

RELAZIONE TECNICA

Richiesta di Concessione per l'adeguamento dell'alveo del Canale della
Fredda e dell'attraversamento esistente in località Zinepri
nel Comune di Galliciano
VERIFICA IDRAULICA

Committente

Ecoterre s.r.l.

Tecnico Incaricato

Dott. Ing. Riccardo Tocchini

Porcari, Gennaio 2024

Dott. Ing. Tocchini Riccardo

Tel. 0583-297991 - Fax 0583-295145 - e-mail: r.tocchini@studiodato.com — pec: riccardo.tocchini@ingpec.eu

Indice

1. PREMESSA.....	3
2. VERIFICHE IDRAULICHE.....	3
2.1 DETERMINAZIONE DEL CARICO IDRAULICO	3
2.1.1 <i>Carico idraulico bacino imbrifero</i>	3
2.2 DEFINIZIONE GEOMETRICA DELLE SEZIONI	6
2.3 RISULTATI	7
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE	8

1. PREMESSA

La presente relazione intende illustrare gli interventi da inquadrarsi nella richiesta di concessione in linea idraulica ai sensi del R.D. 523/1904 per la realizzazione delle opere necessarie all'adeguamento idraulico del tratto di alveo del torrente Fredda in adiacenza all'impianto di lavorazione degli inerti della società Ecoterre srl e del relativo attraversamento per l'accesso all'impianto.

Sono riportate nel seguito le verifiche idrauliche condotte per il corretto dimensionamento del manufatto che verrà posto in opera a sostituzione di quello ad oggi presente che non risulta avere caratteristiche geometriche sufficienti al fine di garantire il passaggio della portata di piena con tempo di ritorno duecentennale senza provocare nessun aggravio idraulico alla zona. Il calcolo sarà eseguito in condizioni di moto uniforme in relazione alle caratteristiche del tratto di alveo considerato.

Il presente studio andrà a far parte della modifica dell'Autorizzazione Unica Ambientale esistente al fine di adeguare anche il tratto di alveo del torrente dall'attraversamento fino alla confluenza con il fiume Serchio sempre in relazione al tempo di ritorno considerato.

2. VERIFICHE IDRAULICHE

2.1 Determinazione del carico idraulico

In relazione alla richiesta di concessione per le modifiche da realizzare sul manufatto che costituisce l'attuale attraversamento del torrente Fredda e al tratto di alveo successivo nei paragrafi successivi saranno evidenziati i criteri di calcolo e determinate le portate prese alla base della verifica idraulica.

2.1.1 Carico idraulico bacino imbrifero

Data la presenza nelle immediate vicinanze del territorio interessato dal progetto di una centralina pluviometrica denominata stazione di Galliciano (Codice TOS02000299 - UTM (m) LAT4880023.1 LON1615595.43 - quota 179 m.s.l.m) si è ritenuto opportuno considerare i dati di pioggia da questa rilevati così come prelevabili dal sito del SIR - Servizio Idrologico della Toscana. I dati disponibili risultano validati fino dal 1996 al 2017 periodo largamente sufficiente per garantire una corretta simulazione dei flussi.

Al fine di poter correttamente dimensionare le opere in progetto sia in ordine al manufatto di attraversamento sia per quanto concerne la riprofilazione del tratto di alveo a monte e valle dell'attraversamento stesso si ritiene necessario procedere alla verifica idraulica con portata di piena del Canale della Fredda con tempo di ritorno di 200 anni.

Nella modellazione si è inoltre considerata la quota del fiume Serchio in cui il Canale della Fredda confluisce, relativa ad una portata di piena trentennale al fine di simulare la contemporaneità dei due fenomeni con una probabilità realistica. Si è potuto tuttavia verificare che tale parametro non ha influenza

diretta sul comportamento idraulico del canale a livello dell'attraversamento e nel tratto immediatamente successivo.

Si è proceduto al calcolo della portata di piena prendendo come dati di base il livello di pioggia caratteristico al tempo di corrivazione del bacino interessato dal progetto. In tale ottica si è calcolato il tempo di corrivazione T espresso in ore dato da (1):

$$T = \frac{a\sqrt[3]{S} + bL}{c\sqrt[3]{H_m}} \quad (1)$$

In cui

S = superficie del bacino idrografico interessato (km²)

L = lunghezza del torrente dall'origine fino alla sezione interessata (km)

H_m = altezza media del bacino relativa alla sezione interessata (m)

Ed avendo considerato come caratteristica dalla curva ipsografica relativa alla zona i valori dei coefficienti riportati proprio dal SIR.

In modo cautelativo ci siamo riferiti alla superficie del bacino imbrifero corrispondente alla sezione di ingresso dello scatolare prefabbricato che sarà posto in opera per consentire la modifica dell'attraversamento del canale della Fredda. A tale sezione indicata negli elaborati di progetto con il n. 12 corrisponde una superficie di scolo, pari a circa 1,61 km², una lunghezza del torrente interessato dall'origine fino all'attraversamento pari a L = 0,565 km e una altezza media del bacino relativa alla sezione considerata pari a H_m = 217,50 m

Sostituendo nella (1) si ottiene un tempo di corrivazione pari a T = 0,84 h.

Ottenuto il tempo di corrivazione si è utilizzata la formula del metodo razionale per il calcolo della portata di piena Q_{max} espressa in m³/s e data da:

$$Q_{\max} = \frac{ch(t,T)S}{3.6t_c} \quad (2)$$

In cui

c = coefficiente di deflusso


h(t,T) = altezza critica di pioggia relativa al tempo di corrivazione (mm)

S = superficie del bacino idrografico interessato (km²)

t_c = tempo di corrivazione (h)

Dall'analisi delle caratteristiche superficiali del territorio compreso nel bacino di scolo considerato è possibile definire un valore per il coefficiente di deflusso pari a 0,35, valore medio assimilabile ad un terreno mediamente permeabile con presenza nella maggior parte della superficie, di zone a bosco.

La determinazione dell'altezza critica di pioggia è stata condotta, come evidenziato in precedenza, partendo dai dati di pioggia registrati dalla stazione pluviometrica per un intervallo di tempo significativo, circa venti anni ossia 22 osservazioni e di seguito riportati nella tabella per ore consecutive di pioggia:

DATI PLUVIOGRAFICI (Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)					
Stazione di : Galliciano					
Quota (m s.l.m.) : 179		Numero di osservazioni : N = 22			
Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1996	52,60	68,80	74,00	89,80	95,00
1997	30,80	52,20	72,40	120,00	188,10
1998	38,00	56,00	70,30	96,70	107,70
1999	50,20	108,50	124,30	163,60	218,00
2000	36,40	68,60	108,00	160,00	182,00
2001	32,80	53,40	57,60	71,00	94,00
2002	20,00	35,80	42,40	55,20	63,60
2003	41,80	46,60	64,40	75,60	94,60
2004	35,20	55,80	74,80	88,40	103,60
2005	25,60	44,80	65,80	93,20	99,80
2006	33,20	34,80	50,80	81,60	100,40
2007	13,40	24,20	34,60	50,40	61,20
2008	28,60	38,80	63,20	111,80	143,80
2009	34,20	53,40	69,20	114,40	149,60
2010	34,80	69,20	96,00	111,80	188,00
2011	37,20	99,40	148,20	188,40	223,20
2012	35,80	63,40	79,00	106,00	131,40
2013	60,80	154,40	232,00	311,60	319,20
2014	30,80	40,40	50,60	88,60	135,00
2015	31,20	36,20	58,40	66,80	91,40
2016	26,80	56,00	80,40	125,00	167,20
2017	43,80	54,20	56,20	83,00	127,60

Sulla base di tali osservazioni si è ricavata, utilizzando il metodo statistico di Gumbel, l'altezza critica di pioggia ai diversi tempi di ritorno utilizzando la formula (3):

$$h = a \times t^n$$

In cui

a e n sono parametri statistici definiti dal metodo

t = tempo di ritorno

Sostituendo i valori si ottengono le altezze critiche di seguito riportate

Inserendo tale valore caratteristici di pioggia nella (2) si ottiene per la sezione in esame una portata massima ai relativi tempi di ritorno pari a

Tr (anni)	a	n	tC (ore)	h(t,T) (mm)	Q _{max} (m ³ /sec)
10	53,5511	0,4788	0,84	49,21	9,16
30	65,2138	0,4934	0,84	59,77	11,13
50	70,5195	0,4984	0,84	64,58	12,02
100	77,6637	0,5041	0,84	71,05	13,23
200	84,7712	0,5088	0,84	77,49	14,43

Al fine di poter calcolare in modo cautelativo la geometria della sezione idraulica necessaria sia dell'alveo a monte/valle dell'attraversamento sia dell'attraversamento stesso si è ipotizzato di assumere la portata di piena a 200 anni pari a 15 m³/s nella sezione più a monte del tratto considerato identificata dal n. 12.

2.2 Definizione geometrica delle sezioni

Al fine di studiare il comportamento idraulico dell'asta fluviale interessata dall'attraversamento si è eseguito un puntuale rilievo topografico del tratto del Canale della Fredda adiacente all'attività di lavorazione degli inerti interessata dallo studio; l'alveo preso in esame di lunghezza pari a circa 110 m corre in adiacenza al limite nord dell'impianto. Le sezioni rilevate sono pertanto state estese interessando sia la parte a monte dell'attraversamento che la parte a valle dello stesso avendo la finalità di regolarizzare ed adeguare anche l'alveo del canale alle portate di piena prese in considerazione nella presente progettazione. Il tratto monitorato ha una quota di alveo inciso corrispondente alla sezione di monte n. 9 pari a 151,29 m.s.l.m. mentre termina con la sezione n. 15 a quota 149,51 m.s.l.m.; la pendenza dell'asta, sufficientemente costante per le sezioni a monte e a valle dell'attraversamento pari a circa il 2%.

Il tratto di alveo considerato ha caratteristiche geometriche relativamente costanti ossia ha sezioni molto prossime a quella determinata a monte dell'attraversamento ma difforme dalla forma dello scatolare che sarà utilizzato come struttura portante della viabilità superiore; non avendo bruschi cambiamenti di direzione e un andamento altimetrico omogeneo con una pendenza sostanzialmente uniforme come precedentemente osservato, la finitura dell'alveo inciso a monte e a valle dell'attraversamento, presentano caratteristiche riportabili in un coefficiente di scabrezza (Manning) omogeneo. Per tali ragioni si è ritenuto di dover assimilare il regime idraulico preso in esame in condizione di piena ad un moto uniforme.

Va osservato che ai fini della determinazione dei corretti valori di scabrezza superficiale sia dell'alveo inciso che delle superfici spondali, si è considerato che la riprofilatura del tracciato avvenisse mediante la pulizia dell'alveo esistente e mediante la posa di blocchi squadrati almeno nel tratto considerato a monte

dello scatolare di nuova posa, posti in opera a creare una sezione trapezoidale adeguatamente costipata in tale tratto, in grado di supportare il passaggio e l'azione dell'onda di piena duecentennale. Gli interventi riguarderanno tutte le sezioni a monte e a valle dell'attraversamento. Si evidenzia inoltre che al fine di ridurre il più possibile il coefficiente di contrazione in ingresso allo scatolare e il relativo incremento del profilo idraulico dovuto al restringimento di sezione si procederà alla realizzazione di una sezione transitoria in modo da poter aumentare gradualmente nel tratto considerato la velocità del flusso.

Essendo la portata di piena determinata dal calcolo sopra riportato inferiore ai 50 m³/s e date le caratteristiche dell'attraversamento, l'opera è assimilabile ad un tombino così come definito ai sensi della Circ. 21 gennaio 2019, n. 7 (paragrafo "C5.1.2.3 compatibilità idraulica"). In tale ottica la progettazione delle dimensioni del manufatto è stata condotta considerando di lasciare un franco di sicurezza libero al momento del passaggio dell'onda di piena pari a 1/3 dell'altezza complessiva del manufatto con un minimo di 50 cm; l'altezza utilizzata dovrà inoltre permettere di accedere alla parte inferiore dell'attraversamento per le necessarie operazioni di pulizia e di manutenzione ordinaria dell'alveo agevolmente realizzabile con piccoli mezzi meccanici.

Il condotto esistente di lunghezza pari a circa 11 metri sarà interamente sostituito con un nuovo manufatto di adeguate caratteristiche geometriche.

2.3 Risultati

Al fine di condurre le opportune verifiche idrauliche per le diverse sezioni considerate, si è proceduto a calcolare la quota del pelo libero in concomitanza con la portata di piena di caratteristiche indicate nel paragrafo precedente calcolando la relativa quota e dimensionando di conseguenza il manufatto da porre in opera e i relativi interventi.

Per le considerazioni esposte al paragrafo precedente e considerando che il tratto dell'alveo a monte e a valle della sezione presa in esame ha caratteristiche geometriche relativamente costanti ossia ha sezioni molto prossime a quella interessata dalla verifica, non ha bruschi cambiamenti di direzione e un andamento altimetrico omogeneo in assenza di bruschi salti di quota, si è ritenuto opportuno assumere che il moto del fosso fosse uniforme e quindi sia possibile utilizzare la sezione geometrica interessata dalla verifica come costante nel tratto a monte della stessa. In base a tali ipotesi si è proceduto al calcolo dell'altezza incognita con la formula di Chezy nella portata massima relativa alla pioggia caratteristica. Pertanto, considerando la velocità di scorrimento nella sezione considerata pari a (4):

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

In cui $v = Q_{max} / A$ con A pari alla sezione trasversale bagnata

k = è l'indice di scabrezza di Gauckler-Strikler che per la tipologia di fosso da noi considerato pari a 20

R = raggio idraulico definito come rapporto fra l'area della sezione (A) ed il contorno bagnato (C);

i = pendenza espressa m/m del tratto considerato omogeneo

Dalla (4) si ricava che per la sezione in esame considerando un tratto omogeneo del canale della Fredda di pendenza $i = 0,0178$ m/m la quota del pelo libero per la portata di piena con tempo caratteristico di ritorno di 200 anni nella sezione di attraversamento del nuovo manufatto considerato di sezione pari a 350 cm di larghezza e altezza pari a 200 cm è circa pari a 123 cm. In tale condizione la parte libera del manufatto (77 cm) è maggiore di $200/3 = 66,66$ cm e superiore al minimo consentito (50 cm).

Ripercorrendo il calcolo per la sezione 9 adeguatamente riportata ad una sezione trapezoidale di larghezza di base pari a 350 cm e sponde inclinate di circa 45° è possibile calcolare che in questa il pelo libero di scorrimento alla portata di piena sia pari a 115 cm. Il calcolo è stato effettuato per tutte le ulteriori sezioni ottenendo quanto di seguito riportato:

- Sezione 10 battente idraulico 121 cm
- Sezione 11 battente idraulico 121 cm
- Sezione 12-13 battente idraulico 123 cm
- Sezione 14 battente idraulico 106 cm

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Le valutazioni idrauliche riportate nei paragrafi precedenti richiedono la realizzazione di opere di adeguamento funzionale dell'alveo nella parte a monte e a valle dell'attraversamento e il completo rifacimento del manufatto presente nelle sezioni interessate dall'attraversamento stesso.

In ordine al primo aspetto, come già illustrato nelle sezioni specifiche, le lavorazioni previste consisteranno nella regolarizzazione della sezione esistente fino a ricavare, mediante scogliere composte da blocchi, una sezione a forma trapezoidale compatibile con le aree di deflusso di volta in volta necessarie alle varie quote avente comunque base di larghezza pari a 350 cm e sponde che a monte dell'attraversamento hanno pendenza di circa 45° e vanno raccordandosi alla sezione rettangolare mano a mano che si avvicinano all'attraversamento. Le sezioni oltre l'attraversamento avranno la medesima forma con medesima larghezza di base ma sponde con pendenza di circa 60° . L'adeguamento altimetrico dell'alveo nella parte a monte permetterà di uniformare la velocità del fluido impedendo fenomeni di turbolenza in prossimità dell'attraversamento. Nella parte a valle il percorso del canale verrà regolarizzato riportando il deflusso ad un percorso rettilineo.

Particolare cura verrà posta nelle lavorazioni che interesseranno le sezioni di collegamento fra la geometria trapezoidale e l'ingresso nel nuovo manufatto che tuttavia, in ragione della maggiore larghezza

adottata non costituirà un punto critico di passaggio per il flusso neppure nelle situazioni più severe. Il fondo dell'alveo sarà anche in questo caso realizzato con blocchi squadrate mentre il raccordo delle sponde destra e sinistra sarà realizzato con manufatti in calcestruzzo gettato in opera.

Nel tratto interessato dall'attraversamento le lavorazioni di modifica saranno condotte da valle verso monte suddividendo l'area di intervento in due parti in modo da garantire in ogni momento l'operatività dell'impianto anche se con una viabilità a senso unico alternato. Sarà dapprima necessario la demolizione del manufatto esistente fino a raggiungere la quota di imposta di progetto, poi sarà predisposto il piano di appoggio della platea di base gettata in due fasi distinte, su cui sono posti i manufatti di sezione 350 x 200 che costituiranno la nuova sezione di passaggio.

Da ultimo sarà gettata la soletta superiore che permetterà di uniformare il carico sugli scatolari sottostanti. Una volta terminata sarà adeguato il profilo altimetrico dell'attraversamento alla viabilità esistente mediante materiale di cava a pezzatura grossa e finito superficialmente con conglomerato bituminoso. Una volta terminate le lavorazioni nella parte di valle dell'attraversamento e ripristinata quindi in modo completo la funzionalità dello stesso, si procederà con le medesime operazioni per la parte a monte.

Porcari 19 febbraio 2024

Il tecnico

