



# **RELAZIONE PROGETTO DEFINITIVO**

## **CAVATA ORIENTALE**



## Sommario

1	PREMESSA.....	5
2	Inquadramento generale.....	7
3	Motivazioni e iter progettuale.....	9
4	Sintesi del quadro conoscitivo.....	12
4.1	Inquadramento geologico.....	12
4.2	Qualità chimico-fisica delle acque.....	14
4.3	Aspetti naturalistici.....	18
	Indice di funzionalità fluviale (IFF).....	18
	Vegetazione riparia.....	24
	Macrofite acquatiche.....	30
	Comunità macrobentonica.....	32
	Comunità ittica.....	34
	Anfibi.....	35
	Carabidi.....	39
5	Problemi affrontati dal progetto.....	41
6	Caratteristiche dello scolmatore di AIMAG SPA.....	43
7	Obiettivi del progetto.....	50
7.1	Vincoli progettuali e spazio di azione.....	50
7.2	Vision.....	55
7.3	Obiettivi.....	55
8	Descrizione degli interventi previsti dalla soluzione progettuale emersa dal confronto tra alternative.....	58
8.1	Ampliamento di sezione mediante creazione di una banchina interna e riprofilatura della sponda..	65
	Descrizione.....	65



Aspetti ecologici.....	74
8.2 Incremento della dotazione arboreo-arbustiva del canale .....	75
8.3 Creazione di una cassa di espansione a finalità multiple, idrauliche (laminazione delle piene) e naturalistiche (incremento della biodiversità del sito).....	80
Descrizione generale .....	80
Dimensionamento della cassa di espansione.....	86
La zona umida.....	90
Approfondimento sulle zanzare .....	94
8.4 Conservazione ed estensione delle formazioni vegetali elofitiche .....	96
8.5 Proposte operative atte a favorire la presenza di anfibi lungo i canali.....	99
8.6 Posa di una tubazione irrigua tra il Canale V e la cassa di espansione.....	100
8.7 Sistemazione e gestione delle acque di scolo dei terreni agricoli in destra idraulica della Cavata Orientale.....	103
8.8 Gestione della vegetazione idrofittica e degli habitat nella Cavata Orientale per conservare la naturalità compatibilmente con le esigenze idrauliche .....	113
8.9 Gestione della vegetazione acquatica e riparia e degli habitat nella Cassa di espansione.....	114
8.10 Gestione della fascia riparia messa a dimora lungo la Cavata Orientale .....	117
8.11 Gestione dell'acqua del Canale V per finalità irrigue e ambientali .....	117
9 Stima degli effetti ecologici dell'intervento .....	118
10 Stima degli effetti idraulici dell'intervento.....	122
11 Stima degli effetti sulla qualità dell'acqua.....	131
12 Fattibilità tecnica e normativa dell'intervento.....	133
12.1 Coerenza con la pianificazione e le norme vigenti .....	133
Coerenza con il PTCP della Provincia di Modena .....	133



Coerenza con il PRG di Carpi.....	139
Indagini archeologiche preventive ex artt. 95 e 96 del d.lgs. 163/2006 .....	145
AUTORIZZAZIONE PAESAGGISTICA (ai sensi della L.8 agosto 1985, n.431 e smi) .....	147
L.R. 9/99 “Disciplina della procedura di valutazione dell'impatto ambientale” .....	147
Conclusioni dell’analisi di fattibilità normativa: autorizzazioni amministrative richieste.....	148
12.2 Verifica delle interferenze .....	149
12.3 Problematiche connesse alle terre e rocce da scavo .....	159
12.4 Verifica di stabilità delle sponde.....	164
12.5 Analisi ferromagnetica preventiva a supporto degli interventi previsti lungo il canale .....	164
12.7 Piano particellare delle aree.....	165
13 Prefattibilità ambientale dell’intervento.....	167
14 Stima dei lavori .....	168
15 Cronoprogramma .....	170
16 Allegati.....	174



## 1 PREMESSA

Il Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale e la Regione Emilia-Romagna hanno visto cofinanziato, tramite il bando europeo LIFE+ Environment 2013, il progetto LIFE RINASCE "Riqualificazione NATuralistica per la Sistemazione integrata idraulico-ambientale dei Canali Emiliani" (LIFE 13 ENV/IT/000169).

Il budget del progetto è di € 2.076.390, cofinanziato in parte dalla Commissione Europea con € 941.390, in parte dal Consorzio di Bonifica con € 848.390 (suddivisi tra € 352.808 di somme che saranno messe a disposizione e € 622.192 di personale assegnato al progetto) e in parte dalla Regione Emilia Romagna, beneficiario associato al LIFE RINASCE, che contribuisce con € 160.000.

Il progetto ha preso avvio nell'estate del 2014 e terminerà i suoi lavori a dicembre 2018, per una durata complessiva di circa 4 anni e mezzo.

Il LIFE RINASCE intende affrontare il problema delle potenziali alluvioni legate alla rete dei canali gestita dal Consorzio, adottando un approccio integrato idraulico-ambientale nella progettazione degli interventi, che punti al contemporaneo miglioramento ecologico degli stessi canali.

I territori di pianura della Regione Emilia-Romagna, così come dell'intera pianura padana, sono infatti in larga parte attraversati da un fitto sistema di canali gestito dai Consorzi di Bonifica, che hanno lo scopo di proteggere i territori dalle potenziali inondazioni; queste, a causa della forte urbanizzazione degli scorsi decenni e dei mutamenti climatici in atto, costituiscono però a tutt'oggi una minaccia di tipo idraulico a cui i Consorzi devono far fronte.

D'altra parte i canali non sviluppano appieno le loro potenzialità naturalistiche, come vicarianti di *habitat* ormai scomparsi e come rete di connessione ecologica del territorio, a causa delle modalità di progettazione e di gestione necessarie per affrontare le problematiche idrauliche sopra menzionate: i canali, infatti, sono stati progettati in modo che possano allontanare rapidamente le acque dai territori e sono mantenuti a tal fine il più possibile privi di asperità (vegetazione in alveo, diversità morfologica locale) e generalmente poveri di alberature lungo le sponde, così da permettere il passaggio dei mezzi meccanici adibiti a mantenere gli alvei nella situazione descritta.

Grazie al progetto LIFE RINASCE, il Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale intende ora affrontare le problematiche idrauliche ed ecologiche dei canali in modo congiunto, mettendo in campo interventi di tipo innovativo progettati su base ecologica.



Sono, infatti, molteplici le esperienze europee che vanno sotto il nome di “*river restoration*” o “riqualificazione fluviale”, che da oltre vent’anni mostrano come possa essere vantaggioso affrontare il problema delle alluvioni attraverso il miglioramento dello stato ecologico dei corsi d’acqua, restituendo “spazio ai fiumi”.

La sfida del LIFE RINASCE è applicare questo approccio, solitamente utilizzato per i fiumi naturali, anche ai canali di bonifica, in quanto corsi d’acqua molto peculiari: essi per la maggior parte sono infatti di origine artificiale e costruiti dall’uomo per la bonifica dei territori; sono inoltre dotati di funzioni plurime (scolante, per lo sgrondo delle acque di pioggia verso valle; irrigua, con accumulo di acqua nei canali nei mesi estivi e circolazione delle acque anche in controcorrente; promiscua); possono infine essere riempiti e svuotati non solo a gravità ma anche mediante l’utilizzo di un sistema di impianti idrovori che sollevano le acque dai terreni posti anche al di sotto del livello degli alvei.

Obiettivi del progetto LIFE RINASCE sono quindi, in ordine di importanza:

- dimostrare, anche nel sistema artificiale e peculiare della bonifica, la fattibilità e i benefici socio-economici e ambientali di interventi di riqualificazione ecologica dei canali realizzati per diminuire il rischio di alluvioni secondo i dettami delle Direttiva Alluvioni 2007/60/CE e Direttiva Acque 2000/60/CE
- contribuire al processo di implementazione delle direttive suddette
- contribuire a migliorare lo stato ecologico dei canali diminuendo contemporaneamente le esondazioni

Nella pratica il LIFE RINASCE prevede la riqualificazione di 4 canali: Collettore Alfieri, in comune di Gualtieri, Provincia di Reggio Emilia; Diversivo Fossa Nuova Cavata, Cavata Orientale e Collettore Acque Basse Modenesi (C.A.B.M.), posti nei Comuni di Carpi e Novi di Modena, in Provincia di Modena.

**Il presente elaborato descrive il progetto definitivo di uno di questi 4 interventi, la riqualificazione integrata idraulico-ambientale del canale Cavata Orientale.**

**Tale progetto specifica e dettaglia il progetto preliminare approvato dal Consorzio di bonifica con Deliberazione del Commissario Straordinario 323/2016/cms del 24/06/2016 e inviato al Comune di Carpi il 04/07/2016.**



## 2 Inquadramento generale

L'area di progetto è ubicata nel Comuni di Carpi, in Provincia di Modena.

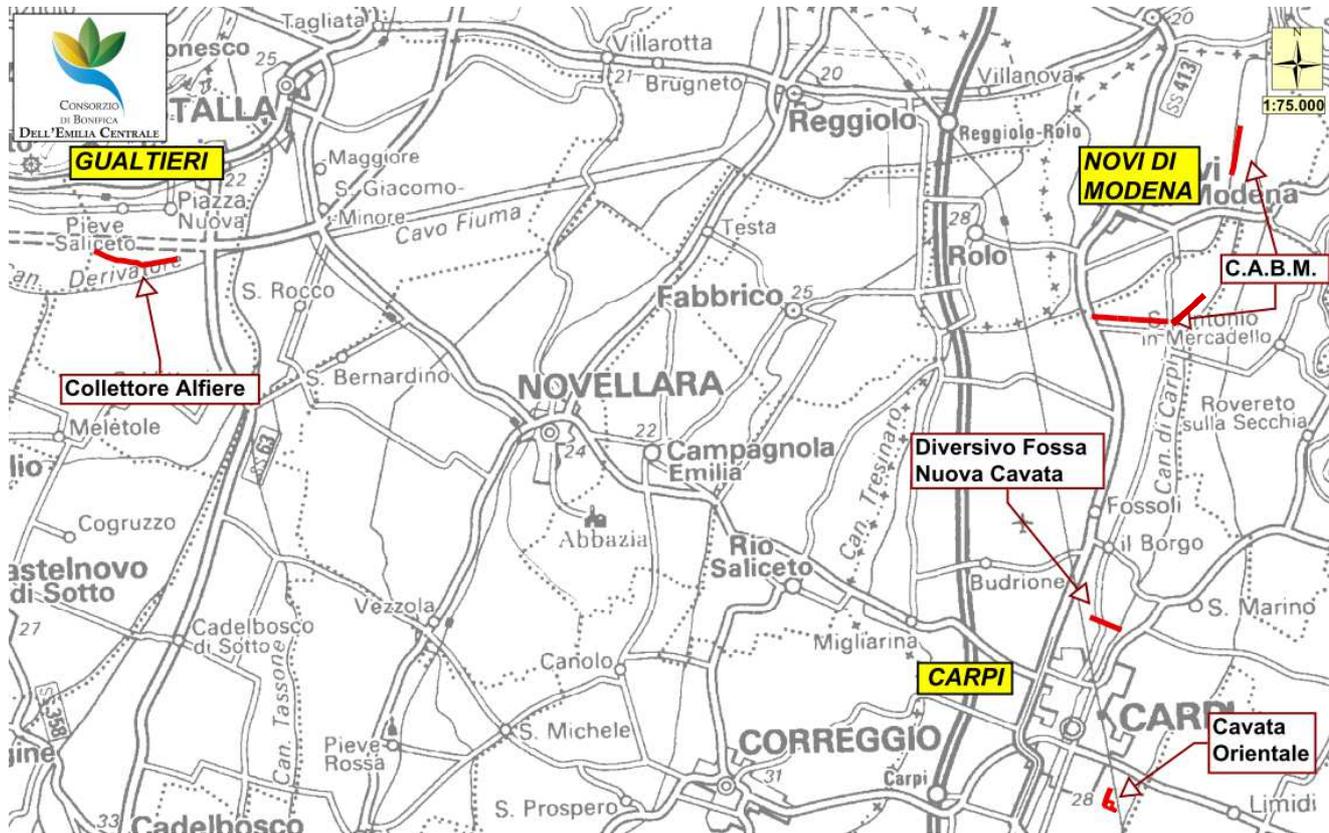


Figura 1 – Inquadramento territoriale progetto LIFE RINASCERE

La città di Carpi, entro cui ricade la Cavata Orientale, si sviluppa nella media pianura occidentale della provincia di Modena, a ovest del fiume Secchia, con un'altezza media di circa 25 m.s.l.m.. Il centro urbano è caratterizzato dalla significativa presenza di quartieri artigianali-produttivi concentrati prevalentemente a nord, a ovest e a sud dell'abitato.

La rete di drenaggio delle acque meteoriche superficiali è gestito dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale mediante canali a cielo aperto in terra di cui si riportano i principali:

- a nord dal *Diversivo Fossa Nuova Cavata* e dalla *Fossetta Remesina*;
- ad ovest dal *Cavata Occidentale* e dallo *Scolo Ravetta*;
- a sud dallo *Scolo Gargallo Inferiore*;
- ad est dallo *Scolo Canalvecchio*, dalla *Cavata Orientale* e dalla *Fossetta Cappello*.



La Cavata Orientale, in gestione al Consorzio di Bonifica, ha origine a sud del centro abitato in corrispondenza del Canale Quinto o detto anche di Carpi, e termina nella Fossetta Cappello a est. La larghezza del fondo è di circa 0,8 m, le scarpate hanno pendenza 1/1, con altezza di circa 1 m.

Lo scolo, in parte a cielo aperto ed in parte tombato, si sviluppa in direzione S-N affiancando il tessuto urbano ad Est della città; ha una lunghezza complessiva di 5.704 m e su di esso grava un bacino di 565 Ha circa, in parte urbano ed in parte agricolo.

Tale via di scolo realizzata in origine per il drenaggio delle superfici agricole poste ad Est dell'abitato di Carpi, ha visto, a partire dagli anni '50, l'incremento delle portate di piena in essa scaricate a causa della impermeabilizzazione di una porzione del bacino imbrifero di sua spettanza.

Complessivamente il bacino imbrifero spettante alla Cavata Orientale è di circa 565 ha.

Il tratto di intervento oggetto del presente progetto è indicato in Figura 2.

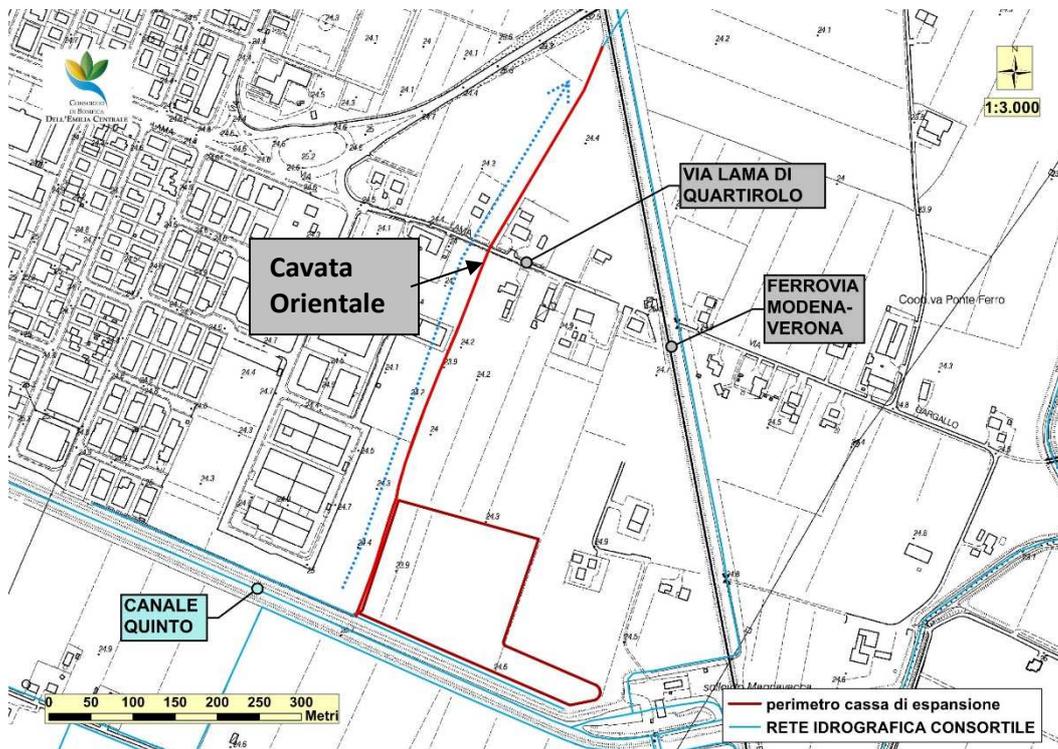


Figura 2 – Tratto di intervento nel bacino della Cavata Orientale (n rosso, lungo la Cavata Orientale e in ambito agricolo - cassa di espansione)



### 3 Motivazioni e iter progettuale

Il centro urbano della città di Carpi, Comune entro cui si trova la Cavata Orientale, è caratterizzato dalla significativa presenza di quartieri artigianali-produttivi concentrati prevalentemente ad Ovest e a Sud dell'abitato.

Nel corso del 2007 e del 2011 si sono verificati ripetuti allagamenti dei quartieri sud-orientali del centro urbano di Carpi, che hanno confermato la situazione di criticità della rete fognaria gestita da AIMAG SPA e non più in grado di far fronte da una parte all'intensa urbanizzazione e dall'altra alle modificazioni del clima e ai conseguenti fenomeni piovosi intensi.

A seguito di questi eventi AIMAG SPA ha eseguito nell'autunno **2007** lo studio *“Verifica idraulica del sistema fognario a servizio dei quartieri urbani Sud-Orientali del Comune di Carpi”*, in cui sono stati proposti diversi scenari di intervento per il potenziamento del reticolo fognario all'interno dell'area a rischio idraulico: lo studio ha individuato come soluzione al problema fognario quella di realizzare un nuovo collettore-scolmatore in c.a. lungo Via Lama con scarico finale nella Cavata Orientale.

Successivamente, il Consorzio di Bonifica ha redatto nel corso del **2007** un progetto preliminare di *“Adeguamento della Cavata Orientale alle portate derivanti dalle nuove urbanizzazioni ad Est dell'abitato di Carpi ed interventi di distribuzione irrigua”* nel quale sono state individuate le criticità derivanti dagli interventi di potenziamento sopraccitati e in particolare dall'immissione del nuovo scolmatore nella Cavata Orientale, non adeguata per smaltire l'eccesso di portata generato. Per far fronte a tali problematiche, nell'ambito del suddetto progetto preliminare il Consorzio ha valutato la fattibilità di diverse opzioni progettuali, sebbene questo confronto non sia stato esplicitato nel suddetto progetto; le opzioni progettuali indagate prevedevano la realizzazione di una cassa di espansione a servizio della Cavata Orientale, localizzata alternativamente in diversi siti a sud e nord di via Lama, o la realizzazione di un impianto di sollevamento con mandata nella vasca di aspirazione del Canale V° in corrispondenza dell'impianto di Magnavacca. Da tale confronto è emersa come preferibile la soluzione che prevede la realizzazione di una cassa di espansione a nord di via Lama, a valle della ferrovia Modena-Mantova.

Nel corso degli anni seguenti AIMAG spa e Consorzio di bonifica hanno continuato ad approfondire gli studi precedenti, giungendo a predisporre nel **2010** un nuovo studio denominato *“Studio di fattibilità per la sistemazione del sistema fognario e di bonifica a servizio dei quartieri urbani sud-orientali della Città di Carpi”*. Lo studio in oggetto ha individuato come soluzione progettuale ideale la realizzazione di una cassa di espansione a servizio della Cavata Orientale posta a sud di via Lama, di volume pari a 31.000 mc.



Nel corso del **2013** il confronto tra Comune di Carpi, AIMAG spa e Consorzio ha fatto emergere la possibilità di integrare e modificare le ipotesi di intervento emerse negli anni precedenti, adottando un approccio al problema che andasse nella direzione proposta dalle Direttive Acque 2000/60/CE e Alluvioni 2007/60/CE: alla valenza idraulica degli interventi previsti in precedenza, si è quindi andata ad aggiungere quella ambientale, sviluppando l'idea che fosse possibile affrontare il problema delle esondazioni generate dallo scolmatore AIMAG lungo la Cavata Orientale mediante la riqualificazione ecologica della stessa e della cassa di espansione proposta. È quindi stato deciso di integrare e verificare nuovamente le ipotesi progettuali precedenti, individuando come soluzione preferibile l'allargamento naturalistico della Cavata Orientale e la realizzazione di una cassa di espansione con finalità multiple idrauliche-naturalistiche posta non più a sud ma a nord di via Lama. Tale ipotesi progettuale di massima è entrata infine a far parte di una proposta di finanziamento avanzata alla Commissione Europea nell'ambito del bando LIFE Environment del 2013. Il suddetto progetto, denominato LIFE RINASCe e descritto in premessa, è stato finanziato ed ha visto l'inizio il 2 luglio 2014.

Nel corso del **2015**, nell'ambito del progetto LIFE RINASCe è iniziata la vera e propria progettazione dell'intervento da parte del Consorzio di bonifica dell'Emilia Centrale, che ha visto come momento iniziale il definitivo confronto tra ipotesi progettuali differenti (localizzative, dimensionali e tipologiche), alla luce dei nuovi input ricevuti dall'impostazione del progetto LIFE: tale analisi, riportata " nel progetto preliminare del presente intervento, ha fatto di nuovo emergere come preferibile la soluzione che prevede di localizzare la cassa di espansione a sud di via Lama e descritta nel progetto preliminare in oggetto.

Con Deliberazione del Comitato Amministrativo 74/2016/com, il giorno **04/02/2016** è stato approvato il "Progetto preliminare di riqualificazione idraulico-ambientale della Cavata Orientale" (CUP.G31E14000580002).

Parallelamente al percorso progettuale del Consorzio di bonifica, AIMAG spa ha messo a punto il progetto preliminare dello scolmatore con scarico in via Lama atto a risolvere le problematiche idrauliche nell'area urbana sud-est di Carpi ("*Potenziamento del sistema di drenaggio del quartiere di via Lama e scolmatore nella Cavata Orientale*" - Codice AIMAG 16-0040), consegnato al Comune di Carpi in data **14/03/2016** e riassunto al Par.6.

AIMAG spa in data **19/04/2016 e 27/04/2016** ha inoltre provveduto ad inviare al Consorzio di bonifica i dati aggiornati del funzionamento idraulico dello scolmatore (si veda l'allegato "Progetto preliminare scolmatore AIMAG" nell'allegato 16 "Documenti amministrativi").

Il Comune di Carpi in data **12/05/2016** ha approvato in via tecnica in Consiglio Comunale con atto consiliare n.52 il progetto preliminare di AIMAG spa, rilevando i problemi idraulici sulla Cavata Orientale generati dallo scolmatore descritti più sopra e già emersi negli anni precedenti grazie agli studi preliminari sopra menzionati.



Il Comune in data **19/05/2016** ha quindi provveduto ad inviare al Consorzio di bonifica la richiesta di intervento sulla Cavata Orientale e sul territorio annesso al fine di risolvere le problematiche idrauliche sopra menzionate (si veda l'allegato "Documenti amministrativi"); ha inoltre specificato che le risorse economiche necessarie per l'esproprio dei terreni su cui realizzare l'intervento di potenziamento idraulico della Cavata Orientale saranno messe a disposizione dal Comune stesso.

Il Consorzio, presa visione dei documenti inviati dal Comune di Carpi, ha verificato la presenza di modifiche all'assetto progettuale dello scolmatore AIMAG in termini localizzativi e dimensionali rispetto a quanto considerato nel progetto preliminare della Cavata Orientale già approvato (si veda il Par."Caratteristiche dello scolmatore di AIMAG SPA" per ulteriori dettagli): tali modifiche hanno comportato la necessità di revisionare il progetto preliminare precedente. Con l'occasione, sono stati inoltre approfonditi alcuni aspetti progettuali ad un livello più avanzato, che hanno portato alla predisposizione di un aggiornamento del progetto preliminare.

Con Deliberazione del Commissario Straordinario 323/2016/cms, il giorno **24/06/2016** è stato approvato dal Consorzio il "Progetto preliminare LIFE RINASCE - Riqualficazione naturalistica per la sistemazione idraulico-ambientale dei canali emiliani (LIFE 13 ENV/IT/000169): intervento di riqualficazione integrata idraulico-ambientale della Cavata Orientale – Approvazione aggiornamento progetto" (CUP.G31E14000580002 – C.P. 033/16/00).

Il Consorzio, in data **04/07/2016** ha inviato al Comune di Carpi e contestualmente ad AIMAG spa il progetto preliminare aggiornato, trasmettendo al contempo alcune prescrizioni alla stessa AIMAG spa.

Il Comune di Carpi ha approvato con Delibera n.84 il giorno **26/07/2016** in Consiglio Comunale il suddetto progetto preliminare, avviando al contempo la procedura di variante del PRG vigente e apponendo il vincolo preordinato all'esproprio.

Il giorno **9 febbraio 2017** il Comune di Carpi ha approvato la suddetta variante al PRG con delibera del Consiglio comunale n. 19.

**Il presente elaborato descrive il progetto definitivo che dettaglia e specifica quanto previsto nel progetto preliminare sopra citato "Progetto preliminare di riqualficazione idraulico-ambientale della Cavata Orientale".**



## 4 Sintesi del quadro conoscitivo

### 4.1 Inquadramento geologico

Per definire le caratteristiche geologiche locali e per indirizzare le indagini geognostiche, si è fatto preliminarmente riferimento alle indagini ed ai dati disponibili dalla banca dati regionale del progetto CARG, disponibili e scaricabili al sito <http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/cartografia/webgis-banchedati>.

L'area appartiene alla pianura modenese e presenta una quota compresa tra 24,4 m s.l.m. a nord e 23,9 m s.l.m. a sud. Il tratto di canale interessato dagli interventi è orientato in senso nordest-sudovest e si trova in un'area il cui assetto topografico presenta una conformazione pianeggiante, con i terreni posti ad est della Cavata Orientale utilizzati a seminativo e quelli ad ovest urbanizzati.

Nell'area affiorano terreni appartenenti al Subsistema di Ravenna (AES8), depositi di piana alluvionale a tessitura fine, prevalentemente limosi, che diventano prevalentemente argillosi passando da AES8 ad AES8a.

Per la zona in esame sono disponibili due sezioni geologiche specifiche ed alcune prove penetrometriche CPTU. Come si può notare dalle due sezioni i depositi grossolani (sabbiosi) delle conoidi alluvionali pedeappenniniche si arrestano più a monte dell'area in esame e perdono continuità. La successione stratigrafica è prevalentemente fine, con la presenza di uno strato sabbioso tra 20 e 26 m di profondità.

Per la definizione dei caratteri fisico meccanici che contraddistinguono il sottosuolo della zona in esame è stato affidato apposito incarico allo Studio Geologico e Ambientale Dott.ssa Claudia Borelli per la conduzione di una specifica indagine geognostica durante la quale sono state eseguite tre prove penetrometriche statiche e un sondaggio a carotaggio continuo; è stata inoltre eseguita una campagna di indagine sismica con metodo MASW attivo.

I risultati di tali indagini, illustrati in dettaglio nell'Allegato "Relazione geologica", mostrano che le verticali d'indagine hanno attraversato una successione prevalentemente argillosa con caratteristiche di resistenza medio-basse (Figura 3).

Al termine delle prove penetrometriche è stato misurato il livello dinamico della prima falda superficiale, che è risultato variabile nelle tre verticali:

- CPT A soggiacenza da p.c. 3,5 m
- CPT B soggiacenza da p.c. 1,0 m



- CPT D soggiacenza da p.c. 1,6 m

L'andamento del livello piezometrico di falda potrà essere monitorato nel piezometro allestito all'interno del foro del sondaggio.

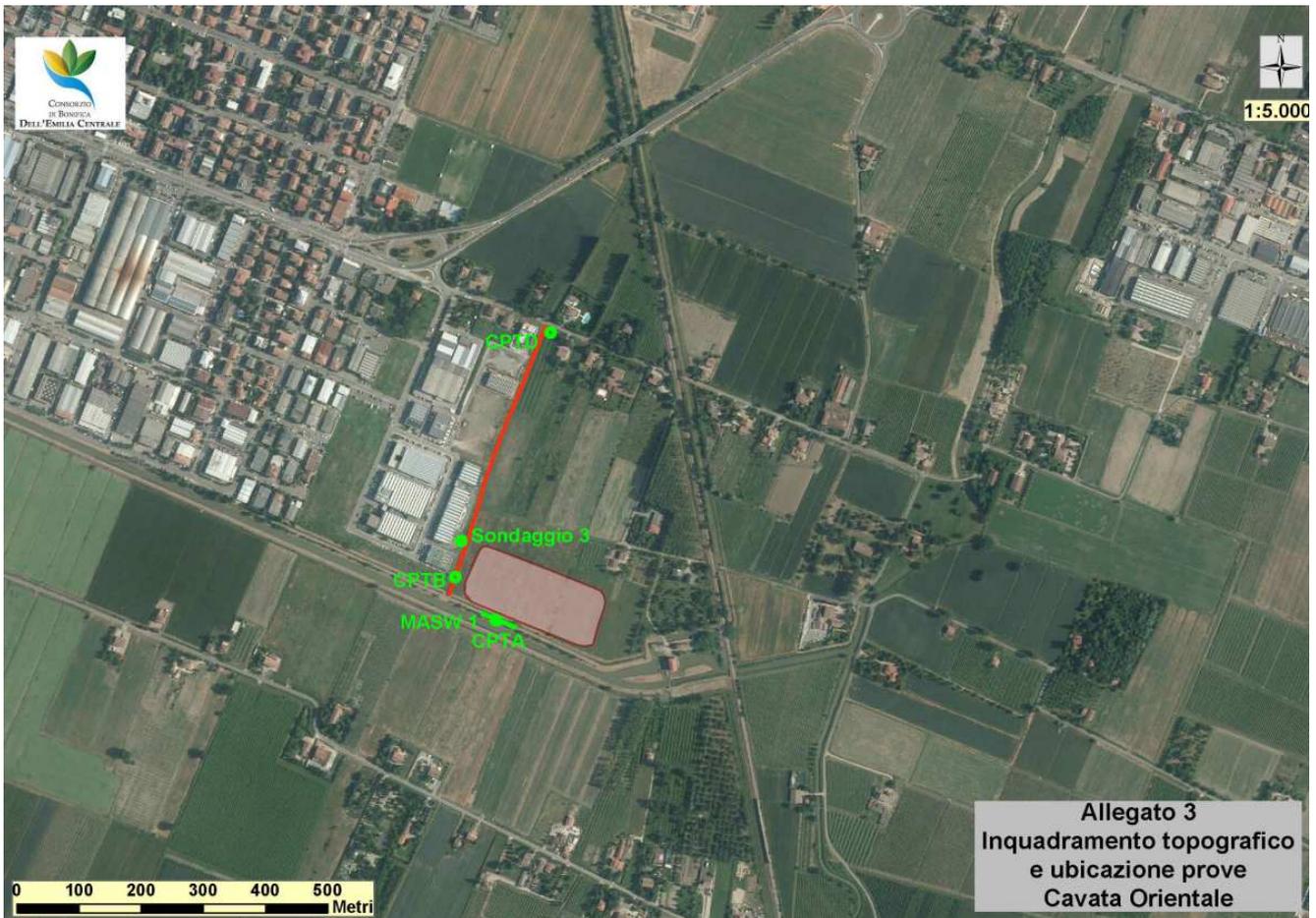


Figura 3 – Ubicazione della prova penetrometrica lungo la CAVATA ORIENTALE



## 4.2 Qualità chimico-fisica delle acque

La qualità chimico-fisica delle acque della CAVATA ORIENTALE è stata indagata mediante apposito monitoraggio mensile messo in opera nell'ambito del LIFE RINASCE grazie ad una convenzione tra il Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale e l'Istituto d'istruzione superiore "Antonio Zanelli" di Reggio Emilia, iniziato a gennaio 2015 e con termine a dicembre del medesimo anno per lo stato *ante operam*.

Si riporta di seguito una sintesi de risultati del monitoraggio, descritti con maggior dettaglio nell'allegato "Relazioni monitoraggio ecologico ante operam", in particolare nella "Relazione qualità acqua e IFF".

La localizzazione della stazione di campionamento si è basata sull'utilizzo di un criterio preferenziale: il punto di prelievo è ubicato a valle degli interventi da realizzare, in una sezione che risulti rappresentativa rispetto agli effetti/impatti che si intendono rilevare, priva di condizionamenti significativi da parte di pressioni terze e idonea sia sotto il profilo logistico sia rispetto alla sicurezza degli operatori.

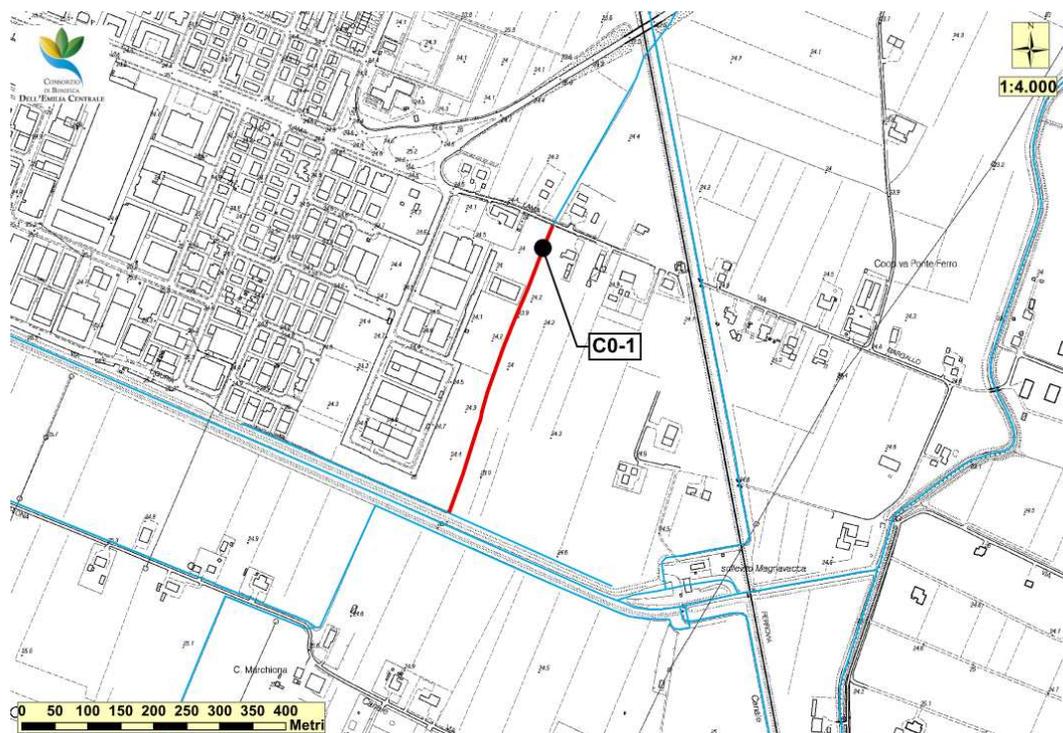


Figura 4 – Localizzazione della stazione di campionamento lungo la Cavata Orientale.

La metodologia proposta fa riferimento al DM 260 dell'8 novembre 2010, ai sensi della Direttiva acque 2000/60/CE. Gli elementi chimico-fisici delle acque vengono determinati mediante lo svolgimento di analisi



chimiche, fisiche e chimico-fisiche. Per ogni corpo idrico oggetto di riqualificazione è stato sviluppato un piano di campionamento sulla base delle caratteristiche del corpo idrico, delle pressioni esercitate su di esso e delle specifiche dell'intervento di riqualificazione previsto. Esso prevede la caratterizzazione/monitoraggio di ogni corpo attraverso la realizzazione di dodici campagne di prelievo e analisi, con frequenza mensile. Detta frequenza di monitoraggio dovrebbe garantire dati sufficienti a delineare una valutazione attendibile (rappresentativa e statisticamente significativa) dello stato dei diversi elementi di qualità indagati, minimizzando l'incidenza di variabili terze. I campionamenti vengono effettuati in condizioni idrologiche ordinarie, rappresentative del corpo idrico nelle differenti stagioni e in concomitanza con il campionamento dei macroinvertebrati svolto dalla Sezione di Reggio Emilia di ARPA Emilia Romagna. I campioni d'acqua vengono sottoposti a quarantadue determinazioni analitiche di natura fisica, chimico-fisica e chimica, sia *in situ* sia *ex situ*, alle quali si sono aggiunte quelle per Litio disciolto e Zolfo totale disciolto. L'elenco delle determinazioni e le relative metodiche analitiche sono riportate nella relazione specialistica indicata più sopra e riportata in allegato.

Sulla base delle risultanze delle determinazioni analitiche di natura fisica, chimico-fisica e chimica, sia *in situ* sia *ex situ*, relative ai campioni di acque superficiali della Cavata Orientale, si evidenzia che:

- I risultati di LIMeco, relativi alla stazione CO-1 su Cavata Orientale, mettono in evidenza uno stato di qualità delle acque e in particolare un livello di trofia "Buono". Ben cinque campioni raggiungono uno stato "Buono", mentre i restanti quattro uno stato "Sufficiente". Nel dettaglio, il parametro di trofia per cui non si riscontrano mai "criticità" è rappresentato dell'Azoto nitrico
- Al contrario, la concentrazione di Azoto ammoniacale subisce variazioni, anche considerevoli, durante l'attività di monitoraggio ante-operam, con un "picco" di concentrazione in corrispondenza della IV campagna
- I valori di saturazione d'ossigeno disciolto si presentano variabili, con condizioni di sovrasaturazione e, più frequentemente, di sottosaturazione. La condizione, prevalente, di sottosaturazione può essere ricercata nel basso idrodinamismo e ricambio idrico che caratterizza la Cavata Orientale (tranne durante il periodo "irriguo")
- Il fosforo totale mostra concentrazioni relativamente elevate, con campioni quasi sempre ascrivibili al livello 3 o 4. A questo dato si deve però aggiungere che, nell'ambito dell'intera campagna di prelievi, non si sono mai osservate concentrazioni di fosforo ortofosforico superiori al limite di rilevabilità di 0,05 mg/l di P-PO4



- I valori di pH rilevati nell'ambito dell'intera campagna di prelievi non presentano "anomalie" e sono sempre compresi all'interno dell'intervallo di "adeguatezza" preso a riferimento per la valutazione qualitativa delle acque irrigue
- La Conducibilità elettrica delle acque si presenta relativamente elevata con valori quasi sempre superiori ai 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25 °C, considerati "limitanti" rispetto alle "Indicazioni per valutare la qualità delle acque per l'irrigazione". I valori più elevati si sono registrati nel periodo "di scolo", mentre il valore più basso è stato determinato nel pieno del periodo "irriguo", quando la tributazione di acque irrigue e l'idrodinamismo erano massimi
- La concentrazione di ioni sodio e cloruro subisce variazioni, anche considerevoli, durante l'attività di monitoraggio ante-operam, con "picchi" di concentrazione in corrispondenza alla I, III e XI campagna, ovvero durante il periodo "di scolo". Come per la conducibilità elettrica, le concentrazioni minime si osservano in corrispondenza del periodo "irriguo". Come era prevedibile, si osserva una corrispondenza, abbastanza stretta, tra l'andamento dei valori relativi alle concentrazioni di sodio e cloruro e i valori di conducibilità elettrica delle acque
- La concentrazione di boro disciolto mostra un andamento simile a quello descritto per sodio e cloruro, con valori massimi durante il periodo "scolante" e minimi durante quello "irriguo". I valori sono sempre inferiori ai 700  $\mu\text{g}/\text{l}$  (limite di riferimento rispetto alle "Indicazioni per valutare la qualità delle acque per l'irrigazione"), anche se nella prima campagna di rileva una concentrazione superiore ai 500  $\mu\text{g}/\text{l}$ , concentrazione massima tollerata per colture agrarie particolarmente sensibili
- Rispetto alla concentrazione degli altri elementi potenzialmente tossici disciolti in acqua, si evidenziano concentrazioni massime quasi sempre nettamente inferiori alle concentrazioni massime tollerabili (rispetto agli elementi valutati in Tabella 5), tranne che per il manganese, che mostra frequenti "superamenti" rispetto al limite proposto (200  $\mu\text{g}/\text{l}$ ). Alcuni elementi potenzialmente tossici: Argento, Berillio, Cadmio, hanno sempre mostrato concentrazioni inferiori ai limiti di rilevabilità. Per altri: Mercurio, Piombo, Stagno, Tallio e Tellurio, le risultanze analitiche mettono in luce concentrazioni estremamente limitate e solamente in pochi campioni dell'intera attività di monitoraggio ante-operam (nella maggior parte delle campagne le concentrazioni sono infatti inferiori ai limiti di rilevabilità). Quando descritto in precedenza in riferimento all'andamento delle concentrazioni di boro nelle diverse campagne di prelievo è valevole anche per molti altri elementi disciolti. I valori di solidi sospesi totali presentano anch'essi variazioni considerevoli nell'ambito delle diverse campagne di prelievo, mostrando però andamento opposto a quelli osservati per EC e molti elementi chimici disciolti, ovvero valori massimi durante il periodo "irriguo" e minimi durante quello "scolante". Questo risultato sembra



potersi associare al maggiore dinamismo delle acque, con conseguenti fenomeni di risospensione e trasporto di materiale solido particolato, e al forte “carico algale” tipico delle acque irrigue tributate. Nella Cavata Orientale questa variazione è particolarmente rilevante in funzione dei forti fenomeni di sedimentazione attivi durante il periodo “scolante”, quando il flusso idrico è limitatissimo



Figura 5 – Qualità dell’acqua della CAVATA ORIENTALE



## 4.3 Aspetti naturalistici

### Indice di funzionalità fluviale (IFF)

La funzionalità ecologica della Cavata Orientale viene analizzata mediante l'applicazione *ante-operam* dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF 2007), attraverso un monitoraggio messo in opera nell'ambito del LIFE RINASCE grazie ad una convenzione tra il Consorzio di bonifica dell'Emilia Centrale e l'Istituto d'istruzione superiore "Antonio Zanelli" di Reggio Emilia, iniziato a gennaio 2015 e con termine a dicembre del medesimo anno per lo stato *ante operam*.

Si riporta di seguito una sintesi della metodologia di monitoraggio utilizzata, descritta con maggior dettaglio nell'allegato "Relazioni monitoraggio ecologico ante operam", in particolare nella "Relazione qualità acqua e IFF".

L'indice IFF consente di rilevare lo stato complessivo dell'ambiente fluviale e di valutare la funzionalità ecologica, intesa come il risultato tra l'ampia sinergia fra il biotopo e la biocenosi dell'ecosistema acquatico e degli ecosistemi terrestri ad esso collegati. L'approccio olistico di questa metodica consente di ottenere "informazioni d'insieme", non limitate ad una singola comunità o comparto ambientale, complementari a quelle fornite da altri Indici. La potenzialità dell'IFF non si esaurisce però nella definizione di un giudizio, in quanto le modalità di rilevamento forniscono informazioni organizzate in forma di inventario, utilizzabili per fini comparativi e decisionali.

L'indice di funzionalità fluviale viene applicato ad ogni corpo idrico, indagando, nella sua interezza, il tratto oggetto di riqualificazione. La campagna di determinazione della funzionalità ecologica dei corpi idrici è iniziata nei mesi di maggio-giugno 2015, in piena attività vegetativa, con una serie di sopralluoghi finalizzati alla raccolta dati e terminerà nei primi giorni del mese di ottobre.

Le criticità emerse nell'analisi morfo-funzionale del Tratto rilevato sono di seguito discusse sulla base delle 14 domande previste dalla Metodica IFF.

### DOMANDA 1 - Stato del territorio circostante

Il Tratto rilevato della Cavata Orientale insiste in un territorio fortemente antropizzato, monotono e con limitata diversità ambientale. Come esposto in precedenza si evidenzia una forte dicotomia tra l'uso del suolo in sponda destra e sinistra, con terreni agricoli a coltivazione estensiva sulla destra idraulica e un imponente insediamento



produttivo sulla sinistra (con compromissione della permeabilità del suolo circostante e potenziali contaminazioni puntiformi di natura industriale e artigianale).

## **DOMANDA 2 - Vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria**

Entrambe le fasce perifluviali rilevate sono classificabili come "primarie". Non si rilevano formazioni riparie nelle fasce perifluviali, che per contro presentano coperture vegetali classificabili "a funzionalità nulla". Le fitocenosi con funzionalità non significativa sono di tipo erbaceo, con ampiezza superiore ai 5 metri, ma prive di una sufficiente copertura di specie igrofite (non si ha il superato della soglia fisionomica dei 2/3 della copertura rispetto alla superficie del suolo): "Formazioni erbacee non igrofile" (Gruppo 4). Le condizioni descritte sono da imputarsi, oltre all'artificialità dei corpi idrici e all'artificializzazione del territorio adiacente, alla forte acclività delle sponde e, soprattutto, alla continua gestione (sfalcio) delle sponde stesse e delle banche laterali. Il livello di funzionalità delle formazioni perifluviali influenza diversi aspetti dell'ecologia dei corpi idrici, condizionando la presenza di habitat, la capacità autodepurativa dei corpi idrici, l'effetto tampone nei confronti dell'inquinamento diffuso, la stabilizzazione meccanica e idrica del corridoio fluviale, la regolazione termica e gli apporti alimentari degli ecosistemi.

## **DOMANDA 3 - Ampiezza delle formazioni presenti in fascia perifluviale**

La presenza di fasce perifluviali con vegetazione a "funzionalità nulla" condizionano pesantemente la risposta alla presente domanda, in quanto l'assenza di formazioni funzionali prevede, "automaticamente", la risposta alla domanda.

## **DOMANDA 4 - Continuità delle formazioni presenti in fascia perifluviale**

L'ampiezza di riferimento per la valutazione della continuità delle formazioni in fascia perifluviale è: < 10 metri. Le fasce perifluviali sono sempre inerbite e non si rilevano interruzioni, né trasversali né longitudinali, a suolo nudo. La presenza in fascia perifluviale di insediamenti urbani, come si rilevano in sinistra idraulica, e di coltivi, così come in destra idraulica, condizionano pesantemente la risposta alla presente domanda. Questa condizione



comporta infatti una non efficiente connettività nell'ambito del corridoio fluviale e tra questo e gli ecosistemi terrestri, tanto da prevedere, "automaticamente", la risposta d alla domanda

#### **DOMANDA 5 - Condizioni idriche**

La condizione rilevata è connaturata nella tipologia di corpo idrico, artificiale e sottoposto a un governo idraulico. Nonostante la modulazione artificiale delle portate, le condizioni idriche del Tratto di rilievo della Cavata Orientale hanno mostrato, nell'anno solare 2015, una certa variabilità. La ridotta estensione del bacino scolante sotteso al corpo idrico, unitamente a una stagione autunnale eccezionalmente ricca di precipitazioni, ha infatti causato frequenti condizioni di secca nel periodo successivo al termine della stagione irrigua. Fatta eccezione per quanto appena riferito, le limitate variazioni di portata osservate durante la quasi totalità della stagione vegetativa portano alla "formazione" di alvei di magra quasi coincidenti con quelli di morbida (con sola variazione del battente idraulico) e alla conseguente forte riduzione dei fenomeni di idromorfogenesi. Queste condizioni contribuiscono a generare ecosistemi fortemente semplificati, in termini di habitat e di diversità idraulico-morfologica, in cui le dinamiche biologiche e idromorfologiche necessarie per mantenere un alto grado di funzionalità sono alterate. La ridotta diversità ambientale e la conseguente ridotta biodiversità hanno ricadute negative sui cicli biogeochimici e sulla capacità autoepurante dei corpi idrici.

#### **DOMANDA 6 - Efficienza di esondazione**

La condizione rilevata è connaturata nella tipologia di corpo idrico, artificiale e sottoposto a un governo idraulico, con modulazione artificiale delle portate. Il corpo idrico in questione si presenta inciso e privo di piane ordinariamente inondabili (e quindi di una componente importante della potenziale diversità ambientale perifluviale) e questo si traduce in un forte aumento della velocità della corrente durante le piene, con un "effetto canalizzazione" che rende più ripide le sponde e che causa effetti stressanti sulle comunità acquatiche ed effetti distruttivi sugli habitat. A questa va aggiunto che l'assenza di fenomeni di "esondazione", che consentano la connessione tra il corpo idrico e l'ambiente perifluviale, limita importanti processi di interscambio di sostanza organica, energia, nutrienti e organismi.

#### **DOMANDA 7 - Substrato dell'alveo e strutture di ritenzione degli apporti trofici**



La Cavata Orientale viene classificata, per fini valutativi, come corpo idrico a flusso laminare. Il Tratto rilevato della Cavata Orientale presenta un alveo di morbida in terra, sagomato, più o meno uniformemente costituito da particelle con granulometria fine (limo/argilla), con copertura rada e discontinua di specie elofite e idrofite. Le specie vegetali rilevate subiscono un forte contenimento di natura gestionale durante la stagione irrigua a seguito dello sfalcio-rimozione dall'alveo bagnato, con conseguente limitazione del loro ruolo funzionale durante la stagione estiva e con forte condizionamento nella formazione di comunità ben strutturate. L'alveo monotono, con substrato mobile, e l'assenza di comunità ben strutturate di elofite e idrofite, a svolgere una funzione di "rete di cattura" e di microhabitat, determinano una scarsa capacità di ritenzione della materia organica nei corpi idrici a flusso laminare, con conseguente banalizzazione quali-quantitativa delle comunità biotiche e riduzione della capacità autodepurativa dell'ecosistema. Nonostante tutto, è necessario sottolineare che la comunità macrodrofitica rilevata nell'alveo bagnato della Cavata Orientale è di gran lunga quella caratterizzata dalla maggior complessità strutturale e dalla maggior efficienza funzionale tra tutte quelle rilevate nell'ambito del Progetto LIFE RINASCE.

#### **DOMANDA 8 – Erosione**

La condizione rilevata è connaturata nella tipologia di corpo idrico, artificiale e sottoposto a un governo idraulico, con modulazione artificiale delle portate, con frequente gestione delle sponde e sagomatura delle sezioni. A fronte di un'erosione poco evidente/non rilevante/assente si deve però segnalare la forte presenza di animali "dannosi" per le sponde quali *Procambarus clarkii*, che potrebbero causare un peggioramento dello stato di erosione rilevato a livello delle sponde.

#### **DOMANDA 9 - Sezione trasversale**

La condizione rilevata è connaturata nella tipologia di corpo idrico, artificiale e sottoposto a un governo idraulico, con modulazione artificiale delle portate, con frequente gestione delle sponde e sagomatura delle sezioni. La diversità morfologica e strutturale della sezione trasversale del corpo idrico è infatti quasi nulla a causa della sua natura artificiale e delle risagomature di cui è oggetto, che banalizzano la sezione dell'alveo, riducendo l'eterogeneità ambientale e interrompendo la continuità con il territorio circostante. La transizione repentina tra ambiente acquatico e terrestre e la ridotta diversità ambientale che derivano dalle caratteristiche della sezione trasversale contribuiscono a ridurre l'efficienza autoepurante e la stabilità dell'ecosistema.



#### **DOMANDA 10 - Idoneità ittica**

Oltre all'osservazione diretta svolta durante i rilievi, la risposta a questa domanda è stata assegnata sulla base degli studi sulla fauna ittica svolti sulla Cavata Orientale nell'ambito dall'apposita attività di monitoraggio. L'elevata uniformità degli ambienti da un punto di vista morfo-funzionale, le poche e semplificate fitocenosi idrofittiche ed elofittiche presenti, la totale assenza di vegetazione ripariale arbustiva e arborea, nonché i frequenti sfalci delle sponde limitano fortemente l'idoneità del corpo idrico ad ospitare fauna ittica. Assenti o scarse sono infatti le zone rifugio, le aree di frega, le zone di protezione di cibo o l'ombreggiamento rilevabile nel Tratto di rilievo, con una conseguente idoneità ittica "poca-sufficiente"

#### **DOMANDA 11 – Idromorfologia**

La condizione rilevata è connaturata nella tipologia di corpo idrico, artificiale, rettilineo, con frequente risagomatura delle sezioni, privo di barre e altri elementi idromorfologici diversificati. Questa condizione, oltre a limitare direttamente la diversità ambientale, comporta un basso livello di funzionalità ecologica.

#### **DOMANDA 12 - Componente vegetale in alveo bagnato**

Oltre all'osservazione diretta svolta durante i rilievi, la risposta a questa domanda è stata assegnata sulla base degli studi sulle comunità macroidrofittiche svolti sulla Cavata Orientale nell'ambito dall'apposita attività di monitoraggio. Dalle osservazioni si rileva uno stato trofico elevato (come dimostrato anche dai risultati emersi dall'applicazione della metodica IBMR), con copertura di specie macroidrofite tolleranti compresa tra il 15% e il 35% e un feltro perifittico di spessore discreto.

#### **DOMANDA 13 – Detrito**

Nella totalità del Tratto rilevato si osserva la netta presenza di detrito anaerobico, con limitati rinvenimenti di frammenti polposi. Le condizioni sfavorevoli all'evoluzione della sostanza organica (causate dalla natura degli apporti organici, dalla scarsa ossigenazione dei substrati e dagli squilibri delle comunità biotiche) causano un prevalere dell'attività di demolizione batterica e fungina del detrito con la formazione di materiale fine, nerastro



e maleodorante. Quanto rilevato mette in evidenza uno squilibrio tra gli apporti trofici e la capacità di demolizione dell'ecosistema, nonché le condizioni di anaerobiosi in cui avviene detta demolizione

#### DOMANDA 14 - Comunità macrobentonica

Oltre all'osservazione diretta svolta durante i rilievi, la risposta a questa domanda è stata assegnata sulla base degli studi sulle comunità macrozoobentoniche svolti sulla Cavata Orientale nell'ambito dall'apposita attività di monitoraggio. I rilievi svolti mettono in evidenza la presenza di comunità macrobentoniche astrutturate, con pochi taxa, tutti tolleranti all'inquinamento. Gli aspetti morfofunzionali del corpo idrico indagato, il chimismo delle acque, l'idrodinamismo, nonché gli apporti trofici condizionano fortemente le comunità di consumatori, semplificandone la struttura, minimizzandone la ricchezza e condizionando le specie presenti sulla base della tolleranza all'inquinamento. Questa condizione denota una funzionalità trofica scadente, con scarsa capacità di sostenere livelli trofici elevati, e comporta una riduzione della funzione autodepurativa del corso d'acqua e quindi della capacità di demolire la materia organica in modo ottimale (come si evince dalla tipologia di detrito). La struttura delle comunità macrozoobentoniche e macroidrofittiche, nonché le caratteristiche del detrito organico, descrivono un ecosistema dotato di una limitata capacità omeostatica, con squilibrio tra produzione primaria e secondaria.



Figura 6 - Tratto (in rosso) oggetto di rilievo dell'indice IFF sulla Cavata Orientale.



### Vegetazione riparia

Per la determinazione *ante e post operam* dello stato della vegetazione riparia e delle specie floristiche presenti nella CAVATA ORIENTALE, è stato affidato apposito incarico nell'ambito del LIFE RINASCE ad INCIA società cooperativa. Si riporta di seguito una sintesi dei risultati ottenuti e si rimanda per ulteriori dettagli all'allegato "Relazioni monitoraggio ecologico ante operam" in particolare alla "Relazione vegetazione riparia".

Il rilevamento della vegetazione è stato effettuato in corrispondenza di transetti individuati con apposito sopralluogo eseguito in data 31/03/2015 (Figura 7). I transetti lungo cui eseguire i rilevamenti sono stati selezionati in corrispondenza dei tratti del canale in cui le tipologie vegetazionali si presentavano meglio espresse. Per ognuno dei tratti di interesse, sono stati selezionati transetti in corrispondenza di tutte le tipologie di fitocenosi presenti. Grazie alla scelta di questo criterio di selezione è stata garantita l'esecuzione di almeno un rilievo fitosociologico per ognuna delle tipologie vegetazionali rinvenute.



Figura 7 – Localizzazione del punto centrale dei transetti lungo la Cavata Orientale



I rilievi sono stati eseguiti sulla sponda est del canale. Nonostante si tratti del corpo idrico di minori dimensioni rispetto agli altri oggetto del LIFE RINASCE, è risultato quello maggiormente diversificato dal punto di vista vegetazionale. In esso sono state infatti rinvenute ben 4 tipologie di vegetazione elofitica:

- *Phragmitetum australis*;
- *Caricetum ripariae*;
- *Schoenoplectetum tabernaemontani*;
- *Typhetum latifoliae*.

Le ultime due associazioni elencate sono state rinvenute esclusivamente lungo questo corpo idrico. Un'ulteriore peculiarità consiste nel fatto che si tratta dell'unico corso d'acqua tra i quattro del LIFE RINASCE in cui è stata rinvenuta vegetazione all'interno dell'area allagata. Tutte le 4 associazioni elofitiche si sviluppano infatti prevalentemente in ambiente francamente acquatico.

Il *Phragmitetum australis* presenta una distribuzione discontinua, spesso interrotta da altre fitocenosi elofitiche. Appare generalmente come una fascia di canneto assai ridotta e poco strutturata. L'area in cui il canneto si presenta maggiormente sviluppato è in corrispondenza dell'estremità nord del tratto di canale di interesse, in cui è stato fatto il rilievo fitosociologico.

Anche il *Caricetum ripariae* presenta una distribuzione discontinua. Si sviluppa pressoché esclusivamente al centro del canale, in corrispondenza dell'area allagata. Risultano pressoché assenti le specie nitrofilo-ruderali indicatrici di un non adeguato stato di conservazione.

Lo *Schoenoplectetum tabernaemontani* è la tipologia di vegetazione più interessante, in quanto poco comune nella bassa pianura emiliana. Si sviluppa pressoché esclusivamente al centro del canale, in corrispondenza dell'area allagata. Lungo il tratto di canale di interesse si sviluppa solamente per poche decine di metri.

Come nel caso precedente, anche il *Typhetum latifoliae* si sviluppa solamente per poche decine di metri lungo il tratto di canale di interesse, dove cresce pressoché esclusivamente in corrispondenza dell'area allagata. La fitocenosi risulta discontinua e con una bassa copertura da parte della Tifa, presumibilmente a causa di pregressi interventi di sfalcio/contenimento della vegetazione del canale.

Sulla porzione di sponda non allagata è presente una fascia continua di *Phytocoenon a Elytrigia repens*, mentre le specie elofitiche risultano pressoché assenti.



La componente floristica di questo tratto risulta diversificata e di discreto livello. Sicuramente si tratta del canale con la più alta biodiversità floristica tra quelli interessati dal LIFE RINASCERE. La fascia ripariale risulta compatta e con presenza di numerose elofite caratteristiche di ambienti di questo tipo. Sono state individuate tre specie target di interesse conservazionistico (*Typha latifolia* L., *Epilobium tetragonum* L., *Schoenoplectus tabernaemontani* (C.C. Gmel.) Palla) mentre, per quanto riguarda le allotone, è stata mappata esclusivamente *Sorghum halepense*, unica specie invasiva che può creare problematiche gestionali dell'area (si vedano le figure seguenti).

Lo studio ha infine permesso di analizzare le situazioni di minaccia attualmente presenti per la flora delle varie aree, soprattutto in relazione alle specie target individuate. Gli interventi programmati nel LIFE andranno certamente a compromettere inizialmente gran parte delle popolazioni presenti, ma il rilievo fatto ha permesso di fornire ai progettisti le informazioni necessarie per poter prendere gli accorgimenti necessari per salvare ed eventualmente spostare le piante interessate, in particolare:

*Epilobium tetragonum* L.: sono presenti lungo il canale 3 piccoli nuclei composti in totale da 7 piante; la specie è in fase di rapida diffusione a livello locale, anche se nel modenese risulta ancora rara; non dovrebbero esserci minacce o problematiche gestionali; occorre spostare le piante al momento dell'intervento di risagomatura

*Epilobium tetragonum* L.: la specie è presente in due nuclei distinti con popolazioni composte da circa un centinaio di esemplari; non sussistono attualmente minacce; la gestione deve prevedere operazioni di sfalcio e pulizia del canale che non compromettano l'apparato ipogeo (rizomi); occorre spostare le piante al momento dell'intervento di risagomatura

*Schoenoplectus tabernaemontani*: la specie colonizza un tratto di canale con una ricca popolazione; non sussistono attualmente minacce; la gestione deve prevedere operazioni di sfalcio e pulizia del canale che non compromettano l'apparato ipogeo (rizomi) e durante gli interventi di risagomatura del canale occorre spostare le piante

Nella maggior parte dei casi, comunque, le opere in programma permetteranno l'espansione delle specie target presenti e la ricolonizzazione delle aree da parte di specie oggi scomparse lungo questi canali.



Figura 8 – Vegetazione riparia lungo la CAVATA ORIENTALE



Figura 9 – *Typha latifolia*



Figura 10 – *Epilobium tetragonum*



Figura 11 – *Schoenoplectus tabernaemontani*



Figura 12 – *Sorghum halepense* (specie alloctona invasiva di catterre gestionale)



## Macrofite acquatiche

Per la determinazione *ante e post operam* dello stato delle macrofite acquatiche presenti nel CAVATA ORIENTALE è stato affidato apposito incarico nell'ambito del LIFE RINASCe ad ARPA Sezione di Modena.

Si riporta di seguito una sintesi dei risultati ottenuti, descritti con maggior dettaglio nell'allegato "Relazioni monitoraggio ecologico ante operam", in particolare nella "Relazione macrofite acquatiche".

L'attività di monitoraggio svolta da Arpa Emilia Romagna – Sezione Prov.le di Modena ha riguardato 2 tratti del canale Cavata Orientale interessati dagli interventi di riqualificazione:

- tratto a monte in corrispondenza della futura vasca di laminazione;
- tratto a valle dell'area industriale da via Valle d'Aosta a via Lama.

Ciascuno dei suddetti monitoraggi è stato interessato da 2 campagne di campionamento distribuite in due periodi stagionali (maggio-giugno e agosto-settembre), compatibilmente con le condizioni idrologiche e di gestione idraulica del canale.

Le risultanze del primo campionamento *ante operam* in atto mostrano come la Cavata Orientale presenti un alveo molto ridotto con fondale melmoso ed anossico, acque parzialmente torbide e portate poco significative. Tali condizioni favoriscono la crescita delle macrofite acquatiche anche nella porzione centrale del canale. Infatti, al momento del rilievo la vegetazione acquatica ricopriva buona parte del canale anche nella parte centrale dell'alveo bagnato. Le coperture complessive di vegetazione risultano pertanto elevate. Si riscontrano, infatti, ben 8 taxa utilizzabili per il calcolo dell'indice IBMR nel tratto di monte (*Spirogira sp.*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Iris pseudacorus*, *Agrostis stolonifera*, *Typhoides arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum* e *Typha latifolia*), e solo 3 specie nel tratto di valle (*Iris pseudacorus*, *Typhoides arundinacea* e *Phragmites australis*).

Tutte le specie rinvenute presentano valori di sensibilità (Csi) e stenoecia (Ei) non particolarmente elevati, ma comunque coerenti con l'habitat esaminato.

Complessivamente il livello trofico della Cavata Orientale calcolato con l'applicazione dell'indice IBMR risulta elevato, in coerenza con la tipologia del corso d'acqua indagato, che tendenzialmente presenta un contenuto di nutrienti nelle acque alto.



Figura 13 – Campionamento delle macrofite acquatiche lungo la CAVATA ORIENTALE

Al momento del secondo campionamento il canale presentava un battente d'acqua poco significativo, ed il fondale risultava fortemente anossico. Dall'elaborazione e valutazione dei risultati sopra riportati, emerge che entrambi i tratti monitorati presentano un livello di trofia elevato, non registrando differenze significative tra il primo e il secondo campionamento. Il livello trofico elevato rinvenuto, risulta comunque coerente con la tipologia dei corsi d'acqua indagati, che tendenzialmente presentano un contenuto di nutrienti nelle acque abbastanza elevato. Per tutti i campioni raccolti, si è riusciti ad effettuare la classificazione esaustiva in quanto, le specie vegetali risultavano complete. E' stato inoltre possibile effettuare una verifica del campionamento precedente, approfondendo il riconoscimento di alcuni taxa che risultavano in una fase vegetativa incompleta. La riverifica del primo campionamento, non ha apportato modifiche alla classificazione precedentemente effettuata, in quanto le piante in oggetto, non partecipano al calcolo dell'indice IBMR; pur essendo state rinvenute in acqua, sono associabili a specie elofite riparie che solo periodicamente risultano avere l'apparato radicale immerso in acqua. Nel Cavata Orientale i taxa IBMR rinvenuti utilizzabili per la classificazione del corpo idrico in oggetto sono i seguenti: *Veronica anagallis-aquatica*, *Nasturtium officinale*, *Iris pseudacorus*, *Agrostis stolonifera*, *Typhoides arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum*, *Schoenoplectus lacustris* e *Typha latifolia*. I valori di sensibilità (Csi) e stenoecia (Ei) dei suddetti taxa, non risultano comunque particolarmente elevati (vedi Allegato 2), ma possono essere considerati coerenti con l'habitat esaminato.



### Comunità macrobentonica

Per la determinazione *ante e post operam* dello stato della comunità macrobentonica presente nella CAVATA ORIENTALE è stato affidato apposito incarico nell'ambito del LIFE RINASCe ad ARPA Sezione di Reggio Emilia.

Si riporta di seguito una sintesi dei risultati ottenuti nelle due campagne di campionamenti ed analisi, e si rimanda per ulteriori dettagli all'allegato "Relazione macrobenthos".

In data 3/02/2015 sono stati posizionati i 2 substrati artificiali nella stazione Cavata Orientale. I substrati sono stati posizionati in acqua fissati ad un palo in legno posizionato trasversalmente al canale. Visto lo scarso battente idrico del canale (10-15 cm tra gennaio e febbraio), in corrispondenza dei substrati è stato preventivamente scavato dal Consorzio di Bonifica un solco profondo circa 40 cm con un piccolo escavatore. L'acqua al momento del posizionamento risultava ferma. Un mese dopo, il 4/03/2015 sono stati recuperati i SA. Le Lamelle di faesite sono state smontate e risciacquate in un secchio, ma non sono stati trovati organismi colonizzatori. Da segnalare che nel periodo di messa a dimora dei substrati le temperature sono state particolarmente rigide, anche sotto lo zero, e vi è stata un'abbondante nevicata, condizioni che non favoriscono la colonizzazione dei substrati. A questo va aggiunto che l'acqua è sempre rimasta quasi completamente ferma. La prima campagna non ha perciò fornito risultati relativi alla fauna macrobentonica.

In data 16/04/2015 sono stati posizionati 2 substrati artificiali utilizzando lo stesso metodo. Al momento del posizionamento il battente idrico era di circa 30 cm in corrispondenza del solco preventivamente scavato, mentre era di circa 10 cm a monte e a valle del punto. L'acqua risultava completamente ferma, torbida e si distingueva una patina oleosa, dovuta alla presenza di idrocarburi immessi da uno scarico a monte. L'erba ai bordi del canale era alta. In base alle informazioni fornite dal Consorzio di Bonifica, l'opera di derivazione posizionata a monte del tratto in esame rimane chiusa per tutto il periodo invernale, di conseguenza in questi mesi le acque del canale presentano una movimentazione limitata soltanto agli episodi piovosi. L'alimentazione per connessione con la rete irrigua di monte avviene solo a partire da maggio-giugno. Considerato che la condizione di portata fluente in alveo è requisito fondamentale per l'applicazione del metodo in oggetto nonché fattore determinante per la qualità delle acque, nella seconda campagna di monitoraggio si è ritenuto di prolungare il tempo di posizionamento dei substrati in alveo oltre il mese previsto dalla procedura, in modo da comprendere anche il periodo di eventuale alimentazione idrica del canale necessaria per la colonizzazione da parte dei macroinvertebrati. Il 12/06/2015 sono stati recuperati i substrati; al momento del recupero la velocità della corrente era quasi impercettibile, i sedimenti del canale presentavano segni di anossia ed emanavano cattivi odori. Il recupero ha previsto una prima fase di rimozione e pulizia dalla vegetazione, dal fango e da altri



detriti che in queste settimane si erano accumulati intorno al cavo di ancoraggio dei substrati. Le Lamelle di faesite sono state smontate e risciacquate in un secchio al fine di raccogliere i macroinvertebrati colonizzatori e procedere con l'identificazione degli individui trovati. La comunità macrobentonica risulta sostanzialmente assente: in entrambi i substrati non è possibile rilevare tracce di colonizzazione strutturata, ma soltanto presenza occasionale di pochi individui adattabili ad ambienti anossici, a conferma delle condizioni ambientali critiche osservate. In particolare si segnala il ritrovamento nel substrato n.2 di 3 giovani esemplari di *Procambarus clarkii*, conosciuto come "Gambero rosso della Louisiana", specie alloctona invasiva per la sua voracità e resistenza in condizioni di carenza di ossigeno e fondi melmosi. Le elaborazioni dei dati eseguite ai sensi del DM 260/2010 sul substrato 1 forniscono di default un giudizio definito "cattivo" per la presenza di un numero insufficiente di famiglie. Il campione è evidentemente non colonizzato sia in termini di abbondanza che di diversità. In conclusione, anche nella seconda campagna eseguita non vi è stata una colonizzazione dei substrati che consenta una valutazione qualitativa della comunità dei macroinvertebrati bentonici.



Figura 14 – Fissaggio del SA al palo in legno trasversale al canale lungo la CAVATA ORIENTALE



## Comunità ittica

Per la determinazione *ante* e *post operam* dello stato della comunità ittica presente nel CAVATA ORIENTALE è stato affidato apposito incarico nell'ambito del LIFE RINASCERE al Dott. Giuliano Gandolfi; l'attività di monitoraggio *ante operam* è terminata. Si riporta di seguito una sintesi dei risultati ottenuti e si rimanda per ulteriori dettagli all'allegato "Relazione fauna ittica".

Il campionamento è stato condotto mediante la tecnica dell'*electrofishing* monitorando un tratto che si estendeva per una lunghezza pari a 200 m ed per una superficie di 200 m<sup>2</sup>. Nel complesso è stato possibile catturare una sola specie ittica, la pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*), mentre sono stati catturati diversi esemplari di gambero rosso della Louisiana (*Procambarus clarkii*), che presentavano lunghezze variabili tra 15 e 100 mm. Accanto alle specie rinvenute nella presente indagine, è stata segnalata a seguito del monitoraggio degli anfibi, la presenza di *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859), in un tratto esterno alla stazione di campionamento indagata. La segnalazione, basata su osservazione a vista e cattura tramite retino immanicato, è relativa al tratto più prossimale al Canale V e conferma il quadro analitico della Cavata Orientale. Il corso è, infatti, caratterizzato da ridottissime dimensioni e da persistenza di un quantitativo idrico minimo solo in corrispondenza di sifoni o opere idrauliche. Questo quantitativo minimo, unito alla pessima qualità dell'acqua, all'assenza di habitat naturali, di zone di rifugio e di ombreggiatura può essere considerato in linea di principio parzialmente vitale, ma solo per specie tolleranti di piccole dimensioni, quali appunto la pseudorasbora e la gambusia, che probabilmente non sono residenti, ma originate per fluitazione durante le fasi di derivazione della portata idrica dal Canale V.



Figura 15 – Esemplare di *Pseudorasbora (Pseudorasbora parva)* catturato lungo la CAVATA ORIENTALE



## Anfibi

Per la determinazione *ante* e *post operam* dello stato degli anfibi presente nella CAVATA ORIENTALE è stato affidato apposito incarico nell'ambito del LIFE RINASCERE ad INCIA società cooperativa.

I risultati del monitoraggio *ante operam* sono riportati in sintesi di seguito e possono essere analizzati con maggior dettaglio nell'allegato "Relazione anfibi".

La metodologia ha previsto dapprima una ricerca di eventuali dati contenuti in bibliografia sulle specie di anfibi presenti lungo i canali interessati dal Life Rinasce, senza tuttavia rinvenire studi o citazioni in fonti bibliografiche che siano riferite direttamente ai canali in oggetto, ma solamente segnalazioni riferite ad aree di contorno. Le informazioni rinvenute in bibliografia sono quindi riferite ad un'area più vasta e sono in massima parte datate, collocandosi tra gli anni '70 e '90 del secolo scorso.

Nel 2014 il Servizio Parchi e Risorse forestali della Regione Emilia-Romagna, con i dati di studi sulla biodiversità effettuati nel biennio 2012-2013, ha aggiornato i formulari dei siti di Rete Natura 2000, dove compaiono anche specie di anfibi. È stato così possibile accedere a dati più recenti che sono stati desunti dai formulari dei siti di Rete Natura 2000 regionali, poiché gli interventi interessano direttamente uno di questi siti. Oltre al sito "Valle di Gruppo IT4040015" all'interno del quale ricade parte del CABM sud, i cui dati sono stati considerati anche per CABM nord, Diversivo Fossa Nuova Cavata e Cavata Orientale, sono stati considerati anche gli altri siti che sono prossimi (entro 10 km) ai canali oggetto degli interventi. In particolare sono stati considerati i dati del sito "Valle delle Bruciate e Tresinaro IT4040017" per CABM nord e sud, Diversivo Fossa Nuova Cavata e Cavata Orientale; i dati dei siti "Valli di Novellara IT4030015" e "Golena del Po di Gualtieri, Guastalla e Luzzara IT4030020" per quanto riguarda il Collettore Alfieri; i dati del sito "Siepi e Canali di Resega-Foresta IT4040016" per CABM nord e sud.

L'insieme delle fonti copre un'area molto più vasta dei siti oggetto di studio e allo stesso tempo un ventaglio di habitat molto più vario di quelli riconducibili ai canali dove si realizzeranno le azioni del LIFE Rinasce, generando un elenco di specie probabilmente "sovrastimato", ma in questo modo dovrebbe essere scongiurato il pericolo di escludere qualche specie dall'elenco di quelle target della ricerca.

Confrontando i dati storici ed i rilievi più recenti disponibili si è stilato un elenco delle specie di anfibi da indagare a partire dalle liste di riferimento comunitaria, "Direttiva Habitat 92/43/CEE e successive modifiche ed integrazioni, e regionale, Regolamento D.P.R. 8 settembre 1997 n. 357 come modificato ed integrato dal D.P.R. 120 del 12 marzo 2003", "Programma per il sistema regionale delle aree protette e dei siti RETE NATURA 2000, Allegato E - Elaborati tecnici, Elab. Tecnico n.1 -Elenco ragionato della fauna minore dell'Emilia-Romagna". Come



era lecito aspettarsi, vista la similitudine e la relativa vicinanza dei siti indagati oltre alla scala a cui sono disponibili le segnalazioni, dalla composizione varia dei dati da queste fonti è emerso lo stesso elenco di sette specie di anfibi per tutti i quattro canali interessati dal LIFE RINASCe.

Dai dati bibliografici raccolti, le specie di anfibi segnalate per la pianura modenese ed attese come potenzialmente presenti nei canali interessati dal progetto LIFE Rinasce sono 7:

- 2 specie di urodeli: Tritone punteggiato (*Lissotriton vulgaris*) e Tritone crestato (*Triturus cristatus*)
- 5 specie di anuri: Rospo comune (*Bufo bufo*), Rospo smeraldino (*Bufo viridis*), Raganella italiana (*Hyla intermedia*), Rana verde (*Pelophylax kl. esculentus*), Rana toro (*Lithobates catesbeianus*).

Il giorno 13/02/2015 è stato fatto il sopralluogo preliminare lungo i canali oggetto della ricerca della presenza di anfibi per determinare i transetti longitudinali ai corsi d'acqua dove effettuare i rilievi semiquantitativi tramite ricerca con conteggi a vista (Visual Encounter Surveys, VES), catture successive, campionamenti acustici e campionamento quantitativo delle larve (Quantitative Sampling of Amphibian Larvae, QSL), (Balletto & Giacoma, 1990; Heyer et alii, 1994).

I transetti sono stati scelti in base a questi criteri: uniformità del transetto, rappresentatività del canale, accessibilità, esigenze operative, tipologia d'interventi previsti.

Per la Cavata Orientale è stato scelto un solo transetto lungo una sola sponda.

Tutti i transetti comprendono tanto una parte terrestre per i conteggi VES, quanto una parte in acqua per i conteggi tramite catture successive, campionamenti acustici e QSL.

La ricerca delle specie di anfibi secondo la metodologia "Ricerca opportunistica (Balletto & Giacoma, 1990; Heyer et alii, 1994) è stata effettuata sull'intero tratto dei canali interessato dai lavori in progetto, mentre la ricerca a vista dei siti riproduttivi (ovature) delle specie d'interesse conservazionistico e gestionale di anuri è stata effettuata lungo tutti i tratti bagnati dei corsi d'acqua interessati dal progetto.



Figura 16 – Localizzazione transetti lungo la Cavata Orientale

I giorni in cui sono state eseguite le uscite sul campo nel corso del 2015 sono le seguenti:

- 20 febbraio
- 31 marzo
- 08 aprile
- 19 maggio
- 23 giugno – Notturna
- 08 luglio
- 12 agosto

Questo canale pur essendo dal punto di vista degli habitat presenti e del regime delle portate quello maggiormente vocato alla presenza di diverse specie di anfibi, per via della ricca vegetazione che popola l'alveo, è l'unico in cui non è stata rinvenuta nemmeno una specie, compresa la specie alloctona invasiva *Lithobates catesbeianus* (Rana toro) rinvenuta negli altri 3 canali oggetto di indagine del LIFE RINASCERE.

La prima delle minacce attuali è rappresentata dalla massiccia presenza di Gambero rosso della Luisiana (*Procambarus clarkii*) lungo tutta l'asta del canale oggetto del monitoraggio e la cui attività è stata riscontrata fin dalle prime indagini. Durante le attività di studio semi-quantitativo con l'utilizzo del retino sono stati catturati in gran numero, costituendo nella quasi totalità dei casi la sola specie presente. La predazione diretta da parte



di questi gamberi, operata verso uova e larve degli anfibi e alla quasi totalità degli invertebrati acquatici, oltre alla distruzione delle idrofite, ne compromettono la colonizzazione da parte di tutte le specie indagate.

La seconda minaccia, per la presenza di anfibi, sono gli scarichi provenienti dalla zona industriale che compromettono la qualità delle acque e del suolo.

Una terza minaccia è rappresentata dalle operazioni di ordinaria manutenzione della vegetazione delle sponde e dell'alveo del canale. Tuttavia, se lo sfalcio non sarà in futuro accompagnato da una risagomatura del canale e sarà effettuato in periodo idoneo, non andrà a mettere in pericolo la sopravvivenza degli eventuali anfibi presenti.

Nel corso dei sopralluoghi di campionamento è stata però riscontrata la presenza di almeno un'altra specie (*Pelophylax kl. esculentus*) in siti prossimi al canale e potenzialmente in grado di ricolonizzarne ambienti adatti grazie agli interventi di riqualificazione del canale previsti.

I dati che sono stati raccolti durante lo studio non sono assolutamente sufficienti però per fare una qualsiasi stima della struttura della popolazione dell'unica specie rilevata. Allo stesso tempo risulta poco rappresentativo e realistico fare stime quantitative basandosi solo sui due rilevamenti di larve, peraltro in canali diversi, effettuati all'interno dei transetti di superficie nota.

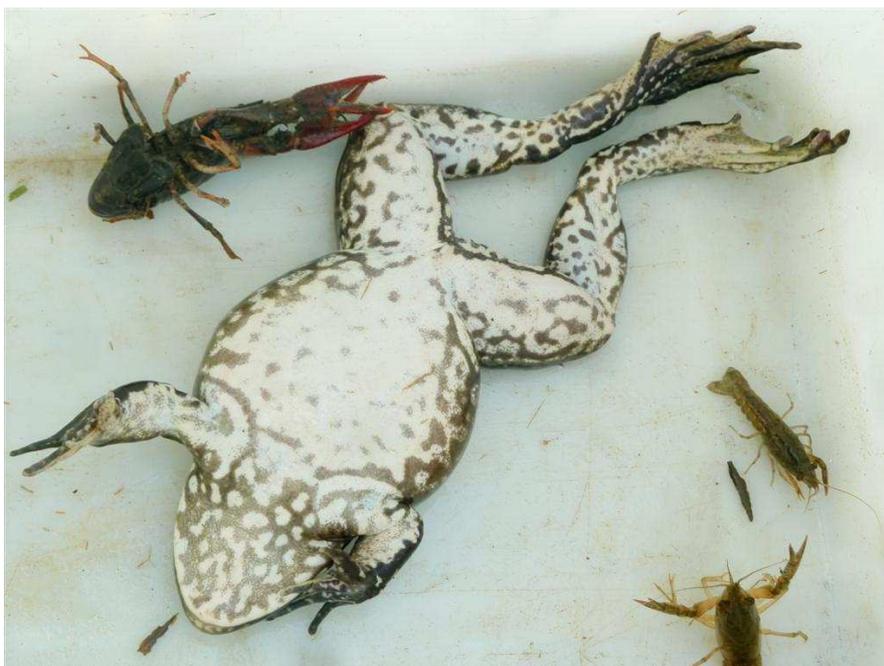


Figura 17 – Rana toro (*Lithobates catesbeianus*) (Foto G. Gandolfi)



## Carabidi

Per la determinazione *ante* e *post operam* dello stato dei carabidi presenti nella CAVATA ORIENTALE è stato affidato apposito incarico nell'ambito del LIFE RINASCE alla Dott.ssa Elisa Monterastelli.

I risultati del monitoraggio *ante operam* sono riportati in sintesi di seguito e possono essere analizzati con maggior dettaglio nell'allegato "Relazione carabidi".

Lo studio è stato eseguito secondo le procedure standard per mezzo di trappole a caduta (pit-fall traps), come indicato nelle linee guida APAT "I Coleotteri Carabidi per la valutazione ambientale e la conservazione della biodiversità".

Le trappole sono formate da bicchieri di plastica di circa 9 cm di diametro all'imboccatura, 7 cm alla base e alti circa 11cm.

Per garantire un monitoraggio esauriente e allo stesso tempo moderare l'impatto del censimento sulla fauna, si sono posizionate 15 trappole equidistanziate lungo una fascia di 500 metri a ridosso della sponda sinistra del canale.



Figura 18- Trappole

La raccolta del materiale entomologico si è svolta tra la metà di maggio e la metà di luglio, durante la stagione di attività della coleotterofauna, questo ha permesso di evitare la diapausa estiva.



Sono state censite specie decisamente opportuniste e nitrofile, legate ad ambienti antropici instabili (prati da sfalcio) e ambienti agricoli (*Anchomenus dorsalis*, *Harpalus distinguendus*, *Pseudoophonus* (*Pseudoophonus*) *rufipes*), con preferenza, da parte di alcune specie, di habitat ripicoli (*Diachromus germanus*), più umidi e freschi (*Brachinus psophia* e *Pterostichus* (*Platysma*) *niger*). È presente anche *Pterostichus melas italicus*, specie talmente eurieca da vivere indifferentemente in foreste o formazioni aperte.

Dall'indagine è emerso che la coleotterofauna osservata rispecchia l'ambiente che la circonda, conseguenza di un adattamento alle pressioni selettive in esso operanti.

Ne risulta un habitat con un forte disturbo antropico che si riflette nella predominanza delle specie *Harpalus dimidiatus* e *Pterostichus melas italicus*, entrambe specie pioniere, molto comuni e poco sensibili allo stress ambientale.

Il canale Cavata Orientale ha quindi tutte le caratteristiche per un netto miglioramento ecologico, apportato dagli interventi di riqualificazione ambientale.



## 5 Problemi affrontati dal progetto

I problemi della CAVATA ORIENTALE affrontati dal progetto riguardano i seguenti aspetti, tra loro correlati:

### - Rischio di alluvioni

Il centro urbano della città di Carpi, Comune entro cui si trova la Cavata Orientale, è caratterizzato dalla significativa presenza di quartieri artigianali-produttivi concentrati prevalentemente ad Ovest e a Sud dell'abitato. Nel corso del 2007 e del 2011 si sono verificati ripetuti allagamenti dei quartieri sud-orientali del centro urbano di Carpi (Figura 19), che hanno confermato la situazione di criticità della rete fognaria gestita da AIMAG SPA e non più in grado di far fronte da una parte all'intensa urbanizzazione e dall'altra alle modificazioni del clima e ai conseguenti fenomeni piovosi intensi. A seguito di questi eventi AIMAG SPA ha eseguito nell'autunno 2007 lo studio "Verifica idraulica del sistema fognario a servizio dei quartieri urbani Sud-Orientali del Comune di Carpi", in cui sono stati proposti diversi scenari di intervento per il potenziamento del reticolo fognario all'interno dell'area a rischio idraulico: lo studio ha individuato come soluzione al problema fognario quella di realizzare un nuovo collettore-scolmatore in c.a. lungo Via Lama con scarico finale nella Cavata Orientale. Successivamente, il Consorzio di Bonifica ha redatto un progetto preliminare di "Adeguamento della Cavata Orientale alle portate derivanti dalle nuove urbanizzazioni ad Est dell'abitato di Carpi ed interventi di distribuzione irrigua" nel quale sono state individuate le criticità derivanti dagli interventi di potenziamento sopraccitati e in particolare dall'immissione del nuovo scolmatore nella Cavata Orientale, non adeguata per smaltire l'eccesso di portata generato.

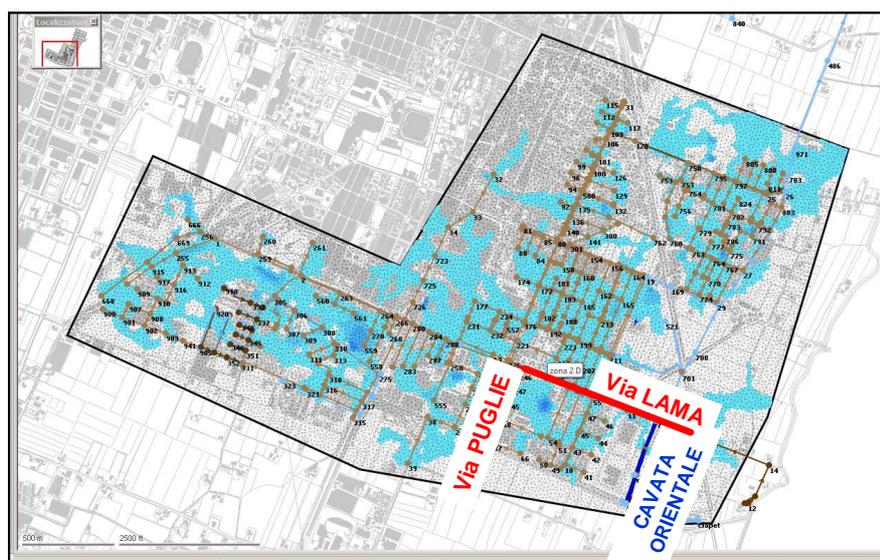


Figura 19 – Allagamenti (in azzurro) nei quartieri sud-orientali di Carpi relativi all'evento meteorico del 12 giugno 2007. In marrone il reticolo fognario gestito da AIMAG spa. (Fonte AIMAG spa)

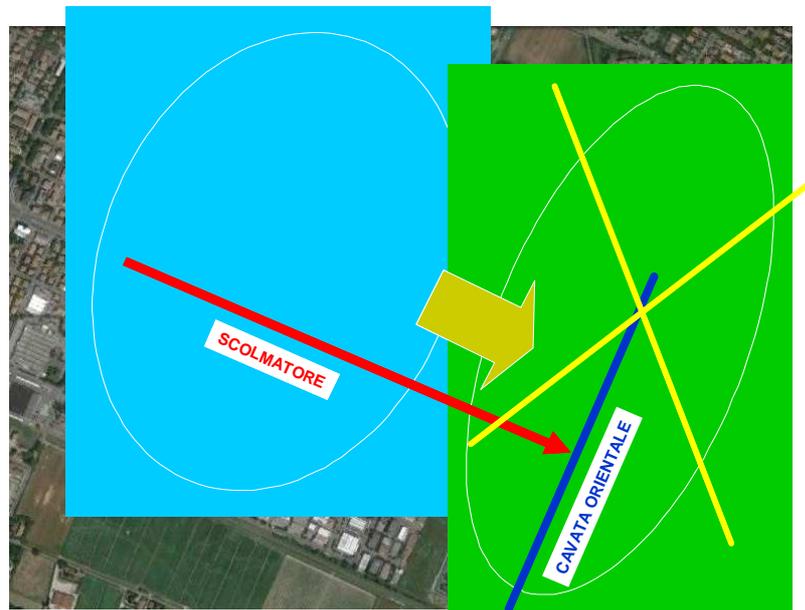


Figura 20 – Allagamenti (schema concettuale in verde) nell’intorno della Cavata Orientale conseguenti alla realizzazione dello scolmatore di AIMAG (in rosso) progettato per far fronte ai problemi di allagamento dei quartieri sud-orientali di Carpi mostrati in Figura 19 (sintetizzati in azzurro nella presente figura).

#### - Scarsa qualità dell’ecosistema

Il canale si presenta ad andamento rettilineo e sezione geometrica di forma trapezoidale, senza alcuna banca interna ed è pressoché privo di una fascia riparia così come nell’alveo di magra la presenza di vegetazione acquatica è limitata e comunque controllata da operazioni di manutenzione periodica meccanizzata da parte del Consorzio (Figura 21).

Il monitoraggio in corso conferma tale situazione, sebbene si rilevi come la Cavata Orientale presenti la maggior diversità vegetazionale dei quattro canali oggetto del LIFE RINASCE (per dettagli si veda il Par. “Aspetti naturalistici” in relazione al paragrafo “Vegetazione riparia”).

Si riscontra inoltre la totale assenza di anfibi, a causa della massiccia presenza di *Procambarus clarkii*, della scarsa qualità dell’acqua e delle operazioni di gestione della vegetazione usualmente messe in atto, come messo in evidenza al Par. “Aspetti naturalistici” in particolare al sottoparagrafo “Anfibi” e nell’allegato “Relazione anfibi”.

Queste condizioni generali non consentono lo sviluppo di comunità sane e strutturate né di specie ittiche né di anfibi (prese come riferimento dei monitoraggi del LIFE RINASCE); analogamente, anche l’avifauna e la fauna minore terrestre non trovano condizioni particolarmente idonee per il loro sviluppo, a causa dell’alternarsi di



situazioni in cui è presente almeno una fascia di vegetazione elofitica al piede di sponda ad altre in cui questa è completamente asportata dai mezzi del Consorzio adibiti alla manutenzione a fini idraulici del canale.



Figura 21 – La CAVATA ORIENTALE nel tratto di interesse del progetto

## 6 Caratteristiche dello scolmatore di AIMAG SPA

Come già ricordato, a seguito dei ripetuti allagamenti verificatisi nei quartieri sud-orientali del centro urbano di Carpi, AIMAG spa ha deciso di realizzare sulla rete fognaria gestita, in corrispondenza dell'incrocio fra via Lama di Quartirollo Interna e via Puglie, un collettore scatolare 2500x750 mm per acque meteoriche che affianca via Lama di Quartirollo Interna e giunge sino al canale Cavata Orientale, per una lunghezza di 800 m.

In data 14 marzo 2016 AIMAG spa ha inviato al Comune di Carpi il progetto preliminare denominato *“Potenziamento del sistema di drenaggio del quartiere di via Lama e scolmatore nella Cavata Orientale”* (Codice AIMAG 16-0040), già inserito con codice Atersir 2207 nel *“Programma operativo degli interventi del Servizio Idrico Integrato 2014-2017”*, approvato da Atersir e dal Consiglio locale d'ambito in data 25 marzo 2014.



Il progetto prevede che lo scolmatore in progetto verrà realizzato con un manufatto in opera in grado di sfiorare le acque meteoriche eccedenti in arrivo dal comparto artigianale di via Puglie (scatolare 1400x800 mm) e dai comparti residenziali di via Lama di Quartiolo Interna e via Cattani (scatolare 1500x800 mm).

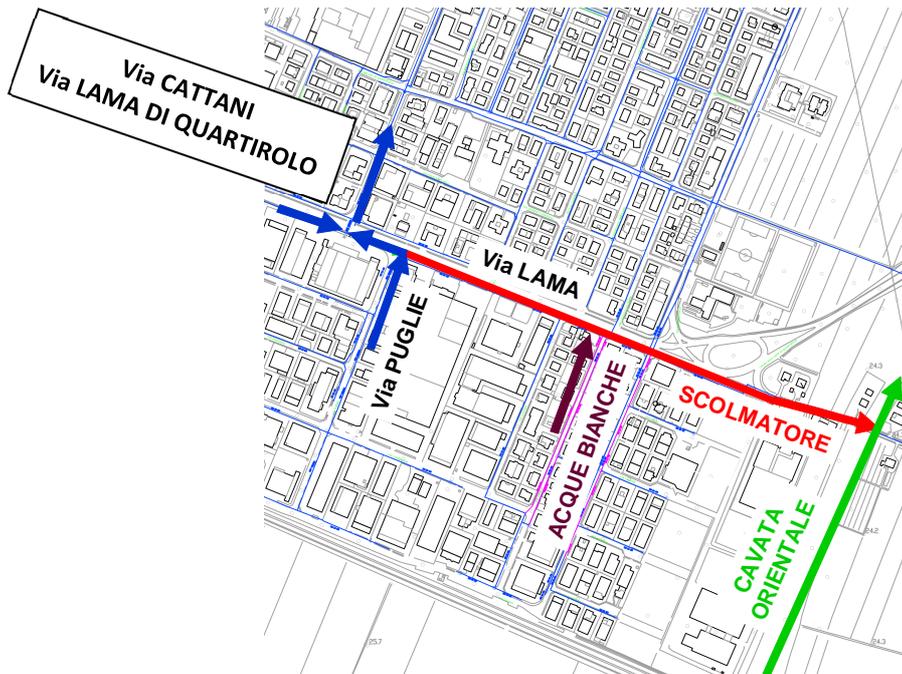


Figura 22 – Rete fognaria intercettata dallo scolmatore AIMAG tra via Puglie e l'immissione nella Cavata Orientale

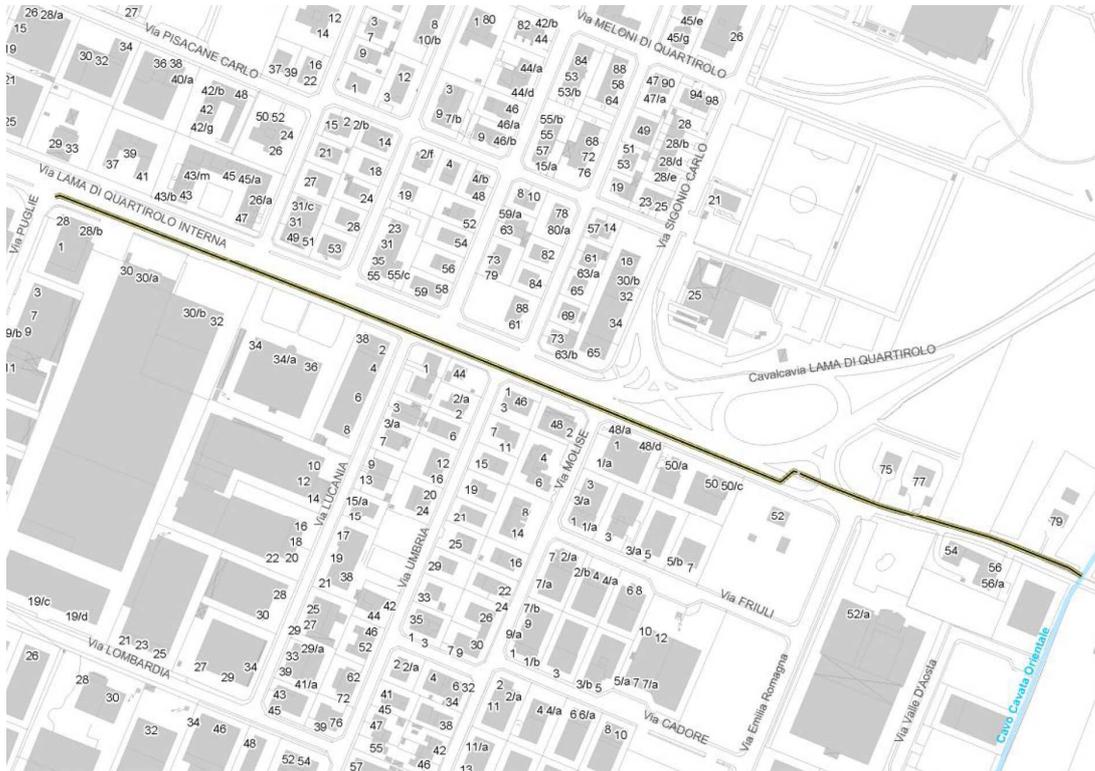


Figura 23 - Tracciato dello scolmatore AIMAG

Rispetto agli studi pregressi realizzati in collaborazione con il Consorzio di bonifica, il progetto dello scolmatore pervenuto contiene alcune modifiche:

- Dimensioni dello scolmatore ridotte da 2500x1000 a 2500x750 mm
- Recapito dello scolmatore nella Cavata Orientale non più a monte ma a valle del ponte di via Lama

A tal fine AIMAG spa ha proceduto a predisporre un progetto che permette di replicare il funzionamento idraulico del sistema Cassa di espansione-Cavata Orientale definito congiuntamente e riportato nel primo progetto preliminare redatto dal Consorzio, che prevede il rigurgito delle portate dello scolmatore che eccedono quelle massime consentite dalla Cavata Orientale a valle del punto di immissione.

In particolare (facendo riferimento alla figura seguente):

- il manufatto di scarico dello scolmatore sarà dotato di un restringimento che limita le portate scolanti verso valle lungo il canale (diametro 600 mm)
- la sezione di sottopasso del ponte di via Lama sarà allargata per renderla pari a quella dello scolmatore AIMAG, così da permettere la risalita delle portate di piena verso la cassa di espansione in progetto

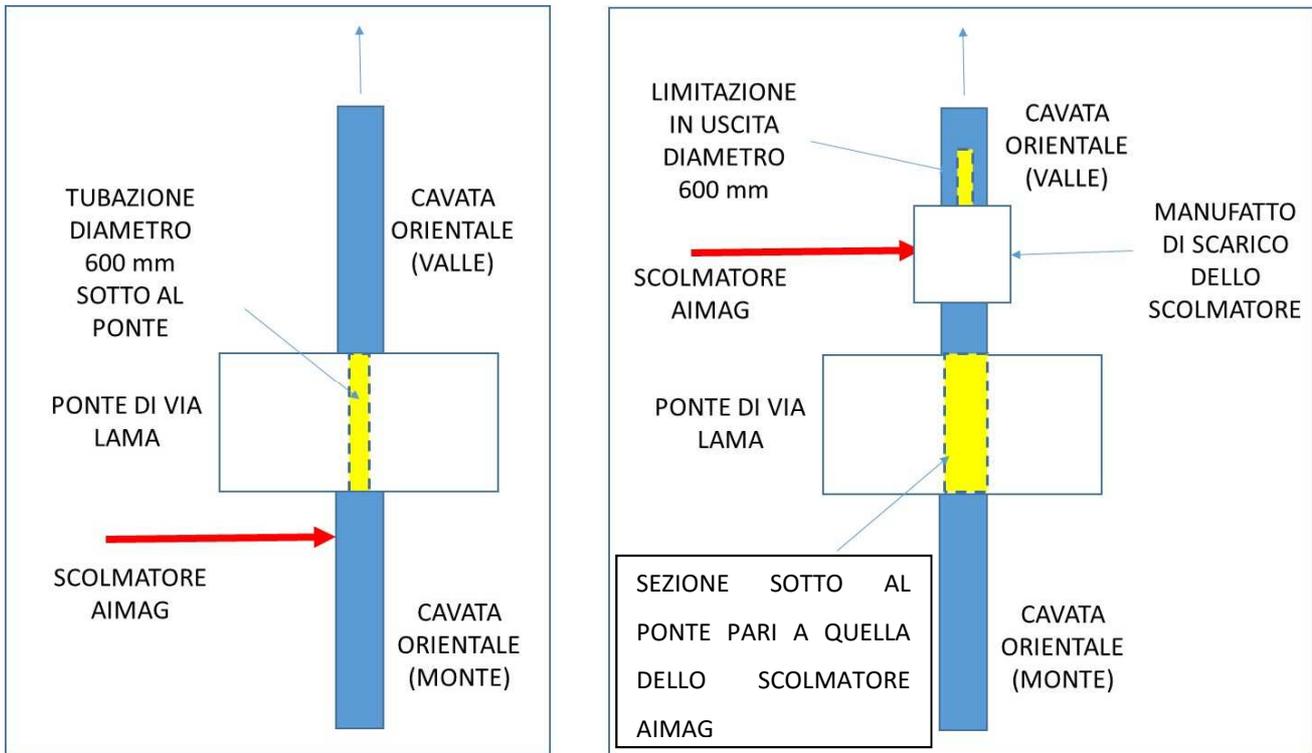


Figura 24 – A SINISTRA: localizzazione del punto di scarico dello scolmatore di AIMAG spa a monte del ponte di via Lama, prevista nel precedente progetto preliminare (con limitazione delle portate scolanti verso valle in Cavata Orientale grazie alla presenza della tubazione di diametro 600 mm posta sotto al ponte di via Lama). A DESTRA: nuova localizzazione del punto di immissione dello scolmatore di AIMAG spa a valle del ponte di via Lama e relativo manufatto di scarico, che prevede la limitazione delle portate scolanti verso valle in Cavata Orientale grazie alla presenza di una tubazione di diametro 600 mm e il contestuale allargamento della sezione di scolo sotto il ponte di via Lama

Il particolare costruttivo del punto di scarico dello scolmatore in Cavata Orientale è rappresentato nelle seguenti figure. Il progetto di AIMAG prevede inoltre che sia posizionato un tratto di 5 m di scatolare in Cavata Orientale (a monte del ponte) e di tubazione diametro 600 mm (a valle) al fine di proteggere le sponde contro l'erosione.



Figura 25 – Planimetria dell'area di immissione dello scolmatore AIMAG in Cavata Orientale

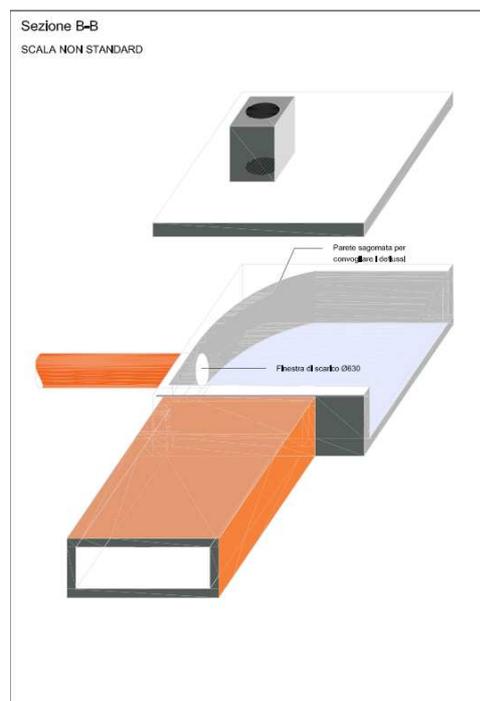


Figura 26 – Particolare costruttivo dell'immissione dello scolmatore (in arancione) in Cavata Orientale; si noti la parete sagomata per convogliare i deflussi verso monte nel canale Cavata Orientale e la finestra di scarico di diametro 600 mm posizionata in Cavata Orientale per limitare le portate scolanti verso valle





Come già accennato, lo scolmatore sarà dotato in testa di una soglia di sfioro posta a 50 cm dal fondo: sulla base dei dati dell'anagrafe del Comune di Carpi e delle autorizzazioni per gli scarichi produttivi è stato possibile stimare il carico in ingresso allo scolmatore in circa 8.400 Abitanti Equivalenti (A.E.) circa, di cui circa 3.000 A.E. produttivi (da via Puglie) e circa 5.400 A.E. civili (da via Lama di Quartirolo Interna e via Cattani). Andando quindi a realizzare una soglia di sfioro posta a un'altezza di 50 cm da fondo pozzetto, lo scatolare per acque nere 1500x800 mm di via Minghetti afferente al depuratore comunale sarà in grado di garantire una diluizione di circa 34 volte la portata nera media ( $Q_{nm}$ ) (si veda l'allegato " "). Tale valore è conforme alla Normativa vigente che prevede un grado di diluizione variabile fra 3 e 5 la  $Q_{nm}$ .

Pur in presenza di un elevato grado di diluizione delle acque meteoriche convogliate (maggiore di 30 volte la  $Q_{nm}$ ), poco prima dell'immissione in Cavata Orientale le acque di primo scolmo saranno sottoposte a un pretrattamento meccanico, mediante un processo di grigliatura media (10-20 mm), per trattenere eventuali solidi galleggianti. Le acque di secondo scolmo verranno invece recapitate con un by-pass a valle della griglia. Il comparto verrà realizzato all'interno di un locale chiuso per preservare le apparecchiature elettromeccaniche e per minimizzare l'impatto estetico.

**L'intervento così realizzato permetterà di diminuire l'estensione dell'area allagata nei quartieri sud-orientali di Carpi ma soprattutto i tempi di permanenza dell'acqua lungo gli stessi. Una simulazione idraulica eseguita da AIMAG spa ha permesso di verificare che durante l'evento piovoso critico del 12 giugno 2007 l'acqua è rimasta sulle strade per circa 2,5 ore mentre se allora fosse stato presente il nuovo scolmatore le acque sarebbero rimaste all'interno del quartiere per soli 15 minuti, generando quindi un modesto disagio alla popolazione e danni materiali inferiori.**



## 7 Obiettivi del progetto

### 7.1 Vincoli progettuali e spazio di azione

La progettazione dell'intervento di riqualificazione idraulico-naturalistica della CAVATA ORIENTALE deve tener conto di alcuni vincoli comuni ai canali oggetto di intervento nel LIFE RINASCERE, che ne limitano lo spazio di azione e che hanno diretta influenza sulle scelte progettuali percorribili. Si riporta di seguito una descrizione di tali limiti con valenza generale per tutti i canali succitati, specificando ove eventualmente vi siano eccezioni in relazione allo specifico progetto di riqualificazione della Cavata Orientale.

#### - Spazio a disposizione

Il progetto LIFE non prevede di poter finanziare l'acquisizione di terreni e gli interventi di modifica della sezione previsti nel progetto non possono quindi beneficiare in linea di massima di spazio aggiuntivo rispetto a quello occupato dal canale al ciglio di sponda, a meno che non siano già presenti aree di proprietà pubblica. Fa eccezione proprio la CAVATA ORIENTALE per la quale è previsto l'esproprio di terreno a carico del Comune di Carpi, al fine di aumentare la sezione del canale e recuperare ulteriore spazio di laminazione in area agricola.

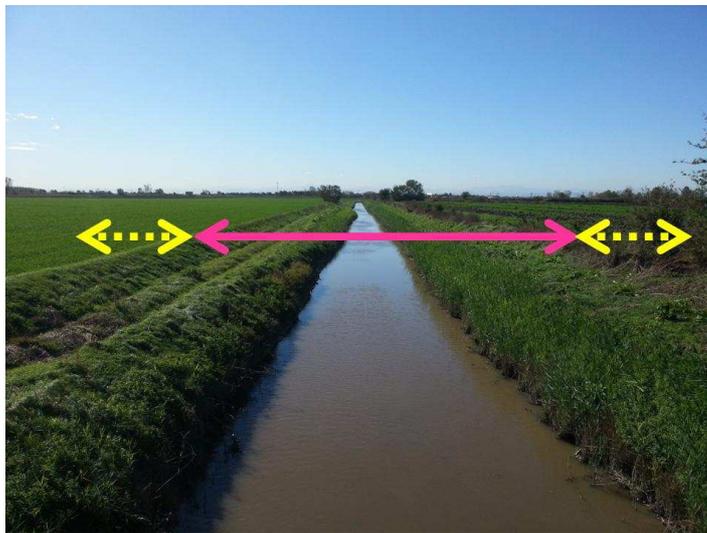


Figura 28 – Esempio di vincoli allo spazio a disposizione (in fucsia l'eventuale proprietà del Demanio alle Acque e in giallo l'eventuale proprietà pubblica aggiuntiva)



- **Livello idrico in diverse condizioni**

I canali oggetto di intervento sono utilizzati in modo promiscuo, vale a dire che veicolano verso valle le acque scolanti durante gli eventi piovosi, e trasportano anche le acque ad uso irriguo durante i mesi della stagione irrigua.

Il livello di vaso durante questo periodo è di fondamentale importanza per decidere come realizzare gli interventi di riqualificazione del canale, in particolare per definire la quota delle aree golenali interne al canale che il progetto intende creare: porre il piano golenale ad un livello inferiore a quello irriguo comporterebbe, infatti, un allagamento prolungato per alcuni mesi della banchina, con effetti negativi sugli habitat e le specie non adatte a colonizzare aree perennemente sommerse ed anche sulla possibilità di passaggio dei mezzi per la manutenzione del Consorzio. La Cavata Orientale fa eccezione però rispetto a tale ragionamento in quanto, seppur attualmente ad uso promiscuo, sarà adibita al solo scolo in seguito alla realizzazione del progetto qui descritto, passando la funzione irrigua ad una condotta appositamente realizzata a fianco del canale, così da eliminare la possibilità di invasare il canale durante i mesi estivi.

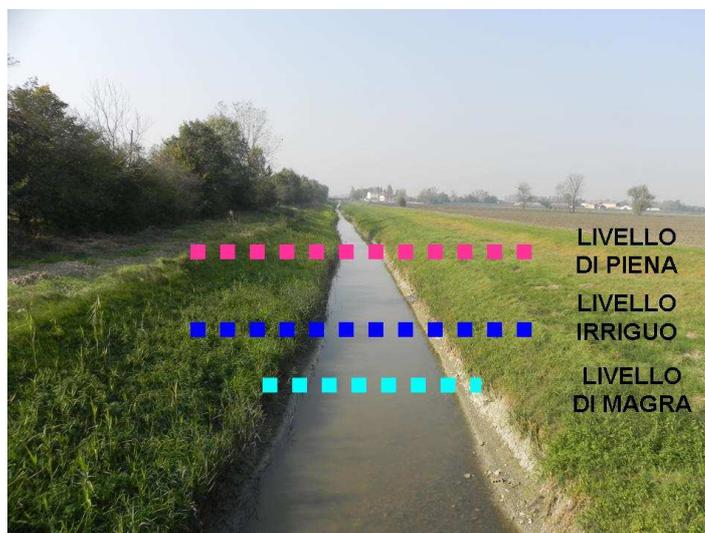


Figura 29 – Esempio di livelli idrici in magra, in periodo irriguo e in piena



### - Stabilità della sponda

Le sezioni di progetto devono essere disegnate in modo tale che sia garantita una stabilità delle sponde almeno pari a quella attuale, possibilmente migliorandola nelle situazioni attualmente instabili (in giallo in figura).



Figura 30 – Esempio della necessità di continuare a garantire la stabilità della sponda

### - Manutenzione dell'alveo

Gli interventi di riqualificazione dei canali presuppongono una diminuzione degli interventi di manutenzione dell'alveo, sia in termini di frequenza di intervento che di intensità dello stesso, sino a giungere alla situazione estrema di completa cessazione della manutenzione stessa. Nel caso dei canali considerati dal LIFE RINASCE la scelta del Consorzio è quella di procedere con cautela nella diminuzione degli interventi manutentivi, al fine di verificare vantaggi e svantaggi idraulici ed ecologici, e di assicurarsi di non aumentare i livelli di pericolosità idraulica. Ciò significa che i canali nello stato di progetto dovranno essere comunque dotati di una pista per il passaggio dei mezzi di manutenzione del Consorzio, scelta dalla quale discendono vincoli nella definizione delle sezioni tipologiche progettuali.



Figura 31 - Necessità di poter continuare ad eseguire la manutenzione dell'alveo

- **Controllo dei residui vegetali accumulati agli impianti idrovori e ai manufatti del Consorzio**

A valle dei siti di intervento sui canali prescelti dal LIFE RINASCERE, sono presenti impianti idrovori e manufatti idraulici che potrebbero subire malfunzionamenti se interessati da quantità eccessive di residui vegetali (derivanti alberi o arbusti piantumati e previsti per la riqualificazione dei canali) che si accumulano alle griglie di protezione. Si è quindi deciso di limitare l'inserimento in alveo di specie arboree e arbustive e di privilegiare la messa a dimora di una fascia riparia nella parte sommitale dei canali, in corrispondenza del ciglio di sponda, in un'area non interessata dalla maggior parte delle piene ad esclusione delle più intense (e rare).



Figura 32 - Evitare l'accumulo di residui vegetali agli impianti idrovori e ai manufatti del Consorzio (foto esemplificativa)



- **Tutela delle attività agricole circostanti**

Gli interventi di riqualificazione dei canali tengono conto che nella maggior parte dei casi i terreni posti a fianco dei canali sono interessati da aree agricole produttive; gli interventi, in particolare quelli di forestazione, sono quindi ideati pensando di diminuire i potenziali impatti negativi sui campi coltivati, ad esempio dovuti all'ombreggiamento o alla difficoltà nel passaggio dei mezzi agricoli.



Figura 33 - Tutela delle attività agricole circostanti



## 7.2 Vision

La vision prevista per la CAVATA ORIENTALE, ossia l' "immagine obiettivo", o meglio l'idea di canale riqualificato che si ha in mente e che ha guidato nella definizione degli interventi, tenuto conto dei vincoli esposti al capitolo precedente, è la seguente. *La CAVATA ORIENTALE riqualificata sarà un canale:*

- *ad andamento ancora rettilineo e a sezione geometrica, ma dotato di una nuova banca allagabile in destra idraulica, così da diminuire i problemi di rischio di alluvioni e migliorare la funzionalità ecologica del canale;*
- *dotato di un maggior numero di habitat, grazie alla diversificazione della morfologia della sezione e all'aumento della vegetazione acquatica e spondale;*
- *colonizzato da un maggior numero di specie animali e vegetali autoctone grazie all'aumento degli habitat presenti;*
- *connessa con un nodo ecologico rappresentato dalla cassa di espansione dotata di zona umida e specie arbustive*

## 7.3 Obiettivi

Per costruire nella pratica l'immagine obiettivo sopra descritta, l'intervento di riqualificazione si pone di raggiungere i seguenti obiettivi quantitativi:

**Obiettivi dimensionali degli interventi** (si veda la tabella seguente per una sintesi):

- creazione di habitat acquatici mediante ampliamento di sezione naturalistico della Cavata Orientale per la creazione di una golena allagabile, per una lunghezza di circa 300 m e una larghezza di circa 5 m, e di un alveo trapezoidale più ampio di 2,5 m rispetto all'originale, per una lunghezza di circa 200 m e con sponde meno ripide
- creazione di habitat ripari per una lunghezza di 500 m
- creazione di un'area umida-naturalistica di circa 3 ha per la laminazione delle piene

Tabella 1 – Obiettivi dimensionali degli interventi presenti nella proposta fatta pervenire alla Commissione Europea

LUNGHEZZA INTERVENTO	CREAZIONE GOLENA ALLAGABILE	CONSERVAZIONE VEGETAZIONE ACQUATICA	CREAZIONE FASCIA RIPARIA	CREAZIONE ZONA UMIDA-NATURALISTICA
500 m	Sup: 5.000 mq (500 m x 10 m)	500 m	500 m	3 ha



Rispetto a quanto indicato nella proposta fatta pervenire alla Commissione Europea, gli obiettivi dimensionali sono stati modificati come indicato di seguito:

- Lunghezza di intervento: aumentata a 660 m
- Creazione di habitat acquatici mediante ampliamento di sezione naturalistico della Cavata Orientale: nella proposta originale si dichiara la creazione di una banchina allagabile di 500 m di lunghezza per 10 m di larghezza (corrispondenti a 5.000 mq). Nel presente progetto definitivo la golena sarà invece differenziata come larghezze: nei tratti 1+2 di 300 m l'alveo avrà una larghezza complessiva allagabile di circa 10 m per una superficie di circa 2.400 mq; il tratto 3 di circa 170 m avrà una larghezza complessiva allagabile di 5 m per una superficie di circa 1.000 mq; il tratto 4 di circa 290 m avrà una superficie allagabile di circa 1.700 mq, per un totale di 5.100 mq
- Creazione di habitat ripari: aumentata la lunghezza a 750 m.
- Creazione di un'area umida-naturalistica: confermata l'estensione di 3 ha.

In definitiva il progetto si pone gli obiettivi dimensionali indicati nella tabella seguente.

Tabella 2 – Obiettivi dimensionali definitivi degli interventi

LUNGHEZZA INTERVENTO	CREAZIONE GOLENA ALLAGABILE	CREAZIONE FASCIA RIPARIA	CREAZIONE ZONA UMIDA-NATURALISTICA
660 m	Sup: 5.100 mq	750 m	3 ha

### Obiettivi ecologici di risultato

Gli obiettivi ecologici dichiarati nella proposta alla Commissione Europea sono i seguenti e vengono confermati dal presente progetto definitivo:

Stato ecologico - Elementi biologici		Funzionalità fluviale	Biodiversità e valore naturalistico ambiente ripario	
<b>Macrofite:</b> incremento della copertura rispetto allo stato ex-ante	<b>Fauna Ittica:</b> incremento dell'idoneità degli habitat	<b>IFF</b> (Indice di Funzionalità Fluviale) - Incremento	<b>Vegetazione riparia:</b> incremento della naturalità dei popolamenti ripari rispetto allo stato ex-ante	<b>Anfibi:</b> incremento dei siti riproduttivi rispetto allo stato ex-ante
10-15 %	15 %	10 %	25 %	15 %



### **Obiettivi idraulici**

Nella proposta inoltrata alla Commissione Europea gli obiettivi idraulici da raggiungere sono misurati tramite i seguenti indicatori:

- rapporto tra i volumi di accumulo ricreati mediante la creazione di golene e i volumi esondati con tempo di ritorno di 10 anni: 100 %
- percentuale di riduzione dei volumi esondati con tempo di ritorno 10 anni in relazione ai volumi esondabili nel tratto in studio considerato: 80 %

La realizzazione degli approfondimenti idraulici messi in campo con l'azione A.1 ha evidenziato come sia utile modificare gli indicatori di risultato previsti originariamente, andando a considerare l'efficacia del canale riqualficato e della nuova cassa di espansione nel contenere le onde di piena provenienti dal nuovo Scolmatore previsto da AIMAG SPA.

A tal fine sono state eseguite valutazioni sul funzionamento del sistema idraulico in oggetto (si veda l'allegato "Relazione idraulica"), andandolo a testare rispetto ad eventi piovosi critici forniti da AIMAG SPA, corrispondenti a situazioni che mettono in crisi la rete fognaria e per i quali viene previsto lo scolmatore.

Tali eventi, corrispondenti a tempi di ritorno di 25 e 50 anni, sono ben più gravosi di quello previsto cautelativamente nella proposta inviata alla Commissione Europea (tempo di ritorno di 10 anni): la modifica agli indicatori apportata è quindi da considerarsi migliorativa rispetto alla precedente.

Gli indicatori di risultato di tipo idraulico divengono quindi quelli riportati nella tabella seguente.

**Tabella 3 – Indicatori di risultato idraulici adottati nel progetto**

<b><u>Superficie esondata lungo la Cavata Orientale a causa di eventi con Tempo di ritorno di 25 anni e durata di pioggia rispettivamente di 2, 4, 6, 8, 10 ore e relativo Franco di sicurezza nella Cassa di espansione</u></b>	<b><u>Superficie esondata lungo la Cavata Orientale a causa di eventi con Tempo di ritorno di 50 anni e durata di pioggia rispettivamente di 2, 4, 6, 8, 10 ore e relativo Franco di sicurezza nella Cassa di espansione</u></b>
0 mq > 50 cm	0 mq > 50 cm



## 8 Descrizione degli interventi previsti dalla soluzione progettuale emersa dal confronto tra alternative

Il progetto si propone di risolvere i problemi evidenziati al Capitolo 5 utilizzando una strategia di azione che deriva dall'approccio della *river restoration* e dai concetti chiave delle Direttive 2000/60/CE e 2007/60/CE, secondo i quali per migliorare lo stato ecologico e diminuire il rischio di alluvioni è necessario aumentare lo spazio a disposizione dei corsi d'acqua e rallentare le piene.

Il progetto si attua nel sito indicato in Figura 34, in comune di Carpi, e andrà a comporre un "nodo idraulico" complessivo costituito da:

- Scolmatore con recapito in Cavata Orientale (realizzato da parte di AIMAG SPA spa)
- Cavata Orientale ampliata e riqualificata (intervento previsto nel presente progetto e di competenza del Consorzio)
- Cassa di espansione a fini multipli a servizio della Cavata Orientale (intervento previsto nel presente progetto e di competenza del Consorzio)

Gli interventi specifici compresi nel presente progetto sono descritti dettagliatamente nei paragrafi successivi e nell'Allegato "Elaborati cartografici e grafici" e andranno a comporre un "nodo idraulico" che avrà il seguente funzionamento (Figura 34):

- Lo **scolmatore** recapiterà le acque di piena del comparto urbano e industriale sud-orientale di Carpi nella Cavata Orientale, subito a valle del ponte di via Lama
- Tali acque in parte scorreranno verso valle lungo il canale e attraverseranno il manufatto di immissione dello scolmatore AIMAG, dotato di una bocca tarata di diametro 600 mm costruita per limitare le portate scolanti verso valle; in parte, in caso di piene più intense, si accumuleranno per rigurgito nella **Cavata Orientale**, risalendo verso monte
- Il canale sarà a tal fine risezionato come descritto nel Par. "**Ampliamento di sezione mediante creazione di una banchina interna e riprofilatura della sponda**", così da poter accogliere un volume superiore di acqua rispetto alla situazione iniziale
- Si provvederà inoltre ad arginare il canale, al fine di assicurare un adeguato franco di sicurezza in caso di piena, e ad eseguire gli interventi descritti al Par. "**Sistemazione e gestione delle acque di scolo dei terreni agricoli in destra idraulica della Cavata Orientale**", così da garantire la sicurezza idraulica delle aree limitrofe al canale
- Il canale Cavata Orientale sarà inoltre arginato e risezionato anche nella porzione compresa tra il ponte di via Lama e la ferrovia Modena-Verona, al fine di contenere le portate per eventi più estremi, come



descritto al Par. “Ampliamento di sezione mediante creazione di una banchina interna e riprofilatura della sponda” in relazione al tratto 4.

- L'intervento sarà completato dalle azioni descritte al Par. **“Creazione di una cassa di espansione a finalità multiple, idrauliche (laminazione delle piene) e naturalistiche (incremento della biodiversità del sito)”**: le acque in eccesso che non potranno essere contenute nella Cavata Orientale e che non defluiranno verso valle, entreranno nella suddetta cassa di espansione attraverso uno sfioratore posto in sponda destra nella parte iniziale del canale
- Una volta terminato l'evento di piena, le acque accumulate nella Cavata Orientale defluiranno per gravità verso valle attraverso la già citata bocca tarata di diametro 600 mm posta a valle di via Lama
- Le acque presenti nella cassa di espansione defluiranno, anch'esse a gravità, in parte nella Cavata Orientale, attraversando a ritroso lo sfioratore di ingresso nella Cassa, e in parte verso il Canale V°, e da questo verso il Cavo Lama, attraverso una tubazione di diametro 800 mm che sarà posta sul lato sud-est della Cassa e che si innesterà nell'attuale condotta di scarico dello scolo Gargallo Inferiore nel Canale V°
- La funzione irrigua ora assicurata dalla Cavata Orientale sarà scissa dalla funzione di scolo attraverso la realizzazione di una tubazione irrigua che affiancherà il canale, descritta al Par. **“Posa di una tubazione irrigua tra il Canale V e la cassa di espansione”**, la quale andrà ad alimentare un fosso di scolo che sarà costruito ex novo a fianco del canale e che avrà un funzionamento promiscuo, irriguo e di scolo
- L'intervento sarà completato dal punto di vista ambientale mediante la realizzazione delle azioni descritte ai Par. **“Incremento della dotazione arboreo-arbustiva del canale”**, **“Conservazione ed estensione delle formazioni vegetali elofitiche”**

Il progetto prevede inoltre un potenziamento della valenza ambientale del “nodo idraulico” attraverso gli interventi descritti ai paragrafi **“Creazione di una cassa di espansione a finalità multiple, idrauliche (laminazione delle piene) e naturalistiche (incremento della biodiversità del sito)”** (per la parte ambientale del paragrafo), **“Incremento della dotazione arboreo-arbustiva del canale”**, **“Conservazione ed estensione delle formazioni vegetali elofitiche”** e **“Proposte operative atte a favorire la presenza di anfibi lungo i canali”**; al già citato paragrafo **“Proposte operative atte a favorire la presenza di anfibi lungo i canali”** si descrive inoltre un intervento atto ad alimentare nel periodo estivo la zona umida che sarà realizzata per scopi naturalistici all'interno della cassa, tubazione che sarà governata come descritto al paragrafo **“Gestione dell'acqua del Canale V per finalità irrigue e ambientali”**.



Al fine di mantenere le funzionalità idrauliche e ambientali del “nodo idraulico”, si provvederà inoltre ad eseguire opportune operazioni di manutenzione a fini multipli, come descritto nei paragrafi seguenti:

- “Gestione della vegetazione idrofita e degli habitat nella Cavata Orientale per conservare la naturalità compatibilmente con le esigenze idrauliche”
- “Gestione della vegetazione acquatica e riparia e degli habitat nella Cassa di espansione”
- “Gestione della fascia riparia messa a dimora lungo la Cavata Orientale”

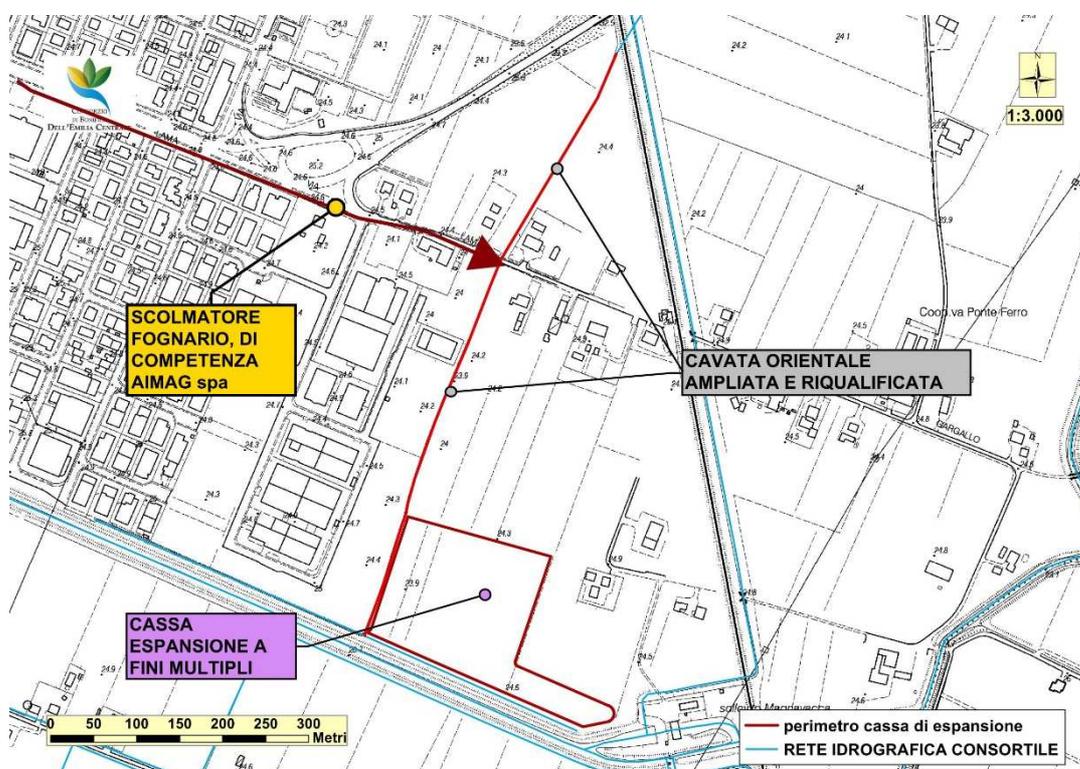


Figura 34 – Localizzazione degli interventi lungo la CAVATA ORIENTALE che vanno a costituire il “nodo idraulico” complessivo: Scolmatore su via Lama (di competenza AIMAG SPA spa), CAVATA ORIENTALE AMPLIATA E RIQUALIFICATA e CASSA DI ESPANSIONE a fini multipli (di competenza del Consorzio di bonifica dell’Emilia Centrale)



CANTONE	
CAVATA ORIENTALE	
MUNICIPIO	
ELABORATI GRAFICI	
Scala	Planimetria catastale
Scala	1:1.000
NO. FO. 100.000.000	NO. FO. 100.000.000
NO. FO. 100.000.000	NO. FO. 100.000.000

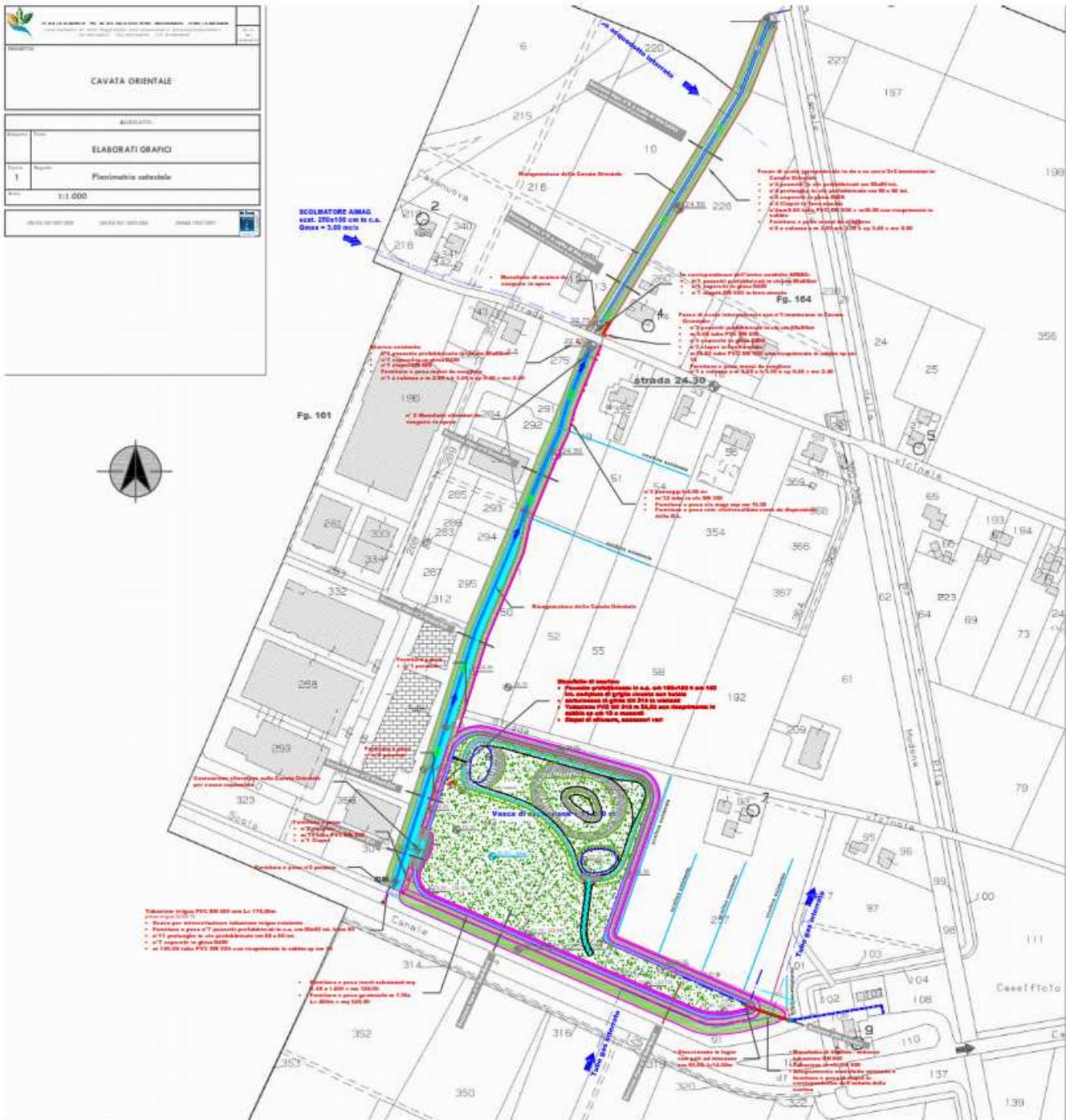


Figura 35 – Planimetria degli interventi

Le modalità di esecuzione degli interventi, tra lavori in amministrazione diretta e in appalto, sono indicate nella tabella seguente.



Tabella 4 – Fasi di cantiere

COD FASE	Fase	Area	Mezzo	Quantità di terra movimentata (SCAVO E/O TRASPORTO) (mc)	N. Mezzi	N. Giorni	Tipologia lavoro
A	Scavo del cappellaccio e trasporto entro 1 km nel sito	7	Escavatore 210 q	4.920	2	10	Appalto
			Autocarro 4 assi/dumper		1		
B	Scavo della cassa e costruzione degli argini nord ed est della cassa	3-4-5- 6	Escavatore 210 q	827	1	5	Amministrazione e diretta
C	Scavo fosso scolo cassa	3	Escavatore 210 q	231	1	2	Amministrazione e diretta
D	Scavo della cassa e riporto della terra sull'argine sud della cassa (a ridosso del Canale V°) con trasporto entro 1 km	1-2	Autocarro 4 assi/dumper	5.289	2	12	Appalto
			Escavatore 210 q		1		
E	Costruzione argine sud della cassa (a ridosso del Canale V°)	1-2	Escavatore 210 q	5.289	2	15	Amministrazione e diretta
F	Scavo della cassa, modellamento zona umida e trasporto tra 1 e 5 km	7	Escavatore 210 q	11.477	2	40	Appalto
			Autocarro 4 assi/dumper		6		
G	Scavo della cassa e trasporto per costruzione argine dx cavata	5-6	Escavatore 210 q	478	1	2	Appalto
			Autocarro 4 assi/dumper		1		



H	Costruzione argine dx cavata	5-6	Escavatore 210 q	478	1	2	Amministrazione e diretta
I	Scavo fondo cassa per deposito cappellaccio e trasporto tra 1 e 5 km	7	Escavatore 210 q	4.920	2	15	Appalto
			Autocarro 4 assi/dumper		2		
L	Trasporto verso il fondo della cassa del cappellaccio precedentemente e depositato in situ	7	Escavatore 210 q	4.920	2	15	Appalto
			Autocarro 4 assi/dumper		2		
M	Costruzione delle opere idrauliche accessorie (pozzetti, valvole non ritorno, ecc.)	7	Betoniera		1	5	Amministrazione e diretta
			Autocarro 4 assi/dumper		1		
N	Scavo e costruzione argine cavata Orientale A MONTE VIA LAMA	8	Escavatore 210 q	1.173	2	10	Amministrazione e diretta
O	Posa delle tubazione irrigua e della tubazione di scarico della cassa	7	Escavatore 210 q		1	10	Amministrazione e diretta
	Costruzione dello sfioratore della cassa	7	Escavatore 210 q		1	5	Amministrazione e diretta
P	Costruzione argine cavata a valle di via Lama	9	Escavatore 210 q	632	1	5	Amministrazione e diretta
Q	Scavo fosso di scolo a valle di via Lama	9	Escavatore 210 q	559	1	2	Amministrazione e diretta
R	Costruzione delle opere idrauliche accessorie (pozzetti, valvole non ritorno, ecc.)	9	Betoniera		1	3	Amministrazione e diretta
			Autocarro 4 assi/dumper		1		



	a valle di Via Lama						
S	Opere a verde e di mitigazione	7	Escavatore 210 q		1	10	Amministrazione e diretta
				<b>41.193</b>			<b>168</b>



Figura 36 - Aree di lavoro relative alle diverse fasi di cantiere (indicate nella tabella precedente)



## 8.1 Ampliamento di sezione mediante creazione di una banchina interna e riprofilatura della sponda

### Descrizione

La Cavata Orientale dovrà accogliere le acque di piena provenienti dallo scolmatore AIMAG SPA il cui recapito è previsto a valle del ponte di Via Lama; si rende quindi necessario ampliare la sezione del canale per evitare che l'aumento dei volumi recapitati generi esondazioni nelle aree limitrofe. Coerentemente con la strategia integrata proposta dal LIFE RINASCE, l'intervento prevede di eseguire un rizezionamento del canale che ne aumenti anche le valenze naturalistiche, così da coniugare esigenze idrauliche ed ambientali.

Il progetto di ampliamento della Cavata Orientale è diversificato su 4 tratti del canale (si vedano la Figura 37 e l'allegato "Elaborati cartografici e grafici"):

- **Tratto 1:** creazione di una banchina interna allagabile in destra idrografica per 270 m, dall'origine del canale sino all'inizio del vigneto posto in destra idrografica
- **Tratto 3:** ampliamento di sezione di forma trapezia per 170 m, dal termine del tratto precedente fino al ponte di via Lama, così da non interessare con l'allargamento il vigneto sopraccitato
- **Tratto 2:** raccordo di sezione e forma tra i tratti 1 e 2, per 30 m
- **Tratto 4:** abbassamento del fondo di 30 cm fino all'immissione nel tratto tombato e creazione di un'arginatura di contenimento

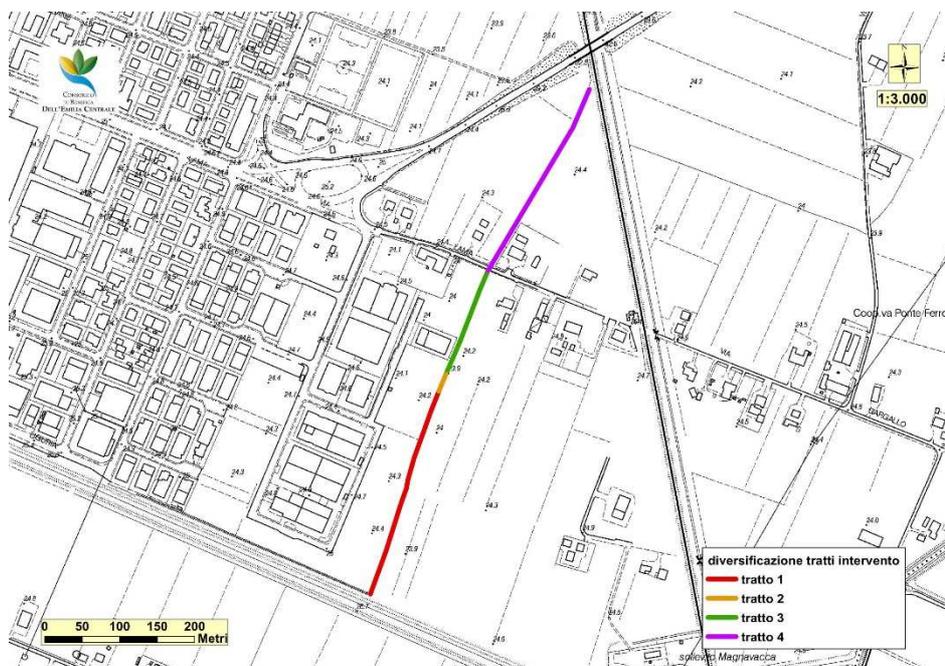


Figura 37 – Intervento di ampliamento di sezione della Cavata Orientale: tratto 1 (ampliamento mediante creazione di una banchina allagabile), tratto 3 (ampliamento a sezione trapezia), tratto 2 di raccordo morfologico, tratto 4 di approfondimento del fondo.



Per il tratto 1 (Figura 38) è stata messa a punto la sezione tipologica di progetto rappresentata in Figura 39.



Figura 38 – Tratto 1 di intervento sulla CAVATA ORIENTALE (vista da monte verso valle dal punto di origine del canale; in destra l'area di ampliamento)

### Sezione Tipo n°3 Ovest-Est scala 1:100

- profilo di piano campagna attuale
- risagomatura di progetto della sezione

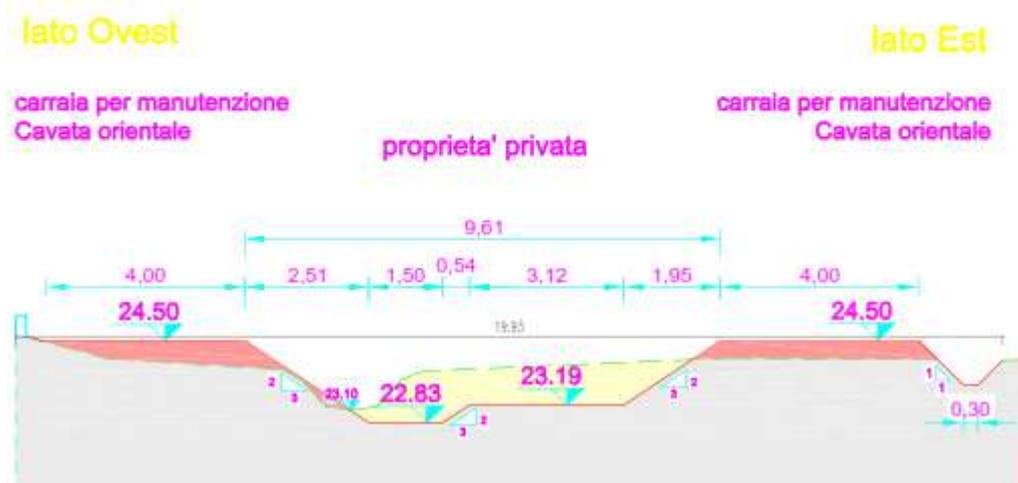


Figura 39 – Sezione tipologica di progetto relativa al tratto 1. La linea verde indica la sezione rilevata nello stato attuale, quella rossa la sezione di progetto, mentre l'area gialle indica la sezione di sbancamento e quella rossa la sezione di riporto.



La sezione di progetto prevede di diminuire la pendenza della sponda a diretto contatto con l'alveo di magra, fino a portarla ad un'inclinazione di 3x2, al fine di favorire l'instaurarsi di vegetazione palustre come indicato al Par. "Conservazione ed estensione delle formazioni vegetali elofitiche").

Si procederà poi a creare una banchina allagabile mediante scavo del piano campagna in destra idrografica, fino a portarla ad una quota di 23,19 m, per una larghezza complessiva della stessa di 3 m e una lunghezza di 270 m.

La banchina potrà essere utilizzata al bisogno come pista per il passaggio dei mezzi per la manutenzione del Consorzio, ma generalmente sarà dedicata ad incrementare la valenza ecologica del canale (si veda il già citato Par. "Conservazione ed estensione delle formazioni vegetali elofitiche" per ulteriori dettagli). Si procederà inoltre alla realizzazione di un argine in sponda destra e sinistra largo 4 m, necessario ad assicurare un adeguato franco idraulico per il contenimento delle piene. A partire dalla suddetta sezione tipologica è inoltre stata messa a punto una sezione tipologica vegetazionale (si veda Figura 40 e più dettagliatamente l'allegato "Elaborati cartografici e grafici"): la Cavata orientale è l'unico fra i quattro canali del LIFE RINASCCE che avrà solo funzione di scolo e non irrigua a progetto realizzato. Di conseguenza in esso sarà presente un livello idrico di magra costante di circa 10 cm a cui potranno seguire livelli maggiori in corrispondenza delle piene. L'inserimento delle specie mirerà al potenziamento dello scirpeto (*Schoenoplectetum tabernaemontani*), del tifeto (*Typhaetum latifoliae*) del cariceto (*Caricetum ripariae*) e del fragmiteto (*Phragmitetum australis*), rilevati nel monitoraggio ante-operam.

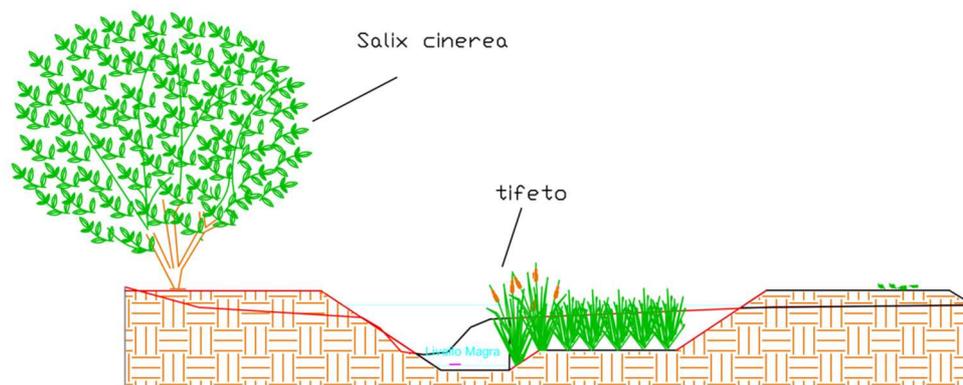


Figura 40 – Sezione tipologica di sbancamento relativa al tratto 1 a cui è applicato un assetto vegetazionale di progetto

L'intervento sarà infine completato dalla messa a dimora di una fascia riparia in sinistra idrografica, come meglio descritto al Par. "Incremento della dotazione arboreo-arbustiva del canale".



Dal punto di vista idraulico la sezione di progetto amplia quella del canale rispetto alla sezione originale, aumentando in questo modo i volumi disponibili per l'accumulo delle piene provenienti dallo scolmatore (si veda il Par. "Stima degli effetti idraulici dell'intervento" per ulteriori dettagli).

Dal punto di vista ecologico l'aumento di sezione permette invece di creare e mantenere habitat diversificati lungo la sezione trasversale (si veda il Cap. "Stima degli effetti ecologici dell'intervento" per ulteriori dettagli):

- **una zona ad acque correnti in corrispondenza dell'alveo di magra**, in cui la presenza ipotizzata di elofite mantenute e non sfalciate al piede di sponda permetterà di incrementare i microhabitat presenti, utili in particolare per ittiofauna, anfibi e avifauna. Gli interventi potranno inoltre creare le condizioni per favorire la colonizzazione e la conservazione anche delle idrofite
- **un'area colonizzata da elofite (canneto, cariceto, tifeto, ecc.) lungo la sponda prossima all'alveo di magra e nella parte più bassa della banchina allagabile**, utile per creare habitat idonei per anfibi e avifauna
- **una zona colonizzata da specie erbacee e di interesse floristico** in corrispondenza della pista di manutenzione del Consorzio e dei corpi arginali posti su entrambe le sponde
- **una fascia riparia arboreo-arbustiva in sommità**, che creerà le condizioni idonee per avifauna e fauna terrestre

Per il **tratto 3** (Figura 42) è stata messa a punto la sezione tipologica di progetto rappresentata in Figura 41.

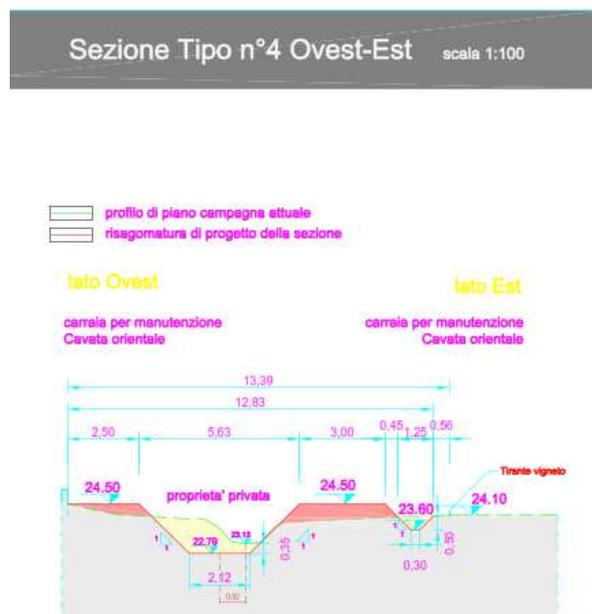


Figura 41 – Sezione tipologica di progetto relativa al tratto 3. La linea verde indica la sezione rilevata nello stato attuale, quella rossa la sezione di progetto, mentre l'area gialla indica la sezione di sbancamento e quella rossa la sezione di riporto.



**Figura 42 – Tratto 3 di intervento sulla CAVATA ORIENTALE (vista da valle, dal ponte di via Lama, verso monte; a sinistra della foto si nota il vigneto che non verrà interessato dalle operazioni di allargamento del canale e che costituisce un vincolo progettuale che limita la possibilità di creare una banchina allagabile)**

Il progetto prevede l'ampliamento della sezione mantenendo però una forma trapezia, senza creare una banchina allagabile come per il tratto 1. Tale scelta deriva dalla richiesta dei proprietari delle aree da espropriare in destra idrografica, emersa durante gli incontri pubblici, di mantenere i filari di vigneto limitrofi al canale, che sarebbero invece stati in parte eliminati nel caso si fosse scelto di realizzare una banchina allagabile.

L'alveo di magra sarà ampliato dagli attuali 1 m fino a portarlo a circa 2 m; la larghezza del canale in sommità passerà invece da 2,5 m a circa 5,5 m.

Si procederà inoltre alla realizzazione di un argine in sponda destra e sinistra, necessario ad assicurare un adeguato franco idraulico per il contenimento delle piene.

L'argine in destra idrografica sarà utilizzato come pista per il passaggio dei mezzi per la manutenzione del Consorzio mentre quello in sinistra sarà utilizzato per la messa a dimora della fascia riparia; sarà comunque consentito il passaggio di idonei mezzi dei proprietari delle aree limitrofe poste in destra idrografica, così da consentire la regolare realizzazione delle operazioni di manutenzione del vigneto esistente.





A partire dalla suddetta sezione tipologica è inoltre stata messa a punto una sezione tipologica vegetazionale (si veda Figura 44 e più dettagliatamente l'allegato "Elaborati cartografici e grafici").

L'intervento sarà infine completato dalla messa a dimora di una fascia riparia in sinistra idrografica, come meglio descritto al Par. "Incremento della dotazione arboreo-arbustiva del canale".

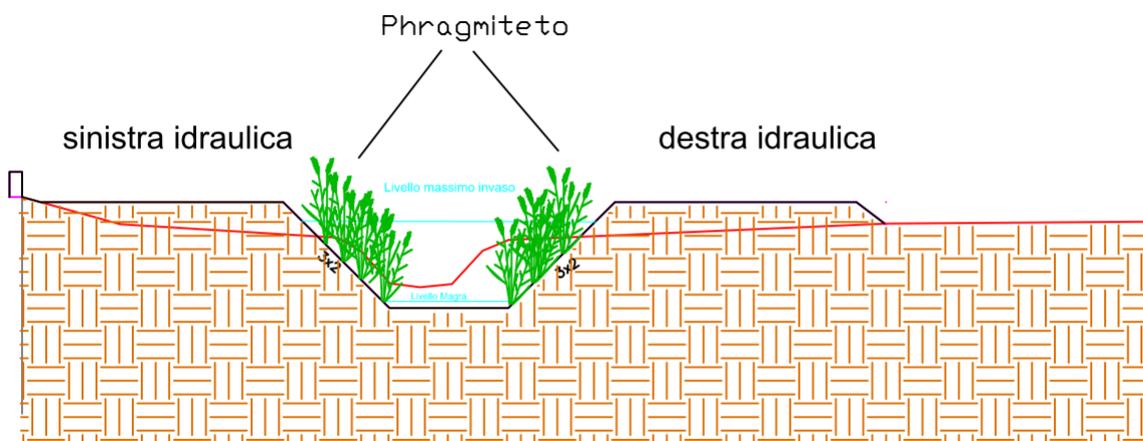


Figura 44 – Sezione tipologica di sbancamento relativa al tratto 1 a cui è applicato un assetto vegetazionale di progetto

Dal punto di vista idraulico la sezione di progetto amplia quella del canale rispetto alla sezione originale, aumentando in questo modo i volumi disponibili per l'accumulo delle piene provenienti dallo Scolmatore (si veda il Par. "Stima degli effetti idraulici dell'intervento" per ulteriori dettagli).

Dal punto di vista ecologico l'aumento di sezione di forma trapezia, senza banchina allagabile, permette un miglioramento ecologico del canale minore rispetto al tratto 1, ma comunque tale da consentire il mantenimento di vegetazione elofitica al piede di sponda, creando e mantenendo così habitat diversificati lungo la sezione trasversale (si veda il Par. "Stima degli effetti ecologici dell'intervento" per ulteriori dettagli):

- **una zona ad acque correnti in corrispondenza dell'alveo di magra**, in cui la presenza ipotizzata di elofite mantenute e non sfalciate al piede di sponda permetterà di incrementare i microhabitat presenti, utili in particolare per ittiofauna, anfibi e avifauna. Gli interventi potranno inoltre creare le condizioni per favorire la colonizzazione e la conservazione anche delle idrofite



- **un'area colonizzata da elofite (canneto, cariceto, tifeto, ecc. al piede di sponda**, utile per creare habitat idonei per anfibi e avifauna
- **una zona colonizzata da specie erbacee e di interesse floristico** in corrispondenza della pista di manutenzione del Consorzio e dei corpi arginali posti su entrambe le sponde
- **una fascia riparia arboreo-arbustiva in sommità**, che creerà le condizioni idonee per avifauna e fauna terrestre

In entrambi i tratti 1 e 3 si provvederà inoltre ad un abbassamento del fondo di una quota media di 30 cm, così da permettere una corretta immissione dello scolmatore AIMAG SPA nel canale.

Come già ricordato, il **tratto 2** sarà di raccordo tra la sezione con banchina allargata del tratti 1 e quella allargata senza banchina del tratto 2, per una lunghezza di 30 m.

Nel **tratto 4** si provvederà infine a realizzare un abbassamento del fondo di 30 cm fino all'immissione nel tratto tombato; rispetto a quanto previsto nel progetto preliminare, si è valutato inoltre utile provvedere a risonare e arginare il canale Cavata Orientale anche nel tratto compreso tra via Lama e la ferrovia Modena-Sassuolo, così da contenere anche gli eventi più estremi valutati con la modellizzazione idraulica (Par."Stima degli effetti idraulici dell'intervento").

A tal fine la Cavata Orientale sarà ampliata e arginata come indicato nella sezione tipo di Figura 45.

L'argine in sinistra idrografica sarà utilizzato come pista per il passaggio dei mezzi per la manutenzione del Consorzio mentre quello in destra sarà utilizzato per la messa a dimora della fascia riparia; in fase esecutiva si terrà conto della presenza di un filare di pioppi in destra idrografica lungo una parte del canale.

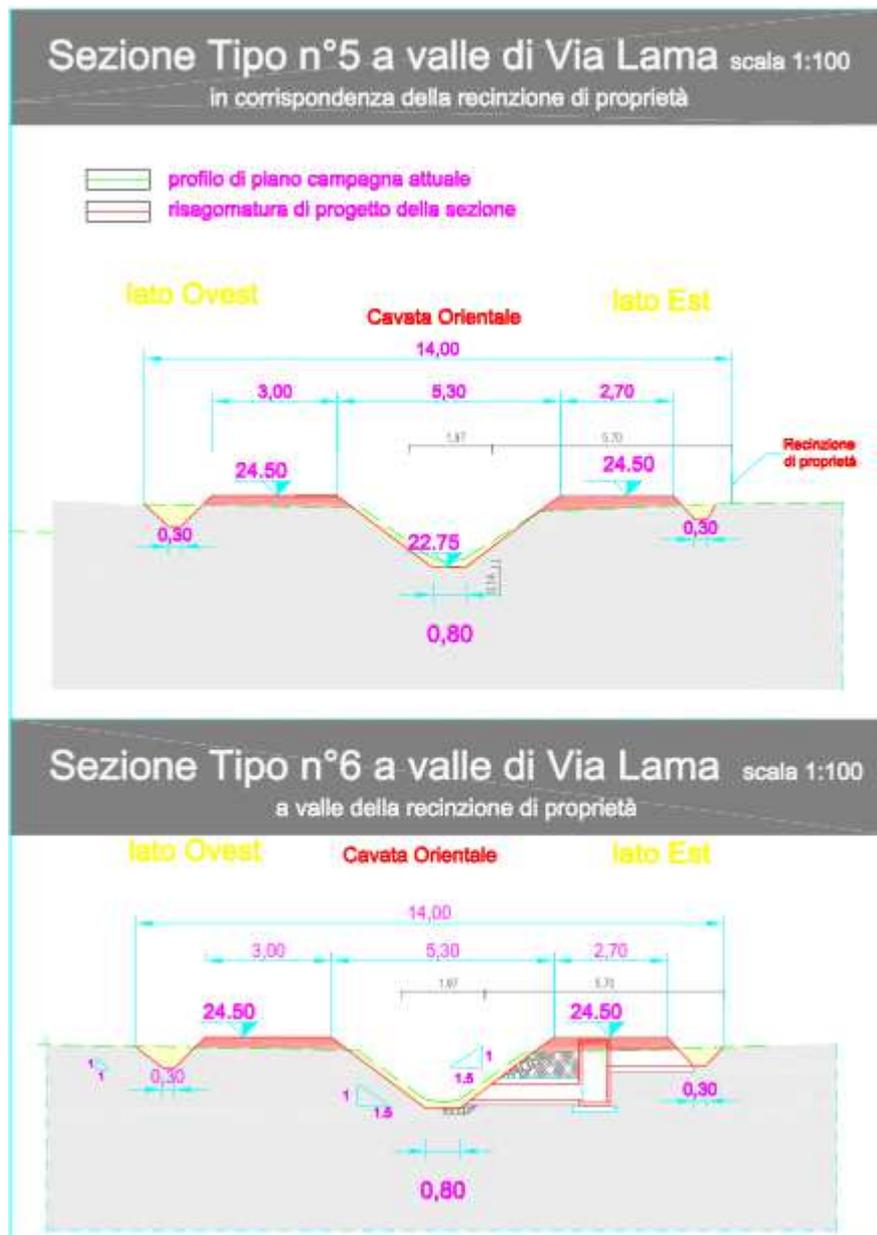


Figura 45 – Sezione tipo di progetto nel tratto 4, a valle di via Lama

L'arginatura rende necessario provvedere alla gestione delle acque di scolo dei terreni agricoli circostanti, le cui acque defluiranno nella Cavata Orientale attraverso apposite tubazioni dotate di valvola di non ritorno che sottopassano l'argine, come mostrato al Par. "Sistemazione e gestione delle acque di scolo dei terreni agricoli in destra idraulica della Cavata Orientale".



## Aspetti ecologici

Nel complesso l'intervento di allargamento di sezione sulla CAVATA ORIENTALE è caratterizzato dai seguenti parametri dimensionali:

Tabella 5 – Parametri dimensionali della CAVATA ORIENTALE

Tratto	Lunghezza (m)	Volume di Scavo (mc)	Larghezza media della banca ampliata (m)	Larghezza media dell'alveo al fondo e in sommità (m)	Superficie di alveo e banca ampliata (mq)				
					Alveo a idrofite e elofite (mq)	Sponda a elofite (mq)	Banchina con fascia erbacea (mq)	Argine con specie erbacee (mq)	Fascia riparia (mq)
1 + 2	300	1.500	5	1,5 - 10	600	900	900	2.700	300
					5.400				
3	170		0	2 - 5,5	340	700	0	1.400	160
					2.600				
4	290	300	0	0,80-6	230	1.400	0	2.000	290
TOTALE	660	1.800	5 (media)	1, 5,5 (media)	1.170	3.000	900	6.100	750
					11.020				

Come meglio specificato al Par. "Conservazione ed estensione delle formazioni vegetali elofitiche", preliminarmente allo scavo dovrà essere tagliata la vegetazione palustre esistente asportandone il materiale vegetale, per poi procedere allo scavo attento dei primi 20 cm di materiale terroso ricco di rizomi, da depositare in area di cantiere e pronto al reimpiego finale per la formazione del canneto-cariceto.

Il volume di scavo complessivo che interesserà la Cavata Orientale sarà a pari a circa 1.800 mc:

Le terre escavate saranno in parte utilizzate nell'area di cantiere e in parte stoccate in diversi siti (si veda per ulteriori dettagli il Par. "Problematiche connesse alle terre e rocce da scavo").

Per quanto riguarda la messa a dimora di elofite e specie arboreo arbustive si rimanda ai relativi paragrafi e al cronoprogramma a fine relazione.



## 8.2 Incremento della dotazione arboreo-arbustiva del canale

Il progetto prevede l'incremento della dotazione di specie arbustive della CAVATA ORIENTALE tramite la realizzazione di una fascia riparia a sviluppo prevalentemente arbustivo, posta in parte in sinistra idrografica, nel tratto compreso tra la cassa di espansione e il ponte di via Lama, e in parte in destra idrografica, nel tratto compreso tra il ponte e la ferrovia Modena-Verona, per una lunghezza totale di circa 730 m.

Si prevede che gli arbusti siano messi a dimora sul ciglio di sponda, lasciando in questo modo la possibilità di passaggio sul resto dell'arginatura per eseguire eventuali potature di contenimento con mezzi manuali.

La manutenzione della vegetazione erbacea nell'alveo della Cavata Orientale sarà invece svolta mediante il passaggio dei mezzi di manutenzione dal solo argine opposto.

Si prevede inoltre di posizionare circa 500 arbusti nell'ambito della cassa di espansione, in parte all'interno e in parte lungo il perimetro esterno.

L'intervento ha lo scopo di aumentare la funzionalità ecologica del canale, con effetti benefici anche nei confronti della fauna, e sarà realizzato secondo le sezioni tipologiche riportate in Figura 39 e Figura 41 e nella planimetria riportata in Figura 34, nonché con maggior dettaglio nell'allegato "Elaborati cartografici e grafici".

L'intervento di forestazione dovrà rispettare le disposizioni regionali che stabiliscono che nella realizzazione degli impianti potrà essere utilizzato solo materiale di moltiplicazione prodotto e commercializzato nel rispetto del Decreto Legislativo 10 novembre 2003, n. 386 (attuazione della Direttiva 1999/105/CE relativa alla commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione).

La cortina arboreo-arbustiva permetterà di aumentare notevolmente la biodiversità vegetale del sito e di creare un corridoio ecologico, assieme al corso d'acqua, di notevole importanza in un territorio dove sono presenti agroecosistemi estremamente semplici e banali dal punto di vista ecologico. Il filare alberato avrà inoltre una funzione di parziale schermatura nei confronti del comparto industriale presente in sinistra idrografica.

L'impianto prevede l'utilizzo di specie arbustive e arboree autoctone indicate nella tabella sottostante, secondo un sesto di impianto irregolare e una disposizione su 1 linea, per la formazione di una fascia boschiva ripariale.



Tabella 6 – Specie arbustive da utilizzarsi per la formazione di una fascia riparia

Specie	famiglia	nome volgare	Altezza (m)
<i>Cornus sanguinea</i> L. subsp. <i>hungarica</i> (Kárpáti) Soó	Cornaceae	Corniolo sanguinella	2-6
<i>Cornus mas</i> L.	Cornaceae	Corniolo maschio	6-8
<i>Corylus avellana</i> L.	Betulaceae	Nocciolo	5-7
<i>Prunus cerasifera</i> Ehrh.	Rosaceae	Mirabolano	4-8
<i>Euonymus europaeus</i> L.	Celastraceae	Fusaggine	1-5
<i>Frangula alnus</i> Mill.	Rhamnaceae	Frangola	1-4
<i>Ligustrum vulgare</i>	Oleaceae	Ligustro	0,5-2
<i>Prunus spinosa</i> L.	Rosaceae	Prugnolo	2,5-5
<i>Rosa canina</i> L.	Rosaceae	Rosa canina	1-3
<i>Salix cinerea</i> L.	Salicaceae	Salice cinerino	1-6
<i>Salix purpurea</i> L.	Salicaceae	Salice rosso	5-6
<i>Sambucus nigra</i> L.	Ádoxaceae	Sambuco nero	10
<i>Viburnum opulus</i> L.	Adoxaceae	Viburno opalo	4



Figura 46 – *Cornus sanguinea subsp, hungarica* – *Corylus avellana*



Figura 47 – *Euonymus europaeus* – *Frangula alnus*

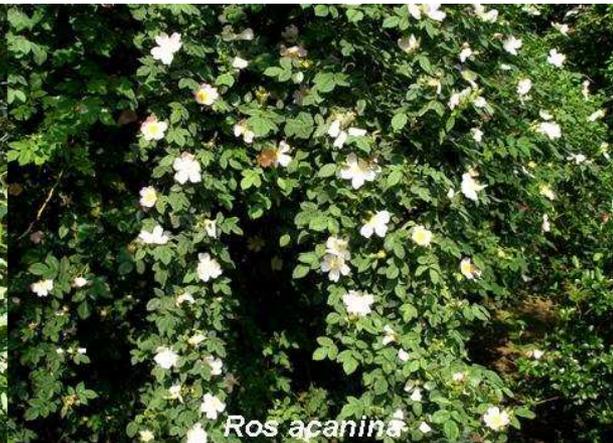


Figura 48 – *Prunus spinosa* e *Rosa canina*

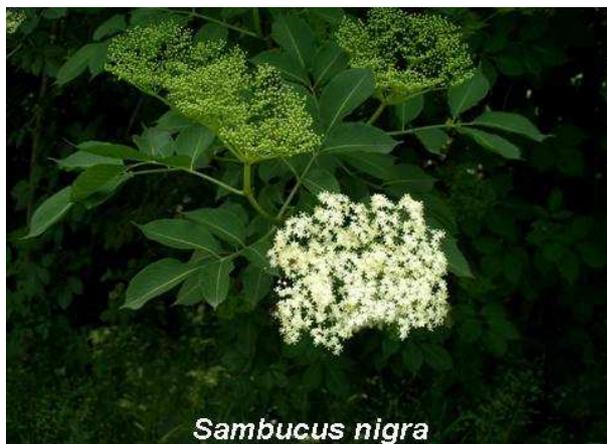


Figura 49 – *Sambucus nigra* – *Viburnum opulus*



Non è stato inserito *Ulmus minor* Mill, specie tipica e che comunque arriverà autonomamente, per la recrudescenza della grafiosi in questo periodo.

Le piante saranno posizionate a 1-2 m l'una dall'altra, con l'accortezza di distribuire le eventuali specie arboree a distanze superiori a 5 m.

Per la fascia arboreo-arbustiva il criterio di raggruppamento è stato quello dell'altezza. Sono stati esclusi gli alberi di prima grandezza perché non compatibili con le opere di gestione idraulica. È stato inserito un albero di seconda grandezza come *Sambucus nigra* che raggiunge al massimo i 10 m di altezza. Gli arbusti invece vanno dai 0,5 -2 m del *Ligustrum vulgare* ai 5-8 m del nocciolo e di *Cornus mas*. Sono stati anche inseriti arbusti igrofilo tipici delle sponde dei fiumi come *Salix purpurea* che ha la caratteristica di essere molto elastico e di non spezzarsi durante gli eventi di piena.



Figura 50 – Esempio di sesto d'impianto della fascia arborea –arbustiva

Nella tabella seguente vengono fornite alcune indicazioni utili sulle principali specie utilizzate in particolare sulla preferenza del terreno in riferimento all'umidità e alla tessitura.

Tabella 7 – Caratteristiche del terreno in riferimento all'umidità e alla tessitura per alcune specie arbustive (Veneto Agricoltura, 2007. Arbusti di pianura, schede divulgative.)

Nome comune	Alberello	Arbusto	Terreno								
			Umidità					Tessitura			
			Molto asciutto	Asciutto	Medio	Umido	Molto umido (ristagno)	Leggera	Medio impasto	Pesante	
Biancospino	x	x	• T	••	••	••			••	••	•
Corniolo	x	x		•	••	•			••	••	
Frangola	x	x		•	••	••	••		•	••	••
Fusaggine	x (rr)	x		•	••	•			••	••	••
Ligustrello	x (rr)	x		••	••	••			••	••	• T
Nocciolo		x		•	••	•			••	••	
Pallon di maggio		x			••	••	••		•	••	••
Prugnolo		x	• T	••	••	•			••	••	••
Sambuco nero	x (rr)	x		•	••	••	••	••	••	••	•
Sanguinella		x		•	••	••	• T		••	••	••
Spincervino	x (rr)	x		••	••	••			••	••	••

Legenda: • = vegeta in modo ottimale; •• = vegeta in modo sub-ottimale; T = tollerante; rr = raramente



La tipologia di fascia riparia scelta si adatta bene ai terreni pesanti e umidi della pianura. La presenza di arbusti consente di mantenere un certo grado di complessità e multifunzionalità (funzione faunistica, paesaggistica, ecc.). È adatta ad essere collocata vicino ai canali in quanto non ostacola eccessivamente la manutenzione (taglio della siepe coincidente con la manutenzione del canale). Il taglio della siepe avverrà dopo 3-6 anni a seconda dei ritmi di crescita e delle esigenze specifiche del singolo tratto.

Per un migliore monitoraggio vengono riportate in tabella 3 e 4 le caratteristiche ottimali del terreno e le caratteristiche delle specie utilizzate.

**Tabella 8 - caratteristiche ottimali del terreno e le caratteristiche delle specie utilizzate**

<b>Specie</b>	<b>Altezza (m)</b>	<b>Diametro chioma (m)</b>	<b>Velocità crescita</b>	<b>Luminosità</b>
<i>Cornus sanguinea</i> L.	2-6	2/4	V1	L2
<i>Cornus mas</i> L.	6-8	2/3	V2	L2
<i>Corylus avellana</i> L.	5-7	3/5	V2	L2
<i>Euonymus europaeus</i> L.	1-5	2/3	V1	L1
<i>Frangula alnus</i> Mill.	1-4	2/4	V2	L1
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	0,5-2	2/3	V2	L2
<i>Prunus spinosa</i> L.	2,5-5	2/3	V2	L3
<i>Rosa canina</i> L.	1-3	2/4	V3	L2
<i>Salix cinerea</i> L.	1-6	2/4	V2	L2
<i>Salix purpurea</i> L.	5-6	2/3	V3	L3
<i>Sambucus nigra</i> L.	10	2/3	V3	L2
<i>Viburnum opulus</i> L.	4	1/2	V2	L2



### **8.3 Creazione di una cassa di espansione a finalità multiple, idrauliche (laminazione delle piene) e naturalistiche (incremento della biodiversità del sito)**

#### **Descrizione generale**

Il progetto prevede la realizzazione di una cassa di espansione a cielo aperto di superficie alla base di 24.000 mq e in sommità di 26.000 mq, con volume totale immagazzinabile pari a 32.500 mc, da localizzarsi nell'area posta a Sud di Via Lama ed a Nord del Canale V° in destra idrografica della Cavata Orientale, come rappresentato in Figura 34 e Figura 35.

La cassa sarà realizzata mediante l'approfondimento medio del piano campagna di 0,80-0,90 m circa e tramite la costruzione di un argine perimetrale alto mediamente 0,50 m circa rispetto al piano campagna, largo in sommità e alla base rispettivamente 4,00 m e 5,60 m e con scarpate con pendenza 2x1 (si vedano la planimetria e le sezioni di progetto in Figura 53 e Figura 54, nonché l'Allegato "Elaborati cartografici e grafici" per ulteriori dettagli).

Lo scavo del fondo sarà realizzato mediante l'escavazione preliminare e l'accumulo a parte del cappellaccio superficiale per un'altezza di 20 cm, allo scopo di conservare la parte fertile del suolo per posizionarla successivamente sul fondo della cassa, così da favorire la ricolonizzazione delle specie vegetali. Lo scavo della cassa si spingerà quindi ad una quota superiore rispetto a quella dello stato di progetto finale, così da poter posizionare il cappellaccio sul fondo.

L'argine posto sul lato sud della cassa di espansione sarà raccordato con l'argine esistente del Canale V°, andando a ricoprire il fosso di guardia ora presente (Figura 54).

L'immissione delle acque nella cassa avverrà attraverso uno sfioratore appositamente costruito in destra idrografica della Cavata Orientale nel tratto di origine della stessa (si veda la planimetria in Figura 53), realizzato mediante il posizionamento di pietrame da scogliera, di lunghezza e larghezza pari rispettivamente a 15 m e 10 m circa (Figura 51).

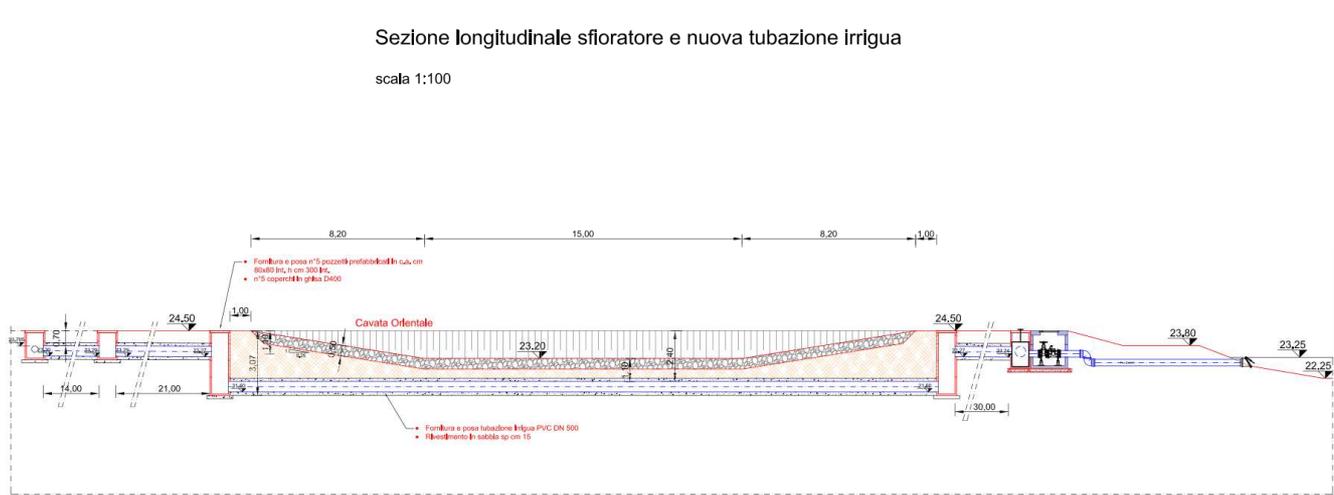


Figura 51 – Sezione dello sfioratore

Gli argini perimetrali della cassa e lo stesso sfioratore saranno percorribili dai mezzi di manutenzione del Consorzio e saranno raccordati con quelli realizzati in destra e sinistra idrografica della Cavata Orientale (si veda il Par. “Ampliamento di sezione mediante creazione di una banchina interna e riprofilatura della sponda”).

La cassa sarà divisa in due aree (si veda la planimetria in Figura 53):

- una prima adibita al primo accumulo delle acque immesse dallo sfioratore di ingresso della cassa
- una seconda la cui conformazione morfologica tende a ricreare le forme di una zona umida naturale, costituita da aree ribassate rispetto alla quota di fondo media della cassa e da zone più elevate, così da creare habitat diversificati; questa seconda area sarà separata dalla prima tramite un arginello perimetrale, che la renderà invasabile solo in corrispondenza degli eventi di piena più intensi

Le acque accumulate nella prima area della cassa saranno incanalate all'interno di un fosso appositamente costruito che le farà defluire verso la tubazione di scarico posta sul lato sud-est e descritta più sotto.

L'area umida sarà invece alimentata:

- durante il periodo primaverile, autunnale e invernale in parte dalle acque meteoriche che cadranno sulla cassa e in parte dalle acque della falda superficiale quando queste raggiungeranno la quota di fondo delle bassure realizzate all'interno dell'area



- durante il periodo tardo primaverile-estivo, corrispondente alla stagione irrigua del Consorzio, attraverso le acque prelevate dal Canale V, tramite la realizzazione di un'apposita tubazione di diametro 500 mm in PVC (si veda il Par. "Proposte operative atte a favorire la presenza di anfibi lungo i canali" per ulteriori dettagli)

Le acque della tubazione irrigua suddetta saranno gestite con finalità miste: irrigue, per fornire risorsa idrica per usi agricoli, e ambientali, per mantenere adeguati livelli di acqua nella zona umida, secondo quanto specificato al Par. "Gestione dell'acqua del Canale V per finalità irrigue e ambientali".

Le acque che saranno invase nella cassa di espansione durante gli eventi piovosi, usciranno dalla stessa per gravità in parte verso la Cavata Orientale, attraversando a ritroso lo sfioratore di ingresso nella cassa, e in parte verso il Canale V°, e da questo verso il Cavo Lama, attraverso una tubazione di diametro 800 mm che sarà posta sul lato sud-est della Cassa (Figura 52).

### Sezione sbocco cassa e interferenza con tubazione tecnologica gas interrata scala 1:100

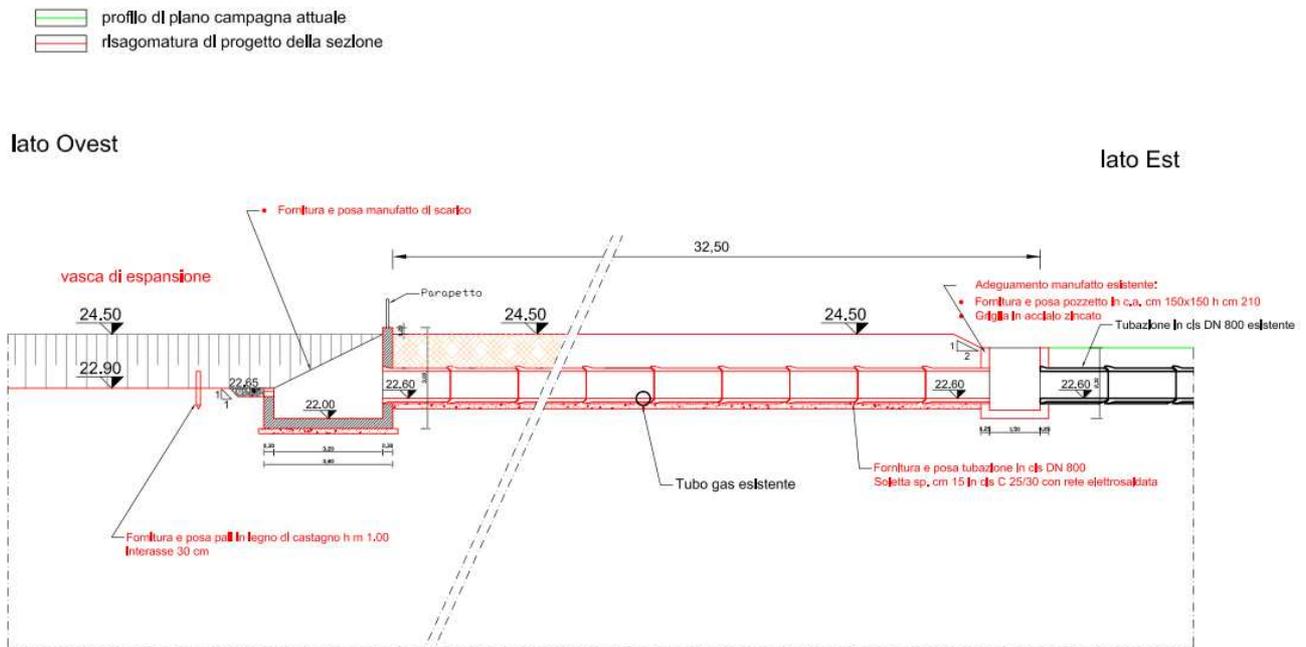


Figura 52 - Manufatto di scarico della cassa di espansione



La cassa svolgerà non solo funzioni idrauliche ma anche ambientali, sia attraverso la zona umida sopra descritta sia mediante la messa a dimora di specie arbustive lungo il perimetro della stessa e sul fondo della cassa.

La manutenzione integrata idraulico-ambientale della cassa sarà realizzata secondo le specifiche illustrate nel paragrafo “Gestione della vegetazione acquatica e riparia e degli habitat nella Cassa di espansione”.

Il volume di scavo complessivo che interesserà la cassa di espansione sarà a pari a circa 23.000 mc: le terre scavate saranno parzialmente utilizzate per la costruzione dell’argine perimetrale che contornerà la Cavata Orientale e la stessa cassa di espansione e la restante quantità sarà trasportata in aree per lo stoccaggio provvisorio individuate entro i 5 Km dal sito di intervento (si veda per dettagli il Par. “Problematiche connesse alle terre e rocce da scavo”).

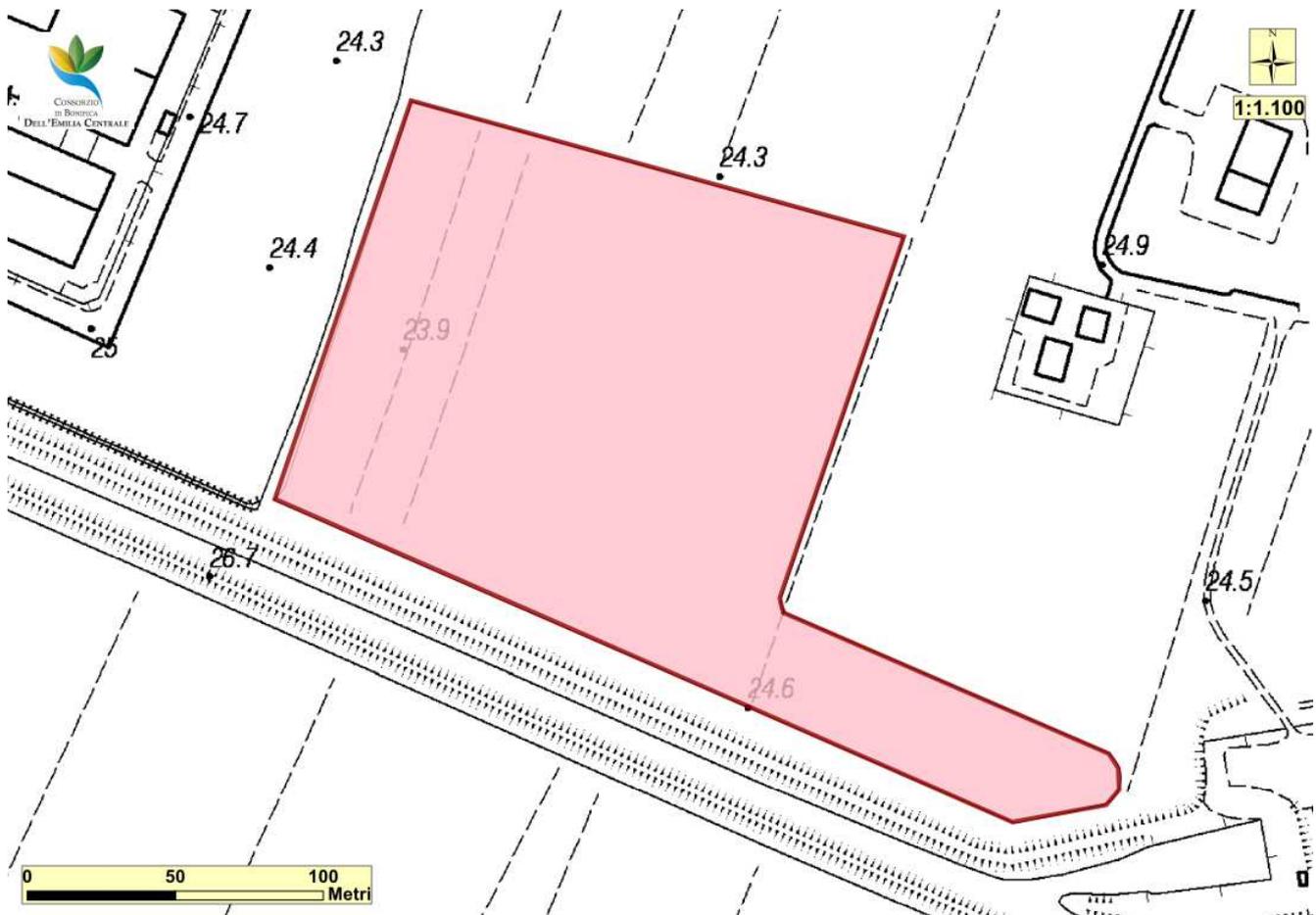
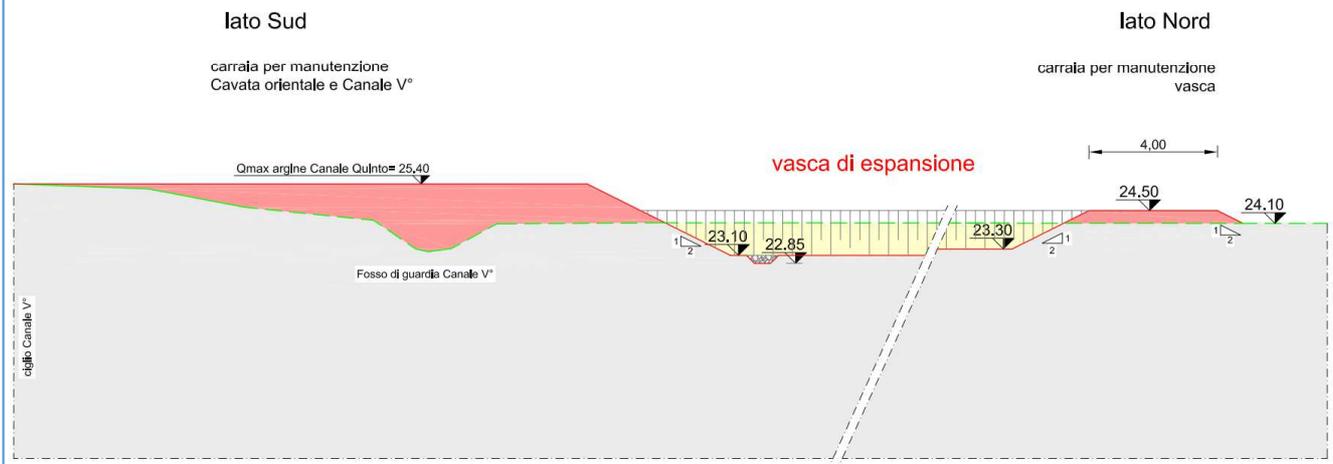


Figura 53 – Localizzazione della cassa di espansione a servizio della Cavata Orientale



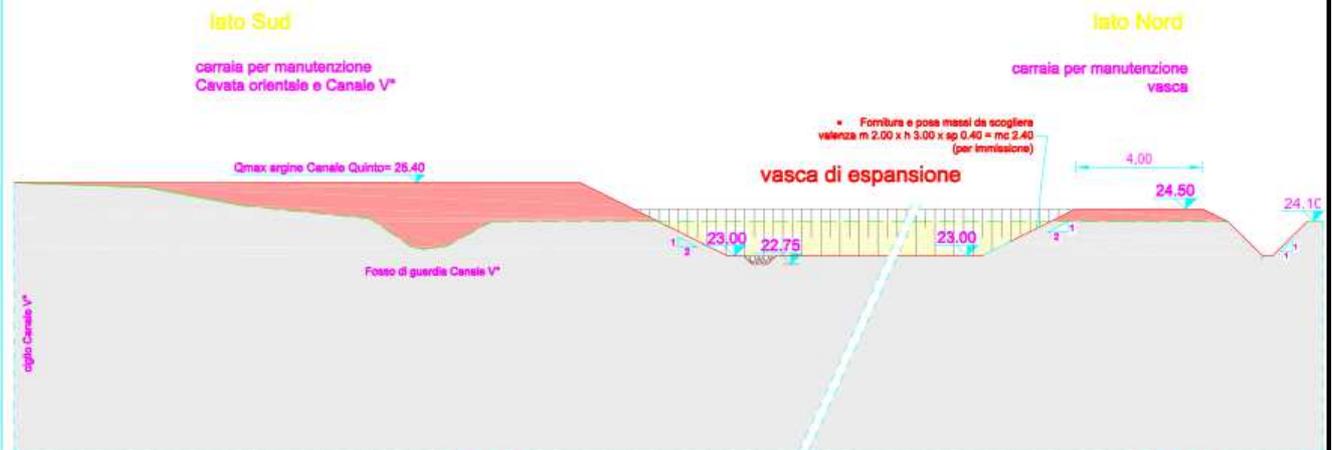
### Sezione Tipo n°1 Sud-Nord scala 1:100

profilo di piano campagna attuale  
risagomatura di progetto della sezione



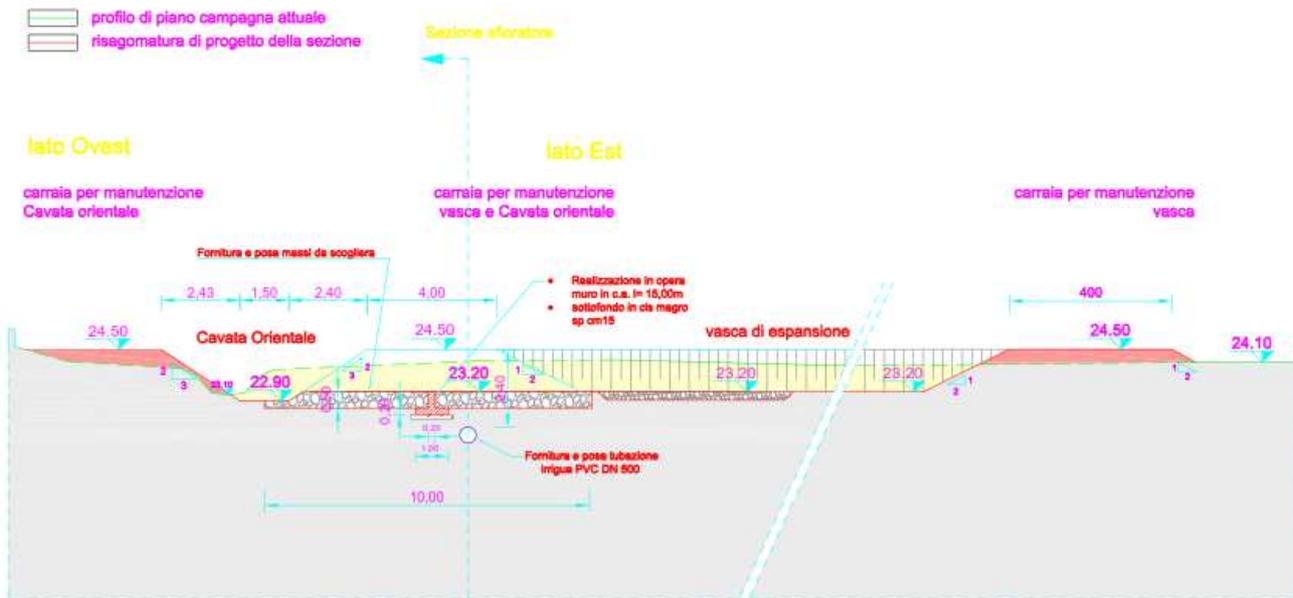
### Sezione Tipo n°2 Sud-Nord scala 1:100

profilo di piano campagna attuale  
risagomatura di progetto della sezione





### Sezione Tipo n°1 Ovest-Est scala 1:100 in corrispondenza dello sfioratore



### Sezione Tipo n°2 Ovest-Est scala 1:100

— profilo di piano campagna attuale  
— risagomatura di progetto della sezione

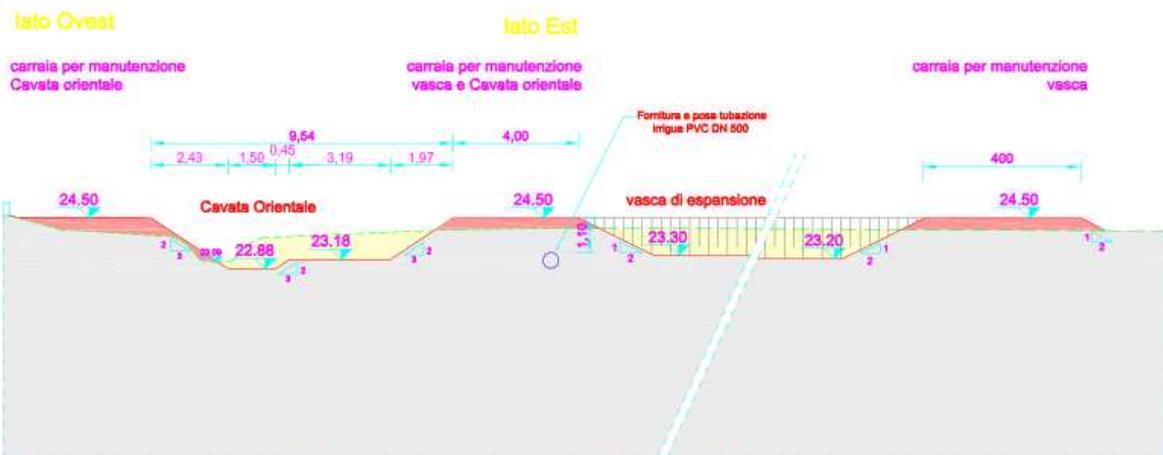


Figura 54 – Sezioni tipologiche di progetto della Cassa di espansione a servizio della Cavata Orientale (sezioni indicate in Figura 35)



## Dimensionamento della cassa di espansione

Le dimensioni della cassa di espansione sopra riportate sono emerse da un lungo lavoro di approfondimento tecnico e di confronto che ha visto impegnati congiuntamente i tecnici del Consorzio di bonifica e quelli di AIMAG spa, essendo strettamente interrelati tra loro il progetto dello scolmatore di AIMAG spa con immissione in Cavata Orientale e quello della cassa.

Già nell'autunno **2007** AIMAG spa ha messo a punto lo studio *“Verifica idraulica del sistema fognario a servizio dei quartieri urbani Sud-Orientali del Comune di Carpi”*, in cui sono stati proposti diversi scenari di intervento per il potenziamento del reticolo fognario all'interno dell'area sud-est di Carpi a rischio idraulico (Par.5): lo studio ha individuato come soluzione al problema fognario quella di realizzare un nuovo collettore-scolmatore in c.a. lungo Via Lama con scarico finale nella Cavata Orientale.

Successivamente, il Consorzio di Bonifica ha redatto a dicembre **2007** un progetto preliminare di *“Adeguamento della Cavata Orientale alle portate derivanti dalle nuove urbanizzazioni ad Est dell'abitato di Carpi ed interventi di distribuzione irrigua”* nel quale sono state individuate le criticità derivanti dagli interventi di potenziamento sopraccitati e in particolare dall'immissione del nuovo scolmatore nella Cavata Orientale, non adeguata per smaltire l'eccesso di portata generato. Per far fronte a tali problematiche, nell'ambito del suddetto progetto preliminare il Consorzio ha valutato la fattibilità di diverse opzioni progettuali, sebbene questo confronto non sia stato esplicitato nel suddetto progetto; le opzioni progettuali indagate prevedevano la realizzazione di una cassa di espansione a servizio della Cavata Orientale, localizzata alternativamente in diversi siti a sud e nord di via Lama, o la realizzazione di un impianto di sollevamento con mandata nella vasca di aspirazione del Canale V° in corrispondenza dell'impianto di Magnavacca. Da tale confronto è emersa come preferibile la soluzione che prevede la realizzazione di una cassa di espansione a nord di via Lama.

Nel corso degli anni seguenti AIMAG spa e Consorzio di bonifica hanno continuato ad approfondire gli studi precedenti, giungendo a predisporre un nuovo studio nel corso del **2010** denominato *“Studio di fattibilità per la sistemazione del sistema fognario e di bonifica a servizio dei quartieri urbani sud-orientali della Città di Carpi”*.

**Lo studio in oggetto individua come soluzione progettuale ideale la realizzazione di una cassa di espansione a servizio della Cavata Orientale posta a sud di via Lama, di volume pari a 31.000 mc.**



Per la realizzazione di tale dimensionamento, il regime pluviometrico è stato ricostruito in mancanza di serie storiche delle altezze di pioggia, facendo riferimento alla seguente curva caratteristica di possibilità pluviometrica o climatica di tempo di ritorno  $T_r$ :

$$h = a \cdot t_p^n$$

in cui: "h" è l'altezza di pioggia [mm] e "tp" è il tempo di pioggia [ore].

La curva è stata corretta, data l'estensione del comprensorio, con la legge di riduzione dell'intensità di pioggia di Supino, che mette in conto la riduzione dell'intensità di pioggia all'aumentare dell'area del bacino e della distanza dall'ipotetico centro di scroscio. Pertanto i coefficienti "a" e "n" sono corretti dai seguenti valori:

$$a' = a \cdot \left[ 1 - 0.052 \cdot \frac{A}{100} + 0.002 \cdot \left( \frac{A}{100} \right)^2 \right]$$

$$n' = n + 0.0175 \cdot \frac{A}{100}$$

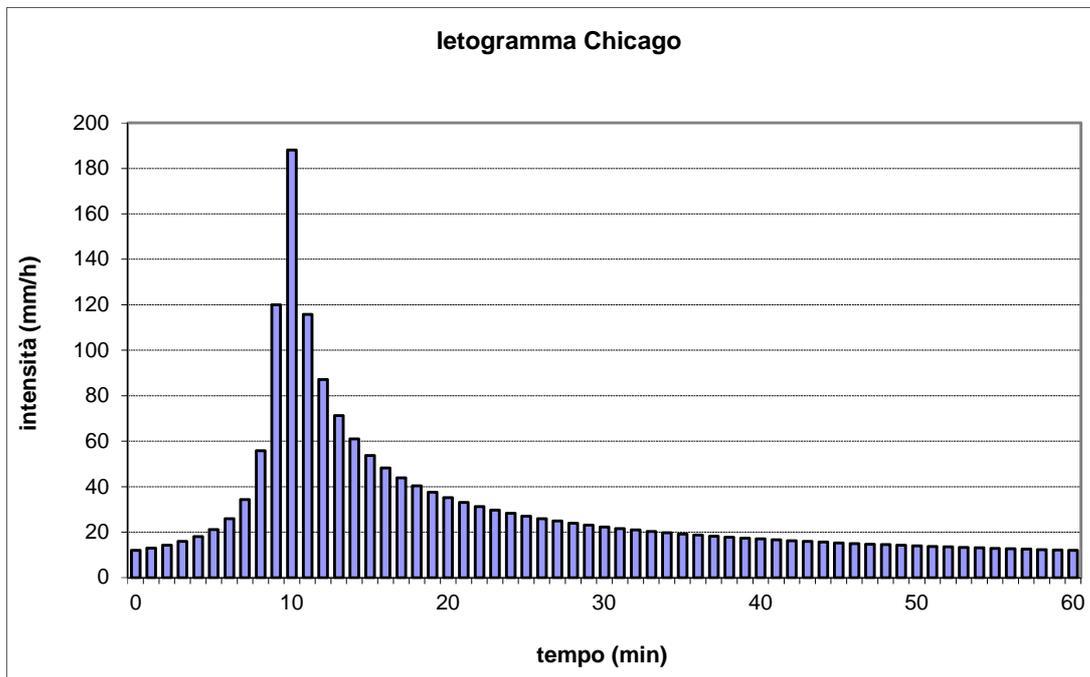
dove "A" è l'area del bacino espressa in ettari.

I coefficienti "a" ed "n" per realizzare gli ietogrammi sintetici di pioggia sono stati desunti sia da AIMAG Spa per quanto riguarda il tempo di ritorno "Tr" pari a 10 anni che dal Consorzio di bonifica per tempo di ritorno di 25 anni, per durate di pioggia maggiori di un'ora:

Fonte e tempo di ritorno	a	n
AIMAG - Tr 10 anni	40,00	0,30
BONIFICA- Tr 25 anni	58,04	0,24

Il tempo di ritorno pari a 10 anni è in particolare utilizzato per la progettazione e verifica di fognature in ambito urbano mentre per il dimensionamento di cavi di scolo artificiali e di opere di laminazione ad essi connesse si adottano tempi di ritorno dell'evento di pioggia critico maggiori.

Si riporta di seguito lo ietogramma tipo Chicago avente Tr 10 anni utilizzato nelle simulazioni di progetto per la verifica della rete attuale e la progettazione di nuovi interventi all'interno della città:



Per quanto attiene la verifica idraulica dello stato attuale della rete in ambito extra urbano è stato utilizzato un tempo di ritorno della pioggia pari a 25 anni.

Lo ietogramma sintetico utilizzato per il dimensionamento delle opere idrauliche esterne all’abitato è ad intensità istantanea di precipitazione costante, detto anche “rettangolare”, di durata 2, 4, 6, 8, 10 ore. Tale ietogramma è cautelativo per il calcolo di invasi di laminazione per il contenimento delle piene in quanto sovrastima il volume di pioggia caduta.

Sulla base di questi dati di input, AIMAG spa in sinergia con il Consorzio di bonifica ha realizzato numerose simulazioni idrologico-idrauliche della rete fognaria di sua competenza nella configurazione di progetto che prevede lo Scolmatore lungo via Lama; in tali modellazioni è stata inserita anche la cassa di laminazione con la finalità di garantire la compatibilità idraulica tra lo scolmatore ed i cavi di scolo Cavata Orientale e Cavo Lama in gestione al Consorzio di bonifica. Tali simulazioni sono state seguite grazie al software di simulazione “InfoWorks CS”, sviluppato dalla società inglese Wallingford Software, opportunamente tarato.

Nel corso del **2013** il confronto tra Comune di Carpi, AIMAG spa e Consorzio ha fatto emergere la possibilità di integrare e modificare le ipotesi di intervento emerse negli anni precedenti, adottando un approccio al problema che andasse nella direzione proposta dalle Direttive Acque 2000/60/CE e Alluvioni 2007/60/CE: alla valenza



idraulica degli interventi previsti in precedenza, si è quindi andata ad aggiungere quella ambientale, sviluppando l'idea che fosse possibile affrontare il problema delle esondazioni generate dallo scolmatore AIMAG lungo la Cavata Orientale mediante la riqualificazione ecologica della stessa e della cassa di espansione proposta. È quindi stato deciso di integrare e verificare nuovamente le ipotesi progettuali precedenti, individuando come soluzione preferibile l'allargamento naturalistico della Cavata Orientale e la realizzazione di una cassa di espansione con finalità multiple idrauliche-naturalistiche posta non più a sud ma a nord di via Lama. Tale ipotesi progettuale di massima è entrata infine a far parte di una proposta di finanziamento avanzata alla Commissione Europea nell'ambito del bando LIFE Environment del 2013. Il suddetto progetto, denominato LIFE RINASCERE e descritto in premessa, è stato finanziato ed ha visto l'inizio il 2 luglio 2014.

Nel corso del **2015**, nell'ambito del LIFE RINASCERE è iniziata la vera e propria progettazione dell'intervento, che ha visto come momento iniziale il definitivo confronto tra ipotesi progettuali (localizzative, dimensionali e tipologiche) differenti, alla luce dei nuovi input ricevuti dall'impostazione del progetto LIFE: tale analisi ha fatto di nuovo emergere come preferibile la soluzione che prevede di localizzare la cassa di espansione a sud di via Lama e descritta nel presente progetto, confermando localizzazione e dimensioni di massima dello studio del 2010 mediante l'utilizzo del software InfoWorks da parte di AIMAG spa e dei parametri progettuali sopra descritti:

- o vasca di espansione a cielo aperto di superficie alla base di 24.000 mq, 31.000 mq di area compresa la fascia di manutenzione, 32.500 mc di volume totale immagazzinabile da localizzarsi nell'area a Sud di Via Lama ed a Nord del Canale V°,
- o Cavata Orientale risagomata e ampliata mediante la creazione di una banchina interna allagabile;
- o primo scarico della cassa di espansione nel Cavo Lama mediante una tubazione di diametro 800 mm in c.a. che utilizza l'originario ed ora dismesso manufatto di scarico dello Scolo Gargallo Inferiore
- o secondo scarico della cassa di espansione in Cavata Orientale, mantenendo inalterato il diametro della tubazione che sottopassa via Lama (Dn 600 mm)

Come già anticipato al Par."Caratteristiche dello scolmatore di AIMAG SPA", AIMAG a **febbraio 2016** ha modificato la localizzazione del punto di innesto dello scolmatore nel canale Cavata Orientale rispetto a quanto previsto in precedenza, spostandolo a valle del ponte di via Lama invece che a monte dello stesso: tale modifica dovrà essere accompagnata dalla costruzione di un manufatto di scarico dello scolmatore che limita le portate scolanti in Cavata Orientale e che rende identico il funzionamento del sistema Cassa di espansione-Cavata Orientale a quello studiato nel precedente progetto preliminare sopra descritto.



Il sistema idraulico di progetto costituito da scolmatore AIMAG, cassa di espansione e Cavata Orientale riqualificata è stato inoltre sottoposto da parte del Consorzio di bonifica a verifica con apposito modello idraulico (HEC-RAS), con il quale sono state effettuate 17 simulazioni, corrispondenti a diversi tempi di pioggia e con diversi tempi di ritorno (25, 50 e 100 anni e durata di pioggia da 2, 4, 6, 8 ore), a metodi idrologici diversi e a un evento reale (12 giugno 2007) (si veda il Par. "Stima degli effetti idraulici dell'intervento").

### La zona umida

La zona umida (*wetland*) costruita all'interno della cassa avrà dimensioni di circa 1 ha, di cui 7.000 mq di superficie bagnata con finalità naturalistiche (creazione di habitat idonei alla colonizzazione di flora e fauna di zone umide) ed ambientali (miglioramento di una quota di acqua irrigua) (per ulteriori dettagli si veda l'allegato "Relazione aspetti naturalistici e fitodepurativi della cassa"). La *wetland* sarà creata scavando nel terreno in modo da creare i necessari battenti idrici, approfondendola quota di fondo rispetto a quella stabilita per la cassa a fini idraulici: in questo modo il volume di accumulo delle piene non verrà intaccato.

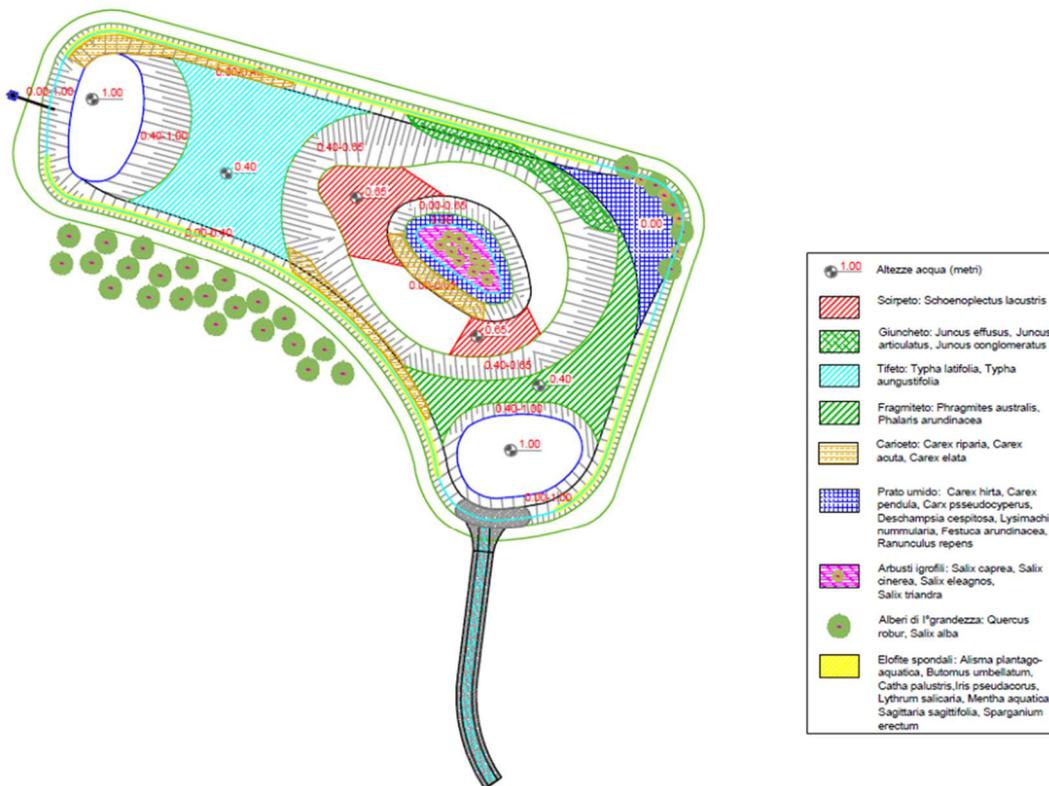


Figura 55 – Planimetria della zona umida presente all'interno della cassa di espansione

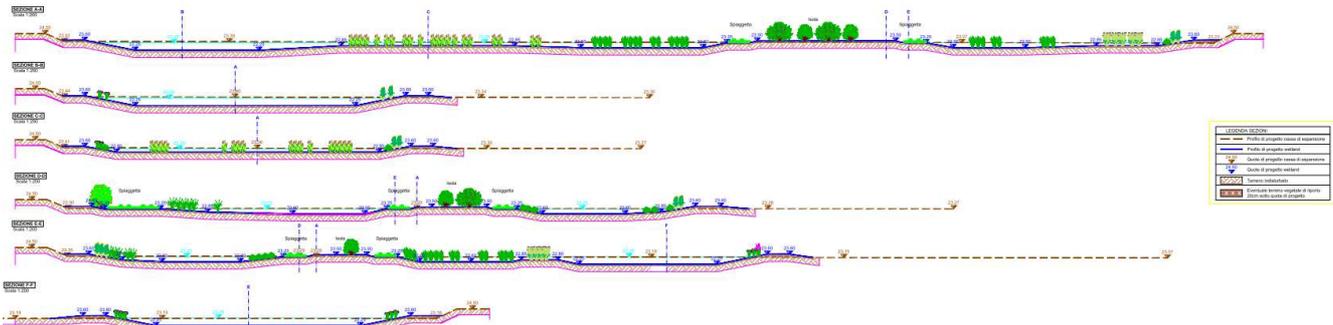


Figura 56 – Sezioni della zona umida presente all'interno della cassa di espansione

Saranno individuate nell'area zone di acqua profonda che entreranno in contatto con la falda acquifera, isole per favorire la colonizzazione dell'area da parte dell'avifauna e zone temporaneamente allagate per consentire microhabitat idonei alla vegetazione di sponda e prato umido. La zona umida verrà alimentata nei mesi irrigui, da maggio a settembre, quando il livello del Canale V° si alza e permette la derivazione sotto battente, tramite un tubo di diametro 50 cm regolato mediante paratoia; l'acqua scorrerà poi all'interno della zona umida grazie ad una leggera pendenza in direzione dell'uscita tramite la tubazione di diametro 80 cm verso il Canale V°, seguendo il percorso medesimo delle acque laminate.

Come portata di alimentazione in questo periodo, si considerano come primo tentativo 40 l/s, tali da garantire un tempo di ritenzione idraulico della zona umida di 1 giorno. Per una conservazione ottimale dell'ecosistema si devono evitare periodi prolungati di condizioni secche soprattutto durante il periodo estivo, in cui l'alimentazione costante della zona umida può essere garantita tramite la derivazione dal canale irriguo. Durante l'inverno periodi di secca potrebbero essere dannosi soprattutto dopo la prima piantumazione, specialmente se questa è stata effettuata in estate e il tasso di crescita delle piante dovesse essere limitato; l'altezza media della falda è di 22,60 m s.l.m, che è la stessa quota delle zone con profondità 0,65 m e 35 cm più alta del fondo delle zone con profondità 1 m; quindi in sostanza gran parte della zona umida rimarrà bagnata anche in periodi in cui il livello medio dell'acqua (che si considera pari a 0,5 m) si dovesse abbassare a zero. Durante i mesi estivi invece la derivazione di 40 l/s fornirà una ampia garanzia anche nei confronti di eventuali periodi di secca prolungati; una portata media continua di 10 l/s potrebbe garantire il mantenimento di un livello idrico piuttosto costante durante tale periodo, una volta che la zona umida si è riempita fino allo stramazzo. Con il passare del tempo la permeabilità della zona umida tenderà a diminuire con la formazione di sedimenti e la decomposizione del materiale vegetale. Anche in questo caso però si potrebbero avere comunque mesi di stress idrico a meno che la zona umida non riceva ulteriori acque non considerate nel calcolo idraulico effettuato, dovute all'entrata in funzione della cassa (che ne provocherebbe l'invasamento) e/o all'innalzamento della falda superficiale. La



conservazione di livelli idrici costanti durante l'inverno avviene a partire da valori di permeabilità di  $3-4 \times 10^{-9}$  m/s, valori tipici delle argille. **Per raggiungere questi valori quindi si dovrà realizzare un letto di terreno ad alta percentuale di argilla adeguatamente costipata almeno sulle superfici non a diretto contatto con la falda superficiale;** tali valori potrebbero essere anche conseguiti a medio-lungo termine con il progressivo intasamento del bacino, considerata anche la natura delle terre.

La vegetazione all'interno della zona umida è stata selezionata in modo da ricreare diversi microhabitat in cui si possono riconoscere varie zone caratterizzate da diverse profondità e da diversi regimi idraulici. Ogni zona costituisce un microhabitat in cui si favorisce l'attecchimento di diverse specie vegetali acquatiche e igrofile e il naturale sviluppo di una biodiversità che consenta di ottenere le migliori rese depurative e funzioni naturalistiche. Questi sistemi richiedono il mantenimento di una portata minima di base tale da garantire il sostentamento della vita acquatica anche se ogni specie ben tollera oscillazioni del battente idrico come illustrato nella tabella seguente. La vegetazione scelta è tipicamente acquatica e si differenzia in base ai battenti idrici adottati. Nella zona umida, così come negli impianti di fitodepurazione, le piante hanno inoltre un ruolo attivo e non puramente estetico ai fini della depurazione. Il trattamento delle acque si basa infatti sulla crescita cooperativa delle piante acquatiche e dei microrganismi ad esse associati, che svolgono una buona parte del processo di degradazione della materia organica. Le piante acquatiche rimuovono parte delle sostanze indesiderate attraverso l'assimilazione diretta nei tessuti e forniscono superficie e ambiente idoneo ai microrganismi che trasformano gli inquinanti e ne riducono la concentrazione. Particolarmente importanti sono le elofite come *Phragmites australis* (cannuccia di palude) che funziona come pompa di ossigeno ed è anche in grado di costruire intorno ai suoi fusti un microecosistema molto efficiente in grado di eliminare gli elementi estranei, ad esempio microrganismi patogeni (Brix, 1994). Dal punto di vista ecologico in base all'habitat di crescita possono essere distinti due gruppi di macrofite acquatiche: le idrofite (più legate agli specchi di acqua libera e profonda) e le elofite più legate al margine e alla zona litorale dell'area umida. Le idrofite possono essere suddivise a loro volta in ancorate al fondo sommerse o con le foglie in emersione oppure liberamente flottanti. Si individuano in questo modo i seguenti tipi ecologici di macrofite acquatiche:

- radicate emergenti o elofite (es. *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Schoenoplectus lacustris*, *Carex elata*), radicate al fondo e con fusto e foglie totalmente emergenti;
- radicate al fondo e sommerse o idrofite rizofite (es. *Myriophyllum spicatum*, *Ceratophyllum demersum*), radicate al fondo e presenti solo all'interno della massa d'acqua;
- radicate al fondo e con le foglie in emersione o idrofite natanti (es. *Nymphaea alba*, *Nuphar luteum*);



- flottanti o idrofite pleustofite (es. *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*, *Lemna trisulca*), liberamente natanti sul pelo dell'acqua non ancorate al fondo

Le specie vegetali sono state scelte in funzione dei livelli batimetrici stabiliti all'interno delle vasche: cariceto, tifeto, scirpeto, prato umido, bordo spondale, ecc. . La scelta è ricaduta su specie autoctone, erbacee perenni adatte ad un terreno saturo d'acqua e resistenti a malattie, competitive e "rustiche" per resistere a condizioni avverse al loro normale sviluppo in natura riportate nella seguente tabella.

Tabella 9 – Specie da inserire nella zona umida

n	NOME	TIPO	ZONA	profondità normale (cm)	Range di profondità tollerati (cm)	piante/mq
1	<i>Alisma plantago aquatica L.</i>	ELOFITA	bordo spondale	20	5-70	10
2	<i>Butomus umbellatus L.</i>	ELOFITA	bordo spondale	5-30	80-120	3
3	<i>Caltha palustris L.</i>	ELOFITA	bordo spondale	10	20-30	2
4	<i>Carex acutiformis Ehrh</i>	ELOFITA	cariceto	10	80-100	1
5	<i>Carex elata All.</i>	ELOFITA	cariceto	10	80-100	1
6	<i>Carex riparia Curtis</i>	ELOFITA	cariceto	10	80-100	1
7	<i>Carex hirta L.</i>	ELOFITA	prato umido	0	5	4
8	<i>Carex pendula Huds.</i>	ELOFITA	prato umido	0	5	4
10	<i>Deschampsia cespitosa (L.) Beauv.</i>	IGROFITA	prato umido	0	5	4
11	<i>Lysimachia nummularia L.</i>	IGROFITA	prato umido	0	5	4
12	<i>Festuca arundinacea Schreb.</i>	IGROFITA	prato umido	0	5	4
13	<i>Glyceria maxima (Hartm.) Holmb.</i>	ELOFITA	fragmiteto	20	100-300	3
14	<i>Iris pseudacorus L.</i>	ELOFITA	bordo spondale	5-20	80-150	4
15	<i>Juncus articulatus L.</i>	ELOFITA	giuncheto	10	10-100	4
16	<i>Juncus conglomeratus L.</i>	ELOFITA	giuncheto	11	10-101	5
17	<i>Juncus effusus L.</i>	ELOFITA	giuncheto	10	10-100	4
18	<i>Lythrum salicaria L.</i>	ELOFITA	bordo spondale	35	120-150	5
19	<i>Mentha aquatica L.</i>	ELOFITA	bordo spondale	15	20-80	5
20	<i>Phalaris arundinacea L.</i>	ELOFITA	fragmiteto	20	60-80	4
21	<i>Phragmites australis (Cav.) Trin.</i>	ELOFITA	fragmiteto	0-100	150-300	4
22	<i>Quercus robur L.</i>	IGROFITA	prato umido	0	5	0,5
23	<i>Ranunculus repens L.</i>	IGROFITA	prato umido	0	5	3
24	<i>Salix caprea L.</i>	IGROFITA	prato umido	0	15	1
25	<i>Salix cinerea L.</i>	IGROFITA	prato umido	0	15	1
26	<i>Salix eleagnos L.</i>	IGROFITA	prato umido	0	15	1
27	<i>Salix triandria L.</i>	IGROFITA	prato umido	0	5	1
28	<i>Sagittaria sagittifolia L.</i>	ELOFITA	bordo spondale	10-20	30-80	3
29	<i>Schoenoplectus lacustris (L.) Palla</i>	ELOFITA	scirpeto	80	100-180	5
30	<i>Scirpus sylvaticus L.</i>	ELOFITA	fragmiteto	5-20	80-100	4
31	<i>Sparganium erectum L.</i>	ELOFITA	bordo spondale	10-50	80-150	3
32	<i>Typha angustifolia</i>	ELOFITA	tifeto	5-30	80-300	4
33	<i>Typha latifolia L.</i>	ELOFITA	tifeto	5-30	80-300	4
34	<i>Veronica anagallis aquatica L.</i>	ELOFITA	bordo spondale	30	50-100	3



Nella progettazione della zona umida interna alla cassa di laminazione della Cavata orientale si è prestata particolare attenzione alla creazione di habitat favorevoli alla colonizzazione di specie ornitiche. Infatti uno dei fondamentali parametri per la valutazione della ricchezza e della biodiversità delle zone umide è l'analisi dei popolamenti avifaunistici. Gli ambienti individuati sono in particolare i fragmiteti, i giuncheti, i cariceti, le zone a prato umido, l'isola e la zona di spiaggia per l'ovodeposizione dei limicoli. L'attenzione si è incentrata anche su caratteristiche strutturali quali: dimensioni, pendenza delle sponde, andamento delle rive e dei fondali, caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua e la ricchezza, la struttura e la copertura della vegetazione. Secondo la suddivisione proposta dalla Regione Emilia Romagna "Suddivisione per tipologie delle zone umide presenti in Emilia Romagna nell'area di pianura" la nuova zona umida andrà a ricadere nella tipologia A – zone umide in aree protette. In questa tipologia sono infatti incluse zone umide quali le casse di espansione, le cave abbandonate, ecc. Tutte le zone di questa tipologia sono caratterizzate da assenza dell'attività venatoria, scarso disturbo antropico e in genere, salvo nei casi di alcune ex cave, elevata copertura vegetale. La zona umida della Cavata avrà una copertura vegetale dell'80% circa. Essa potrà essere ecologicamente in collegamento con zone umide vicine quali il sito Bassa Carpigiana (MO0104) e il tratto di Fiume Secchia a Motta-Bastiglia (MO0302). Infatti sotto il profilo ornitico una zona umida da sola non è in grado di fornire ad una specie o più specie tutte le caratteristiche ecologiche necessarie allo svolgimento dell'intero ciclo biologico. Per l'avifauna i vari sistemi idrologici e i circa 31.000 ettari di zone umide irregolarmente distribuite nella pianura formano un reticolo di ambienti, spesso ecologicamente complementari tra loro, ognuno dei quali può fornire alle varie specie luoghi di sosta, siti di riproduzione e zone di alimentazione nelle varie stagioni.

Nella fase di gestione della zona umida bisognerà prestare attenzione su come arrestare e/o modificare i rapidi e dinamici processi di evoluzione degli ambienti più caratteristici delle zone umide (ad esempio l'evoluzione dei canneti e il progressivo interrimento) e favorire in modo più o meno mirato la permanenza di condizioni ambientali adatte a varie specie animali durante le differenti fasi del loro ciclo biologico.

### **Approfondimento sulle zanzare**

Spesso le zone umide vengono associate alla proliferazione di zanzare e a malattie diffuse nel passato come la malaria o al più recente "virus del Nilo". Contrariamente alle credenze popolari, una zona umida ben funzionante ed in equilibrio può in realtà ridurre la popolazione di zanzare in quell'area. Le zanzare hanno un ciclo vitale piuttosto corto che può variare da qualche giorno a qualche mese e le loro uova possono rimanere in quiescenza per più di un anno riattivandosi quando l'area si allaga nuovamente. Un'area drenata artificialmente può produrre molte più zanzare di una zona umida naturale. Questo perché nelle zone umide naturali o ricostruite



come quella del presente intervento vengono a svilupparsi molti insetti che sono nemici naturali delle zanzare. I predatori mantengono la popolazione di zanzare in equilibrio. Le zanzare possono diventare un problema in aree in cui ci sia acqua stagnante che non contenga i suddetti predatori naturali, come avvallamenti nel terreno in cui l'acqua piovana può ristagnare facendo riprodurre rapidamente le zanzare. La zona umida prevista dal progetto LIFE creerà nel tempo un ecosistema in equilibrio dove la catena trofica tra produttori e consumatori di primo, secondo e terzo ordine si andrà via via insediando. Come si evince dal progetto, la presenza di vegetazione acquatica e igrofila che verrà piantumata nell'area, di organismi planctonici, macroinvertebrati, anfibi, rettili, uccelli e mammiferi che si andranno via via insediando creeranno un ambiente fortemente differenziato con biodiversità elevata dove la larva di zanzara viene mangiata dalla larva di libellula o dal coleottero o dalla rana, ecc. In generale, non si può certo pensare di eliminare le zanzare dalla pianura padana poiché le caratteristiche ambientali lo rendono un insetto comunque presente in quest'area.

Come dettagliatamente illustrato al Paragrafo "2.4.5 Aspetti igienico – sanitari" nell'allegato "Relazione aspetti naturalistici e fitodepurativi della cassa", nella zona umida in progetto si può certamente escludere che la zanzara tigre (*Aedes alopictus*) possa proliferare così come la zanzara tipica dei centri urbani (*Culex pipiens*). Per le altre specie più tipicamente palustri come *Aedes rusticus* e *Aedes caspius* si può verosimilmente pensare che potranno esserne presenti alcuni esemplari, poiché facenti parte di quell'habitat, ma con uno sviluppo molto ben controllato delle popolazioni da parte dei predatori naturali.



## 8.4 Conservazione ed estensione delle formazioni vegetali elofitiche

Come riportato al Par. “Aspetti naturalistici”, in particolare in “Vegetazione riparia”, lungo la Cavata Orientale sono state rinvenute ben 4 tipologie di vegetazione elofitica:

- *Phragmitetum australis*;
- *Caricetum ripariae*;
- *Schoenoplectetum tabernaemontani*;
- *Typhetum latifoliae*.

Il *Phragmitetum australis* presenta una distribuzione discontinua, spesso interrotta da altre fitocenosi elofitiche. Appare generalmente come una fascia di canneto assai ridotta e poco strutturata. L’area in cui il canneto si presenta maggiormente sviluppato è in corrispondenza dell’estremità nord del tratto di canale di interesse, in cui è stato fatto il rilievo fitosociologico.

Anche il *Caricetum ripariae* presenta una distribuzione discontinua. Si sviluppa pressoché esclusivamente al centro del canale, in corrispondenza dell’area allagata. Risultano pressoché assenti le specie nitrofilo-ruderali indicatrici di un non adeguato stato di conservazione.

Lo *Schoenoplectetum tabernaemontani* è la tipologia di vegetazione più interessante, in quanto poco comune nella bassa pianura emiliana. Si sviluppa pressoché esclusivamente al centro del canale, in corrispondenza dell’area allagata. Lungo il tratto di canale di interesse si sviluppa solamente per poche decine di metri.

Come nel caso precedente, anche il *Typhetum latifoliae* si sviluppa solamente per poche decine di metri lungo il tratto di canale di interesse, dove cresce pressoché esclusivamente in corrispondenza dell’area allagata. La fitocenosi risulta discontinua e con una bassa copertura da parte della Tifa, presumibilmente a causa di pregressi interventi di sfalcio/contenimento della vegetazione del canale.

Sulla porzione di sponda non allagata è presente una fascia continua di *Phytocoenon a Elytrigia repens*, mentre le specie elofitiche risultano pressoché assenti.

La componente floristica di questo tratto risulta diversificata e di discreto livello. Sicuramente si tratta del canale con la più alta biodiversità floristica tra quelli interessati dal LIFE RINASCE. La fascia ripariale risulta compatta e con presenza di numerose elofite caratteristiche di ambienti di questo tipo. Sono state individuate tre specie target di interesse conservazionistico (*Typha latifolia* L., *Epilobium tetragonum* L., *Schoenoplectus tabernaemontani* (C.C. Gmel.) Palla) mentre, per quanto riguarda le allotone, è stata mappata esclusivamente



*Sorghum halepense* (L.) Pers., unica specie invasiva dell'area. L'intervento di aumento di sezione descritto al Par. "Ampliamento di sezione mediante creazione di una banchina interna e riprofilatura della sponda" permetterà di creare le condizioni idrauliche e morfologiche idonee per il mantenimento e il potenziamento delle specie elofitiche già presenti e la colonizzazione da parte di altre specie ora mancanti.

Gli interventi di riqualificazione qui descritti andranno certamente a compromettere inizialmente gran parte delle popolazioni presenti sopra descritte, ma saranno presi gli accorgimenti necessari per salvare e spostare le piante interessate; inoltre, gli interventi programmati e una oculata manutenzione dovrebbero poter permettere alle specie presenti nei fossi limitrofi di colonizzare il canale.

Al fine di permettere una ricolonizzazione delle tre specie target sopra segnalate, preliminarmente alle operazioni di scavo della sponda e della banchina, sarà quindi necessario procedere al taglio della vegetazione elofitica esistente asportandone il materiale vegetale, per poi successivamente procedere allo scavo attento dei primi 20 cm di materiale terroso ricco di rizomi; questo dovrà essere depositato nell'area di cantiere, in una zona apposita, in sabbia umida, pronto al reimpiego finale per la formazione di nuclei per la ricolonizzazione delle specie elofitiche una volta completati gli scavi, mediante riporto e stesa del materiale accantonato. E' inoltre ipotizzabile anche l'utilizzo diretto del materiale asportato in loco: in questo caso le piante vanno raccolte con un pane di terra e mantenute in un luogo fresco e umido. Per quanto riguarda i ripristini sulla sponda si consiglia l'utilizzo delle specie rizomatose già presenti:

Tabella 10 – Specie arbacee rizomatose

taxon	famiglia	nome comune
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	Cyperaceae	Carice tagliente
<i>Carex riparia</i> Curtis	Cyperaceae	Carice spondicola
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. subsp. <i>australis</i>	Poaceae	Cannuccia di palude
<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> (C.C. Gmel.) Palla	Cyperaceae	Lisca di Tabernaemontanus
<i>Typha angustifolia</i> L.	Typhaceae	Lisca a foglie strette
<i>Typha latifolia</i> L.	Typhaceae	Lisca maggiore



Le elofite spondali come *Lythrum salicaria*, *Iris pseudacorus*, *Polygonum amphibium*, *Butomus umbellatus*, *Euphorbia palustris*, ecc. non verranno messe a dimora poiché in genere colonizzano spontaneamente i canali se presenti nei fossi laterali o direttamente nel sito e, essendo rizomatose, ributtano dopo lo sfalcio: **sarà quindi fondamentale procedere a sfalci meno impattanti una volta realizzati gli interventi**, come specificato al Par. “Posa di una tubazione irrigua tra il Canale V e la cassa di espansione”.

Considerato inoltre che la morfologia di progetto della sezione prescelta (Par. “Ampliamento di sezione mediante creazione di una banchina interna e riprofilatura della sponda”) tiene già conto di un compromesso possibile tra esigenze idrauliche ed ecologiche, non è possibile aumentare la diversità morfologica, e quindi ecologica, del canale diversificando le sezioni progettuali; **sarà quindi la differenziazione trasversale e longitudinale delle specie elofitiche (e arbustive) a creare microhabitat diversificati lungo l’asta del canale; sono state a tal proposito messe a punto alcune sezioni tipologiche vegetazionali descritte nel paragrafo sopra indicato.**



## 8.5 Proposte operative atte a favorire la presenza di anfibi lungo i canali

Di seguito si presentano alcune proposte operative atte a favorire la presenza di anfibi lungo i canali, che hanno validità generale per tutti i canali oggetto del LIFE RINASCE e che comprendono alcune specificazioni per il canale oggetto del presente progetto:

- Prevedere, se non l'eradicazione che sarebbe auspicabile ma di fatto utopica, misure per il contenimento delle specie alloctone *Myocastor coypus* (Nutria), *Procambarus clarkii* (Gambero rosso della Louisiana), *Lithobates catesbeianus* (Rana Toro).
- Studiare soluzioni per interdire le aree dove saranno create pozze temporanee alle specie alloctone *Myocastor coypus*, *Procambarus clarkii*, *Lithobates catesbeianus*.
- Specificatamente per la Cavata Orientale, prevedere una completa bonifica dalla presenza di *Procambarus clarkii*, da attuarsi ad opera di personale esperto con tecniche idonee (per es. pesca con elettrostorditore) prima degli interventi di risagomatura del canale.
- Per ripristinare condizioni favorevoli alla riproduzione di *Triturus carnifex*, *Lissotriton vulgaris*, *Bufo viridis* e *Hyla Intermedia*, ove possibile, prevedere la creazione di pozze temporanee (banchine allagabili stagionalmente) non permanentemente collegate alle acque fluenti e a limitato contatto con la fauna ittica.
- Prevedere la possibilità d'interventi correttivi a seguito del piano di monitoraggio della popolazione di anfibi nelle aree oggetto di ripristino.
- Programmare il piano di manutenzione delle aree d'intervento tenendo conto anche dell'ecologia degli anfibi presenti (stagione riproduttiva, tempi di sviluppo larvale, ecc.).
- Mettere in campo collaborazioni con progetti di restocking di specie di anfibi (per estensione e analogia anche *Emys orbicularis*) nei canali oggetto di riqualificazione.



## 8.6 Posa di una tubazione irrigua tra il Canale V e la cassa di espansione

Come già ricordato al Par. "Creazione di una cassa di espansione a finalità multiple, idrauliche (laminazione delle piene) e naturalistiche (incremento della biodiversità del sito)", all'interno della cassa sarà realizzata una zona umida, costituita da zone ribassate rispetto alla quota di fondo media della cassa e da zone più elevate, così da creare habitat diversificati; questa seconda area sarà separata dalla prima tramite un arginello perimetrale.

L'area umida sarà alimentata:

- durante il periodo primaverile, autunnale e invernale in parte dalle acque meteoriche che cadranno sulla cassa e in parte dalle acque della falda superficiale quando queste raggiungeranno la quota di fondo delle bassure realizzate all'interno dell'area
- durante il periodo tardo primaverile-estivo, corrispondente alla stagione irrigua del Consorzio, attraverso le acque prelevate dal Canale V° con funzioni irrigue, attraverso la realizzazione di un'apposita tubazione di diametro 500 mm in PVC che si andrà ad innestare sulla derivazione irrigua già presente (figura seguente)



Figura 57 – Presa irrigua esistente lungo il Canale V in corrispondenza dell'inizio del canale Cavata Orientale



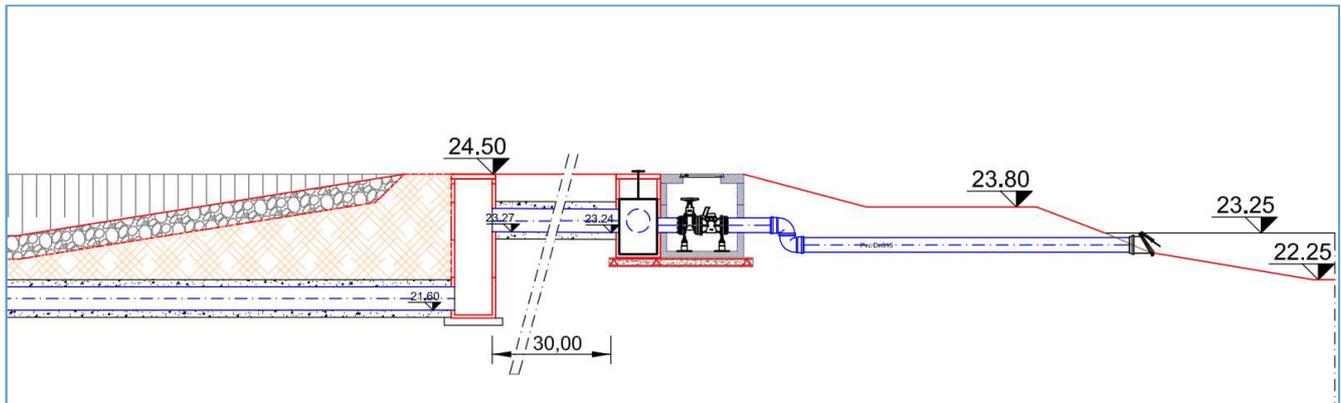


Figura 59 – Raccordo tra la presa irrigua esistente (in blu sulla destra in figura) e la nuova tubazione irrigua (a sinistra il particolare del sottopasso dello sfioratore dellacassa di espansione; si faccia riferimento a Figura 54)

La funzione irrigua attuale della Cavata Orientale, canale ad uso promiscuo, sarà trasferita ad un fosso di scolo posto in destra idraulica a fianco della Cavata Orientale, alimentato dalla sopra citata tubazione irrigua.

Il canale principale Cavata Orientale sarà utilizzato a scopi irrigui solamente per veicolare le acque derivate dal Canale V a valle della ferrovia Modena-Verona, alla fine del tratto di intervento, mentre l'irrigazione dei terreni posti a monte del ponte di via Lama sarà garantita dal sopra citato fosso di scolo di nuova costruzione.

La necessità di spostare la funzione irrigua dalla Cavata Orientale nel nuovo fosso di scolo, risponde all'esigenza di non interferire con la capacità di deflusso dello scolmatore AIMAG; questo sarà infatti posizionato in corrispondenza della quota di fondo del canale e potrebbe risentire delle quote irrigue che attualmente raggiungono nella Cavata Orientale i circa 40 cm, creando così un rigurgito all'interno dello scolmatore, compromettendone la funzionalità idraulica nel caso di evento meteorico coincidente con il periodo di riempimento del canale.



## 8.7 Sistemazione e gestione delle acque di scolo dei terreni agricoli in destra idraulica della Cavata Orientale

La realizzazione del risezionamento della Cavata Orientale descritto al Par. Ampliamento di sezione mediante creazione di una banchina interna e riprofilatura della sponda” comporta la costruzione di un’arginatura lungo tutta l’asta del canale oggetto di intervento. Tale argine andrà quindi ad intercettare le acque di scolo dei terreni agricoli che attualmente recapitano nel canale in destra idrografica, nonché le scoline e i fossi stradali.

Al fine di permettere un corretto smaltimento delle acque di pioggia dei terreni limitrofi, si prevede che le suddette acque di scolo saranno intercettate mediante un fosso appositamente costruito parallelo all’argine del canale (in Figura 60 indicato come “fosso di scolo interpoderale”).

Per il tratto di canale compreso tra il ponte di via Lama e la ferrovia Modena-Verona si prevede che le acque siano immesse direttamente in Cavata Orientale grazie a tubazioni in PVC DN 600 mm dotate di valvola a clapet poste lungo i due fossi di scolo che saranno costruiti in destra e sinistra idrografica.

Per il tratto di canale compreso tra l’argine del Canale V e il ponte di via Lama, si prevede invece che le acque raccolte dal nuovo fosso di scolo costruito in destra idrografica saranno immesse in Cavata Orientale spostando il recapito a valle del ponte di via Lama (si vedano le figure seguenti per lo schema generale e i particolari costruttivi). In sinistra idrografica nel medesimo tratto non sarà costruito alcun fosso di scolo in quanto le acque del confinante comparto PP11 sono già attualmente gestite tramite la rete fognaria interna ai lotti costruiti.

Per quanto concerne, infine, i terreni agricoli che attualmente scolano nel fosso di guardia posto a nord del Canale V si prevede che, una volta costruita la cassa, sia realizzato un nuovo fosso di guardia posto a nord ed est dell’argine della Cassa, con recapito mediante tubazione dotata di valvola di non ritorno all’interno della tubazione DN 800mm di scarico della cassa di espansione verso il Cavo Lama.

**Il fosso di scolo posto a fianco della Cavata Orientale a monte del ponte di via Lama sarà utilizzato in modo promiscuo, per il deflusso delle acque drenate dai terreni limitrofi ma anche come vettore di acqua ad uso irriguo (si veda il Par.8.6).**

**Come sarà evidenziato di seguito, la funzione scolante potrà essere garantita solo se la funzione irrigua non è in atto; sarà quindi necessario che le richieste irrigue siano strettamente correlate ad un’analisi della probabilità di pioggia in corrispondenza dei giorni di invaso previsti.**

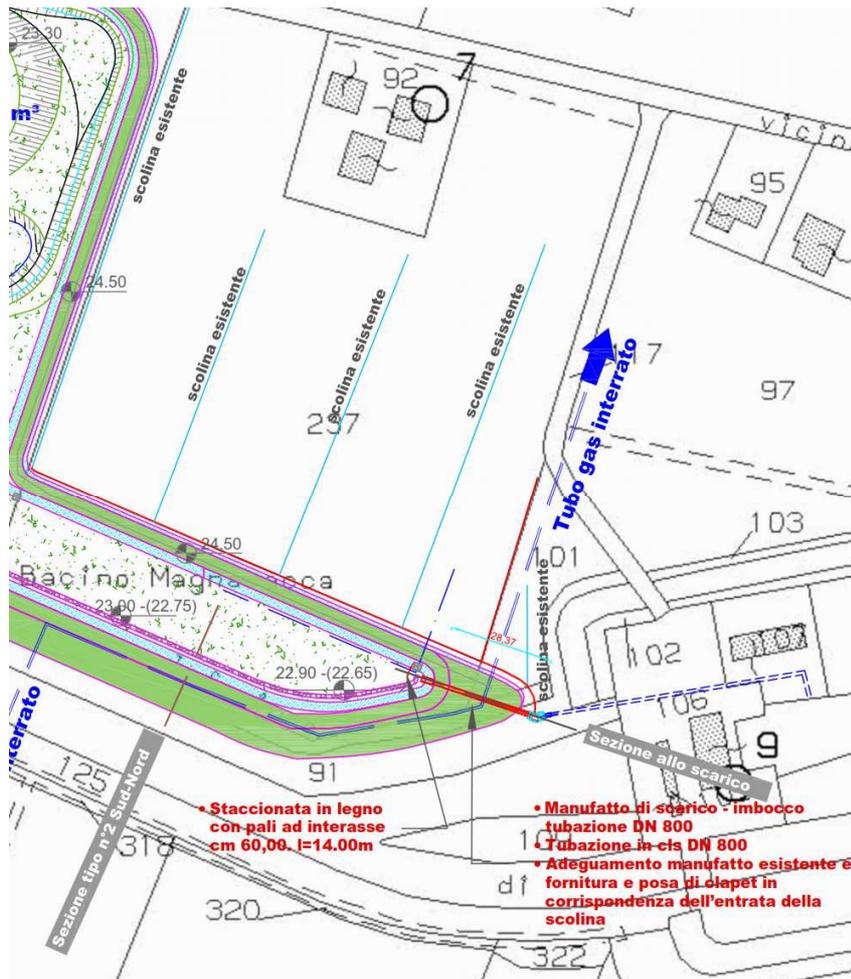
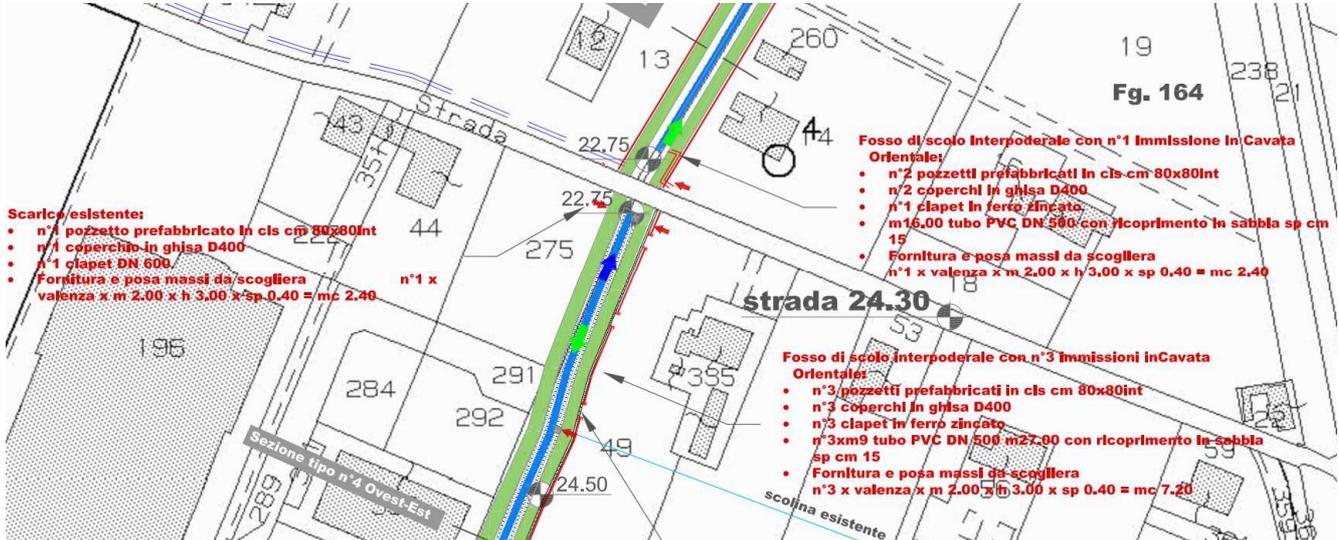


Figura 60 – Localizzazione dei fossi di scolo interpoderali lungo la Cavata Orientale (figura in alto) e a fianco della cassa di espansione (figura in basso)

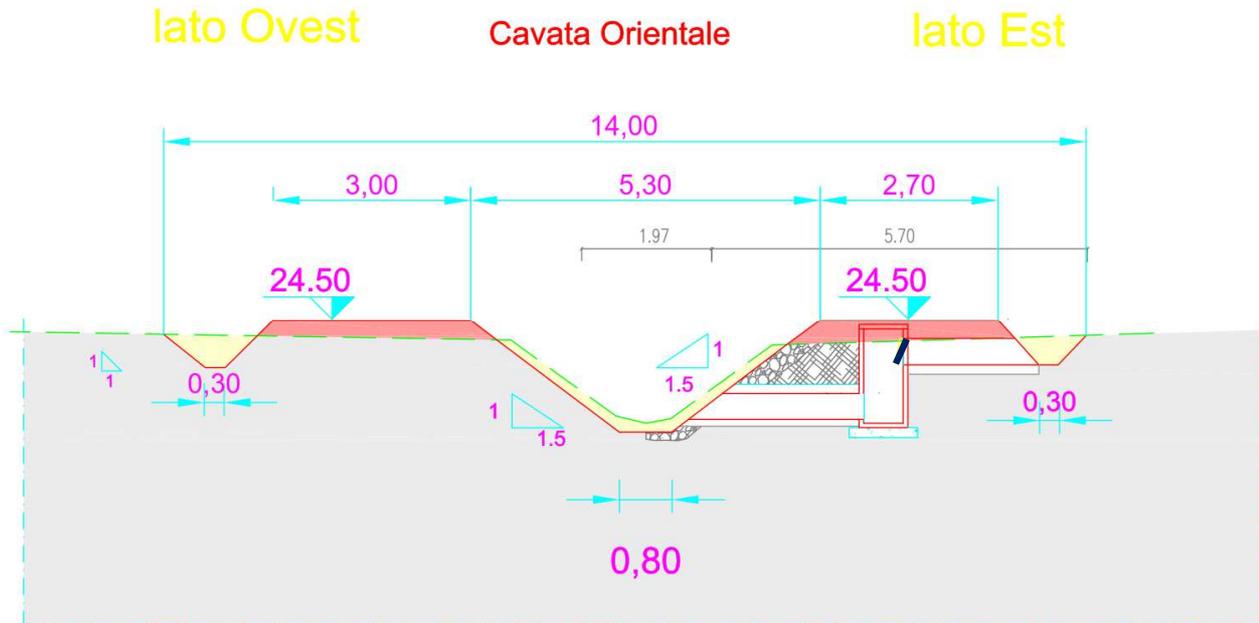


Figura 61 – Particolare costruttivo delle immissioni in PVC DN 800 al di sotto dell'argine della Cavata Orientale a valle del ponte di Via Lama: si noti in blu la valvola di non ritorno in corrispondenza del pozzetto prefabbricato.

### Dimensionamento

Il dimensionamento riportato di seguito fa riferimento al seguente schema progettuale.

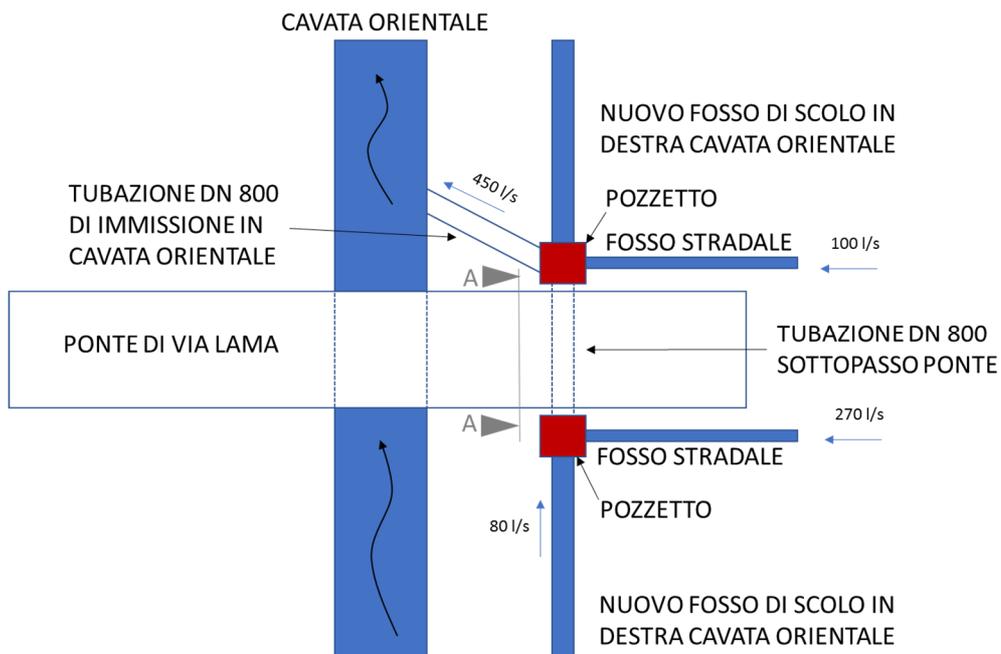


Figura 62 – Schema di sottopasso del nuovo fosso di scolo al di sotto del ponte di via Lama



Si procederà in particolare a calcolare:

- (A) Portata idrologica di progetto
- (B) Portata smaltibile dal fosso di scolo
- (C) Verifica della quota massima raggiunta nel fosso di scolo a monte del ponte di via Lama

(A) Portata idrologica di progetto

La portata idrologica di progetto afferente al fosso di scolo è stata calcolata prendendo in considerazione un tempo di pioggia TP di 1 ora per un tempo di ritorno TR di 50 anni, utilizzando la seguente formula:

Portata al colmo:  $Q_c = S \varphi a \theta_c^{n-1}$

La superficie drenata S che genera la portata  $Q_c$  è indicata nella figura seguente (aree 1 e 2).



Area	Area (km <sup>2</sup> )	Area (ha)
1	0.0172	1.720
2	0.0178	1.782
3	0.0377	3.766
4	0.0159	1.585
5	0.0113	1.125
6	0.0169	1.691

Figura 63: Aree afferenti alla Cavata Orientale a monte di via Lama. Le linee rosse rappresentano il reticolo modellato con il software SWMM



I parametri utilizzati sono i seguenti:

Tempo di ritorno	T	50 (anni)
Superficie del bacino	S	3,5 (ha)
Tempo di corrivazione	$\vartheta_c$	30 (minuti)
Coefficiente di afflusso	$\varphi$	0,1 (-)
Coeff. Udometrico massimo	$v$	
Portata uscente dalla vasca	Qu	0 (l/s)
Coeff. della CPP	a	53 (mm/h <sup>n</sup> )
Esponente della CPP	n	0,34 (-)

Se ne deduce quindi:

**Portata al colmo (Qc) = 81,42 (l/s)**

Coeff. Udometrico = 23,26 (l/s\*Ha)

(B) Portata smaltibile dal fosso di scolo

La verifica della massima portata smaltibile dal fosso di scolo è stata eseguita utilizzando i parametri seguenti, riferiti alla sezione di progetto indicata nella figura seguente.

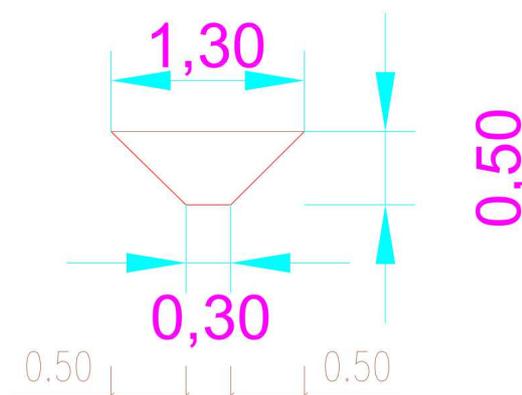


Figura 64 – Dimensioni del fosso di scolo posto a fianco dell'argine della Cavata Orientale



Pendenza		Sezione trapezia 1x1					Area	Cont. b.	Rag. i.	gamma	Csi	V. max	Q max
pelo libero	fondo	scarp.	largh.	larg.orizz.	lungh.	alt.	[mq]	[m]	[m]			[m/s]	[l/s]
(%)	(%)		fondo	scarp.	scarp.	acqua							
			[m]	[m]	sotto acqua	[m]							
0,000375	0,000375	1x1	0,3	0,50	0,71	0,50	0,40	1,71	0,23	1,30	23,57	0,22	88,19

Se ne deduce che il fosso è in grado di smaltire una portata massima pari a circa 88 l/s con un franco nullo (fosso completamente colmo), quindi dello stesso ordine di grandezza della portata idrologica calcolata più sopra, pari a circa 80 l/s.

(C) Verifica della quota massima raggiunta nel fosso di scolo a monte del ponte di via Lama

I calcoli seguenti mirano a verificare la quota massima raggiunta nel fosso di scolo a monte del ponte di via Lama in relazione a piogge di durata 2 ore e tempo di ritorno TR 50 anni, che nella Relazione idraulica allegata al presente progetto sono indicate come quelli che generano i maggiori livelli idrici in Cavata Orientale e nella cassa di espansione

A tal fine si calcoleranno nell'ordine:

- Le perdite di carico conseguenti al passaggio nella tubazione in PVC DN 800 di sottopasso del ponte di via Lama
- Le perdite di carico conseguenti al passaggio nella tubazione in PVC DN 800 posta a valle del ponte di via Lama
- La quota massima raggiunta nel fosso di scolo a monte del ponte di via Lama



### Sezione A-A

Fosso a valle del ponte

Fosso a monte del ponte

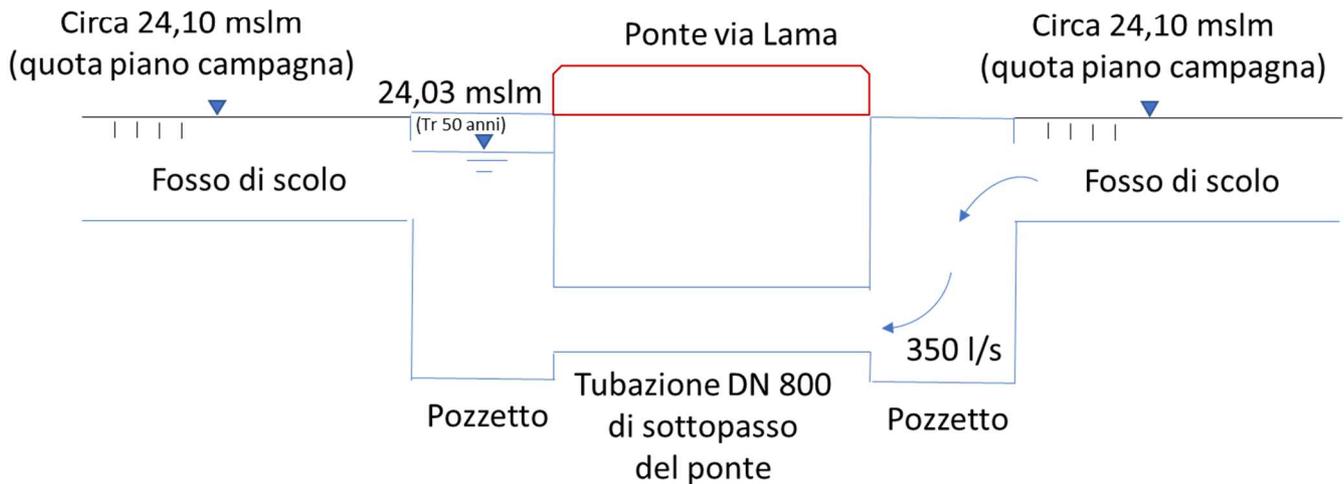


Figura 65 – Schema di attraversamento con tubazione DN 800 del ponte su via Lama e quote idriche raggiunte in riferimento alla quota del piano campagna (Sezione A-A indicata in Figura 62)

#### (1) Perdite di carico conseguenti al passaggio nella tubazione in PVC DN 800 di sottopasso del ponte di via Lama

All'interno della tubazione in PVC DN 800 di sottopasso del ponte di via Lama di Quartitolo Interna saranno immesse le acque derivanti dal fosso di scolo (punto B precedente, pari a circa 80 l/s) e dal fosso stradale che corre lungo via Lama e si immette in destra idrografica a monte del ponte posto sulla Cavata Orientale (dalla Relazione idraulica allegata al presente progetto si deduce che la portata generata dalle aree 3+4+5 riportate in Figura 67 è pari a circa 270 l/s): l'insieme delle portate afferenti è stato quindi valutato essere pari a circa 350 l/s.

Il calcolo delle perdite di carico è il seguente:



### Calcolo perdite lineari

Input			
Q	portata	0,350	mc/s
<b>D</b>	<b>diametro</b>	<b>0,80</b>	<b>m</b>
A	area	0,50	m <sup>2</sup>
V	velocità	0,70	m/s
$\varepsilon$	scabrezza	0,150000	mm
$\varepsilon / D$	scabrezza/diametro	0,00019	
Re	n. di Reynolds	557.325	
$\lambda$	indice di resistenza	0,0152	
<b>J</b>	<b>piezometrica</b>	<b>0,000470</b>	
L	lunghezza condotta	6,00	m
<b><math>\Delta H</math> lineare</b>		<b>0,0028</b>	<b>m</b>

### Calcolo perdite concentrate

$\Sigma pc$		1,5	
<b><math>\Delta H</math> concentrata</b>		<b>0,0371</b>	<b>m</b>
<b><math>\Delta H</math> totale</b>		<b>0,0399</b>	<b>m</b>

### (2) Perdite di carico conseguenti al passaggio nella tubazione in PVC DN 800 posta a valle del ponte di via Lama

A valle del ponte di via Lama si immette nella tubazione in PVC DN 800 di sottopasso del ponte (punto 1 precedente) un fosso stradale che, sulla base della relazione idraulica allegata al progetto, può veicolare circa 100 l/s.

All'interno della tubazione in PVC DN 800 posta a valle del ponte di via Lama l'insieme delle portate afferenti è stato quindi valutato essere pari a circa 450 l/s.

Il calcolo delle perdite di carico è il seguente:



### Calcolo perdite lineari

Input		
Q	portata	0,450 mc/s
<b>D</b>	<b>diametro</b>	<b>0,80 m</b>
A	area	0,50 mq
V	velocità	0,90 m/s
$\varepsilon$	scabrezza	0,150000 mm
$\varepsilon / D$	scabrezza/diametro	0,00019
Re	n. di Reynolds	716.561
$\lambda$	indice di resistenza	0,0149
<b>J</b>	<b>piezometrica</b>	<b>0,000763</b>
L	lunghezza condotta	5,00 m
<b><math>\Delta H</math> lineare</b>		<b>0,0038 m</b>

### Calcolo perdite concentrate

$\Sigma pc$	1,5
<b><math>\Delta H</math> concentrata</b>	<b><u>0,0613 m</u></b>
<b><math>\Delta H</math> totale</b>	<b><u>0,0651 m</u></b>

### (3) Quota massima raggiunta nel fosso di scolo a monte del ponte di via Lama

La quota massima raggiunta nel fosso di scolo posto a monte del ponte di via Lama è dato dalla somma della quota del battente idrico presente in Cavata Orientale a valle del ponte di via Lama in relazione a piogge con tempo di ritorno TR 50 anni e durata 2 ore, delle perdite di carico conseguenti al passaggio nella tubazione in PVC DN 800 di sottopasso del ponte di via Lama (punto 1 precedente) e delle perdite di carico conseguenti al passaggio nella tubazione in PVC DN 800 posta a valle del ponte di via Lama (punto 2 precedente).

Tenendo conto che dalla relazione idraulica allegata si deduce che la quota massima raggiunta nel fosso di scolo posto a valle del ponte di via Lama per Tr 50 anni e durata 2 ore è pari a 24.03 mslm, si ha quindi che:



Quota massima raggiunta nel fosso di scolo a monte del ponte di via Lama per Tr 50 anni e durata 2 ore =

$$24.03 + 0.0399 + 0.0651 = 24.14 \text{ mslm.}$$

Considerato che le quote del terreno nei pressi dello scolo sono dell'ordine dei 24.10 m slm, se ne deduce che nella condizione simulata di tempo di ritorno Tr 50 anni e durata 2 ore (massimo invaso della Cavata Orientale e massimo afflusso da tutti i terreni agricoli posti in destra idraulica), la quota raggiunta dall'acqua nel fosso di scolo posto in destra idraulica del canale è di fatto coincidente con quella del terreno.

Si ritiene che questa condizione sia accettabile tenendo conto che la verifica è stata eseguita in condizioni molto gravose, corrispondenti ad una frequenza di accadimento estremamente rara; inoltre, le eventuali fuoriuscite di acqua dal fosso di scolo potrebbero riguardare un volume d'acqua molto contenuto che si andrà a concentrare nei pressi del fosso di scolo.

In corrispondenza del sottopasso del ponte di via Lama da parte della tubazione in PVC DN 800 indicata sopra è presente una possibile interferenza con le reti di servizi in gestione ad AIMAG spa (si veda il Par.12.2), risolta come indicato nella figura seguente (sezione tipologica), mediante posizionamento della tubazione al di sotto dei sottoservizi indicati.

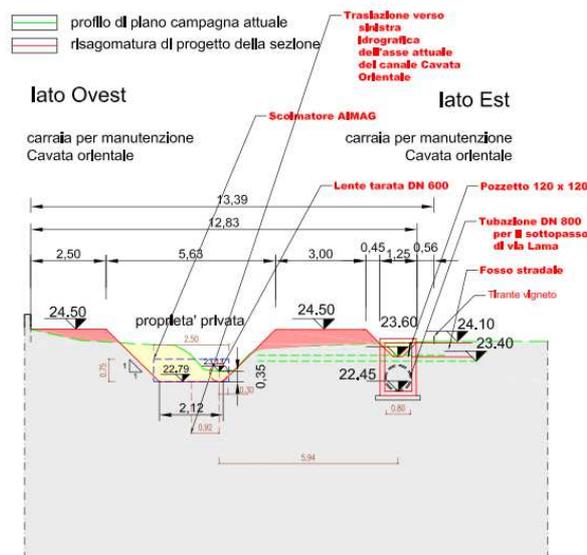


Figura 66 – Sezione tipologica di progetto per la soluzione dell'interferenza esistente tra la tubazione in PVC DN 800 di sottopasso del ponte di via Lama e le reti di sottoservizi in gestione ad AIMAG spa (in verde in figura in destra idraulica)



## 8.8 Gestione della vegetazione idrofita e degli habitat nella Cavata Orientale per conservare la naturalità compatibilmente con le esigenze idrauliche

L'allargamento di sezione che sarà eseguito sul canale e descritto al Par. "Ampliamento di sezione mediante creazione di una banchina interna e riprofilatura della sponda" permetterà di creare le condizioni per il mantenimento di una maggior naturalità dell'alveo, grazie alla presenza di una maggior diversificazione degli habitat presenti. Questa diversità dovrà essere attentamente mantenuta coniugandola con le esigenze di scolo del canale, senza che ciò vada ad incrementare la pericolosità idraulica dello stesso: sarà quindi necessario mettere a punto un piano di gestione della vegetazione, e più in generale del canale, che permetta di conservare gli habitat ricreati. La definizione esatta del piano di manutenzione sarà oggetto del progetto definitivo, dovrà tener conto delle differenti esistenti tra le sezioni relative ai tratti 1 e 2 e seguirà le seguenti linee di indirizzo generali:

- Diminuzione della frequenza degli interventi di gestione della vegetazione idrofita, portandola dalle attuali 1-2 operazioni di sfalcio annuali a 1 di controllo-contenimento con cadenza possibilmente pluriennale: l'esatta cadenza sarà stabilita in modo adattativo, controllando periodicamente l'evoluzione delle specie eliofile, verificando che permangano le condizioni di sicurezza idraulica richieste. Sarà infatti cura delle operazioni di sfalcio mantenere limitata l'estensione della vegetazione palustre alle aree ad essa dedicate nella sezione di progetto (sponda interna del canale e banchina allagabile), evitando che venga interessata la pista di manutenzione destinata al transito dei mezzi del Consorzio.
- Nel caso di necessità di intervento, sarà indispensabile mantenere nuclei di vegetazione non sfalcati, di dimensione lineare da definire in sede di progettazione definitiva, in modo che sia possibile una ricolonizzazione della sponda e che rimangano disponibili anche durante le operazioni di manutenzione aree di rifugio per la fauna presente
- Per quanto riguarda la manutenzione delle sponde, essa dovrà essere svolta avendo cura di mantenere e favorire la presenza di specie erbacee e floristiche di interesse conservazionistico
- La gestione della fascia arboreo-arbustiva sarà infine volta a favorire lo sviluppo della stessa, provvedendo ove necessario al contenimento dell'estensione laterale della fascia sia verso il confine con le aree confinanti sia verso la pista di manutenzione, così da permettere il passaggio dei mezzi per la manutenzione del Consorzio



## 8.9 Gestione della vegetazione acquatica e riparia e degli habitat nella Cassa di espansione

Come già ricordato al Par. "Creazione di una cassa di espansione a finalità multiple, idrauliche (laminazione delle piene) e naturalistiche (incremento della biodiversità del sito)", la cassa sarà potenziata dal punto di vista ambientale mediante:

- la realizzazione di una zona umida
- la messa a dimora di specie arboreo-arbustive lungo gli argini e sul fondo della cassa

Tali interventi dovranno essere attentamente gestiti al fine da una parte di rimanere compatibili con le esigenze idrauliche della cassa e dall'altra di garantire la conservazione degli habitat che andranno a crearsi o a svilupparsi per libera evoluzione naturale; al di là degli input fisici che saranno dati per direzionare preliminarmente l'evoluzione ambientale del sito, è infatti esperienza consolidata che questo potrà evolvere a livello naturalistico verso direzioni non sempre prevedibili e non necessariamente coincidenti con quelle indicate dal progetto. Dovrà quindi essere cura delle operazioni di monitoraggio naturalistico, prima, e di gestione, poi, il riconoscere e gestire le evoluzioni ecologiche in atto.

Si prevede quindi la realizzazione di diverse operazioni di manutenzione, che dovranno essere sviluppate con metodo adattivo, ossia verificando periodicamente l'evolversi della situazione e definendo strada facendo una metodologia di lavoro che segua i principi generali seguenti (che saranno tradotti in indicazioni pratiche nel progetto definitivo):

- Gestione della vegetazione acquatica nella zona umida con finalità naturalistiche

L'area umida richiede due esigenze primarie: da un lato mantenere sempre lento e regolare il deflusso idrico, dall'altro non contrastare in maniera eccessiva lo sviluppo della vegetazione autoctona e la diffusione di specie animali che possano sia arricchire l'area da un punto di vista ecologico, sia contenere il proliferare di insetti dannosi alla vita delle piante. Il decespugliamento delle essenze all'interno delle zone a canneto deve essere effettuato con l'ausilio di mezzo meccanico o manuale la prima volta dopo 3 anni di vita dell'impianto, poi ogni 2 anni. Le piante dovranno essere tagliate alla base della parte emersa e rimosse rimosse (il taglio non dovrà essere effettuato nei periodi di fioritura o fruttificazione delle piante per non ampliare oltremodo la colonizzazione, già favorita dai rizomi). Con una cadenza di 3-4 volte l'anno (all'inizio di primavera, all'inizio dell'estate e in autunno) si deve provvedere al taglio dell'erbe infestanti lungo le penisole emerse, le sponde e le aree piane di perimetro alle vasche, lasciando una fascia di rispetto dall'acqua, di circa 1 metro di larghezza.

Per quanto riguarda i livelli idrici, a seconda della situazione che si verrà a creare nelle varie stagioni, potrebbero rendersi necessari reintegri di emergenza per conservare l'ecosistema; al momento questo



non è prevedibile in quanto non si conosce la permeabilità del terreno di fondo all'avvio dell'impianto e a medio termine. La conservazione di livelli idrici costanti durante l'inverno avviene a partire da valori di permeabilità di  $3-4 \times 10^{-9}$  m/s, valori tipici delle argille e quindi difficilmente raggiungibili dopo i lavori, mentre potrebbero essere conseguiti a medio-lungo termine con il progressivo intasamento del bacino considerato anche la natura delle terre

- Gestione della vegetazione erbacea nella restante porzione della cassa con finalità idraulico-naturalistiche

La vegetazione erbacea terrestre all'interno della cassa dovrà avere uno sviluppo libero con il minimo intervento esterno dell'uomo. Essa sarà localizzata nelle zone interne alla cassa che non sono perennemente sommerse dall'acqua e risentirà quindi solamente della piena in concomitanza con l'attivazione dello scolmatore. La vegetazione spontanea attesa sarà all'inizio di tipo pioniero e sarà via via sostituita nel tempo da altre specie seguendo la naturale successione ecologica.

- Gestione della vegetazione erbacea sugli argini per il controllo visivo degli stessi

Lungo gli argini la vegetazione erbacea dovrà essere gestita secondo il normale sfalcio ordinario in modo da consentire agli operatori del Consorzio di Bonifica di garantire la piena sicurezza degli stessi.

- Gestione della vegetazione arbustiva della cassa con finalità idraulico-naturalistiche

All'interno della cassa sono stati previsti due nuclei arboreo-arbustivi. Il primo è costituito da arbusti igrofilo (salici) ed è posizionato nell'isola al centro della wetland, mentre il secondo è localizzato nell'estremità est della wetland adiacente al prato umido e prevede l'inserimento di qualche esemplare di alberi di prima grandezza come *Quercus robur* (al massimo 2 esemplari opportunamente distanziati tra loro) e *L. e Salix alba* L. Entrambe le situazioni andranno lasciate libere di crescere senza interventi esterni che potranno essere previsti solo in casi eccezionali qualora un tecnico specializzato ne valutasse la necessità.

- Verifica dell'integrità delle sponde della wetland per il mantenimento degli habitat creati

L'integrità delle sponde deve essere controllata ogni 3 mesi e dopo eventi meteorologici intensi. Le anomalie riscontrabili sono : fenomeni di erosione e crisi delle sponde; danneggiamento del tappeto erboso sulle sponde; uniforme distribuzione delle essenze vegetali, ad esclusione delle zone a specchio



libero; presenza di segni di malattie sulle piante o di danni provocati da insetti o animali; la presenza di piante infestanti (soprattutto alloctone come ad esempio *Sorghum halepense*); la presenza di alghe nelle zone ad acqua libera; la presenza di materiale galleggiante, in particolare nei punti in cui si hanno le minori velocità. Gli interventi da apportare sono i seguenti:

- a) si provvede alla risistemazione delle sponde della vasca come da progetto: non interferendo sulla presenza di fauna spontanea, tali interventi possono essere previsti in qualsiasi periodo dell'anno, attraverso l'impiego di una benna e di automezzo per il trasporto del materiale di risulta;
- b) se si verificano danni ingenti al tappeto erboso, si deve provvedere alla riseminazione;
- c) se la distribuzione delle essenze non è uniforme si provvede a rinfoltimenti nelle zone povere di essenze vegetali;
- d) nel caso di malattie delle piante o danni provocati da animali o insetti sarà cura di personale specializzato identificare l'intervento appropriato; per il contenimento degli insetti favorire la presenza di anfibi (rane, rospi, tritoni) e rettili (lucertole, ramarri, bisce d'acqua);
- e) nel caso di verificata presenza di piante infestanti alloctone si provvede alla loro rimozione manualmente;
- f) le alghe sono generalmente un fenomeno stagionale che si esaurisce col passare del tempo; in ogni caso si dovrà evitare la diffusione massiccia di alghe in superficie, rimuovendo le alghe manualmente con l'ausilio di un rastrello;
- g) rimozione manuale del materiale galleggiante

La densità delle essenze vegetali deve essere mediamente maggiore di 2 piante al mq in fase di avvio dell'impianto: dopo il primo anno di vita la densità delle essenze vegetali deve essere mediamente maggiore di 10 piante al mq nelle zone a canneto, ad esclusione delle zone a specchio libero (un problema da affrontare sarà il contenimento dell'espansione del canneto in tutta la cassa di espansione).

#### - Gestione dei sedimenti nella zona profonda iniziale della wetland

Ogni 5 anni sarà necessario controllare il livello di sedimenti nella zona profonda iniziale (si potrebbero formare delle trappole di fango da apulire periodicamente). La funzione di questa zona è l'efficiente rimozione delle particelle sabbiose; in condizioni di tempo secco non si ha ri-sospensione del materiale sedimentato. Le anomalie riscontrabili sono che il volume della zona profonda iniziale risulta significativamente ridotto (circa il 50%). Gli interventi da eseguire sono la rimozione dei sedimenti con adeguati mezzi e loro smaltimento appropriato; dovrà essere innanzitutto interrotta l'alimentazione, quindi



svuotata la zona iniziale mediante l'utilizzo di una pompa; a questo punto si potrà entrare dentro con un piccolo escavatore, avendo cura di non danneggiare la geomembrana sul fondo;

- Controllo dell'integrità della morfologia della wetland e del verde dopo ogni entrata in funzione dello sfioratore generale della cassa di espansione

Le anomalie riscontrabili sono la presenza di materiali depositati e sedimenti; fenomeni di crisi delle sponde; danneggiamenti del verde. Gli interventi da prevedere sono rimozione dei sedimenti e di eventuali materiali depositati; ripristino delle sponde; ripristino del verde

## 8.10 Gestione della fascia riparia messa a dimora lungo la Cavata Orientale

Per quanto riguarda la gestione della vegetazione arbustiva che sarà messa a dimora lungo la Cavata Orientale si dovrà prevedere una potatura di contenimento, con il relativo ridimensionamento delle piante in caso di allargamento laterale, nel caso in cui questo crei problemi alle zone adiacenti, senza prevedere un piano di contenimento periodico.

## 8.11 Gestione dell'acqua del Canale V per finalità irrigue e ambientali

L'area umida che sarà realizzata all'interno della cassa (si veda il Par."Creazione di una cassa di espansione a finalità multiple, idrauliche (laminazione delle piene) e naturalistiche (incremento della biodiversità del sito)") sarà alimentata nel periodo tardo primaverile-estivo dalle acque prelevate dal Canale V tramite un'apposita tubazione irrigua (si veda il Par."Proposte operative atte a favorire la presenza di anfibi lungo i canali").

L'immissione di acqua nella zona umida dovrà permettere il mantenimento di un livello medio di acqua all'interno delle bassure in essa ricavate, così da consentire lo sviluppo della vegetazione idrofitica che sarà messa a dimora e/o si svilupperà autonomamente; a tal fine si rende necessaria l'immissione di circa 40 l/s nel periodo maggio-settembre (per ulteriori dettagli si veda l'allegato "Relazione aspetti naturalistici e fitodepurativi della cassa").

La tubazione è inoltre stata dimensionata per convogliare acqua ad usi irrigui a servizio delle aree agricole che hanno la concessione per prelevare acque dalla Cavata Orientale: il Consorzio regolerà le immissioni di acqua in funzione di entrambe le esigenze, irrigue e ambientali.

L'acqua della tubazione potrà infine essere utilizzata per veicolare nella cassa delle portate supplementari che potranno essere utilizzate per la rimozione di eventuali sedimentazioni che potrebbero ostruire lo scarico dell'acqua e per finalità ambientali.



## 9 Stima degli effetti ecologici dell'intervento

Come già ricordato in precedenza, dal punto di vista ecologico gli interventi previsti di riqualificazione della Cavata Orientale hanno l'ambizione di creare e mantenere habitat diversificati lungo la sezione trasversale:

- **una zona ad acque correnti in corrispondenza dell'alveo di magra**, in cui la presenza ipotizzata di elofite mantenute e non sfalciate al piede di sponda permetterà di incrementare i microhabitat presenti, utili in particolare per ittiofauna, avifauna e anfibi. Gli interventi potranno inoltre creare le condizioni per favorire la colonizzazione e la conservazione delle idrofite. Si veda più sotto per ulteriori considerazioni in merito ai benefici indotti su macrofite e anfibi.

**un'area a vegetazione elofitica lungo la sponda prossima all'alveo di magra e nella parte più bassa della banchina allagabile**, utile per creare habitat idonei per anfibi e avifauna, in particolare costituita dalla seguenti specie target: *Carex acutiformis*, *Carex riparia*, *Phragmites australis*, *Schoenoplectus tabernaemontani*, *Typha angustifolia* L., *Typha latifolia* L. (per ulteriori dettagli si veda il Par.”

Aspetti naturalistici” al sottoparagrafo “Vegetazione riparia” e l'allegato “Relazione vegetazione riparia”)

- **una zona colonizzata da specie erbacee e di interesse floristico in corrispondenza della pista di manutenzione del Consorzio e del corpo arginale**: tali zone possono infatti ospitare dei “mesobrometi”, cioè cenosi prative dominate da *Bromus erectus*, con altre graminacee quali ad esempio *Alopecurum myosuroides* e *Brachypodium rupestre*; possono essere presenti anche diverse Fabacee come *Trifolium pratense* e *Trifolium repens*, è inoltre possibile trovare anche *Sanguisorba minor*, ecc. . Nel complesso si tratta di forme di vegetazione molto ricche come numero di specie, che tuttavia non rivestono particolare importanza in termini di rarità. Considerata l'altezza non particolarmente elevata non si ritiene inoltre che la pista di manutenzione possa presentare particolari differenze se non per una possibile maggior presenza di specie relative ad ambienti disturbati e calpestati; tra queste può essere citata, come particolarmente tipica, *Plantago major*. Questa tipologia di vegetazione, la cui struttura è dominata da specie perenni, presenta un notevole valore per la conservazione del suolo e della sua morfologia.
- **una zona umida all'interno della cassa di espansione**, che rappresenta un elemento di altissima biodiversità vegetale, con positive ricadute sugli aspetti vegetazionali e floristici, e che creerà le condizioni idonee per le specie animali legate alla presenza di acqua (anfibi, avifauna, fauna terrestre minore). Le specie vegetali sono state scelte in funzione dei livelli batimetrici stabiliti all'interno delle vasche: cariceto, tifeto, scirpeto, giuncheto, fragmiteto, prato umido, arusti igrofilo, alberi di I grandezza, elofite spondali (per ulteriori dettagli si veda il Par.” Creazione di una cassa di espansione a finalità



multiple, idrauliche (laminazione delle piene) e naturalistiche (incremento della biodiversità del sito)” e l’allegato “Relazione aspetti naturalistici e fitodepurativi della cassa”).

- **una fascia riparia arboreo-arbustiva lungo il canale e nella cassa di espansione**, che creerà le condizioni idonee per avifauna e fauna terrestre. L’aumento della dotazione di siepi arboreo-arbustive a ridosso del canale e nella cassa avrà, infatti, un positivo effetto sull’avifauna facilmente intuibile: l’aumento della vegetazione si traduce, infatti, in maggiori opportunità di siti per la nidificazione e per il rifugio e maggiori risorse alimentari. La presenza di siepi, non oggetto di lavorazioni come i coltivi circostanti, rappresenta anche una fondamentale risorsa per la salvaguardia di tutta quella “fauna minore”, dai mammiferi agli invertebrati, che necessita di zone tranquille e riparate per compiere una fase del proprio ciclo biologico, in particolare per superare la fase di latenza invernale. Dove questi elementi ecologici sono scomparsi si registrano, infatti, forti scompensi agli ecosistemi, venendo a mancare molte specie di predatori regolatori delle popolazioni di specie fitofaghe, come anfibi, rettili ma soprattutto invertebrati, con una forte perdita di biodiversità e maggiore pressione sulle coltivazioni agricole.

**Facendo riferimento specificatamente agli obiettivi ecologici di risultato dichiarati nella proposta LIFE (Par. “Obiettivi”)** si può preliminarmente concludere che:

- **Macrofite**: le azioni previste dal progetto di riqualificazione della Cavata Orientale permetteranno di incrementare la presenza di macrofite (idrofito ed elofite) nel canale. Le positive ricadute ambientali legate alla presenza di vegetazione in alveo saranno quindi innumerevoli: la comunità vegetale acquatica fornisce, infatti, risorse alimentari, ambienti di rifugio e substrati a una ricca varietà di vertebrati e invertebrati e può permettere perciò al canale di ospitare un numero elevato di specie e di sviluppare comunità animali e vegetali più stabili. Le foglie e gli steli della vegetazione costituiscono inoltre un esteso substrato, che favorisce la colonizzazione da parte del perifiton, cioè dell’insieme di alghe, batteri, protozoi, detriti organici e particelle di carbonato di calcio che costituiscono un biofilm in grado di decomporre la sostanza organica presente nell’acqua, di assimilare i nutrienti e di favorire la trasformazione dell’azoto nitrico disciolto in azoto gassoso: la presenza delle piante acquatiche all’interno dell’alveo favorisce quindi la depurazione naturale delle acque e attenua così gli effetti dell’inquinamento in esse presente. La presenza di vegetazione acquatica al piede di sponda ha inoltre benefici effetti nei confronti del dissesto spondale e può permettere di diminuire le necessità di ripresa frane e consolidamento spondale



- Fauna ittica: gli interventi previsti rappresentano un'importante diversificazione dell'ipervolume ecologico disponibile. Alla elevata diversità ambientale è, infatti, generalmente legata la presenza di popolazioni ittiche ben strutturate ed associate localmente a formare delle comunità complesse e funzionali. In particolare, a seguito dello sbancamento, la prevista area a canneto e cariceto può dare luogo ad un mosaico di habitat marginali e di rifugi utilizzabili come *nursery* da tutta la comunità ittica e colonizzabili da specie di piccola taglia. La prevista colonizzazione dell'alveo di magra da parte di elofite può invece costituire un intricato sistema di rifugi per la fauna ittica adulta. I rifugi sono aree che permettono ai pesci di proteggersi dai predatori, compiendo un minimo sforzo per rimanere in equilibrio, generalmente, contro corrente. Il miglioramento della diversità ambientale rappresenta dunque l'opportunità per una migliore condizione biologica delle specie ittiche e può rappresentare l'opportunità per la colonizzazione stabile di altre specie eventualmente presenti nei corpi idrici connessi al Cavata Orientale o appositamente immesse in loco. Considerando che il monitoraggio della fauna ittica ha messo in evidenza come lungo il canale la presenza di pesci sia occasionale e probabilmente dovuta all'immissione di acqua durante la stagione irrigua provenienti dal Canale V°, occorre valutare la possibilità di una reimmissione controllata di specie ittiche autoctone nel canale per favorirne la ricolonizzazione, una volta ricreati gli habitat idonei e una volta assicurato un regime idrico adeguato.
- Vegetazione riparia: la creazione di una cortina arboreo-arbustiva nella parte alta della sponda e nella cassa permetterà di aumentare notevolmente la biodiversità vegetale creando un corridoio/nodo ecologico, assieme alla via d'acqua, di notevole importanza in un territorio dove sono prevalentemente presenti agroecosistemi estremamente semplificati e banali dal punto di vista ecologico
- Anfibi: la fascia di macrofite che potrà essere mantenuta e ampliata nell'alveo di magra permetterà la formazione di gradienti di velocità della corrente (più lenta in corrispondenza delle specie vegetali), i quali creeranno migliori condizioni per la deposizione delle uova agli anfibi, garantendo al contempo una maggiore protezione alle larve dai predatori grazie alla permanenza della copertura vegetale ove trovare rifugio. La copertura ad elofite che sarà invece ampliata e mantenuta al piede di sponda risulterà particolarmente favorevole agli anfibi, mantenendo le condizioni di umidità e ombreggiamento adatte per la fase terrestre e consentendo loro di cacciare mantenendosi al riparo dalla vista dei predatori. Lungo il canale è però stato rilevato un elevato numero di esemplari di Gambero rosso della Louisiana che, come indicato nella relazione specialistica allegata ("Relazione anfibi"), riduce notevolmente la possibilità di colonizzazione da parte degli anfibi in quanto predatore di uova e girini. In questo caso,



come indicato al Par. "Proposte operative atte a favorire la presenza di anfibi lungo i canali", occorre preliminarmente procedere all'eradicazione dal canale del suddetto Gambero.

- Indice di funzionalità fluviale: l'insieme degli interventi previsti lungo il canale permetterà di incrementare la funzionalità ecologica dello stesso, grazie in particolare alla diversificazione degli habitat acquatici e terrestri e all'incremento sia della sezione dell'alveo con morfologia "naturalistica" sia dell'estensione della copertura arboreo-arbustiva dello stesso.



## 10 Stima degli effetti idraulici dell'intervento

La progettazione dell'intervento di riqualificazione della Cavata Orientale è supportata dalla realizzazione di una modellizzazione degli effetti idraulici delle azioni proposte, nell'ambito dell'azione A.1 "Approfondimenti idraulici e indagini geologiche, archeologiche e caratterizzazione terre".

Si presentano di seguito in sintesi i risultati della simulazione preliminare effettuata, rimandando all'Allegato "Relazione idraulica" per ulteriori dettagli.

Le simulazioni di seguito descritte hanno avuto diversi obiettivi, ovvero:

- verificare l'efficienza della cassa di espansione per i diversi tipi di evento meteorico (precipitazioni intense e concentrate nel tempo o precipitazioni meno intense ma di maggior durata) e in relazione a diversi tempi di ritorno degli stessi
- verificare il grado di sicurezza idraulica lungo il reticolo che sarà interessato dalla costruzione del nuovo scolmatore
- stimare i tempi di permanenza all'interno della cassa delle portate di piena scolmate.

In sostanza si tratta di verificare che le dimensioni della cassa, precedentemente definite congiuntamente con AIMAG SPA, permettano di contenere le portate di piena immesse dallo scolmatore nel sistema idraulico Cavata Orientale-Cassa di espansione, e che non ci siano esondazioni lungo la Cavata Orientale.

Sono inoltre state considerate le necessità di scolo dei terreni agricoli confinanti con la cassa e con il tratto di Cavata Orientale che verrà arginato, al fine di valutare l'entità dei deflussi superficiali e le possibili soluzioni per il loro smaltimento.

Il modello idraulico del canale Cavata Orientale utilizzato è stato costruito sulla base del modello costruito da AIMAG SPA spa nell'ambito della relazione tecnica dello "Studio di fattibilità per la sistemazione del sistema fognario e di bonifica a servizio dei quartieri urbani sud-orientali della città di Carpi". In questo modello viene infatti considerata la confluenza del nuovo Scolmatore AIMAG SPA e la presenza della cassa di espansione nel tratto di monte della Cavata Orientale.

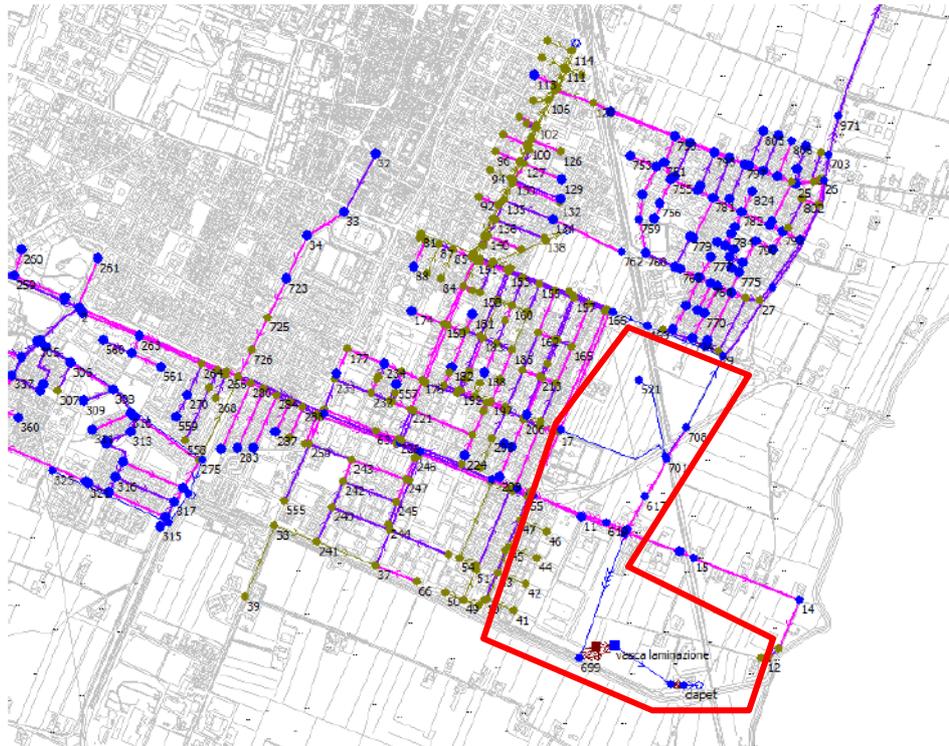


Figura 67: Schema della rete idraulica simulata nel modello di AIMAG SPA. Il riquadro rosso racchiude la porzione di modello che interessa la Cavata Orientale.

In questo lavoro si è considerato solo il sistema costituito dal tratto terminale del nuovo collettore AIMAG in progetto, il tratto di Cavata Orientale che va dalla sua origine al tratto tombato di circa 400 m posto a valle della ferrovia, restringimento e tubazione in PVC (Dn 600) a valle dello scolmatore AIMAG, la cassa di espansione collocata in prossimità dell'origine della Cavata Orientale, e lo scarico di connessione tra la cassa e il Canale V °. Di seguito sono descritti i vari elementi che compongono il sistema.

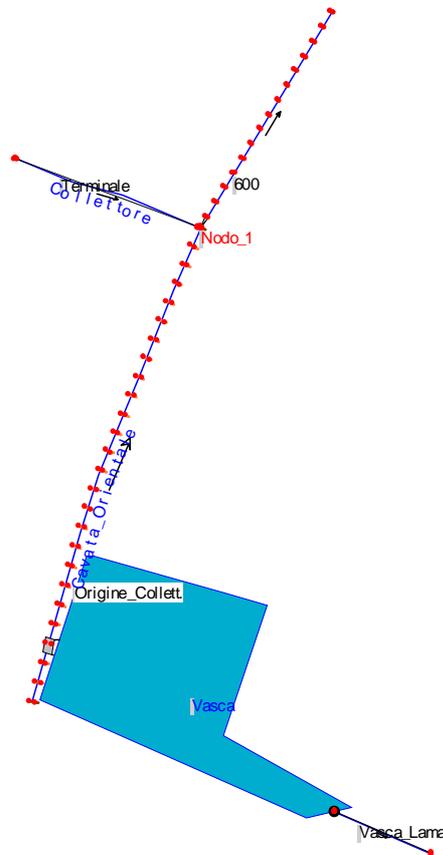


Figura 68: Modello HEC-RAS per la simulazione del funzionamento del sistema Scolmatore AIMAG SPA-Cavata Orientale-cassa di espansione

- Cavata Orientale: è stato modellato il tratto che va dall'origine fino a circa 400 m a valle del sottopasso della ferrovia. La sezione è variabile: con riferimento a Figura 69, il tratto a pelo libero a monte di via Lama è stato modellato con le sezioni di progetto (a), il restringimento Dn 600 mm e la successiva tubazione di lunghezza pari a 5 m a valle dello scolmatore AIMAG attraverso un'unica tubazione con Dn = 600 mm (b), il tratto a valle presenta una sezione trapezia a pelo libero per circa 300 m (c) che arriva fino alla ferrovia, dopo la quale seguono nell'ordine un tratto tombato con tubazione circolare in c.a. con Dn = 1200 mm lungo 118 m (d), un tratto tombato in uno scatolare in c.a. 150 x 130 cm per una lunghezza di 297 m (e), un salto di 54 cm in corrispondenza di via Aldo Moro, e un ulteriore scatolare in c.a. 150 x 130 di lunghezza 215 m e pendenza 0.0022 al termine del quale è stata impostata la condizione al contorno di moto uniforme (e).

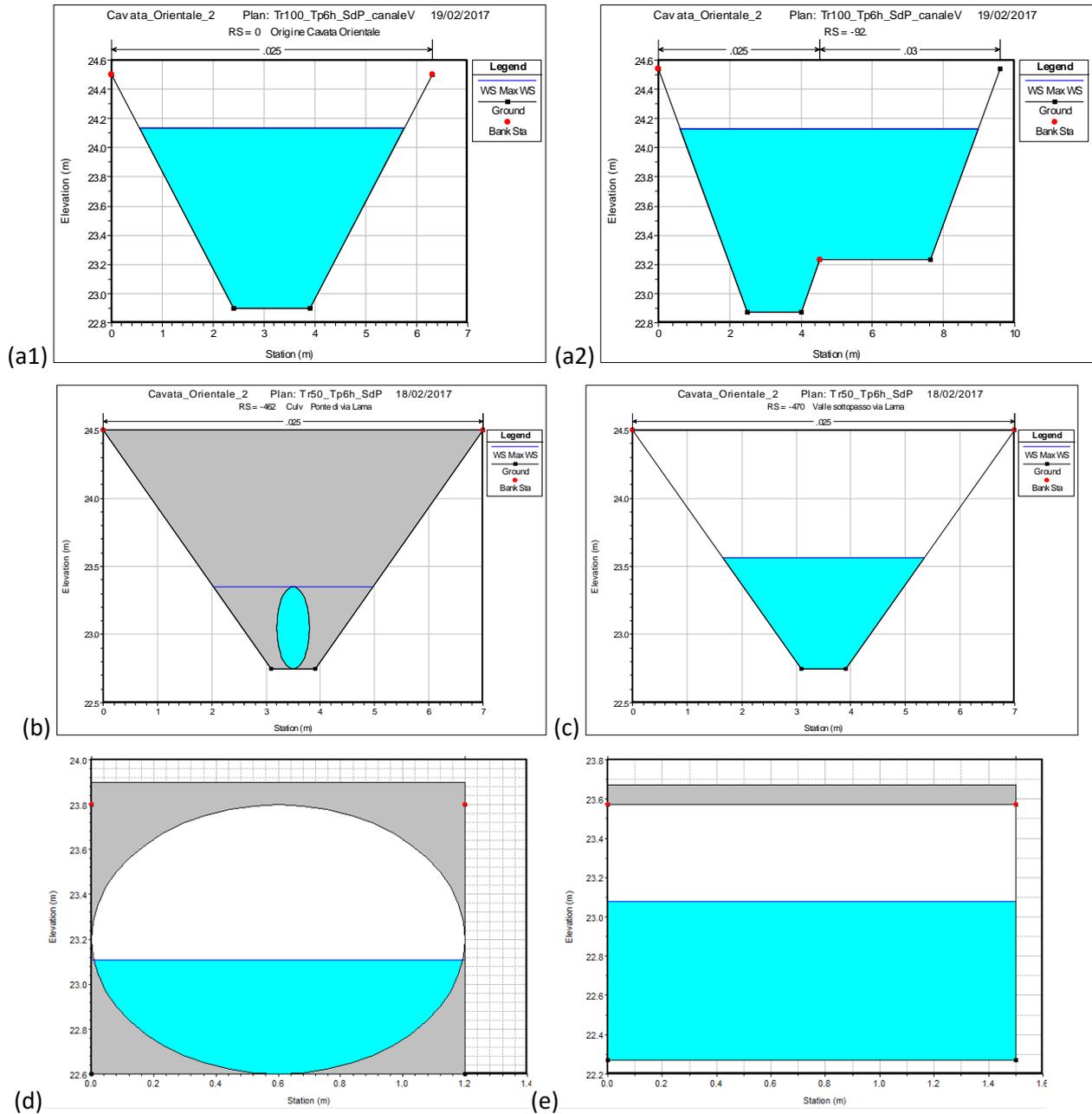


Figura 69: Cavata Orientale: sezioni rappresentative del tratto modellato. (a1) e (a2) sezioni di progetto a monte di via Lama; (b) restringimento a valle dello scolmatore AIMAG mediante una tubazione Dn600; (c) sezione trapezia a valle di via Lama con larghezza del fondo di 80 cm e pendenza delle sponde 1V/1H; (d) tubazione Dn1200 che sottopassa la ferrovia; (e) prosecuzione del tratto tombato con scatolari 150 x 130 cm.



- Nuovo Scolmatore AIMAG SPA: si tratta in sostanza della condizione al contorno di monte del sistema simulato, ed è stato quindi modellato solamente in relazione al tratto terminale, per una lunghezza di 500 m. La sezione del collettore è rettangolare, alta 0.75 m e larga 2.5 m. All'origine di questo scatolare è prevista una soglia di fondo alta 50 cm, che determina la ripartizione delle portate di piena e quindi la quota parte di deflusso che verrà smaltito nella Cavata Orientale. Lo scolmatore confluisce nella Cavata Orientale poco a valle del sottopasso di via Lama.

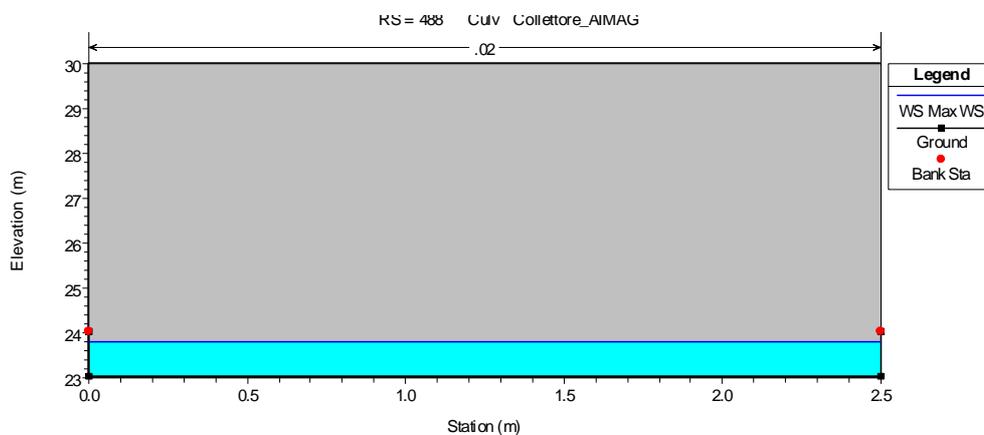


Figura 70: Sezione del nuovo Scolmatore AIMAG SPA in progetto

- cassa di espansione: è stata schematizzata come una “storage area”, ovvero un’area il cui funzionamento è regolato da una curva livello-volume, costruita in base all’estensione dell’area stessa. La cassa è connessa alla Cavata Orientale tramite uno sfioratore laterale, che permette il riempimento della cassa per effetto di rigurgito quando la Cavata Orientale viene riempita dalla portata in arrivo dallo scolmatore AIMAG. Lo sfioratore è lungo 15 m, e ha quota 23.20 m slm, ovvero circa 30 cm più in alto rispetto al fondo della Cavata in quel tratto. Infine, la cassa è connessa al canale Carpi V° tramite una condotta di diametro 800 mm. Lo sbocco nel canale Carpi V° rappresenta la condizione al contorno di valle del sistema, ed è stato fissato ipotizzando un pelo libero a quota costante pari a 23.20 m slm., ovvero alla quota del pelo libero massima che ci si attende nel canale Carpi V° in caso di piena (la quota irrigua raggiunge invece quota 22,80 m slm.).

La prima analisi eseguita ha riguardato la verifica del dimensionamento del sistema idraulico “Cavata Orientale riquilificata- Cassa di espansione” mediante la realizzazione di 17 simulazioni corrispondenti a diversi tempi di pioggia e con diversi tempi di ritorno, a metodi idrologici diversi e a un evento reale.



In particolare si sono simulati eventi con tempo di ritorno di 25 e 50 anni nonché un evento reale (2007), corrispondenti ad eventi piovosi critici ma non estremi; per ulteriore sicurezza il sistema idraulico è stato verificato anche in relazione ad eventi estremi molto rari, con tempo di ritorno pari a 100 anni.

Le simulazioni hanno utilizzato come condizione al contorno di monte la portata in uscita dal nuovo scolmatore AIMAG, fornita da AIMAG SPA come risultato dell'uso del modello complessivo della rete in dotazione (si veda l'allegato "Relazione idraulica" per ulteriori dettagli).

Anche per i parametri di scabrezza e per la taratura del modello si è fatto riferimento ai risultati AIMAG spa relativi alle varie componenti del modello stesso.

Gli idrogrammi di piena presi in considerazione sono stati forniti da AIMAG spa con la specificazione che *"le simulazioni del reticolo fognario di Carpi... hanno un valore indicativo in quanto eseguite con un modello non tarato e non calibrato"* (Allegato " ").

Il Consorzio ha ritenuto comunque di utilizzare tali informazioni per eseguire ulteriori verifiche del funzionamento del sistema Cassa di espansione-Cavata Orientale, in quanto:

- il modello INFOWORKS utilizzato da AIMAG per ricavare gli idrogrammi di piena dello scolmatore è impiegato dalla stessa per verificare e dimensionare il funzionamento del reticolo fognario gestito
- come specificato al Par. "Motivazioni e iter progettuale", il dimensionamento dello scolmatore e della cassa di espansione sono stati definiti congiuntamente tra AIMAG e Consorzio grazie all'utilizzo del medesimo software

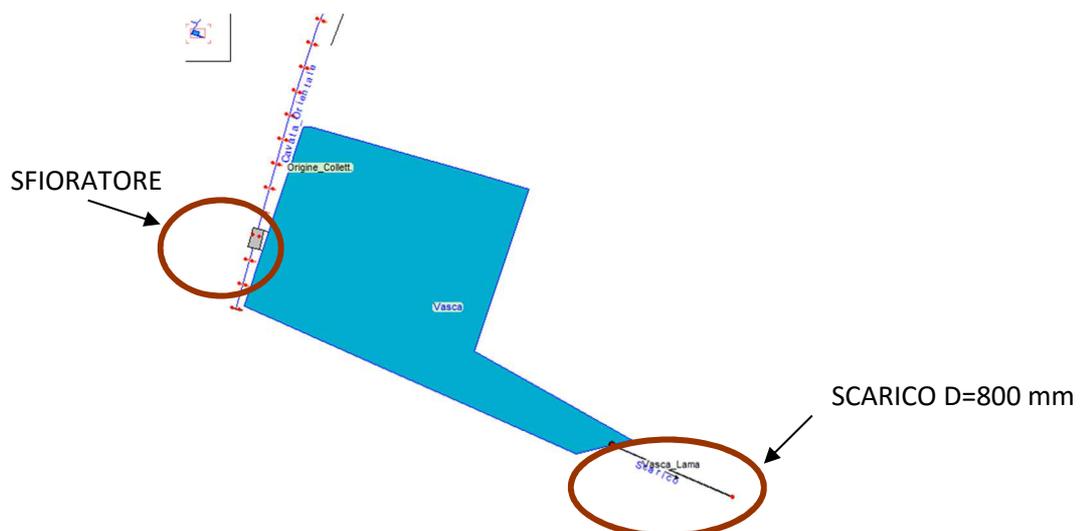


Figura 71: Dettaglio dello schema della vasca di laminazione, dello sfioratore e dello scarico nel Canale V.



Le portate simulate sono riportate di seguito e corrispondono alle seguenti piogge:

- Tempo di ritorno 25 anni:
  - o Tempo di pioggia = 2 ore
  - o Tempo di pioggia = 4 ore
  - o Tempo di pioggia = 6 ore
  - o Tempo di pioggia = 8 ore
  - o Tempo di pioggia = 10 ore
- Tempo di ritorno 50 anni:
  - o Tempo di pioggia = 2 ore
  - o Tempo di pioggia = 4 ore
  - o Tempo di pioggia = 6 ore
  - o Tempo di pioggia = 8 ore
  - o Tempo di pioggia = 10 ore
- Applicazione del metodo Chicago con durata di pioggia pari a 1 ora
- Simulazione dell'evento reale del 12 giugno 2007

Per ognuna di queste portate si è verificato che il sistema funzionasse correttamente, senza tracimazioni nella cassa di espansione o esondazioni lungo la Cavata Orientale. Si sono inoltre ricavate le portate transitanti nei vari elementi del sistema, al fine di determinare quali siano i volumi entranti nella cassa di espansione.

La seconda analisi ha permesso di verificare la possibilità di scolo dei terreni agricoli afferenti alla Cavata Orientale e alla cassa di espansione, nelle due condizioni più gravose individuate nella prima fase dell'analisi, ovvero Tr pari a 50 e 100 anni, con durata della pioggia pari a 6 ore.



**I risultati delle simulazioni, riportati in dettaglio nell'allegato "Relazione idraulica", permettono di concludere che:**

- **Per eventi simili a quello realmente verificatosi nel giugno del 2007, e per eventi con tempo di ritorno pari a 25 o 50 anni, non si verificano esondazioni nel sistema idraulico "Cavata Orientale riquilificata – cassa di espansione". Si ritiene in ogni caso utile arginare la Cavata Orientale anche a valle del ponte di via Lama, così da portare la quota di tutto il sistema idraulico in progetto (Canale e Cassa di espansione) alla medesima quota di 24.50 m slm**
- **È mantenuta la possibilità di scolo dei terreni agricoli afferenti alla Cavata Orientale e alla cassa di espansione, spostando il loro recapito a valle del ponte di via Lama come descritto nel progetto definitivo (ad eccezione dei terreni posti a ridosso del punto di scarico della cassa di espansione, che verranno recapitati direttamente all'interno della tubazione di scarico DN 800 mm mediante valvola a clapet)**
- **Non si verificano esondazioni nello Scolo Gargallo nelle situazioni in cui Cavata Orientale e cassa di espansione risultano invase**

Oltre al funzionamento della cassa nelle 12 situazioni critiche sopra descritte, AIMAG spa ha verificato il funzionamento del sistema scolmatore-cavata orientale-cassa di espansione rispetto agli eventi piovosi reali che hanno interessato l'area nel corso del 2014, così da verificarne il funzionamento in un anno particolarmente piovoso ma non critico.

L'analisi ha messo in evidenza che la cassa, nel caso fosse stata presente nel 2014 nell'assetto ora in progetto insieme allo scolmatore e alla Cavata Orientale risezionata, si sarebbe riempita 5 volte con livelli uguali o superiori ai 10 cm e altre 10 volte con livelli compresi tra 4 e 10 cm, con un tempo di riempimento e svuotamento di circa 1 giorno ad evento (figure seguenti).

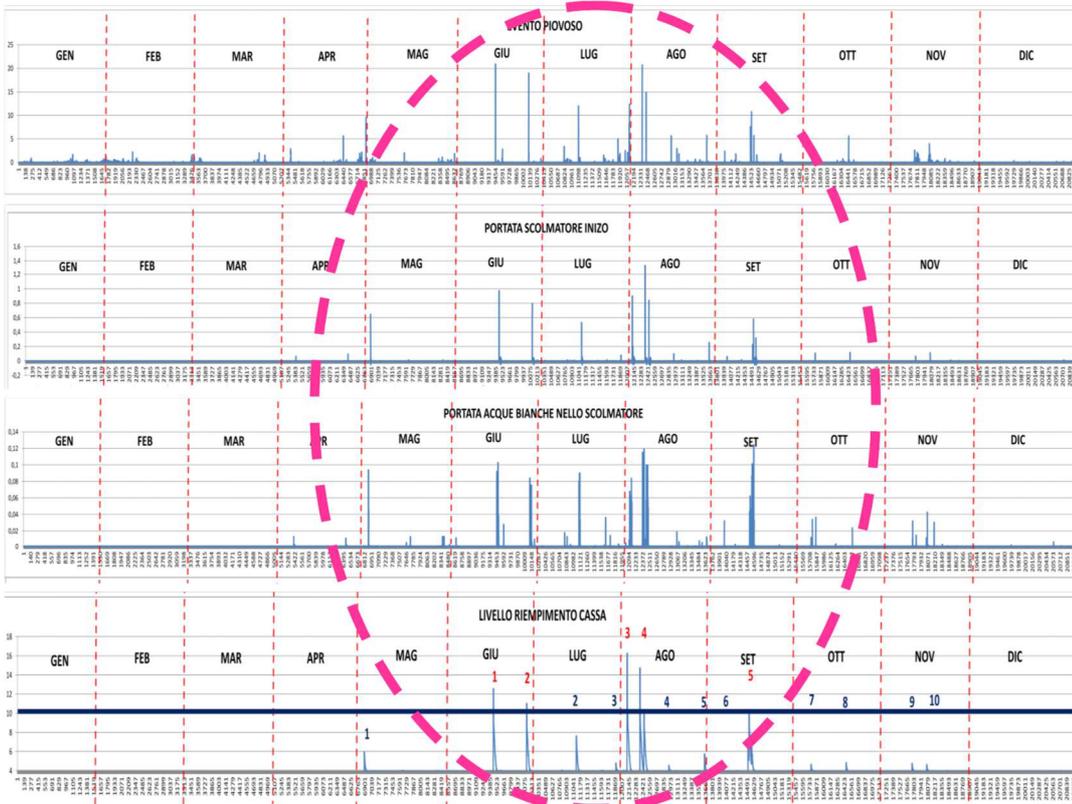


Figura 72 – Eventi piovosi registrati nell’area di interesse nel corso del 2014 (grafico 1), corrispondente portata presente in testa allo scolmatore (grafico 2) e immessa nello stesso lungo il tracciato dai recapiti delle acque raccolte a livello stradale (grafico 3) e livello di riempimento della cassa (grafico 4), con indicato in blu il livello corrispondente a 10 cm di invaso

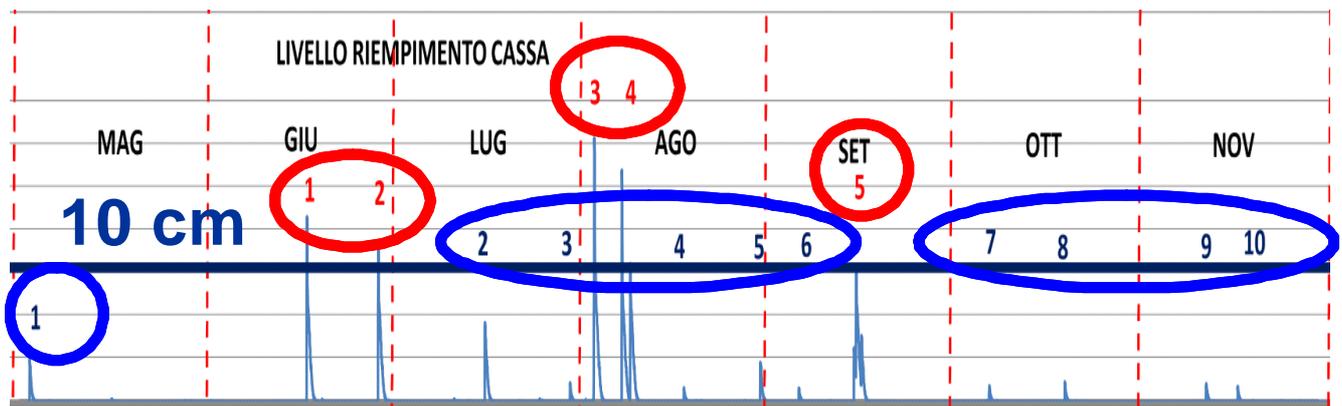


Figura 73 – Livello di riempimento della cassa nel in relazione agli eventi piovosi del 2014 (in rosso quelli che superano i 10 cm, in blu quelli al di sotto di tale livello).

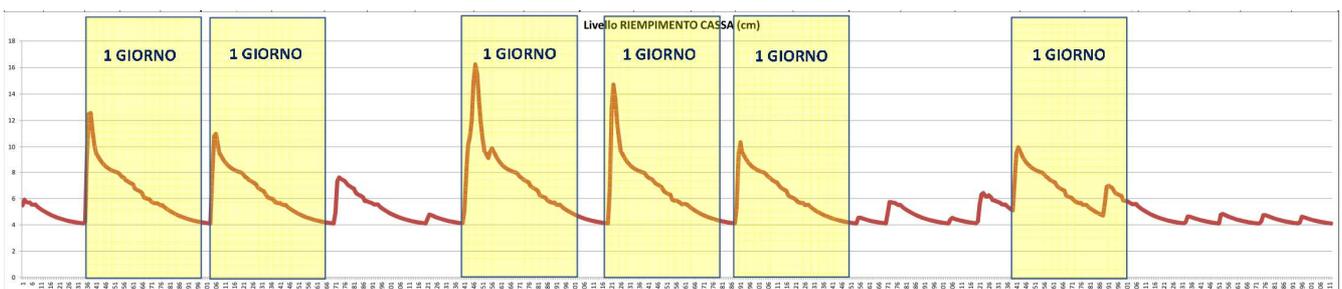


Figura 74 – Durata dei 15 eventi di riempimento e svuotament della cassa indicate nella figura precedente



## 11 Stima degli effetti sulla qualità dell'acqua

La stima degli effetti sugli abbattimenti di carico inquinante, in particolare di azoto, dovuto agli interventi di riqualificazione del canale, e in particolare all'aumento della fascia di specie elofitiche (Par. "Conservazione ed estensione delle formazioni vegetali elofitiche"), è stato effettuato sulla base delle ultime ricerche disponibili, come riportato nell'allegato "Relazione aspetti naturalistici e fitodepurativi della cassa" al capitolo "Fitodepurazione nei canali riqualificati".

I processi di autodepurazione a carico della vegetazione acquatica e riparia che avvengono lungo i corsi d'acqua naturali sono noti da tempo: numerosi studi hanno dimostrato sperimentalmente che i canali che presentano una buona fascia riparia di macrofite acquatiche hanno la capacità di abbattimento di inquinanti notevolmente superiore ad un canale privo di vegetazione. Da qui la necessità di una gestione innovativa dei canali di bonifica che sappia conciliare le esigenze idrauliche con il mantenimento della vegetazione soprattutto acquatica e che il progetto qui presentato fa propria.

Rispetto ad un sistema di fitodepurazione artificiale del tipo *constructed wetland* (zone umide costruite), che di fatto è isolato, un canale di bonifica si presenta come un sistema aperto in cui gli imput da inquinamento diffuso sono difficilmente quantificabili. Infatti un canale di bonifica riceve le acque di dilavamento dei terreni circostanti (*run off* agricolo) ed è spesso in stretta connessione con la falda freatica. Tuttavia, studi molto recenti dell'Università degli Studi di Parma e Ferrara sono riusciti a quantificare sperimentalmente la quantità di azoto abbattuta dal sistema per denitrificazione. Infatti, il più importante processo per la rimozione dell'azoto è quello della denitrificazione, che ha come prodotto terminale l'azoto molecolare gassoso che, passando in modo irreversibile all'atmosfera, rappresenta una diminuzione netta del carico di azoto preente nelle acque. **Gli studi dell'Università di Ferrara presso i canali di bonifica hanno stimato che 1 ha fascia di vegetazione acquatica è in grado di rimuovere 150-560 kg di azoto in un anno** (si veda l'allegato sopra citato per ulteriori dettagli).

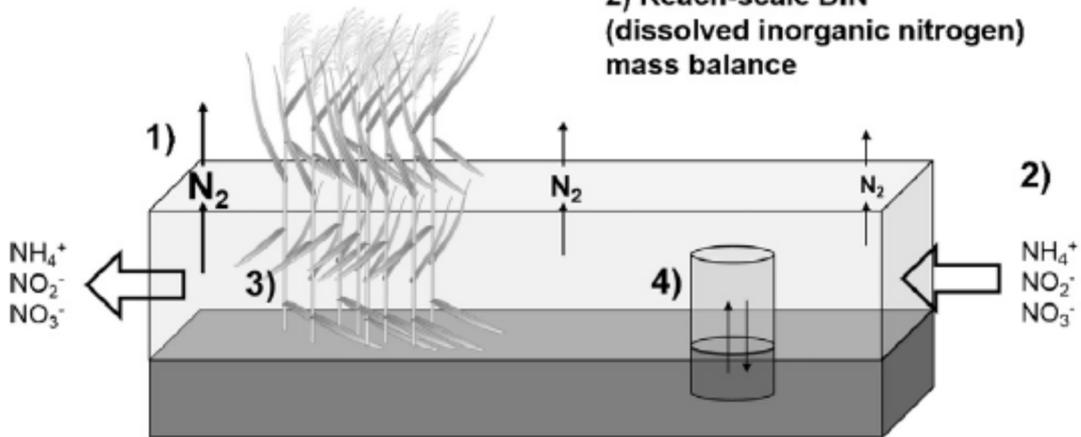
Sulla base di questo dato è possibile fare delle previsioni quantitative sull'incidenza di rimozione che ogni intervento di riqualificazione del LIFE RINASCE avrà rispetto alla rimozione dell'azoto.

**Nel caso della Cavata Orientale, supponendo una fascia di elofite interessate in modo mediamente continuo dall'acqua di larghezza variabile tra 1 e 2 m a seconda del periodo dell'anno, per una lunghezza pari a 750 m (tratto di intervento), si ottiene una superficie di 0,075-0,15 ha che, sulla base degli abbattimenti potenziali sopra indicati (150-560 kg di azoto per anno e per ettaro), portano ad un'eliminazione di azoto dall'acqua pari al massimo a 80 kg all'anno grazie all'intervento previsto.**



1)  $N_2$  and  $N_2O$  open-channel method

2) Reach-scale DIN  
(dissolved inorganic nitrogen)  
mass balance



3) N stored in vegetation biomass    4) Incubations of intact sediment cores

Figura 75 - Schema del metodo sperimentale di investigazione della perdita di azoto per denitrificazione (Castaldelli G., Soana E., Racchetti E., Vincenzi F., Fano E.A., Bartoli M., 2015. *Vegetated canals mitigate nitrogen surplus in agricultural watersheds*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 212 (2015) 253–262)



## 12 Fattibilità tecnica e normativa dell'intervento

Nel presente capitolo si analizza preliminarmente la fattibilità degli interventi proposti dal punto di vista tecnico e della compatibilità con gli strumenti pianificatori vigenti.

### 12.1 Coerenza con la pianificazione e le norme vigenti

#### Coerenza con il PTCP della Provincia di Modena

Si riporta di seguito una disamina dei vincoli di interesse nel tratto di intervento della Cavata Orientale presenti nel PTCP della Provincia di Modena.

- **Tavola 1.1 – Tutele risorse paesistiche e storico-culturali**

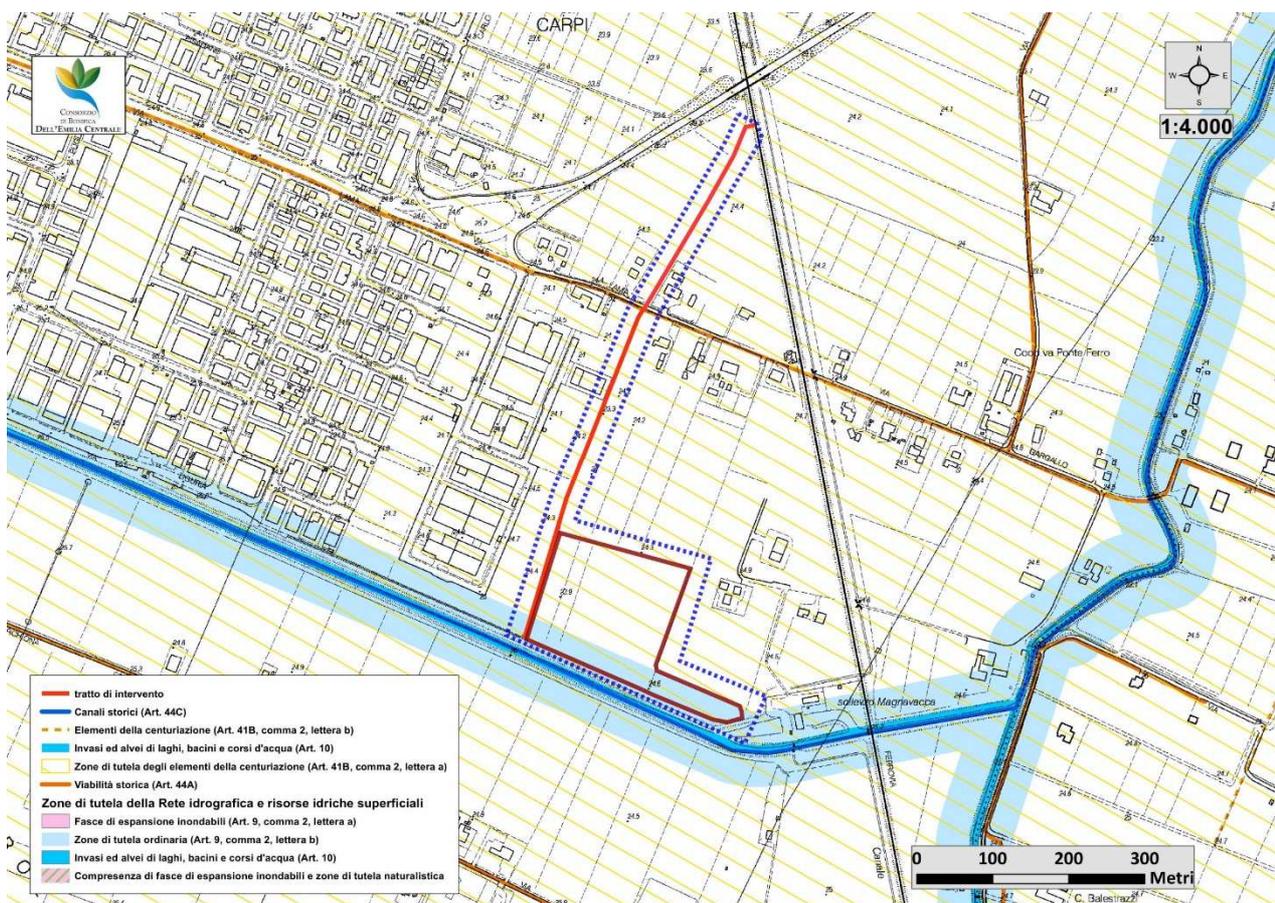


Figura 76 — PTCP Provincia di Modena, Tavola 1.1 “Tutele risorse paesistiche e storico culturali” (in blu tratteggiato l’area di intervento indicativa)



Nella tavola 1.1 del PTCP (Figura 76) sono riportate le seguenti tutele in relazione alla Cavata Orientale:

1) Zone di tutela dei caratteri ambientali di laghi, bacini e corsi – Zone di tutela ordinaria (art.9, comma 2, lettera b, delle Norme Tecniche di Attuazione)

Questa zone costituiscono ambiti appartenenti alla regione fluviale, intesa quale porzione del territorio contermina agli alvei di cui all'art.10 e caratterizzata da fenomeni morfologici, idraulici, naturalistico-ambientali e paesaggistici connessi all'evoluzione attiva del corso d'acqua o come testimonianza di una sua passata connessione. In tali zone il PTCP persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene e la conservazione e il miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali e storico-culturali direttamente connesse all'ambito fluviale per garantire la sicurezza idraulica e la tutela e valorizzazione delle risorse naturali e paesistiche.

Le disposizioni presenti nell'art.9, in particolare al comma 11, lettera e, prevedono che “Nelle zone di tutela ordinaria di cui al comma 2, lett. b., fermo restando quanto specificato ai commi 8 e 9, sono comunque consentiti:

- e) la realizzazione di infrastrutture tecniche di bonifica montana e di difesa del suolo, di canalizzazioni, di opere di difesa idraulica e simili, nonché le attività di esercizio e di manutenzione delle stesse.”

Il comma 11 prevede inoltre che:

“Gli interventi di difesa idraulica e di manutenzione di invasi ed alvei hanno lo scopo di mantenere l'efficienza idraulica e la piena funzionalità delle opere di difesa essenziali alla sicurezza idraulica e garantire la funzionalità e la continuità ecologica degli ecosistemi la conservazione e l'affermazione delle biocenosi autoctone; di migliorare le caratteristiche naturali dell'alveo, salvaguardando la vegetazione di ripa, con particolare riguardo alla varietà, alla tutela degli habitat caratteristici. Tali interventi devono in ogni caso attenersi a criteri di basso impatto ambientale e ricorrere, ogni qualvolta possibile, all'impiego di tecniche di ingegneria naturalistica, ai sensi della Direttiva Regionale approvata con Deliberazione della Giunta Regionale n. 3939 del 06/09/1994”.

Al comma 21 si prevede inoltre che:



“Negli ambiti di cui al comma 2 in coerenza con quanto disposto dal Titolo 6 del presente Piano gli strumenti di Pianificazione e programmazione provinciale e gli strumenti di Pianificazione comunale incentivano:

- a) la costituzione di parchi fluviali e lacuali, che ricomprendano ambienti (inclusi i terrazzi fluviali idraulicamente connessi ai corsi d’acqua), i cui caratteri naturali siano ben conservati, o qualora fortemente modificati dall’opera dell’uomo, ne prevedano la loro rinaturalizzazione;
- b) la riattivazione o la ricostituzione di ambienti umidi, il ripristino e l’ampliamento delle aree a vegetazione spontanea;
- c) gli interventi finalizzati alla riqualificazione ecologica ed ambientale della regione fluviale, la protezione degli ecosistemi relittuali, degli habitat esistenti e delle aree a naturalità elevata;
- d) il mantenimento di aree demaniali e di proprietà pubblica al lato dei corsi d’acqua, in quanto tali aree hanno un rilevante valore ecologico ed ambientale intrinseco compresi i beni immobili patrimoniali pubblici, anche se non più inondabili, già di pertinenza fluviale;
- e) la realizzazione di opere di sistemazione idraulica, quali argini o casse di espansione ed ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali in coerenza con l’assetto di progetto dell’alveo definito dalle Autorità idrauliche competenti;
- f) gli interventi finalizzati a ridurre la vulnerabilità degli insediamenti e delle infrastrutture eventualmente presenti;
- g) il recupero e mantenimento di condizioni di naturalità, salvaguardando le aree sensibili e i sistemi di specifico interesse naturalistico e garantendo la continuità ecologica del sistema fluviale;
- h) la progressiva riduzione e rimozione dei fattori di degrado ambientale e paesaggistico presenti;
- i) la salvaguardia e valorizzazione delle pertinenze storiche lungo i corpi idrici, in particolare ville padronali, edifici e manufatti di interesse tipologico, la cui funzione sia storicamente legata al corso d’acqua, quali ponti, vecchi mulini, chiuse, ecc.;
- j) la conservazione degli elementi del paesaggio agrario, la cura dei terreni agricoli e forestali abbandonati.



Tutti gli interventi di rinaturazione devono assicurare la funzionalità ecologica, la compatibilità con l'assetto delle opere idrauliche di difesa, la riqualificazione e la protezione degli ecosistemi relittuali, degli habitat esistenti e delle aree a naturalità elevata, la tutela e la valorizzazione dei contesti di rilevanza paesistica. Ogni intervento di rinaturazione previsto deve essere definito tramite un progetto da sottoporre ad apposita autorizzazione amministrativa. Ai fini dell'adozione del provvedimento l'Amministrazione o il soggetto competente al rilascio dell'autorizzazione trasmette il progetto alla Provincia, la quale, ai sensi delle presenti Norme e soLamante a seguito del raggiungimento dell'Intesa con l'Autorità di Bacino del Fiume Po che assegna al PTCP il valore di PAI, esprime una valutazione tecnica vincolante di compatibilità del progetto medesimo rispetto alla pianificazione di bacino, tenuto conto degli strumenti di pianificazione e gestione delle aree protette eventualmente presenti. Qualora gli interventi prevedano l'asportazione di materiali inerti, nei limiti previsti dall'art. 2 della L.R.17 del 18 luglio 1991 e s.m.i., i progetti devono contenere la quantificazione dei volumi di materiale da estrarre e la comprovata indicazione circa la condizione giuridica dei terreni interessati, precisando se gli stessi fanno parte o meno del demanio pubblico. Gli interventi di riqualificazione ambientale e di rinaturazione ricadenti nei territori di aree protette devono essere predisposti e/o realizzati di concerto con l'ente gestore. Ai fini dell'attuazione delle norme del presente comma i progetti e gli interventi di riqualificazione ambientale e di rinaturazione devono essere redatti sulla base della "Direttiva per la definizione degli interventi di rinaturazione di cui all'art. 36 delle Norme del PAI" (allegata alla Deliberazione C. I. dell'Autorità del Bacino del Po n. 8/2006 del 5 aprile 2006), con particolare riferimento alle aree demaniali che ricadono entro un'area di esondazione in cui è prioritaria l'applicazione delle misure della direttiva regionale di cui all'art. 36 comma 2 delle Norme del PTA regionale (art. 13B, comma 5 delle presenti Norme)."

2) Zona di tutela degli elementi della centuriazione (Art. 41B, comma 2, lettera a delle NtA)

Nella Zona di tutela degli elementi della centuriazione, è consentita, purché debitamente motivata, la realizzazione di infrastrutture tecniche di difesa del suolo, di canalizzazione, di opera di difesa idraulica e simili, nonché le attività di esercizio e di manutenzione delle stesse (Art. 41B, comma. 7, comma d). E' fatto divieto di alterare le caratteristiche essenziali degli elementi della centuriazione come indicati al comma 1; qualsiasi intervento di realizzazione, ampliamento e rifacimento di infrastrutture viarie e canalizie deve possibilmente riprendere l'orientamento degli elementi lineari della centuriazione (Art. 41B, comma 6, lettera a).



• Carta 1.2 – Tutela delle risorse naturali, forestali e della biodiversità del territorio

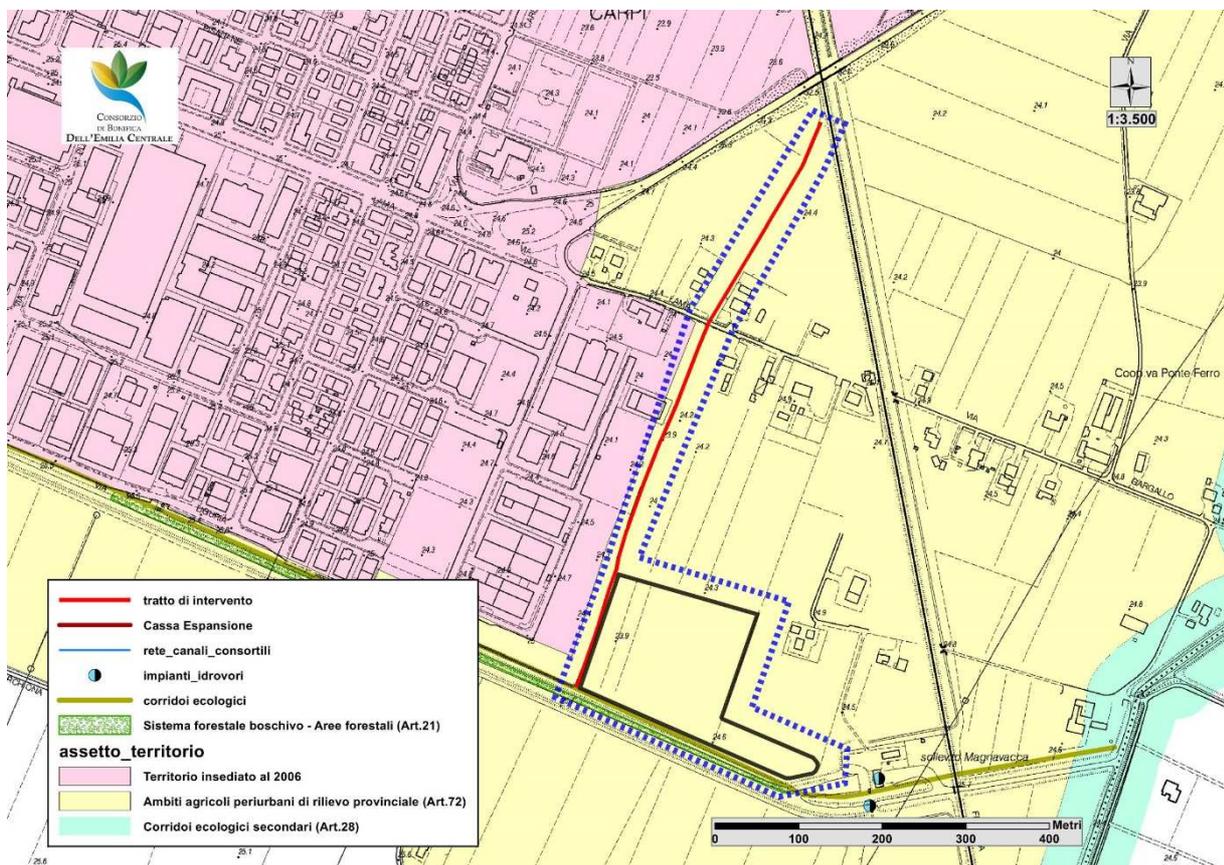


Figura 77 — PTCP Provincia di Modena, Carta 1.2 Tutela delle risorse naturali, forestali e della biodiversità del territorio (in blu tratteggiato l'area di intervento indicativa)

Nella Carta 1.2 del PTCP sono riportate le seguenti tutele in relazione alla Cavata Orientale:

1) Ambiti agricoli periurbani di rilievo provinciale (art. 72 delle NtA)

1. Gli ambiti rurali periurbani di rilievo provinciale, sono definiti, ai sensi dell'art.A-20 della. L.R. 20/2000, le parti del territorio provinciale ai margini dei sistemi insediativi urbani, che svolgono o possono svolgere funzioni di mitigazione ambientale e di integrazione funzionale tra sistema urbano e sistema produttivo agricolo.

2. Entro gli ambiti agricoli periurbani, ed in particolare entro gli ambiti di interesse provinciale identificati nelle Carte n. 1.2 e n. 4, il PTCP persegue i seguenti obiettivi:



- il mantenimento o l'insediamento di attività agricole ad elevato grado di compatibilità con gli insediamenti urbani;
  - il miglioramento della qualità ambientale urbana, attraverso la realizzazione di dotazioni ecologiche e di servizi ambientali, e l'eventuale trasferimento di attività non compatibili presenti in questi ambiti;
  - la promozione di attività integrative del reddito agrario (strutture ricreative e per il tempo libero, strutture agrituristiche, ecc.);
  - la promozione dell'agricivismo, inteso come utilizzo [gestione] delle attività agricole in zone urbane per migliorare la vita civica e al qualità ambientale/paesaggistica.
3. Corridoio ecologico (in questo caso il Canale Quinto ad uso prevalentemente irriguo): elemento della rete ecologica, non verrà modificato negativamente dagli interventi in oggetto, e risulterà strutturale per l'inserimento paesaggistico ed ecologico della futura cassa di espansione in progetto.

**Alla luce dell'analisi effettuata si conferma quindi la coerenza del progetto di riqualificazione della Cavata Orientale con quanto previsto dal PTCP.**

**Si evince inoltre che il progetto di riqualificazione della Cavata Orientale dovrà essere sottoposto ad apposita autorizzazione amministrativa: ai fini dell'adozione del provvedimento il Consorzio dovrà trasmettere il progetto alla Provincia, la quale, ai sensi delle NTA, esprimerà una valutazione tecnica vincolante di compatibilità del progetto medesimo rispetto alla pianificazione di bacino, tenuto conto degli strumenti di pianificazione e gestione delle aree protette eventualmente presenti.**



### Coerenza con il PRG di Carpi

Si riporta di seguito una disamina dei vincoli di interesse nel tratto di intervento della CAVATA ORIENTALE presenti nel PRG del Comune di Carpi.

- **Tavola PS2 - Azzonamento del territorio comunale**

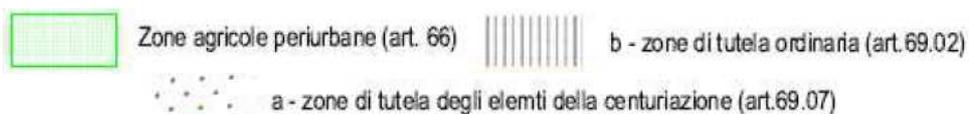
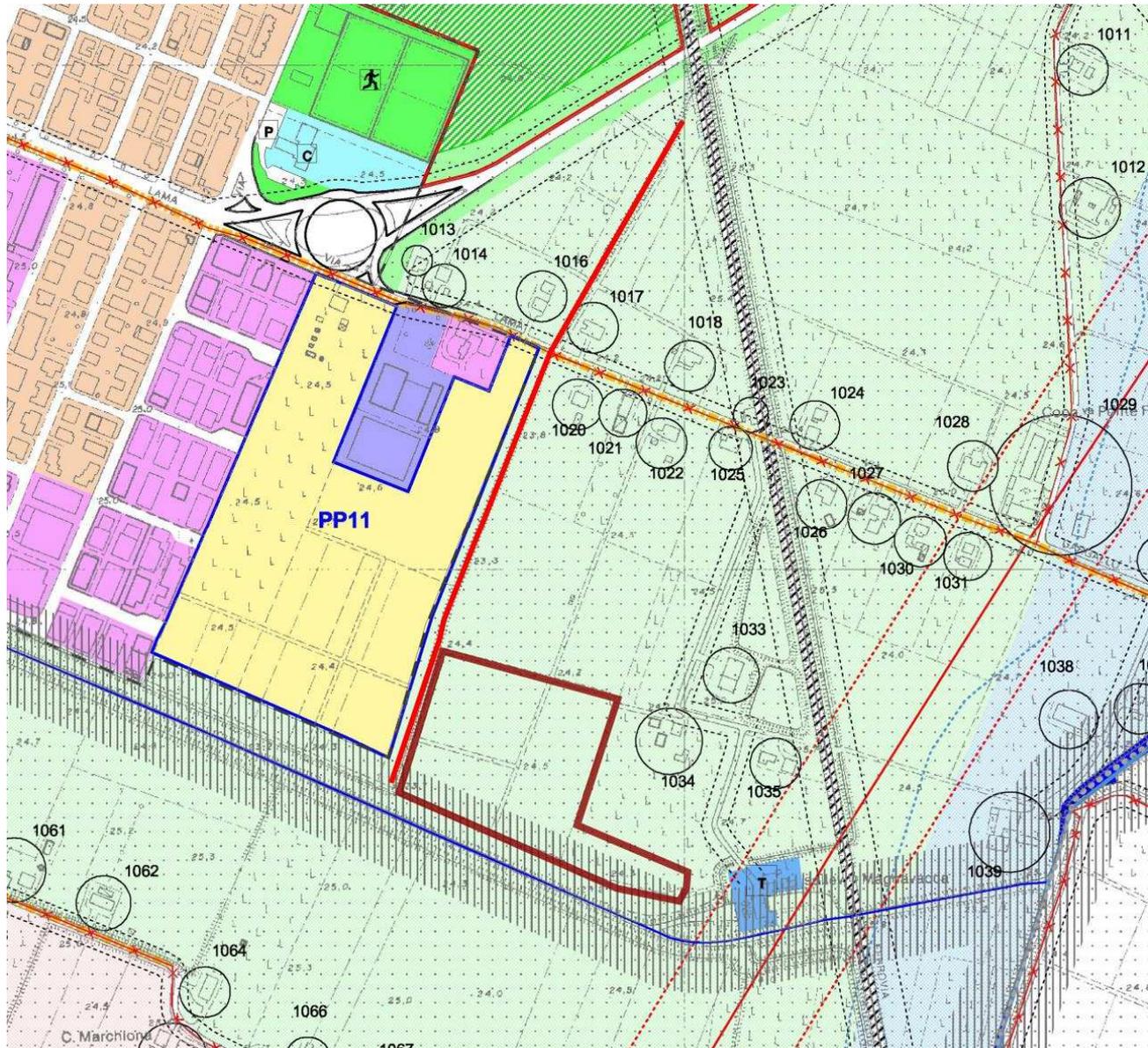


Figura 78 – Tavola PS2 Azzonamento del territorio comunale (in rosso la collocazione indicativa delle aree di intervento)



Nella tavola PS2 del PRG (Figura 78) sono riportate le seguenti tutele in relazione alla Cavata Orientale:

Art. 66 - Zone agricole periurbane

66.01 Costituiscono aree di filtro e transizione tra i sistemi insediati ed il territorio extraurbano. Svolgono una funzione duplice di tutela dell'abitato dalle attività intensive ed incompatibili del settore produttivo agricolo e di protezione del territorio e della natura dall'espansione urbana.

66.02 Su tali aree può essere praticata l'attività agricola con esclusione degli allevamenti zootecnici di tipo intensivo (U5/4). Nella sistemazione delle aree di pertinenza è consentita la realizzazione di attrezzature sportivo-ricreative scoperte di carattere privato strettamente connesse alla funzione residenziale e che non comportano edificazione quali, ad esempio, piscine; campi da tennis, campi da bocce, maneggio e attrezzature ricreative ed hobbyistiche assimilabili.

Art.69-02 - Zone di tutela dei caratteri ambientali di bacini e corsi d'acqua

Corrispondono agli ambiti di cui all'art.17 del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Modena, tali individuazioni comprendono:

- a. le "Fasce di espansione inondabili", ossia le fasce di espansione adiacenti all'alveo di piena, costituite da golene e/o aree normalmente asciutte, ma suscettibili di inondazione in caso di eventi eccezionali con tempo di ritorno plurisecolare, ovvero interessate da progetti di nuova risagomatura e riprofilatura;
- b. le "Zone di tutela ordinaria", con riferimento alle aree di terrazzo fluviale per gli alvei non arginati; per gli alvei arginati la fascia, in assenza di limiti morfologici certi, corrisponde alla zona di antica evoluzione ancora riconoscibile o a "barriere" di origine antropica delimitanti il territorio agricolo circostante qualora questo presenti elementi connessi al corso d'acqua.

In tali zone sono consentite "[...] opere di .... e distribuzione delle acque ad usi irrigui" (punto b.1).

Si rimanda al Par."

Coerenza con il PTCP della Provincia di Modena" per l'individuazione degli interventi consentiti.



Art.69-07 – Zone ed elementi di tutela dell’impianto storico della centuriazione - a. zone di tutela degli elementi della centuriazione

Tali ambiti sono finalizzati a tutelare gli elementi della centuriazione ed alla salvaguardia e valorizzazione del paesaggio agricolo connotato da una particolare concentrazione di tali elementi: strade, strade poderali ed interpoderali, canali di scolo e di irrigazione disposti lungo gli assi principali della centuriazione, ed ogni altro elemento riconducibile alla divisione agraria romana. Recependo l’art. 21B del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale sono state individuate sulla tavola di azionamento PS2 le seguenti categorie:

- a. “zone di tutela degli elementi della centuriazione”;
- b. “elementi della centuriazione”, intendendosi per tali: le strade, le strade poderali ed interpoderali, i canali di scolo e di irrigazione;

In queste zone di norma è vietato:

- sopprimere i tracciati di strade, strade poderali ed interpoderali;
- eliminare i canali di scolo e/o di irrigazione; su di essi sono consentiti esclusivamente tombamenti puntuali al solo fine di soddisfare esigenze di attraversamento;

In particolare sono ammessi i seguenti interventi alle condizioni di seguito evidenziate:

- nelle zone di tutela della centuriazione, è vietato alterare le caratteristiche essenziali degli elementi della centuriazione e qualsiasi intervento deve possibilmente riprendere l’orientamento degli elementi lineari della centuriazione;

Ogni intervento di nuova edificazione dev’essere:

- coerente con l’organizzazione territoriale e con la direzione degli assi centuriali presenti in loco;
- accorpato urbanisticamente e paesaggisticamente con l’edificazione preesistente;

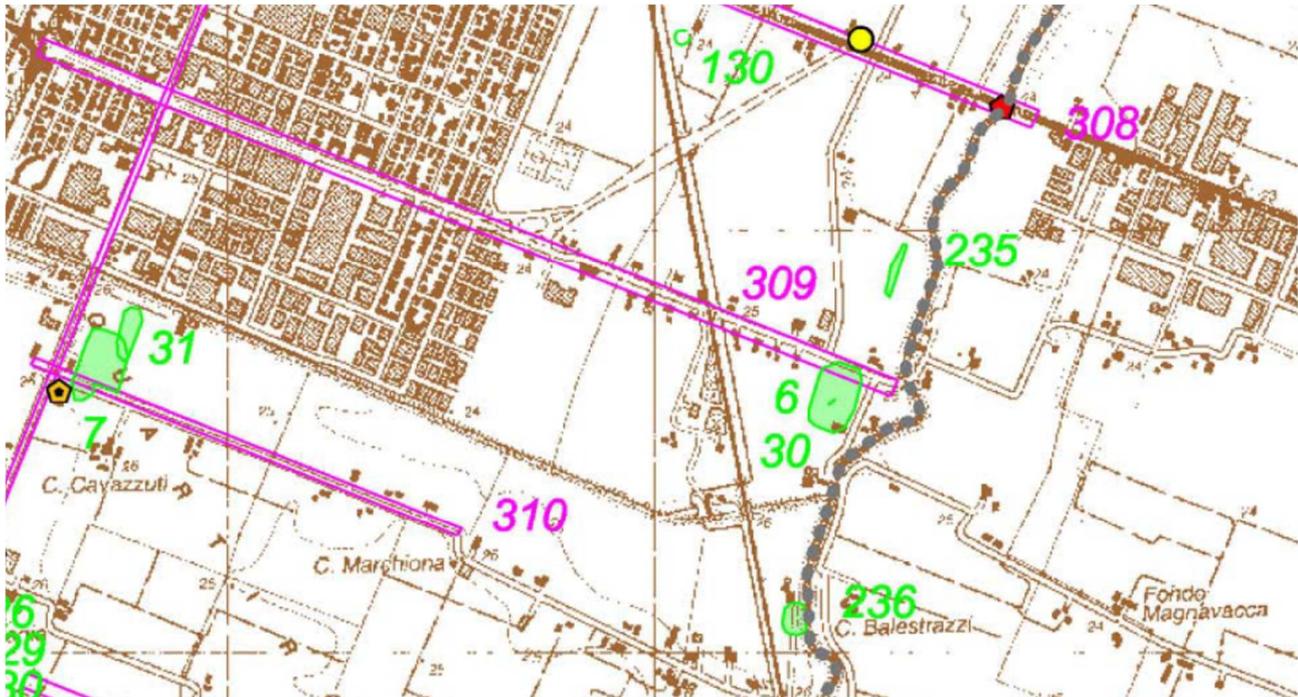
Nelle “zone di tutela degli elementi della centuriazione” sono comunque consentiti:

... omississ...

- iv. la realizzazione di infrastrutture tecniche di bonifica e di difesa idraulica (purchè abbiano caratteristiche tali da non incidere negativamente sull’assetto idrogeologico, paesaggistico, naturalistico e geomorfologico) nonchè tutte le relative attività di esercizio e manutenzione;



- A6a Carta Archeologica



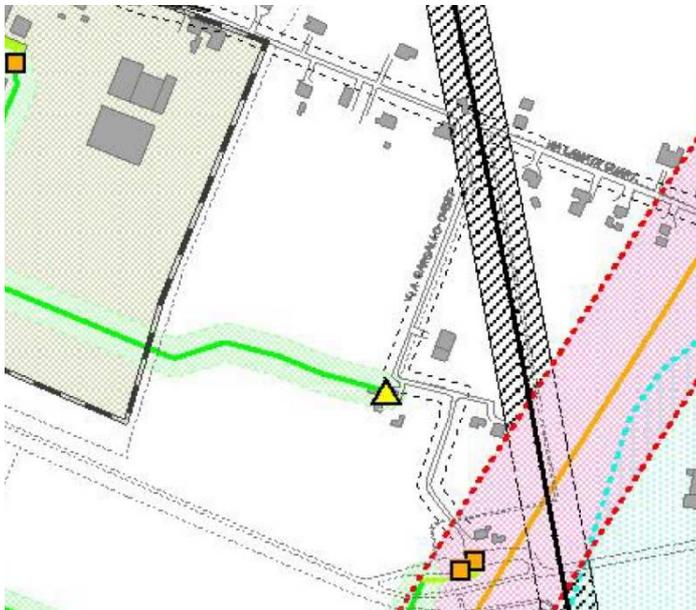
-  A1 controllo archeologico preventivo
-  A2 vincolo Archeologico di tutela
-  A3 vincolo di scavo archeologico preventivo
-  A4 persistenze della centuriazione romana

Figura 79 - Tavola A6a – Carta archeologica

La Cavata Orientale si colloca nella “Carta archeologica” in una centuria delimitata dai due cardini denominati con i nn. 309 e 310.



● Tavola Ps11a - Reti e Rispetti



Legenda	ESISTENTE	IN PROGETTO	IN VIA DI DIMISSIONE O DA CESSARE	FASCIA DI RISPETTO
Altissima tensione (380kv)				
Alta tensione doppia terra (132kv)				
Alta tensione (132kv)				
Alta tensione (132kv) cavo INTERRATO				
Media tensione cavo aereo (15kv)				
Media tensione cavo interrato (15kv)				
Stazioni di trasformazione				
Cabine in muratura				
Cabine su palo				
Fonti Energetiche Rinnovabili (art.73.14)				
Reti metanodotto				
Reti principale acquedotto				
Collettore fognario principale				
Beni paesaggistico ambientali (art.69.15)				
Rispetto cimiliberale (art. 73.12)				
Rispetto aeroportuale (art. 69.14)				
Infrastrutture ferroviarie (art.75)				
Infrastrutture per la viabilità (art.76)				

Figura 80 – Tavola Ps11a Reti e Rispetti

I lavori in progetto interesseranno un'area in cui è presente un cavo aereo a media tensione.

Alla luce dell'analisi effettuata si evince come l'intervento in progetto sulla Cavata Orientale non era inizialmente conforme con quanto previsto dal PRG del Comune di Carpi e necessitava quindi che lo stesso prevedesse una variante al proprio Piano.

La suddetta Variante minore al PRG è stata approvata con delibera del Consiglio comunale n. 19 del 9 febbraio 2017, adottando la cartografia riportata nella figura seguente.

L'opera in progetto risulta quindi ora conforme al PRG del Comune di Carpi.

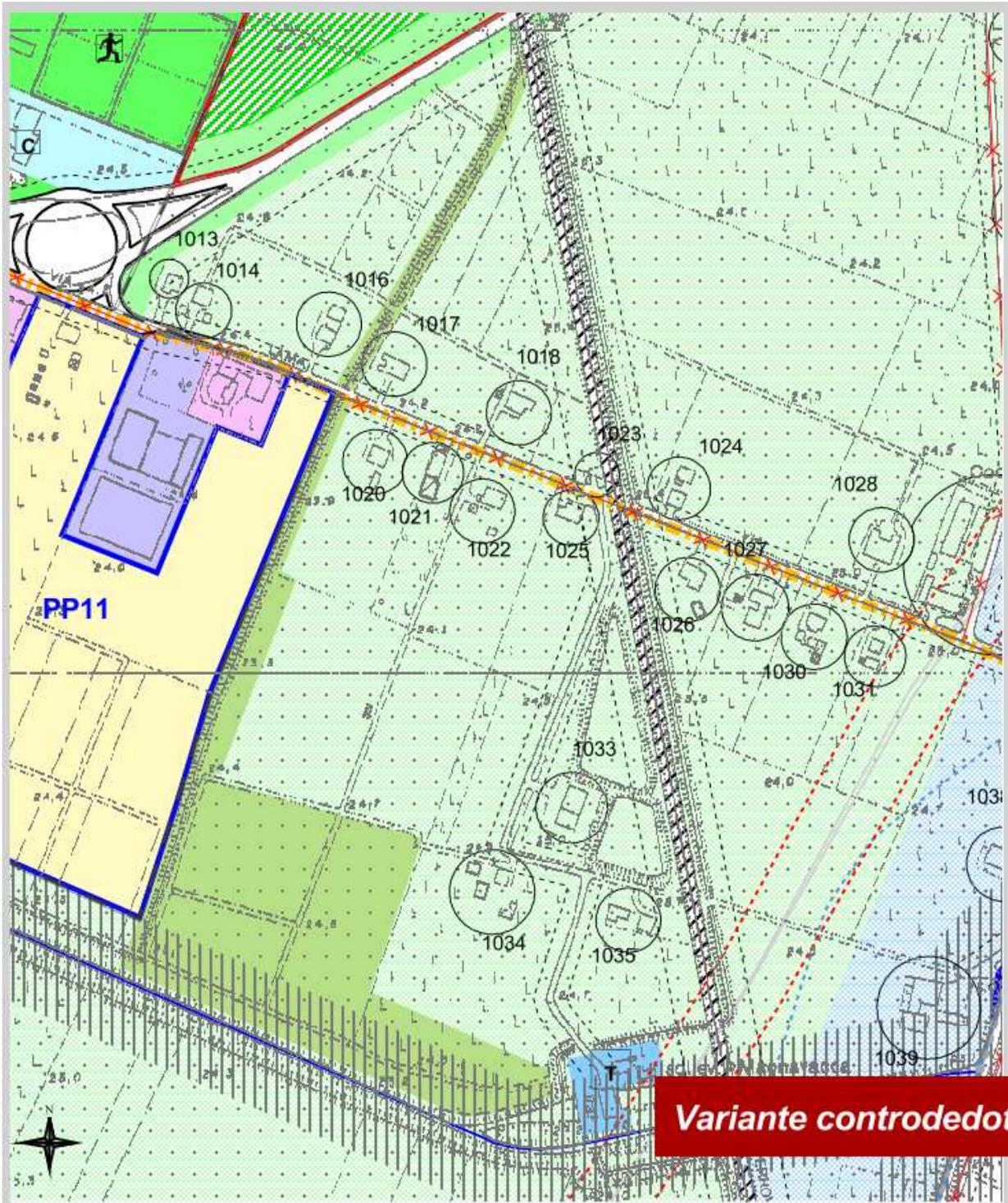


Figura 81 – Tavola PS2 “Azzonamento del territorio Comunale” come modificata dalla Variante Minore n.41 al PRG di Carpi: in verde scuro il sedime dell’opera in progetto.



### **Indagini archeologiche preventive ex artt. 95 e 96 del d.lgs. 163/2006**

A supporto del progetto di intervento sul CAVATA ORIENTALE è stato affidato un incarico alla Società cooperativa AR/S Acheosistemi per eseguire le indagini di verifica preventiva dell'interesse archeologico, ai sensi del D.Lgs. 163/2006, Artt. 95-96 e s.m.i..

La Cavata Orientale si colloca in "Zona di tutela degli elementi della centuriazione" (PTCP, Art. 41B, comma 2, lettera a), in una centuria delimitata dai due cardini denominati nel PRG con i nn. 309 e 310.

Nella Zona di tutela degli elementi della centuriazione, è consentita, purché debitamente motivata, la realizzazione di infrastrutture tecniche di difesa del suolo, di canalizzazione, di opera di difesa idraulica e simili, nonché le attività di esercizio e di manutenzione delle stesse (Art. 41B, comma. 7, comma d). E' fatto divieto di alterare le caratteristiche essenziali degli elementi della centuriazione come indicati al comma 1; qualsiasi intervento di realizzazione, ampliamento e rifacimento di infrastrutture viarie e canalizie deve possibilmente riprendere l'orientamento degli elementi lineari della centuriazione (Art. 41B, comma 6, lettera a).

Il comparto territoriale preso in esame si caratterizza per la presenza di numerose attestazioni archeologiche inserite all'interno di settore centuriale tra i meglio conservati dell'Emilia Romagna. Le attestazioni archeologiche, che ammontano a 15 unità, sono composte prevalentemente da insediamenti rustici visibili in affioramento e databili dall'età del Ferro all'età romana., oltre ad un affioramento databile all'età del Bronzo in località Marchiona (CA31) e alla chiesa medievale di Via Vigna (CA30-CA152).

Il sito più prossimo alla Cavata Orientale è la villa romana di Via Gargallo (CA6) posta 460 metri ad E della Cavata e definita tale sulla base delle ricognizioni archeologiche di superficie.

L'area di progetto si colloca in una Zona di potenzialità archeologica definita dal PTCP di tipo C. Qui i depositi archeologici di età storica (dall'età romana all'età moderna) risultano prevalentemente affioranti o subaffioranti e in mediocre stato di conservazione, i depositi protostorici (età del Bronzo e del Ferro) sono affioranti o semisepolti con grado variabile di conservazione e i depositi preistorici sono sepolti oltre 2 metri di profondità con buon grado di conservazione.

Incrociando i dati ottenuti dalle indagini archeologiche con le azioni previste dagli interventi progettuali, si sono individuate le aree dove i lavori potrebbero interferire con depositi archeologici potenzialmente presenti nel sottosuolo.

**I risultati di tale analisi hanno messo in evidenza che il progetto non interferisce con siti archeologici noti su base bibliografica ed anche la ricognizione di superficie (sebbene eseguita in una stagione in cui i seminativi**



sono già in fase di crescita) non ha rilevato la presenza di materiali archeologici affioranti in corrispondenza della Cavata. Ciononostante vanno rilevati in questa porzione di territorio l'ottimo grado di conservazione della maglia centuriale e un'alta densità di siti archeologici affioranti o subaffioranti.

**L'analisi della potenzialità archeologica, associata alle azioni di progetto, contribuisce quindi a definire un impatto sul patrimonio archeologico di grado variabile da basso a medio.**

In seguito all'analisi dell'indagine preventiva sopra esposta, la Soprintendenza Archeologica dell'Emilia Romagna (Bologna) ha richiesto di verificare la potenzialità archeologica dell'area, ai sensi dell'art. 96 comma 1 lettera a del D.Lgs 163/2006, tramite la progettazione e l'esecuzione di sondaggi archeologici preliminari nei tratti in cui sono previsti i lavori di sbancamento.

Il giorno 13/12/2016 il Consorzio di bonifica ha ricevuto dalla suddetta Soprintendenza il proprio parere di competenza, il quale conclude che *“questo Ufficio ritiene conclusa con esito negativo la procedura relativa alla verifica preventiva dell'interesse archeologico ed esprime parere favorevole alla realizzazione delle opere in oggetto, a condizione che le attività di scavo per realizzazione della vasca di laminazione, prevista nelle particelle nelle quali è stata impedita l'effettuazione delle indagini preliminari, vengano sottoposte a controllo archeologico in opera. Omississ...”* (si veda l'allegato “Relazione archeologica”).



## **AUTORIZZAZIONE PAESAGGISTICA (ai sensi della L.8 agosto 1985, n.431 e smi)**

Ai sensi della Legge 8 agosto 1985, n. 431 e successive modifiche e integrazioni, in materia di tutela sui beni paesaggistici e ambientali, i corsi d'acqua del Comune di Carpi per i quali è previsto il rilascio della autorizzazione paesaggistica, nel caso di interventi nell'ambito della fascia di rispetto di 150 m, sono: Il fiume Secchia, il Canale di Lama o Lama Papaccina, lo Scolo Cavone, lo Scolo Gavasseto, lo Scolo Fossetta di mezzo, lo Scolo Fossa Nuova, il Cavetto Gherardo, la Fossa di Raso e il Tresinaro Vecchio.

L'intervento in progetto interessa invece i corsi d'acqua Canale V° e Cavata Orientale, non a vincoli di natura paesaggistica in quanto non rientrano nel sopra indicato elenco.

## **L.R. 9/99 "Disciplina della procedura di valutazione dell'impatto ambientale"**

**Ai sensi della L.R. 9/99 "Disciplina della procedura di valutazione dell'impatto ambientale", l'intervento in oggetto è assoggettato alla procedura di VIA in quanto (art.4, comma b):**

- *"progetti di nuova realizzazione elencati negli Allegati B.1, B.2 e B.3", in particolare (allegato B.1) rientrando nella tipologia di progetto "B1.12: "Opere di regolazione del corso dei fiumi e dei torrenti, canalizzazioni e interventi di bonifica ed altri simili destinati ad incidere sul regime delle acque, compresi quelli di estrazione di materiali litoidi dal demanio fluviale e lacuale"*
- *"che ricadono, anche parzialmente, all'interno delle seguenti aree individuate al punto 2 dell'allegato D:  
...omississ...  
7) zone a forte densità demografica"*

Secondo quanto indicato da specifica circolare della Direzione generale Ambiente e Difesa del Suolo e della Costa del 23/12/2013, recante *"Indirizzi per l'applicazione delle nuove disposizioni di cui agli articoli 53 (modifiche all'art.4 della LR 9 del 1999) e 54 (modifiche all'art.4 – ter della LR 9 del 1999) della LR 30 luglio 2013 n.15 ("Semplificazione della disciplina edilizia")*, per zone a forte densità demografica *"7. si intendono, utilizzando la definizione di zone densamente popolate definito da Eurostat ed utilizzato da ISTAT, i territori comunali a densità superiore a 500 abitanti per Km<sup>2</sup> e con ammontare complessivo di popolazione di almeno 50.000 abitanti. In tal caso i Comuni interessati risultano essere i seguenti: ... omississ... (8) Carpi)*



Secondo quanto previsto dall'art.5 "Autorità competenti", comma 1, "La Regione è competente per le procedure relative ai progetti: a) elencati negli Allegati A.1 e B.1"; inoltre, per l'art. 7 "Opere pubbliche, comma 1, "Per i progetti relativi a opere pubbliche o di pubblica utilità ... omississ... l'autorità competente per la procedura di V.I.A. provvede al coordinamento e all'integrazione dei procedimenti amministrativi e all'acquisizione unitaria degli atti autorizzativi necessari per la realizzazione del progetto. Si applica quanto disposto dall'articolo 17".

### **Conclusioni dell'analisi di fattibilità normativa: autorizzazioni amministrative richieste**

In base alla Lr.R: 9/99 "Disciplina della procedura di valutazione dell'impatto ambientale" "l'autorità competente per la procedura di V.I.A. (ndr La Regione Emilia-Romagna) provvede al coordinamento e all'integrazione dei procedimenti amministrativi e all'acquisizione unitaria degli atti autorizzativi necessari per la realizzazione del progetto".

**Tutti gli atti amministrativi indicati nei paragrafi precedenti saranno quindi acquisiti nell'ambito della procedura di VIA.**

Sulla base dell'analisi di coerenza del progetto di riqualificazione della CAVATA ORIENTALE rispetto alla pianificazione vigente descritto nei paragrafi precedente, dovranno essere ottenute dai seguenti Enti:

- Autorizzazione amministrativa dal Comune di Carpi
- Autorizzazione amministrativa dalla Provincia di Modena, ai sensi dell'art. 9 delle NTA del PTCP
- Autorizzazione amministrativa dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici dell'Emilia Romagna





Al fine di determinare il tracciato e la profondità esatte della tubazione del gas sopra evidenziata, sono stati eseguiti dei sondaggi esplorativi il giorno 6 aprile 2016, i quali hanno messo in evidenza come la tubazione si collochi a circa 120 cm di profondità dal piano campagna e che in questo modo sarebbe intercettata dalla tubazione di diametro 800 mm di scarico della cassa di espansione.

**La situazione di interferenza è stata risolta da AIMAG spa mediante l'approfondimento della tubazione nel tratto di interesse (immagini seguenti).**



**Figura 83 – Nella foto di sinistra si nota la tubazione del gas che deve essere portata a maggiore profondità, all'interno dello scavo appositamente predisposto a fianco. Nella foto di destra si nota il raccordo ad U della tubazione del gas che è stato posato per approfondire la tubazione del gas.**



Si rileva inoltre la presenza di **due tubazioni dell'acqua** che attraversano il canale Cavata Orientale nel tratto a valle di Via Lama, poste a circa 30 cm da fondo del canale (immagini seguenti).



Figura 84 – Nelle foto si nota la protezione spondale e del fondo presente in corrispondenza del sottopasso della tubazione dell'acqua potabile lungo la Cavata Orientale.

Una verifica in campo da parte di AIMAG spa ha permesso di verificare come le due tubazioni siano protette da una soletta in cemento. L'approfondimento del canale di circa 30 cm nel tratto interferente non comporta quindi problemi alle due tubazioni suddette e potrà essere eseguito senza ulteriori necessità di intervento sulle tubazioni.



Si segnala inoltre una **linea elettrica aerea a media tensione** che costeggia la futura cassa di espansione sul lato nord, che non comporta interferenze con l'opera in progetto, essendo i pali collocati all'esterno dell'area di intervento. E inoltre presente una linea interrata lungo la sponda sinistra della Cavata Orientale, come indicato nelle figure seguenti.

Con lettera del 23/08/2016, ENEL Distribuzione risponde formalmente che *“facendo seguito alla Vostra comunicazione del 19 luglio 2016 con protocollo 2016U0011857 siamo a trasmettere il vostro elaborato grafico integrato con l'indicazione della nostre rete elettrica a 0.4 e 15 kV. Siamo comunque a precisare che le interferenze indicate hanno carattere puramente informativo preliminare, Vi segnaliamo che, se richiesto, procederemo alle successive puntuali definizioni tecnico-economiche ed amministrative, non appena ci perverrà la relativa Vostra specifica richiesta completa di idonea documentazione progettuale esecutiva [sezioni, profili ecc.]. ... Omississ.... Infine richiamiamo la Vs. attenzione sulle disposizioni del D. Lgs. N° 81 del 09 aprile 2008 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro", che regolamentano la materia della tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori nei luoghi di lavoro, ed in particolare sugli artt. 83 e 117, che vietano l'esecuzione di lavori in prossimità di linee elettriche. Per l'eventuale esatta individuazione delle condotte sotterranee, comunque, andranno effettuate le operazioni d'assaggio con escavazione manuale, sotto la nostra diretta sorveglianza.”.*

**Si ritiene quindi di poter procedere alla realizzazione dell'opera usufruendo del supporto in campo indicato dalla lettera di risposta sopra riportata.**



Figura 85 – PRG del Comune di Capri - Tavola Ps11a Reti e Rispetti. In verde: cavo aereo a media tensione





Figura 86 – Nella foto in alto: tracciato della linea elettrica aerea (in arancione) e interrata (in rosso) e indicazione degli argini della cassa (in blu). Nella foto in basso: la medesima linea elettrica aerea in corrispondenza del sito di costruzione dell'argine nord della cassa di espansione; in arancione la linea aerea, in blu il tracciato indicativo dell'argine della cassa, che mostra come non vi sia interferenza.

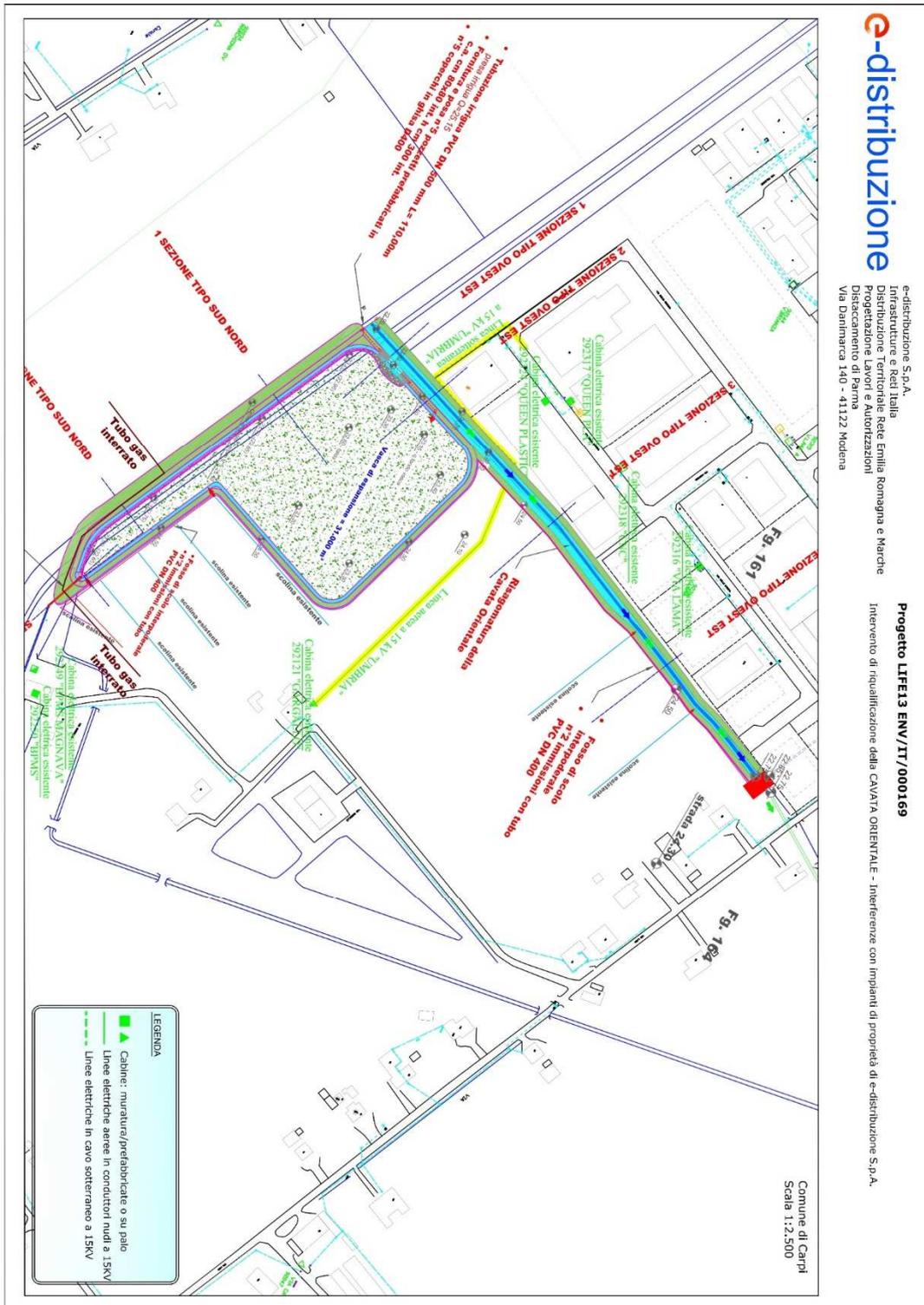


Figura 87 - Tracciato Rete ENEL nel tratto di intervento



Per quanto riguarda la verifica delle interferenze con la **linea telefonica**, in data 12/07/2016 prot. N.AS0125685, il Servizio scavi di TIM ha comunicato che *“A seguito della richiesta, Vi informiamo che sul tracciato interessato dai Vs. lavori di scavo, potrebbero essere presenti cavi telefonici in esercizio. Al fine di utilizzare tutti gli accorgimenti necessari ad evitare possibili disservizi, Vi consigliamo di effettuare dei saggi preliminari atti a determinare l’esatta ubicazione di detti impianti, in quanto, in caso di danneggiamento, saranno a Voi addebitati tutti i relativi costi. Si rammenta, infatti, che l’attività di scavo è da considerare attività pericolosa ex art. 2050 C.C., con conseguente assunzione di responsabilità in capo a chiunque cagioni danno ad altri nello svolgimento dell’attività pericolosa. ... Omississ... è possibile richiedere l’intervento del nostro personale tecnico per segnalare l’esatta ubicazione dei cavi telefonici e/o fornire assistenza durante l’esecuzione delle Vostre opere”*.

**Considerato che l’ubicazione della linea telefonica nell’area di intervento riguarda solo una parte della sponda sinistra della Cavata Orientale, in un tratto non soggetto a scavo ma a deposito di terra e piantumazione, si ritiene di poter procedere alla realizzazione dell’opera usufruendo del supporto in campo indicato dalla lettera di risposta sopra riportata.**

Per quanto riguarda la verifica delle interferenze con la linea a **fibre ottiche**, il Comune di Carpi - Sett. A3 Impianti Elettrici conclude che né dalla cartografia del S.I.T. né da un sopralluogo appositamente effettuato risulta la presenza di una rete in fibra ottica nella zona indicata.



Figura 88 – Tracciato della rete telefonica (in azzurro) nell'area di intervento (indicata in blu), con indicazione della possibile interferenza in sinistra idraulica del canale Cavata Orientale (in rosso)



E' stata infine valutata l'interferenza tra la tubazione DN 800 di sottopasso del ponte di via Lama (Par. 8.7) con le reti di servizi in gestione ad AIMAG spa (si veda figura seguente)..

Nell'allegato 2 « Elaborati grafici » è indicata la sezione tipo che individua la soluzione progettuale adottata per risolvere tale interferenza.

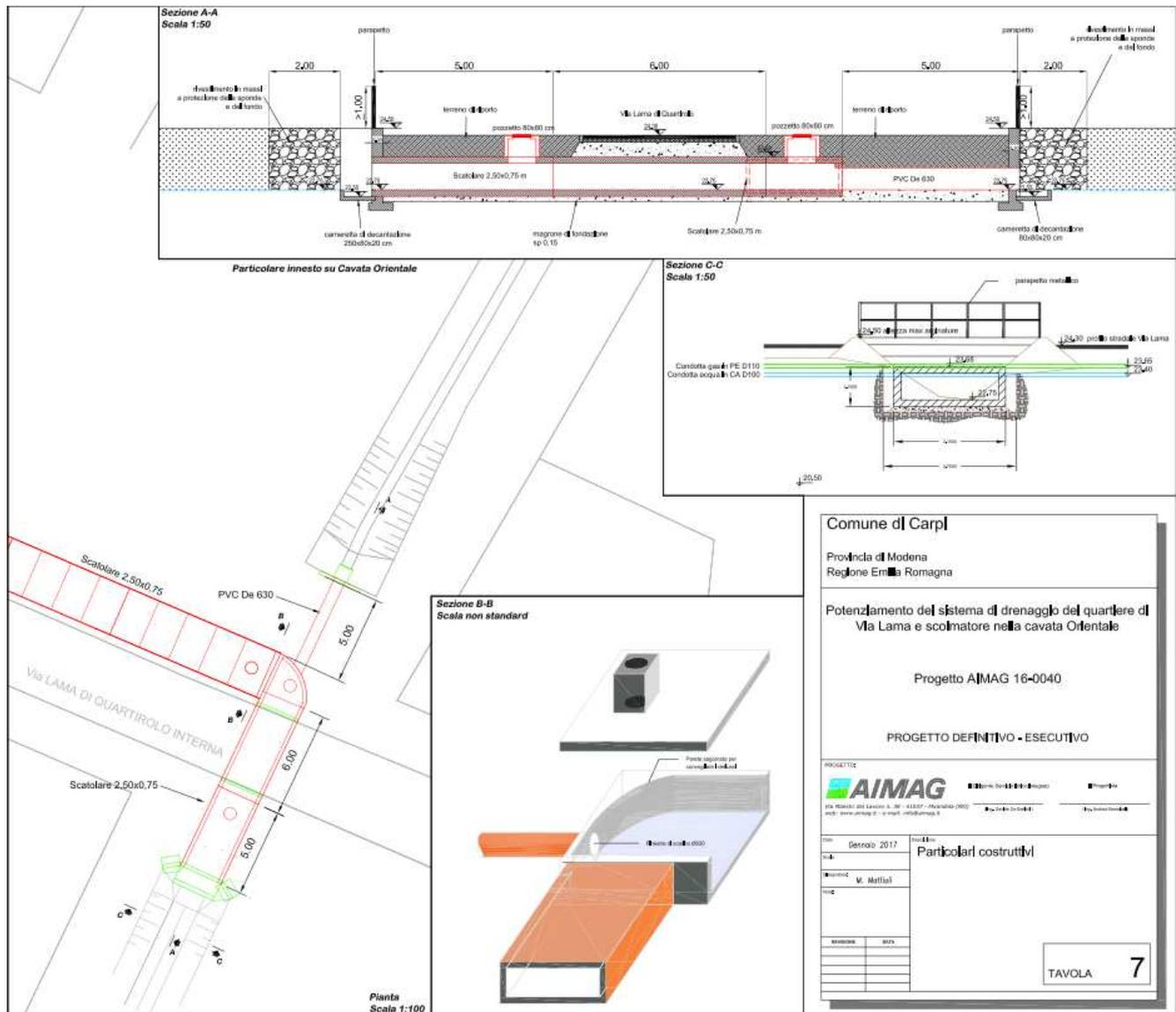


Figura 89 – Sezione C-C: localizzazione dei servizi interferenti con la tubazione DN 800 di sottopasso del ponte di via Lama.



### 12.3 Problematiche connesse alle terre e rocce da scavo

La tematica della caratterizzazione delle terre e rocce da scavo conseguenti ai movimenti terra previsti è stata affrontata da uno specifico studio condotto tramite affidamento a Studio Alfa srl delle relative indagini ambientali; tale studio è stato finalizzato ad individuare il superamento o meno delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) della matrice ambientale suolo (Colonna A – Tabella 1 – Allegato 5 – Titolo V – Parte Quarta del DLgs. 152/2006 e s.m.i.), così da verificare se i materiali di scavo provenienti dalle attività di risagomatura della CAVATA ORIENTALE e di escavazione della cassa di espansione descritte nel presente progetto potranno essere completamente riutilizzate senza trattamenti o trasformazioni preliminari, a condizione che il loro integrale riutilizzo sia certo e che il luogo/sito prescelto per il loro riutilizzo venga specificato preventivamente nelle documentazioni autorizzative all'attività di scavo e di rimodellamento.

I risultati dell'analisi hanno messo in evidenza che *“Sulla base dell'estensione dell'area di intervento, la profondità di scavo prevista da raggiungere e prendendo a riferimento, se pur non direttamente applicabile al caso in esame, la specifica normativa per esecuzione del Piano di Utilizzo di terreni generati da scavi per opere soggette a VIA o AIA ossia quanto specificato nel Decreto n. 161 del 10/08/2012 che per i tratti di escavazione lineari prevede almeno un campionamento ogni 500 m di tracciato, si è giunti a quantificare il numero di punti di prelievo ed il relativo numero totale di campioni da sottoporre ad analisi chimica di laboratorio. La localizzazione dei punti di prelievo sviluppata per il tratto di canale oggetto di indagine è stata determinata seguendo un criterio sistematico-casuale così come previsto dalla Norma UNI 10802:2013. **Non essendo stato possibile raggiungere tutti i punti di prelievo stabiliti ed individuati in fase di sopralluogo per cause non dipendenti dalla volontà di Studio Alfa Srl, sono stati eseguiti solo una parte dei prelievi dei campioni di terreno previsti per la cassa di laminazione (scavo 8 e scavo 9) mentre i prelievi previsti per il tratto di canale interessato dalla rinaturazione dello scolo sono stati completati.***

***Come si può evincere dai risultati analitici dei campioni testati (Vedi Allegato 1 – tabella excel riassuntiva e Allegato 2 – Rapporti di Prova Studio Alfa Srl) questi risultano tutti conformi ai limiti di legge definiti dalla Colonna A – Tabella 1 – Allegato 5 – Titolo V – Parte Quarta del DLgs 152/2006 (siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) e pertanto non si segnalano criticità di tipo ambientale sull'area in esame che comportino la necessità di ricorrere a bonifiche; in particolare si attesta il non superamento, per tutti i parametri ricercati nei terreni analizzati, delle CSC (Concentrazioni Soglia di Contaminazione) relativamente ai limiti di legge. I risultati delle analisi eseguite sui campioni di terreno così come sono stati formati in fase di campionamento confermano l'assenza di contaminazione nei punti indagati; dalle informazioni ricevute sulle caratteristiche del sito, considerato l'utilizzo a cui esso nel tempo è stato sottoposto oltre al fatto che***



*storicamente non è stato oggetto di attività a rischio di specifiche contaminazioni, conseguentemente, si può ritenere che la superficie non ancora indagata possa presentare le medesime caratteristiche rilevate nei campioni già analizzati. Le caratteristiche chimiche dei terreni testati sono tali da non determinare rischi per la salute e la qualità delle matrici ambientali interessate dal loro riutilizzo.*

*Ai sensi della normativa vigente (art. 186 del DLgs 152/2006) le terre e rocce da scavo provenienti dalle attività in progetto di rimodellamento del tratto che è stato indagato del Canale Cavata Orientale sono costituiti da materiali naturali e potranno essere completamente riutilizzate senza trattamenti o trasformazioni preliminari, a condizione che il loro integrale riutilizzo sia certo e che il luogo/sito prescelto per il loro riutilizzo venga specificato preventivamente nelle documentazioni autorizzative all'attività di scavo e di rimodellamento del tratto di canale.”.*

Nell'insieme saranno scavati circa 30.600 mc di terra, i quali saranno gestiti come indicato nella tabella seguente, in parte mediante riutilizzo definitivo in situ o su altri canali e in parte tramite creazione di un deposito temporaneo, per l'utilizzo successivo.

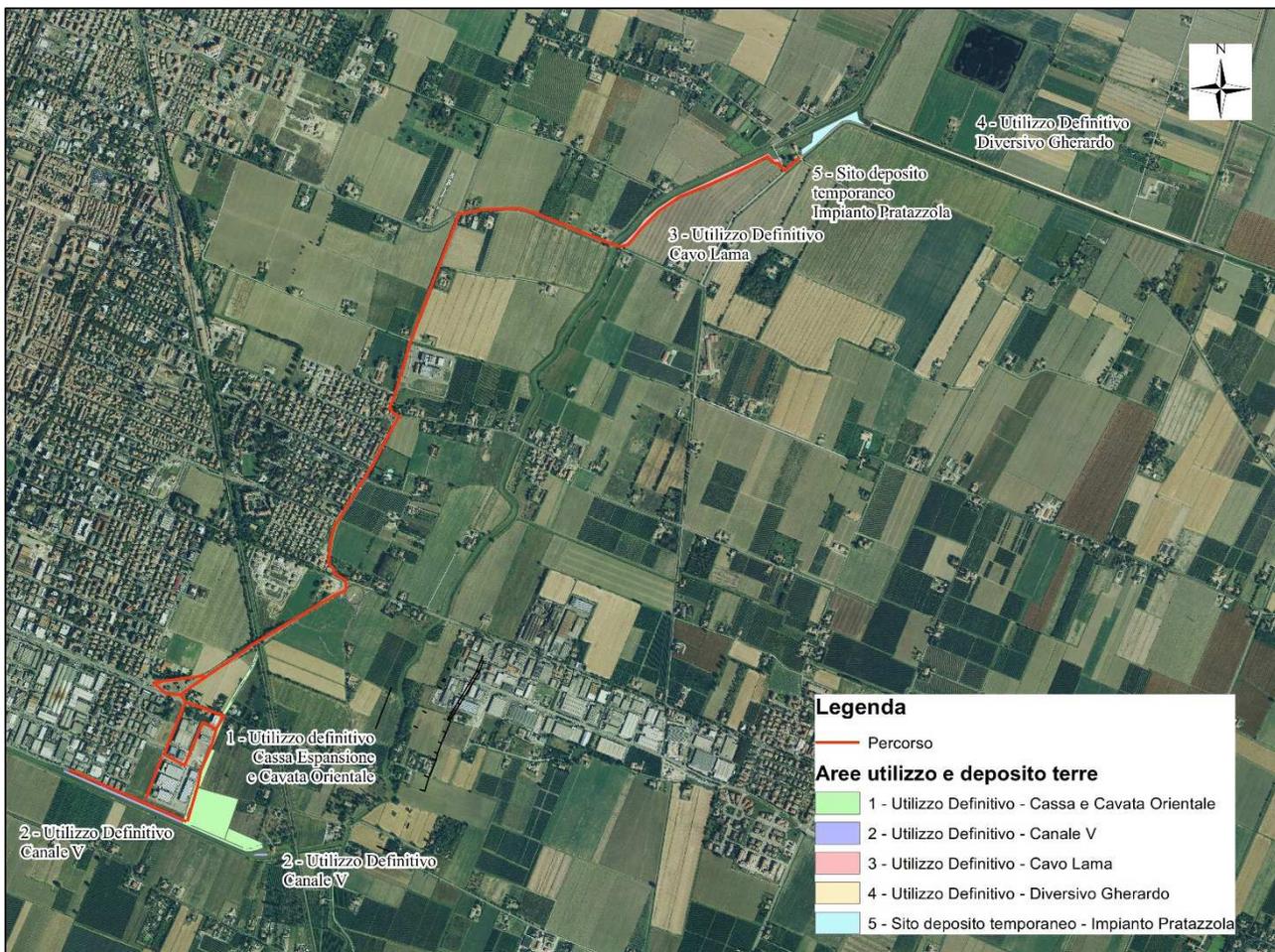
**Tabella 11 - Quantità di terre di scavo assegnate ai diversi siti posti al di fuori dell'area di intervento e relative distanze dalla Cavata orientale.**

Codice	Nome	Distanza (km)	Quantità (mc)	Utilizzo
1	Cassa di espansione e Cavata Orientale	1	13.300	<b>Utilizzo definitivo:</b> costruzione argini cassa espansione e Cavata Orientale e collocazione cappellaccio sul fondo cassa
2	Canale V	1	1.500	<b>Utilizzo definitivo:</b> rinforzo arginale
3	Cavo Lama	1-5	2.000	<b>Utilizzo definitivo:</b> rinforzo arginale
4	Diversivo Gherardo	1-5	4.000	<b>Utilizzo definitivo:</b> rinforzo arginale
5	Impianto di Pratazzola (3 siti)	1-5	9.800	<b>Deposito temporaneo</b>
			<b>30.600</b>	



Il **piano di utilizzo** previsto ai sensi del D.M. 161/2012 riporta i dettagli dell'intera movimentazione di terra (si veda l'allegato "Piano di utilizzo" in "Relazione Terre Scavo e Piano di utilizzo").

L'ubicazione delle aree è riportata nelle figure seguenti.



**Figura 90 – Visione di insieme dell'area della Cavata Orientale, dei siti di stoccaggio temporaneo delle terre da scavo e dei siti di utilizzo definitivo. In rosso sono indicati i percorsi di trasporto individuati in fase preliminare.**

Gli stralci cartografici di dettaglio sono riportati in Figura 91 e Figura 92.

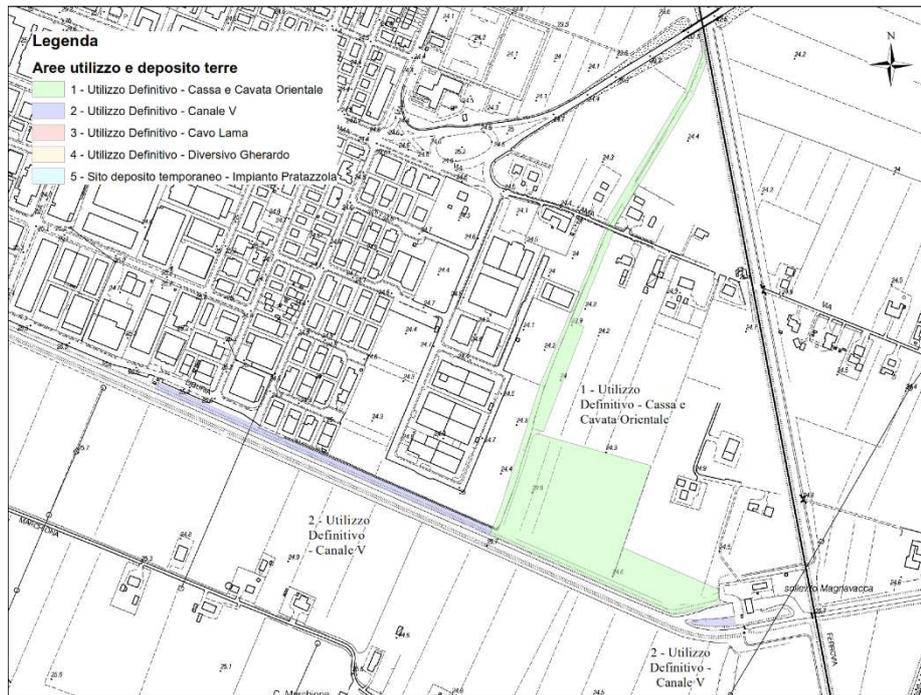


Figura 91 – Siti nei pressi di Cavata Orientale e Canale V.

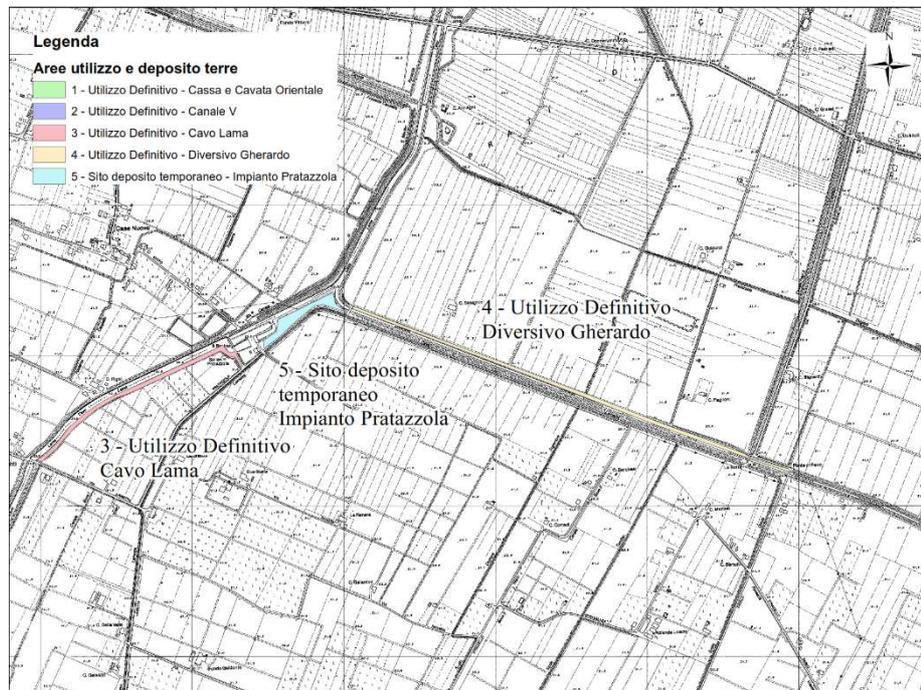


Figura 92 – Siti di stoccaggio nei pressi del Cavo Lama, Impianto di Pratazzola e Diversivo Gherardo.



Per quanto riguarda le terre stoccate in corrispondenza dell'impianto di sollevamento di Pratazzola, esse saranno riutilizzate per interventi di risagomatura e manutenzione ordinaria e straordinaria dei canali di bonifica ricadenti nel territorio comunale di Carpi.

In questa fase si è quindi effettuata una prima ipotesi preliminare dei fabbisogni basata sui dati disponibili presso l'archivio degli interventi del Consorzio di bonifica.

Sono stati così individuati in via preferenziale i canali riportati di seguito:

- Cavo Lama
- Canale V°
- Diversivo Gherardo
- Fossetta Cappello
- CABM

Poiché potranno emergere esigenze diverse, anche a causa di eventi non prevedibili, il programma di riutilizzo potrà esser aggiornato in base a tali esigenze reali, ad esempio per far fronte ad interventi di ripristino di somma urgenza o necessità di manutenzione ordinaria non note in questa fase.

In tale evenienza, si procederà agli opportuni aggiornamenti e comunicazioni previste ai sensi del D.M. 161/2012.



## 12.4 Verifica di stabilità delle sponde

Dalle verifiche effettuate ai sensi delle N.T.C. 2008 si desume che tutte le scarpate di progetto risultano essere stabili sia in assenza che in presenza di sisma.

Per ogni ulteriore dettaglio si rimanda all' Allegato "Relazione geotecnica".

## 12.5 Analisi ferromagnetica preventiva a supporto degli interventi previsti lungo il canale

Nell'ambito del progetto è stata eseguita un'indagine ferromagnetica preventiva finalizzata alla valutazione del rischio bellico a supporto degli interventi previsti lungo il canale. In particolare è stata eseguita un'analisi ferromagnetica preventiva di superficie su un'area di mq: 3.100 circa con una garanzia di agibilità fino a -1 m dall'attuale piano di campagna. L'esito delle indagini è stato negativo, non essendosi rilevati elementi ferrosi nei terreni indagati.



## 12.7 Piano particellare delle aree

Gli interventi descritti nel presente progetto saranno realizzati sia su aree ricadenti nel demanio sia su aree di proprietà privata; a tal fine è stato predisposto il “Piano particellare” riportato in allegato.



Figura 93 - Disponibilità delle aree individuate da Piano Particolare d'esproprio



COMUNE	folio n.	mappale n.	QUALITA'	USO REALE ATTUALE EFFETTIVO	classe	mq	SUPERFICI INDIVIDUATE NEL PROGETTO DEFINITIVO	DITTE INTESTATE	CODICE FISCALE	DIRITTI ED ONERI REALI	QUOTA DIRITTO
<b>AREE MASSIVE DI ESPROPRIO</b>											
CARPI (B819)	164	49	VIGNETO	VIGNETO	2	1.398	GHIACCI ANGELA nata a LUZZARA (RE) il 17/06/1948 GHIACCI ELENA nata a LUZZARA (RE) il 28/12/1955 GHIACCI LAURA nata a LUZZARA (RE) il 26/06/1946 GHIACCI LILIANA nata a LUZZARA (RE) il 10/10/1943 REGGIANI ZUMMA nata a LUZZARA (RE) il 13/11/1924	GHCNG148H57E772Z GHCLNE55T68E772W GHCLRA46H66E772C GHCLLN43R50E772K RGGZMM24553E772U	Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà	1/6 1/6 1/6 1/6 2/6	
CARPI (B819)	164	50	SEMINATIVO	NON COLTIVATO	2	3.445	GHIACCI ANGELA nata a LUZZARA (RE) il 17/06/1948 GHIACCI ELENA nata a LUZZARA (RE) il 28/12/1955 GHIACCI LAURA nata a LUZZARA (RE) il 26/06/1946 GHIACCI LILIANA nata a LUZZARA (RE) il 10/10/1943 REGGIANI ZUMMA nata a LUZZARA (RE) il 13/11/1924	GHCNG148H57E772Z GHCLNE55T68E772W GHCLRA46H66E772C GHCLLN43R50E772K RGGZMM24553E772U	Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà	1/6 1/6 1/6 1/6 2/6	
CARPI (B819)	164	89	INCOLT STERILE	INCOLTO	-	16.300	MALAGOLI ALBERTO nato a CARPI (MO) il 06/05/1950 MALAGOLI PAOLO nato a CARPI (MO) il 12/06/1953	MLGLRT50E06B819F MLGPLA53H12B819O	Proprietà Proprietà	1/2 1/2	
CARPI (B819)	164	90	INCOLT STERILE	INCOLTO	-	11.390	MALAGOLI ALBERTO nato a CARPI (MO) il 06/05/1950 MALAGOLI PAOLO nato a CARPI (MO) il 12/06/1953	MLGLRT50E06B819F MLGPLA53H12B819O	Proprietà Proprietà	1/2 1/2	
CARPI (B819)	164	101	SEMIN ARBOR	ARBORATO	2	237	BONZANINI ANNA MARIA nata a CARPI (MO) il 08/11/1964 BONZANINI ERNESTO nato a LANGHIRANO (PR) il 03/09/1927 BONZANINI GIACOMO nato a MODENA (MO) il 17/03/1956 BONZANINI GIOVANNA nata a MODENA (MO) il 03/03/1958 BONZANINI LUISA nata a CARPI (MO) il 15/09/1963 BONZANINI MARISA nata a CARPI (MO) il 15/01/1960 BONZANINI PELLEGRINO nato a CARPI (MO) il 27/04/1962	BNZNM64S48B819Y BNZRST27P03E438L BNZGCM56C17F257D BNZGNN58C43F257O BNZLSU63P55B819E BNZMRS60A55B819U BNZPLG62D27B819Q	Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà	1/18 12/18 1/18 1/18 1/18 1/18 1/18	
CARPI (B819)	164	237	SEMIN ARBOR	SEMINATIVO	2	5.611	BONZANINI ANNA MARIA nata a CARPI (MO) il 08/11/1964 BONZANINI ERNESTO nato a LANGHIRANO (PR) il 03/09/1927 BONZANINI GIACOMO nato a MODENA (MO) il 17/03/1956 BONZANINI GIOVANNA nata a MODENA (MO) il 03/03/1958 BONZANINI LUISA nata a CARPI (MO) il 15/09/1963 BONZANINI MARISA nata a CARPI (MO) il 15/01/1960 BONZANINI PELLEGRINO nato a CARPI (MO) il 27/04/1962	BNZNM64S48B819Y BNZRST27P03E438L BNZGCM56C17F257D BNZGNN58C43F257O BNZLSU63P55B819E BNZMRS60A55B819U BNZPLG62D27B819Q	Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà	1/18 12/18 1/18 1/18 1/18 1/18 1/18	
CARPI (B819)	164	1	SEMINATIVO		2	278	AZZALI Alberto nato a CARPI il 16/02/1950 BENASSI FRANCIOSI Giulio nato a CARPI il 27/01/1951 BENASSI FRANCIOSI Isolda nata a CARPI il 29/08/1947 CERRETTI Carla nata a CARPI il 05/09/1950 DIACCI Giovanni nato a CARPI il 17/03/1958 SACCHETTI Elisabetta nata a CARPI il 05/09/1982 SACCHETTI Erica nata a CARPI il 21/11/1977	ZZLRT50B16B819F BNSGL15A27B819P BNSSLD47M69B819X CRRCRL50P45B819W DCCGNN58C17B819J SCCLBT82P45B819C SCCRCE77561B819Z	Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà	6/216 99/216 99/216 4/216 6/216 1/216 1/216	
CARPI (B819)	164	10	SEMINATIVO		1	984	ARLETTI Carlo Alberto nato a CARPI il 27/08/1942 ARLETTI Graziano nato a CARPI il 29/11/1948 ARLETTI Loredana nata a CARPI il 16/09/1947 ARLETTI Saverio nato a CARPI il 26/01/1949 BENZI Enrico nato a MODENA il 10/10/1952	RLTCL42M27B819K RLTGZ48S29B819N RLTLDN47P56B819P RLTSVR49A26B819A BNZNRCS2R10F257M	Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà	28/120 28/120 28/120 28/120 8/120	
CARPI (B819)	164	13	SEMINATIVO		1	467	ARLETTI Carlo Alberto nato a CARPI il 27/08/1942 ARLETTI Graziano nato a CARPI il 29/11/1948 ARLETTI Loredana nata a CARPI il 16/09/1947 ARLETTI Saverio nato a CARPI il 26/01/1949 BENZI Enrico nato a MODENA il 10/10/1952	RLTCL42M27B819K RLTGZ48S29B819N RLTLDN47P56B819P RLTSVR49A26B819A BNZNRCS2R10F257M	Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà	28/120 28/120 28/120 28/120 8/120	
CARPI (B819)	164	14				389	Non individuato				
CARPI (B819)	146	28	SEMINATIVO		2	377	AZZALI Alberto nato a CARPI il 16/02/1950 BENASSI FRANCIOSI Giulio nato a CARPI il 27/01/1951 BENASSI FRANCIOSI Isolda nata a CARPI il 29/08/1947 CERRETTI Carla nata a CARPI il 05/09/1950 DIACCI Giovanni nato a CARPI il 17/03/1958 SACCHETTI Elisabetta nata a CARPI il 05/09/1982 SACCHETTI Erica nata a CARPI il 21/11/1977	ZZLRT50B16B819F BNSGL15A27B819P BNSSLD47M69B819X CRRCRL50P45B819W DCCGNN58C17B819J SCCLBT82P45B819C SCCRCE77561B819Z	Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà Proprietà	6/216 99/216 99/216 4/216 6/216 1/216 1/216	
CARPI (B819)	164	228	SEMINATIVO VIGNETO		2 2	825	COSTANTINI Graziella nata a SOLIERA il 14/05/1963	CSTGZL63E54I802U	Proprietà	1/1	
<b>AREA CESSIONE GRATUITA</b>											
CARPI (B819)	164	301	SEMINATIVO	INCOLTO	2	23	PROXIMA IMMOBILIARE S.R.L. con sede in CARPI (MO)	2524890361	Proprietà	1	
CARPI (B819)	164	304	SEMINATIVO	INCOLTO	2	994	PROXIMA IMMOBILIARE S.R.L. con sede in CARPI (MO)	2524890362	Proprietà	1	
CARPI (B819)	164	311	SEMIN ARBOR	INCOLTO	2	1.939	PROXIMA IMMOBILIARE S.R.L. con sede in CARPI (MO)	2524890363	Proprietà	1	
<b>DEMANIO ALLE STRADE</b>											
	164					15					
	164					721					
<b>DEMANIO ALLE ACQUE</b>											
	164					1.757					
	164					670					
<b>DEMANIO PUBBLICO</b>											
	164	91				3.614					
						<b>51.434</b>					

Figura 94 - Proprietà delle aree interessate dall'opera



### **13 Prefattibilità ambientale dell'intervento**

Come già ricordato, ai sensi della L.R. 9/99 "Disciplina della procedura di valutazione dell'impatto ambientale", l'intervento in oggetto è assoggettato alla procedura di VIA; è quindi stato predisposto uno Studio di Impatto Ambientale a cui si rimanda per ogni dettaglio.



## 14 Stima dei lavori

Il preventivo di spesa ottenuto applicando alle quantità risultanti dal computo metrico i prezzi desunti dal *l'“Aggiornamento Elenco regionale dei prezzi per lavori e servizi in materia di difesa del suolo, della costa e bonifica, indagini geognostiche, rilievi topografici e sicurezza - Annualità 2016”* (Pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Emilia-Romagna, N. 222, Anno 47, del 21 luglio 2016 e *“Aggiornamento elenco prezzi degli interventi di forestazione”* (DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 15 APRILE 2015, N. 367) è riportato di seguito.

### A) Lavori IN APPALTO

- importo lavori	€ 147.628,10
- oneri per la sicurezza	€ 2.500,00

-----  
**TOTALE LAVORI E ONERI SICUREZZA** € **150.128,10**

### B) Somme A DISPOSIZIONE

- IVA 22%	€ 33.028,18
-----------	-------------

-----  
**TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE** € **33.028,18**

**TOTALE (A + B)** € **183.156,28**



### C) Lavori in AMMINISTRAZIONE DIRETTA

- Operai specializzati del Consorzio	€ 37.119,90
- Costo carburante per escavatori del Consorzi	€ 11.905,86
- Costo nolo a freddo escavatore	€ 16.053,00
- Costo materiali	€ 94.542,74
- Indennizzo per occupazione aree	€ 4.000,00

-----  
**TOTALE LAVORI IN AMMINISTRAZIONE DIRETTA (C) € 163.621,51**

### TOTALE PROGETTO

TOTALE GENERALE (A + B)	€ 183.156,28
TOTALE LAVORI IN AMMINISTRAZIONE DIRETTA (C)	€ 163.621,51
<b>TOTALE OPERE</b>	<b>€ 346.777,79</b>

QUOTA PER ESPROPRI, COMPRENSIVA DI TASSE DI TRASCRIZIONE, IMPORTO PER PERIZIA DI STIMA, IMPORTO PER FRAZIONAMENTI, PARCELLA NOTAIO E OGNI ALTRO ONERE RELATIVO (A CORPO)

€ 400.000,00

**TOTALE PROGETTO € 746.777,79**



## 15 Cronoprogramma

I lavori potranno prendere avvio al termine della procedura di VIA (Par. L.R. 9/99 “Disciplina della procedura di valutazione dell'impatto ambientale”), indicativamente non prima della fine del 2017 e avranno una durata indicativa non inferiore ai 4 mesi.

Tabella 12 – Cronoprogramma relative alle diverse fasi di lavoro (per la localizzazione delle “aree” indicate nella omonima colonna si veda il Par. “Descrizione degli interventi previsti dalla soluzione progettuale emersa dal confronto tra alternative”)

COD · FAS E	Fase	Area	Mese 1				Mese 2				Mese 3				Mese 4			
			Sett 1	Sett 2	Sett 3	Sett 4												
A	Scavo del cappellaccio e trasporto entro 1 km nel sito	7																
B	Scavo della cassa e costruzione degli argini della cassa	3-4-5-6																



C	Scavo fosso scolo cassa	3															
D	Scavo della cassa e riporto della terra sull'argine del Canale V° con trasporto entro 1 km	1-2															
E	Costruzione argine sud della cassa (a ridosso del Canale V°)	1-2															
F	Scavo della cassa, modellamento zona umida e trasporto tra 1 e 5 km	7															
G	Scavo della cassa e trasporto per costruzione argine dx cavata	5-6															
H	Costruzione argine dx cavata	5-6															



I	Scavo fondo cassa per deposito cappellaccio e trasporto tra 1 e 5 km	7															
L	Trasporto verso il fondo della cassa del cappellaccio precedentemente depositato in situ	7															
M	Costruzione delle opere idrauliche accessorie (pozzetti, valvole non ritorno, ecc.)	7															
N	Scavo e costruzione argine cavata Orientale A MONTE VIA LAMA	8															
O	Posa delle tubazione irrigua e della tubazione di	7															



	scarico della cassa																	
	Costruzione dello sfioratore della cassa	7																
P	Costruzione argine cavata a valle di via Lama	9																
Q	Scavo fosso di scolo a valle di via Lama	9																
R	Costruzione delle opere idrauliche accessorie (pozzetti, valvole non ritorno, ecc.) a valle di Via Lama	9																
S	Opere a verde e di mitigazione	7																



## 16 Allegati

1. Relazione tecnica e illustrativa
2. Elaborati cartografici e grafici
3. Documentazione fotografica
4. Computo metrico e cronoprogramma
5. Elenco prezzi unitari
6. Sicurezza e tavola interferenze
7. Piano particellare
8. Relazione archeologica
9. Relazione geotecnica
10. Relazione geologica
11. Relazione Terre Scavo e Piano di utilizzo
12. Relazione analisi ferromagnetiche
13. Relazione idraulica
14. Relazione aspetti naturalistici e fitodepurativi della cassa
15. Relazioni monitoraggio ecologico ante operam
  - 15.1. Relazione qualità acqua e IFF
  - 15.2. Relazione vegetazione riparia
  - 15.3. Relazione macrofite acquatiche
  - 15.4. Relazione macrobenthos
  - 15.5. Relazione fauna ittica
  - 15.6. Relazione anfibi
  - 15.7. Relazione carabidi
16. Documenti amministrativi