,00	198,00	49,00
Perdita definitiva suolo agricolo	⊖	Ha	0,00	20,70	15,00
Effetti sul trasporto solido	⊖	km	0,00	2,70	1,70
Impatti diretti sulla vegetazione	⊖	Ha	0,00	45,00	45,00
Impatti indiretti sulla vegetazione	⊖	Ha	0,00	36,60	13,80
Qualità morfologica fluviale	⊕	-	0,84	0,77	0,78
Ostruzione visuale	⊖	-	0	78	80
Costi economici per la collettività	⊖	mln €	56,70	55,00	55,00
Costi di gestione/manutenzione		---/0	0	---	-

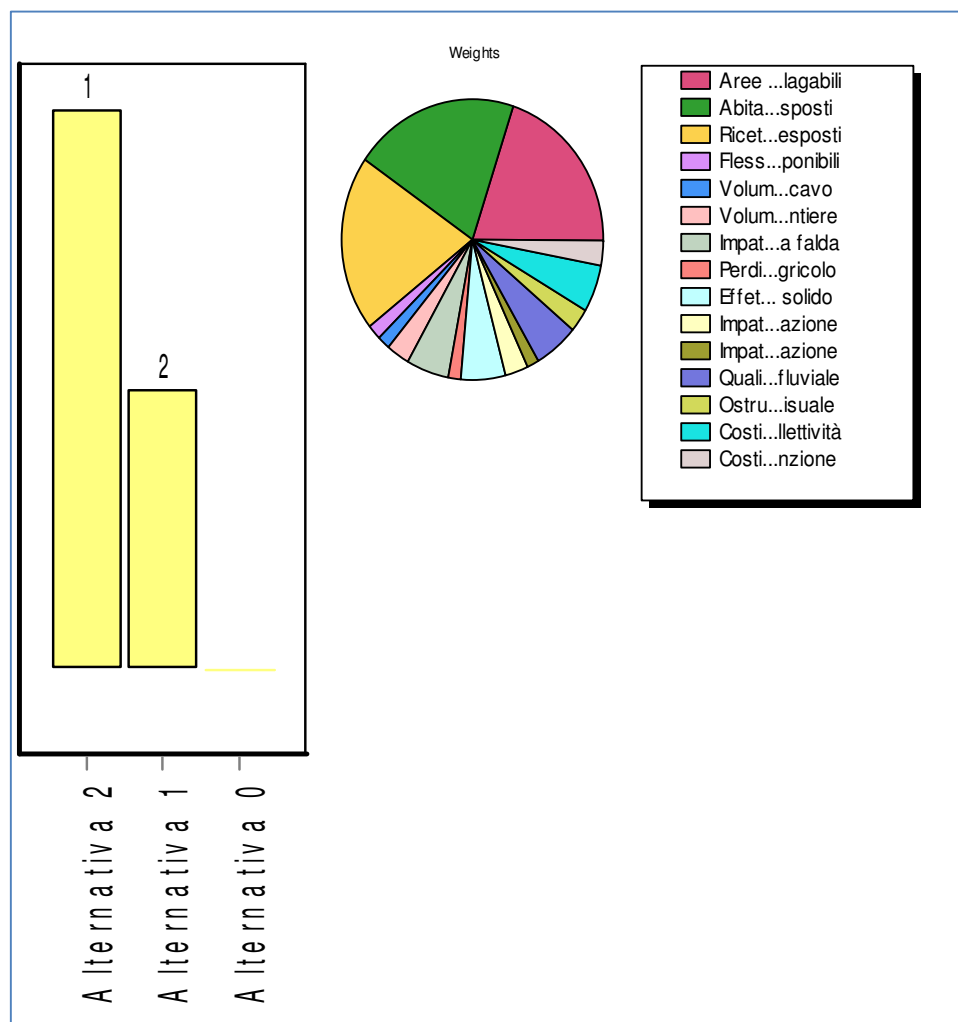
**Figura 2.5.1: Tavola degli effetti per il confronto tra le alternative progettuali.**

Dall'analisi dei dati riportati nelle figure seguenti emerge che, dati i 3 i vettori dei pesi ed i 3 metodi di calcolo resi disponibili da DEFINITE, l'ACM restituisce in modo chiaro ed univoco per tutte le simulazioni la stessa classifica ordinale (anche se con punteggi numerici parzialmente diversi in virtù della differente pesatura dei criteri). Questo conferisce notevole robustezza ai risultati ottenuti.

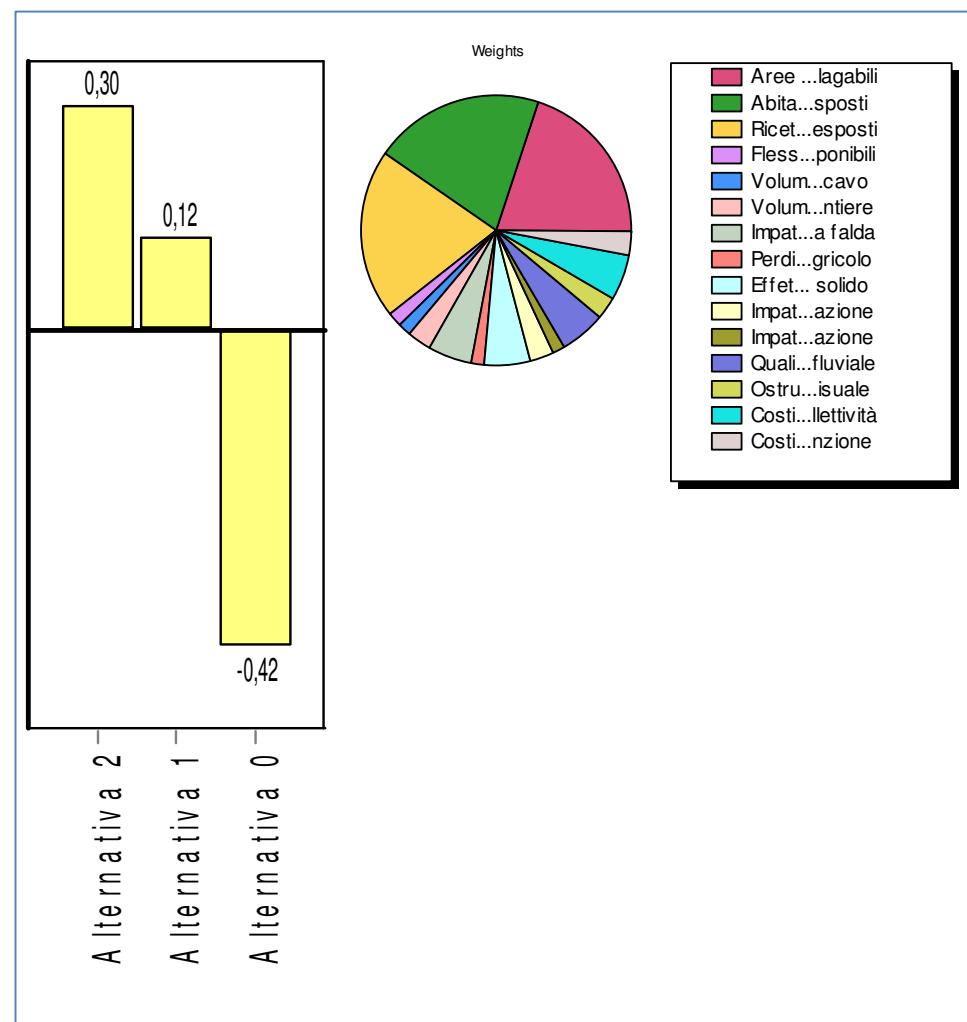
La restituzione grafica permette inoltre di osservare che gli indicatori che assumono maggiore rilievo nel determinare questo risultato sono i criteri riguardanti gli aspetti idraulici e la sicurezza della popolazione e, in seconda battuta, la qualità morfologica fluviale, gli impatti sulla falda, gli effetti sul trasporto solido ed i costi economici per la collettività.



Metodo di calcolo "Weighted summation"

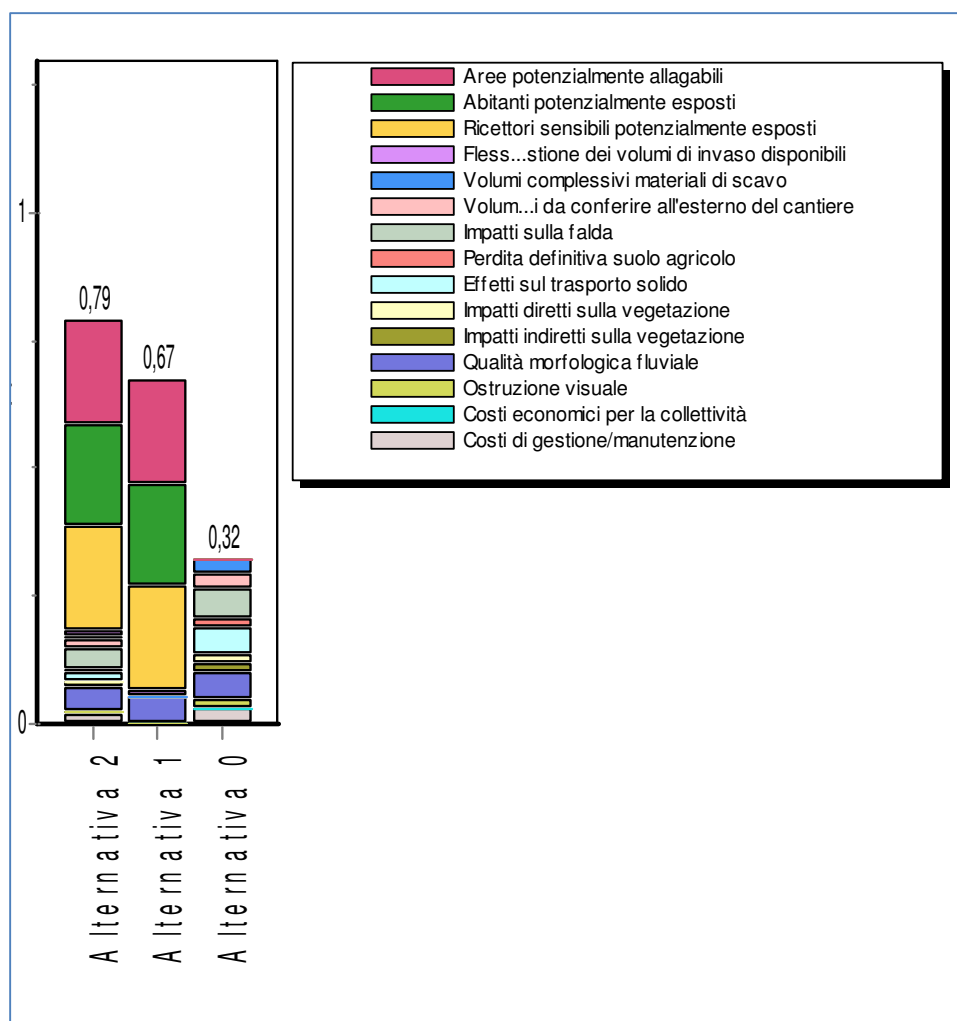


Metodo di calcolo "ELECTRE 2"

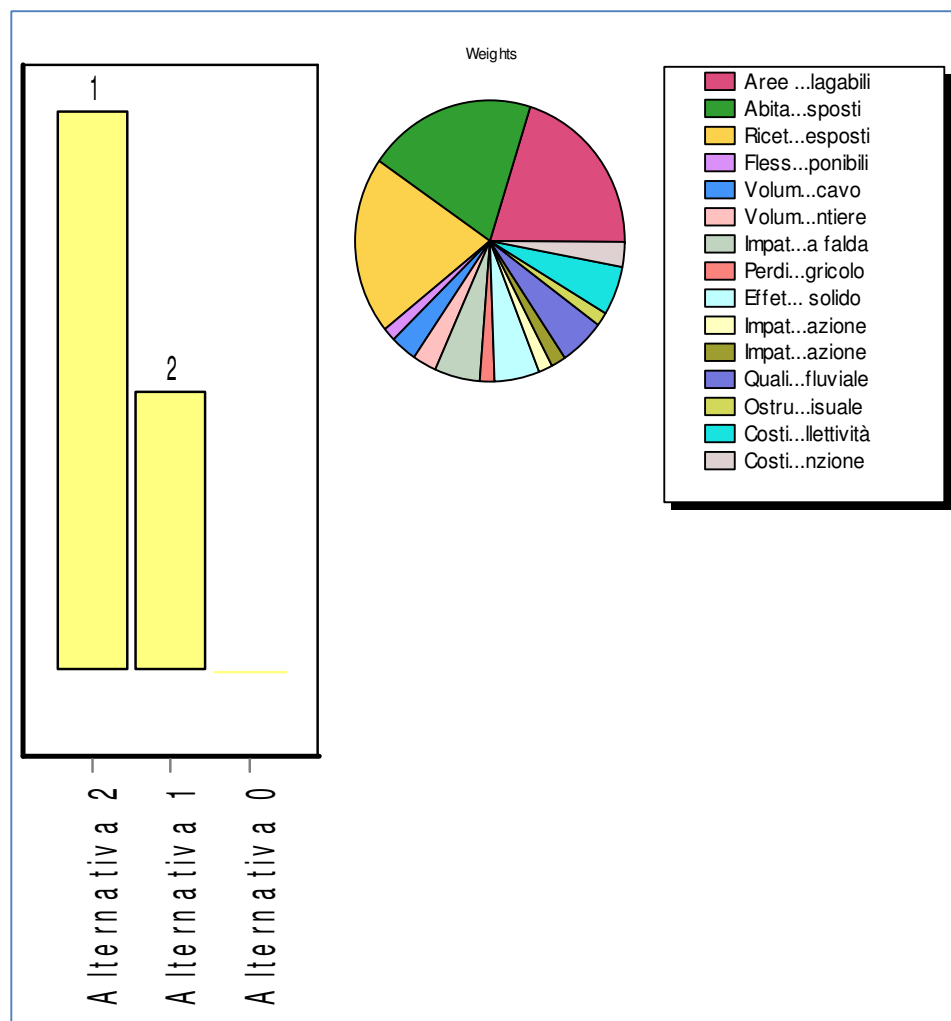


Metodo di calcolo "EVAMIX"

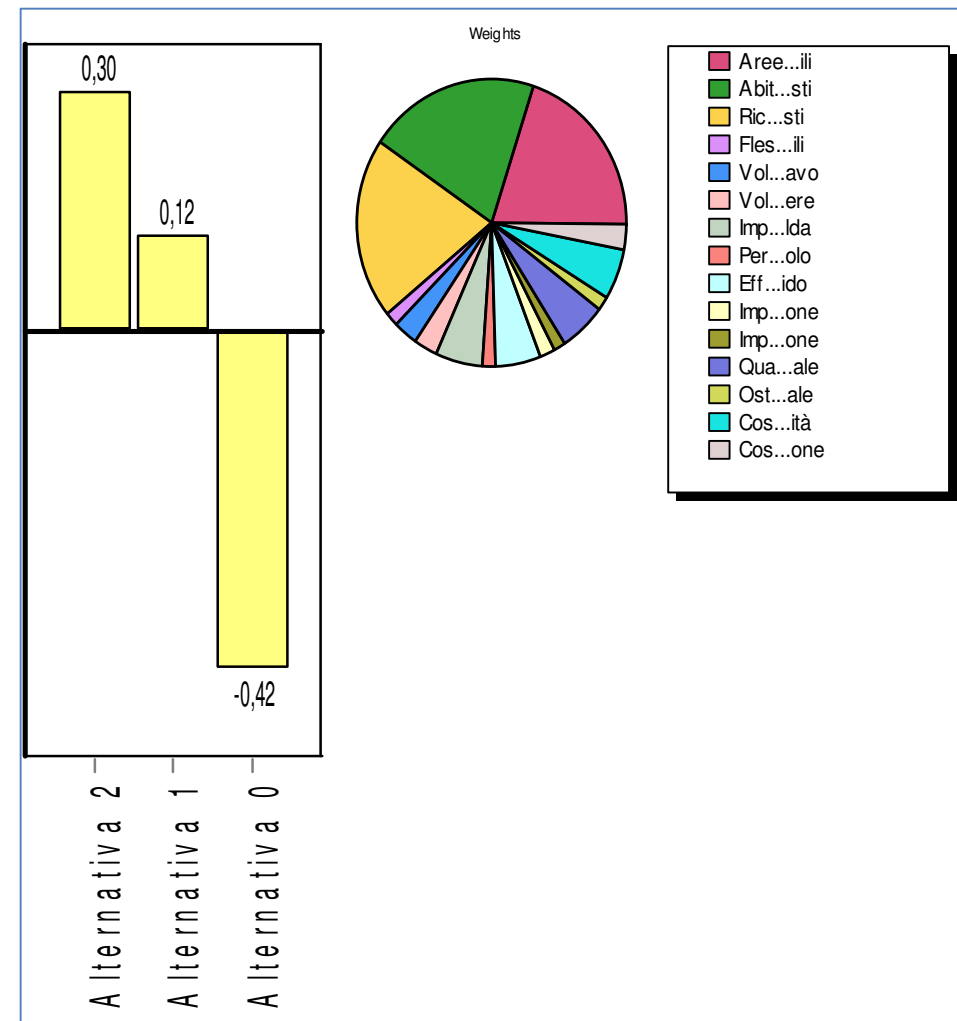
Figura 2.5.2: Classifica di merito delle alternative ottenuta con il vettore normalizzato dei pesi 1 (redattori del SIA).



Metodo di calcolo "Weighted summation"



Metodo di calcolo "ELECTRE 2"



Metodo di calcolo "EVAMIX"

Figura 2.5.3: Classifica di merito delle alternative ottenuta con il vettore normalizzato dei pesi 2 (progettisti idraulici).



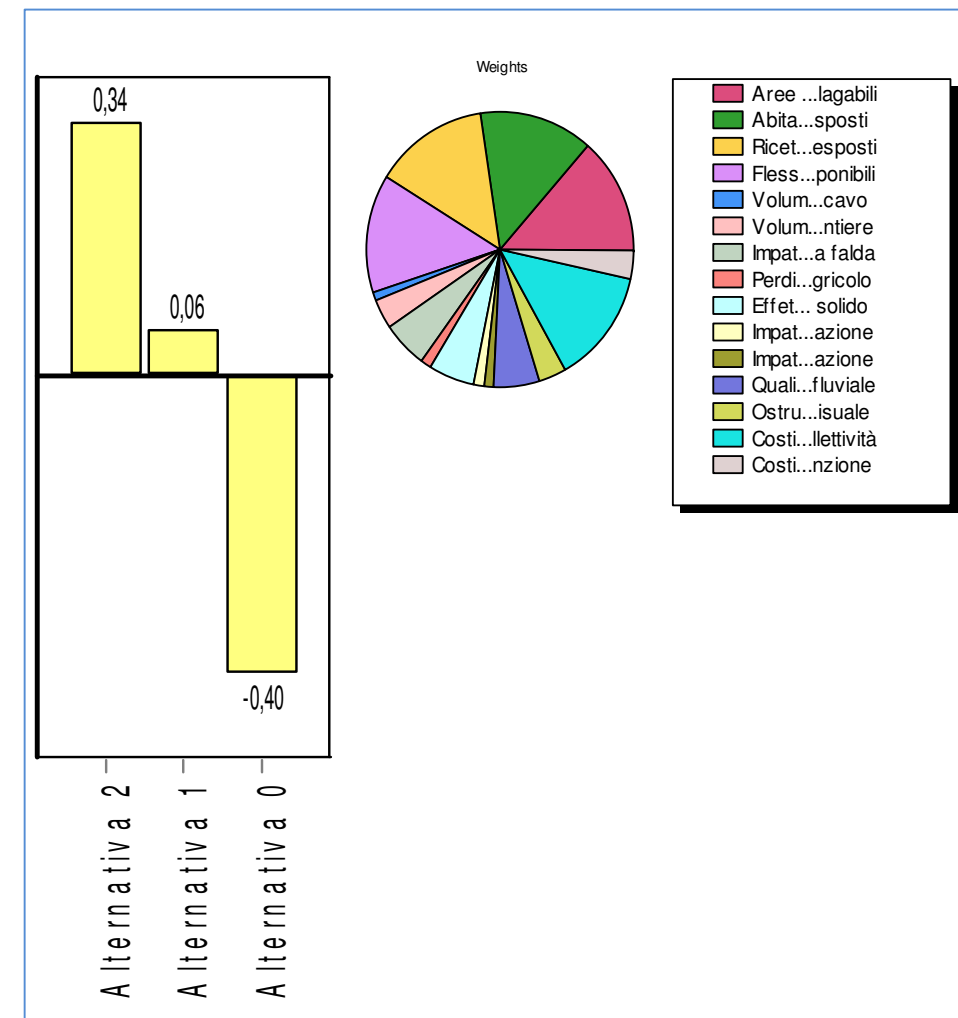
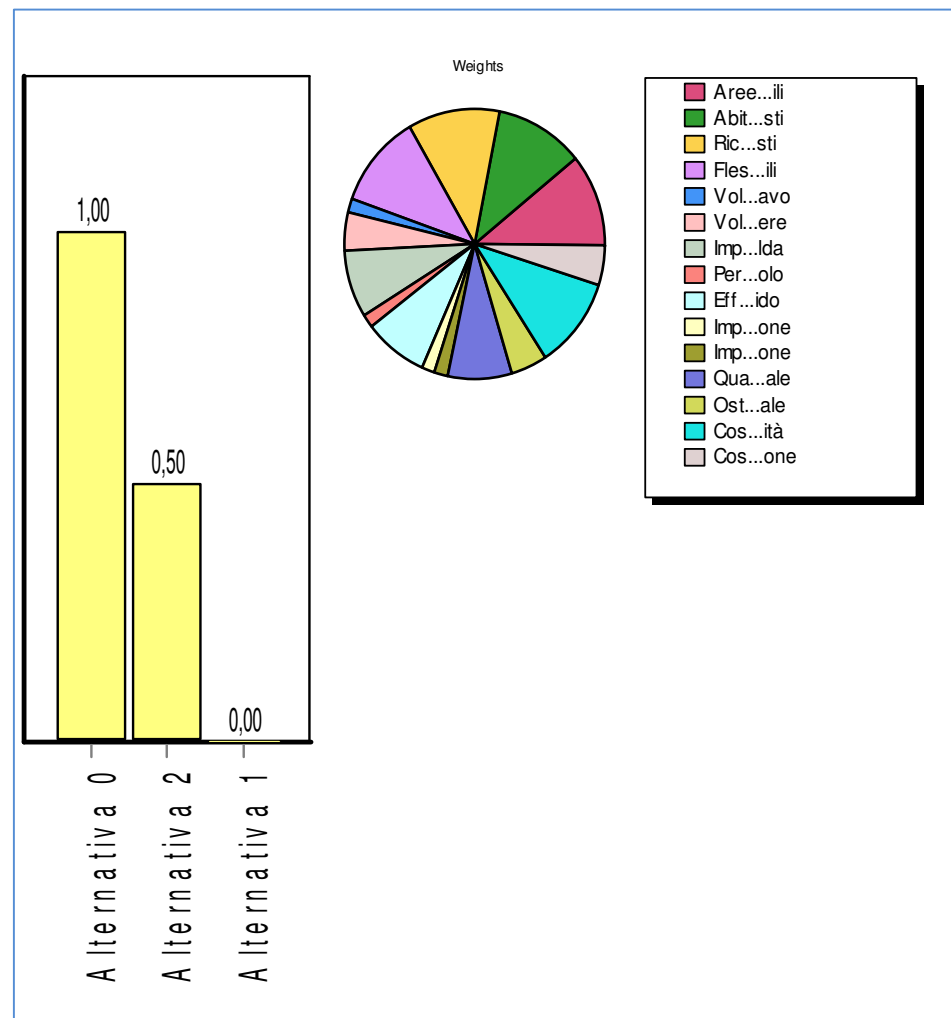
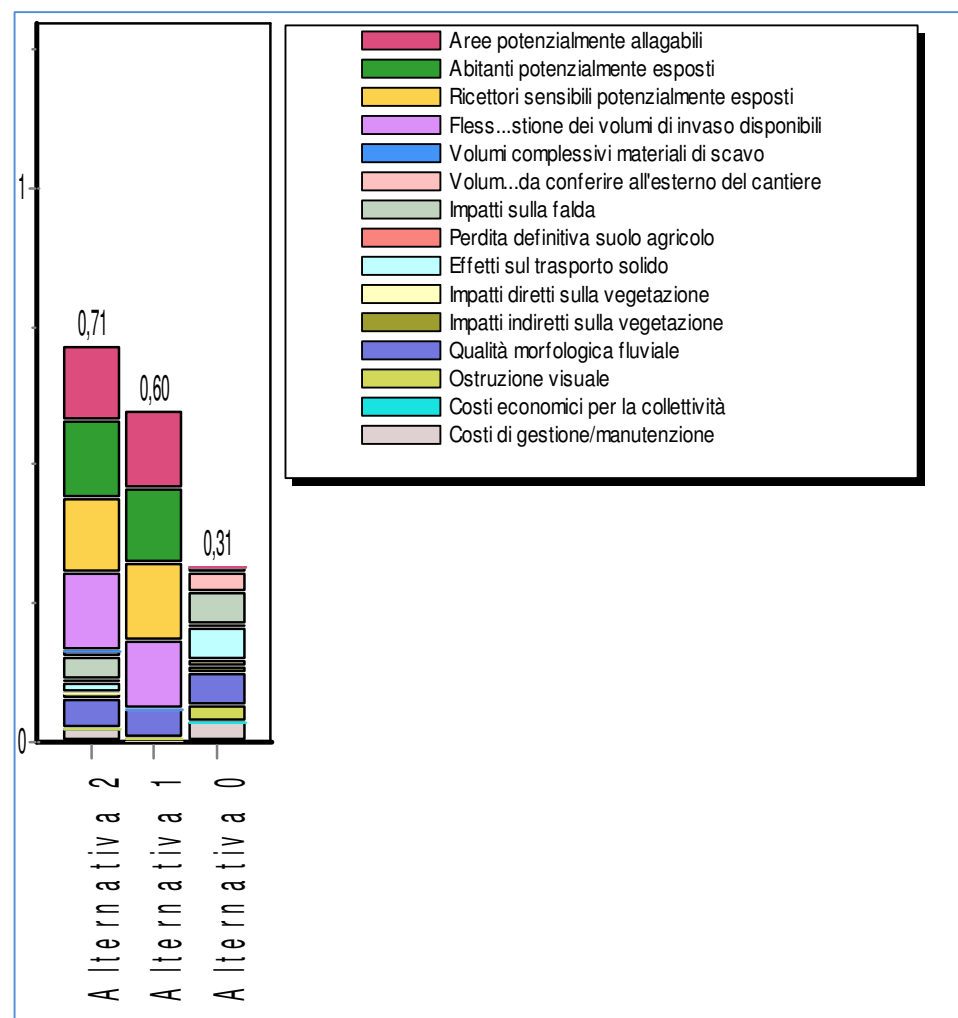


Figura 2.5.4: Classifica di merito delle alternative ottenuta con il vettore normalizzato dei pesi 3 (AIPo).

## 2.6 ANALISI DELL'INCERTEZZA E DELLA SENSITIVITÀ DEI RISULTATI OTTENUTI

L'analisi a criteri multipli effettuata con differenti metodi di calcolo ha individuato in modo univoco l'alternativa 2 come soluzione progettuale vincente. Occorre d'altra parte sottolineare che questa considerazione mantiene un certo grado di soggettività, in quanto deriva dall'applicazione di 3 vettori dei pesi formulati da soggetti diversi ma comunque tutti appartenenti gruppo di lavoro. Di conseguenza, prima di giungere a conclusioni più generali, è opportuno ripetere i confronti tra le alternative valutando gli effetti indotti da una variazione numerica di questi vettori.

A tale scopo può essere innanzitutto effettuata un'analisi dell'incertezza dei risultati ottenuti<sup>17</sup>, finalizzata a valutare la stabilità degli ordinamenti al variare del valore dei pesi. Il software permette di assegnare un valore di incertezza a ciascun peso assegnato ai singoli indicatori, esprimendo tale valore come una percentuale. Nel caso specifico per ciascuno dei 3 vettori dei pesi descritti precedentemente l'ACM è stata ripetuta assegnando un elevato valore d'incertezza a ciascun vettore, pari al 30%; in altri termini a ciascun valore numerico del vettore dei pesi originale viene assegnato un ampio *range* di variazione, compreso tra un valore minimo (valore originale diminuito del 30%) ed un valore massimo (valore originale aumentato del 30%). Una volta inserito il *range* di variazione dei pesi l'analisi multicriterio può essere ripetuta, simulando tutte le possibili combinazioni utilizzando i tre metodi di calcolo già impiegati in precedenza (*Weighted summation*, *ELECTRE2*, *Evamix*).

Nelle figure 2.6.1, 2.6.2 e 2.6.3 sono riportati i risultati dell'analisi di sensitività effettuata sui 3 vettori dei pesi (in particolare sono rappresentati gli esiti dell'analisi applicata al metodo *Weighted summation*).

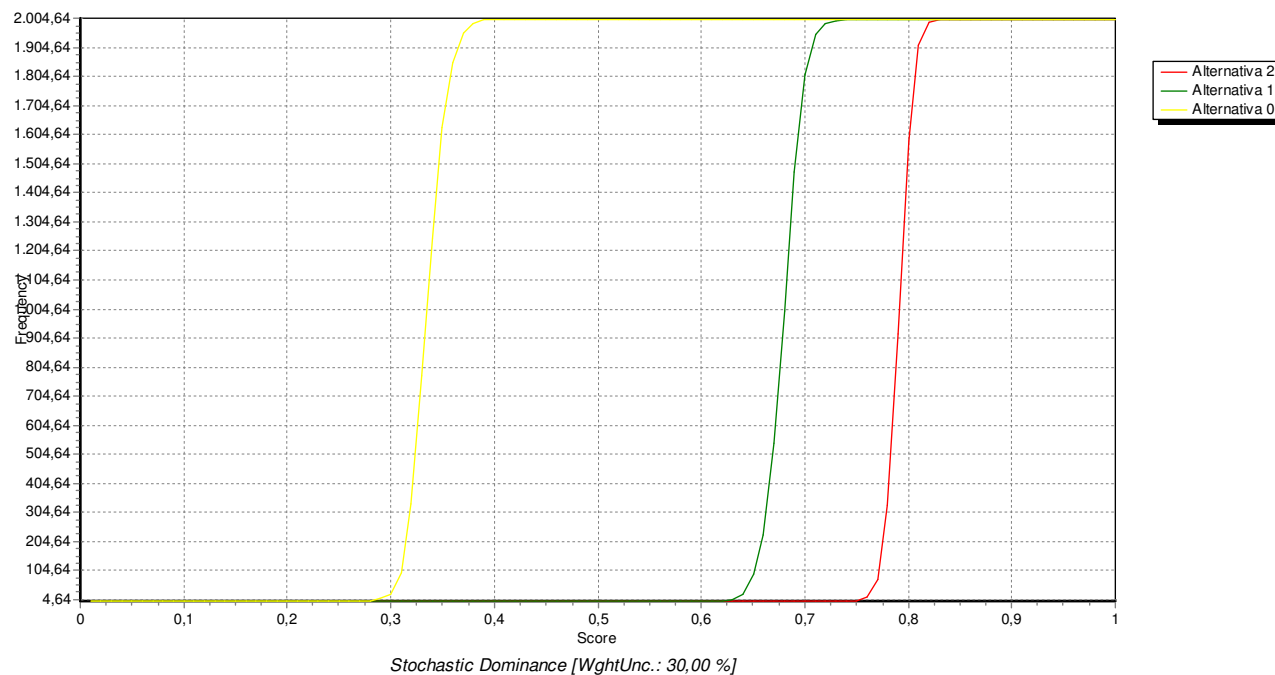
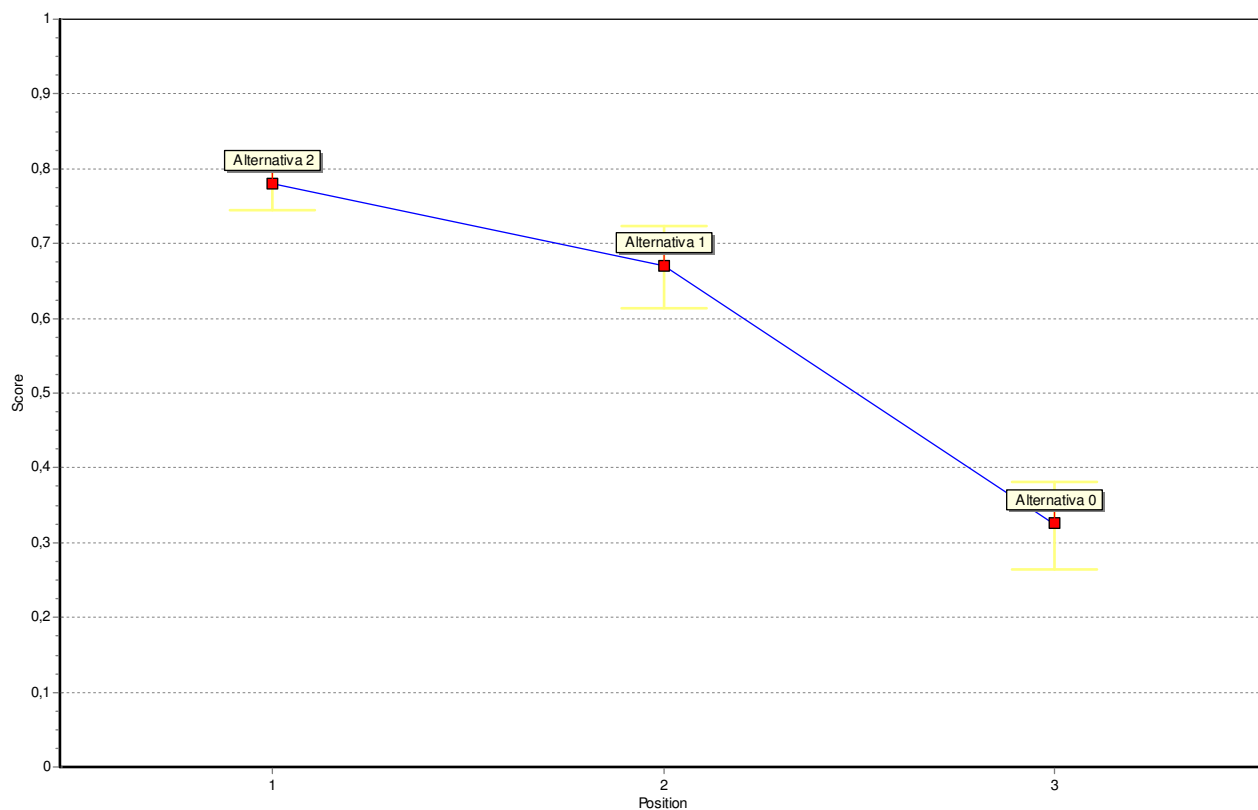
I risultati ottenuti con i 3 metodi di calcolo ed i 3 vettori dei pesi variati restituiscono in tutti i casi la medesima classifica ordinale:

1. Alternativa 2
2. Alternativa 1
3. Alternativa 0

E' quindi possibile affermare che l'Alternativa 2 risulta sempre essere dominante rispetto alle altre soluzioni indagate, anche nel caso in cui si prevedesse una sensibile variazione dei pesi originari. Le conclusioni ottenute dall'analisi a criteri multipli risultano quindi positivamente confermate.

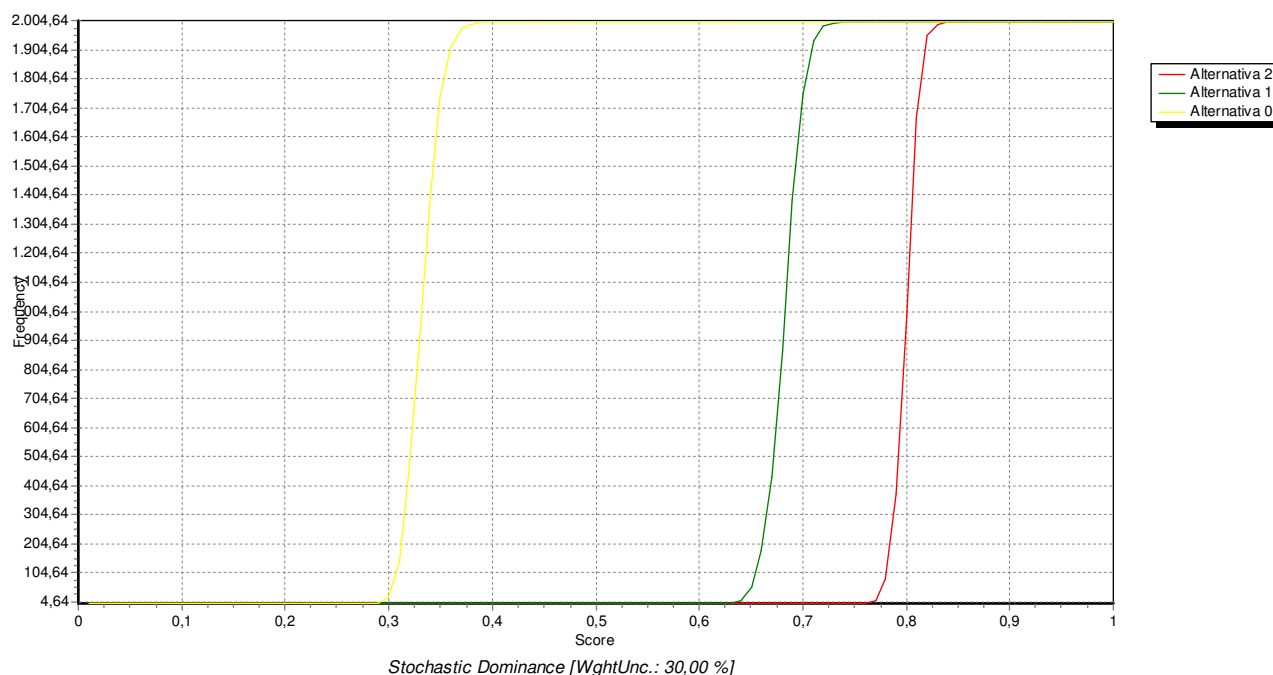
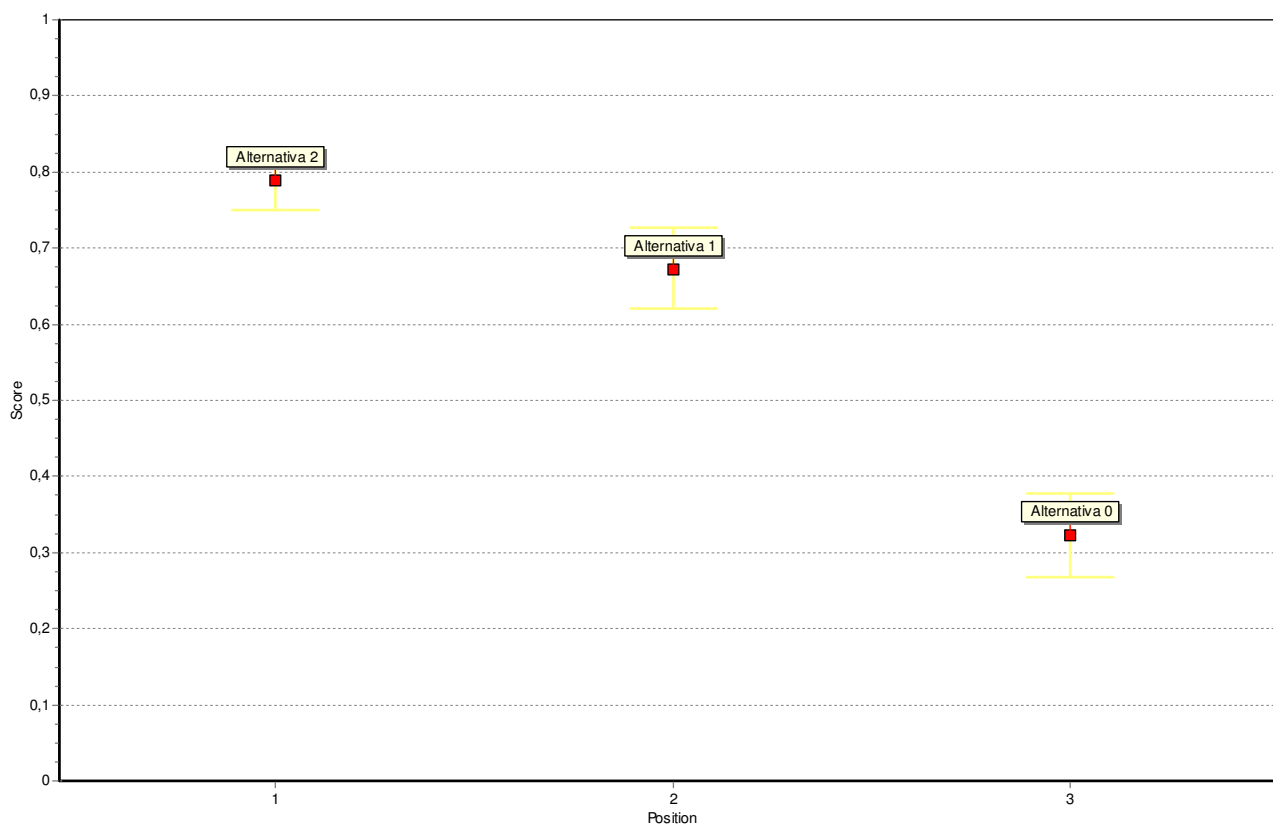
---

<sup>17</sup> L'analisi di sensitività è, appunto, uno strumento in grado di modificare i valori contenuti in un vettore pesi, generando infinite combinazioni numeriche diverse e valutando le conseguenze di tale variazione sulla classifica finale.

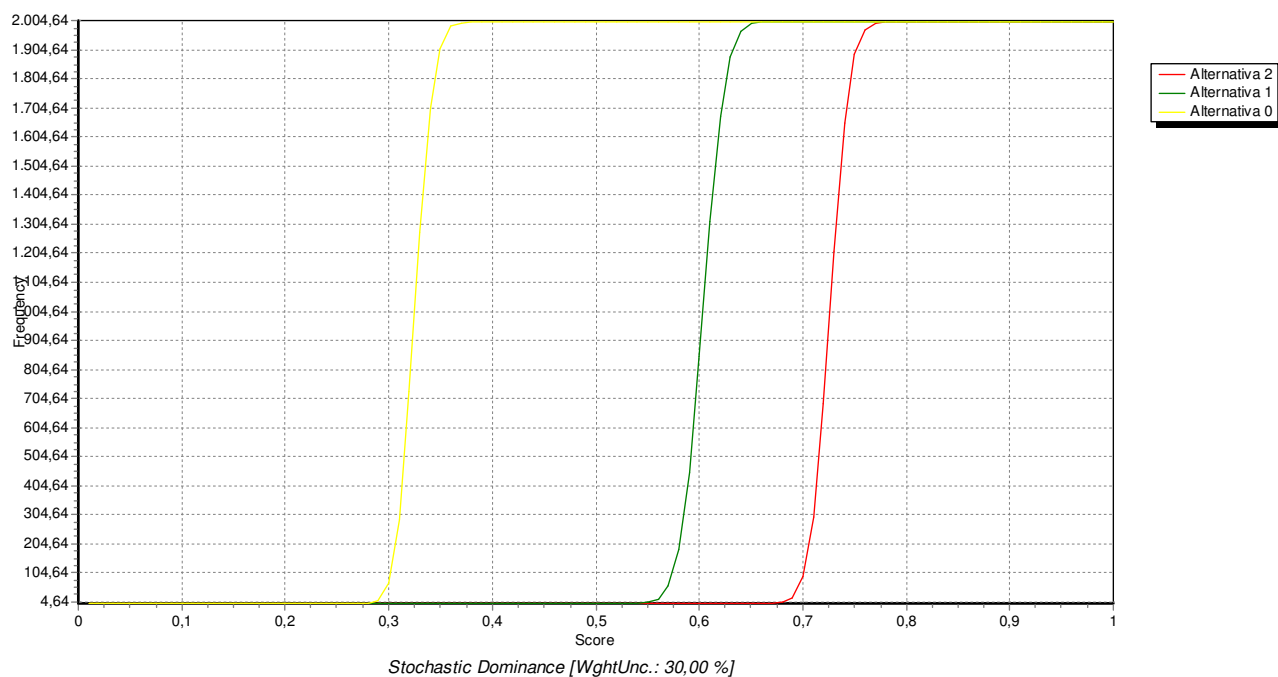
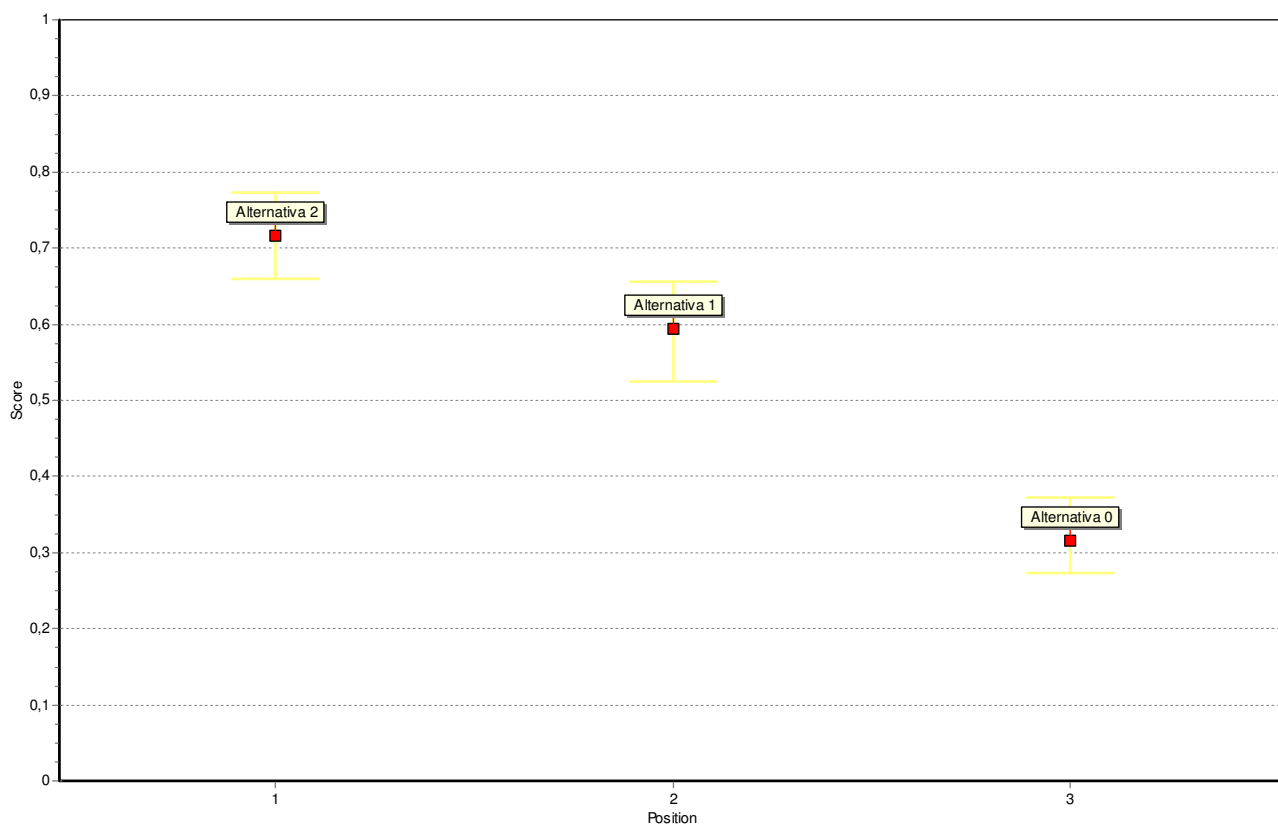


**Figura 2.6.1:** Risultati dell'analisi di sensitività con incertezza assegnata al vettore dei pesi 1 (redattori SIA) pari al 30% (metodo: Weighted summation).





**Figura 2.6.2:** Risultati dell'analisi di sensitività con incertezza assegnata al vettore dei pesi 2 (progettisti idraulici) pari al 30% (metodo: Weighted summation).



**Figura 2.6.3:** Risultati dell'analisi di sensitività con incertezza assegnata al vettore dei pesi 3 (AIPo) pari al 30% (metodo: Weighted summation).

La valutazione è, infine, completata da un'analisi di sensitività con la valutazione delle modifiche che occorrerebbe apportare al vettore dei pesi per ottenere una variazione della classifica ordinale ottenuta. L'analisi viene fatta dal software generando delle modifiche casuali tali da determinare la modifica voluta.

Nel caso in esame l'analisi effettuata ha evidenziato che, dato il sistema di indicatori adottato, non è possibile individuare un vettore dei pesi che possa determinare una risalita dell'Alternativa 1 in prima posizione.

Sarebbe invece teoricamente determinabile un vettore dei pesi che rimuoverebbe l'Alternativa 2 dalla prima posizione assoluta portandola *ex aequo* con l'Alternativa 0, declassando sensibilmente il peso di tutti gli indicatori in cui l'Alternativa 0 risulta perdente (in particolare "Aree urbanizzate potenzialmente allagabili", "Abitanti potenzialmente esposti", "Ricettori sensibili potenzialmente esposti"). Nel caso riportato in figura 2.6.4, ad esempio, data la generazione (casuale) del nuovo vettore dei pesi effettuata dal software, gli indicatori "Volumi complessivi materiali di scavo" (nuovo peso assegnato: 0,051), "Volumi di inerti da conferire all'esterno del cantiere" (nuovo peso: 0,074), "Impatti sulla falda" (nuovo peso: 0,051), "Perdita definitiva di suolo agricolo" (nuovo peso: 0,058), "Effetti sul trasporto solido" (nuovo peso: 0,063), "Impatti diretti sulla vegetazione" (nuovo peso: 0,051), "Qualità morfologica fluviale" (nuovo peso: 0,116) ed "Ostruzione visuale" (nuovo peso: 0,083) assumerebbero maggiore rilevanza dell'indicatore "Abitanti potenzialmente esposti all'esondazione" (nuovo peso assegnato: 0,046). Analogamente, anche l'indicatore "Aree potenzialmente allagabili" (nuovo peso: 0,076) risulterebbe meno importante di "Qualità morfologica fluviale" e "Ostruzione visuale".

Più in generale, le modifiche del vettore dei pesi dovrebbero comunque essere tali da assegnare agli indicatori riguardanti la sicurezza della popolazione un'importanza inferiore rispetto ad uno o più altri aspetti (territoriali o ambientali) che l'Analisi a Criteri Multipli ha invece considerato subordinati.

Questa ipotesi non è stata ritenuta accettabile dal gruppo di lavoro, anche in relazione alle disposizioni pianificatorie e normative vigenti, già richiamate negli schemi di confronto a coppie riportate nelle precedenti figure 2.4.1, 2.4.2 e 2.4.3; tali disposizioni, infatti, assegnano massima priorità agli aspetti che riguardano la sicurezza della popolazione in relazione al rischio di esondazioni (rif. Direttiva Alluvioni 2007/60/CE; Decreto Legislativo 49/2010; DPCM 15 settembre 2015 riportante gli interventi da realizzare nelle aree urbane con alto livello di popolazione esposta al rischio; Piano di Gestione Rischio Alluvioni che individua il nodo idraulico critico confluenza Parma-Baganza come Area a Rischio Significativo – ARS; Variante PAI Nota AdBPo n. 5709 del 18/08/2015 che definisce l'opera come determinante e improrogabile per la messa in sicurezza di vaste aree urbanizzate). Occorre inoltre considerare che la stessa Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/Ce riconosce la priorità dell'interesse pubblico e della salute e sicurezza umana (cfr. art. 4.7 lett. c).

Si ritiene pertanto che la conclusione ottenuta sia sufficiente robusta per confermare l'effettiva dominanza dell'Alternativa progettuale 2 rispetto alle altre soluzioni indagate.



DEFINITE 3.1: 1587\_ACM Cassa Baganza\_AIPO

11/11/2016 17:25

## Alternativa 0: To first position

Weights:

### MCA 1: Weighted summation {maximum (S-shape); Vettore pesi AIPO}

	Weight	Weight
Aree potenzialmente allagabili	0,137	0,076
Abitanti potenzialmente esposti	0,137	0,046
Ricettori sensibili potenzialmente esposti	0,137	0,116
Flessibilità nella gestione dei volumi di invaso disponibili	0,137	0,093
Volumi complessivi materiali di scavo	0,011	0,051
Volumi di inerti da conferire all'esterno del cantiere	0,033	0,074
Impatti sulla falda	0,057	0,051
Perdita definitiva suolo agricolo	0,011	0,058
Effetti sul trasporto solido	0,057	0,063
Impatti diretti sulla vegetazione	0,011	0,051
Impatti indiretti sulla vegetazione	0,011	0,006
Qualità morfologica fluviale	0,057	0,116
Ostruzione visuale	0,033	0,083
Costi economici per la collettività	0,137	0,092
Costi di gestione/manutenzione	0,033	0,026

#### Results:

Sorted according to Alternativa 0: To first position

Alternatives	Total	Alternativa 0: To first position
Alternativa 0	0,31	0,58
Alternativa 2	0,72	0,58
Alternativa 1	0,59	0,43

**Figura 2.6.4:** Risultati dell'analisi di sensitività effettuata sul vettore dei pesi 3 mediante il software DEFINITE (generazione casuale di un nuovo vettore dei pesi in grado di rimuovere l'Alternativa 2 dalla prima posizione, portandola ex aequo con l'Alternativa 0). Nella colonna di sinistra è riportato il vecchio vettore dei pesi, in quella di destra il nuovo.

### **3. DESCRIZIONE SINTETICA DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE ADOTTATA**

#### **3.1 TIPOLOGIA E DESCRIZIONE GENERALE**

Lo schema progettuale definitivo della cassa di espansione sul torrente Baganza è costituito da un primo invaso (comparto 1) “in linea”, esattamente come quello del progetto preliminare 2015, ed un secondo invaso (comparto 2), posto in cascata rispetto al primo.

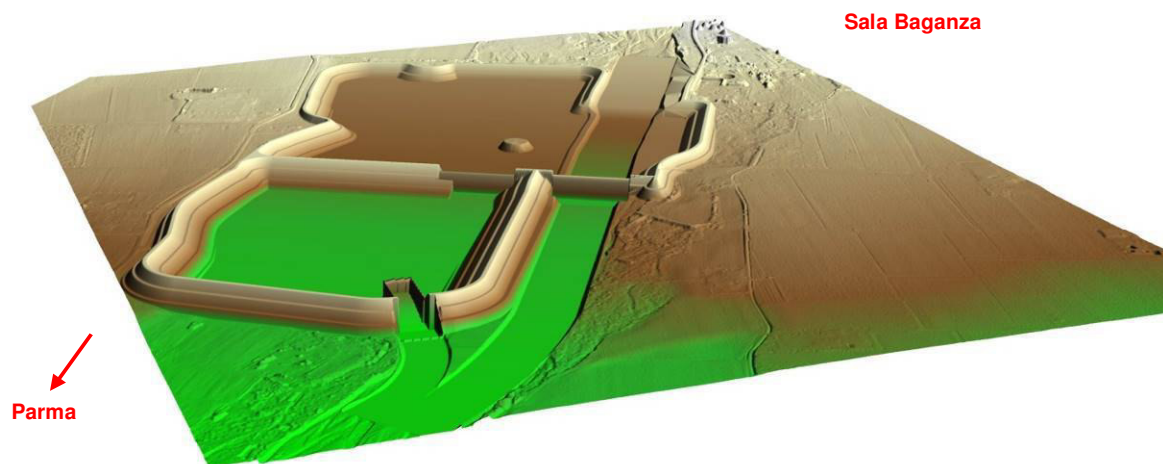
Per quanto riguarda il comparto 1, esso è dotato di un manufatto di regolazione (manufatto A), quest'ultimo dotato di paratoie mobili, che alla stessa stregua di quello del progetto preliminare consente di mantenere la portata in uscita dal manufatto stesso costante, indipendentemente dal livello idrico nell'invaso. Tale soluzione progettuale permette di mantenere intatta l'elevata efficienza di laminazione dell'opera prevista nel progetto preliminare.

Le quote di progetto della cassa sono state ricavate anche attraverso l'analisi dei sondaggi e pozzetti esplorativi realizzati al fine di mantenere gli scavi nel materiale merceologicamente più pregiato, che è quello più superficiale, ed interessare la sottostante formazione limoso-argillosa per la sola quota necessaria alle realizzazioni delle arginature. Il tutto mantenendo la medesima massima altezza arginale sul piano campagna che era stata definita nel progetto preliminare, e garantendo contestualmente i volumi ed i franchi necessari. Sulla base quindi del volume complessivo necessario per la laminazione, è stata definita la geometria dell'invaso che consente di ricavare tale volume, rispettando sostanzialmente i vincoli territoriali e cercando altresì di limitare l'altezza delle arginature e dei manufatti rispetto al piano campagna.

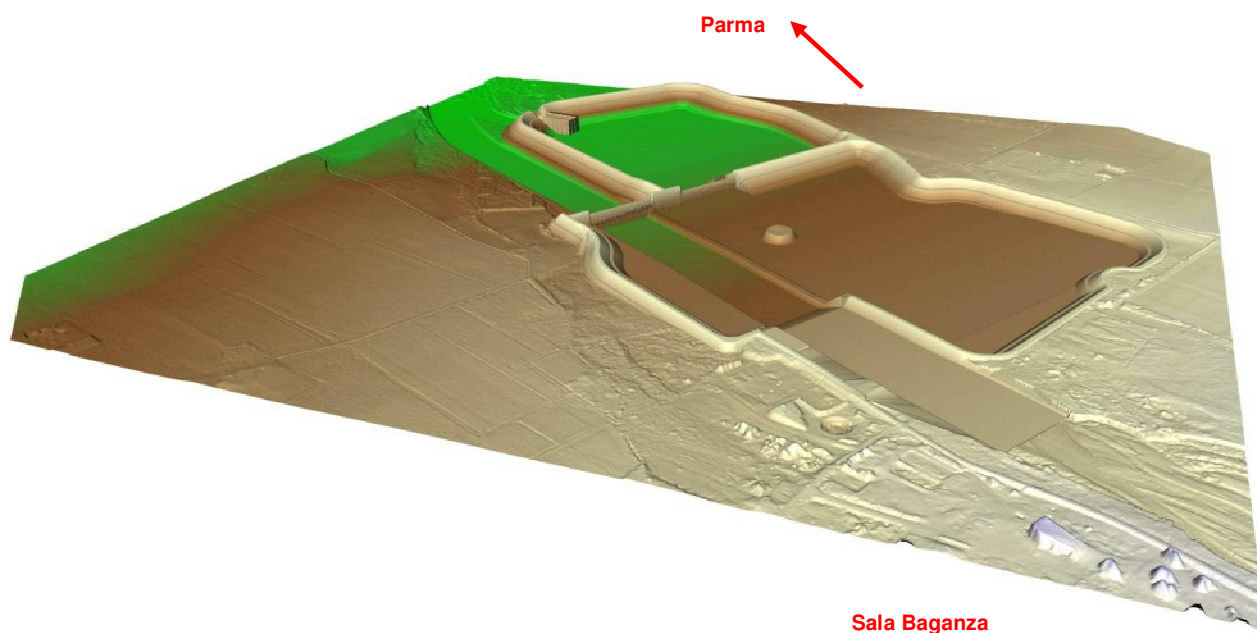
Per ottenere questi obiettivi, analogamente al progetto preliminare, parte del volume è stato ottenuto mediante scavo, riducendo la pendenza dell'alveo all'interno della cassa allo 0.7% (nel progetto preliminare era 0.2%) a fronte di una pendenza attuale di 1.2% e prevedendo un abbassamento dell'alveo massimo di 5 metri (contro i 12 del progetto preliminare).

Il collegamento fra il comparto 1 di laminazione e l'alveo del torrente a monte è ottenuto mediante la realizzazione di una sola briglia di altezza 5 m, peraltro ubicata circa 200 metri più a valle della posizione prevista nel preliminare al fine di salvaguardare le infrastrutture pubbliche presenti nelle immediate vicinanze, in particolare il depuratore del Comune di Sala Baganza.

Sulla base dei vincoli presenti, della configurazione morfologica dei luoghi nonché della capacità richiesta alla cassa di espansione, è stata definita l'ubicazione il manufatto A di regolazione in alveo, il manufatto B di collegamento del comparto 1 con il comparto 2 e l'estensione planimetrica complessiva della cassa (cfr. figura 3.1.1 e figura 3.1.2).



**Figura 3.1.1**      Rendering dell'opera (vista a volo d'uccello da valle verso monte, ottenuta con il modello *Surfer 9.0* ©).



**Figura 3.1.2**      Rendering dell'opera (vista a volo d'uccello da monte verso valle, ottenuta con il modello *Surfer 9.0* ©).





**Figura 3.1.3** Inserimento planimetrico dell'opera

Il tracciato planimetrico dell'arginatura presenta alcuni vincoli dovuti, in sponda destra, alla presenza di strada Montanara e di una abitazione (c.na Peri) ed a monte per la presenza dell'attraversamento di un metanodotto. A valle è la presenza di un oleodotto a costituire un limite per le opere in progetto; sulla sponda sinistra si sono presi come riferimento i vincoli costituiti da alcune abitazioni nonché dall'area boscata presente nella zona di valle.

### 3.2 COMPARTO 1

Le opere in progetto prendono origine 150 metri a monte dell'inizio della cassa vera e propria attraverso la regolarizzazione dell'alveo con una sezione trapezia, di base pari a 110 m e scarpate laterali 2:1 alte almeno 2.5 m per il raccordo alle campagne esistenti circostanti; le scarpate verranno entrambe protette con scogliere in massi di altezza 2.5 m dal fondo. Tale regolarizzazione, sempre con una quota di fondo pressoché uguale a quella attuale, si estende per circa 400 m dove verrà realizzata una briglia con quota di sommità 141.00 m s.l.m. ed un salto

dell'alveo di 5 m. Qui ha effettivamente inizio il comparto 1 che comprende, oltre al prosieguo dell'alveo abbassato nel fondo rispetto a quello attuale e sistemato, la vasca vera e propria posta in destra idraulica.

Gli elementi caratteristici del comparto 1 della cassa di espansione sono i seguenti (vedi l'elaborato di Progetto BAG2\_01\_GEN\_D\_PL02\_A e gli Allegati grafici al presente Quadro progettuale, BAG2\_16SIA\_R\_SC\_01\_A):

- sistemazione dell'alveo del torrente Baganza a valle della briglia fino al piede dello sbarramento;
- fondo della cassa ad una quota di monte di 138.80 m s.l.m. e una quota di valle di 134.72 m s.l.m.;
- realizzazione degli argini perimetrali aventi coronamento a quota 147.50 m s.l.m. Essi si elevano rispetto al piano campagna a valle per ridursi progressivamente verso monte, fino ad azzerarsi ove il piano campagna medesimo raggiunge la quota di 147.50 m s.l.m. Procedendo ulteriormente verso monte il comparto 1 della cassa non è più arginato ed il volume a disposizione si ottiene solo mediante scavo.

Quindi, l'alveo del torrente Baganza all'interno del comparto 1 avrà una pendenza costante del 7 per mille, contro una pendenza naturale attuale del 1.2%, partendo dalla quota di monte di 136.00 m ed arrivando al manufatto A di regolazione ad una quota di 133.00 m s.l.m., con una larghezza di circa 90 m. Entrambe le sponde sistemate dell'alveo hanno una pendenza di 2:1 con scogliere laterali a delimitare (in sponda destra) il comparto 1 per garantire le seguenti prestazioni:

- assicurare, nonostante l'effetto di rigurgito operato dal manufatto A, il riempimento da valle, che è uno dei requisiti fondamentali per evitare eccessive velocità in fase di riempimento;
- consentire che, per portate modeste del torrente, la cassa non venga invasata al fine di non sprecare anticipatamente parte del volume disponibile.

Le arginature perimetrali della cassa hanno una pendenza di 2:1 lato campagna e 3:1 lato invaso intervallate ogni 5 m di dislivello da banche della larghezza di 4 m, aventi lo scopo sia di interrompere il ruscellamento che di permettere di muoversi agevolmente sugli argini per ispezioni e manutenzioni. Il coronamento dell'argine, realizzato con stabilizzato, è largo 6.00 m per consentire il transito di mezzi di servizio. Analogamente anche le bancate intermedie verranno realizzate con un cassonetto in materiale granulare stabilizzato proveniente dagli scavi per consentire l'agevole transito dei mezzi di servizio. Gli argini terminano nella parte esterna dell'opera sul piano campagna con un canaletta di guardia, mentre all'interno alla quota di progetto, che è inferiore al piano campagna con un fosso; sul lato interno del fosso, a fondo cassa, verrà realizzato percorso di servizio largo 6.00 m in materiale granulare stabilizzato proveniente dagli scavi. L'argine di separazione tra comparto 1 e comparto 2, essendo possibile una condizione di invaso di solo uno dei due comparti, è realizzato con scarpate 1:3 su entrambi i lati.

Le arginature del comparto 1 presentano una lunghezza lineare complessiva di circa 1937 m.

A valle del manufatto A è previsto un nuovo inalveamento del T. Baganza, costituito da un abbassamento del fondo secondo una livelletta del 0.7%, contro una pendenza naturale attuale del 1.2%: la quota di fondo parte

quindi da 132.40 m s.l.m. (a valle del manufatto A) per arrivare a 126.40 m s.l.m. in prossimità dell'oleodotto militare, punto in cui la quota di fondo torna a coincidere con quella dell'alveo attuale.

La sezione tipo prevede una sezione trapezia, di base pari a 90 m e scarpe laterali 2:1 ed alte almeno 2.5 m per il raccordo alle campagne esistenti circostanti; le scarpate sono entrambe protette con scogliere in massi di altezza 2.5 m dal fondo. La larghezza dell'alveo è pari ad 80 m nel tratto compreso tra il manufatto A ed il manufatto C, mentre a valle di quest'ultimo si allarga a 145 m, valore più o meno pari alla larghezza attuale. Sempre in massi viene realizzata la soglia a raso a valle dell'oleodotto militare, opera che costituisce il termine l'intervento in progetto.

### 3.3 COMPARTO 2

A valle del manufatto B ha inizio il comparto 2 i cui elementi caratteristici sono i seguenti:

- il fondo della cassa presenta una quota di monte di 132.50 m s.l.m. e una quota di valle di 129.30 m s.l.m.;
- gli argini perimetrali hanno il coronamento a quota 145.50 m s.l.m. Essi si elevano rispetto al piano campagna a valle di circa 14.50 m per ridursi progressivamente verso monte a circa 5 m immediatamente a valle dell'argine di separazione tra comparto 1 e comparto 2.

Analogamente al comparto 1, le arginature perimetrali del comparto 2 hanno una pendenza di 2:1 lato campagna e 3:1 lato invaso intervallate ogni 5 m di dislivello da banche della larghezza di 4 m, aventi lo scopo sia di interrompere il ruscellamento che di permettere di muoversi agevolmente sugli argini per ispezioni e manutenzioni. Il coronamento dell'argine, realizzato in stabilizzato, è largo 6.00 m per consentire il transito di mezzi di servizio. Analogamente anche le bancate intermedie verranno realizzate con un cassonetto in materiale granulare stabilizzato proveniente dagli scavi per consentire l'agevole transito dei mezzi di servizio. Gli argini terminano nella parte esterna dell'opera sul piano campagna con una canaletta di guardia, mentre all'interno alla quota di progetto, che è inferiore al piano campagna, dove verrà realizzato un fosso di guardia; sul lato interno del fosso, a fondo cassa, verrà realizzato percorso di servizio largo 6.00 m in materiale granulare stabilizzato proveniente dagli scavi. Le arginature del comparto 2 presentano una lunghezza lineare complessiva di circa 1'439 m. L'argine di separazione tra comparto 1 e comparto 2, essendo possibile una condizione di invaso di solo uno dei due comparti, è realizzato con scarpate 1:3 su entrambi i lati ed ha una lunghezza di circa 287 m.

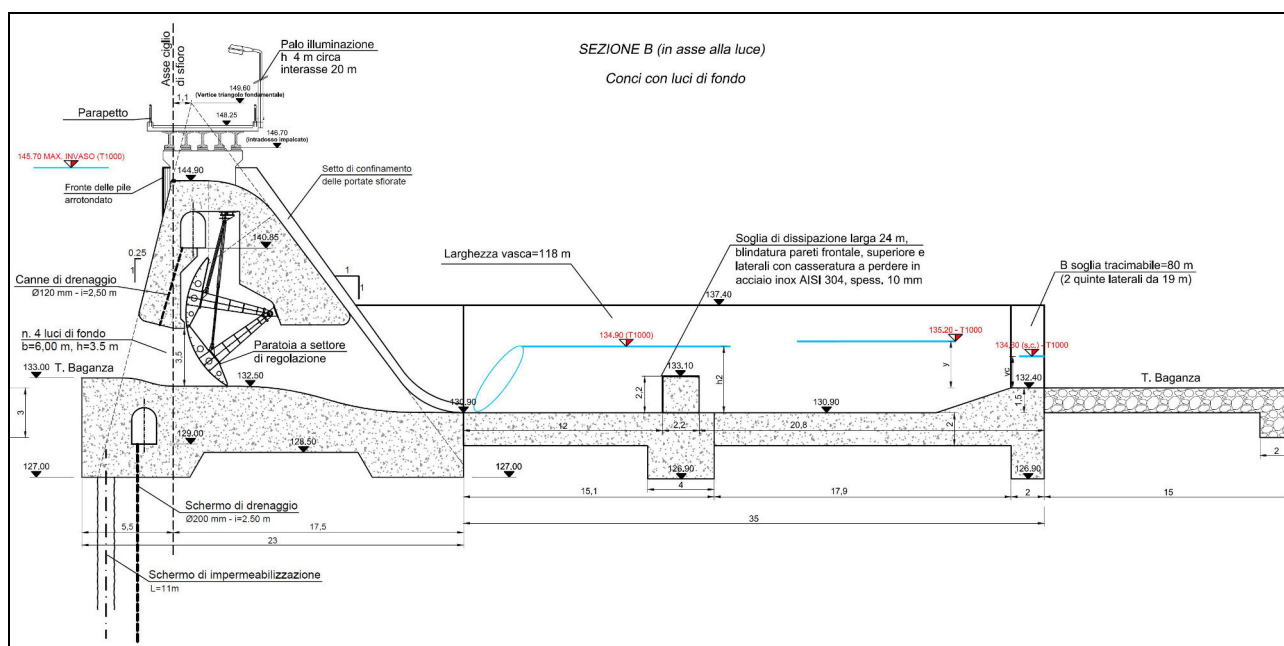
### 3.4 MANUFATTI DI REGOLAZIONE E CONTROLLO

I manufatti di regolazione e controllo previsti sono sostanzialmente tre.

Il manufatto A, in linea al corso d'acqua, è costituito da una struttura tracimabile in calcestruzzo massiccio, con pendenza (h:v) del paramento di monte pari a 0.2:1 e paramento di valle pari a 0.75:1, ed è dotato di quattro luci di fondo di larghezza 6 m ed altezza 3.5 m di fondo presidiate da quattro paratoie a settore. Il ciglio sfiorante ha una luce netta di 116 m ed è posto a quota 144.90 m s.l.m.

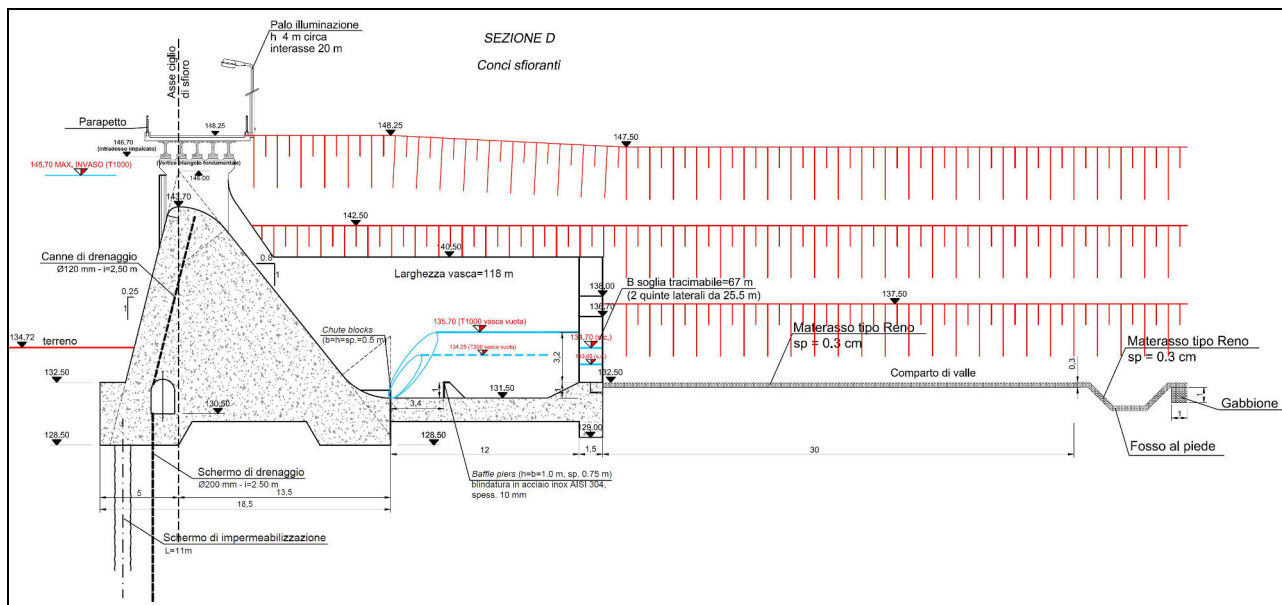


Ciascuna paratoia sarà movimentata mediante un impianto oleomeccanico (centrale + cilindri) e relativi comandi di manovra e controllo. La centrale oleodinamica sarà ubicata nell'edificio di servizio posto sul coronamento, così come il quadro elettrico e quello generale di comando delle paratoie, per le quali è previsto comunque un quadro di controllo locale.



**Figura 3.4.1** Manufatto A: sezione trasversale al manufatto, in asse ad una delle quattro luci di fondo.

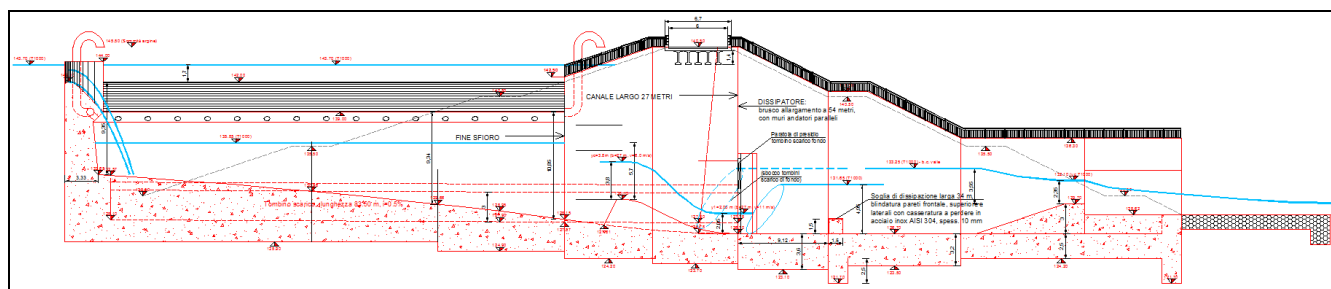
Il manufatto B si sviluppa per una larghezza di circa 120 m e collega il comparto 1 al comparto 2; esso è costituito da una struttura tracimabile in calcestruzzo massiccio, con pendenza (h:v) del paramento di monte pari a 0.25:1 e paramento di valle pari a 0.8:1; la soglia sfiorante ha luce netta di 114 m.



**Figura 3.4.2** Manufatto B: sezione trasversale al manufatto.

Il manufatto C, infine, costituisce l'opera di svuotamento del secondo comparto e soprattutto lo scarico di emergenza; esso si sviluppa per una larghezza di circa 30 m ed è dotato di sfioratore a pianta rettangolare, con sviluppo del ciglio di sfioro su tre lati, a quota 142.00 m s.l.m., di luce netta pari a 120 m. I due scarichi di fondo sono costituiti da tombini a sezione quadrata di lato 3.0 m, presidiati da paratoie piane a comando elettromeccanico gestiti con il medesimo sistema di controllo delle paratoie del manufatto A..

I manufatti di regolazione e controllo disporranno di ponti di servizio realizzati con travi in c.a.p di luce 22, 23 e 24 m., con soletta e traversi gettati in opera, cordoli e parapetti; i ponti di servizio, di larghezza netta pari a 6, consentiranno la massima ispezionabilità delle opere.



**Figura 3.4.3** Manufatto C: sezione longitudinale.

## 3.5 LE OPERE ACCESSORIE

### 3.5.1 Edificio servizi

La principale opera accessoria è costituita dall'edificio servizi ubicato sul piano di coronamento, tra i due manufatti "A" e "B", posizione centrale rispetto alle principali installazioni impiantistiche come di seguito descritto, ed al

contempo compatibile con le DPA (Distanze di Prima Approssimazione) dal traliccio della linea a 380'000 V già determinate in via preliminare da Terna.

All'interno di tale edificio troveranno collocazione la sala riunioni, il locale tecnico di controllo e di comando, i quadri elettrici, i servizi igienici. Il locale tecnico ospiterà, in particolare, la centrale oleodinamica delle paratoie a settore e la strumentazione per il controllo e la movimentazione delle stesse.

La centrale oleodinamica sarà ubicata nell'edificio di servizio a coronamento, così come i quadri elettrico generale (si prevede una fornitura complessiva di ca. 100 kW in BT, per cui non si ritiene necessaria alcuna trasformazione locale da MT a BT) e di controllo delle paratoie, con PLC dotati di monitor a led di almeno 22", software di comando e di segnalazione dello stato delle paratoie, del loro grado di apertura, delle portate scaricate, con sistema di registrazione dei dati.

In zona adiacente ai manufatti A e C saranno inoltre collocati i quadri di comando locale delle paratoie con indicazione del loro grado di apertura.

Il progetto impiantistico include l'impianto di illuminazione dell'edificio servizi, dei ponti ed accessi di sommità, nonché interno ai cunicoli. E' inoltre prevista l'installazione di un gruppo elettrogeno (della potenza pari alla fornitura ENEL prevista) all'interno del locale tecnico indispensabile in caso di interruzione della potenza motrice.

### **3.5.2 Accessibilità e piste di servizio**

Ai manufatti ed all'edificio servizi si accede da diversi punti di ingresso ("*sud-ovest*", nei pressi del depuratore di Sala Baganza, "*sud*" dalla carraia esistente presso il prosciuttificio, "*ovest*" da strada Farnese ed "*est*" da strada Montanara - SP56); tutti i varchi sono presidiati da sbarre al fine di impedire l'accesso ai veicoli non autorizzati, ed analoga funzione interdittiva è svolta dal fosso di guardia posto al piede dell'argine (e della pista lato sud).

La viabilità interna è costituita da piste di servizio realizzate con cassonetto in materiale granulare stabilizzato proveniente dagli scavi dello spessore di 50 cm; nello strato sommitale della pista ( $sp \geq 15$  cm), è prevista un'ulteriore lavorazione di fresatura e stabilizzazione a freddo, ad ottenere i seguenti vantaggi: maggiore omogeneità della fondazione stradale, migliore compattazione (quindi assenza di cedimenti nel tempo e di formazione di buche per ristagni d'acqua), assenza di crescita vegetale ed in sintesi drastica riduzione nel tempo degli interventi manutentivi.

Tale lavorazione migliorativa consiste in due passate con speciale apparecchiatura frantumazione sassi di cui la prima costituisce una prima scarificazione della pista (grazie alla quale vengono separati e rimossi gli eventuali massi di dimensioni eccessive), mentre la seconda un riporto e livellamento del materiale frantumato ed omogeneizzato dalla macchina (si riescono a frantumare massi di dimensioni fino a 40-50 cm di diametro).

La larghezza delle piste è differenziata in reazione alla posizione: 5.0 m in coronamento (largo 6 metri), 3.5 m sulle bancate intermedie (larghe 4 metri), ed infine 6.0 m al piede delle arginature lato invasivo.



### 3.6 INDICAZIONI PER LA CANTIERIZZAZIONE

#### 3.6.1 Individuazione preliminare delle fasi esecutive

Le fasi esecutive dell'opera sono riportate nell'elaborato grafico del Progetto definitivo denominato BAG2\_07SIC\_D\_PL\_01\_A e negli Allegati grafici al presente Quadro di Riferimento Progettuale (elaborato BAG2\_16SIA\_R\_SC\_01\_A).

Di seguito viene fornita una descrizione preliminare delle fasi esecutive suddette, che saranno comunque oggetto di studio di dettaglio nell'ambito del Piano di Sicurezza e Coordinamento a cura del CSP, sulla base delle scelte progettuali e del cronoprogramma dei lavori che faranno parte del progetto esecutivo:

- Fase 1 – Preparazione delle aree di cantiere e Bonifica da Ordigni Bellici inesplosi (BOB). La BOB sarà eseguita per stralci funzionali successivi al fine di sbloccare le varie aree di intervento in funzione dell'avanzamento del cantiere.
- Fase 2 – Prescavo dell'alveo (da 1 a 3 m) finalizzato al lieve abbassamento piezometrico necessario alla fase 3. Le lavorazioni previste in questa fase conseguiranno un effetto drenante sui materiali di scavo delle successive fasi, a costituire di fatto una modalità operativa per l'esecuzione degli scavi altrimenti sotto falda (vd. anche successiva fase 6).
- Fase 3 – Realizzazione della bonifica delle ghiaie dell'argine ovest, riempimenti a sud e piantumazioni. Durante questa fase si procederà con le bonifiche dei materiali presenti al di sotto del piano di imposta delle arginature sul lato ovest, e contestualmente alle piantumazioni che potranno avere anche un effetto di mitigazione (polveri, paesaggio) per i ricettori più prossimi alle opere.
- Fase 4 – Realizzazione della briglia e delle arginature est ed ovest a monte della stessa. La realizzazione della briglia di monte e delle arginature di raccordo permetterà di stabilizzare l'assetto di fondo dell'alveo a monte della cassa.
- Fase 5 – Risezionamento alveo definitivo e realizzazione difese di sponda dell'alveo a monte del manufatto "A". Il risezionamento dell'alveo definitivo, compresa la realizzazione delle difese di sponda, accentuerà l'effetto di drenaggio nel materiale oggetto di scavo; l'abbassamento dei livelli dell'acquifero della zona sud-ovest sarà contenuto dalle bonifiche e dai diaframmi precedentemente realizzati durante le fasi 3 e 4.
- Fase 6 – Inizio degli scavi in alveo a partire dalle zone nord e ovest e reimpiego del materiale idoneo per le arginature est. Ha inizio la fase di scavo dei materiali che, opportunamente miscelati, saranno direttamente reimpiegati per la formazione dei rilevati a partire dallo spigolo nord-est della cassa. La logica di avanzamento sarà quella di raggiungere condizioni piezometriche finali da valle, per procedere via via allo scavo di materiale non più immerso in falda.

- Fase 7 – Proseguo degli scavi e formazione delle arginature lato est. Realizzazione dei manufatti “B” e “C”  
Scavi e formazione arginature proseguono su tutto il lato est della cassa, ed in zona non interferente vengono realizzati i manufatti B e C, per le cui fondazioni potrebbero essere necessari canali di collegamento con l'alveo ed all'interno dell'alveo stesso, per l'aggottamento delle acque.
- Fase 8 – Completamento scavo comparto 1 e inizio arginature tra 1 e 2. Gli scavi all'interno del comparto 1 consentiranno la contestuale realizzazione dell'arginatura tra i due comparti. Il materiale risulterà sufficientemente drenato dalle modalità operative per gli scavi adottate sin dalla fase 2.
- Fase 9 – Completamento argine est e comparto 1. Fase del tutto analoga alla precedente, in cui si avrà cura di creare le sistemazioni finali del fondo del comparto 1 secondo quanto previsto dallo SIA e dal progetto di inserimento ambientale.
- Fase 10 – Manufatto “A” in due fasi: prima la porzione ovest poi quella est e completamento argine ovest a monte di “A”. Il manufatto A dovrà essere realizzato in due fasi, provvedendo alla deviazione provvisoria del T. Baganza ed alla predisposizione degli apprestamenti e delle misure di protezione collettiva necessarie per le lavorazioni in sicurezza all'interno dell'alveo. Come per le fondazioni dei manufatti B e C (fase 7) potrebbero essere necessari canali di collegamento con l'alveo ed all'interno dell'alveo stesso, per l'aggottamento delle acque.
- Fase 11 – Completamento scavo comparto 2 ed arginature ovest e nord del medesimo comparto. Fase del tutto analoga alla fase 9, in cui si avrà cura di creare le sistemazioni finali del fondo del comparto 2 secondo quanto previsto dallo SIA e dal progetto di inserimento ambientale.
- Fase 12 – Smantellamento cantiere e completamento / ripristini piantumazioni. Contestualmente alla chiusura del cantiere saranno completate ed eventualmente ripristinate le piantumazioni previste nello SIA, con particolare riferimento a quanto già eseguito all'inizio (fase 1).

### 3.6.2 Viabilità di servizio al cantiere

Le modalità di accesso al cantiere sono indicate nell'elaborato “Quadro di riferimento progettuale – Allegati grafici” (BAG2\_16SIA\_R\_SC\_01\_A); le soluzioni proposte sono costituite da 3 differenti viabilità:

- 1) La prima soluzione coincide con quella già progettata a servizio delle Unità di cava UC1 ed UC1bis, precedentemente sottoposte a procedura di VIA da parte della Ditta Proponente (Baganza Inerti s.r.l.); questa opzione prevede la realizzazione di un guado in alveo a monte del depuratore di Sala e poi ricalca il tracciato della futura viabilità di servizio di un Progetto urbanistico di iniziativa pubblica, denominato Prod9, approvato dal Comune nel 2009. Questo percorso, di lunghezza pari a circa 1,2 km, consentirà l'accesso alla S.P. 15 in direzione Nord a valle alle zone edificate di Sala Baganza, riducendo notevolmente gli impatti in termini di rumore e polveri a carico dei ricettori presenti nell'abitato. Dalla S.P. 15 i mezzi potranno poi immettersi sulla S.R. 62 all'altezza della località Lemignano e da qui raggiungere un vasto

areale che ricomprende i Comuni di Collecchio, Medesano, Noceto e Fidenza, nonché il settore Ovest della bassa parmense (Cepim, Fontevivo, Fontanellato, Soragna, San Secondo); rientra in queste aree anche il cantiere del 1° Lotto TIBRE.

- 2) La seconda soluzione prevede la realizzazione di una pista di servizio in alveo in direzione Nord, di lunghezza complessiva pari a circa 6,7 km (analoga a quella realizzata su tutto il tratto fluviale in esame nell'estate del 2015 per le attività di manutenzione, pulizia e messa in sicurezza idraulica); la pista uscirà dall'alveo alle porte della città nei pressi del toponimo Meli Lupi scavalcando l'argine mediante la rampa esistente (opportunamente adeguata), per poi immettersi per un breve tratto su Strada Montanara e, da qui, sulla tangenziale Sud di Parma. L'areale servito da questa soluzione è molto ampio e comprende la città di Parma e tutto il settore Nord della Provincia, oltre a permettere un collegamento diretto, tramite il sistema delle tangenziali, sia vs. Est (direzione Reggio Emilia) che vs. Ovest (direzione Fidenza). Si osserva che anche in questo caso l'areale servito può ricomprendere il cantiere del tracciato di progetto del 1° Lotto TIBRE.
- 3) La terza soluzione prevede la realizzazione di una pista di servizio in alveo in direzione Sud, di lunghezza complessiva pari a circa 2 km, che passerà sotto al ponte della S.P. 15 proseguendo poi sul lato Sud della stessa viabilità, in direzione Felino, ed immettendosi sulla viabilità pubblica in corrispondenza della rotatoria esistente; da qui i mezzi potranno proseguire in direzione Est lungo la Strada Pedemontana. L'areale servito da questa soluzione comprende il territorio di Felino, Pilastro, Langhirano ed i territori posti a Sud-Est della città di Parma.

Tutte e tre le soluzioni descritte saranno rese operative e potranno essere utilizzate anche contemporaneamente per diluire ed alleggerire la pressione generata dal traffico indotto sul sistema insediativo e sulla rete stradale esistente; l'eventuale predominanza di una soluzione sulle altre potrà essere definita solo in fase esecutiva, in relazione alle effettive esigenze del mercato ed alla reale destinazione finale dei materiali escavati in cantiere.

### 3.7 AGGIORNAMENTO DEL CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE

Di seguito si riporta l'aggiornamento del cronoprogramma con indicazione dei tempi prevedibili per lo svolgimento delle successive attività di progettazione, approvazione, esecuzione e collaudo:

• acquisizione pareri.....	9 mesi
• progettazione esecutiva .....	6 mesi
• validazione e approvazione del progetto .....	3 mesi
• <b>esecuzione dei lavori</b> .....	<b>48 mesi<sup>18</sup></b>
• collaudi .....	6 mesi

---

<sup>18</sup> La tempistica dei lavori è condizionata dall'effettiva possibilità di collocazione del materiale sul mercato



**TOTALE****78 mesi**

Pertanto, a partire dalla data di presentazione del presente progetto definitivo, si prevede che l'iter realizzativo delle opere oggetto dell'intervento duri circa 6,5 anni.

## 4. DESCRIZIONE DELLE MISURE DI MITIGAZIONE, COMPENSAZIONE ED INSERIMENTO AMBIENTALE

Nei paragrafi seguenti viene riportata una descrizione delle misure progettuali proposte per la mitigazione e compensazione ambientale degli impatti attesi ad opera ultimata. Si specifica che gli stessi interventi sono descritti anche nella Relazione descrittiva delle opere di inserimento ambientale (elaborato BAG2\_13AMB\_R\_RE\_01\_A) e nell'elaborato "Valutazione degli impatti e misure di mitigazione" del SIA (BAG2\_16SIA\_R\_RE\_04\_A), dove vengono meglio esplicitate le motivazioni ed il percorso logico delle scelte effettuate anche in relazione agli impatti ambientali generati dall'opera.

La descrizione cartografica degli interventi è riportata negli elaborati BAG2\_13AMB\_D\_PL\_01\_A (Planimetria generale), BAG2\_13AMB\_D\_PL\_02\_A (Planimetria di dettaglio e sezioni tipologiche) e negli allegati grafici al presente Quadro di riferimento progettuale (BAG2\_16\_SIA\_R\_SC\_01\_A).

### 4.1 OPERE DI INSERIMENTO AMBIENTALE E PAESAGGISTICO

La realizzazione della Cassa di Espansione determinerà l'eliminazione di gran parte delle unità cenologiche presenti nell'area di realizzazione dell'opera e nel suo immediato intorno. Se per quanto riguarda la componente alveale, si ha la certezza che in tempi rapidi la vegetazione di greto si rigenererà ricostituendo la vegetazione identificata quale habitat 3270 e le comunità associate di *Dauco-Melilotion*, così non sarà per le unità riparie e retro-riparie, in particolare per quanto riguarda la vegetazione acquatica e igrofila presenti nelle aree di ex cava.

Il presente paragrafo dettaglia pertanto gli interventi previsti per ricostituire le cenosi eliminate o compromesse e per migliorare l'inserimento ambientale e paesaggistico dell'opera in progetto. Tali interventi prevedono la realizzazione di aree a verde che potranno essere realizzati in parte prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'opera, in parte al termine degli interventi al fine di ricostituire e rendere più rapido il processo di colonizzazione spontanea dei nuovi ambienti naturali da parte di specie arbustive, arboree ed acquatiche.

La sistemazione finale prevede la realizzazione delle seguenti tipologie vegetazionali:

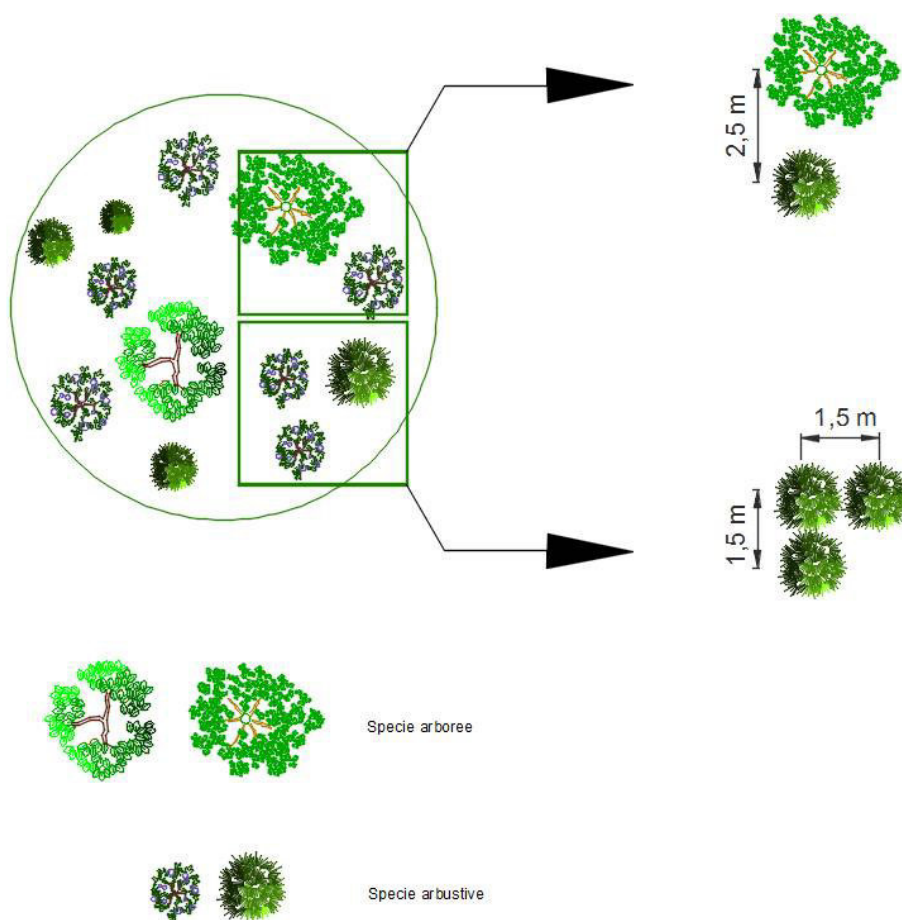
- Zona a macchia e radura, nel settore sud a monte della cassa;
- Fascia schermante con struttura "a tetto" nel settore nord a valle della cassa;
- Siepi arbustive fiorite, nel settore orientale della cassa, parallelamente alla S.P.;
- Fascia boscata a componente mesofila, nel settore orientale della cassa, in sponda sinistra;
- Fascia ripariale a corredo del canale by-pass per l'ittiofauna (opera descritta successivamente).

Nei seguenti paragrafi vengono descritte in maniera dettagliata le tipologie vegetazionali previste.

#### 4.1.1 Zone macchia-radura

Le aree soggette a questo tipo di intervento avranno un'impronta prettamente naturalistica al fine di creare le condizioni migliori per la nidificazione, riproduzione e alimentazione di alcune specie faunistiche che tendono a frequentare e a riprodursi in aree dove si ha l'alternanza habitat prativi e habitat arbustivi (ad es. Averla piccola, Saltimpalo, Sterpazzola, ecc.). La superficie interessata da questo intervento si estende su circa 21.900 m<sup>2</sup> e si sviluppa lungo il settore meridionale all'esterno della cassa. La messa a dimora delle essenze arboreo-arbustive è realizzata con una disposizione spaziale a gruppi che ha lo scopo di creare macchie di vegetazione capaci di evolversi nel tempo e nello spazio e, contestualmente, assolvere alla funzione di nuclei di propagazione, accelerando i dinamismi naturali.

Tali gruppi arbustivi definiscono il singolo sistema a nucleo di propagazione, costituito da 10 arbusti e 2 alberi in un'area pari a 78 m<sup>2</sup> (vedi figura seguente). Dovrà essere posta attenzione a non realizzare nuclei arborei arbustivi al disotto del tracciato dell'alta tensione; inoltre in fase di progettazione esecutiva dovrà essere determinata con precisione la fascia di rispetto dell'elettrodotto entro la quale non realizzare piantumazioni.



**Figura 4.1.1** Nucleo arboreo-arbustivo da inserire nelle aree prative incolte da realizzarsi a monte della Cassa di espansione.



Si evidenzia che il sesto d'impianto riportato in figura è puramente indicativo e dovrà essere quanto più possibile irregolare. Si promuove infatti una disposizione spaziale delle specie casuale, tale da riprodurre al meglio le condizioni tipiche degli ambienti naturali.

All'interno delle aree in cui saranno inserite le macchie arbustive, ogni singolo nucleo di propagazione dovrà essere ripetuto con disposizioni diverse e a distanze variabili e non fisse, al fine di limitare l'artificialità nella realizzazione dell'impianto. Per aumentare il grado di diversità ambientale, dovrà essere inoltre garantita la presenza di radure per circa il 70% della superficie di intervento. Per tale motivo, la copertura totale dell'area dovrà presentare indicativamente le seguenti destinazioni d'uso del suolo:

- nuclei di propagazione arbustivi: 30%
- aree prative incolte: 70%.

**Tabella 4.1.1 Caratteristiche e composizione specifica dei nuclei arbustivi**

Area di progetto (m <sup>2</sup> )	21.900	
Area di impianto 30% (m <sup>2</sup> )	6.600	
Area modulo (m <sup>2</sup> )	78	
n. moduli	85	
Specie	Numero piante per modulo	Numero totale piante
<b>Alberi</b>	2	170
<b>Arbustive</b>	10	850
<b>Totale intervento</b>	<b>12</b>	<b>1020</b>

Si evidenzia che fra le specie arbustive non dovrà essere inserita la specie *Crataegus monogyna* (biancospino) in seguito alla Determina n. 18763 del 29.12.2015, emessa dal Servizio fitosanitario della Regione Emilia Romagna, che vieta la messa a dimora delle specie appartenenti al genere *Crataegus* fino al 31.12.2016. Il provvedimento, adottato in applicazione alla L.R. n. 3/2004, ha lo scopo di limitare la diffusione del colpo di fuoco batterico a cui i biancospini sono particolarmente sensibili, costituendo una potenziale fonte di inoculo e di propagazione della malattia verso le colture di alberi da frutto appartenenti alla famiglia delle Pomacee.

L'epoca per l'esecuzione dell'impianto dovrà cadere nel periodo di riposo vegetativo delle piante, ad inizio primavera o nel tardo autunno; l'utilizzo di piante in contenitore, meno sensibili a fenomeni di stress da trapianto, consente di dilatare leggermente i tempi utili per l'impianto.

A fine impianto dovrà inoltre essere eseguito l'inerbimento di tutte le superfici mediante semina a spaglio di un apposito miscuglio di graminacee e leguminose. La scelta delle specie risulta molto importante soprattutto nelle prime fasi della vita delle piante, in cui va garantita la velocità di radicazione e colonizzazione della superficie in tempi brevi al fine di limitare la competizione con le specie infestanti. Risulta decisiva, pertanto, la disponibilità di un miscuglio di specie relativamente insensibili alle fluttuazioni di acqua nel suolo. Dovrà pertanto essere utilizzata

una miscela di specie erbacee pioniere e competitive, che possono svolgere un'adeguata funzione di copertura e di contrasto all'affermazione di una vegetazione alloctona (soprattutto esotiche invadenti).

Tra le graminacee (*Poacee*), potranno essere impiegate specie quali *Festuca arundinacea*, *Lolium italicum*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Alopecurus myosuroides*, *Bromus sterilis*; tra le leguminose (*Fabacee*), potranno essere impiegate specie quali *Trifolium pratense*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*.

Oltre a graminacee e leguminose, al fine di aumentare la biodiversità floristica dell'area, nonché l'attrattività nei confronti dell'entomofauna, potranno essere inserite specie appartenenti ad altre famiglie.

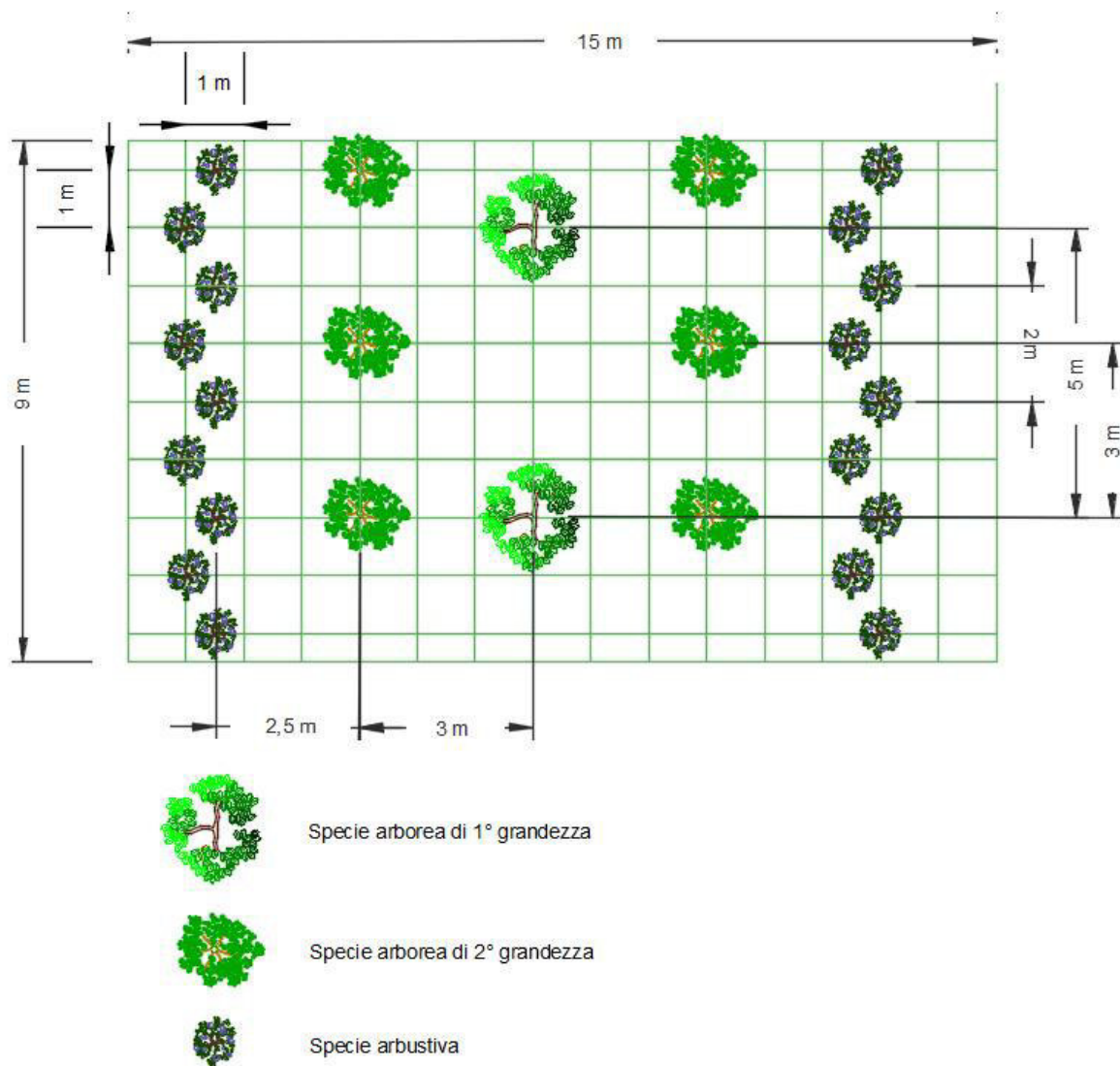
In ogni caso, la scelta della composizione floristica del miscuglio sarà definita puntualmente in fase esecutiva nei limiti delle indicazioni precedenti.

#### **4.1.2 Fascia schermante con struttura a “tetto”**

Lungo il piede dell'argine, a valle della cassa di espansione al confine con le aree agricole esistenti, sarà realizzata una siepe arboreo-arbustiva alta con struttura 'a tetto', che avrà la funzione di schermare la vista delle opere arginali per chi proviene da nord lungo la Strada Provinciale 56 che fiancheggia l'opera in progetto. Complessivamente la siepe in progetto avrà una lunghezza di circa 300 metri e una larghezza media di 9 metri, occupando una superficie totale pari a circa 4.600 m<sup>2</sup>.

Questa tipologia di intervento, oltre ad avere una funzione estetica ed a fungere da elemento di connessione della rete ecologica locale, avrà anche la funzione di creare un'area di rifugio per le specie faunistiche che tendono a frequentare gli incolti nel periodo produttivo o per motivi alimentari (ad es. Succiacapre, Occhione, Tottavilla, varie specie di rettili, ecc.). La siepe avrà inoltre una funzione compensativa nei confronti dell'eliminazione di una siepe analoga attualmente esistente nelle aree che saranno interessate dalla realizzazione della Cassa.

Le siepi con struttura “a tetto” sono così chiamate perchè realizzate con sezione piramidale, ovvero mediante la messa a dimora, secondo una distribuzione a fasce, di bassi arbusti, alti arbusti ed alberi autoctoni. L'intervento sarà costituito dalla realizzazione di un filare arboreo centrale (interdistanza fra gli esemplari lungo la fila pari a 5 m), ai cui lati sarà realizzata prima una fascia di alberi di seconda grandezza; ogni filare sarà distanziato dal filare alberato di circa 3 metri, così come lungo la fila ogni esemplare arboreo di seconda grandezza sarà distanziato dall'altro di circa 3 metri. Ai lati di questi filari alberati sarà realizzato un doppio filare arbustivo, le cui interdistanze saranno di circa 0,5 m fra le file e di 2 m fra gli esemplari.



**Figura 4.1.2 Modulo e sesto d'impianto della fascia schermante con struttura "a tetto"**

Nella tabella seguente sono descritte le caratteristiche e la composizione dell'impianto vegetazionale in esame. Il sesto di impianto è stato applicato in modo da ricavare il numero di piante necessarie per tipologia di area, secondo un indice di copertura media.



**Tabella 4.1.2 Caratteristiche e composizione specifica della fascia schermante con struttura a “tetto”.**

Area di progetto (m <sup>2</sup> )	4.600	
Area modulo (m <sup>2</sup> )	135	
n. moduli	34	
Specie	Numero piante per modulo	Numero totale piante
<b>Alberi</b>	8	272
<b>Arbustive</b>	18	612
<b>Totale intervento</b>	<b>26</b>	<b>884</b>

Le specie arbustive impiegate dovranno presentare un portamento basso-arbustivo, un elevato valore estetico e un'elevata produzione baccifera ai fini faunistici; le specie arboree dovranno invece essere scelte in funzione delle caratteristiche ambientali dell'area (terrazzi alluvionali sospesi della Val Baganza).

Tutte le essenze impiegate dovranno essere a medio effetto al fine di ottenere un più rapido effetto di schermatura del sistema di arginature per chi proviene da nord lungo la Strada Provinciale.

Fra le specie arbustive non dovrà essere impiegato il Biancospino (*Crataegus monogyna*) in seguito alla Determina n. 18763 del 29.12.2015, emessa dal Servizio fitosanitario della Regione Emilia Romagna, che vieta la messa a dimora delle specie appartenenti al genere *Crataegus* fino al 31.12.2016.

#### 4.1.3 Siepi arbustive fiorite

Lo scopo della creazione di queste quinte vegetazionali è quello di introdurre elementi caratterizzanti il paesaggio in grado di favorire sia l'inserimento ambientale e paesaggistico dell'opera sia di potenziare la rete ecologica locale, fornendo habitat diversificati per la riproduzione, la nidificazione e il reperimento di cibo per le specie che di norma frequentano i coltivi e, in generale, le aree antropizzate.

La particolarità della siepe, grazie alla sua conformazione lineare, è quella di ricevere la luce non solo dall'alto, ma anche dai lati, fino al livello del terreno. Le siepi rappresentano quindi dei "muri verdi", nei quali i germogli e le foglie si sviluppano sia verso l'alto che lateralmente; in questi elementi possono pertanto convivere sia specie arboree (capaci di crescita verso l'alto) che specie arbustive (che sfruttano l'illuminazione laterale). Questa particolarità conferisce alle siepi un elevato grado di biodiversità potenziale.

E' importante notare che l'architettura delle siepi consente un'altissima produttività biologica (alta efficienza nella trasformazione dell'energia in biomassa). Le specie botaniche autoctone caratteristiche delle siepi di campagna svolgono, inoltre, una funzione di "aree rifugio" per numerosi coccinellidi adulti durante i momenti critici del loro ciclo biologico, come ad es. l'autunno. Nell'agricoltura convenzionale si è infatti innescato un effetto a spirale, in cui la riduzione dei limitatori naturali ha accentuato il ricorso agli insetticidi ed acaricidi di sintesi che, a loro volta, hanno falciato nuovamente le popolazioni utili, creando le premesse per una "omeostasi chimica" del campo

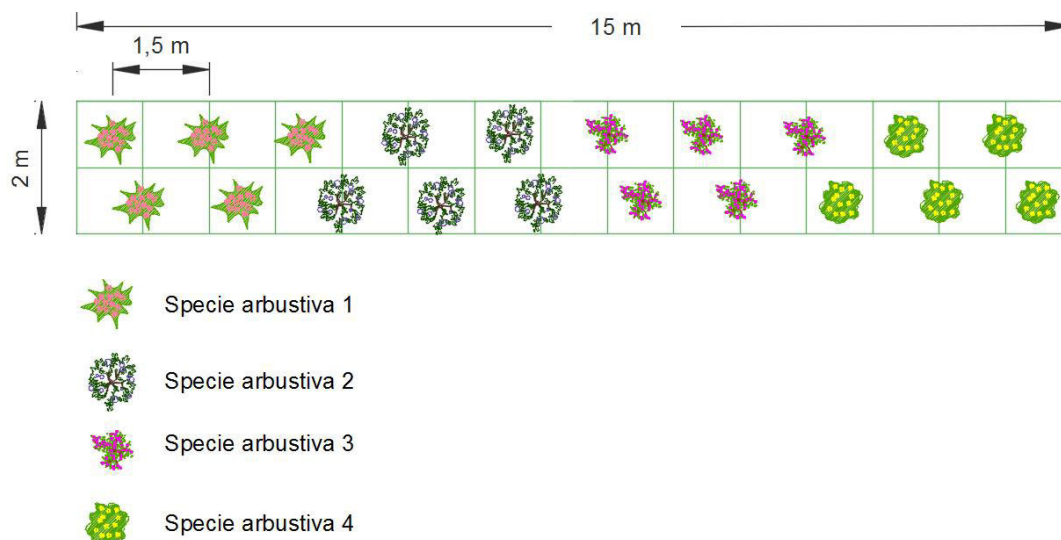
coltivato. La reintroduzione di siepi ed alberature nell'ecosistema agrario rappresenta quindi una moderna visione ecologica dell'esercizio dell'agricoltura.

Nel caso di specifico interesse le siepi di progetto formeranno delle strutture lineari e saranno costituite da sole specie arbustive. Questa tipologia sarà realizzata sia al piede dell'argine orientale della cassa, parallelamente alla Strada Provinciale, che parallelamente alla pista ciclabile prevista in sponda sinistra del T. Baganza (si veda Tavola BAG2\_13AMB\_D\_PL\_01\_A).

Nella tabella seguente sono descritte le caratteristiche e la composizione dell'impianto vegetazionale in esame. Il sesto di impianto è stato applicato in modo da ricavare il numero di piante necessarie per tipologia di area, secondo un indice di copertura media.

**Tabella 4.1.3 Caratteristiche e composizione specifica dei nuclei arbustivi.**

Area di progetto (m <sup>2</sup> )	4.800	
Area modulo (m <sup>2</sup> )	30	
n. moduli	160	
Specie	Numero piante per modulo	Numero totale piante
<b>Arbustive</b>	20	3.200
<b>Totale intervento</b>	<b>20</b>	<b>3.200</b>



**Figura 4.1.3 Modulo e sesto d'impianto della siepe arboreo-arbustiva a componente ornamentale.**

La realizzazione di tale fascia vegetazionale dovrà essere varia per numero, composizione e disposizione evitando allineamenti e distanze regolari, per simulare nel migliore modo le condizioni di una formazione naturale.

Il periodo più consono per la messa a dimora delle specie da piantumare è il periodo del riposo vegetativo, più precisamente durante l'autunno o la primavera per le latifoglie decidue trapiantate con radice nuda, viceversa in tutto l'arco dell'anno per le piantine trapiantate con pane di terra o in fitocella.

Si evidenzia che anche in questo caso, tra le essenze utilizzate per la realizzazione dell'intervento in esame, non dovrà essere inserita la specie *Crataegus monogyna* (biancospino) in seguito alla Determina n. 18763 del 29.12.2015, emessa dal Servizio fitosanitario della Regione Emilia Romagna, che vieta la messa a dimora delle specie appartenenti al genere *Crataegus* fino al 31.12.2016.

#### 4.1.4 Fascia boscata a componente mesofila

Le aree soggette a questo tipo di intervento avranno un'impronta prettamente naturalistica al fine di creare, nel settore a ovest della cassa (sponda sinistra del T. Baganza) una fascia più o meno continua che possa fungere da "cuscinetto" tra le aree di stretta pertinenza fluviale (greto, alveo e terrazzi laterali all'alveo) e le aree agricole circostanti. L'intervento rivestirà anche una funzione compensativa della vegetazione che verrà eliminata per la realizzazione dell'opera.

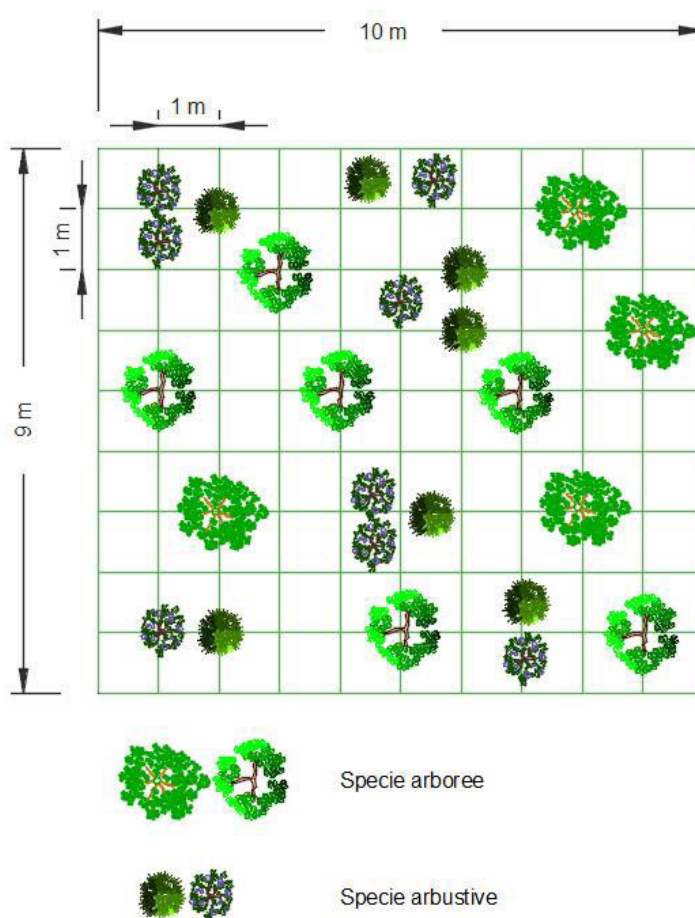
La scelta delle specie, che dovrà rigorosamente cadere su essenze autoctone e adatte alle condizioni pedoclimatiche locali, privilegerà le seguenti caratteristiche:

- prevalenza di specie a rapido accrescimento;
- capacità di creare condizioni ecologiche utili sia al controllo dello sviluppo della vegetazione spontanea sia alla protezione delle specie a più lento sviluppo;
- integrazione con specie a lento sviluppo, importanti per il ruolo ecologico, come ad esempio *Quercus robur*, che è in grado da sola di fornire una ricchezza di micro-ambienti differenti per il rifugio e la nidificazione delle specie faunistiche.

La superficie interessata da questo intervento è quella che si estende in sponda sinistra del T. Baganza, a corredo del by-pass per l'ittiofauna nel tratto più a valle (si veda Tavola BAG2\_13AMB\_D\_PL\_01\_A).

La messa a dimora di specie arboree ed arbustive è realizzata con una disposizione spaziale a gruppi che ha lo scopo di creare macchie di vegetazione capaci di evolversi nel tempo e nello spazio e, contestualmente, assolvere alla funzione di nuclei di propagazione, accelerando i dinamismi naturali.





**Figura 4.1.4 Modulo tipo per la realizzazione della fascia boscata a componente mesofila.**

All'interno di tale fascia boscata, ogni singolo modulo o nucleo di propagazione dovrà essere ripetuto con disposizioni diverse e a distanze variabili e non fisse, al fine di limitare l'artificialità nella realizzazione dell'impianto.

La disposizione delle piante, rappresentata per comodità grafiche secondo un sesto d'impianto regolare ed omogeneo, dovrà privilegiare una disposizione maggiormente "naturaliforme", senza tuttavia ostacolare le normali operazioni di manutenzione all'interno dell'area.

Occorre infine evidenziare che l'irregolarità delle nuove aree rinaturate sarà garantita dal diverso grado di sviluppo e pollonazione delle varie specie vegetali, le quali nel processo di competizione concorreranno alla formazione di un ecosistema in grado di autosostenersi ed autoregolarsi.

La selezione naturale, coadiuvata dall'attecchimento selettivo e dai sestetti d'impianto, garantirà quella diversificazione dei fattori microclimatici richiesta, a vantaggio della biodiversità sia vegetazionale che faunistica.

Nella seguente tabella sono descritte le caratteristiche e la composizione dell'impianto vegetazionale in esame. Il sesto di impianto è stato applicato in modo da ricavare il numero di piante necessarie per tipologia di area, secondo un indice di copertura media.

**Tabella 4.1.4 Caratteristiche e composizione specifica delle aree boscate a componente mesofila**

Area di progetto (m <sup>2</sup> )	11.800	
Area modulo (m <sup>2</sup> )	90	
n. moduli	131	
Specie	Numero piante per modulo	Numero totale piante
<b>Alberi</b>	10	1.310
<b>Arbustive</b>	15	1.965
<b>Totale intervento</b>	<b>25</b>	<b>3.275</b>

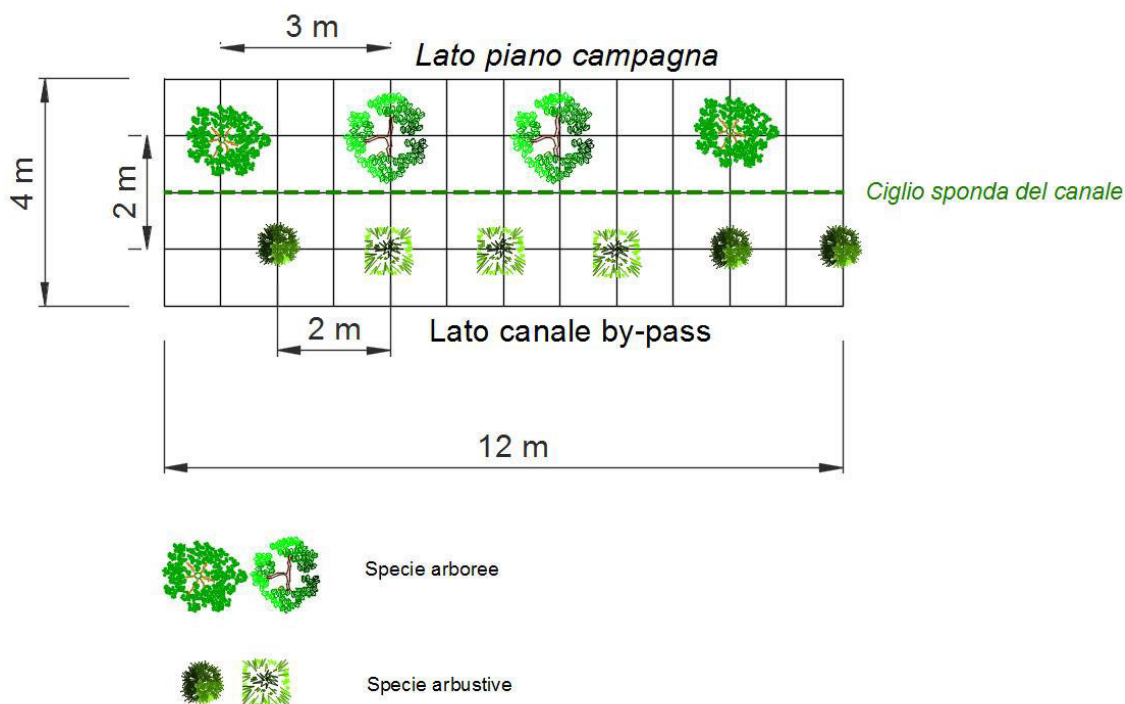
Si evidenzia che non è stata considerata tra le essenze utilizzate per la realizzazione dell'intervento in esame la specie *Crataegus monogyna* (biancospino) in seguito alla Determina n. 18763 del 29/12/2015, emessa dal Servizio fitosanitario della Regione Emilia Romagna, che vieta la messa a dimora delle specie appartenenti al genere *Crataegus* fino al 31.12.2016.

Anche in queste aree dovrà essere posta attenzione a non realizzare piantumazioni al disotto del tracciato dell'alta tensione; pertanto in fase esecutiva sarà determinata la fascia di rispetto dell'elettrodotto entro la quale non mettere a dimora elementi vegetazionali.

#### 4.1.5 Fascia ripariale a corredo del by-pass per l'ittiofauna

La realizzazione di questa tipologia vegetazionale è prevista lungo la sponda occidentale del by-pass per l'ittiofauna nel tratto a monte di strada Villa Ortensia, mentre nel tratto a valle della stessa strada la fascia ripariale si alternerà lungo la sponda destra e sinistra del canale, alternandosi ai nuclei dell' tipologia denominata "Fascia boscata a componente mesofila".

L'intervento sarà costituito dalla messa a dimora di esemplari arborei lungo il lato rivolto verso la campagna, mentre sul lato rivolto verso il canale di by-pass è prevista la messa a dimora di esemplari arbustivi maggiormente igrofili (vedi figura seguente).



**Figura 4.1.5** Modulo e sesto d'impianto della fascia ripariale a corredo del by-pass per l'ittiofauna.

Tutte le essenze dovranno essere scelte in funzione delle caratteristiche pedo-climatiche dell'area di intervento. Nella tabella seguente si riporta il numero di esemplari/specie che saranno messe a dimora.

**Tabella 4.1.5** Caratteristiche e composizione specifica delle aree boscate a componente mesofila.

Area di progetto (m <sup>2</sup> )	2.500	
Area modulo (m <sup>2</sup> )	48	
n. moduli	52	
Specie	Numero piante per modulo	Numero totale piante
<b>Alberi</b>	4	208
<b>Arbustive</b>	6	312
<b>Totale intervento</b>	<b>10</b>	<b>520</b>

## 4.2 CANALE BY-PASS PER L'ITTIOfAUNA

La realizzazione della Cassa di espansione in progetto determinerà un'interruzione del *continuum fluviale* a causa della realizzazione di una briglia d'ingresso con dislivello altimetrico pari a 5 m, che rappresenterà un ostacolo per gli spostamenti dell'ittiofauna sia nei movimenti da valle verso monte che nella ricolonizzazione del corso d'acqua da monte verso valle (che solitamente avviene quando, all'inizio dell'autunno, l'acqua ritorna nel torrente dopo le prolungate secche estive). Una trattazione più dettagliata della popolazione ittica del tratto fluviale interessato,



delle modalità di spostamento e colonizzazione e delle motivazioni che giustificano la realizzazione di un intervento di mitigazione è riportata nell'elaborato di Valutazione degli impatti (BAG2\_16SIA\_R\_RE\_04\_A) e nei relativi allegati che contengono i primi esiti del monitoraggio ambientale, cui si rimanda per ulteriori approfondimenti.

La soluzione progettuale adottata prevede la realizzazione di un canale by-pass ed è stata definita con riferimento alle indicazioni riportate nella bibliografia di settore; in particolare secondo quanto riportato nella pubblicazione "*Fish passes*" design, dimensions and monitoring"<sup>19</sup> i passaggi per pesci possono essere suddivisi in:

- Passaggi tecnici: passaggi artificiali riconducibili ad opere di ingegneria civile, realizzati prevalentemente in calcestruzzo e con utilizzo di sistemi di regolazione come paratoie o diaframmi.
- Passaggi naturaliformi ("*close to nature*"): passaggi artificiali che riproducono le condizioni naturali, attraverso la creazione di rapide, corsi d'acqua minori, ecc. In questi casi possono essere usate soluzioni di ingegneria naturalistica (massi intasati con calcestruzzo).
- Strutture artificiali: sistemi attivi che permettono il passaggio dei pesci senza però che venga ricostituito il continuum fluviale.

I by-pass rientrano nella categoria dei passaggi *close to nature*, e si configurano come canali artificiali a pendenza ridotta che aggirano lo sbarramento ricostituendo la continuità tra monte e valle e creando lungo il percorso habitat fruibili dalla fauna acquatica. Questa soluzione è particolarmente indicata nel caso sbarramenti con dislivelli superiori a 2 m, come avviene nel caso in esame.

Occorre considerare che il principale problema per la realizzazione dei by-pass è legato alla effettiva disponibilità delle aree, in particolar modo a causa della ridotta pendenza di fondo (valori massimi inferiori a 2-3%); in questo caso tale aspetto non costituisce un problema in quanto nella sponda sinistra adiacente alla cassa si dispone di ampie aree demaniali.

La realizzazione di un canale artificiale che permetterà di aggirare sia la prima briglia che il manufatto A di regolazione; a tale proposito si precisa che il manufatto A non si configura come uno sbarramento vero e proprio in quanto le 4 luci di fondo, aventi ciascuno una larghezza di 6 m e un'altezza di 3,5 m, consentono il normale passaggio della corrente fino ad eventi di piena con tempi di ritorno centennali e duecentennali. Tuttavia la realizzazione di un bypass che aggiri anche tale manufatto garantirà un battente idrico sufficiente alla migrazione della fauna ittica anche nei periodi di magra, concentrando tutto il DMV all'interno del canale artificiale.

Il canale by-pass in progetto si svilupperà in sinistra idraulica del T. Baganza e avrà uno sviluppo complessivo di circa 800 m.

Di seguito si riportano i parametri di progettazione da rispettare per la realizzazione del by-pass:

---

<sup>19</sup> Pubblicazione edita da DVWK – FAO.

- 1) Portata di riferimento che deve transitare nel canale (DMV fissato per il T. Baganza a Parma nei mesi da ott-apr):  $0,53 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- 2) Larghezza sul fondo compresa tra  $0,80 \div 2,00 \text{ m}$ ;
- 3) Pendenza delle sponde: compresa tra  $30 \div 35^\circ$ ;
- 4) Andamento naturaliforme con tratti rettilinei alternati a tratti sinuosi;
- 5) Altezza minima della lama d'acqua:  $0,20 \text{ m}$ ;
- 6) Pendenza: in accordo con la pendenza naturale del fiume e comunque non superiore al 5%;

L'alimentazione del canale by-pass per pesci avverrà in corrispondenza del salto di fondo della briglia di monte che risulta dotata, in sponda sinistra, di un ribassamento della quota di sfioro di 1 metro su una lunghezza di circa 10 m. Le portate saranno convogliate verso uno scatolare a sezione rettangolare ( $1.5 \times 2.0 \text{ m}$ , larghezza x altezza) dotato di un piccolo manufatto con paratoia ad azionamento manuale, tarato su un'apertura fissa in grado di derivare le portate di magra (in particolare, il DMV pari a  $0.53 \text{ m}^3/\text{s}$ ) limitando al contempo le portate in condizioni di piena grazie al funzionamento sotto battente.

Il fondo del canale dovrà presentare un substrato ghiaioso, ricostruendo il fondo d'alveo naturale del T. Baganza, avendo però cura che il deflusso della portata derivata si mantenga all'interno del canale e non venga disperso per infiltrazione. Per tale motivo il canale dovrà essere impermeabilizzato utilizzando lo stesso materiale fine proveniente dalle operazioni di scavo (strato limoso sopra lo strato ghiaioso), successivamente sarà steso il geotessile e, sopra questo, il materiale ghiaioso (anch'esso ricavato dalle operazioni di scavo del canale stesso), per uno spessore di ca. 20 cm.

Il canale artificiale dovrà avere un andamento il più naturaliforme possibile e in alcuni tratti saranno realizzate delle buche a profondità maggiore e slarghi con realizzazione di banche intermedie nelle scarpate, in modo da diversificare maggiormente gli habitat seminaturali utilizzabili dalla fauna acquatica.

Nella parte finale del canale, prima dell'immissione nel Baganza, è previsto un tratto con una pendenza maggiore (circa 2%), in cui saranno realizzate delle barre trasversali in massi. I singoli tratti manterranno una pendenza di circa l'1%, l'altezza dei salti non dovrà superare i 0.2 m e i singoli massi dovranno avere dimensioni comprese tra 0.5 e 0.8 m. Questa soluzione garantisce l'ottenimento di un duplice vantaggio: da un lato si otterrà una sequenza di pozze (*pool*) utilizzabili dai pesci come zone rifugio mentre dall'altro l'aumento di pendenza creerà una maggiore turbolenza nel punto di immissione dando origine ad una corrente attrattiva, funzionale ad indirizzare i pesci verso il bypass.

Sarà prevista infine la realizzazione di un pennello sul T. Baganza, appena a valle del manufatto A, necessario ad indirizzare le portate che transita in alveo, in particolare nei periodi di magra, verso l'imbocco della scala di risalita. Nella figura seguente si riporta un esempio di un canale by-pass realizzato.



**Figura 4.2.6** Esempio di un canale by-pass per l'ittiofauna realizzato.

#### **4.3 PROPOSTE DI INTERVENTI PILOTA DI RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE A VALLE DELLA CASSA**

Esiste un'esigenza crescente di gestire i corsi d'acqua coniugando gli obiettivi di sicurezza idraulica con quelli di preservazione e miglioramento dell'ambiente fluviale, tenendo quindi sempre più conto degli aspetti ecologici e geomorfologici. Questa esigenza deriva anche, o soprattutto, dalla Direttiva Quadro Acqua 2000/60/CE la quale, come è noto, impone il raggiungimento di requisiti minimi di qualità dei corsi d'acqua.

Secondo Downs & Gregory (2004) sono possibili varie scelte di strategie di gestione e riqualificazione, quali:

- 1) preservare i rimanenti tratti d'alveo in condizioni relativamente naturali ed i processi che li rendono tali;
- 2) migliorare i tratti molto degradati, nonostante i costi ed il modesto potenziale di miglioramento ambientale.

Gli stessi autori riportano un'interessante procedura sviluppata dal National Research Council (1992) e dal Sacramento River Advisory Council (2000), che consiste in uno schema di gerarchizzazione di alcuni principi generali di gestione (tabella 4.3.1), organizzato in modo da preferire la preservazione prima della ricreazione, il ripristino dei processi prima delle forme, la ricreazione degli habitat prima della reintroduzione di specie. La gerarchia riflette il fatto che una riqualificazione basata sui principi degli ordini inferiori è improbabile che sia sostenibile senza che si faccia attenzione all'ordine superiore. Ad esempio, la ricreazione di una morfologia d'alveo 'naturalizzata' è improbabile che abbia successo senza appropriata attenzione ai regimi delle portate liquide e solide che guidano i processi geomorfologici.

Viceversa, è da attendersi che una riqualificazione che parte da un ripristino dei processi geomorfologici conduca nel tempo ad un miglioramento duraturo degli habitat per animali e piante acquatiche nativi. In sostanza, la gestione e riqualificazione fluviale dovrebbe partire da una preservazione o ripristino dei processi, prima che delle forme.



**Tabella 4.3.1**– Gerarchizzazione dei principi di gestione per preservare o riqualificare l'integrità fisica ed ecologica del sistema fluviale (sviluppato dal National Research Council, 1992, Sacramento River Advisory Council, 2000, tratto da Downs & Gregory, 2004, come modificato da Rinaldi in "La geomorfologia nella gestione degli alvei").

Principi di gestione	Descrizione
1 <i>Preservare i processi naturali dove continuano a funzionare</i>	Proteggere la variabilità naturale dei regimi delle portate liquide e solide ed i processi geomorfologici associati con libere esondazioni attraverso soluzioni non strutturali progettate per permettere al corso d'acqua di continuare a funzionare dinamicamente.
2 <i>Limitare cambiamenti nei processi</i>	Nei tratti in cui i processi naturali continuano a funzionare, ma dove esiste una minaccia di cambiamenti significativi, proteggere i processi naturali usando soluzioni non strutturali eventualmente in combinazione con misure designate a prevenire che instabilità a scala di sistema raggiungano i tratti da proteggere.
3 <i>Ripristinare i processi dove possibile</i>	In fiumi regolati, riportare quanto più possibile i regimi di portate liquide e solide a scala di bacino verso condizioni non regolate (es. ripristinare la variabilità delle piene). In sistemi fluviali dove non è possibile intervenire sul regime delle portate liquide, perché è il risultato di variazioni di uso del suolo a scala di bacino o canalizzazioni estese, cercare di perseguire la riqualificazione modificando localmente i processi idraulici e di trasporto solido usando strutture a piccola scala.
4 <i>Ripristinare la geometria naturale dell'alveo</i>	Effettuare riqualificazione a scala di tratto attraverso modificazioni morfologiche dirette in corsi d'acqua con basso potenziale di recupero naturale. Il processo avvierà variazioni idrauliche e di trasporto di sedimenti locali, le quali devono essere valutate ed adattate al contesto dei regimi delle portate liquide e solide affinché l'approccio possa essere sostenibile.
5 <i>Ripristinare la vegetazione riparia</i>	Le comunità di piante ripariali possono diventare una parte funzionale dell'alveo e della piana inondabile ma tale opzione ha poche probabilità di successo a meno che il ripristino di processi e/o morfologie non abbiano creato habitat adatti.
6 <i>Reinserire animali e piante acquatiche nativi</i>	Può essere richiesto dove la flora e fauna nativi sono stati eliminati in passato, ma è improbabile che abbia successo a meno che altri interventi di riqualificazione non abbiano ricreato gli habitat richiesti dalle varie specie, ripristinato i processi critici per la sopravvivenza ed eliminato o spostato specie non native.

Nel caso specifico del T. Baganza è emerso che l'Indice di Qualità Morfologica (IQM) di questo corso d'acqua ha ottenuto un punteggio alto sulla funzionalità (cfr. quanto riportato in proposito nell'elaborato "Indagini e valutazioni specialistiche" allegato alla Valutazione degli impatti del SIA, "BAG2\_16SIA\_R\_RE\_05\_A"), il che significa che vi sono molti processi naturali attivi e poche opere artificiali esistenti.

L'inserimento della nuova opera in progetto (Cassa di espansione) è stato quindi concepito tenendo conto di questo assunto di partenza, con attenzione all'approccio metodologico sopra descritto. In particolare:

- a) Con l'ottimizzazione progettuale dell'opera che ha portato a rivedere le modalità realizzative dell'intervento (riduzione della variazione di pendenza del fondo alveo, riduzione del tratto di alveo ricompreso all'interno

della cassa, adeguato dimensionamento delle luci del manufatto) si è perseguito l'obiettivo di preservare, per quanto possibile, i processi naturali (cfr. principio di gestione n. 1).

- b) Escludendo il ripascimento di sponde in erosione non strategiche con il materiale di risulta dello scavo cassa, che sarà destinato per la realizzazione dell'opera o per impieghi esterni, sono stati limitati i cambiamenti dei processi (cfr. principio di gestione n. 2).
- c) Con gli interventi pilota di seguito descritti in questa sede, da attuarsi in aree demaniali nel tratto a valle dell'opera che potrà risentire degli impatti indotti dalla realizzazione dell'intervento, si vuole invece tentare di ripristinare i processi (principio di gestione n. 3), di ripristinare la geometria naturale dell'alveo (principio di gestione 4) e di ripristinare la vegetazione riparia (principio di gestione n. 5), con la formazione di nuove fasce tampone laddove le aree agricole si trovano in stretta adiacenza al corso d'acqua, determinando un eccessivo apporto di nutrienti (run-off). Si specifica che le indicazioni 3), 4) e 5) richiamano le *"Misure individuali previste per i corpi idrici superficiali interni"* riportate nell'Allegato C alla DGR 2067/2015 (rif. tabella 2.3 ) e le *"Tipologie di intervento per la riqualificazione integrata dei corsi d'acqua"* riportate nelle Linee guida regionali dell'Emilia Romagna. La riqualificazione fluviale si pone l'obiettivo di ricreare, per quanto possibile, la morfologia naturale del corso d'acqua agendo sulle forme e/o sui processi a scala di tratto di alveo, determinando nel contempo anche ricadute positive per lo Stato Ecologico del corpo idrico in esame.

Nei paragrafi seguenti si riporta una descrizione degli interventi pilota proposti; per l'ubicazione e la descrizione grafica degli interventi si rimanda agli allegati grafici allegati al presente Quadro di riferimento progettuale ed alla Valutazione degli impatti.

Sarà compito della progettazione esecutiva svolgere i dovuti approfondimenti del quadro conoscitivo, sia in termini topografici (rilievi plano-altimetrici di dettaglio aggiornati allo stato di fatto effettivo dei luoghi in fase) che mediante la caratterizzazione puntuale geolitologica e geotecnica del materiale di sponda. Tali approfondimenti saranno svolti quale supporto per l'elaborazione di un modello idraulico bidimensionale di dettaglio, anche a fondo mobile, per la valutazione delle dinamiche attese in presenza di portata di magra, portata formativa, portate della piena di riferimento, in relazione alla necessità di garantire la sicurezza idraulica del territorio circostante.

Si evidenzia che gli interventi proposti potranno fungere da modello per la realizzazione di altri interventi lungo l'asta fluviale del T. Baganza, anche a monte dell'opera

#### **4.3.1 Proposta di intervento 1 - Allargamento alveo e riattivazione di canali principali e canali secondari**

Nell'area dell'Intervento 1 l'alveo attivo presenta un evidente restringimento e pertanto dovrà essere valutata la possibilità di prevedere una movimentazione di materiale in modo da ampliare la sezione di alveo bagnato in condizioni di morbida; tale azione dovrà avvenire laddove si rilevino accumuli eccessivi di sedimenti.

A seguito di sopralluoghi effettuati presso l'area di intervento si propone anche la riattivazione di un canale principale e di un canale secondario. Il canale principale presenterà una quota di fondo pari all'attuale alveo di magra, mentre il canale secondario presenterà una quota maggiore in modo tale da essere interessato dal passaggio dell'acqua solo per eventi di piena meno frequenti (tempi di ritorno 5-10 anni).

Alla base della scarpata del canale secondario potrà essere prevista la realizzazione di interventi di ingegneria naturalistica a bassa intensità senza l'impiego di massi e con l'esclusivo utilizzo di materiali vivi (talee di salici a copertura diffusa, fascine spondali, fascine sommerse ecc..)

#### **4.3.2 Proposta di intervento 2 - Rimodellamento di una sponda fluviale con formazione di una fascia tampone riparia**

In corrispondenza dell'area di Intervento 2 sarà prevista l'asportazione del materiale accumulatosi durante l'ultimo evento di piena e la riprofilatura della sponda prevedendo la creazione di banca ad una quota intermedia tra l'attuale piano campagna e il fondo alveo. Saranno previsti interventi di piantumazione sia lungo la nuova banca, con specie tipicamente igrofile e ripariali (Salici, Ontani, Pioppi), che a livello del piano campagna, nel tratto ad oggi interessato da attività agricole, con l'impiego di specie più mesofile (Roverelle, Ornielli, Aceri). In tal modo sarà ricreata una fascia tampone che consentirà di limitare gli apporti diffusi di nutrienti (in particolare nitrati) e fitofarmaci in un tratto di corso d'acqua ad oggi immediatamente adiacente alle attività agricole.

#### **4.3.3 Proposta di intervento 3 - Ampliamento dell'alveo attivo**

Anche nell'area di Intervento 3 si prevede un ampliamento della sezione di alveo bagnato attraverso la movimentazione di sedimenti; tale operazione ricadrà comunque all'interno dell'alveo attivo.

Si precisa che in destra idraulica è presente un alto morfologico, sopraelevato di circa 3/4 m rispetto alla quota dell'alveo, il quale permetterà di confinare le operazioni di movimentazione previste delimitando le conseguenti divagazioni di alveo rispetto ai territori contermini.



## **APPENDICE A: DESCRIZIONE DEI METODI DI CALCOLO PER L'ANALISI A CRITERI MULTIPLI**

Per calcolare gli ordinamenti delle alternative progettuali devono essere combinati pesi ed indicatori (criteri di valutazione) rispetto a ciascuna alternativa. I metodi disponibili sono molti; i più comuni sono quelli che fanno riferimento a due principali approcci: la *Weighted summation* (o somma pesata), annoverabile tra i metodi prescrittivi, e gli indici di concordanza e discordanza utilizzati nei metodi ELECTRE2 ed Evamix (metodi descrittivi). I primi sono molto comuni in Olanda, UK e Stati Uniti, i secondi sono essenzialmente di scuola francese.

La somma pesata ( $S_i$ ) di una alternativa ( $A_i$ ) prevede che ogni indicatore ( $a_{i,j}$ ) sia moltiplicato per il peso ( $w_j$ ) del criterio corrispondente ( $C_j$ ) e sommato con quelli della stessa colonna di appartenenza:

$$S_i = \sum_j w_j a_{i,j}$$

Ciò presuppone, ovviamente, che la funzione sia additiva, i criteri indipendenti e gli indicatori quantitativi (o comunque tradotti in una scala quantitativa).

Nel secondo caso i modelli di calcolo sono più complessi perché ammettono la intransitività e la incomparabilità delle relazioni di preferenza. Essi si basano sul confronto a coppie di tutte le alternative e sulla determinazione di due diversi "indici": l'indice di concordanza e quello di discordanza.

La concordanza ( $Con$ ) misura la soddisfazione di scegliere l'Alternativa  $_i$  ( $A_i$ ) sull'Alternativa  $_k$  ( $A_k$ ) (rispetto ai criteri  $C_1$ ,  $C_2$ , ecc.), ed è la somma dei soli pesi relativi ai criteri per i quali si verifica la predominanza della prima alternativa rispetto alla seconda (spesso, ma non necessariamente, normalizzata per la somma di riga):

$$Con_{i,k} = \sum_j w_j$$

Viceversa, la discordanza ( $Dis$ ) misura il rammarico nello scartare l'Alternativa  $_i$  ( $A_i$ ) rispetto all'Alternativa  $_k$  ( $A_k$ ) e si misura (solitamente) come la massima differenza tra i valori degli indicatori di quei criteri per i quali la seconda alternativa risulta preferibile rispetto alla prima (di solito, ma non necessariamente, normalizzata alla massima differenza di colonna):

$$Dis_{i,k} = \max |a_{kj} - a_{ij}|$$

A questo punto è possibile costruire due matrici dei paragoni a coppie (rispettivamente quella di discordanza e quella di concordanza), con i valori così ricavati. Questi valori si aggregano rispettivamente in due vettori, i cui elementi sono gli "Indici di concordanza" ( $Ic$ ) e gli "Indici di discordanza" ( $Id$ ), ricavati secondo le formule:

$$Ic(i) = \sum_j Con_{i,j} - \sum_j Con_{j,i}$$

$$Id(i) = \sum_j Dis_{i,j} - \sum_j Dis_{j,i}$$

Le alternative verranno poi ordinate in due graduatorie: per indice di concordanza crescente e per indice di concordanza decrescente, arrivando quindi a definire la classifica finale.