



Regione Lombardia

Est Ticino Villoresi



Consorzio di Bonifica

D.G.R. XI/4337 del 22.02.2021 - CONVENZIONE PER MANUTENZIONE STRAORDINARIA DELLA ROGGIA CARONA IN COMUNE DI LACCHIARELLA (MI), DEL NAVIGLIACCIO, VERNAVOLA E VERNAVOLINO IN COMUNE DI PAVIA (PV) E DEL TICINELLO MENDOSIO IN COMUNE DI BINASCO (MI)

LAVORI DI DIFESA E SOSTEGNO SPONDALE MEDIANTE RISAGOMATURA E FORMAZIONE DI SCOGLIERE"

CUP C97H21002240002  
PROGETTO DEFINITIVO

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

geom. Andrea Ferrari

ELABORATO

**R.01-CAR**

IL PROGETTISTA

ing. Alessandro Di Leo

DESCRIZIONE

RELAZIONE TECNICA GENERALE  
Roggia Carona

SCALA

DATA  
LUGLIO 2022

REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	CONTROLL.	APPROVATO

Est Ticino Villoresi



Consorzio di Bonifica

CONSORZIO DI BONIFICA EST TICINO VILLORESI  
Via Ludovico Ariosto, 30  
20145 - Milano  
tel. 02 48561301  
e.mail: info@etvilloresi.it - PEC: etvilloresi@pec.it



## INDICE

---

<b>PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>ELENCO ELABORATI.....</b>	<b>4</b>
<b>1 ANALISI DELLO STATO DI FATTO .....</b>	<b>5</b>
1.1 Inquadramento territoriale .....	5
1.1 Problematiche e criticità.....	6
1.1.1 Stato di fatto del corso d'acqua.....	6
<b>2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>10</b>
2.1 Interventi previsti.....	10
2.2 Considerazioni idrauliche .....	11
2.3 Durata degli interventi.....	11
<b>3 SPESA PREVISTA .....</b>	<b>11</b>



## **PREMESSA**

---

Con D.G.R. n. X/7581 del 18/12/2017, perfezionata in data 27/08/2018, Regione Lombardia ha consegnato al Consorzio Est Ticino Villoresi la roggia Carona.

Il Consorzio Est Ticino Villoresi, una volta acquisito al proprio reticolo idrografico di bonifica la roggia Carona, ha provveduto a eseguire una serie di rilievi e indagini sul campo dai quali sono emerse importanti criticità statiche a carico del muro in sponda sinistra, nel tratto appena a valle dell'attraversamento ferroviario della linea MI-PV, in comune di Lacchiarella (MI).

Regione Lombardia, con D.g.r. 11 aprile 2022 - n. XI/6273 - *Programma 2022 – 2026 di interventi urgenti e prioritari per la difesa del suolo e la mitigazione dei rischi idrogeologici del territorio lombardo nonché opere per la riduzione degli impatti negativi derivanti dalle alluvioni (Direttiva 2007/60/CE)* ha finanziato la realizzazione di vari interventi per la difesa del suolo e la mitigazione dei rischi idrogeologici e, successivamente, ha designato il Consorzio Est Ticino Villoresi quale Ente Attuatore dell'intervento n. 113 - *Interventi di manutenzione straordinaria della roggia Carona, in Comune di Lacchiarella (MI)*.

La roggia Carona è un canale di scolo deputato alla sicurezza idraulica del territorio nel fronteggiare gli eventi alluvionali. Allo stato attuale, accertato il dissesto del muro in sponda sinistra che separa il cavo Borromeo dalla roggia stessa, si evidenzia il grave rischio che le onde di piena che interessano la roggia Carona, una volta crollato il muro spondale, possano riversarsi nell'adiacente cavo Borromeo, canale irriguo inadeguato a veicolare onde di piena, e, attraverso quest'ultimo, provocare l'alluvione del territorio sotteso dalla roggia.

In seconda analisi, il crollo del muro di sponda sopra richiamato comprometterebbe la funzionalità statica del ponte ferroviario che attraversa la roggia Carona con conseguenti disservizi sulla tratta Milano-Pavia.

Infine, le fessurazioni che interessano il muro spondale della roggia Carona provocano il versamento di acque irrigue in cavi di scolo con perdita di risorse idriche, particolarmente preziose nei periodi siccitosi.

In considerazione di tutte le problematiche sopra evidenziate il Consorzio ha avviato la progettazione delle opere di manutenzione straordinaria del muro spondale al fine di mitigare il rischio idrogeologico del territorio sotteso dalla roggia Carona, risolvendo le criticità puntuali ascrivibili al muro esistente.

---

D.g.r. 11 aprile 2022 - n. XI/6273 *Programma 2022 – 2026 di interventi urgenti e prioritari per la difesa del suolo e la mitigazione dei rischi idrogeologici del territorio lombardo nonché opere per la riduzione degli impatti negativi derivanti dalle alluvioni* (Direttiva 2007/60/CE) – *Interventi di manutenzione straordinaria della roggia Carona, in Comune di Lacchiarella.*



Si segnala, inoltre, che la fascia di terreno che separa la roggia Carona dal cavo Borromeo non è più percorribile con mezzi di manutenzione a causa della continua erosione che interessa il tratto di sponda sinistra in curva e che attualmente è privo di idoneo rivestimento spondale.

Lo stato di conservazione della sponda sinistra della roggia Carona - sia nel tratto in muratura già esistente che nel tratto in terra e in curva - mette a forte rischio la separazione dal cavo Borromeo, condizione necessaria affinché le onde di piena che interessano la r. Carona non si riversino nel c. Borromeo e, attraverso quest'ultimo che è prettamente irriguo, si propaghino danni alluvionali ai territori sottesi.

Lo spazio di intervento, ovvero l'argine che separa la r. Carona dal c. Borromeo, è talmente esiguo da consentire tecniche di modesto sviluppo dimensionale. Il muro in elevazione in c.a., infatti, potrà assolvere a funzioni statiche con uno spessore non superiore a 25 cm: tale soluzione, del resto, era stata adottata anche in passato per risolvere la stessa problematica di rischio di crollo; allora era stato edificato un muro di sponda che oggi, anche a causa di un apparato fondale insufficiente, presenta rischio di crollo, nonché evidenti venute d'acqua a causa dell'avanzato stato di fessurazione.

Il Consorzio, tenuto conto dei vincoli che sussistono nell'area di intervento, ivi comprese le prescrizioni del Parco Agricolo Sud Milano, ha valutato una serie di soluzioni progettuali temperando l'efficienza idraulica e il rispetto dei vincoli sopra citati. Il Consorzio ha preventivamente sottoposto tutte le opzioni possibili sia alla Soprintendenza che al PASM per una condivisione preliminare della soluzione ottimale che potesse temperare e mediare tutte le istanze espresse dai portatori di interessi.

La soluzione individuata, ovvero il muro di sostegno a "L" in c.a., nell'ottica di ridurre il più possibile l'impatto visivo, prevede la realizzazione di una soletta di fondazione anti-sifonamento e anti-ribalamento che verrà ricoperta col sedimento naturale autoctono; il muro di elevazione sarà contenuto all'altezza minima indispensabile e comunque sotto il livello idrometrico medio di esercizio, tenuto conto che verrà mascherato con vegetazione igrofila cascante oltre a presentare una finitura al grezzo del paramento esposto, così come richiesto dalla Soprintendenza. In conclusione, si ritiene che il muro in progetto sarà di fatto non percepibile in quanto coperto da vegetazione e dal livello idrometrico.

Si anticipa che nel tratto adiacente al ponte ferroviario e per una estensione di circa 30 m verrà adottata una soluzione di intervento diversa dal muro per stabilizzare temporaneamente il paramento spondale esistente, poiché tale tratto sarà oggetto da parte di RFI del



“Quadruplicamento della tratta Milano-Pavia. L'intervento tampone consisterà in un rinforzo al piede del muro con la realizzazione di una berma di fondazione in materiale inerte.

Infine, poiché l'opera in esame si configura come un intervento di manutenzione e ripristino funzionale dei sistemi di scolo e smaltimento delle acque e delle opere idrauliche in alveo, si propone l'applicazione del art. A.25 del DPR 31/2017, allegato A.



## ELENCO ELABORATI

Costituiscono parte integrante del presente progetto di manutenzione straordinaria i seguenti elaborati:

<b>ELABORATI DI TESTO</b>	
<b>Codice</b>	<b>Titolo</b>
R.01	Relazione tecnica generale
R.02	Relazione di calcolo
R.03	Relazione geologica e sismica
R.04	Studio di prefattibilità
R.05	Computo metrico
R.06	Elenco prezzi + analisi
R.07	Quadro economico
R.08	Disciplinare tecnico-descrittivo
R.09	Piano particellare
R.10	Piano di sicurezza e coordinamento + fascicolo
<b>ELABORATI GRAFICI</b>	
<b>Codice</b>	<b>Titolo</b>
T.01	Corografia
T.02	Planimetria dello stato di fatto e rilievo fotografico
T.03	Planimetria di progetto
T.04	Sezioni trasversali
T.06	Planimetria si occupazione catastale



## 1 ANALISI DELLO STATO DI FATTO

### 1.1 Inquadramento territoriale

La zona interessata dall'intervento di manutenzione riguarda il tratto della roggia Carona nei comuni di Lacchiarella (MI), Giussago e Bornasco (PV), compreso tra la linea ferroviaria e via per Birolo, per una lunghezza totale di circa 180 m (vedi figura 1).



Figura 1 - Inquadramento territoriale.

La Carona nasce da un fontanile nei pressi di Zibido San Giacomo, in località Tavernasco; da qui la roggia Carona Magistrale scorre fino a Binasco dove, a valle della località Mulino Nuovo, riceve le acque della Canale Ticinello proveniente da Binasco.

La roggia arriva fino a Pavia irrigando un vasto comprensorio agricolo. Nei tempi antichi la Carona Magistrale difendeva le mura orientali di Pavia, prima di gettarsi nel Ticino; lungo il suo percorso alimentava molti mulini. A Pavia vi erano due Carone: una era la Carona Magistrale che lambiva i fossati delle mura e una Carona Interna che si originava dal Navigliaccio. La

D.g.r. 11 aprile 2022 - n. XI/6273 Programma 2022 – 2026 di interventi urgenti e prioritari per la difesa del suolo e la mitigazione dei rischi idrogeologici del territorio lombardo nonché opere per la riduzione degli impatti negativi derivanti dalle alluvioni (Direttiva 2007/60/CE) – Interventi di manutenzione straordinaria della roggia Carona, in Comune di Lacchiarella.



roggia Carona Interna aveva il compito più impegnativo ovvero quello di penetrare nelle mura di Pavia da un bocchello detto "della villetta" che era presso il bastione di Santo Stefano, oggi detto "La Rotonda" di viale Nazario Sauro. Una volta penetrata in città, la Carona alimentava moltissimi mulini e vari canali irrigui.

Nell'epoca in cui iniziò lo sviluppo industriale, la roggia alimentava varie industrie pavesi e molti laboratori artigianali.

### 1.1 Problematiche e criticità

Le problematiche del tratto in oggetto, riscontrate in sede di sopralluogo, riguardano lo stato di consistenza delle sponde e del fondo dell'alveo.

#### 1.1.1 Stato di fatto del corso d'acqua

Nel tratto oggetto dell'intervento presso la roggia Carona è stato possibile osservare, grazie anche al rilievo topografico eseguito dal professionista esterno e grazie a diversi sopralluoghi, lo stato di conservazione del corso. Il tratto in esame, di geometria trapezia, presenta consistente accumulo di materiale solido sul fondo, sponde ricoperte prevalentemente da vegetazione infestante, arbusti di medie dimensioni ed alberi isolati. In particolare, la sponda sinistra presenta un muro visibilmente ammalorato con copiose venute d'acqua.



Foto 2, 3 - Sezioni CA23 e CA24.



Foto 4, 5 - Sezioni CA25 e CA26.



Roggia Carona – Ammaloramento della fondazione del muro esistente e depositi in alveo.



Roggia Carona - Fessurazioni della parete esistente con consistenti venute d'acqua dal cavo Borromeo.



Stato di conservazione dell'argine di separazione tra roggia Carona e Cavo Borromeo



## 2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

---

### 2.1 Interventi previsti

A seguito di quanto riscontrato durante i vari sopralluoghi sulla roggia Carona e a valle del rilievo topografico a supporto della progettazione, è stato possibile individuare la tipologia di intervento che meglio si adattasse al ripristino della capacità idraulica del corso d'acqua.

Per l'esecuzione degli interventi di ripristino della capacità idraulica della roggia Carona si prevede:

1. decespugliamento e taglio selettivo delle alberature presenti all'interno dell'alveo inciso e sulle sponde;
2. rimozione del materiale solido giacente sul fondo dell'alveo per il ripristino della capacità idraulica;
3. realizzazione di n.3 rampe provvisorie;
4. realizzazione di muro di sostegno in c.a. sulla sponda sinistra (la lunghezza totale del muro da realizzare è di circa 140 m) di cui si riporta in figura 6 la sezione tipologica; la finitura del paramento esterno sarà in calcestruzzo grezzo, come richiesto dalla Soprintendenza.
5. Realizzazione di consolidamento al piede del muro con berma di fondazione, nel tratto di 30 m appena a valle dell'attraversamento ferroviario e che sarà oggetto di intervento da parte di RFI nell'ambito del quadruplicamento della linea Milano-Pieve Emanuele,
6. Posa di piante igrofilie cascanti sulla sommità del muro di nuova realizzazione;
7. Ricoprimento della soletta di fondazione del muro con sedimenti naturali autoctoni.

A completamento dell'intervento si provvederà ad intervenire con opere necessarie al ripristino dello stato dei luoghi.

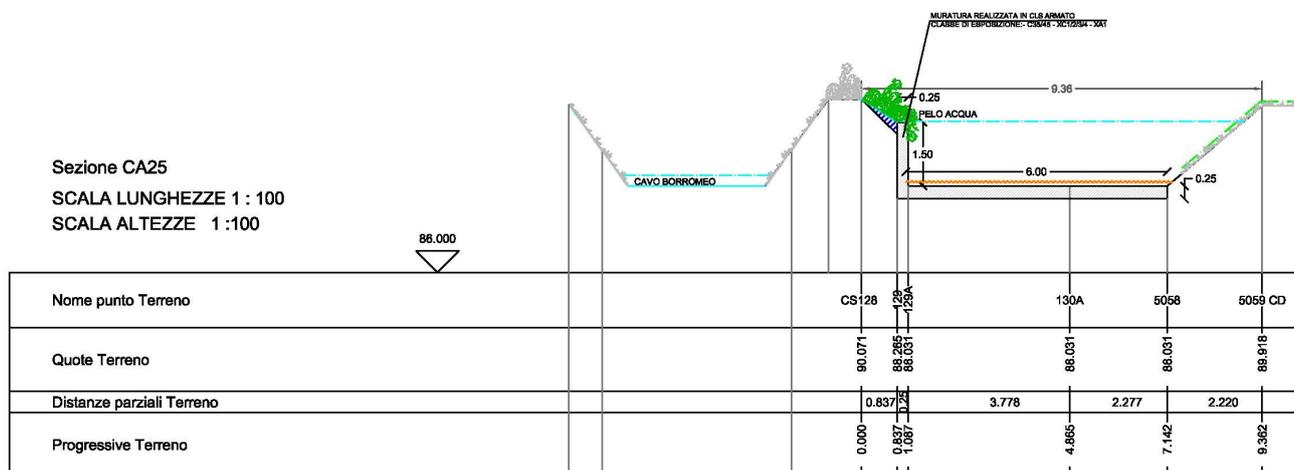


Figura 6 - Sezione tipologica d'intervento.

## 2.2 Considerazioni idrauliche

Le opere in progetto non andranno a modificare l'assetto del corso d'acqua, in termini di altezze di sponda, sezioni utili di deflusso e tiranti idrici. In particolare, con il ripristino dell'alveo, si realizzerà un lieve incremento della sezione liquida. Inoltre, la rimozione della vegetazione spondale, nonché la realizzazione del muro di sostegno in c.a. liscio, concorrerà alla riduzione della scabrezza a tutto vantaggio dell'efficienza idraulica del canale. Per le motivazioni sopra esposte non si ritiene necessaria la verifica di compatibilità idraulica delle opere.

## 2.3 Durata degli interventi

Come evidenziato nelle "Prime indicazioni sulla sicurezza e analisi interferenze" allegate al presente progetto, la durata complessiva degli interventi è stata stimata in **90 giorni** naturali e consecutivi.

## 3 SPESA PREVISTA

Come evidenziato nel Quadro economico allegato al presente Progetto, la spesa complessiva prevista per i due lotti è pari a € 320.000,00.



	<b>OPERE - LOTTO 1</b>	<b>IMPORTI</b>
A.1	LAVORI	€ 69.172,57
A.1.1	corpo	€ 69.172,57
A.1.2	misura	€ -
A.2	COSTI DELLA SICUREZZA (non soggetti a ribasso)	€ 3.458,63
<b>A</b>	<b>TOTALE OPERE IN APPALTO</b>	<b>€ 72.631,20</b>
<b>B</b>	<b>LAVORI VARI comprensivi di I.V.A.</b>	
B.1	Spese per cartellonistica informativa, comprensive di IVA	€ -
B.2	Spese per bonifica bellica, comprensive di IVA	€ -
<b>C</b>	<b>INDAGINI E RILIEVI</b>	
C.1	Rilievi, comprensivi di IVA	€ 1.720,00
C.2	Accertamenti ed indagini geologiche, geotecniche e chimiche, comprensivi di IVA	€ 2.913,36
<b>D</b>	<b>ALLACCIAMENTI E INTERFERENZE PUBBLICI SERVIZI</b>	
D.1	Oneri per risoluzione interferenza, comprensivi di IVA	€ 2.000,00
<b>E</b>	<b>IMPREVISTI E ARROTONDAMENTO</b>	
E.1	Imprevisti e arrotondamento, comprensivi di IVA	€ 7.545,69
<b>F</b>	<b>SPESE TECNICHE</b>	
F.1	Spese tecniche per progettazione definitiva, esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, oneri e IVA compresi	€ -
F.2	Spese tecniche per progettazione dell'intervento, verifica della progettazione, esecuzione dei lavori, comprensivo di costi indiretti del personale, ai sensi della DGR10.6.2019 - n. XI/1730	€ 8.694,14
F.3	Incentivo alla progettazione secondo art. 113, comma 2 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i (2% delle opere in appalto)	€ 1.452,62
<b>G</b>	<b>SPESE PER ATTIVITA' DI CONSULENZA E SUPPORTO</b>	
G.1	Incarico professionale per pubbliche relazioni ed immagine, comprensivo di IVA	€ -
G.2	Supporto per frazionamento e espropri e spese notarili per volture etc., comprensivo di IVA	€ -
<b>H</b>	<b>SPESE PER COMMISSIONI GIUDICATRICI</b>	
H.1	Spese commissione di collaudo tecnico-amministrativo	€ -
<b>I</b>	<b>SPESE DI PUBBLICITA' E GARA</b>	
I.1	Spese per pubblicità, procedure di gara e oneri istruttori vari	€ -
<b>L</b>	<b>SPESE PER ACCERTAMENTI DI LABORATORIO E VERIFICHE TECNICHE DA CSA</b>	
L.1	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche di CSA, comprensivi di IVA	€ 2.000,00
<b>M</b>	<b>IVA</b>	
M.1	IVA sui lavori (22% delle opere in appalto)	€ 15.978,86
<b>N</b>	<b>AVCP</b>	
N.1	Oneri di cui all'art. 2, comma 1, della Deliberazione 26/01/2006 a favore dell'Autorità per la Vigilanza sui LL.PP.	€ 270,00
<b>O</b>	<b>ADEGUAMENTO DEI PREZZI</b>	
O.1	Accantonamento per revisione spese generali per COVID-19, di cui alla DGR 32/77 del 23/06/2020 (1.8% delle opere in appalto)	€ 1.307,36
<b>P</b>	<b>ESPROPRI E SERVITU'</b>	
P.1	Fondo per espropri e servitù	€ 1.487,64
<b>Q</b>	<b>SPESE GENERALI</b>	
Q.1	15% delle voci C, F, G	€ 1.999,13
	<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE</b>	<b>€ 47.368,80</b>
	<b>TOTALE FINANZIAMENTO</b>	<b>€ 120.000,00</b>



	OPERE LOTTO 2	IMPORTI
A.1	LAVORI	€ 139.032,06
A.1.1	corpo	€ 139.032,06
A.1.2	misura	€ -
A.2	COSTI DELLA SICUREZZA (non soggetti a ribasso)	€ 1.390,32
<b>A</b>	<b>TOTALE OPERE IN APPALTO</b>	<b>€ 140.422,38</b>
<b>B</b>	<b>LAVORI VARI comprensivi di I.V.A.</b>	
B.1	Spese per cartellonistica informativa, comprensive di IVA	€ -
B.2	Spese per bonifica bellica, comprensive di IVA	€ -
<b>C</b>	<b>INDAGINI E RILIEVI</b>	
C.1	Rilievi, comprensivi di IVA	€ -
C.2	Accertamenti ed indagini geologiche, geotecniche e chimiche, comprensivi di IVA	€ -
<b>D</b>	<b>ALLACCIAMENTI E INTERFERENZE PUBBLICI SERVIZI</b>	
D.1	Oneri per risoluzione interferenza, comprensivi di IVA	€ 1.000,00
<b>E</b>	<b>IMPREVISTI E ARROTONDAMENTO</b>	
E.1	Imprevisti e arrotondamento, comprensivi di IVA	€ 7.404,70
<b>F</b>	<b>SPESE TECNICHE</b>	
F.1	Spese tecniche per progettazione definitiva, esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, oneri e IVA compresi	€ -
F.2	Spese tecniche per progettazione dell'intervento, verifica della progettazione, esecuzione dei lavori, comprensivo di costi indiretti del personale, ai sensi della DGR10.6.2019 - n. XI/1730	€ 16.471,55
F.3	Incentivo alla progettazione secondo art. 113, comma 2 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i (2% delle opere in appalto)	€ 2.808,45
<b>G</b>	<b>SPESE PER ATTIVITA' DI CONSULENZA E SUPPORTO</b>	
G.1	Incarico professionale per pubbliche relazioni ed immagine, comprensivo di IVA	€ -
G.2	Supporto per frazionamento e espropri e spese notarili per volture etc., comprensivo di IVA	€ -
<b>H</b>	<b>SPESE PER COMMISSIONI GIUDICATRICI</b>	
H.1	Spese commissione di collaudo tecnico-amministrativo	€ -
<b>I</b>	<b>SPESE DI PUBBLICITA' E GARA</b>	
I.1	Spese per pubblicità, procedure di gara e oneri istruttori vari	€ -
<b>L</b>	<b>SPESE PER ACCERTAMENTI DI LABORATORIO E VERIFICHE TECNICHE DA CSA</b>	
L.1	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche di CSA, comprensivi di IVA	€ 1.000,00
<b>M</b>	<b>IVA</b>	
M.1	IVA sui lavori (22% delle opere in appalto)	€ 30.892,92
<b>N</b>	<b>AVCP</b>	
N.1	Oneri di cui all'art. 2, comma 1, della Deliberazione 26/01/2006 a favore dell'Autorità per la Vigilanza sui LL.PP.	€ -
<b>O</b>	<b>ADEGUAMENTO DEI PREZZI</b>	
O.1	Accantonamento per revisione spese generali per COVID-19, di cui alla DGR 32/77 del 23/06/2020 (1.8% delle opere in appalto)	€ -
<b>P</b>	<b>ESPROPRI E SERVITU'</b>	
P.1	Fondo per espropri e servitù	€ -
<b>Q</b>	<b>SPESE GENERALI</b>	
Q.1	15% delle voci C, F, G	€ 2.470,73
	<b>TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE</b>	<b>€ 59.577,62</b>
	<b>TOTALE FINANZIAMENTO</b>	<b>€ 200.000,00</b>