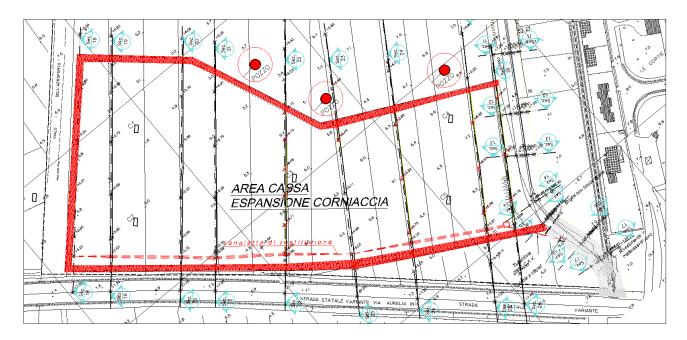
Stazione Marittima (Porto di Piombino) Piazzale Premuda, 2F 57025 PIOMBINO (LI) C.F. e Partita IVA 01081000497 Tel. e Fax 0565.221813 www.cmprogettazioni.it e_mail: cmp@infol.it - info@cmprogettazioni.it



OPERE DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA IN VENTURINA TERME LOTTO N° 3 VASCA DI LAMINAZIONE

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO



RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

Allegato: A04

PROGETTAZIONE: Dott. Ing. Stefano Chesi

Data: Febbraio 2017 Rev. Giugno 2017 Rev. Ottobre 2017

> Ing. Fernando Muccetti Firmato con firma digitale ai sensi dell'art. 21 c.2 D.Lgs 82/2005

1 GENERALITÀ

La presente relazione vuole integrare ed aggiornare lo studio a corredo del progetto definitivo (redatto dallo scrivente nel 2006 e riportato in allegato come parte integrante).

Il progetto definitivo fu oggetto di omologa da parte dell'Ufficio Tecnico Genio Civile di Livorno – Prot. 198295 –P/80/60 del 18.07.2008, per le opere di messa in sicurezza per una consistente porzione dell'abitato di Venturina, nei confronti delle possibili esondazioni del fosso Corniaccia.

In particolare le opere del 3° Lotto consistente nella esecuzione di una vasca di espansione nella parte terminale del tratto di intervento del fosso Corniaccia a monte dell'attraversamento della Variante Aurelia, hanno la funzione di contenere la portata duecentenaria a seguito della eliminazione della stozzatura sulla corrente, costituita dall'attuale piccolo ponticello su Via Cerrini che interferisce con la sezioni idraulica del fosso, evitando che il rischio si ripercuota a valle dei successivi attraversamenti (variante Aurelia e FF.SS.)

Il nuovo studio, tiene conto quindi della variata situazione del quadro conoscitivo idrologico-idraulico, per effetto delle conoscenze assunte in atti dalla data dell'omologa (2008) ad oggi.

Il tutto previo opportuni confronti critici con i valori di dimensionamento del progetto originario, giungendo a nuovi valori di calcolo e nuove verifiche delle opere idrauliche, per le necessarie correzioni che sono state poi recepite nella attuale progettazione esecutiva.

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Si rammenta che le opere consistono nella realizzazione di una vasca di laminazione mediante la esecuzione di arginature perimetrali aventi uno sviluppo di circa 1350 mt. a quota +7,20 di altezza variabile tra 0,60 e 2,00 mt rispetto al piano campagna , collegate ad uno sfioratore laterale avente una lunghezza di circa 40 mt. impostato a quota +6,29 in prossimità dell'argine destro del fosso Corniaccia .

L'opera sarà completata da una briglia a luce tarata di sezione rettangolare di larghezza 4,40 mt. eseguita in calcestruzzo armato, che ostruisce parzialmente il deflusso della sezione, fino alla quota di sfioro, consentendo il sormonto libero per battenti superiori e da uno sfioratore di sicurezza, posto a valle della briglia che consente alle acque eventuali in eccesso della cassa di rientrare in alveo.

Infine un canale laterale al piede della Variante Aurelia che avrà alla sua estremità verso il Fosso Corniaccia un dispositivo idraulico di regolazione, costituito da una valvola a clapet, permetterà un lento svuotamento della cassa ed un ripristino della situazione normalizzata.

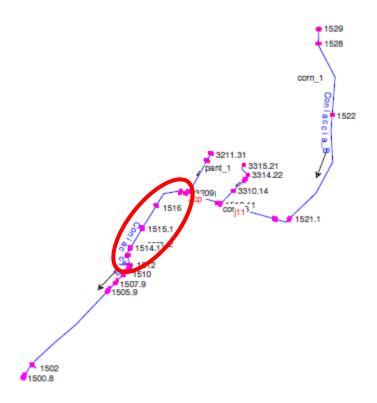
La nuova vasca di laminazione viene di norma ad integrare gli altri due interventi previsti (1° e 2° lotto) che dovranno essere eseguiti in fase precedente o contemporanea, per lotti funzionali, al fine di consentire la completa messa in sicurezza del fosso Corniaccia.

3 DESCRIZIONE DEGLI AGGIORNAMENTI

Per un corretto aggiornamento e verifica della progettazione si vogliono ripercorrere le stratificazioni delle variazioni al quadro conoscitivo note e sedimentate in atti, nel periodo intercorso tra la progettazione definitiva (2008) e lo stato attuale delle conoscenze.

3.1 Quadro conoscitivo in atti Legato agli strumenti urbanistici comunali

Il Fosso Corniaccia, oggetto di intervento, ha un bacino che ricade interamente nel comune di Campiglia Marittima, per questo motivo, come primo doveroso raffronto tra i dati di progetto ed altri dati certificati successivi si è dovuto considerare lo studio allegato al quadro conoscitivo del R.U. del Comune di Campiglia, redatto dal Prof. Pagliara, nel 2011.



Tale studio, allegato al R.U. approvato e vigente, nel tratto oggetto di intervento, determina una portata duecentenaria di circa 37 mc/sec, ben inferiore al valore di progetto (49,62 mc/sec) che si vuole in questa sede aggiornare.

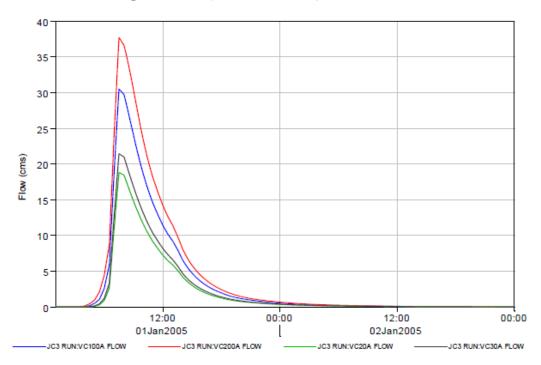
Bisogna ricordare a tal proposito che la progettazione iniziale, di cui si vogliono aggiornare i dati, fu elaborata calcolando il valore di massima piena con il metodo di Giandotti, notoriamente affetto da forti approssimazioni in eccesso, specialmente per piccoli bacini. Il metodo adottato per la progettazione originaria aveva pertanto in sé un elevato grado di cautela per tutti i successivi dimensionamenti.

Poiché il metodo di Giandotti, notoriamente si limita a determinare il valore della massima portata di piena, non stabilendo nessun tipo di variazione temporale della

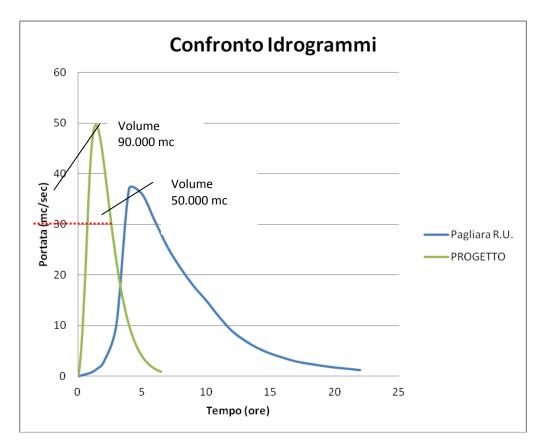
stessa, fu a suo tempo ricostruito un idrogramma, necessario alla stima dei volumi di laminazione, attraverso il metodo dell'idrogramma unitario, imponendo il vincolo della portata al colmo.

Si evidenzia infine come lo studio Pagliara consideri un valore del CN=72, che sarà preso a base anche delle successive elaborazioni in aggiornamento.

River	Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min	Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chi
				(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Contaccia_B	corn_2	1517	Tr020	18.00		6.36	7.62	7.62	8.08	0.010521	2.99	6.02	6.55	0.
contaccia_B	corn_2	1516	Tr200	37.00	_	4.42	8.30	6.31	8.32	0.000089	0.58	83.41	49.70	0
Contaccia_B	corn_2	1516	Tr100	30.00		4.42	7.81	6.11	7.83	0.000162	0.70	59.03	49.70	0
Contaccia_B	corn_2	1516	Tr030	22.00		4.42	7.24	5.87	7.29	0.000540	1.06	24.65	32.56	0
Contaccia_B	corn_2	1516	Tr020	18.00		4.42	6.94	5.72	7.01	0.000710	1.12	16.10	9.69	0
Coniaccia B	corn 2	1515.1	Tr200	37.00		3.45	8.26	5.20	8.29	0.000122	0.80	51.28	15.84	
Coniaccia B	corn 2	1515.1	Tr100	30.00		3.45	7.77	5.00	7.80	0.000131	0.76	43.49	15.84	(
Coniaccia B	corn 2	1515.1	Tr030	22.00		3.45	7.20	4.74	7.22	0.000139	0.70	34.50	15.84	
Contaccia_B	corn_2	1515.1	Tr020	18.00		3.45	6.91	4.59	6.93	0.000140	0.65	29.91	15.84	0
Contaccia_B	corn_2	1515		Bridge										
Coniaccia B	corn 2	1514.9	Tr200	37.00		3.45	8.24	5.20	8.27	0.000124	0.81	51.19	15.84	(
Conlaccia B	corn 2	1514.9	Tr100	30.00		3,45	7.74	5.00	7.77	0.000134	0.77	43.29	15.84	(
Coniaccia B	corn 2	1514.9	Tr030	22.00		3,45	7.15	4.74	7.18	0.000147	0.71	33.99	15.84	
Contaccia B	corn 2	1514.9	Tr020	18.00		3.45	6.87	4.59	6.89	0.000148	0.66	29.48	15.84	
Conlaccia B	corn 2	1514.1	Tr200	37.00		3.83	8.16	5.98	8.23	0.000370	1.27	33.59	10.03	
Conlaccia B	corn 2	1514.1	Tr100	30.00		3.83	7.66	5.81	7.72	0.000393	1.20	28.61	10.03	
Contaccia B	corn 2	1514.1	Tr030	22.00		3.83	7.08	5.57	7.13	0.000419	1.10	22.74	10.03	
Coniaccia_B	corn_2	1514.1	Tr020	18.00		3.83	6.80	5.22	6.84	0.000416	1.02	19.94	10.03	0
Contracts D	corn 2	1514		Deielen										
Coniaccia_B	coni_2	1014		Bridge	-	\vdash								
Contaccia_B	corn_2	1513.9	Tr200	37.00		3.83	8.14	5.99	8.21	0.000359	1.26	34.06	10.32	0
Contaccia B	corn 2	1513.9	Tr100	30.00		3.83	7.64	5.83	7.70	0.000386	1.19	28.89	10.32	
Coniaccia B	corn 2	1513.9	Tr030	22.00		3.83	7.05	5.58	7.10	0.000421	1.10	22.79	10.32	0
Contaccia_B	corn_2	1513.9	Tr020	18.00		3.83	6.76	5.22	6.81	0.000424	1.03	19.87	10.32	0
Decelerate B		4540					2.42						40.00	
Contaccia_B	corn_2	1513	Tr200	37.00	-	4.33	8.16	6.18	8.18	0.000143	0.71	69.16	49.39	
Contaccia_B	corn_2	1513	Tr100	30.00		4.33	7.63	5.99	7.67	0.000315	0.92	43.22	49.39	
Coniaccia B Coniaccia B	corn_2	1513	Tr030	22.00 18.00	-	4.33	6.99 6.70	5.73 5.59	7.06 6.77	0.000769	1.20	18.36 15.38	10.81 9.97	
DOMESTIC B	COIII_2	1010	11020	18.00		4.33	6.70	0.09	0.77	0.000830	1.17	10.38	9.97	
Conlaccia_B	corn_2	1512	Tr200	37.00		4.26	8.12	6.18	8.16	0.000309	0.99	47.30	37.64	(
Contaccia_B	corn_2	1512	Tr100	30.00		4.26	7.54	5.97	7.62	0.000691	1.27	26.13	29.83	(
Contaccia_B	corn_2	1512	Tr030	22.00		4.26	6.89	5.70	6.98	0.001017	1.36	16.21	9.33	(
Conjeccia D	corp. 2	1510	Tr020	19.00		4.26	6.59	5.54	6.68	0.001096	1.33	13.58	8.63	(



Idrogrammi jc3 (Tr200, 100, 30 e 20) - a monte di sez.1518.1



Anche confrontando gli idrogrammi (del progetto originario e dello studio pagliara) e quindi i volumi necessari alla laminazione (per mantenere la portata a valle al valore limite di 30 mc/sec), attraverso una integrazione dei grafici, si conferma il valore teorico di circa 90.000 mc del progetto base, di cui si evidenzia l'estrema ripidità dell'idrogramma a fronte di un valore di accumulo realmente disponibile di circa 120-130.000 mc.

Integrando con le medesime condizioni di taglio della portata a 30 mc/sec l'idrogramma dello studio Pagliara, riportato nel grafico nella medesima scala di rappresentazione, si determina un volume di sfioro di molto inferiore, pari a circa 50.000 mc).

Tale primo confronto ci conforta comunque sulla estrema cautelatività della progettazione iniziale, sia in termini di portata al colmo che di volume complessivo per la laminazione.

3.2 <u>Aggiornamento idrologico - idraulico</u>

Successivamente allo studio Pagliara, nel marzo del 2014, la regione Toscana ha introdotto una parametrizzazione dei coefficienti a e n da utilizzare nella determinazione delle curve LSPP.

Tali valori sono desumibili nello studio "ANALISI DI FREQUENZA REGIONALE DELLE PRECIPITAZIONI ESTREME Enrica CAPORALI, Valentina CHIARELLO, Giuseppe ROSSI - Revisione Marzo 2014, desumibili da sistemi cartografici disponibili in rete o al sito http://www.sir.toscana.it/lspp-2012

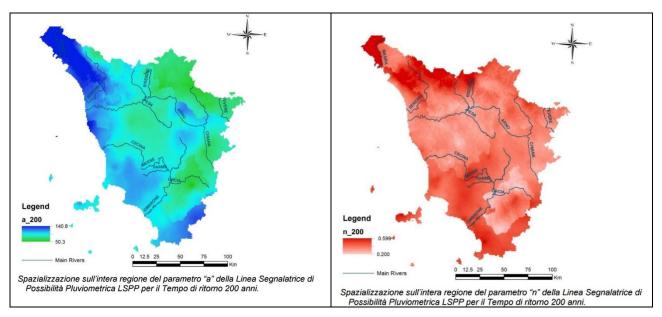


Figura 1 - Parametri a e n per la Regione Toscana (2014)

Per i calcoli successivi saranno presi a o a riferimento i coefficienti **a** e **n** per la stazione di Venturina, ovviamente significativa per il bacino oggetto di studio si ottiene:

Stazione: Venturina [TOS11000004]

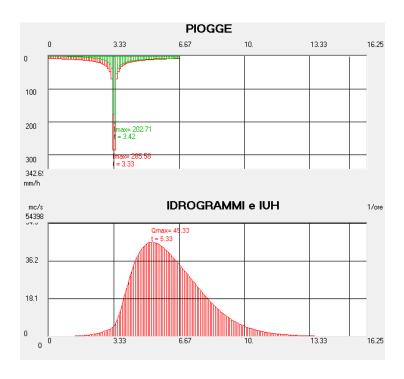
a = 83.16200, n = 0.31144

3.3 Confronto e scelta di nuovo idrogramma di progetto

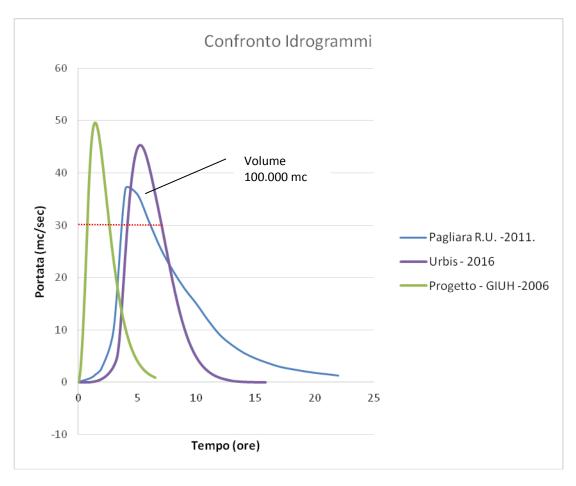
Per la determinazione del nuovo idrogramma di portata si è impiegato il software "URBIS" sviluppato dal Centro Studi Idraulica Urbana (CSDU) 2006 c/o Politecnico di Milano che consente, partendo da curve di possibilità climatica note, di generare ietogrammi e idrogrammi sintetici.

Per una durata pari al tempo di corrivazione, determinato dallo studio Pagliara di 3,33 ore, per un bacino stimato riplanimetrando l'area di circa 7,37 Kmq e con un CN=72, coerentemente alo studio allegato al R.U..

Applicando la convoluzione di Nash ad un ietogramma sintetico modello "Chicago" avente durata pari al doppio del tempo di corrivazione e valore di picco centrato, ed assumendo infine, per la messa in conto delle perdite idrologiche, il noto metodo CN (SCS), in virtù del dato estratto dallo studio Pagliara e pari ad un valore di CN = 72, a fronte di una infiltrazione iniziale standard di circa 2 mm, si determina l'idrogramma di figura avente una portata di picco pari a circa 45 mc/sec.



Anche in questo caso si è proceduto ad un raffronto grafico dei tre idrogrammi (iniziale di progetto GIUH, Pagliara R.U. 2011, ed attuale URBIS con nuove curve LSPP), ritenendo sufficientemente valido ed aggiornato, per il prosieguo dei dimensionamenti, l'idrogramma così determinato.

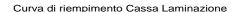


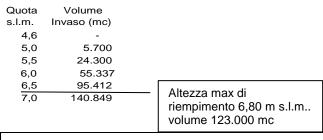
3.4 Verifica volume cassa di laminazione

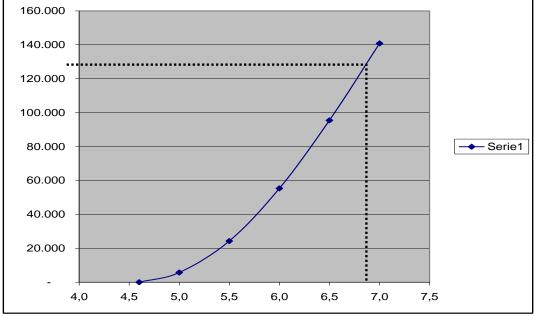
Adottando il nuovo idrogramma uscito dall'aggiornamento idrologico fin qui descritto, si determina un volume teorico di laminazione necessario, al fine di tagliare la portata dai 45,33 mc/sec in arrivo ai 30 mc/sec, obbiettivo della progettazione, di circa 100.000 mc.

Si ricorda che la valutazione del volume disponibile al riempimento, effettuata, avendo costruito una curva Volume/altezza, nota la geometria dell'invaso e procedendo per sezioni orizzontali del terreno (curve di livello), porta alla determinazione di un volume utile di ben oltre 120.000 mc, sufficiente a contenere il volume teorico più le necessarie maggiorazioni, dovute ai noti volumi morti iniziali e finali, tipicamente stimati in un 10-15% del volume complessivo da laminare.

Il nuovo calcolo sommario pertanto conferma la capacità della cassa di laminazione progettata anche con le nuove condizioni idrologiche aggiornate.







3.5 Aggiornamento verifiche idrauliche

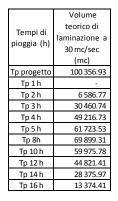
I nuovi valori di portata massima al colmo, sono stati riassegnati al medesimo modello monodimensionale HEC-RAS impiegato per la progettazione definitiva, non riscontrando apprezzabili modifiche, data la minima variazione del valore di massima portata da circa 49 a circa 45 mc/sec.

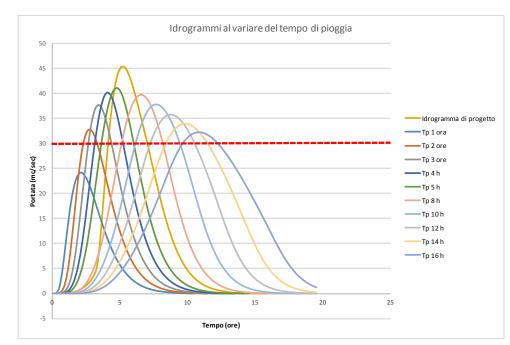
Il nuovo profilo, riportato in allegato, conferma sostanzialmente le quote di scorrimento, specialmente nella zona a monte della briglia di ostruzione, che rimane inalterata nella sua geometria.

3.6 Verifica dei volumi di laminazione con maggiori tempi di pioggia

Oltre alla verifica della portata di massima piena duecentenaria di progetto e del relativo idrogramma, che ha permesso la verifica della bontà del dimensionamento della cassa, rispetto ai valori di dimensionamento originario, si è voluto ulteriormente procedere ad una stima delle portate di massima piena (sempre con Tr=200 anni) ma al variare stavolta dei tempi di pioggia tra 2 e 16 ore (ben oltre il tempo di corrivazione del bacino, che ricordiamo essere 3.33 ore).

L'ulteriore verifica ha lo scopo di verificare che il volume teorico di laminazione, necessario al taglio della portata a 30 mc/sec), rimanga comunque sempre inferiore al volume di progetto di circa 100.000 mc, , in ogni configurazione, come effettivamente risulta dalla tabella e dai grafici allegati.





3.7 Verifica dispositivi di regolazione

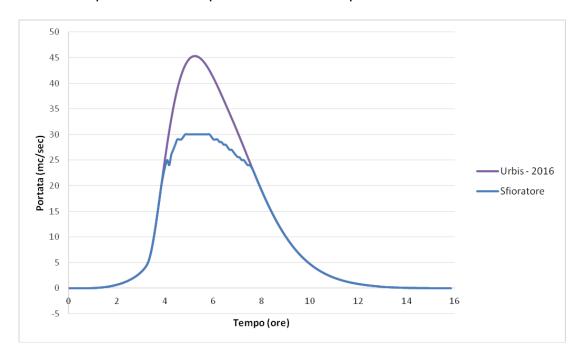
Per la verifica dei sistemi di regolazione si è proceduto stavolta a simulare tramite il modello HEC-RAS, una serie di profili liquidi, in regime di portata permanente, ma con portata stavolta variabile tra 2 e 50 mc/sec (ben oltre i 45,33 mc/sec di progetto).

Tali simulazioni consentono da un lato di verificare il permanere della portata a valle della derivazione, al di sotto dei 30 mc/sec in ogni configurazione di portata in arrivo e dall'altro di individuare il reale intervallo di derivazione dello sfioratore.

A tale scopo è stato inserito nel modello il manufatto di derivazione laterale, ed il manufatto di restringimento in alveo, nella configurazione di progetto, ottimizzandone la quota di imposta, come di seguito riportato negli allegati estratti.

L'ulteriore verifica consente di determinare il reale idrogramma in uscita allo sfioratore (riportato in figura) e conseguentemente il reale volume da destinare all'accumulo che risulta pari a circa 120.900 mc, coerente con il volume disponibile.

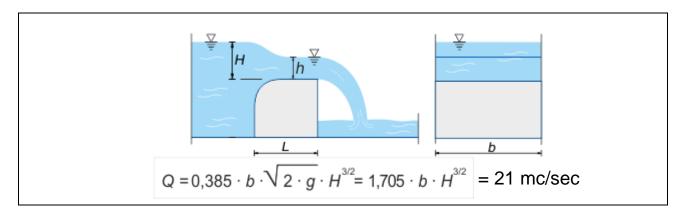
Come si nota dalla tabella e dalle figure riportate in appendice. Lo sfioratore, impostato a quota 6.29 s.l.m. inizia (e termina) di sfiorare ad una portata in transito ci circa 22 mc/sec, consentendo la laminazione desiderata a circa 30 mc/sec, in corrispondenza della portata di massima piena.



3.8 Sfioro di sicurezza

La cassa, originariamente non è dotata di sfioro di sicurezza, viene ora attrezzata con uno sfioro, posto a valle della briglia e dello sfioro di ingresso, a quota 6,50 della lunghezza di circa 75 mt, interamente rivestito in materassi tipo RENO, in grado di sfiorare verso il Corniaccia abbondantemente la massima portata in ingresso alla cassa di laminazione.

Assumendo infatti la nota formula della luce a battente a larga soglia, con un battente di 30 cm (6,80 livello di massimo riempimento della cassa) si ottiene:



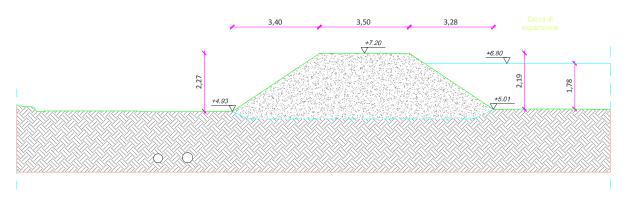
3.9 Tempo di permanenza acqua nella cassa – problemi di filtrazione

La verifica sul tempo di permanenza delle acque derivate all'interno della cassa, fornisce una idonea valutazione sull'effettivo rischio di saturazione degli argini e della loro messa a regime permanente nei confronti dei possibili moti di filtrazione e dei rischi di eventuali sifonamenti.

Tale concetto viene ripreso e sviluppato nei recenti studi teorici e sperimentali per la valutazione della vulnerabilità arginale, elaborati dal Dipartimento di Ingegneria civile e ambientale dell'Università degli studi di Firenze, nell'ambito dell' accordo di collaborazione scientifica tra Regione Toscana e Università di Firenze per l'attività di ricerca per la mitigazione del rischio idraulico nella Regione Toscana.

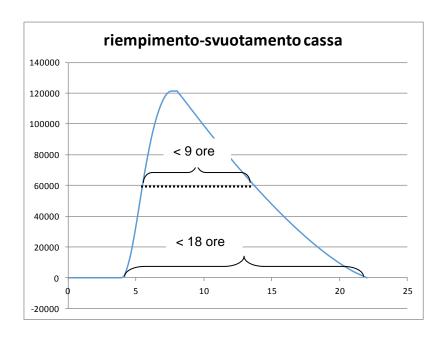
A tale studio, integrato da dati di letteratura, ci si riferisce per una valutazione speditiva dell'effettiva condizione di vulnerabilità delle nuove arginature perimetrali, che dimostreremo essere bassissima, inferiore cioè di diversi ordini di grandezza alla minima accettabile, e quindi al riparo da qualsiasi possibile fenomeno di filtrazione.

Si rammenta inoltre che la cassa a riempimento completato prevede una limitata altezza massima di battente idrico dell'ordine di 1,80 mt circa.



Il tempo complessivo di permanenza delle acque all'interno delle arginature è dato dalla somma del tempo di riempimento e dal tempo di svuotamento successivo della cassa.

Dall'idrogramma della portata in arrivo si stima un tempo di riempimento di circa 3 ore a cui si deve sommare un tempo di svuotamento completo di circa 14-15 ore, come da calcolo alle differenze finite allegato, soddisfacendo quindi lo scarico di fondo anche la condizione, richiesta dalla normativa regionale sugli sbarramenti ed assimilati, che prevede una diminuzione di altezza di invaso del 50% in 24 ore (D.P.G.R. 18/R/2010).



Il tempo <u>complessivo</u> di permanenza dell'acqua all'interno degli argini della cassa viene stimato quindi in meno di 18 ore.

Volendo valutare un tempo di permanenza effettivamente sollecitante l'innesco di fenomeni di filtrazione, corrispondente ad un altezza superiore al 50% di riempimento (stimabile a favore di sicurezza corrispondente ad una volume del 50% di accumulo) si stima un tempo di permanenza inferiore alle 9 ore (vedi grafico).

I campioni indagati nelle prove di laboratorio originarie, avevano dato risultati molto incoraggianti circa le capacità impermeabile dei terreni, fornendo coefficienti di permeabilità come da tabella allegata, estratta dalla relazione geologica originaria.

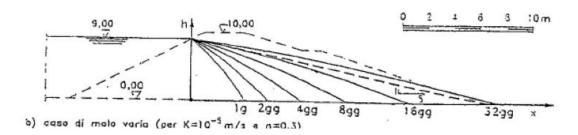
Campione	Profondità (mt)	Densità Massima a secco (t/mc)	Umidità Ottima di costipamento (%)	Coefficiente di permeabilità k (m/sec)
S 3	0 - 0,5	1,738	16,2	5,5 x 10^-9
S4	0 - 0,5	1,728	16,7	3,8 x 10^-10
2075/1	1			1,8 x 10^-10
2075/2	1			1,1 x 10^-10

A tali dati sono stati affiancate ulteriori prove di permeabilità, allegate alla nuova relazione geologica, nell'ambito delle nuove indagini geologiche svolte ai sensi delle NTC 2008, all'interno dell'area di intervento, che forniscono ulteriormente dati confortanti, confermando i valori rilevati in precedenza.

Si tratta quindi di terreni di categoria A6-7, non eccelsi sotto il profilo statico, caratterizzati da tessitura limosa argillosa, ma fortemente impermeabili, adattissimi alla realizzazione di argini e/o nuclei impermeabili.

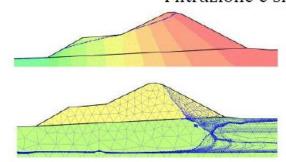
		,		
		Coefficiente		
		di		
	Campione	permeabilità		
		k		
		(m/sec)		
in	S 3	5.50E-09		
ampio	S4	3.80E-10		
Vecchi campioni	2075/1	1.80E-10		
^	2075/2	1.10E-10		
ir	P1	4.47E-10		
ımpior	P2	1.37E-10		
Nuovi campioni	Р3	1.80E-09		

Nella figura di seguito riportata, ben nota in letteratura, si evince chiaramente che, con i tempi di permanenza inferiori ad 1 giorno (e noi avremo un tempo compreso tra 9 e 18 ore) non si raggiungono mai le condizioni di saturazione e di moto permanente di filtrazione (già con k dell'ordine di 1x10⁻⁹, e noi avremo terreni impiegati nella costruzione dell'argine perimetrale sempre più impermeabili, di un ordine compreso tra 5 e 50).



Tale circostanza è verificata anche da simulazioni a mezzo software dedicati, illustrate in recenti convegni sull'argomento (Vedi gli atti del Seminario IL RISCHIO IDROGEOLOGICO IN TOSCANA: LE STRUTTURE ARGINALI Firenze, 17 marzo 2015):

Filtrazione e sifonamento



Confronto fra modello in moto permanente e modello tempo variante Evento sintetico: Tempo di ritorno 30 anni - Durata evento meteorico 15 h

Verificato quindi qualitativamente la bassissima vulnerabilità attesa degli argini perimetrali rispetto ai fenomeni di filtrazione, ma volendola quantificare secondo le

indicazioni proposte in un recente studio dell'Università di Firenze, recepito dalla Regione, si applica la formula e le tabelle di verifica dello studio:

$T_{cr}/\Delta t = 0.855 \cdot (k/k_{rif})^{-1}$

dove:

k = permeabilità reale dei terreni

k_{rif} = permeabilità di riferimento = 10⁻⁴ m/s

Tcr = tempo critico di permanenza dell'acqua

Δt = tempo di permanenza effettivo dell'acqua

Si ricorda che la formula risulta calcolata per porosità del materiale costituente l'argine n= 0.3 e considerando la porosità maggiore tipica dei terreni impiegati (per le argille può essere assunta pari a n=0.5), si ritiene comunque cautelativa la sua assunzione, attesa l'influenza della variabile porosità, che mostra come le criticità siano raggiunte più velocemente, se si hanno materiali a porosità più basse. (La variabile entra in gioco con un rapporto di proporzionalità inversa alla radice quadrata).

Tipo di suolo	Porosità (n)	Carico di suzione 𝒯ʻ (cm)	Permeabilità f (cm/h		
Sabbia	0.437	4.95	11.78		
Saooia	0.374 ÷ 0.500	0.97 ÷ 25.36	11./8		
Cathia and madia immedia	0.437	6.13	2.00		
Sabbia con medio impasto	0.363 ÷ 0.506	2.99			
	0.453	11.01			
Medio impasto sabbioso	0.351 ÷ 0.555	2.67 ÷ 45.47	1.09		
Madia impacts	0.463	8.89	0.24		
Medio impasto	0.375 ÷ 0.551	1.33 ÷ 59.38	0.34		
N. C	0.501	16.68	0.65		
Medio impasto limoso	0.420 ÷ 0.582	2.92 ÷ 95.39	0.65		
N. C	0.398	21.85	0.15		
Medio impasto sabbioso-argilloso	0.332 ÷ 0.464	4.42 ÷ 108.0	0.15		
W. C	0.464	20.88	0.10		
Medio impasto argilloso	0.409 ÷ 0.519	4.79 ÷ 91.10	0.10		
	0.471	27.30			
Medio impasto limoso-argilloso	0.418 ÷ 0.524	5.67 ÷ 131.50	0.10		
A itt thi	0.430	23.90	0.06		
Argilla sabbiosa	0.370 ÷ 0.490	4.08 ÷ 140.2	0.06		
A:11- 1:	0.479 29.22		0.05		
Argilla limosa	0.425 ÷ 0.533	6.13 ÷ 139.4	0.05		
A 311-	0.475	31.63	0.02		
Argilla	0.427 ÷ 0.523	6.39 ÷ 156.5	0.03		

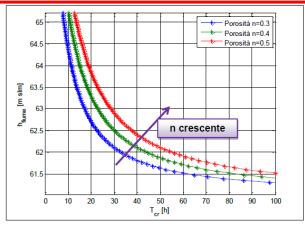


Figura 10. Influenza della porosità sulla curva delle combinazioni h-T critiche ($k=10^{-4}$ m/s).

Applicando quindi la formula descritta al campo di permeabilità rilevato sperimentalmente, si ottiene la seguente tabella dei valori di $T_{cr}/\Delta t$:

	Campione	Coefficiente di permeabilità k (m/sec)	Tcr/Δt 0.855 x (k/krif)^-1
ni	S3	5.50E-09	15 545
ampio	S4	3.80E-10	225 000
Vecchi campioni	2075/1	1.80E-10	475 000
>	2075/2	1.10E-10	777 273
ic	P1	4.47E-10	191 275
ampion	P2	1.37E-10	624 088
Nuovi campioni	Р3	1.80E-09	47 500

Tabella 1. Classi di pericolosità associate all'indice di filtrazione.

T _{cr} /∆t	İ _{filtr}	Classe di pericolosità
$[0 \div 0.5]$	3	"Molto elevata"
[0.5 ÷ 1]	2	"Elevata"
[1 ÷ 5]	1.5	"Media"
[5 ÷ 10]	1	"Medio-Bassa"
[10 ÷ 100]	0.5	"Bassa"

I valori calcolati, tutti enormemente superiori a 100, sono tali da fornirci due elementi di valutazione:

- La stima della porosità, anche se assunta per via tabellare e non sperimentale, risulta del tutto ininfluente, dato comunque l'elevato ordine di grandezza dello scarto esistente rispetto ai valori considerati di bassa pericolosità, che assorbe ogni assunzione di diversa porosità
- 2) Si verifica un bassissimo indice di filtrazione, molto, molto minore di 0,5, ritenuto sufficiente ad attestare una "bassa pericolosità" di un argine così costituito, risultando di diversi ordini di grandezza superiore a 100 il corrispondente rapporto Tcr/Δt calcolato.

Si può pertanto cautelativamente affermare che gli argini perimetrali della cassa di laminazione, per la qualità dei materiali impieganti e per i tempi di permanenza delle acque all'interno della cassa stessa sono di bassissima pericolosità ai fini del rischio filtrazione, per diversi ordini di grandezza superiori rispetto ai valori ritenuti idonei (multipli del rapporto Tcr/Δt compresi tra 150 e oltre 7.000 volte!), e quindi a buona ragione considerabili del tutto esenti da fenomeni di filtrazione, nel loro funzionamento ordinario.

3.10 Verifica condizioni attuali

Al fine di consentire una migliore valutazione degli effetti delle opere previste, su richiesta degli Uffici regionali, in questa nuova fase di omologa, si riporta una simulazione delle condizioni di deflusso attuale, rispettivamente per la portata duecentenaria e per la portata scolmata a 30 mc/sec.

Dal profilo, e dalla tabella riportata in allegato si desume come la portata scolmata risulti a contenuta negli attuali argini, pur in assenza di franco di sicurezza, mentre la portata duecentenaria dia luogo ad esondazioni pressoché uniformemente in tutto il tratto.

4 CONCLUSIONI

Sulla base delle nuove risultanze acquisite al quadro conoscitivo, si è proceduto ad una verifica delle opere progettate nel 2006 ed omologate nel 2008, verificandone ancora l'efficacia grazie anche agli elevati coefficienti di sicurezza a suo tempo assunti, in grado di assorbire le variazioni intervenute.

I volumi di laminazione risultano ancora in grado di garantire l'effetto a valle desiderato e si è proceduto infine ad una nuova verifica dello sfioratore di ingresso, e della briglia di restringimento in alveo, le cui quote di imposta e larghezza sono state ottimizzate e definite esecutivamente, grazie ad un modello di calcolo affidabile, in base ai nuovi valori.

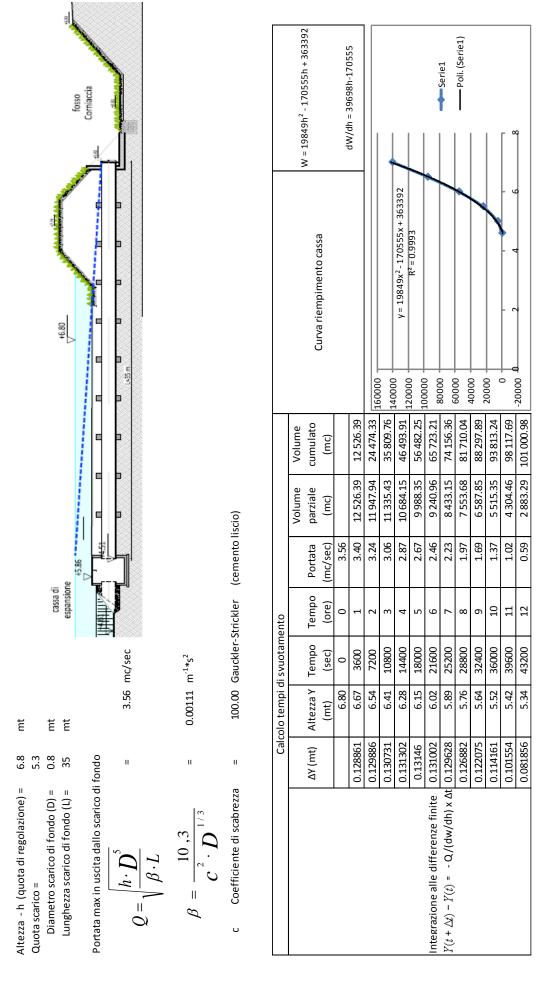
Si è proceduto infine sia alla verifica dei volumi necessari, al variare dei tempi di pioggia, sia al calcolo dei tempi di riempimento e di svuotamento della cassa, determinando il tempo di permanenza delle acque all'interno degli argini.

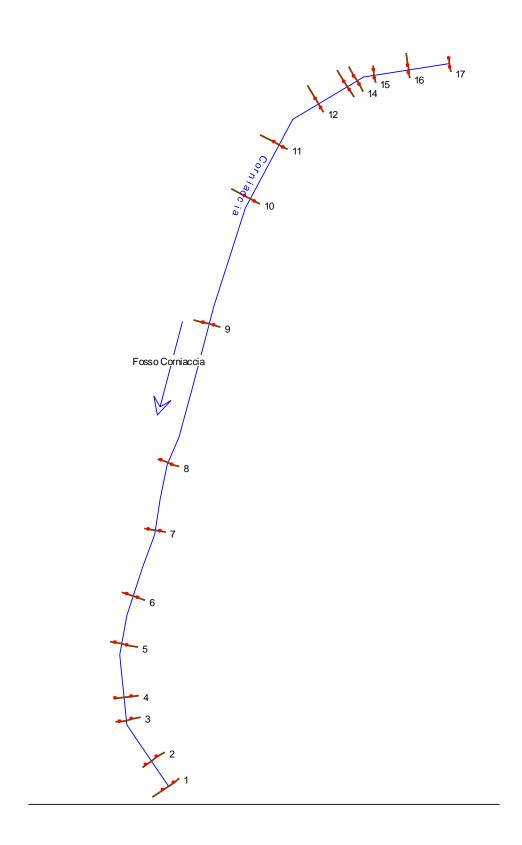
I valori così riscontrati dei tempi di permanenza, confrontati con i coefficienti di permeabilità rilevati con nuove indagini geognostiche, ad integrazione e conferma delle originarie, non rendono mai possibile la saturazione completa e l'innesco di moto permanente di filtrazione, consentendo di determinare un indice di filtrazione estremamente basso . potendo omettere le verifiche di filtrazione in regime permanente, limitandosi alle ipotesi di verifica statiche degli argini stessi.

Il Tecnico Ing. Fernando Muccetti Firmato con firma digitale ai sensi dell'art. 21 c.2 D.Lgs 82/2005

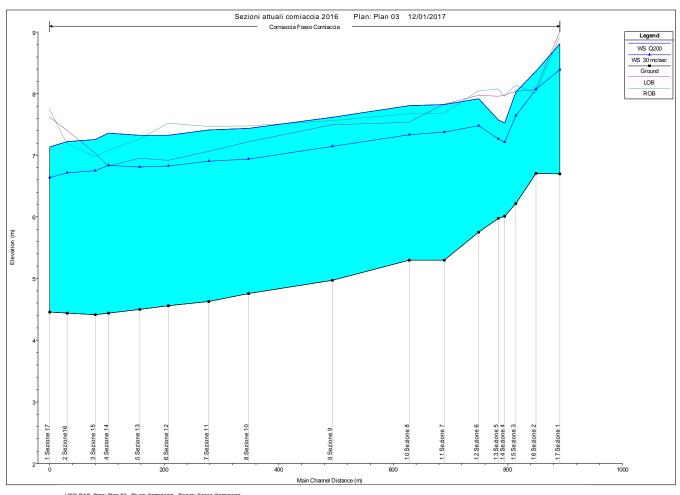
Allegati:

Calcolo tempo di svuotamento cassa
Profili e tabelle estratte da HEC-RAS (situazione attuale e di progetto)
Relazione di progetto originario



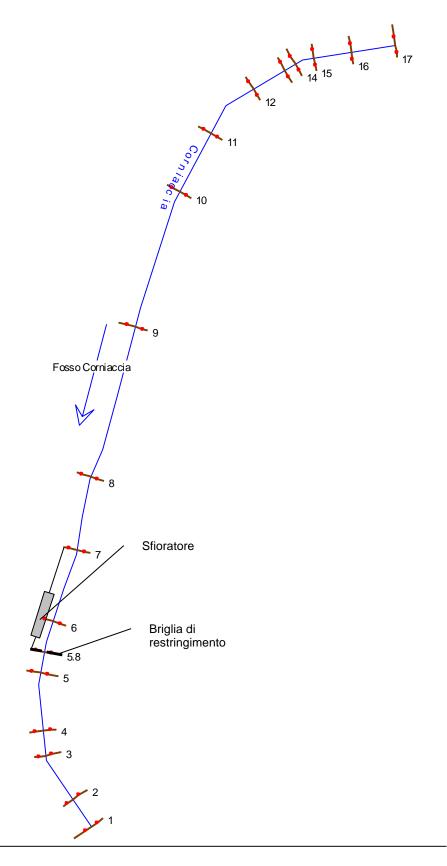


SITUAZIONE ATTUALE – ANTE OPERAM

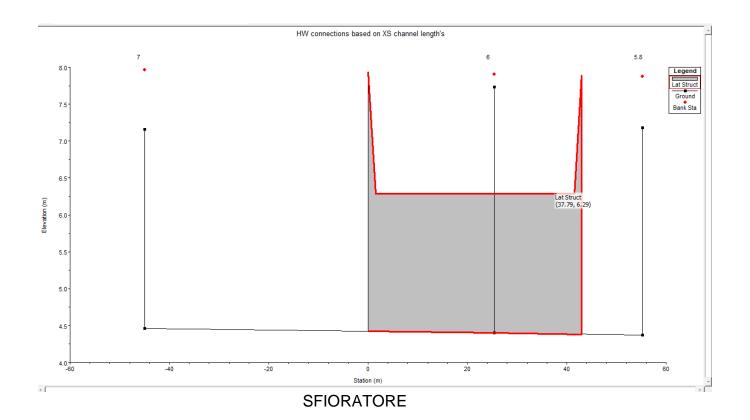


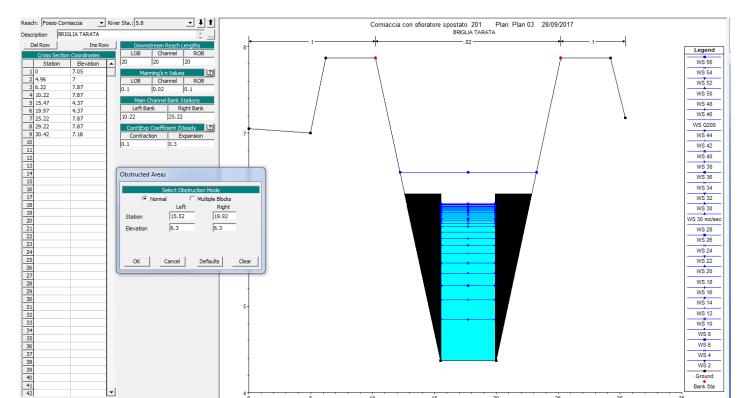
HEC-RAS Plan: Plan Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crtt W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
ricaur	Turel old	rione	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	1 TOUGH TO CIT
Fosso Comiaccia	17	Q200	45.33	6.70	8.81	8.81	9.46	0.001790	3.58	13.18	11.19	0.99
Fosso Comiaccia	17	30 mc/sec	30.00	6.70	8.39	8.39	8.96	0.001790	3.34	9.05	8.58	1.00
1 0000 Curilaccia	"	30 III G GCC	30.00	0.70	0.05	0.05	0.30	0.001521	0.04	5.00	0.00	1.00
Fosso Comiaccia	16	Q200	45.33	6.71	8.37	8.62	9.34	0.002652	4.42	15.07	25.40	1.24
Fosso Comiaccia	16	30 mc/sec	30.00	6.71	8.07	8.27	8.84	0.002891	3.89	8.22	20.14	1.24
Fosso Comiaccia	15	Q200	45.33	6.22	8.03	8.37	9.17	0.008287	4.73	9.58	7.91	1.37
Fosso Comiaccia	15	30 mc/sec	30.00	6.22	7.65	7.93	8.65	0.009374	4.44	6.76	6.81	1.42
Fosso Comiaccia	14	Q200	45.33	6.01	7.52	8.01	8.95	0.012149	5.29	8.56	8.29	1.66
Fosso Comiaccia	14	30 mc/sec	30.00	6.01	7.22	7.60	8.42	0.013050	4.86	6.18	7.23	1.68
Fosso Comiaccia	13	Q200	45.33	5.98	7.57	7.97	8.76	0.009377	4.82	9.40	8.54	1.47
Fosso Comiaccia	13	30 mc/sec	30.00	5.98	7.27	7.54	8.22	0.009440	4.32	6.94	7.52	1.44
Force Companie	12	Q200	45.33	5.75	7.92	7.84	8.42	0.003198	3.16	17.37	19.76	0.89
Fosso Comiaccia Fosso Comiaccia	12	30 mc/sec	30.00	5.75	7.48	7.45	7.97	0.003196	3.11	10.05	12.63	0.96
Pussu Cumaccia	12	30 musec	30.00	5.75	7.40	7.45	1.31	0.004012	3.11	10.05	12.03	0.90
Fosso Comiaccia	11	Q200	45.33	5.30	7.82	7.53	8.23	0.002236	2.86	19.11	31.60	0.75
Fosso Comiaccia	11	30 mc/sec	30.00	5.30	7.38		7.74	0.002502	2.66	11.27	9.23	0.77
Fosso Comiaccia	10	Q200	45.33	5.30	7.80	7.26	8.09	0.001330	2.39	24.22	33.25	0.59
Fosso Comiaccia	10	30 mc/sec	30.00	5.30	7.34		7.59	0.001558	2.22	13.57	11.86	0.62
Fosso Comiaccia	9	Q200	45.33	4.97	7.62	7.00	7.91	0.001342	2.42	21.82	28.19	0.59
Fosso Comiaccia	9	30 mc/sec	30.00	4.97	7.15		7.39	0.001381	2.17	13.81	9.61	0.58
Fosso Comiaccia	8	Q200	45.33	4.76	7.44		7.71	0.001273	2.32	21.34	21.92	0.58
Fosso Comiaccia	8	30 mc/sec	30.00	4.76	6.94		7.18	0.001460	2.17	13.84	10.35	0.60
Fosso Comiaccia	7	Q200	45.33	4.63	7.41		7.62	0.000868	2.05	23.73	20.22	0.48
Fosso Comiaccia	7	30 mc/sec	30.00	4.63	6.91		7.02	0.000936	1.85	16.21	10.91	0.48
1 0000 Corrilaccia	-	30 III G dec	30.00	4.03	0.51		7.00	0.000500	1.00	10.21	10.51	0.40
Fosso Comiaccia	6	Q200	45.33	4.56	7.33		7.56	0.000929	2.14	23.88	20.99	0.50
Fosso Comiaccia	6	30 mc/sec	30.00	4.56	6.82		7.01	0.000996	1.92	15.63	10.26	0.50
Fosso Comiaccia	5	Q200	45.33	4.50	7.33		7.50	0.000664	1.87	28.15	28.85	0.43
Fosso Comiaccia	5	30 mc/sec	30.00	4.50	6.81		6.96	0.000706	1.67	17.92	11.29	0.42
Fosso Comiaccia	4	Q200	45.33	4.44	7.36		7.45	0.000315	1.34	37.01	23.60	0.30
Fosso Comiaccia	4	30 mc/sec	30.00	4.44	6.84		6.91	0.000349	1.21	24.88	17.19	0.31
Fosso Comiaccia	3	Q200	45.33	4.41 4.41	7.25		7.43 6.89	0.000666	1.88	26.41 17.99	24.21	0.43
Fosso Comiaccia	3	30 mc/sec	30.00	4.41	6.75		6.89	0.000704	1.67	17.99	11.38	0.42
Energ Comingsia	2	0200	45.33	4 **	7.00		7 40	0.000747	4.00	24.54	16.03	2.11
Fosso Comiaccia	2	Q200	45.33 30.00	4.44	7.22 6.71		7.40 6.86	0.000717	1.85	24.51 18.00	16.93 11.83	0.44
Fosso Comiaccia	4	30 mc/sec	30.00	4.44	0./1		0.00	0.000724	1.07	10.00	11.03	0.43
Fosso Comiaccia	1	Q200	45.33	4.46	7.14	6.33	7.37	0.001001	2.13	21.29	12.01	0.51
Fosso Comiaccia	1	30 mc/sec	30.00	4.46	6.64	5.95	6.83	0.001000	1.91	15.70	10.51	0.50
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·			00.00	4.40	0.04	0.50	0.00	0.00,000	1.21	10.70	10.01	0.00

SITUAZIONE ATTUALE – ANTE OPERAM



SITUAZIONE DI PROGETTO





BRIGLIA DI RESTRIGIMENTO

Normal Blocked obstruction(s)

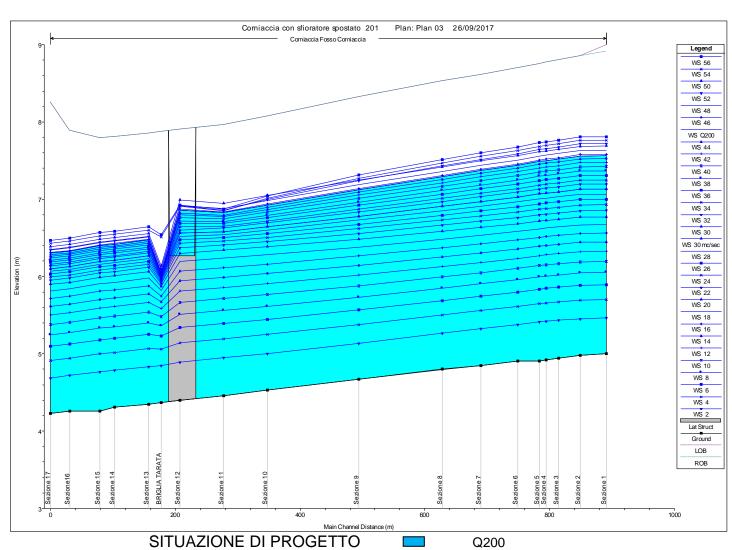
20

WS 16 WS 14 WS 12 WS 10 WS 8 WS 6

WS 4 WS 2 Ground Bank Sta

Reach	River Sta	Profile	Q US	Q Leaving Total	Q DS	Q Weir	Q Gates	Wr Top Wdth	Weir Max Depth	Weir Avg Depth	Min El Weir Flow	E.G. US.	W.S. US.	E.G. DS	W.S. DS
			(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Fosso Corniaccia	6.5	Q200	45.33	15.89	30.00	15.89		40.66	0.59	0.49	6.27	7.04	6.85	6.94	6.38
Fosso Corniaccia	6.5	2	2.00	0.00	2.00	0.00					6.27	4.94	4.91	4.90	4.86
Fosso Corniaccia	6.5	4	4.00	0.00	4.00	0.00					6.27	5.21	5.16	5.17	5.10
Fosso Corniaccia	6.5	6	6.00	0.00	6.00	0.00					6.27	5.42	5.36	5.38	5.28
Fosso Corniaccia	6.5	8	8.00	0.00	8.00	0.00					6.27	5.60	5.53	5.55	5.43
Fosso Corniaccia	6.5	10	10.00	0.00	10.00	0.00					6.27	5.76	5.69	5.72	5.56
Fosso Corniaccia	6.5	12	12.00	0.00	12.00	0.00					6.27	5.91	5.83	5.86	5.68
Fosso Corniaccia	6.5	14	14.00	0.00	14.00	0.00					6.27	6.05	5.96	6.00	5.78
Fosso Corniaccia	6.5	16	16.00	0.00	16.00	0.00					6.27	6.18	6.09	6.13	5.88
Fosso Corniaccia	6.5	18	18.00	0.00	18.00	0.00					6.27	6.31	6.21	6.25	5.97
Fosso Corniaccia	6.5	20	20.00	0.19	19.81	0.19		23.91	0.04	0.04	6.27	6.42	6.32	6.36	6.05
Fosso Corniaccia	6.5	22	22.00	0.95	21.06	0.95		23.97	0.12	0.11	6.27	6.50	6.39	6.43	6.10
Fosso Corniaccia	6.5	24	24.00	1.98	22.04	1.98		33.44	0.17	0.14	6.27	6.55	6.44	6.49	6.13
Fosso Corniaccia	6.5	26	26.00	3.04	22.95	3.04		35.78	0.22	0.18	6.27	6.61	6.49	6.54	6.17
Fosso Corniaccia	6.5	28	28.00	4.17	23.79	4.17		37.70	0.26	0.21	6.27	6.66	6.53	6.59	6.20
Fosso Corniaccia	6.5	30	30.00	5.35	24.60	5.35		39.31	0.30	0.24	6.27	6.71	6.57	6.63	6.22
Fosso Corniaccia	6.5	32	32.00	6.51	25.60	6.51		40.31	0.34	0.27	6.27	6.77	6.61	6.69	6.24
Fosso Corniaccia	6.5	34	34.00	7.81	26.08	7.81		40.37	0.38	0.30	6.27	6.80	6.65	6.71	6.27
Fosso Corniaccia	6.5	36	36.00	9.25	26.87	9.25		40.43	0.42	0.34	6.27	6.85	6.69	6.76	6.29
Fosso Corniaccia	6.5	38	38.00	10.34	27.46	10.34		40.47	0.45	0.37	6.27	6.88	6.71	6.79	6.31
Fosso Corniaccia	6.5	40	40.00	11.95	28.24	11.95		40.52	0.49	0.41	6.27	6.93	6.75	6.84	6.33
Fosso Corniaccia	6.5	42	42.00	13.35	28.89	13.35		40.57	0.53	0.44	6.27	6.97	6.79	6.87	6.34
Fosso Corniaccia	6.5	44	44.00	14.36	29.37	14.36		40.60	0.55	0.46	6.27	7.01	6.81	6.90	6.36
Fosso Corniaccia	6.5	46	46.00	16.44	30.23	16.44		40.68	0.60	0.50	6.27	7.06	6.86	6.95	6.39
Fosso Corniaccia	6.5	48	48.00	18.71	31.13	18.71		40.76	0.65	0.55	6.27	7.11	6.90	7.00	6.43
Fosso Corniaccia	6.5	50	50.00	22.12	32.38	22.12		40.87	0.72	0.61	6.27	7.18	6.97	7.07	6.49
Fosso Corniaccia	6.5	52	52.00	18.65	31.37	18.65		40.75	0.65	0.55	6.27	7.13	6.90	7.01	6.44
Fosso Corniaccia	6.5	54	54.00	20.30	33.72	20.30		40.95	0.64	0.59	6.27	7.15	6.89	7.05	6.68
Fosso Corniaccia	6.5	56	56.00	20.93	34.86	20.93		40.98	0.65	0.60	6.27	7.19	6.90	7.08	6.70

LEGGE DI VARIAZIONE DELLE PORTATE SFIORATE



SOMMARIO

<u>1</u>	GENERALITÀ	1
<u>2</u>	DESCRIZIONE DELLE OPERE	1
<u>3</u>	DESCRIZIONE DEGLI AGGIORNAMENTI	2
3.1	QUADRO CONOSCITIVO IN ATTI LEGATO AGLI STRUMENTI URBANISTICI COMUNALI	2
3.2	AGGIORNAMENTO IDROLOGICO - IDRAULICO	4
3.3	CONFRONTO E SCELTA DI NUOVO IDROGRAMMA DI PROGETTO	5
3.4	VERIFICA VOLUME CASSA DI LAMINAZIONE	7
3.5	AGGIORNAMENTO VERIFICHE IDRAULICHE	7
3.6	VERIFICA DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE CON MAGGIORI TEMPI DI PIOGGIA	8
3.7	VERIFICA DISPOSITIVI DI REGOLAZIONE	8
3.8	SFIORO DI SICUREZZA	9
3.9	TEMPO DI PERMANENZA ACQUA NELLA CASSA – PROBLEMI DI FILTRAZIONE	10
3.1	0 VERIFICA CONDIZIONIA ATTUALI	15
<u>4</u>	CONCLUSIONI	15