

CONSORZIO DI BONIFICA DI SECONDO GRADO PER IL CANALE EMILIANO ROMAGNOLO

Via Ernesto Masi, 8 - 40137 Bologna

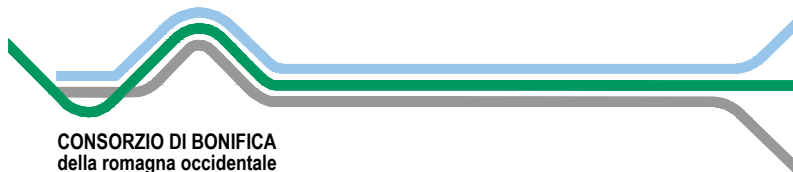


consorzio della bonifica
Renana

Via S. Stefano, 56 - 40125
Bologna

PEC: bonificarenanana@pec.it

http: \\www.bonificarenanana.it



CONSORZIO DI BONIFICA
della romagna occidentale

Piazza Savonarola, 5
CAP 48022, Lugo (RA)
c.f. 91017690396
consorzio@romagnaoccidentale.it
pec: romagnaoccidentale@pec.it
www.romagnaoccidentale.it



CONSORZIO
DI BONIFICA
DELLA ROMAGNA

cf: 92071350398

email: protocollo@bonificaromagna.it

pec: bonificaromagna@legalmail.it

www.bonificaromagna.it

RIQUALIFICAZIONE E TELECONTROLLO DELLE OPERE DI DERIVAZIONE DAL CER LUNGO L'ASTA PRINCIPALE

PROGETTO ESECUTIVO

IL PRESIDENTE (per. agr. Nicola Dalmonte)

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO (dott. ing. Marco Menetti)

I PROGETTISTI

Coordinamento

(dott. ing. Piero Mattarelli)

Consorzio C.E.R.

(dott. ing. Veronica Toschi)

Consorzio della Bonifica Renana

(dott. ing. Marco Rigotti)

Consorzio di bonifica

della Romagna occidentale

(dott. ing. Elvio Cangini)

Consorzio di bonifica

della Romagna

(dott. ing. Paolo Giorgioni)

B. Relazioni tecniche

B.1

RELAZIONE TECNICA

Codice Progetto

N°

Descrizione

luglio 2023

INDICE

Premessa	2
1. INTERVENTI PER L'AUTOMAZIONE E IL TELECONTROLLO	3
1.1. Macchine idrauliche di regolazione della portata	3
1.2. Tipologia con paratoia	3
1.2.1. Organo di regolazione.....	3
1.2.2. Piastra di tamponamento (elaborati di progetto C.1.3.4, C.2.3.6)	6
1.3. Tipologia con valvola	6
1.3.1. Organo di regolazione (elaborati di progetto C.2.3.1, C.3.3.1)	6
1.3.2. Elementi accessori (elaborati di progetto C.1.3.3, C.1.3.4, C.2.3.1, C.2.3.3, C.2.3.5, C.3.3.1, C.3.3.3, C.3.3.5).....	8
1.4. Alloggiamento della centralina (elaborati di progetto C.1.3.5, C.2.3.4, C.3.3.4)	9
1.5. Griglie fermaerba (elaborati di progetto C.1.3.2, C.2.3.2, C.3.3.2)	9
2. INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO FUNZIONALE E DI CARATTERE CONSERVATIVO	10
2.1. Paratoie di sezionamento (elaborati di progetto C.1.3.1.1, C.1.3.1.2)	10
2.2. Risanamenti delle opere civili	10
2.2.1. Stato di fatto	10
2.2.2. Ripresa delle superfici in c.c.a. (elaborato di progetto C.1.3.8)	11
2.2.3. Opere in carpenteria metallica (elaborato di progetto C.1.3.9)	11
2.3. Descrizione degli interventi previsti in alcune postazioni particolari	12
2.3.1. Condotta San Pietro in Casale / Deserto (elaborato di progetto C.1.2.1)	12
2.3.2. Ex Casolare abbandonato (elaborato di progetto C.1.2.1)	12
2.3.3. Fossa Quadra (elaborato di progetto C.1.2.2).....	12
2.3.4. Stagno (elaborato di progetto C.1.2.3)	13
2.3.5. Lorgana (elaborato di progetto C.1.2.4).....	13
2.3.6. Fiumicello delle Bruciate (elaborato di progetto C.1.2.5).....	14
2.3.7. Fiumicello di Dugliolo (elaborato di progetto C.1.2.6).....	14
2.3.8. Nuova Fossa Villa (elaborato di progetto C.1.2.7)	15
2.3.9. Santa Lucia (elaborati di progetto C.2.2.09, C.2.3.6)	15
2.3.10. Brignani vivo (elaborato di progetto C.2.2.15)	16
2.3.11. Naviglio Zanelli (elaborati di progetto C.2.2.17, C.2.3.7)	16
2.3.12. Ronco Grosso, Tratturo Fosso Ghiaia, Fossatone del Bevano, Saraceta, Dismano, Rio Mesola di Montaletto (elaborati di progetto C.3.2.07, C.3.2.08, C.3.2.15, C.3.2.16, C.3.2.17, C.3.2.18, C.3.3.6)....	17

Premessa

La presente Relazione si prefigge di elencare e descrivere le scelte tecniche adottate nella progettazione degli interventi per la riqualificazione delle opere di derivazione irrigua dal Canale Emiliano Romagnolo (di seguito, per brevità, "CER"), e per la realizzazione di un sistema avanzato di automazione e controllo a distanza dei relativi organi di regolazione.

Nella prima parte vengono illustrati i principali interventi comuni a tutte le opere di derivazione contemplate dal progetto (nel numero complessivo di 46, distribuite in uno sviluppo di 100 chilometri tra le progressive km 17 e 117 km dell'asta), e incentrati sulla fornitura e installazione di nuovi organi di regolazione, tecnologicamente avanzati e fortemente innovativi.

La seconda parte è invece dedicata agli interventi di carattere conservativo e di miglioramento funzionale, destinati a quelle postazioni che per diversi motivi richiedono interventi specifici e diversificati. Si tratta per la maggior parte di derivazioni comprese nel primo tratto Pieve di Cento-Sillaro dell'adduttore che, a causa della più antica costruzione, della più vetusta concezione e del più prolungato esercizio, sono caratterizzate da stadi di degrado più o meno avanzati sia nelle opere civili, sia in quelle di carpenteria metallica, e pertanto necessitano di azioni urgenti di recupero funzionale. In altri casi, ricadenti nel tronco a valle Sillaro di più recente costruzione, si tratta invece di operazioni dettate da particolarità funzionali o geometriche locali.

Per l'illustrazione della fisionomia generale del sistema, degli obiettivi del progetto, dello stato di fatto delle opere e dei contenuti principali degli interventi si rinvia all'articolo 1 del Capitolato speciale e ai capitoli 2÷4 della Relazione generale, che qui si intendono completamente richiamati in quanto fondamentali per la conoscenza e comprensione dei nuovi lavori in programma.

1. INTERVENTI PER L'AUTOMAZIONE E IL TELECONTROLLO

1.1. Macchine idrauliche di regolazione della portata

Le macchine che formano l'oggetto più rilevante del presente progetto costituiscono un sistema integrato tra componenti meccaniche, idrauliche ed elettroniche, per la cui descrizione si fornisce nel prosieguo un'illustrazione, anche fotografica, basata sui dispositivi analoghi già installati e sperimentati dal Consorzio della Bonifica Renana (Relazione generale, paragrafo 2.2).

Ciascuna macchina consente – in un unico allestimento – la misurazione precisa, la registrazione e la regolazione automatica delle portate erogate in funzione del solo carico idraulico di monte; il tutto alimentato esclusivamente ad energia solare, così da eliminare gli oneri dell'allacciamento elettrico e da assicurare al contempo bassi costi di esercizio.

In particolare ciascuna macchina, che è installata in apposita camera ed immette l'acqua in una canaletta a pressione atmosferica, è in grado:

- di modulare l'apertura in modo da mantenere costante la portata indipendentemente dal carico idrostatico di monte e in presenza di variazioni del medesimo,
- o, in alternativa
- di mantenere un grado di apertura pre-impostato dall'operatore sino a nuovo comando.

La misurazione della portata avviene direttamente all'interno della macchina grazie a sensori ad elevata precisione in presenza di portate sia elevate che basse.

La costruzione è tale da ridurre al minimo le perdite di carico, le incrostazioni e l'accumulo di sedimenti e consente facile ispezione, manutenzione e pulizia.

1.2. Tipologia con paratoia

1.2.1. Organo di regolazione

La macchina idraulica di regolazione della portata con paratoia installata dal Consorzio della Bonifica Renana è indicata nelle immagini delle **figure 1 e 2**. La figura 1 mostra l'intero apparato meccanico, composto da guide verticali atte a consentire lo scorrimento dello scudo, una parte sommitale ospitante il motore dedicato alla movimentazione dello scudo, ed un cassone metallico a sezione rettangolare montato subito a monte dello scudo della paratoia.

Il funzionamento della paratoia si basa sulla possibilità, nota la portata in transito attraverso il box metallico, di guidare il motore ad ottenere il corretto posizionamento dello scudo della paratoia. All'operatore viene quindi data la possibilità di impostare il valore di portata desiderato. In seguito al recepimento da parte della macchina di tale valore, il motore varierà la posizione dello scudo fino a che il sistema di misura della portata non indichi il raggiungimento di una posizione che soddisfi l'obiettivo imposto. Analogamente, nel momento in cui le condizioni idrauliche al contorno dovessero variare, con effetto sull'effettiva portata in transito, oppure si dovesse impostare un diverso valore di portata in input, verrà ulteriormente variata la posizione dello scudo fino al raggiungimento del punto di soddisfazione.



Figura 1: Vista complessiva della paratoia, con guide e box di misura, in fase d'installazione



Figura 2: Dettaglio della paratoia, con visione della guarnizione di tenuta e dello scudo

La lunghezza delle guide dipende ovviamente dalle condizioni di installazione specifiche del sito, mentre la dimensione di massima apertura della paratoia è funzione delle esigenze del gestore e delle condizioni idrauliche al contorno, nuovamente specifiche del sito. Il Consorzio, nel caso qui rappresentato, ha installato una macchina con luce di massima apertura 600 x 600 mm (dettagli ben apprezzabili in **figura 2**).

Il cassone metallico, o *box*, visibile nelle due immagini è di fatto un canalizzatore di flusso, con imbocchi ben raccordati al fine di minimizzare le perdite di carico e di ridurre il grado di turbolenza del fluido. All'interno del box, non visibili nell'immagine, sono installati vari sensori del tipo a corde foniche, in grado di misurare i tempi di transito su varie linee di esplorazione per pervenire ad una valutazione accurata della velocità del fluido, oltre che un sensore in grado di leggere il livello idrico. In tal modo si può pervenire a una misura della portata per via diretta, sulla base dei valori della velocità del fluido in transito e della sezione liquida.

Nella macchina con paratoia è ammissibile anche un flusso a bocca parzializzata, essendo data la possibilità di misurare il tirante idrico e quindi di calcolare l'effettiva area liquida.

Il grado di apertura del dispositivo è funzione della posizione dello scudo, movimentato in apertura e chiusura da un sistema composto da un cavo d'acciaio (visibile in **figura 2**) e da un meccanismo a tamburo, in grado di garantire un posizionamento di precisione. Il motore è alloggiato sulla sommità della struttura.

La macchina è concepita per l'installazione in fregio su una muratura verticale, ed il flusso dell'acqua è previsto dal cassone di misura verso lo scudo, non al contrario.

Il software di gestione incorporato fornisce le seguenti opzioni di controllo:

opzione di controllo locale azione della paratoia

Posizione apre nella posizione desiderata e vi resta;

Portata mantiene la portata impostata indipendentemente dal carico.

Le principali caratteristiche costruttive e prestazionali richieste sono di seguito sintetizzate.

Parte elettromeccanica

- apertura: quadrata con lato proporzionato alla dimensione della paratoia;
- sistema di movimentazione realizzato con tecnologia a cavo d'acciaio e meccanismo a tamburo o similari in acciaio inossidabile, in grado di sviluppare un posizionamento di alta precisione, con tolleranza massima di $\pm 0,5$ mm;
- posizione della paratoia: 256 codici magnetici;
- motore elettrico a 12 V cc senza spazzole;
- elementi costitutivi principali in acciaio inossidabile e alluminio, completamente sommergibili;
- guarnizioni in gomma con garanzia di tenuta idraulica $< 0,02$ l/s per metro lineare in presenza di pressioni entro i 20 m di carico idraulico.

Materiali dei principali elementi costruttivi

- telai: alluminio estruso tipo marino;
- scudo: laminati compositi con lamiere di alluminio saldate a RTM (resin transfer molding) su alluminio estruso;
- meccanismi: acciaio inossidabile;
- albero di trasmissione: acciaio inossidabile;
- bulloni di movimentazione: bronzo fosforoso;
- guarnizioni: gomma EDPM (Durometro 70 Shore A);
- striscia antiusura: PVC;
- sensore di livello: alluminio anodizzato e copolimero di plastica acetilica con raccordi in acciaio inossidabile e collegamenti elettrici placcati oro;
- custodia per trasduttore: xenoy stampato ad iniezione.

Misura della portata

- tecnica: tempo di transito cross-path acustico;
- sistema: integrato, funzionante con sensori acustici e schema di ricostruzione della portata a tempi di transito incrociati;
- sensori: 32 elementi acustici singoli disposti in 4 alloggi su 8 piani di misura;
- risoluzione del tempo di transizione: 100 picosecondi;
- flusso minimo: 12 l/s;
- precisione: $\pm 2,5\%$ per velocità di flusso maggiori di 25 mm/s;
- allarme di non riempimento (scatolato di misura non pieno);
- frequenza di misura: 2,5 secondi.

Alimentazione elettrica

- alimentazione principale da batteria interna 12 V cc, con amperaggio e potenza adatte all'applicazione, ricaricata da pannello solare;
- pannello fotovoltaico di potenza almeno pari ad 85 W monocristallino, accoppiato alle batterie in tampone; la potenza deve essere comunque adatta all'applicazione prevista in progetto e sempre

sufficiente al servizio, che comprende anche il consumo di una unità RTU aggiunta per servizi di messaggistica e comunicazione (come descritto all'articolo 34);

- batterie ausiliarie: 2 o 3 da 12 V 28 Ah con gel piombo e acido sigillato, sensore di temperatura, garantite per 5 anni di vita e 5 giorni di funzionamento senza ricarica da pannello solare,
- lunghezza standard del cavo di alimentazione dalla colonnina alla valvola 8.000 ± 20 mm; sarà cura dell'impresa la verifica in campo delle lunghezze dei cavi nei vari siti; eventuali lunghezze superiori al valore standard dovranno essere specificate in fase di ordine della macchina di regolazione.

Parte elettronica

- piedistallo di controllo locale per il sostegno dei pannelli fotovoltaici, per l'alloggiamento sicuro e resistente alle intemperie di componenti elettronici e batterie, e per il supporto dell'interfaccia utente locale;
- centralina con tastiera e display LCD per attuazione e controllo locale, posizionati sotto coperchio bloccabile;
- resistenza a sollecitazioni termiche: 12 ore con test funzionale al 100%;
- interfaccia dati: modbus seriale, display locale LCD a 4 righe con tastiera, dati radio;
- sistema di misura: metrico;
- lingua della tastiera: italiano.

1.2.2. Piastra di tamponamento (elaborati di progetto C.1.3.4, C.2.3.6)

A complemento di ciascuna paratoia di regolazione, a riduzione della sezione d'uscita dalla camera di manovra è previsto l'accoppiamento di una piastra in acciaio inossidabile di spessore 15 mm, con foro quadrato centrale, completa di pannello di plexiglass dello spessore di 10 mm incollato per la prevenzione di fenomeni elettrolitici al contatto con la paratoia. Ai lati della piastra sono saldati piatti metallici pure in acciaio inossidabile, dotati di fori per il fissaggio alle strutture esistenti con ancoraggi chimici.

1.3. Tipologia con valvola

1.3.1. Organo di regolazione (elaborati di progetto C.2.3.1, C.3.3.1)

La macchina idraulica di regolazione della portata con valvola installata dal Consorzio della Bonifica Renana è indicata nelle immagini delle **figure 3 e 4** (nelle quali la macchina propriamente detta è l'elemento ricompreso tra la testata in primo piano e la flangia di color argento).

Il funzionamento della macchina si basa sulla possibilità, nota la portata in transito attraverso il box metallico, di guidare il motore ad ottenere il corretto posizionamento dei due piatti della valvola. All'operatore viene quindi data la possibilità di impostare il valore di portata desiderato. In seguito al recepimento da parte della macchina di tale valore, il motore varierà la posizione dei piatti fino a che il sistema di misura della portata non indichi il raggiungimento di una posizione che soddisfi l'obiettivo imposto. Analogamente, nel momento in cui le condizioni idrauliche al contorno dovessero variare, con effetto sull'effettiva portata in transito, oppure si dovesse impostare un diverso valore di portata in input, verrà ulteriormente variata la posizione dei piatti fino al raggiungimento del punto di soddisfazione.

Il corpo della macchina è realizzato in alluminio ed è costituito da un tronco di tubo orizzontale (in questo caso DN 600), portante a un'estremità gli organi di chiusura e regolazione e con l'altra estremità flangiata. All'interno del tronco orizzontale, non visibili nelle immagini, sono installati vari

sensori del tipo a corde foniche, in grado di misurare i tempi di transito su varie linee di esplorazione per pervenire ad una valutazione accurata della velocità del fluido, oltre che un sensore in grado di leggere il livello idrico. In tal modo si può pervenire a una misura della portata per via diretta, sulla base dei valori della velocità del fluido in transito e della sezione liquida.

Sull'estremità libera della tubazione si trovano gli organi di regolazione, costituiti da due piatti semicircolari, provvisti di guarnizioni per la tenuta idraulica e girevoli attorno ad un asse verticale. Nelle immagini è ben visibile l'albero di movimentazione posto al centro, in verticale, e alloggiato all'interno di un carter di copertura. Sopra l'albero è collocato il motore, sempre entro carter di protezione. Al di sotto dell'estremità libera è presente una base con possibilità di regolazione, per la corretta installazione della macchina.



Figura 3: Macchina idraulica con valvola, in posizione chiusa.



Figura 4: Macchina idraulica con valvola, in posizione di apertura intermedia.

Il grado di apertura del dispositivo è funzione dell'assetto dei due piatti rispetto alla posizione di chiusura. I piatti sono collegati all'albero di movimentazione mediante due bielle per lato.

Il software di gestione incorporato fornisce le seguenti opzioni di controllo:

opzione di controllo locale azione della valvola

Posizione apre nella posizione desiderata e vi resta;

Portata mantiene la portata impostata indipendentemente dal carico.

Ai sensi della Direttiva macchine 2006/42 CE, tutti gli organi in movimento o rotazione devono essere protetti da carterature. Sono pertanto prescritti idonei carter in lamiera inossidabile AISI 304L i quali, oltre a garantire un'efficace protezione contro il contatto accidentale degli organi, devono essere dotati di fori, pure protetti da coperchi, per l'accesso ai punti di ingrassaggio e lubrificazione.

Le principali caratteristiche costruttive e prestazionali richieste sono di seguito sintetizzate.

Parte elettromeccanica

- valvola di regolazione composta da due piatti con apertura a favore di flusso al fine di minimizzare le perdite di carico;
- sistema di movimentazione costituito da vite senza fine (albero a filettature opposte con sistema di manicotti filettati e bielle);
- motore elettrico a 12 V cc senza spazzole;
- elementi costitutivi principali in acciaio inossidabile e alluminio, completamente sommergibili;
- guarnizioni in gomma con garanzia di tenuta idraulica $<0,02$ l/s per metro lineare in presenza di pressioni entro i 20 m di carico idraulico;
- tempo di corsa tipico: 4-5 minuti;
- coefficiente di perdita di carico $\leq 1,0$.

Materiali dei principali elementi costruttivi

- corpo valvola: alluminio estruso tipo marino;
- valvola: alluminio pressofuso;
- meccanismi: acciaio inossidabile;
- albero di movimentazione: acciaio inossidabile;
- bulloni di movimentazione: bronzo fosforoso;
- guarnizioni: gomma EDPM (Durometro 50 Shore A);
- custodia per trasduttore: xenoy stampato ad iniezione.

Misura della portata

- tecnica: tempo di percorrenza ultrasonico su percorso trasversale;
- sensori: 21 trasduttori ultrasonici;
- risoluzione del tempo di transizione: 100 picosecondi;
- gamma di misura: $12 \div 600$ l/s;
- precisione: $\pm 2,5\%$ per velocità di flusso maggiori di 25 mm/s;
- allarme di tubo non pieno;
- frequenza di misura: 0,5 s (configurabile).

Alimentazione elettrica e parte elettronica: come per la paratoia.

1.3.2. Elementi accessori (elaborati di progetto C.1.3.3, C.1.3.4, C.2.3.1, C.2.3.3, C.2.3.5, C.3.3.1, C.3.3.3, C.3.3.5)

A complemento delle valvole di regolazione è prevista la fornitura e la posa, nell'intorno dell'organo, di alcuni complementi in acciaio inox del tipo AISI 304, spazzolato esterno, e precisamente:

- una tubazione posta immediatamente a monte, avente diametro nominale adeguato a quello della valvola, composta da due parti opportunamente flangiate, di cui la prima provvista di disco di tenuta per il bloccaggio al muro di tamponamento, e la seconda di lunghezza all'incirca doppia del diametro della valvola per fini di accuratezza della misura di portata;
 - una sella d'appoggio,
 - bullonerie e ferramenta;
- e, salvo che nei casi in cui occorra demolire parzialmente la soletta di chiusura della canna di derivazione per l'alloggiamento della valvola (tavola di progetto C.3.3.6):
- un carter di protezione immediatamente a valle dell'organo.

La tubazione verrà di regola saldamente immorsata in un muro di tamponamento in c.c.a., dello spessore di 40 cm, da realizzarsi in corrispondenza della sezione terminale del cunicolo di derivazione.

1.4. Alloggiamento della centralina (elaborati di progetto C.1.3.5, C.2.3.4, C.3.3.4)

A protezione della centralina di controllo e del pannello solare di alimentazione è prevista la realizzazione di un basamento in c.c.a. sul quale verrà installata una recinzione metallica con cancello pedonale in pannelli grigliati elettroforgiati zincati a caldo.

1.5. Griglie fermaerba (elaborati di progetto C.1.3.2, C.2.3.2, C.3.3.2)

Tutte le bocche di presa dal Canale Emiliano Romagnolo, attualmente non presidiate, saranno protette con griglie atte ad evitare possibili danneggiamenti delle macchine di regolazione per il passaggio di erbe o detriti all'interno del cunicolo di derivazione, oltre che a prevenire ingressi accidentali di animali o persino di persone all'interno dell'opera di derivazione.

Le griglie, come pure le guide e le soglie da fissarsi sul rivestimento in c.c.a. dell'adduttore mediante tasselli chimici, saranno realizzate in acciaio inossidabile AISI 304 (X5 CrNi 18-10 secondo EN 10088).

Sono previsti due diversi tipi di allestimento:

- semifisso nel tratto Pieve di Cento-Sillaro;
 - mobile, con predisposizione di motorizzazione, nel tratto da Sillaro a Pisciatello,
- il tutto secondo le dimensioni e i dettagli specificati negli elaborati di progetto.

2. INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO FUNZIONALE E DI CARATTERE CONSERVATIVO

2.1. Paratoie di sezionamento (elaborati di progetto C.1.3.1.1., C.1.3.1.2)

In corrispondenza delle postazioni di seguito elencate, tutte nel tratto Pieve di Cento-Sillaro, la paratoia esistente – che assolve a compiti sia di sezionamento, sia di regolazione – presenta uno stato di conservazione generalmente degradato, con scudi e gargami tendenzialmente usurati e aggrediti da ruggine, spesso in misura tale da non poter garantire un'accettabile tenuta idraulica e una corretta movimentazione delle parti mobili. Ne è pertanto prevista la sostituzione con una nuova paratoia in acciaio inossidabile, da installare all'interno della camera di manovra in posizione diversa rispetto all'attuale posta al centro, di norma più spostata verso il muro di valle in modo da facilitare l'ingresso e l'ispezione a cura personale addetto all'esercizio e alla manutenzione.

Le nuove paratoie (dette "di sicurezza" o "di sezionamento") avranno esclusivamente compiti di intercettazione rispetto al Canale Emiliano Romagnolo, e luce netta dello scudo (base x altezza) in funzione delle dimensioni del cunicolo di derivazione:

- Fossa Quadra: 0,70 x 1,00 m;
- Stagno: 0,50 x 1,00 m;
- Lorgana: 0,50 x 1,00 m;
- Fiumicello delle Bruciate: 0,70 x 1,20 m;
- Fiumicello di Dugliolo: 0,70 x 1,20 m.

2.2. Risanamenti delle opere civili

2.2.1. Stato di fatto

Lo stato di conservazione delle opere civili di derivazione irrigua nel tratto Pieve di Cento-Sillaro è generalmente alquanto degradato, anche se i diversi sopralluoghi effettuati in via ricognitiva non hanno evidenziato problemi di ordine statico: nessun manufatto riporta, infatti, situazioni estreme quali lesioni, disassamenti, collassi, a riprova di un dimensionamento strutturale inizialmente adeguato.

Il problema dominante agli effetti dello stato di conservazione è quello dell'ammaloramento superficiale degli elementi in conglomerato cementizio armato, d'altra parte comprensibile e normale su opere soggette all'azione delle intemperie da oltre 50 anni. Le superfici, sotto l'effetto delle infiltrazioni dell'acqua piovana e dei cicli di gelo/disgelo, hanno generalmente perso compattezza e durezza. Fenomeni di avanzata carbonatazione dello strato superficiale, con episodi di distacco del copriferro e corrosione delle barre di armatura più esterne, sono estesamente riscontrabili sia nei caselli di alloggiamento delle paratoie, sia nelle canalette di vettoriamento verso il canale ricevente.

Su alcuni manufatti sono stati eseguiti campionamenti al fine di ottenere informazioni tecniche sul tipo di degrado subito dai calcestruzzi. A tal fine è stato utilizzato un trapano carotatore con punta Ø120 mm, che ha reso disponibili provini a tutto spessore, di dimensioni sufficienti ad ottenere una proporzione tra diametro e lunghezza idonea alle necessità delle prove a compressione meccanica (illustrazioni in **figura 5**).



Installazione del trapano carotatore.



Carotaggio in esecuzione.



Ulteriore carotaggio in esecuzione.



Campione cilindrico.

Figura 5: Esecuzione di sondaggi per accertamento dello stato delle superfici esistenti

Le analisi condotte sui campioni ottenuti hanno mostrato una resistenza meccanica del calcestruzzo variabile tra 26.7 e 32.6 MPa, con degrado dovuto a carbonatazione per una profondità dalla superficie variabile tra 1.5 e 7 cm. Le analisi chimiche non hanno evidenziato presenza di cloruri.

2.2.2. Ripresa delle superfici in c.c.a. (elaborato di progetto C.1.3.8)

Il progetto prevede, sulle postazioni individuate al paragrafo precedente, una campagna di interventi di ripresa delle superfici ammalorate, ritenuti necessari a prolungare la vita attesa delle opere e articolati nelle fasi di seguito elencate e dettagliate nel Capitolato speciale:

- idropulizia e idroscarifica,
- trattamento protettivo rialcalinizzante dei tondini d'acciaio,
- saturazione del sottofondo,
- ricostruzione volumetrica,
- regolarizzazione superficiale finale.

2.2.3. Opere in carpenteria metallica (elaborato di progetto C.1.3.9)

A completamento dei lavori di ripristino delle opere di derivazione del tronco Pieve di Cento-Sillaro, è prevista la sostituzione dei parapetti e dei grigliati esistenti (per lo più scrostati e arrugginiti) con

nuovi elementi adeguati agli standard attuali, da estendere anche alle posizioni che ne risultino sprovviste ove necessari a norma di sicurezza.

2.3. Descrizione degli interventi previsti in alcune postazioni particolari

2.3.1. Condotta San Pietro in Casale / Deserto (elaborato di progetto C.1.2.1)

La postazione è preposta all'alimentazione a gravità della condotta omonima e si trova nei pressi dell'impianto irriguo consortile "Deserto", ubicato in comune di San Giorgio di Piano circa 2,5 km a ovest dell'abitato e raggiungibile percorrendo prima la strada provinciale 4 "Poggiorenatico" e successivamente imboccando la via Mascherino.

La derivazione, sita nelle immediate vicinanze dell'impianto e raggiungibile dalla via Mascherino attraverso una breve cavedagna, consta di una chiavica di presa in c.c.a. posta sulla sponda nord del CER, che alimenta una condotta circolare interrata sottopassante il corpo arginale, e di un manufatto alloggiante la paratoia di sezionamento e regolazione, a valle del quale trae origine la condotta "San Pietro in Casale" in c.c.a. DN 1200.

Si elencano di seguito le lavorazioni in progetto.

- Rimozione di un'esistente valvola a galleggiante ubicata all'interno del manufatto.
- Installazione di macchina idraulica di regolazione (paratoia 600 x 600 mm) e relativa centralina di cui ai paragrafi 1.2 e 1.5.
- Interventi di carattere edile di cui al paragrafo 2.2.
- Realizzazione di una nuova scaletta arginale per l'accesso al manufatto.
- Installazione di nuovi parapetti e grigliati di cui al paragrafo 2.2.3.

2.3.2. Ex Casolare abbandonato (elaborato di progetto C.1.2.1)

A una distanza di circa 4 km a nord, in comune di San Pietro in Casale, è presente un manufatto avente funzione di regolazione, idraulicamente interconnesso alla derivazione in argomento. Pertanto, ai fini della piena funzionalità della derivazione nel suo complesso, si rende necessario adeguare anche quest'ultima postazione, installando al suo interno, in sostituzione della paratoia in carpenteria metallica ormai vetusta, una paratoia di regolazione elettroattuata analoga alle altre previste in progetto.

Il manufatto è costituito da una camera di manovra in c.c.a. posta al termine della condotta DN 1200 "San Pietro in Casale" e alloggiante una paratoia a manovra manuale.

Si elencano di seguito le lavorazioni in progetto.

- Rimozione di un'esistente paratoia ubicata all'interno del manufatto.
- Installazione di macchina idraulica di regolazione (paratoia 900 x 900 mm) e relativa centralina di cui ai paragrafi 1.2 e 1.5.
- Interventi di carattere edile di cui al paragrafo 2.2.2.
- Installazione di nuovi parapetti e grigliati di cui al paragrafo 2.2.3.

2.3.3. Fossa Quadra (elaborato di progetto C.1.2.2)

La postazione è preposta alla derivazione di acqua dal CER per la sua immissione nello scolo omonimo. Il manufatto si trova in comune di Bentivoglio circa 1 km a nord della località San Marino,

ed è raggiungibile da quest'ultima percorrendo la via San Marina per circa 800 m, e prima di oltrepassare il CER imboccando sulla sinistra una cavedagna ai piedi dell'argine sud dell'adduttore.

La derivazione, sita a circa 150 m di distanza, è costituita da una condotta scatolare in c.c.a. di dimensioni interne 1,20 x 1,00 m sottopassante l'argine del CER, dal casello paratoia e da una breve canaletta a U che immette nello scolo ricevente.

Si elencano di seguito le lavorazioni in progetto.

- Installazione di nuova paratoia di sezionamento di dimensioni 0,70 x 1,00 m in sostituzione dell'esistente.
- Installazione di macchina idraulica di regolazione (paratoia 600 x 600 mm) e relativa centralina di cui ai paragrafi 1.2 e 1.5.
- Interventi di carattere edile di cui al paragrafo 2.2.2.
- Installazione di nuovi parapetti e grigliati di cui al paragrafo 2.2.3.

2.3.4. Stagno (elaborato di progetto C.1.2.3)

La postazione è preposta alla derivazione di acqua dal CER per la sua immissione nello scolo omonimo. Il manufatto si trova in comune di Bentivoglio, circa 650 m a nord-est della località San Marino, ed è raggiungibile da quest'ultima percorrendo la via di Mezzo Saletto per circa 800 m, e prima di oltrepassare il CER imboccando sulla destra una cavedagna ai piedi dell'argine sud dell'adduttore.

La derivazione, sita a circa 350 m di distanza, è costituita da una condotta scatolare in c.c.a. di dimensioni interne 1,00 x 1,00 m sottopassante l'argine del CER, dal casello paratoia e da una breve canaletta a U che immette nello scolo ricevente.

Si elencano di seguito le lavorazioni in progetto.

- Installazione di nuova paratoia di sezionamento di dimensioni 0,50 x 1,00 m in sostituzione dell'esistente.
- Installazione di macchina idraulica di regolazione (paratoia 600 x 600 mm) e relativa centralina di cui ai paragrafi 1.2 e 1.5.
- Interventi di carattere edile di cui al paragrafo 2.2.2.
- Installazione di nuovi parapetti e grigliati di cui al paragrafo 2.2.3.

2.3.5. Lorgana (elaborato di progetto C.1.2.4)

La postazione è preposta alla derivazione di acqua dal CER per la sua immissione nello scolo omonimo. Il manufatto si trova in comune di Bentivoglio, circa 1 km a est dell'abitato, ed è raggiungibile da quest'ultimo percorrendo la strada statale Porrettana; dopo aver oltrepassato il CER in ragione di 500 m si imbecca sulla sinistra la via Mino, e dopo altri 500 metri si percorre sulla sinistra una strada privata che conduce nuovamente sul CER, lo si attraversa nuovamente e si imbecca una cavedagna ai piedi dell'argine sud dell'adduttore.

La derivazione è costituita da una condotta scatolare in c.c.a. di dimensioni interne 1,00 x 1,00 m sottopassante l'argine del CER, dal casello paratoia e da una breve canaletta a U che immette nello scolo ricevente.

Si elencano di seguito le lavorazioni in progetto.

- Installazione di nuova paratoia di sezionamento di dimensioni 0,50 x 1,00 m in sostituzione dell'esistente.
- Installazione di macchina idraulica di regolazione (paratoia 600 x 600 mm) e relativa centralina di cui ai paragrafi 1.2 e 1.5.
- Interventi di carattere edile di cui al paragrafo 2.2.2.
- Installazione di nuovi parapetti e grigliati di cui al paragrafo 2.2.3.

2.3.6. Fiumicello delle Bruciate (elaborato di progetto C.1.2.5)

La postazione è preposta alla derivazione di acqua dal CER per la sua immissione nello scolo omonimo. Il manufatto si trova in comune di Minerbio, circa 1,9 km a sud-est della località Ca' de' Fabbri, ed è raggiungibile da quest'ultima percorrendo la strada statale Porrettana, poi la via Bottrigara e quindi imboccando la via Argini; da qui, dopo circa 650 m, è possibile raggiungere il manufatto percorrendo una strada privata per circa 750 m e poi una breve cavedagna posta a sud del CER.

La derivazione è costituita da una condotta scatolare in c.c.a. di dimensioni interne 1,20 x 1,20 m sottopassante l'argine del CER, dal casello paratoia e da una breve canaletta a U che immette nello scolo ricevente.

Si elencano di seguito le lavorazioni in progetto.

- Installazione di nuova paratoia di sezionamento di dimensioni 0,70 x 1,20 m in sostituzione dell'esistente.
- Installazione di macchina idraulica di regolazione (valvola DN 600 mm) e relativa centralina di cui ai paragrafi 1.2 e 1.5.
- Interventi di carattere edile di cui al paragrafo 2.2.2.
- Installazione di nuovi parapetti e grigliati di cui al paragrafo 2.2.3.

2.3.7. Fiumicello di Dugliolo (elaborato di progetto C.1.2.6)

La postazione è preposta alla derivazione di acqua dal CER per la sua immissione nello scolo omonimo. Il manufatto si trova in comune di Budrio, circa 5,5 km a nord-est dell'abitato di Granarolo dell'Emilia, ed è raggiungibile da quest'ultimo percorrendo la strada provinciale 3 Trasversale di Pianura verso est e quindi imboccando la via San Salvatore verso nord circa 2 km prima di raggiungere il torrente Idice; da qui, all'intersezione con il CER si deve percorrere la sommità arginale verso est per circa 700 m.

La derivazione è costituita da una condotta scatolare in c.c.a. di dimensioni interne 1,45 x 1,45 m sottopassante l'argine del CER, dal casello paratoia e da una breve canaletta a U che immette nello scolo ricevente.

Si elencano di seguito le lavorazioni in progetto.

- Installazione di nuova paratoia di sezionamento di dimensioni 0,70 x 1,20 m in sostituzione dell'esistente.
- Interventi di carattere edile di cui al paragrafo 2.2.2.
- Installazione di nuovi parapetti e grigliati di cui al paragrafo 2.2.3.

Non è prevista in questa postazione l'installazione di una macchina idraulica di regolazione, in quanto la stessa ne è stata provvista nell'ambito dell'intervento pilota di cui al paragrafo 2.3 della Relazione generale.

2.3.8. Nuova Fossa Villa (elaborato di progetto C.1.2.7)

La postazione è preposta alla derivazione di acqua dal CER per la sua immissione nello scolo omonimo. Il manufatto si trova in comune di Medicina, circa 4,2 ad est/sud-est dell'abitato di Budrio, ed è raggiungibile da quest'ultimo percorrendo la via Olmo verso est e quindi imboccando la via San Salvatore verso nord circa 600 m prima di raggiungere il torrente Quaderna; da qui, all'intersezione con il CER si deve percorrere la sommità arginale verso est per circa 700 m. La derivazione è costituita da una condotta scatolare in c.c.a. di dimensioni interne 1,45 x 1,45 m sottopassante l'argine del CER, dal casello paratoia e da una breve canaletta a U che immette nel fosso di guardia e da questo nello scolo ricevente.

L'opera di presa di presa attuale è ubicata a una quota di + 2,40 m circa rispetto al fondo locale del CER, che non consente la derivazione in tutte le condizioni di esercizio dell'adduttore. Al fine di evitare l'installazione di pompe, con le conseguenti ripercussioni in termini di manutenzione e consumi energetici, si è ritenuto opportuno realizzare una nuova derivazione in sinistra idraulica, avente caratteristiche analoghe a quella esistente, salvo collocare l'imposta della presa a + 1,70 m rispetto al fondo, e quindi 70 cm al di sotto di quella esistente, con ciò ampliando in modo soddisfacente le possibilità di prelievo.

La nuova derivazione verrà realizzata mediante incisione dell'argine sinistro del CER fino ad a raggiungere la quota di progetto. La nuova opera di presa sarà costituita da una tubazione in PEAD RC, PE 100, diametro esterno 630 mm, PN 10 SDR 17 a partire da una soletta e fronte in c.c.a. gettato in opera, protetta da griglia fermaerba in acciaio inox. La tubazione raggiungerà poi una camera in c.c.a.v. prefabbricata delle dimensioni nette in pianta di 2,00 x 1,50 e altezza utile interna 2,80 m, la cui fornitura e posa in opera è compresa nell'appalto. Qui verrà installata, in fregio al muro di valle, una paratoia di sicurezza in acciaio inossidabile con scudo di dimensioni nette 0,80 x 0,80 m. A valle della paratoia, la tubazione in PEAD De 630 mm continuerà per sottopassare tutto il corpo arginale e il fosso di guardia del CER sino a raggiungere, con l'inserimento di 2 curve a 45°, la sponda destra della Fossa Villa. Qui verrà realizzato un manufatto in c.c.a. gettato in opera fondato su pali in legno, destinato all'alloggiamento della macchina idraulica di regolazione (valvola DN 600 mm) di cui al paragrafo 1.2. Questa sarà alimentata dalla centralina di cui al paragrafo 1.5. A completamento della nuova derivazione, si farà luogo all'installazione di grigliati e parapetti in acciaio e alla realizzazione di rivestimenti spondali in corrispondenza dello scarico nella Fossa Villa.

2.3.9. Santa Lucia (elaborati di progetto C.2.2.09, C.2.3.6)

La postazione è preposta alla derivazione di acqua dal CER per la sua immissione nel canale omonimo; lo Scolmatore a sua volta convoglia la risorsa verso l'importante sistema distributivo Santa Lucia, del quale è in corso un importante potenziamento. Il manufatto si trova in comune di Mordano, circa 1,8 km a nord/nord-est dell'abitato, ed è raggiungibile da quest'ultimo percorrendo la strada provinciale 54 Lugheze nord, immediatamente dopo l'intersezione con il CER, all'incrocio con la via Ca' di Zocco.

L'opera attuale è costituita da un manufatto di presa in fregio al CER (realizzato sulla sponda sinistra nella seconda metà degli anni '80, in epoca successiva alla costruzione del tratto Sillaro-Santerno dell'adduttore, con caratteristiche sensibilmente diverse dalle derivazioni standard). Dal manufatto parte una condotta in PEAD corrugato, in doppia parete, di diametro 1000 mm.

Il progetto prevede l'inserimento della macchina di regolazione (paratoia 900 x 900 mm) in una camera in c.c.a.v. prefabbricata delle dimensioni nette in pianta di 2,50 x 2,00 e altezza utile interna 3,00 m (da fornire e posare all'interno nell'appalto), previo taglio e rimozione del tratto locale di tubazione intercettato.

2.3.10. Brignani vivo (elaborato di progetto C.2.2.15)

La postazione è preposta alla derivazione di acqua dal CER per la sua immissione nello scolo canale omonimo. Il manufatto si trova in comune di Cotignola, nei pressi dell'attraversamento della linea ferroviaria Castelvolognese-Ravenna, circa 900 m in linea d'aria a nord della località Barbiano, ed è raggiungibile da quest'ultima percorrendo la strada provinciale 7 Felisio, poi imboccando sulla sinistra la via Castellazzo 400 m a valle dell'intersezione con il CER, e quindi dopo altri 400 m sulla sinistra la via Manfrigoli. Da quest'ultima, una carraia privata consente di raggiungere l'adduttore principale, che occorre nuovamente attraversare per incontrare, in fregio alla destra idraulica, l'opera di derivazione.

La derivazione è costituita da una condotta scatolare in c.c.a. di dimensioni interne 1,20 x 1,20 m sottopassante l'argine del CER, dal casello paratoia e da una breve canaletta a U che immette nello scolo ricevente dopo aver ricevuto, sul suo lato destro, le immissioni del fossato in destra CER immediatamente a monte e di una scolina campestre.

Il progetto prevede l'installazione di una macchina idraulica di regolazione (valvola DN 600 mm) nella canaletta di derivazione a U, e la relativa centralina di cui ai paragrafi 1.2 e 1.5. L'unica differenza rispetto alla situazione standard di cui al paragrafo 1.3 (in particolare 1.3.2) è data dalla maggiore lunghezza della tubazione di monte, intesa a localizzare la macchina oltre l'immissione del fossato in destra.

2.3.11. Naviglio Zanelli (elaborati di progetto C.2.2.17, C.2.3.7)

La postazione, attualmente non attiva, è preposta alla futura derivazione di acqua dal CER per la sua immissione nel canale Naviglio Zanelli. Il manufatto si trova in comune di Faenza, circa 1,2 km a nord/nord-est della località Granarolo Faentino, ed è raggiungibile da quest'ultimo percorrendo la strada provinciale 8 Naviglio (localmente denominata via Lorenzo Stecchetti), e da questa imboccando sulla destra, immediatamente dopo l'intersezione con il CER, una piccola diramazione dalla quale si accede, dopo un percorso di circa 100 metri, sulle pertinenze in destra idraulica dell'adduttore.

La derivazione è costituita da una condotta scatolare in c.c.a. di dimensioni interne 1,20 x 1,20 m sottopassante l'argine del CER, dal casello paratoia e da una breve canaletta a U che immette nel canale ricevente.

Il progetto prevede l'inserimento della macchina di regolazione (paratoia 750 x 750 mm) in una camera chiusa, avente dimensioni in pianta 1,70 x 1,85 m, da realizzarsi mediante l'elevazione di 3 pareti in c.c.a. solidali alle opere in c.c.a. esistenti sulla testata di monte della canaletta a U.

2.3.12. Ronco Grosso, Tratturo Fosso Ghiaia, Fossatone del Bevano, Saraceta, Dismano, Rio Mesola di Montaletto (elaborati di progetto C.3.2.07, C.3.2.08, C.3.2.15, C.3.2.16, C.3.2.17, C.3.2.18, C.3.3.6)

Queste derivazioni, tutte situate nella parte più orientale dell'asta, a partire dal tratto a valle dell'attraversamento del Montone, sono accomunate dall'interferenza del cunicolo di derivazione con la pista di servizio accompagnante l'adduttore lungo l'intero sviluppo.

Il progetto prevede pertanto, al fine di consentire senza pregiudizio per la continuità della pista l'inserimento della macchina di regolazione (del tipo valvola, nelle due versioni DN 380/600 mm), la demolizione parziale della soletta di copertura del cunicolo e la formazione su quest'ultimo di un leggero sopralzo delle pareti laterali per consentirne la chiusura con copertura grigliata carrabile al livello della pista esistente.