

Regione Emilia-Romagna  
Direzione Generale Cura del Territorio e dell'Ambiente

IDROVIA FERRARESE - 1° LOTTO 1° STRALCIO / PARTE  
DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE BOTTE SIFONE DEL CANALE BIANCO  
ALL'ATTRAVERSAMENTO DEL CANALE BOICELLI

PROGETTO ESECUTIVO

RUP:

Dott. Claudio Miccoli  
REGIONE EMILIA-ROMAGNA  
AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE E LA PROTEZIONE CIVILE  
SERVIZIO AREA RENO PO DI VOLANO - SEDE DI FERRARA

PROGETTAZIONE:

MC Engineering Srl



SOCIETA' DI INGEGNERIA  
Via Zanardi 157/6 - 40131 Bologna (BO)  
Tel. +39 051 4211945 Fax +39 051 4213490  
E-mail info@studio-chinni.it

**Direttore tecnico:**  
Ing. Mario Chinni  
(Albo Ingegneri Bologna nr. 4776/A)

**Gruppo di lavoro:**  
Ing. Giorgio Fantini  
Ing. Cristina Osti  
Geom. Dario Calvanese


Titolo:

PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E DELLE SUE PARTI


Codice elaborato

1 5 0 9 R 2 0 3 0 E 1

Data	14/04/2017	Archivio	1509_R_2030_E_1.pdf	Scala		
01	14/04/2017	Aggiornamento a seguito istruttoria tecnica del 05/04/2017		MC	GF	MC
00	30/09/2016	Emissione		MC	GF	MC
Rev.	Data	Oggetto		Redatto	Controllato	Approvato

<div>MC Engineering Srl</div> <div>Società di Ingegneria</div>	<div> <b>ISO 9001</b> LL-C (Certification)</div> <div>392876</div>	<div>Cliente:</div> <div>REGIONE EMILIA ROMAGNA</div>	<div>Codice:</div> <div>1509-R-2011-E-1</div>
		<div>Demolizione e ricostruzione della botte sifone del canale Bianco all'attraversamento del canale Boicelli</div>	<div>Data:</div> <div>14/04/2017</div>
			<div>Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti</div>

1	INTRODUZIONE .....	2
2	BOTTE SIFONE .....	4
2.1	Manuale d'uso .....	4
2.2	Manuale di manutenzione .....	5
2.3	Programma di manutenzione .....	7
3	PROTEZIONI SPONDALI E D'ALVEO .....	9
3.1	Manuale d'uso .....	9
3.2	Manuale di manutenzione .....	10
3.3	Programma di manutenzione .....	12

<b>MC Engineering Srl</b> Società di Ingegneria	 <b>ISO 9001</b> U.C. (Certification) 392876	Cliente:	Codice: 1509-R-2011-E-1
		REGIONE EMILIA ROMAGNA Demolizione e ricostruzione della botte sifone del canale Bianco all'attraversamento del canale Boicelli	Data: 14/04/2017 Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti

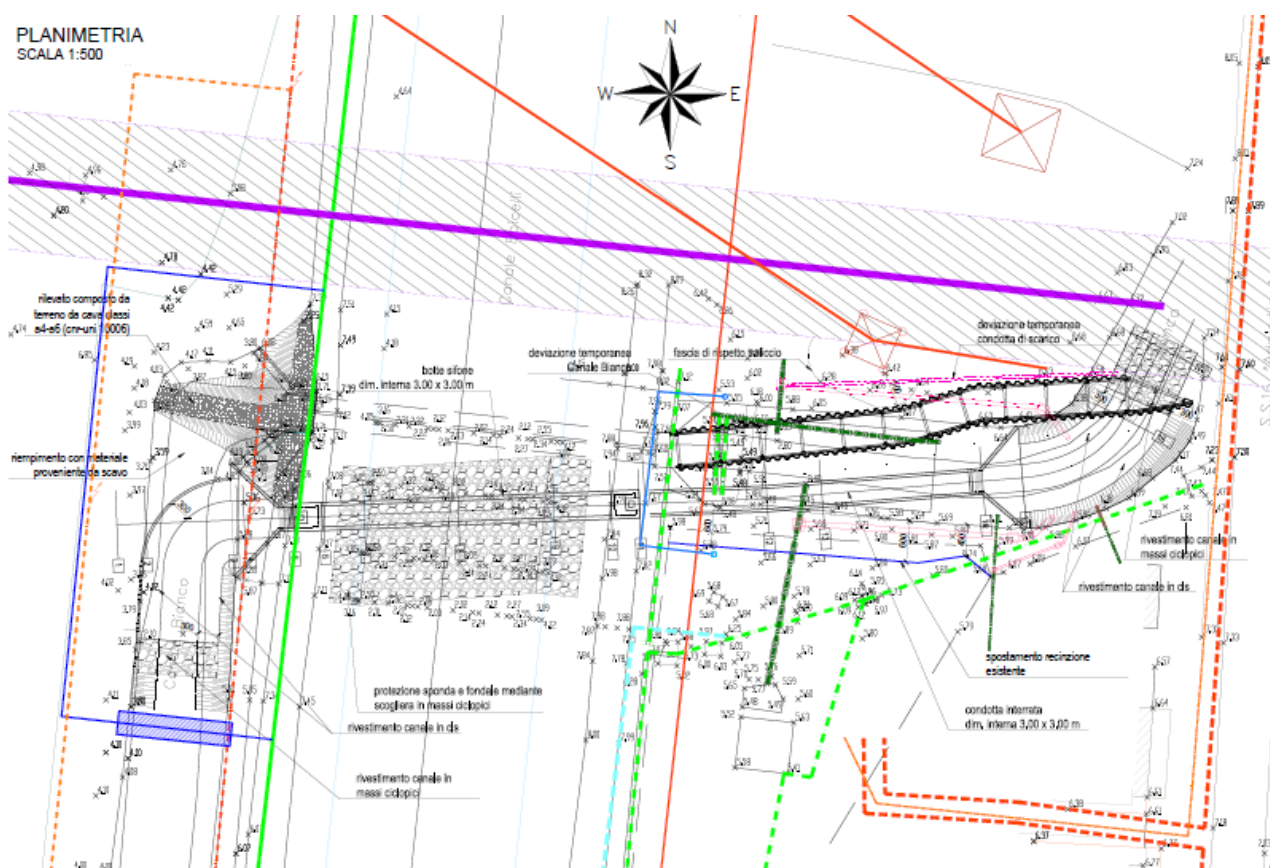
## 1 INTRODUZIONE

Vengono indicate le operazioni atte al mantenimento dell'efficienza delle strutture durante il periodo di esercizio ai sensi dell'Art. 38 del DPR 207/2010.

In particolare verranno trattati i seguenti sistemi strutturali permanenti:


- 1) Botte sifone;
- 2) Opere di protezione idraulica. Argini e scogliere

In Figura 1 viene evidenziata l'area di intervento ed il posizionamento della nuova botte sifone.



**Figura 1**

Il presente manuale dovrà essere modificato e/o adeguato dal Direttore dei Lavori con indicazione dei materiali e delle opere effettivamente eseguite. In particolare, per quanto attiene l'efficienza idraulica e strutturale della botte sifone, il manuale di manutenzione dovrà essere sottoposto, al completamento delle opere, all'attenzione del "Consorzio di Bonifica della Pianura di Ferrara" che ne gestirà il funzionamento.

<b>MC Engineering Srl</b> Società di Ingegneria	 <b>ISO 9001</b> <small>LL-C (Certification)</small> 392876	Cliente:	Codice: 1509-R-2011-E-1
		REGIONE EMILIA ROMAGNA Demolizione e ricostruzione della botte sifone del canale Bianco all'attraversamento del canale Boicelli	Data: 14/04/2017 Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti

In via generale, anche per tutte le componenti secondarie dell'opera (condotte, valvole, griglie, panconi di compartimentazione, paratoie e loro sedi nella struttura), anche se non direttamente citate nel presente piano di manutenzione, il controllo visivo periodico (con cadenza minima quinquennale) e la pulizia delle condotte e la verifica dei meccanismi di chiusura/apertura per le chiusure con cadenza minima semestrale, garantiscono durabilità ed efficienza all'opera nel suo complesso.

La pulizia dovrà essere eseguita anche a seguito di eventi meteorici eccezionali caratterizzati da elevato trasporto di sedimenti, arbusti, tronchi e rifiuti solidi urbani.

<b>MC Engineering Srl</b> Società di Ingegneria	 <b>ISO 9001</b> LL-C (Certification) 392876	Cliente: <b>REGIONE EMILIA ROMAGNA</b>	Codice: 1509-R-2011-E-1 Data: 14/04/2017
		Demolizione e ricostruzione della botte sifone del canale Bianco all'attraversamento del canale Boicelli	Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti

## 2 BOTTE SIFONE

La botte sifone è prevista per il superamento dell'interferenza tra il canale Bianco ed il canale Boicelli dando continuità al Canale Bianco. Tale elemento strutturalmente è previsto in conglomerato cementizio armato ed è formato da una canna di dimensioni interne 3.00 x 3.00 per una lunghezza di circa 50 m e da due pozzi che coprono il dislivello della condotta con i punti di accesso in corrispondenza del fondo del canale cittadino per un dislivello di circa 8÷9 m.

L'elemento strutturale è progettato in conformità alle disposizioni di cui al:

- DM 14/01/2008 - "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Circolare 02/02/2009 N.ro 617 – Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14/01/2008"
- UNI EN 1990 (Eurocodice 0). "Criteri generali di progettazione strutturale"
- UNI EN 1991 (Eurocodice 1). "Azioni sulle strutture"
- UNI EN 1992 (Eurocodice 2). "Progettazione delle strutture di calcestruzzo"
- UNI EN 1997 (Eurocodice 7). "Progettazione geotecnica"
- UNI EN 1998 (Eurocodice 8). "Regole progettuali per le strutture antisismiche"
- Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale - Linee Guida sul calcestruzzo strutturale

### 2.1 Manuale d'uso

La botte sifone progettata permette il collegamento di un corso d'acqua secondario, quale è il canale Bianco, sottopassando la sezione del Canale Boicelli. Il punto di accesso idraulico della botte sifone (lato ovest), posizionali nella parte sommitale del pozzo verticale ai margini della condotta sottopassante il Canale principale, è protetto mediante griglia di ritenuta di eventuali rifiuti solidi trasportati dall'acqua. Per facilitarne la pulizia mediante macchine operatrici la griglia avrà una pendenza di 20° rispetto la verticale. In sinistra idraulica, il collegamento con il canale cittadino della botte prevede una deviazione dell'attuale corso previsto attraverso una condotta di sezione interna 3.00 x 3.00 m di circa 50 m di lunghezza. Per le operazioni di manutenzione sono previsti in corrispondenza di entrambi i lati due guide in acciaio INOX per l'inserimento di panconi metallici che saranno depositati presso aree appositamente dedicate all'interno delle proprietà dell'Ente gestore. È inoltre previsto l'inserimento di una paratoia in acciaio INOX in corrispondenza del pozzetto di monte per il sezionamento del canale Bianco in caso di esondazione del Po, in modo che tale condotta non costituisca collegamento tra le due sponde del canale Boicelli. L'assetto della botte sifone viene individuato in Figura 2.



La possibilità di manutenzione all'interno della condotta e dei pozzi, viene garantita attraverso i panconi metallici che isolano la botte dalla circolazione delle acque, permettendone lo svuotamento e la possibilità di accesso.

### Strutture in CLS

In Tabella 1 sono riportati i valori di resistenza caratteristici e deformabilità del conglomerato cementizio previsto in progetto nonché la classe di esposizione e la classe di lavorabilità.

### Tabella 1- Caratteristiche del conglomerato cementizio

MC Engineering Srl Società di Ingegneria	 392876	Cliente:	Codice:	1509-R-2011-E-1
		REGIONE EMILIA ROMAGNA	Data:	14/04/2017
		Demolizione e ricostruzione della botte sifone del canale Bianco all'attraversamento del canale Boicelli	Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti	

La corretta esecuzione della condotta, seguendo le indicazioni riportate nelle linee guida del Consiglio Superiore dei LLPP ed i controlli indicati nel DM 14/01/2004, oltre che le prescrizioni del CSA, permettono alla struttura di garantire le necessarie caratteristiche strutturali e funzionali per la quale è progettata.

Le principali anomalie riscontrabili durante la vita della struttura sono le seguenti:

- 1) Fessure da ritiro, stress termici, creep, per gravità durante il getto...;

La presenza di lesioni addebitabile ad aspetti reologici del calcestruzzo non compromettono le prestazioni statiche della struttura ma possono incidere sulla durabilità dell'opera. Le lesioni sono da valutare indicatori critici solo se collegate ad anomali stati deformativi del sistema strutturale. In ogni caso è indicato utilizzare malte epossidiche o materiali equivalenti e vernici sintetiche impermeabilizzanti nel caso della presenza di lesioni visibili in modo tale da limitare l'effetto conseguente alla presenza della circolazione dell'acqua all'interno della struttura.

- 2) Perdita del copriferro;

Si prevede in questo caso, se limitato a modeste porzioni della struttura e non nei primi anni di esercizio, alla sola passivazione delle armature contro la corrosione ed il ripristino della superficie con malte epossidiche o materiali equivalenti. Qualora la situazione sia diffusa su più del 10% della superficie è necessario ricorrere ad un tecnico specializzato.

- 3) Eccessive deformazioni.

Non sono quelle conseguenti a difetti di getto quali il rilascio del cassero. Sono deformazioni che si evidenziano durante il corso della struttura e possono essere indicatori di variazioni delle caratteristiche statiche della struttura a seguito di variazione delle condizioni al contorno. In questo caso occorre richiedere l'intervento di un tecnico specializzato.


Le risorse umane necessarie alla manutenzione sono formate da:

- un tecnico specializzato (ingegnere iscritto ad albo professionale);
- da personale operativo (n.ro 2 unità) specializzato alla movimentazione di rifiuti ed all'utilizzo di piccoli escavatori idonei all'operare in ambiente confinato;
- da un autotrasportatore per il conferimento in discarica del materiale di rifiuto.

### Opere accessorie

Nel corso della vita della botte sifone deve essere verificato lo stato delle opere accessorie della botte sifone costituite dalla paratoia, dai panconi e delle relative guide, dai chiusini in ghisa e dalla rete di protezione delle testate della botte sifone.

Le principali anomalie riscontrabili durante la vita della struttura sono le seguenti:

MC Engineering Srl Società di Ingegneria	 <b>ISO 9001</b> LL-C (Certification)  392876	Cliente:	Codice:	1509-R-2011-E-1
		REGIONE EMILIA ROMAGNA	Data:	14/04/2017
		Demolizione e ricostruzione della botte sifone del canale Bianco all'attraversamento del canale Boicelli	Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti	

- 1) *Paratoria*: ossidazione delle strutture in acciaio, cedimento di saldature o unioni bullonate, dislocazione di elementi per il movimento dello scudo (es. a causa di urti), deformazioni e danneggiamenti a causa di urti e atti vandalici, bloccaggio degli ingranaggi del movimento dello scudo, usura degli elementi componenti la paratoria (guarnizioni, boccia di collegamento con il volantino, ingranaggi, ecc.). Nel caso di danneggiamenti alla struttura occorre provvedere alla sostituzione del componente oppure alla sostituzione completa del manufatto in funzione del grado di danneggiamento. Occorre periodicamente verificare il funzionamento della paratoia mediante messa abbassamento dello scudo.
- 2) *Panconi e guide*: ossidazione delle strutture in acciaio, cedimento di saldature o unioni bullonate, deformazioni e danneggiamenti a causa di urti e atti vandalici usura degli elementi componenti panconi (guarnizioni, elementi di sollevamento). Nel caso di danneggiamenti agli elementi occorre provvedere alla sostituzione della parte danneggiata oppure alla sostituzione completa del manufatto in funzione del grado di danneggiamento
- 3) *Chiusini in ghisa*: dislocazione del chiusino e/o del relativo telaio e/o delle guarnizioni, rottura del manufatto. Nel caso di dislocazione occorre prevedere il ripristino della posizione originaria ed, eventualmente, alla ricreazione del collegamento con la struttura. Nel caso di rotture occorre prevedere la sostituzione dell'elemento danneggiato;
- 4) *Rete di protezione imbocco/sbocco*: rottura della rete, rottura o deformazione dei montanti. Nel caso di rotture o danneggiamenti degli elementi occorre prevedere il ripristino o la sostituzione.

Le risorse umane necessarie alla manutenzione sono formate da:

- un tecnico specializzato;
- da personale operativo (n.ro 2 unità);
- da un autotrasportatore per il conferimento in discarica del materiale di rifiuto.


### 2.3 Programma di manutenzione

Il seguente programma di manutenzione dovrà essere verificato, ed eventualmente aggiornato, a completamento dell'opera con quanto previsto dall'Ente gestore del canale Bianco.

Il programma di manutenzione prevede:

- 1) La pulizia delle griglie e delle guide dei panconi e della paratoia con cadenza semestrale per eliminare gli elementi trattenuti dalle stesse e permettere la corretta alimentazione della botte sifone e l'inserimento dei panconi in condizioni di emergenza o di manutenzione. Con stessa cadenza dovrà essere controllato lo stato della paratoia e dei panconi (ammaccature, deformazioni, rotture di elementi o parti, ecc.) al fine di garantire l'efficienza dei sistemi di sezionamento nel tempo, delle reti di protezione in corrispondenza dei manufatti di imbocco e sbocco della botte sifone, delle botole in ghisa in corrispondenza degli accessi ai pozzetti;




<div>MC Engineering Srl</div> <div>Società di Ingegneria</div>	<div> <b>ISO 9001</b> LL-C (Certification)</div> <div>392876</div>	Cliente:	Codice:	1509-R-2011-E-1
		REGIONE EMILIA ROMAGNA	Data:	14/04/2017
		Demolizione e ricostruzione della botte sifone del canale Bianco all'attraversamento del canale Boicelli	Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti	

- 2) La pulizia della condotta e dei pozzi della botte a sifone a seguito dello svuotamento della stessa con cadenza quinquennale;
- 3) La prima verifica visiva della botte sifone dovrà essere eseguita dopo un anno dalla messa in esercizio. In seguito, contestualmente alla pulizia è necessario, almeno con cadenza quinquennale, provvedere ad una analisi visiva delle parti strutturali individuando i risultati, corredati di documentazione fotografica, su un registro ed indicare gli interventi necessari, qualora si ravvisino criticità o difetti della superficie del conglomerato cementizio armato.

I punti 2 e 3 vanno eseguiti in ogni momento si ravvisino anomalie al corretto funzionamento della botte sifone.

La pulizia dovrà essere eseguita anche a seguito di eventi meteorici eccezionali caratterizzati da elevato trasporto di sedimenti, arbusti, tronchi e rifiuti solidi urbani. Il controllo visivo delle parti strutturali dovrà essere verificato anche a seguito di eventi alluvionali o sismici (di Magnitudo  $\geq 5$ ) nell'area.

<b>MC Engineering Srl</b> Società di Ingegneria	 <b>ISO 9001</b> U-C (Certification) 392876	Cliente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Codice: 1509-R-2011-E-1
		Demolizione e ricostruzione della botte sifone del canale Bianco all'attraversamento del canale Boicelli	Data: 14/04/2017 Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti

### 3 PROTEZIONI SPONDALI E D'ALVEO

Per opere di protezione spondale e d'alveo si intendono quelle opere atte a preservare la geometria dell'alveo nei confronti dell'erosione conseguente all'azione dell'acqua. La conformazione di tali opere prevede:

- l'inserimento di scogliere sulle scarpate bagnate dell'alveo del Canale Boicelli in corrispondenza delle lavorazioni per la formazione dei pozzi della botte sifone;
- il ricoprimento del fondo canale con massi a caduta per il controllo dell'erosione in corrispondenza del tracciato della nuova botte sifone.

I materiali costituenti le scogliere seguono le indicazioni delle seguenti Norme Europee:

UNI EN 13383-1: Aggregati per opere di protezione (armourstone): Specifiche

UNI EN 13383-2: Aggregati per opere di protezione (armourstone): Metodi di Prova

#### 3.1 Manuale d'uso

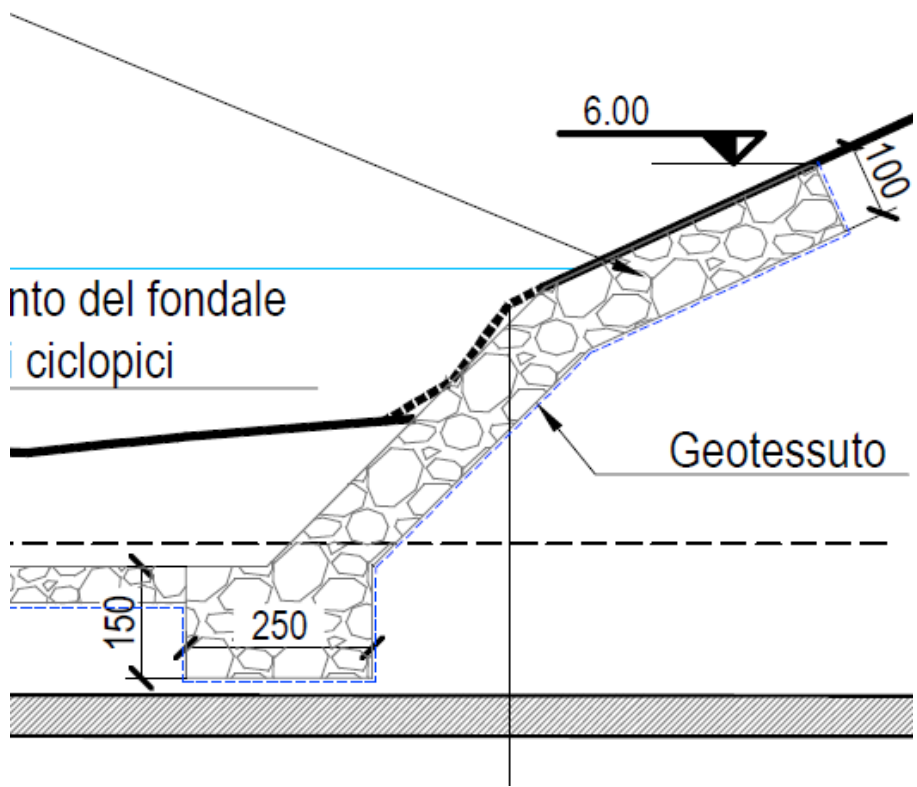
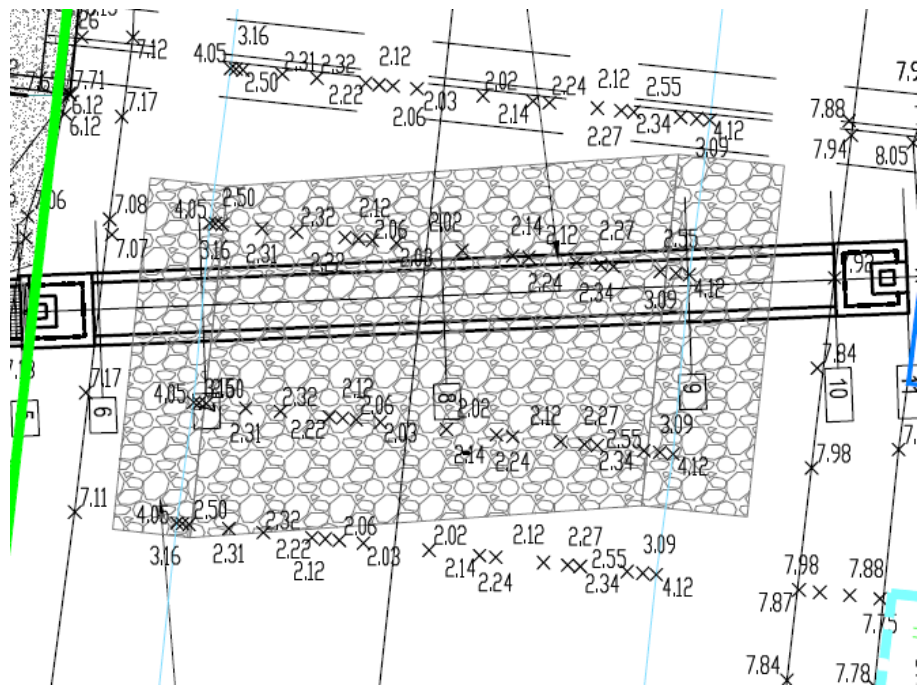
Le protezioni spondali e di fondo proposte hanno lo scopo di limitare i danni da erosione in punti sensibili interessati dalle lavorazioni per la costruzione dei pozzi della nuova botte sifone e per lo scavo ed il successivo inserimento

La messa in opera dei manufatti prevede:

- Per le scogliere di protezione d'argine: la preparazione della sezione per l'inserimento del manufatto, la posa del materiale con attenzione che gli elementi siano ammorsati e gradati lungo tutto lo sviluppo dei manufatti al fine di garantire continuità e stabilità dell'opera e il successivo intasamento con malta cementizia della superficie esposta;
- Per la protezione del fondo: Il posizionamento dei massi a caduta lungo tutta la superficie prevista negli elaborati esecutivi con scheda tecnica riportante le quantità in peso e numero di massi per metro quadro installati ed il successivo controllo del posizionamento mediante rilievi batimetrici dell'area.

In Figura 3 viene riportata la planimetria dell'area di fondo protetta e le sezioni tipologiche del manufatto di protezione d'argine con individuazione del blocco fondazione. L'estensione dell'intervento copre circa 750 mq di alveo per una larghezza di protezione delle sponde e del fondo di 20 m in corrispondenza del tracciato della nuova botte sifone.


<b>MC Engineering Srl</b> Società di Ingegneria	 <b>ISO 9001</b> U.C. (Certification) 392876	Cliente:	Codice: 1509-R-2011-E-1
		REGIONE EMILIA ROMAGNA Demolizione e ricostruzione della botte sifone del canale Bianco all'attraversamento del canale Boicelli	Data: 14/04/2017 Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti



**Figura 3**

### 3.2 Manuale di manutenzione

Gli inerti per la formazione delle protezioni dovranno corrispondono alle specifiche di CSA ed ai seguenti requisiti ai sensi della Norma UNI EN 13383-1:

<div>MC Engineering Srl</div> <div>Società di Ingegneria</div>	<div> <b>ISO 9001</b> LL-C (Certification)</div> <div>392876</div>	Cliente:	Codice:	1509-R-2011-E-1
		REGIONE EMILIA ROMAGNA	Data:	14/04/2017
		Demolizione e ricostruzione della botte sifone del canale Bianco all'attraversamento del canale Boicelli	Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti	

- categoria di massa  $LMA_{60/300}$  (prospetto 2)
- categoria di forma  $LT_A$  (prospetto 6)
- categoria per superfici frantumate o rotte  $RO_5$  (prospetto 7)
- massa volumica media di 10 pezzi  $\geq 2.4 \text{ Mg/m}^3$
- resistenza alla rottura  $CS_{60}$  (prospetto 9)
- resistenza all'usura  $M_{DE10}$  (prospetto 10)
- assorbimento d'acqua  $WA_{0.5}$  (prospetto 12)
- resistenza gelo/disgelo  $FT_A$  (prospetto 13)

Le prove di caratterizzazione degli aggregati dovranno essere eseguite in accordo con le indicazioni riportate nella Norma UNI EN 13383-2 "Aggregati per opere di protezione (armourstone) – Metodi di Prova".

La corretta esecuzione ed assemblaggio degli inerti garantiscono le funzionali e statiche dell'opera.


Le principali anomalie riscontrabili durante l'esercizio sono le seguenti:

- 1) Erosione dei bordi delle sponde;  
In questo caso si provvede, dopo preventivo scavo della zona erosa, all'intasamento dei bordi ed alla sigillatura con malta cementizia o additivata.
- 2) Movimenti di fondo alveo o scarpata;  
Si rilevano mediante rilievo batimetrico per il fondo ed analisi visiva per le parti emergenti dall'acqua. Richiede il rilievo batimetrico eseguito al termine dell'esecuzione dei lavori quale sezione di riferimento. È necessario coinvolgere un tecnico abilitato per verificare la stabilità dell'opera e la predisposizione degli interventi di ripristino delle condizioni di stabilità.
- 3) Dislocazione dei massi.  
Come il punto precedente ma senza evidenti deformazioni circostanti. Sostituire e riposizionare i massi intasando con malta cementizia sulle scarpate ed integrazione dei massi per il fondo.

Le risorse umane necessarie alla manutenzione sono formate da:

- un tecnico specializzato (ingegnere o geologo iscritto ad albo professionale) per l'analisi visiva e rilievo di eventuali instabilità;
- un tecnico specializzato per i rilievi batimetrici.

*Gli interventi in alveo sono complessi e richiedono organizzazione di impresa, con natanti e mezzi idonei per la compartimentazione delle aree di intervento e sono funzione dell'entità dell'intervento da eseguire.*

<b>MC Engineering Srl</b> Società di Ingegneria	 <b>ISO 9001</b> <small>LL-C (Certification)</small> 392876	Cliente: REGIONE EMILIA ROMAGNA	Codice: 1509-R-2011-E-1
		Demolizione e ricostruzione della botte sifone del canale Bianco all'attraversamento del canale Boicelli	Data: 14/04/2017 Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti

### 3.3 Programma di manutenzione

Il seguente programma di manutenzione dovrà essere verificato, ed eventualmente aggiornato, a completamento dell'opera con quanto previsto dall'Ente gestore del canale Boicelli.

Il programma di manutenzione prevede:

- 1) La Verifica visiva dello stato delle scogliere con cadenza annuale;
- 2) La pulizia delle scogliere con cadenza annuale;
- 3) Il rilievo batimetrico dell'area di intervento con cadenza quinquennale;

Il punto 3 deve essere eseguito ogni qualvolta la verifica di cui al punto 1 rilevi anomalie del comportamento delle strutture.

La pulizia dovrà essere eseguita anche a seguito di eventi meteorici eccezionali caratterizzati da elevato trasporto di sedimenti, arbusti, tronchi e rifiuti solidi urbani. Il controllo visivo dovrà essere eseguito anche a seguito di eventi alluvionali o sismici (di Magnitudo  $\geq 5$ ) nell'area.