

COMUNE DI GAVORRANO
(Provincia di Grosseto)



REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI DERIVAZIONE E DI RESTITUZIONE
DELLE ACQUE DAL FIUME BRUNA IN LOCALITA' LA BARTOLINA
STUDIO IDRAULICO

COMMITTENTE
CAVA NUOVA BARTOLINA S.R.L.

RELAZIONE TECNICA

Grosseto, li

Il Tecnico

(Ing. Luca Moretti)



INDICE

1. Premessa	3
2. Ipotesi di calcolo	3
3. Descrizione delle opere	4
3.1 Opera di derivazione	4
3.2 Opera di restituzione	5
3.3 Opere nel bacino	6
4. Dimensionamento di massima delle opere idrauliche	6
4.1 Indicazioni generali	6
4.2 Sfiatore sugli argini	7
4.3 Canale di adduzione alla vasca	8
4.4 Diagramma di invaso nella vasca	9
4.5 Calcolo della tubazione di restituzione	9

Allegati:

- Tabella 1: Idrogramma di piena con tempo di ritorno di 200 anni del fiume Bruna in corrispondenza dell'ingresso alla vasca.
- Tabella 2: Idrogramma di piena con tempo di ritorno di 200 anni del fiume Bruna in corrispondenza dell'uscita alla vasca.
- Tabella 3: Scala di deflusso della sezione del fiume Bruna in corrispondenza della derivazione verso la vasca.
- Tabella 4: Scala di deflusso della sezione del fiume Bruna in corrispondenza della restituzione dalla vasca.
- Tabella 5: Laminazione delle portate di piena del fiume Bruna con tempi di ritorno di 200 anni.
- Tabella 6: Scala di deflusso del canale di adduzione alla vasca.
- Tabella 7: Diagramma del volume di invaso della vasca.
- Tabella 8: Diagramma di svuotamento della vasca.

1. Premessa

Le opere di coltivazione della cava sita in località La Bartolina, nel comune di Gavorrano, vengono vincolate alla realizzazione di alcune opere, tra le quali:

- un arginatura che protegga le aree interessate dalla coltivazione dalle esondazioni del fiume Bruna;
- le opere per la derivazione e la restituzione di acqua dal fiume Bruna per la realizzazione di un bacino nelle aree della cava al momento della fine dell'estrazione.

Uno studio condotto dall'ing. Antonio Sacconi indica la fattibilità delle opere di protezione dell'area a mezzo della realizzazione di una piccola arginatura in destra idraulica del fiume Bruna, come aggiornato successivamente dal sottoscritto finalizzato alla valutazione del rischio idraulico dell'area interessata dall'ampliamento dell'attività estrattiva.

Partendo dallo studio sopra richiamato si effettua nel seguito uno studio di fattibilità delle opere per la derivazione e la restituzione dal fiume Bruna di acqua da accumulare nel bacino da realizzarsi nell'area della cava.

Queste opere, oltre a permettere l'accumulo di acqua nel bacino per gli usi che verranno concordati con il Comune di Gavorrano, consentiranno anche una azione di laminazione delle piene del fiume Bruna.

Nella presente relazione si provvederà quindi a illustrare quali saranno le possibili opere da realizzarsi, la loro interferenza urbanistica, ambientale e idraulica, e anche le possibili conseguenze che queste opere possano avere sul reticolo idraulico circostante.

2. Ipotesi di calcolo

Sulla base del quadro conoscitivo a disposizione, costituito principalmente dallo studio dell'ing. Sacconi, e dai relativi rilievi topografici, si ritiene di individuare la possibilità di determinare l'area futura del bacino di cava come zona di accumulo di acqua proveniente dal fiume Bruna durante le piene o le morbide.

Il bacino, che si trova all'esterno dell'arginatura da realizzare a protezione degli impianti di lavorazione, funzionerà come una vasca di laminazione in parallelo che verrà quindi interessata dall'afflusso di acqua solo in condizioni di piena o di morbida. Solo in condizioni particolari e per esigenze dimostrate e a seguito delle necessarie autorizzazioni degli enti competenti, si potrà ricorrere, utilizzando le opere di derivazione previste con idonei impianti di sollevamento, all'attingimento di acque dal fiume Bruna anche in periodi di magra.

Il rifornimento di acqua attraverso il canale di derivazione previsto solo durante le piene o le morbide permette di non interferire con il minimo deflusso vitale del corso d'acqua, infatti non vengono effettuati prelievi durante i periodi di minima portata. A questo proposito bisogna sottolineare come l'uso delle acque non comporta consumo, ad esclusione di quello dovuto all'evaporazione, infatti è previsto la restituzione del prelievo a valle del bacino dell'acqua temporaneamente accumulata durante gli eventi di piena.

La derivazione ha come scopo prevalente quella di permettere un adeguato ricambio d'acqua all'interno del bacino ed evitare il ristagno delle acque. Il bacino verrà alimentato quindi dalle piogge del bacino ad esso tributario, che comunque è di dimensioni limitate, e dalle acque prelevate dal corso d'acqua limitrofo.

L'invaso subir  delle perdite per evaporazione, che in maniera speditiva possono essere stimate in circa 500-600 mm annui, che costituiscono molto approssimativamente il 60-70% delle piogge annue. Questi valori evidenziano come il livello idrico pu  essere mantenuto dalle piogge che insistono direttamente sullo specchio d'acqua, nella condizione che non si abbiano altre perdite o uscite (infiltrazioni sotterranee o prelievi per altri scopi). I dati sull'evaporazione sono stati estrapolati dallo studio condotto dall'Universit  degli Studi di Siena per l'A.A.T.O. n. 6 "Ombrone" denominato "Valutazione del bilancio idrico ed idrogeologico dell'Ambito Territoriale Ottimale n. 6 "Ombrone".

Le sponde della vasca risultano costituite da materiale a bassa permeabilit  (il coefficiente di permeabilit    stato misurato con prove Lugeon in foro intorno a 10^{-5} - 10^{-6} m/s); quindi   da escludere una perdita attraverso gli strati profondi della vasca.

Nel seguito si dimostrer  come il sistema potr  essere effettivamente operativo in maniera abbastanza continuativo, garantendo quindi un ricambio d'acqua, anche se parziale, in maniera adeguata al mantenimento di condizioni di qualit  accettabili. Da sottolineare comunque che le opere proposte possono essere integrate semplicemente per l'attingimento di acqua corrente dal fiume Bruna anche nel periodo di morbida e magra per garantirne l'apporto nell'invaso. Il prelievo dal fiume Bruna a questo scopo potrebbe essere restituito senza influire di fatto nel regime del corso d'acqua a valle, se non nel tratto compreso tra l'opera di derivazione e quella di restituzione (distanti circa 600 m lungo la sponda del fiume Bruna).

Il volume complessivo dell'invaso risulta secondo le indicazioni progettuali di circa 6507000 m³. Considerando un apporto costante di circa 150 litri al secondo, che verrebbe restituito nei termini sopra indicati, si otterrebbe un ricambio teorico completo del volume dell'invaso in circa 1.5 anni.

Questo volume   pari a quello di un idrogramma con tempo di ritorno pari a 2 anni, quindi quello di una piena ordinaria. Questo pu  garantire che in fase di costruzione si possa pensare ad un riempimento della cava lasciando l'opera di derivazione completamente aperta per il periodo transitorio (tempo prevedibile di realizzazione delle opere qualche anno, quindi compatibile con un riempimento anche a pi  riprese).

3. Descrizione delle opere

3.1 Opera di derivazione

Il flusso di acqua proveniente dal fiume Bruna verso la vasca viene realizzato da un canale con uno scolmatore da realizzare sull'argine di protezione in corrispondenza della sezione H del rilievo topografico con il quale   stato condotto lo studio idraulico per la valutazione del rischio idraulico.

La bocca di efflusso da realizzarsi sull'argine avr  il profilo di tipo Creager, che avr  un altezza massima di $h_{max} = 1.35$ m rispetto al fondo del canale di adduzione alla vasca, quindi costruttivamente vi sar  dal lato fiume un arco di cerchio di raggio $0.45 h_{max}$ terminante quando la freccia verticale individuata sullo stesso asse risulta $f = 0.12 h_{max}$, mentre dal lato del canale si ha un profilo determinato con la seguente relazione:

$$\frac{y}{h_{\max}} = 0.47 \cdot \left(\frac{x}{h_{\max}} \right)^{1.80}$$

dove x e y sono rispettivamente le coordinate orizzontali e verticali del profilo.

La larghezza dello scolmatore è pari a 5.00 m.

Lo scolmatore sull'argine sarà rivestito in calcestruzzo per mantenerne l'efficienza in ogni situazione.

La quota dello sfioratore è pari a 29.50 m.

A valle dello sfioratore si ha un canale che conduce alla vasca di accumulo, la cui lunghezza è di circa 27 m, mentre la pendenza che può essere considerata costante è pari al 0.50 %.

Il fondo del canale ha una quota prevista di 28.15 m, a cui tolta la differenza di quota dovuta alla pendenza, si ottiene la quota di sbocco nella vasca pari a 28.00 m.

Le quote ora indicate, considerando che il progetto prevede una quota nella vasca di circa 26.00 m, evidenziano come sia effettivamente possibile realizzare l'invaso per una altezza di almeno 2.00 m sul livello considerato di regime.

3.2 Opera di restituzione

Il canale di restituzione verrà realizzato con una canalizzazione interrata, che partendo da una quota di base di 26.00 m (corrispondente alla quota di regime della vasca), con un percorso di circa 160 m raggiunge la sponda del fiume Bruna. Questa opera di restituzione sarà costituita da una tubazione interrata, con pendenza del 0.50 %, e quindi con una quota del fondo in corrispondenza della restituzione del fiume Bruna di circa 25.20 m.

La tubazione di restituzione dell'acqua temporaneamente accumulata nella vasca sarà dotata di adeguata valvola di non ritorno che impedisca lo scarico durante l'evento di piena fino a che il livello idrico nel fiume Bruna non è arrivato ad una quota inferiore a quella dello scarico sopra indicato.

La tubazione è prevista in acciaio corrugato a sezione ribassata di dimensioni 1.85x1.40 m sarà completamente interrata e sottopasserà anche l'argine di protezione come previsto nello studio precedentemente relativamente alla sicurezza idraulica dell'area.

Il diametro sopra indicato permetterà di svuotare la vasca, dalla quota di massimo invaso pari a 28.00 m, alla quota di regime pari a 26.00 m, in 48 ore, quindi in un tempo paragonabile all'evento che viene considerato per la massima piena. La durata dello svuotamento come sopra indicata evidenzia che la vasca funziona effettivamente come laminazione anche per eventi che si susseguono con tempi ridotti (è statisticamente poco probabile che si verifichino in un tempo inferiori a pochi giorni eventi con tempi di ritorno ad almeno alcuni anni).

3.3 Opere nel bacino

Nel bacino saranno necessarie delle opere di protezione in corrispondenza dell'escursione di quota, e inoltre si dovranno prevedere le opere di accesso vasca in maniera da permettere l'escursione senza problemi.

A questo proposito bisogna segnalare che gli scali di alaggio che possono essere previsti devono quindi tener conto di una maggior lunghezza per poter accedere alla vasca sia nelle condizioni di vasca con quota a regime sia a quota massima di riempimento.

Per quanto riguarda invece la protezione delle sponde della vasca in corrispondenza dell'escursione di quota bisogna sottolineare come le velocità dell'acqua durante la laminazione saranno comunque molto basse, quindi è sufficiente una protezione di non eccezionale capacità resistente come potrebbe essere una rete del tipo MAC MAT prodotta dalla Maccaferri proprio per utilizzi analoghi.

Si sottolinea comunque che la protezione delle sponde viene comunque garantita dall'inerbimento delle stesse, che potrà avvenire anche naturalmente considerato che i tempi di riempimento della vasca al termine dei lavori sarà piuttosto lungo, richiedendo senza dubbio alcuni anni.

La stabilità delle sponde non viene particolarmente influenzata dal funzionamento della vasca come cassa di laminazione, infatti bisogna fare le seguenti considerazioni generali:

- le sponde sono stabili nella situazione di regime;
- l'aumento di livello non comporta problemi di stabilità, in quanto la condizione aumenta il carico stabilizzante, inoltre non essendoci sbarramenti (il livello dell'acqua è comunque inferiore al piano di campagna) non ci sono condizioni di maggior pericolo costituito dal maggior livello idrico;
- i tempi di permanenza dell'acqua proveniente dalla laminazione sono limitati quindi non esiste di fatto la possibilità di variare sensibilmente la linea di saturazione delle sponde, sarà comunque effettuata, in fase esecutiva, la verifica nella condizione di svaso rapido come previsto dal D.M. 24.03.1982 "Norme tecniche per la progettazione e la costruzione delle dighe di sbarramento" punto H.5 terza condizione ("a seguito di rapido vuotamento del serbatoio dal livello massimo al livello di minimo invaso").

4. Dimensionamento di massima delle opere idrauliche

4.1 Indicazioni generali

Le verifiche svolte nel seguito non si basano su uno studio idrologico mirato, ma comunque prendono spunto da quanto ricavato dallo studio di regionalizzazione delle portate di piena della Regione Toscana denominato PIN, già utilizzato anche dall'ing. Sacconi nel suo lavoro.

Si sono ricavati dal PIN gli idrogrammi di piena del fiume Bruna in corrispondenza della sezione di prelievo e in corrispondenza di quella di restituzione. Come precedentemente richiesto dal Comitato Tecnico del Bacino Regionale dell'Ombrore questi valori sono stati aumentati del 30%, come indicazione cautelativa per tener conto delle approssimazioni che

può avere lo studio della regionalizzazione delle portate (valore indicato dagli stessi autori come possibile alea dei valori delle portate derivati dallo studio di regionalizzazione).

Per il calcolo definitivo delle opere sopra descritte si provvederà ad uno specifico calcolo idrologico per determinare l'idrogramma effettivo nelle sezioni studiate, analizzando sia la pluviometria che le caratteristiche del bacino idrografico.

Nelle tabelle allegate sono riportate:

- gli idrogrammi di piena risultanti dal PIN con tempo di ritorno duecentennale, sia nella sezione di ingresso alla vasca che in quella di uscita;
- scala di deflusso della sezione del fiume Bruna in corrispondenza dell'ingresso e dell'uscita dalla vasca;
- l'andamento delle portate in ingresso nella vasca che derivano dallo scolmatore posto sull'argine secondo le caratteristiche geometriche precedentemente descritte;
- andamento dei volumi accumulati nella vasca durante l'evento di piena;
- scala di deflusso del canale di adduzione alla vasca;
- diagramma del volume di invaso e della superficie dello specchio acqueo in funzione della quota idrometrica;
- diagramma dello svuotamento della vasca dalla condotta al termine dell'evento di piena.

4.2 Sfiatore sugli argini

Considerato che gli argini di protezione sono stati individuati nello studio condotto dall'ing. Sacconi, in particolare ci si riferisce a quelli nuovi in destra idraulica del fiume Bruna proprio in corrispondenza dell'area della cava, si dimensiona in questo paragrafo lo sfioratore da realizzare sugli stessi argini.

Gli argini di protezione dell'area, secondo quanto previsto nello studio dell'ing. Sacconi hanno una larghezza di sommità di 3.00-3.50 m, mentre le scarpate hanno pendenza di 3 su 2, e l'altezza variabile da 0.50 a 2.50 m. In corrispondenza della sezione dello sfioratore l'altezza da considerarsi, comprensiva anche del franco di 1.00 m oltre la massima altezza raggiunta dal livello idrico per eventi con tempi di ritorno di duecento anni, è pari a circa 1.80 m.

Lo sfioratore avrà le dimensioni riportate nel precedente paragrafo, quindi verrà interessato dall'acqua quando il livello della piena raggiungerà la quota di 29.85 m. Per le piene con tempo di ritorno duecentennale si ha quanto riportato nelle tabelle allegate, mentre per tempi di ritorno inferiori si ha comunque un interessamento dell'opera con volumi ovviamente inferiori. Per esemplificare quanto può essere frequente il funzionamento dell'opera e la quantità di acqua che interessa la vasca si riporta la seguente tabella:

Tempo di ritorno (anni)	Portate massime nel fiume Bruna (m ³ /s)	Portate massime in ingresso alla vasca (m ³ /s)	Volume in ingresso alla vasca (m ³)	Efficienza della vasca di laminazione (%)
2	257.27	2.73	62633	1.05
5	334.48	3.26	82122	0.97
10	403.94	3.87	90909	0.95
20	483.71	4.44	113114	0.91
50	605.56	5.18	139347	0.85
100	719.66	5.87	161768	0.81
200	847.62	6.61	177253	0.77

Tabella delle caratteristiche principale dello sfioratore per eventi di diversi tempi di ritorno

La precedente tabella evidenzia come lo sfioratore entra in funzione per eventi di tempo di ritorno molto piccolo, quindi risulta possibile un afflusso continuo di acqua "fresca" nella vasca garantendo quindi un piccolo ricambio al volume di acqua presente. Ulteriore apporto di acqua potrà essere garantito con il pompaggio di acqua, che potrà avvenire sfruttando il canale di adduzione, anche nei periodi magra o di morbida secondo le possibilità di eventuali concessioni di attingimento che sono in essere o che potranno essere richieste.

Le portate che interessano lo sfioratore sono evidenziate nell'Allegato n. 5 alla presente relazione, determinate nell'ipotesi di profilo di Tipo Creager, che ha quindi un coefficiente di deflusso pari a 0.48, e considerando la velocità iniziale nulla, infatti lo sfioratore si trova praticamente ortogonale alla direzione dei filetti fluidi, quindi è praticamente nulla la componente della velocità ortogonale allo sfioratore.

4.3 Canale di adduzione alla vasca

A valle dello sfioratore, alla base dell'argine di protezione, inizia il canale che collega alla vasca. Questo canale di pendenza costante pari allo 0.50%, è a cielo aperto scavato in terra.

La portata massima che interesserà il canale, come risulta dall'Allegato n. 5, è di circa $Q = 6.60 \text{ m}^3/\text{s}$.

La verifica del canale può essere ben condotta nell'ipotesi di moto uniforme, applicando l'equazione di Darcy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove oltre ai termini noti si ha:

$$\chi = \frac{1}{m} \cdot \sqrt[4]{R} \quad \text{coefficiente di Chézy;}$$

A area della sezione interessata dall'acqua;

R raggio idraulico della sezione;

$i = 0.50 \%$ pendenza del fondo del canale;

$m = 0.022$ coefficiente di Manning per canali in cemento.

La sezione è trapezia di base inferiore pari a 5.00 m, sponde verticali. In queste

condizioni con la portata prima determinata si ha un'altezza rispetto al fondo di 0.66 m come risulta dalla scala di deflusso del canale di adduzione alla vasca che costituisce l'allegato n. 5 della presente relazione. L'altezza nel canale non interferisce quindi con lo sfioratore che ha una quota superiore al fondo del canale di 1.35 m.

4.4 Diagramma di invaso nella vasca

La quota di regime della vasca si ritiene pari a 26.00 m sul livello medio del mare, oltre la quale si ha l'accumulo delle acque provenienti dal fiume Bruna.

La vasca ha una superficie dello specchio d'acqua alla quota di regime stimabile in 162000 m², sempre nelle stesse condizioni di regime il perimetro dello specchio d'acqua risulta di 1580 m.

Le sponde dell'invaso avranno una pendenza pari a 30°, quindi l'incremento di volume al variare della quota viene determinata come nell'allegato n. 7 Diagramma del volume di invaso della vasca.

4.5 Calcolo della tubazione di restituzione

La restituzione del volume d'acqua temporaneamente accumulato nella vasca avviene attraverso una tubazione in acciaio corrugato di dimensione 1.85x1.40 m che collega la vasca alla sponda destra del fiume Bruna, per una lunghezza di circa $l = 160$ m con una pendenza $i = 0.50\%$.

La quota del fondo della tubazione è pari a 26.00 m, che rappresenta la quota di invaso a regime, ma che potrà essere variato ponendo in opera degli impianti di sollevamento che pomperanno acqua nella condotta per svuotamenti ulteriori.

Nella tabella che costituisce l'allegato n. 8 viene riportato il diagramma di svuotamento della vasca, partendo dal livello massimo precedentemente determinato e quello di regime.

La determinazione della portata possibile in uscita viene effettuata considerando lo sbocco nel fiume Bruna senza rigurgiti, quindi quando la piena ha esaurito il suo corso. Con opportuni organi di manovra delle valvole può essere gestito lo scarico della vasca anche in condizioni diverse da quelle ipotizzate nel calcolo qui riportato.

La portata in uscita viene valutata attraverso le perdite di carico nella tubazione, all'imbocco e allo sbocco, fino a che la tubazione non funziona a canaletta, quando si ha il funzionamento a cielo aperto.

Nel caso di funzionamento in pressione la portata in uscita dalla tubazione viene determinata dalla seguente relazione, che pone in relazione la portata stessa con il carico idrostatico e le perdite nella tubazione:

$$Q = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (H - \Delta_{tot})}$$

dove:

Q (m³/s) portata in uscita dall'invaso, funzione del carico idrostatico (H) e delle perdite di carico totali (Δ_{tot});

$\mu = 1.00$ coefficiente di efflusso, pari a 1.00 in quanto non si ha contrazione

della vena effluente.

Le perdite di carico della tubazione come precedentemente descritte sono le seguenti:

- perdita all'imbocco dovuta anche alla griglia di protezione della tubazione:

$$\Delta_{\text{imbocco}} = 1.20 \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} = 1.20 \cdot \frac{Q^2}{2 \cdot A^2 \cdot g}$$

dove, oltre ai termini già indicati si hanno i seguenti valori:

V (m/s) velocità media dell'acqua all'interno della tubazione;

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$ accelerazione di gravità;

$Q = V \cdot A$ portata che scorre nella tubazione.

- perdita per ogni curva (avendo individuato come rapporto tra raggio della tubazione e raggio della curvatura del tubo il valore $r/D = 2$):

$$\Delta_{\text{curva}} = 0.15 \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g} = 0.15 \cdot \frac{Q^2}{2 \cdot A^2 \cdot g}$$

- perdita distribuita lungo il tubo:

$$\Delta_{\text{distribuita}} = L \cdot \frac{V^2}{R^{4/3} \cdot k_s^2} = L \cdot \frac{Q^2}{A^2 \cdot R^{4/3} \cdot k_s^2}$$

dove oltre a quanto già indicato precedentemente si ha:

$L = 160 \text{ m}$ lunghezza complessiva della tubazione;

$R = \frac{\phi}{4}$ raggio medio della sezione della tubazione;

$k_s = 59$ coefficiente di scabrezza secondo Gaukler-Strickler per tubazione in cemento.

Le perdite complessive possono essere quindi riassunte nella relazione sotto indicata, anche in considerazione che la tubazione avrà due cambi di direzione secondo le indicazioni sopra riportate:

$$\Delta_{\text{tot}} = \Delta_{\text{imbocco}} + n_{\text{curve}} \cdot \Delta_{\text{curva}} + \Delta_{\text{distribuita}}$$

con:

$n_{\text{curve}} = 2$ numero dei cambi di direzione della tubazione.

Sostituendo le formule precedentemente trovate si ottiene dopo ovi passaggi:

$$\Delta_{\text{tot}} = \left(\frac{0.75}{g} + \frac{L}{R^{4/3} \cdot k_s^2} \right) \cdot \frac{Q^2}{A^2} \quad \text{relazione delle perdite complessive in funzione della}$$

portata.

Sostituendo le perdite totali così determinate nella precedente relazione relativa alla portata in uscita dall'invaso, ed esplicitando la portata in funzione del carico idrostatico si ottiene la seguente relazione:

$$Q = \sqrt{\frac{\mu^2 \cdot A^2 \cdot 2 \cdot g}{1 + \mu^2 \cdot 2 \cdot g \cdot \left(\frac{0.75}{g} + \frac{L}{R^{4/3} \cdot k_s^2} \right)}} \cdot H.$$

Quando il livello nella vasca scende sotto la quota della sommità della tubazione cambia situazione idraulica, quindi la verifica dello svuotamento cambia metodo e si utilizza la formula di Darcy

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove oltre ai termini noti si ha:

$$\chi = \frac{l}{m} \cdot \sqrt[6]{R} \quad \text{coefficiente di Chézy;}$$

A area della sezione interessata dall'acqua;

R raggio idraulico della sezione;

l pendenza motrice;

m = 0.022 coefficiente di Manning per tubazioni in calcestruzzo.

La tabella riportata nell'allegato n. 8 evidenzia come lo svuotamento della vasca dai volumi accumulati durante le piene avviene completamente in circa 48 ore, quindi in un tempo sicuramente accettabile considerando che eventi di piena di una certa entità difficilmente avvengono in tempi così ravvicinati.

Il Tecnico

(Ing. Luca Moretti)



Allegato n. 1: Idrogramma di piena con tempo di ritorno di 200 anni del fiume Bruna in corrispondenza dell'ingresso della vasca

FIUME BRUNA, ALLA CONFLUENZA DEL TORRENTE FOLLONICA

TEMPO DI RITORNO

200 ANNI

INTERVALLO DI TEMPO
NUMERO INTERVALLI

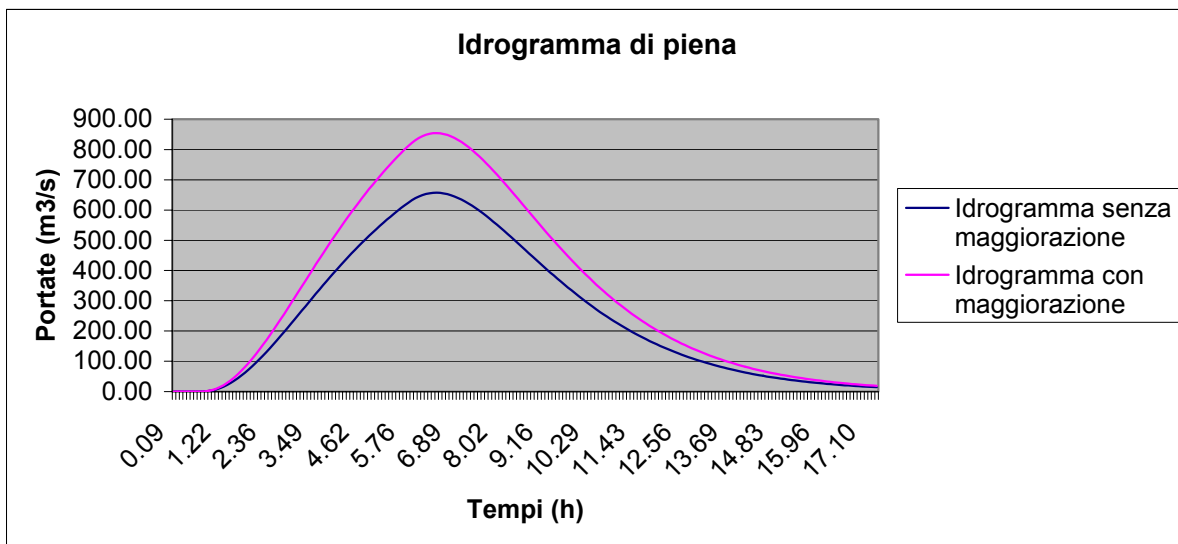
314 SECONDI
199

DT (s)	T (s)	T (h)	Q (m ³ /s)	Q*1.30 (m ³ /s)
314	314	0.09	0.00	0.00
314	628	0.17	0.00	0.00
314	942	0.26	0.00	0.00
314	1256	0.35	0.00	0.00
314	1570	0.44	0.00	0.00
314	1884	0.52	0.00	0.00
314	2198	0.61	0.00	0.00
314	2512	0.70	0.00	0.00
314	2826	0.79	0.10	0.13
314	3140	0.87	0.80	1.04
314	3454	0.96	2.20	2.86
314	3768	1.05	4.40	5.72
314	4082	1.13	7.50	9.75
314	4396	1.22	11.50	14.95
314	4710	1.31	16.40	21.32
314	5024	1.40	22.10	28.73
314	5338	1.48	28.70	37.31
314	5652	1.57	36.00	46.80
314	5966	1.66	44.10	57.33
314	6280	1.74	53.00	68.90
314	6594	1.83	62.50	81.25
314	6908	1.92	72.60	94.38
314	7222	2.01	83.20	108.16
314	7536	2.09	94.40	122.72
314	7850	2.18	106.10	137.93
314	8164	2.27	118.10	153.53
314	8478	2.36	130.60	169.78
314	8792	2.44	143.40	186.42
314	9106	2.53	156.50	203.45
314	9420	2.62	169.80	220.74
314	9734	2.70	183.40	238.42
314	10048	2.79	197.10	256.23
314	10362	2.88	211.00	274.30
314	10676	2.97	225.00	292.50
314	10990	3.05	239.10	310.83
314	11304	3.14	253.20	329.16
314	11618	3.23	267.30	347.49
314	11932	3.31	281.50	365.95
314	12246	3.40	295.60	384.28
314	12560	3.49	309.60	402.48
314	12874	3.58	323.60	420.68
314	13188	3.66	337.50	438.75
314	13502	3.75	351.30	456.69
314	13816	3.84	364.90	474.37
314	14130	3.93	378.50	492.05
314	14444	4.01	391.80	509.34
314	14758	4.10	405.00	526.50
314	15072	4.19	418.10	543.53
314	15386	4.27	430.90	560.17
314	15700	4.36	443.60	576.68
314	16014	4.45	456.00	592.80
314	16328	4.54	468.30	608.79
314	16642	4.62	480.30	624.39
314	16956	4.71	492.10	639.73
314	17270	4.80	503.70	654.81
314	17584	4.88	515.10	669.63
314	17898	4.97	526.20	684.06

314	18212	5.06	537.10	698.23
314	18526	5.15	547.80	712.14
314	18840	5.23	558.20	725.66
314	19154	5.32	568.40	738.92
314	19468	5.41	578.40	751.92
314	19782	5.50	588.10	764.53
314	20096	5.58	597.60	776.88
314	20410	5.67	606.80	788.84
314	20724	5.76	615.90	800.67
314	21038	5.84	624.50	811.85
314	21352	5.93	632.30	821.99
314	21666	6.02	639.10	830.83
314	21980	6.11	644.80	838.24
314	22294	6.19	649.40	844.22
314	22608	6.28	653.00	848.90
314	22922	6.37	655.40	852.02
314	23236	6.45	656.80	853.84
314	23550	6.54	657.10	854.23
314	23864	6.63	656.50	853.45
314	24178	6.72	654.90	851.37
314	24492	6.80	652.40	848.12
314	24806	6.89	649.00	843.70
314	25120	6.98	644.90	838.37
314	25434	7.07	640.00	832.00
314	25748	7.15	634.50	824.85
314	26062	7.24	628.30	816.79
314	26376	7.33	621.50	807.95
314	26690	7.41	614.20	798.46
314	27004	7.50	606.40	788.32
314	27318	7.59	598.10	777.53
314	27632	7.68	589.50	766.35
314	27946	7.76	580.40	754.52
314	28260	7.85	571.10	742.43
314	28574	7.94	561.50	729.95
314	28888	8.02	551.60	717.08
314	29202	8.11	541.60	704.08
314	29516	8.20	531.30	690.69
314	29830	8.29	520.90	677.17
314	30144	8.37	510.40	663.52
314	30458	8.46	499.80	649.74
314	30772	8.55	489.20	635.96
314	31086	8.64	478.50	622.05
314	31400	8.72	467.80	608.14
314	31714	8.81	457.10	594.23
314	32028	8.90	446.40	580.32
314	32342	8.98	435.70	566.41
314	32656	9.07	425.10	552.63
314	32970	9.16	414.60	538.98
314	33284	9.25	404.10	525.33
314	33598	9.33	393.80	511.94
314	33912	9.42	383.60	498.68
314	34226	9.51	373.40	485.42
314	34540	9.59	363.40	472.42
314	34854	9.68	353.60	459.68
314	35168	9.77	343.90	447.07
314	35482	9.86	334.30	434.59
314	35796	9.94	324.90	422.37
314	36110	10.03	315.60	410.28
314	36424	10.12	306.60	398.58
314	36738	10.21	297.60	386.88
314	37052	10.29	288.90	375.57
314	37366	10.38	280.30	364.39

314	37680	10.47	271.90	353.47
314	37994	10.55	263.70	342.81
314	38308	10.64	255.70	332.41
314	38622	10.73	247.80	322.14
314	38936	10.82	240.20	312.26
314	39250	10.90	232.70	302.51
314	39564	10.99	225.30	292.89
314	39878	11.08	218.20	283.66
314	40192	11.16	211.20	274.56
314	40506	11.25	204.40	265.72
314	40820	11.34	197.80	257.14
314	41134	11.43	191.40	248.82
314	41448	11.51	185.10	240.63
314	41762	11.60	179.00	232.70
314	42076	11.69	173.10	225.03
314	42390	11.78	167.30	217.49
314	42704	11.86	161.70	210.21
314	43018	11.95	156.20	203.06
314	43332	12.04	150.90	196.17
314	43646	12.12	145.80	189.54
314	43960	12.21	140.80	183.04
314	44274	12.30	136.00	176.80
314	44588	12.39	131.30	170.69
314	44902	12.47	126.70	164.71
314	45216	12.56	122.30	158.99
314	45530	12.65	118.00	153.40
314	45844	12.73	113.80	147.94
314	46158	12.82	109.80	142.74
314	46472	12.91	105.90	137.67
314	46786	13.00	102.10	132.73
314	47100	13.08	98.50	128.05
314	47414	13.17	94.90	123.37
314	47728	13.26	91.50	118.95
314	48042	13.35	88.20	114.66
314	48356	13.43	85.00	110.50
314	48670	13.52	81.90	106.47
314	48984	13.61	78.90	102.57
314	49298	13.69	76.00	98.80
314	49612	13.78	73.20	95.16
314	49926	13.87	70.50	91.65
314	50240	13.96	67.90	88.27
314	50554	14.04	65.40	85.02
314	50868	14.13	63.00	81.90
314	51182	14.22	60.60	78.78
314	51496	14.30	58.30	75.79
314	51810	14.39	56.10	72.93
314	52124	14.48	54.00	70.20
314	52438	14.57	52.00	67.60
314	52752	14.65	50.00	65.00
314	53066	14.74	48.10	62.53
314	53380	14.83	46.30	60.19
314	53694	14.92	44.50	57.85
314	54008	15.00	42.80	55.64
314	54322	15.09	41.20	53.56
314	54636	15.18	39.60	51.48
314	54950	15.26	38.10	49.53
314	55264	15.35	36.60	47.58
314	55578	15.44	35.20	45.76
314	55892	15.53	33.80	43.94
314	56206	15.61	32.50	42.25
314	56520	15.70	31.20	40.56
314	56834	15.79	30.00	39.00

314	57148	15.87	28.80	37.44
314	57462	15.96	27.70	36.01
314	57776	16.05	26.60	34.58
314	58090	16.14	25.60	33.28
314	58404	16.22	24.60	31.98
314	58718	16.31	23.60	30.68
314	59032	16.40	22.70	29.51
314	59346	16.49	21.80	28.34
314	59660	16.57	20.90	27.17
314	59974	16.66	20.10	26.13
314	60288	16.75	19.30	25.09
314	60602	16.83	18.50	24.05
314	60916	16.92	17.80	23.14
314	61230	17.01	17.10	22.23
314	61544	17.10	16.40	21.32
314	61858	17.18	15.70	20.41
314	62172	17.27	15.10	19.63
314	62486	17.36	14.50	18.85
Valori massimi di portata			657.10	854.23



Allegato 2: Idrogramma di piena con tempo di ritorno di 200 anni del fiume Bruna in corrispondenza dell'uscita della vasca

FIUME BRUNA, A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE ASINA

TEMPO DI RITORNO

200 ANNI

INTERVALLO DI TEMPO
NUMERO DI INTERVALLI

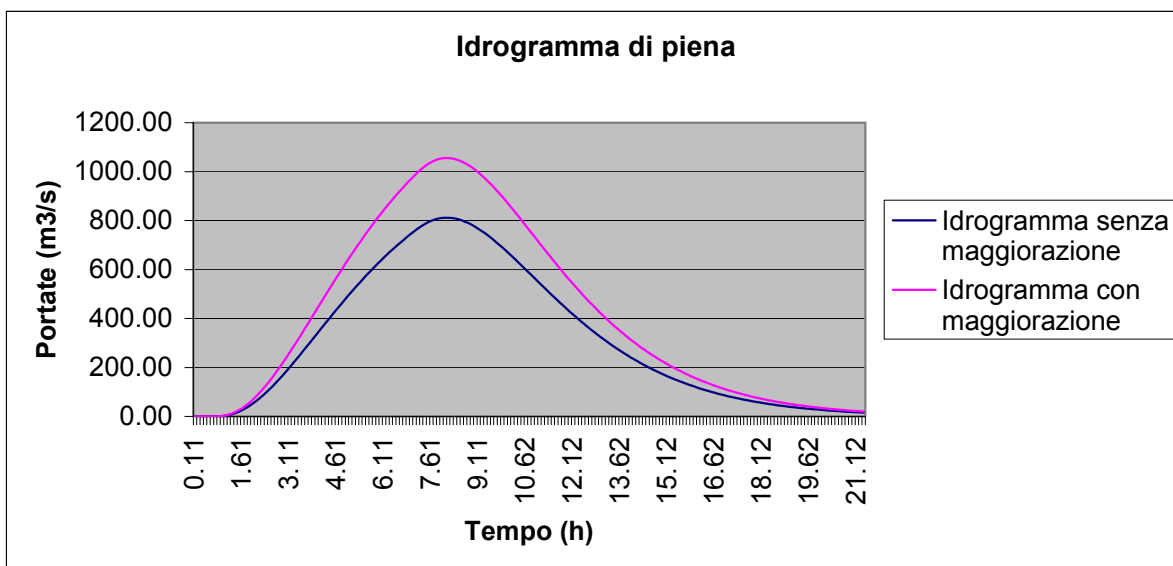
386 SECONDI
199

DT (s)	T (s)	T (h)	Q (m ³ /s)	Q*1.30 (m ³ /s)
386	386	0.11	0.00	0.00
386	772	0.21	0.00	0.00
386	1158	0.32	0.00	0.00
386	1544	0.43	0.00	0.00
386	1930	0.54	0.00	0.00
386	2316	0.64	0.00	0.00
386	2702	0.75	0.10	0.13
386	3088	0.86	0.40	0.52
386	3474	0.97	1.40	1.82
386	3860	1.07	3.10	4.03
386	4246	1.18	5.80	7.54
386	4632	1.29	9.30	12.09
386	5018	1.39	13.90	18.07
386	5404	1.50	19.50	25.35
386	5790	1.61	26.00	33.80
386	6176	1.72	33.50	43.55
386	6562	1.82	42.00	54.60
386	6948	1.93	51.40	66.82
386	7334	2.04	61.60	80.08
386	7720	2.14	72.60	94.38
386	8106	2.25	84.40	109.72
386	8492	2.36	97.00	126.10
386	8878	2.47	110.10	143.13
386	9264	2.57	123.90	161.07
386	9650	2.68	138.30	179.79
386	10036	2.79	153.10	199.03
386	10422	2.90	168.40	218.92
386	10808	3.00	184.10	239.33
386	11194	3.11	200.10	260.13
386	11580	3.22	216.40	281.32
386	11966	3.32	233.00	302.90
386	12352	3.43	249.80	324.74
386	12738	3.54	266.70	346.71
386	13124	3.65	283.80	368.94
386	13510	3.75	301.00	391.30
386	13896	3.86	318.20	413.66
386	14282	3.97	335.50	436.15
386	14668	4.07	352.70	458.51
386	15054	4.18	369.90	480.87
386	15440	4.29	387.00	503.10
386	15826	4.40	404.00	525.20
386	16212	4.50	421.00	547.30
386	16598	4.61	437.70	569.01
386	16984	4.72	454.30	590.59
386	17370	4.83	470.80	612.04
386	17756	4.93	487.00	633.10
386	18142	5.04	503.10	654.03
386	18528	5.15	518.90	674.57
386	18914	5.25	534.40	694.72
386	19300	5.36	549.80	714.74
386	19686	5.47	564.90	734.37
386	20072	5.58	579.70	753.61
386	20458	5.68	594.20	772.46
386	20844	5.79	608.50	791.05
386	21230	5.90	622.50	809.25
386	21616	6.00	636.20	827.06
386	22002	6.11	649.60	844.48

386	22388	6.22	662.70	861.51
386	22774	6.33	675.50	878.15
386	23160	6.43	688.10	894.53
386	23546	6.54	700.30	910.39
386	23932	6.65	712.30	925.99
386	24318	6.76	723.90	941.07
386	24704	6.86	735.30	955.89
386	25090	6.97	746.30	970.19
386	25476	7.08	757.10	984.23
386	25862	7.18	767.50	997.75
386	26248	7.29	777.00	1010.10
386	26634	7.40	785.60	1021.28
386	27020	7.51	793.10	1031.03
386	27406	7.61	799.30	1039.09
386	27792	7.72	804.30	1045.59
386	28178	7.83	808.10	1050.53
386	28564	7.93	810.60	1053.78
386	28950	8.04	811.90	1055.47
386	29336	8.15	811.90	1055.47
386	29722	8.26	810.80	1054.04
386	30108	8.36	808.60	1051.18
386	30494	8.47	805.30	1046.89
386	30880	8.58	800.90	1041.17
386	31266	8.69	795.60	1034.28
386	31652	8.79	789.40	1026.22
386	32038	8.90	782.40	1017.12
386	32424	9.01	774.50	1006.85
386	32810	9.11	766.00	995.80
386	33196	9.22	756.70	983.71
386	33582	9.33	746.90	970.97
386	33968	9.44	736.50	957.45
386	34354	9.54	725.60	943.28
386	34740	9.65	714.20	928.46
386	35126	9.76	702.40	913.12
386	35512	9.86	690.30	897.39
386	35898	9.97	677.90	881.27
386	36284	10.08	665.20	864.76
386	36670	10.19	652.30	847.99
386	37056	10.29	639.10	830.83
386	37442	10.40	625.90	813.67
386	37828	10.51	612.50	796.25
386	38214	10.62	599.00	778.70
386	38600	10.72	585.50	761.15
386	38986	10.83	572.00	743.60
386	39372	10.94	558.50	726.05
386	39758	11.04	545.00	708.50
386	40144	11.15	531.50	690.95
386	40530	11.26	518.20	673.66
386	40916	11.37	504.90	656.37
386	41302	11.47	491.70	639.21
386	41688	11.58	478.70	622.31
386	42074	11.69	465.70	605.41
386	42460	11.79	453.00	588.90
386	42846	11.90	440.40	572.52
386	43232	12.01	428.00	556.40
386	43618	12.12	415.80	540.54
386	44004	12.22	403.80	524.94
386	44390	12.33	391.90	509.47
386	44776	12.44	380.30	494.39
386	45162	12.55	368.90	479.57
386	45548	12.65	357.80	465.14
386	45934	12.76	346.80	450.84

386	46320	12.87	336.10	436.93
386	46706	12.97	325.60	423.28
386	47092	13.08	315.30	409.89
386	47478	13.19	305.30	396.89
386	47864	13.30	295.50	384.15
386	48250	13.40	285.90	371.67
386	48636	13.51	276.60	359.58
386	49022	13.62	267.50	347.75
386	49408	13.72	258.60	336.18
386	49794	13.83	250.00	325.00
386	50180	13.94	241.60	314.08
386	50566	14.05	233.40	303.42
386	50952	14.15	225.50	293.15
386	51338	14.26	217.70	283.01
386	51724	14.37	210.20	273.26
386	52110	14.48	202.90	263.77
386	52496	14.58	195.80	254.54
386	52882	14.69	188.90	245.57
386	53268	14.80	182.30	236.99
386	53654	14.90	175.80	228.54
386	54040	15.01	169.50	220.35
386	54426	15.12	163.40	212.42
386	54812	15.23	157.50	204.75
386	55198	15.33	151.80	197.34
386	55584	15.44	146.20	190.06
386	55970	15.55	140.90	183.17
386	56356	15.65	135.70	176.41
386	56742	15.76	130.70	169.91
386	57128	15.87	125.80	163.54
386	57514	15.98	121.10	157.43
386	57900	16.08	116.60	151.58
386	58286	16.19	112.20	145.86
386	58672	16.30	108.00	140.40
386	59058	16.41	103.90	135.07
386	59444	16.51	99.90	129.87
386	59830	16.62	96.10	124.93
386	60216	16.73	92.40	120.12
386	60602	16.83	88.90	115.57
386	60988	16.94	85.50	111.15
386	61374	17.05	82.10	106.73
386	61760	17.16	78.90	102.57
386	62146	17.26	75.90	98.67
386	62532	17.37	72.90	94.77
386	62918	17.48	70.00	91.00
386	63304	17.58	67.30	87.49
386	63690	17.69	64.60	83.98
386	64076	17.80	62.10	80.73
386	64462	17.91	59.60	77.48
386	64848	18.01	57.20	74.36
386	65234	18.12	55.00	71.50
386	65620	18.23	52.80	68.64
386	66006	18.34	50.60	65.78
386	66392	18.44	48.60	63.18
386	66778	18.55	46.60	60.58
386	67164	18.66	44.80	58.24
386	67550	18.76	42.90	55.77
386	67936	18.87	41.20	53.56
386	68322	18.98	39.50	51.35
386	68708	19.09	37.90	49.27
386	69094	19.19	36.30	47.19
386	69480	19.30	34.90	45.37
386	69866	19.41	33.40	43.42

386	70252	19.51	32.00	41.60
386	70638	19.62	30.70	39.91
386	71024	19.73	29.50	38.35
386	71410	19.84	28.20	36.66
386	71796	19.94	27.10	35.23
386	72182	20.05	25.90	33.67
386	72568	20.16	24.80	32.24
386	72954	20.27	23.80	30.94
386	73340	20.37	22.80	29.64
386	73726	20.48	21.90	28.47
386	74112	20.59	20.90	27.17
386	74498	20.69	20.10	26.13
386	74884	20.80	19.20	24.96
386	75270	20.91	18.40	23.92
386	75656	21.02	17.60	22.88
386	76042	21.12	16.90	21.97
386	76428	21.23	16.20	21.06
386	76814	21.34	15.50	20.15
Valori massimi di portata			811.90	1055.47



Allegato 3: Scala di deflusso della sezione del fiume Bruna in corrispondenza della derivazione verso la vasca

SCALA DI DEFLUSSO DELLA SEZIONE DELLA BRUNA IN INGRESSO ALLA VASCA

Le portate si considerano in aggiunta alla quota indicata al momento del rilievo topografico

Formula per la determinazione della scala di deflusso:

Equazione di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

$$\chi = \frac{1}{m} \cdot \sqrt{R}$$

coefficiente di scabrezza, funzione di m, coefficiente di Manning, e di R raggio idraulico

A area della sezione di deflusso

R = A/C raggio idraulico della sezione di deflusso

C contorno bagnato

i pendenza del fondo

Valori delle caratteristiche della sezione per la determinazione della scala di deflusso:

A (h) funzione della sezione di deflusso secondo il battente idrico

C (h) funzione del contorno bagnato secondo il battente idrico

R (h) funzione del raggio idraulico secondo il battente idrico

i = 0.275% pendenza del fondo

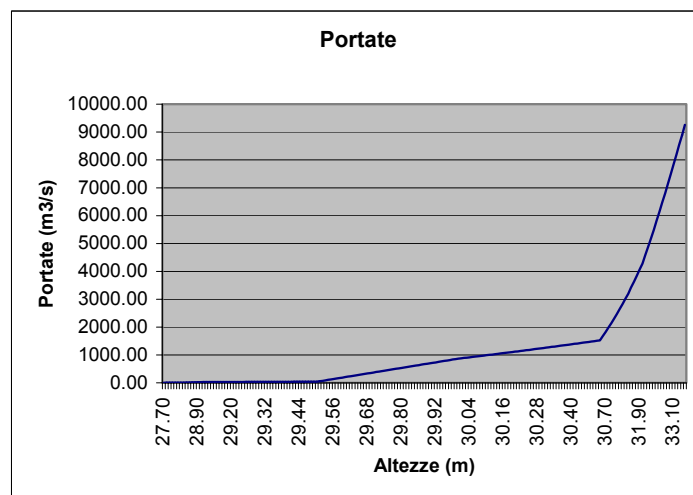
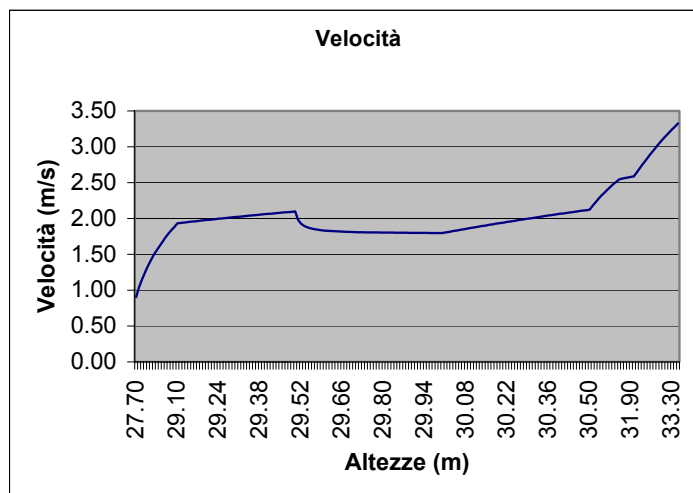
m = 0.03 coefficiente di Manning

Altezza idrometrica (m)	Velocità (m/s)	Portata (m3/s)
27.70	0.90	1.84
27.80	1.04	2.94
27.90	1.15	4.16
28.00	1.25	5.47
28.10	1.34	7.09
28.20	1.42	8.79
28.30	1.49	10.57
28.40	1.56	12.42
28.50	1.62	14.33
28.60	1.68	16.63
28.70	1.74	18.99
28.80	1.79	21.41
28.90	1.84	23.88
29.00	1.88	26.40
29.10	1.93	29.35
29.11	1.94	29.65
29.12	1.94	29.95
29.13	1.95	30.25
29.14	1.95	30.55
29.15	1.96	30.85
29.16	1.96	31.15
29.17	1.97	31.46
29.18	1.97	31.76
29.19	1.97	32.06
29.20	1.98	32.36
29.21	1.98	32.67
29.22	1.99	32.97
29.23	1.99	33.27
29.24	2.00	33.58

29.25	2.00	33.89
29.26	2.00	34.19
29.27	2.01	34.50
29.28	2.01	34.80
29.29	2.02	35.11
29.30	2.02	35.42
29.31	2.03	35.73
29.32	2.03	36.04
29.33	2.03	36.34
29.34	2.04	36.65
29.35	2.04	36.96
29.36	2.05	37.27
29.37	2.05	37.58
29.38	2.05	37.90
29.39	2.06	38.21
29.40	2.06	38.52
29.41	2.06	38.83
29.42	2.07	39.14
29.43	2.07	39.46
29.44	2.08	39.77
29.45	2.08	40.08
29.46	2.08	40.40
29.47	2.09	40.71
29.48	2.09	41.03
29.49	2.09	41.34
29.50	2.10	41.66
29.51	1.98	57.74
29.52	1.93	74.10
29.53	1.90	90.55
29.54	1.88	107.05
29.55	1.86	123.57
29.56	1.85	140.11
29.57	1.85	156.65
29.58	1.84	173.21
29.59	1.84	189.77
29.60	1.83	206.33
29.61	1.83	222.89
29.62	1.82	239.46
29.63	1.82	256.03
29.64	1.82	272.60
29.65	1.82	289.17
29.66	1.82	305.74
29.67	1.81	322.31
29.68	1.81	338.88
29.69	1.81	355.46
29.70	1.81	372.03
29.71	1.81	388.61
29.72	1.81	405.18
29.73	1.81	421.76
29.74	1.81	438.33
29.75	1.81	454.91
29.76	1.81	471.49
29.77	1.80	488.06
29.78	1.80	504.64
29.79	1.80	521.22
29.80	1.80	537.79

29.81	1.80	554.37
29.82	1.80	570.95
29.83	1.80	587.52
29.84	1.80	604.10
29.85	1.80	620.68
29.86	1.80	637.26
29.87	1.80	653.83
29.88	1.80	670.41
29.89	1.80	686.99
29.90	1.80	703.57
29.91	1.80	720.14
29.92	1.80	736.72
29.93	1.80	753.30
29.94	1.80	769.88
29.95	1.80	786.46
29.96	1.80	803.03
29.97	1.80	819.61
29.98	1.80	836.19
29.99	1.80	852.77
30.00	1.80	869.35
30.01	1.80	881.45
30.02	1.81	893.59
30.03	1.82	905.78
30.04	1.83	918.02
30.05	1.83	930.30
30.06	1.84	942.63
30.07	1.85	954.99
30.08	1.86	967.41
30.09	1.86	979.86
30.10	1.87	992.36
30.11	1.88	1004.91
30.12	1.88	1017.49
30.13	1.89	1030.12
30.14	1.90	1042.79
30.15	1.90	1055.50
30.16	1.91	1068.25
30.17	1.92	1081.04
30.18	1.93	1093.87
30.19	1.93	1106.75
30.20	1.94	1119.66
30.21	1.95	1132.61
30.22	1.95	1145.60
30.23	1.96	1158.64
30.24	1.96	1171.71
30.25	1.97	1184.82
30.26	1.98	1197.96
30.27	1.98	1211.15
30.28	1.99	1224.37
30.29	2.00	1237.63
30.30	2.00	1250.93
30.31	2.01	1264.27
30.32	2.02	1277.64
30.33	2.02	1291.05
30.34	2.03	1304.49
30.35	2.03	1317.98
30.36	2.04	1331.49

30.37	2.05	1345.05
30.38	2.05	1358.63
30.39	2.06	1372.26
30.40	2.06	1385.92
30.41	2.07	1399.61
30.42	2.08	1413.34
30.43	2.08	1427.10
30.44	2.09	1440.89
30.45	2.09	1454.72
30.46	2.10	1468.59
30.47	2.11	1482.48
30.48	2.11	1496.41
30.49	2.12	1510.37
30.50	2.12	1524.37
30.60	2.18	1674.49
30.70	2.23	1827.44
30.80	2.27	1982.99
30.90	2.32	2140.95
31.00	2.36	2301.14
31.10	2.40	2476.50
31.20	2.44	2653.93
31.30	2.48	2833.28
31.40	2.51	3014.39
31.50	2.54	3197.16
31.60	2.55	3414.16
31.70	2.56	3631.32
31.80	2.57	3848.60
31.90	2.58	4065.99
32.00	2.59	4283.48
32.10	2.64	4577.41
32.20	2.70	4877.71
32.30	2.76	5184.24
32.40	2.81	5496.86
32.50	2.86	5815.45
32.60	2.91	6140.15
32.70	2.97	6470.61
32.80	3.02	6806.71
32.90	3.07	7148.36
33.00	3.11	7495.47
33.10	3.16	7839.49
33.20	3.20	8187.94
33.30	3.24	8540.74
33.40	3.28	8897.78
33.50	3.32	9258.97



Allegato 4: Scala di deflusso della sezione del fiume Bruna in corrispondenza della restituzione della vasca

SCALA DI DEFLUSSO DELLA SEZIONE DELLA BRUNA IN USCITA DALLA VASCA

Le portate si considerano in aggiunta alla quota indicata al momento del rilievo topografico

Formula per la determinazione della scala di deflusso:

Equazione di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

$$\chi = \frac{1}{m} \cdot \sqrt{R}$$

A

R = A/C

C

i

coefficiente di scabrezza, funzione di m, coefficiente di Manning, e di R raggio idraulico
area della sezione di deflusso
raggio idraulico della sezione di deflusso
contorno bagnato
pendenza del fondo

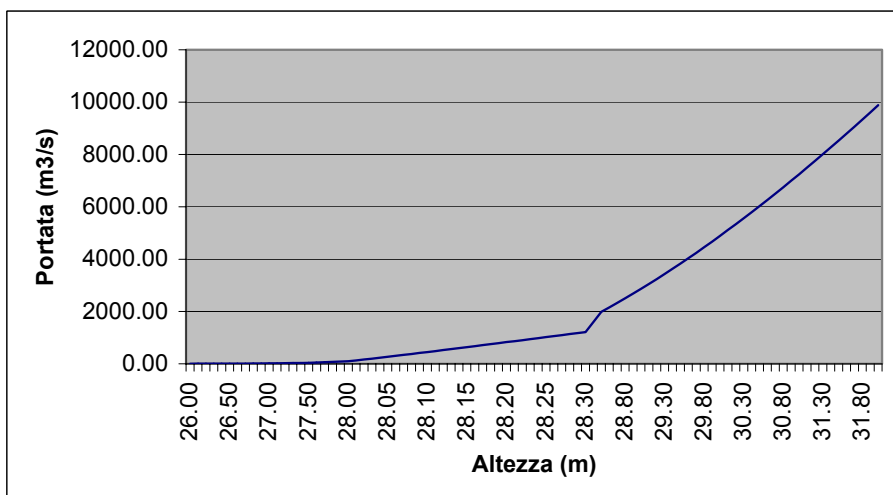
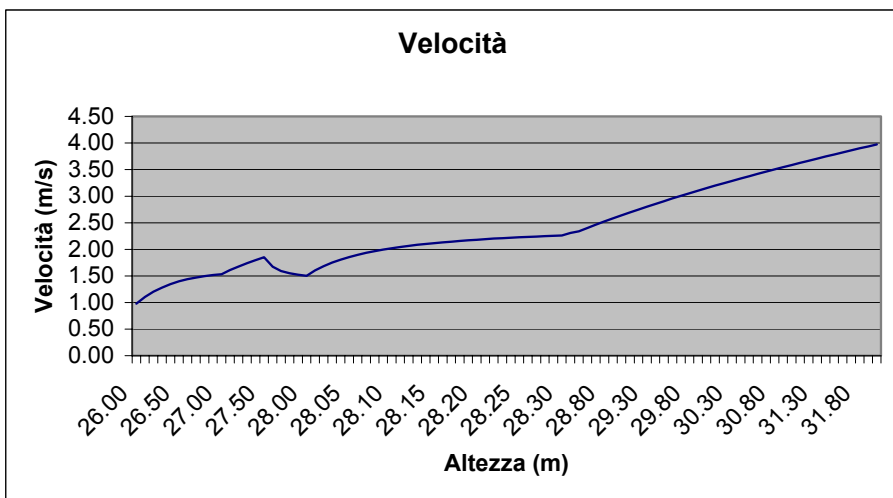
Valori delle caratteristiche della sezione per la determinazione della scala di deflusso:

A (h) funzione della sezione di deflusso secondo il battente idrico
C (h) funzione del contorno bagnato secondo il battente idrico
R (h) funzione del raggio idraulico secondo il battente idrico
i = 0.275% pendenza del fondo
m = 0.03 coefficiente di Manning

Altezza idrometrica (m)	Velocità (m/s)	Portata (m3/s)
26.00	0.98	2.36
26.10	1.11	3.67
26.20	1.20	5.08
26.30	1.28	6.57
26.40	1.34	8.12
26.50	1.40	9.72
26.60	1.44	11.75
26.70	1.47	13.80
26.80	1.50	15.87
26.90	1.52	17.96
27.00	1.53	20.05
27.10	1.61	23.80
27.20	1.68	27.70
27.30	1.74	31.72
27.40	1.80	35.86
27.50	1.85	40.09
27.60	1.67	51.41
27.70	1.59	63.49
27.80	1.55	75.83
27.90	1.52	88.29
28.00	1.50	100.80
28.01	1.60	132.61
28.02	1.68	165.66
28.03	1.75	199.65
28.04	1.81	234.38
28.05	1.86	269.69
28.06	1.90	305.47
28.07	1.93	341.64
28.08	1.97	378.13

28.09	1.99	414.90
28.10	2.02	451.90
28.11	2.04	489.09
28.12	2.06	526.46
28.13	2.08	563.97
28.14	2.10	601.62
28.15	2.12	639.38
28.16	2.13	677.24
28.17	2.15	715.20
28.18	2.16	753.23
28.19	2.17	791.34
28.20	2.18	829.51
28.21	2.19	867.74
28.22	2.20	906.03
28.23	2.21	944.36
28.24	2.22	982.74
28.25	2.23	1021.16
28.26	2.23	1059.61
28.27	2.24	1098.10
28.28	2.25	1136.63
28.29	2.25	1175.18
28.30	2.26	1213.76
28.40	2.31	1600.67
28.50	2.34	1988.93
28.60	2.40	2154.87
28.70	2.46	2325.14
28.80	2.52	2499.62
28.90	2.58	2678.21
29.00	2.64	2860.81
29.10	2.69	3047.32
29.20	2.75	3237.67
29.30	2.80	3431.77
29.40	2.86	3629.54
29.50	2.91	3830.92
29.60	2.96	4035.83
29.70	3.01	4244.22
29.80	3.06	4456.01
29.90	3.10	4671.15
30.00	3.15	4889.59
30.10	3.20	5111.26
30.20	3.24	5336.13
30.30	3.29	5564.13
30.40	3.33	5795.23
30.50	3.38	6029.38
30.60	3.42	6266.53
30.70	3.46	6506.65
30.80	3.50	6749.68
30.90	3.55	6995.61
31.00	3.59	7244.38
31.10	3.63	7495.96
31.20	3.67	7750.32
31.30	3.71	8007.42
31.40	3.75	8267.23
31.50	3.79	8529.71
31.60	3.82	8794.85
31.70	3.86	9062.60

31.80	3.90	9332.94
31.90	3.94	9605.84
32.00	3.97	9881.27



Allegato 5: Laminazione delle portate di piena del fiume Bruna con tempi di ritorno di 200 anni

LAMINAZIONE DELLE PORTATE DEL FIUME BRUNA

Sfasamento degli idrogrammi tra la sezione di monte e quella di valle

Tempo di ritorno: **200 anni**

Distanza tra le due sezioni: 600 m
Velocità media: 2.00 m/s

Differenza di tempo: 300 s

Sfioratore all'ingresso nella vasca

Tipo di sfioratore: Creager
Quota dello sfioratore: H = 29.50 m
Larghezza dello sfioratore: L = 5.00 m
Coefficiente di efflusso: μ = 0.48

Formula della portata in uscita:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h^{3/2} \cdot \sqrt{2 \cdot g}$$

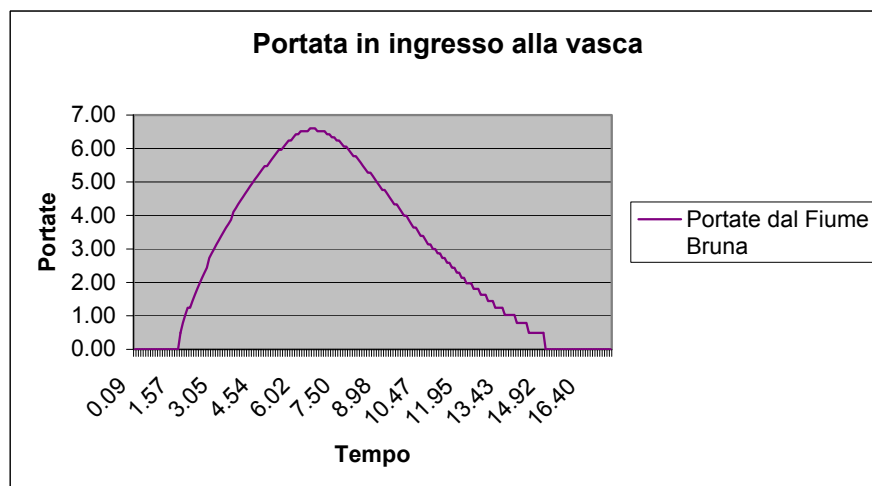
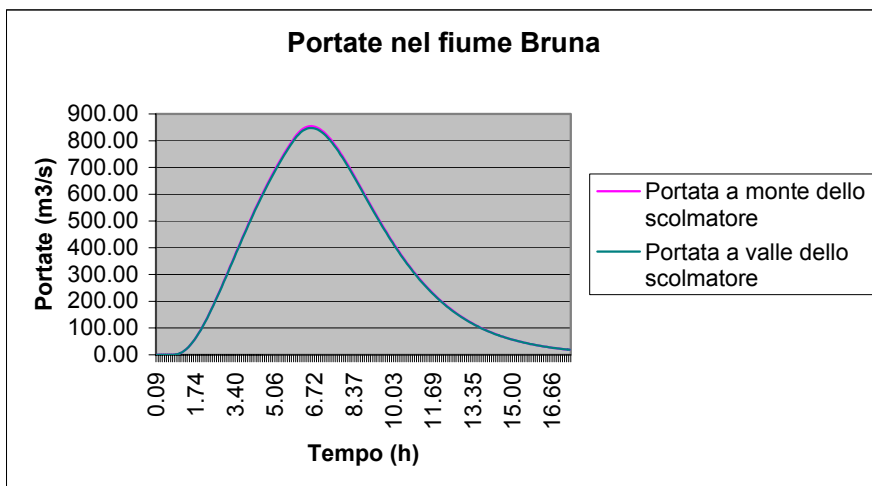
Tempo (h)	Portata a monte dello scolmatore (m3/s)	Altezza idrometrica a monte scolmatore (m)	Altezza sulla soglia sfiorante (m)	Portata in ingresso alla cassa (m3/s)	Volumi in ingresso alla vasca (m3)	Portata a valle dello scolmatore (m3)
0.09	0.00	27.70	0.00	0.00	0.00	0.00
0.17	0.00	27.70	0.00	0.00	0.00	0.00
0.26	0.00	27.70	0.00	0.00	0.00	0.00
0.35	0.00	27.70	0.00	0.00	0.00	0.00
0.44	0.00	27.70	0.00	0.00	0.00	0.00
0.52	0.00	27.70	0.00	0.00	0.00	0.00
0.61	0.00	27.70	0.00	0.00	0.00	0.00
0.70	0.00	27.70	0.00	0.00	0.00	0.00
0.79	0.13	27.70	0.00	0.00	0.00	0.13
0.87	1.04	27.70	0.00	0.00	0.00	1.04
0.96	2.86	27.70	0.00	0.00	0.00	2.86
1.05	5.72	28.00	0.00	0.00	0.00	5.72
1.13	9.75	28.20	0.00	0.00	0.00	9.75
1.22	14.95	28.50	0.00	0.00	0.00	14.95
1.31	21.32	28.70	0.00	0.00	0.00	21.32
1.40	28.73	29.00	0.00	0.00	0.00	28.73
1.48	37.31	29.36	0.00	0.00	0.00	37.31
1.57	46.80	29.50	0.00	0.00	0.00	46.80
1.66	57.33	29.50	0.00	0.00	0.00	57.33
1.74	68.90	29.51	0.01	0.49	154.94	68.41
1.83	81.25	29.52	0.02	0.78	245.95	80.47
1.92	94.38	29.53	0.03	1.03	322.28	93.35
2.01	108.16	29.54	0.04	1.24	390.42	106.92
2.09	122.72	29.54	0.04	1.24	390.42	121.48
2.18	137.93	29.55	0.05	1.44	453.04	136.49
2.27	153.53	29.56	0.06	1.63	511.59	151.90
2.36	169.78	29.57	0.07	1.81	566.96	167.97
2.44	186.42	29.58	0.08	1.97	619.75	184.45
2.53	203.45	29.59	0.09	2.13	670.38	201.32
2.62	220.74	29.60	0.10	2.29	719.16	218.45
2.70	238.42	29.61	0.11	2.44	766.34	235.98
2.79	256.23	29.63	0.13	2.73	856.62	253.50

2.88	274.30	29.64	0.14	2.87	900.00	271.43
2.97	292.50	29.65	0.15	3.00	942.36	289.50
3.05	310.83	29.66	0.16	3.13	983.79	307.70
3.14	329.16	29.67	0.17	3.26	1024.37	325.90
3.23	347.49	29.68	0.18	3.39	1064.16	344.10
3.31	365.95	29.69	0.19	3.51	1103.21	362.44
3.40	384.28	29.70	0.20	3.64	1141.59	380.64
3.49	402.48	29.71	0.21	3.76	1179.33	398.72
3.58	420.68	29.72	0.22	3.87	1216.48	416.81
3.66	438.75	29.74	0.24	4.11	1289.13	434.64
3.75	456.69	29.75	0.25	4.22	1324.70	452.47
3.84	474.37	29.76	0.26	4.33	1359.79	470.04
3.93	492.05	29.77	0.27	4.44	1394.44	487.61
4.01	509.34	29.78	0.28	4.55	1428.66	504.79
4.10	526.50	29.79	0.29	4.66	1462.48	521.84
4.19	543.53	29.80	0.30	4.76	1495.91	538.77
4.27	560.17	29.81	0.31	4.87	1528.97	555.30
4.36	576.68	29.82	0.32	4.97	1561.67	571.71
4.45	592.80	29.83	0.33	5.08	1594.04	587.72
4.54	608.79	29.84	0.34	5.18	1626.08	603.61
4.62	624.39	29.85	0.35	5.28	1657.81	619.11
4.71	639.73	29.86	0.36	5.38	1689.24	634.35
4.80	654.81	29.87	0.37	5.48	1720.38	649.33
4.88	669.63	29.87	0.37	5.48	1720.38	664.15
4.97	684.06	29.88	0.38	5.58	1751.24	678.48
5.06	698.23	29.89	0.39	5.67	1781.83	692.56
5.15	712.14	29.90	0.40	5.77	1812.16	706.37
5.23	725.66	29.91	0.41	5.87	1842.24	719.79
5.32	738.92	29.92	0.42	5.96	1872.08	732.96
5.41	751.92	29.92	0.42	5.96	1872.08	745.96
5.50	764.53	29.93	0.43	6.06	1901.67	758.47
5.58	776.88	29.94	0.44	6.15	1931.04	770.73
5.67	788.84	29.95	0.45	6.24	1960.19	782.60
5.76	800.67	29.95	0.45	6.24	1960.19	794.43
5.84	811.85	29.96	0.46	6.33	1989.13	805.52
5.93	821.99	29.97	0.47	6.43	2017.85	815.56
6.02	830.83	29.97	0.47	6.43	2017.85	824.40
6.11	838.24	29.98	0.48	6.52	2046.37	831.72
6.19	844.22	29.98	0.48	6.52	2046.37	837.70
6.28	848.90	29.98	0.48	6.52	2046.37	842.38
6.37	852.02	29.98	0.48	6.52	2046.37	845.50
6.45	853.84	29.99	0.49	6.61	2074.70	847.23
6.54	854.23	29.99	0.49	6.61	2074.70	847.62
6.63	853.45	29.99	0.49	6.61	2074.70	846.84
6.72	851.37	29.98	0.48	6.52	2046.37	844.85
6.80	848.12	29.98	0.48	6.52	2046.37	841.60
6.89	843.70	29.98	0.48	6.52	2046.37	837.18
6.98	838.37	29.98	0.48	6.52	2046.37	831.85
7.07	832.00	29.97	0.47	6.43	2017.85	825.57
7.15	824.85	29.97	0.47	6.43	2017.85	818.42
7.24	816.79	29.96	0.46	6.33	1989.13	810.46
7.33	807.95	29.96	0.46	6.33	1989.13	801.62
7.41	798.46	29.95	0.45	6.24	1960.19	792.22
7.50	788.32	29.95	0.45	6.24	1960.19	782.08

7.59	777.53	29.94	0.44	6.15	1931.04	771.38
7.68	766.35	29.93	0.43	6.06	1901.67	760.29
7.76	754.52	29.93	0.43	6.06	1901.67	748.46
7.85	742.43	29.92	0.42	5.96	1872.08	736.47
7.94	729.95	29.91	0.41	5.87	1842.24	724.08
8.02	717.08	29.90	0.40	5.77	1812.16	711.31
8.11	704.08	29.90	0.40	5.77	1812.16	698.31
8.20	690.69	29.89	0.39	5.67	1781.83	685.02
8.29	677.17	29.88	0.38	5.58	1751.24	671.59
8.37	663.52	29.87	0.37	5.48	1720.38	658.04
8.46	649.74	29.86	0.36	5.38	1689.24	644.36
8.55	635.96	29.85	0.35	5.28	1657.81	630.68
8.64	622.05	29.85	0.35	5.28	1657.81	616.77
8.72	608.14	29.84	0.34	5.18	1626.08	602.96
8.81	594.23	29.83	0.33	5.08	1594.04	589.15
8.90	580.32	29.82	0.32	4.97	1561.67	575.35
8.98	566.41	29.81	0.31	4.87	1528.97	561.54
9.07	552.63	29.80	0.30	4.76	1495.91	547.87
9.16	538.98	29.80	0.30	4.76	1495.91	534.22
9.25	525.33	29.79	0.29	4.66	1462.48	520.67
9.33	511.94	29.78	0.28	4.55	1428.66	507.39
9.42	498.68	29.77	0.27	4.44	1394.44	494.24
9.51	485.42	29.76	0.26	4.33	1359.79	481.09
9.59	472.42	29.76	0.26	4.33	1359.79	468.09
9.68	459.68	29.75	0.25	4.22	1324.70	455.46
9.77	447.07	29.74	0.24	4.11	1289.13	442.96
9.86	434.59	29.73	0.23	3.99	1253.07	430.60
9.94	422.37	29.73	0.23	3.99	1253.07	418.38
10.03	410.28	29.72	0.22	3.87	1216.48	406.41
10.12	398.58	29.71	0.21	3.76	1179.33	394.82
10.21	386.88	29.70	0.20	3.64	1141.59	383.24
10.29	375.57	29.70	0.20	3.64	1141.59	371.93
10.38	364.39	29.69	0.19	3.51	1103.21	360.88
10.47	353.47	29.68	0.18	3.39	1064.16	350.08
10.55	342.81	29.68	0.18	3.39	1064.16	339.42
10.64	332.41	29.67	0.17	3.26	1024.37	329.15
10.73	322.14	29.66	0.16	3.13	983.79	319.01
10.82	312.26	29.66	0.16	3.13	983.79	309.13
10.90	302.51	29.65	0.15	3.00	942.36	299.51
10.99	292.89	29.65	0.15	3.00	942.36	289.89
11.08	283.66	29.64	0.14	2.87	900.00	280.79
11.16	274.56	29.64	0.14	2.87	900.00	271.69
11.25	265.72	29.63	0.13	2.73	856.62	262.99
11.34	257.14	29.63	0.13	2.73	856.62	254.41
11.43	248.82	29.62	0.12	2.59	812.10	246.23
11.51	240.63	29.62	0.12	2.59	812.10	238.04
11.60	232.70	29.61	0.11	2.44	766.34	230.26
11.69	225.03	29.61	0.11	2.44	766.34	222.59
11.78	217.49	29.60	0.10	2.29	719.16	215.20
11.86	210.21	29.60	0.10	2.29	719.16	207.92
11.95	203.06	29.59	0.09	2.13	670.38	200.93
12.04	196.17	29.59	0.09	2.13	670.38	194.04
12.12	189.54	29.58	0.08	1.97	619.75	187.57
12.21	183.04	29.58	0.08	1.97	619.75	181.07

12.30	176.80	29.58	0.08	1.97	619.75	174.83
12.39	170.69	29.57	0.07	1.81	566.96	168.88
12.47	164.71	29.57	0.07	1.81	566.96	162.90
12.56	158.99	29.57	0.07	1.81	566.96	157.18
12.65	153.40	29.56	0.06	1.63	511.59	151.77
12.73	147.94	29.56	0.06	1.63	511.59	146.31
12.82	142.74	29.56	0.06	1.63	511.59	141.11
12.91	137.67	29.55	0.05	1.44	453.04	136.23
13.00	132.73	29.55	0.05	1.44	453.04	131.29
13.08	128.05	29.55	0.05	1.44	453.04	126.61
13.17	123.37	29.54	0.04	1.24	390.42	122.13
13.26	118.95	29.54	0.04	1.24	390.42	117.71
13.35	114.66	29.54	0.04	1.24	390.42	113.42
13.43	110.50	29.54	0.04	1.24	390.42	109.26
13.52	106.47	29.53	0.03	1.03	322.28	105.44
13.61	102.57	29.53	0.03	1.03	322.28	101.54
13.69	98.80	29.53	0.03	1.03	322.28	97.77
13.78	95.16	29.53	0.03	1.03	322.28	94.13
13.87	91.65	29.53	0.03	1.03	322.28	90.62
13.96	88.27	29.52	0.02	0.78	245.95	87.49
14.04	85.02	29.52	0.02	0.78	245.95	84.24
14.13	81.90	29.52	0.02	0.78	245.95	81.12
14.22	78.78	29.52	0.02	0.78	245.95	78.00
14.30	75.79	29.52	0.02	0.78	245.95	75.01
14.39	72.93	29.51	0.01	0.49	154.94	72.44
14.48	70.20	29.51	0.01	0.49	154.94	69.71
14.57	67.60	29.51	0.01	0.49	154.94	67.11
14.65	65.00	29.51	0.01	0.49	154.94	64.51
14.74	62.53	29.51	0.01	0.49	154.94	62.04
14.83	60.19	29.51	0.01	0.49	154.94	59.70
14.92	57.85	29.51	0.01	0.49	154.94	57.36
15.00	55.64	29.50	0.00	0.00	0.00	55.64
15.09	53.56	29.50	0.00	0.00	0.00	53.56
15.18	51.48	29.50	0.00	0.00	0.00	51.48
15.26	49.53	29.50	0.00	0.00	0.00	49.53
15.35	47.58	29.50	0.00	0.00	0.00	47.58
15.44	45.76	29.50	0.00	0.00	0.00	45.76
15.53	43.94	29.50	0.00	0.00	0.00	43.94
15.61	42.25	29.50	0.00	0.00	0.00	42.25
15.70	40.56	29.46	0.00	0.00	0.00	40.56
15.79	39.00	29.41	0.00	0.00	0.00	39.00
15.87	37.44	29.36	0.00	0.00	0.00	37.44
15.96	36.01	29.31	0.00	0.00	0.00	36.01
16.05	34.58	29.27	0.00	0.00	0.00	34.58
16.14	33.28	29.23	0.00	0.00	0.00	33.28
16.22	31.98	29.18	0.00	0.00	0.00	31.98
16.31	30.68	29.14	0.00	0.00	0.00	30.68
16.40	29.51	29.10	0.00	0.00	0.00	29.51
16.49	28.34	29.00	0.00	0.00	0.00	28.34
16.57	27.17	29.00	0.00	0.00	0.00	27.17
16.66	26.13	28.90	0.00	0.00	0.00	26.13
16.75	25.09	28.90	0.00	0.00	0.00	25.09
16.83	24.05	28.90	0.00	0.00	0.00	24.05
16.92	23.14	28.80	0.00	0.00	0.00	23.14

17.01	22.23	28.80	0.00	0.00	0.00	22.23
17.10	21.32	28.70	0.00	0.00	0.00	21.32
17.18	20.41	28.70	0.00	0.00	0.00	20.41
17.27	19.63	28.70	0.00	0.00	0.00	19.63
17.36	18.85	28.60	0.00	0.00	0.00	18.85
Volume massimo invasato nella vasca					177253	
854.23	Portate massime a monte e a valle della vasca				847.62	
	Efficienza vasca di laminazione				0.77%	
Massima portata verso la vasca		6.61				



Allegato 6: Scala di deflusso del canale di adduzione della vasca

SCALA DI DEFLUSSO DEL CANALE DI ADDUZIONE ALLA VASCA

Le portate si considerano in aggiunta alla quota indicata al momento del rilievo topografico

Formula per la determinazione della scala di deflusso:

Equazione di Chezy:
$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

$$\chi = \frac{1}{m} \cdot \sqrt{R}$$

χ coefficiente di scabrezza, funzione di m , coefficiente di Manning, e di R raggio idraulico
 A area della sezione di deflusso
 $R = A/C$ raggio idraulico della sezione di deflusso
 C contorno bagnato
 i pendenza del fondo

Valori delle caratteristiche della sezione per la determinazione della scala di deflusso:

$b = 5.00$ m base inferiore
 $p = 1$ su 0

Valori delle caratteristiche della sezione per la determinazione della scala di deflusso:

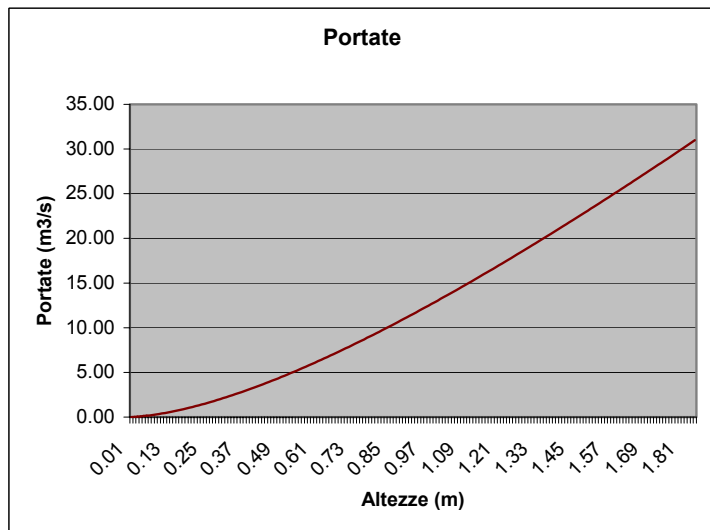
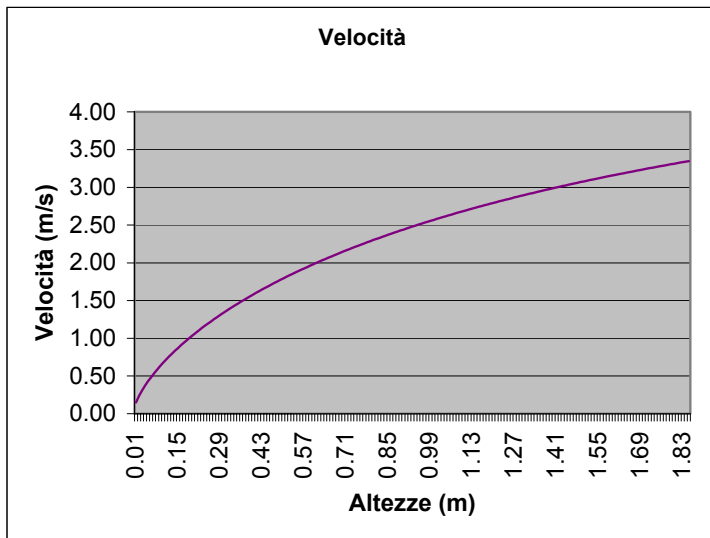
$A(h)$ funzione della sezione di deflusso secondo il battente idrico
 $C(h)$ funzione del contorno bagnato secondo il battente idrico
 $R(h)$ funzione del raggio idraulico secondo il battente idrico
 $i = 0.500\%$ pendenza del fondo
 $m = 0.022$ coefficiente di Manning

Altezza idrometrica (m)	Area della sezione (m ²)	Contorno bagnato (m)	Raggio idraulico (m)	Velocità (m/s)	Portata (m ³ /s)
0.01	0.05	5.02	0.01	0.15	0.01
0.02	0.10	5.04	0.02	0.24	0.02
0.03	0.15	5.06	0.03	0.31	0.05
0.04	0.20	5.08	0.04	0.37	0.07
0.05	0.25	5.10	0.05	0.43	0.11
0.06	0.30	5.12	0.06	0.48	0.15
0.07	0.35	5.14	0.07	0.54	0.19
0.08	0.40	5.16	0.08	0.58	0.23
0.09	0.45	5.18	0.09	0.63	0.28
0.10	0.50	5.20	0.10	0.67	0.34
0.11	0.55	5.22	0.11	0.72	0.39
0.12	0.60	5.24	0.11	0.76	0.45
0.13	0.65	5.26	0.12	0.80	0.52
0.14	0.70	5.28	0.13	0.84	0.58
0.15	0.75	5.30	0.14	0.87	0.65
0.16	0.80	5.32	0.15	0.91	0.73
0.17	0.85	5.34	0.16	0.94	0.80
0.18	0.90	5.36	0.17	0.98	0.88
0.19	0.95	5.38	0.18	1.01	0.96
0.20	1.00	5.40	0.19	1.04	1.04
0.21	1.05	5.42	0.19	1.08	1.13
0.22	1.10	5.44	0.20	1.11	1.22

0.23	1.15	5.46	0.21	1.14	1.31
0.24	1.20	5.48	0.22	1.17	1.40
0.25	1.25	5.50	0.23	1.20	1.50
0.26	1.30	5.52	0.24	1.23	1.59
0.27	1.35	5.54	0.24	1.25	1.69
0.28	1.40	5.56	0.25	1.28	1.79
0.29	1.45	5.58	0.26	1.31	1.90
0.30	1.50	5.60	0.27	1.34	2.00
0.31	1.55	5.62	0.28	1.36	2.11
0.32	1.60	5.64	0.28	1.39	2.22
0.33	1.65	5.66	0.29	1.41	2.33
0.34	1.70	5.68	0.30	1.44	2.44
0.35	1.75	5.70	0.31	1.46	2.56
0.36	1.80	5.72	0.31	1.49	2.68
0.37	1.85	5.74	0.32	1.51	2.80
0.38	1.90	5.76	0.33	1.53	2.92
0.39	1.95	5.78	0.34	1.56	3.04
0.40	2.00	5.80	0.34	1.58	3.16
0.41	2.05	5.82	0.35	1.60	3.29
0.42	2.10	5.84	0.36	1.63	3.41
0.43	2.15	5.86	0.37	1.65	3.54
0.44	2.20	5.88	0.37	1.67	3.67
0.45	2.25	5.90	0.38	1.69	3.80
0.46	2.30	5.92	0.39	1.71	3.94
0.47	2.35	5.94	0.40	1.73	4.07
0.48	2.40	5.96	0.40	1.75	4.21
0.49	2.45	5.98	0.41	1.77	4.34
0.50	2.50	6.00	0.42	1.79	4.48
0.51	2.55	6.02	0.42	1.81	4.62
0.52	2.60	6.04	0.43	1.83	4.76
0.53	2.65	6.06	0.44	1.85	4.91
0.54	2.70	6.08	0.44	1.87	5.05
0.55	2.75	6.10	0.45	1.89	5.20
0.56	2.80	6.12	0.46	1.91	5.34
0.57	2.85	6.14	0.46	1.93	5.49
0.58	2.90	6.16	0.47	1.95	5.64
0.59	2.95	6.18	0.48	1.96	5.79
0.60	3.00	6.20	0.48	1.98	5.94
0.61	3.05	6.22	0.49	2.00	6.10
0.62	3.10	6.24	0.50	2.02	6.25
0.63	3.15	6.26	0.50	2.03	6.41
0.64	3.20	6.28	0.51	2.05	6.56
0.65	3.25	6.30	0.52	2.07	6.72
0.66	3.30	6.32	0.52	2.08	6.88
0.67	3.35	6.34	0.53	2.10	7.04
0.68	3.40	6.36	0.53	2.12	7.20
0.69	3.45	6.38	0.54	2.13	7.36
0.70	3.50	6.40	0.55	2.15	7.52
0.71	3.55	6.42	0.55	2.17	7.69
0.72	3.60	6.44	0.56	2.18	7.85
0.73	3.65	6.46	0.57	2.20	8.02
0.74	3.70	6.48	0.57	2.21	8.18
0.75	3.75	6.50	0.58	2.23	8.35
0.76	3.80	6.52	0.58	2.24	8.52
0.77	3.85	6.54	0.59	2.26	8.69
0.78	3.90	6.56	0.59	2.27	8.86

0.79	3.95	6.58	0.60	2.29	9.03
0.80	4.00	6.60	0.61	2.30	9.21
0.81	4.05	6.62	0.61	2.32	9.38
0.82	4.10	6.64	0.62	2.33	9.56
0.83	4.15	6.66	0.62	2.34	9.73
0.84	4.20	6.68	0.63	2.36	9.91
0.85	4.25	6.70	0.63	2.37	10.08
0.86	4.30	6.72	0.64	2.39	10.26
0.87	4.35	6.74	0.65	2.40	10.44
0.88	4.40	6.76	0.65	2.41	10.62
0.89	4.45	6.78	0.66	2.43	10.80
0.90	4.50	6.80	0.66	2.44	10.98
0.91	4.55	6.82	0.67	2.45	11.17
0.92	4.60	6.84	0.67	2.47	11.35
0.93	4.65	6.86	0.68	2.48	11.53
0.94	4.70	6.88	0.68	2.49	11.72
0.95	4.75	6.90	0.69	2.51	11.90
0.96	4.80	6.92	0.69	2.52	12.09
0.97	4.85	6.94	0.70	2.53	12.28
0.98	4.90	6.96	0.70	2.54	12.46
0.99	4.95	6.98	0.71	2.56	12.65
1.00	5.00	7.00	0.71	2.57	12.84
1.01	5.05	7.02	0.72	2.58	13.03
1.02	5.10	7.04	0.72	2.59	13.22
1.03	5.15	7.06	0.73	2.60	13.41
1.04	5.20	7.08	0.73	2.62	13.61
1.05	5.25	7.10	0.74	2.63	13.80
1.06	5.30	7.12	0.74	2.64	13.99
1.07	5.35	7.14	0.75	2.65	14.19
1.08	5.40	7.16	0.75	2.66	14.38
1.09	5.45	7.18	0.76	2.67	14.58
1.10	5.50	7.20	0.76	2.69	14.77
1.11	5.55	7.22	0.77	2.70	14.97
1.12	5.60	7.24	0.77	2.71	15.17
1.13	5.65	7.26	0.78	2.72	15.36
1.14	5.70	7.28	0.78	2.73	15.56
1.15	5.75	7.30	0.79	2.74	15.76
1.16	5.80	7.32	0.79	2.75	15.96
1.17	5.85	7.34	0.80	2.76	16.16
1.18	5.90	7.36	0.80	2.77	16.36
1.19	5.95	7.38	0.81	2.78	16.57
1.20	6.00	7.40	0.81	2.79	16.77
1.21	6.05	7.42	0.82	2.81	16.97
1.22	6.10	7.44	0.82	2.82	17.18
1.23	6.15	7.46	0.82	2.83	17.38
1.24	6.20	7.48	0.83	2.84	17.58
1.25	6.25	7.50	0.83	2.85	17.79
1.26	6.30	7.52	0.84	2.86	17.99
1.27	6.35	7.54	0.84	2.87	18.20
1.28	6.40	7.56	0.85	2.88	18.41
1.29	6.45	7.58	0.85	2.89	18.62
1.30	6.50	7.60	0.86	2.90	18.82
1.31	6.55	7.62	0.86	2.91	19.03
1.32	6.60	7.64	0.86	2.92	19.24
1.33	6.65	7.66	0.87	2.92	19.45
1.34	6.70	7.68	0.87	2.93	19.66

1.35	6.75	7.70	0.88	2.94	19.87
1.36	6.80	7.72	0.88	2.95	20.08
1.37	6.85	7.74	0.89	2.96	20.29
1.38	6.90	7.76	0.89	2.97	20.51
1.39	6.95	7.78	0.89	2.98	20.72
1.40	7.00	7.80	0.90	2.99	20.93
1.41	7.05	7.82	0.90	3.00	21.15
1.42	7.10	7.84	0.91	3.01	21.36
1.43	7.15	7.86	0.91	3.02	21.58
1.44	7.20	7.88	0.91	3.03	21.79
1.45	7.25	7.90	0.92	3.04	22.01
1.46	7.30	7.92	0.92	3.04	22.22
1.47	7.35	7.94	0.93	3.05	22.44
1.48	7.40	7.96	0.93	3.06	22.66
1.49	7.45	7.98	0.93	3.07	22.87
1.50	7.50	8.00	0.94	3.08	23.09
1.51	7.55	8.02	0.94	3.09	23.31
1.52	7.60	8.04	0.95	3.10	23.53
1.53	7.65	8.06	0.95	3.10	23.75
1.54	7.70	8.08	0.95	3.11	23.97
1.55	7.75	8.10	0.96	3.12	24.19
1.56	7.80	8.12	0.96	3.13	24.41
1.57	7.85	8.14	0.96	3.14	24.63
1.58	7.90	8.16	0.97	3.15	24.85
1.59	7.95	8.18	0.97	3.15	25.07
1.60	8.00	8.20	0.98	3.16	25.29
1.61	8.05	8.22	0.98	3.17	25.52
1.62	8.10	8.24	0.98	3.18	25.74
1.63	8.15	8.26	0.99	3.19	25.96
1.64	8.20	8.28	0.99	3.19	26.19
1.65	8.25	8.30	0.99	3.20	26.41
1.66	8.30	8.32	1.00	3.21	26.63
1.67	8.35	8.34	1.00	3.22	26.86
1.68	8.40	8.36	1.00	3.22	27.08
1.69	8.45	8.38	1.01	3.23	27.31
1.70	8.50	8.40	1.01	3.24	27.54
1.71	8.55	8.42	1.02	3.25	27.76
1.72	8.60	8.44	1.02	3.25	27.99
1.73	8.65	8.46	1.02	3.26	28.22
1.74	8.70	8.48	1.03	3.27	28.44
1.75	8.75	8.50	1.03	3.28	28.67
1.76	8.80	8.52	1.03	3.28	28.90
1.77	8.85	8.54	1.04	3.29	29.13
1.78	8.90	8.56	1.04	3.30	29.36
1.79	8.95	8.58	1.04	3.31	29.59
1.80	9.00	8.60	1.05	3.31	29.82
1.81	9.05	8.62	1.05	3.32	30.05
1.82	9.10	8.64	1.05	3.33	30.28
1.83	9.15	8.66	1.06	3.33	30.51
1.84	9.20	8.68	1.06	3.34	30.74
1.85	9.25	8.70	1.06	3.35	30.97



Allegato 7: Diagramma del volume di invaso

DIAGRAMMA DEI VOLUMI DI INVASO NELLA VASCA

Quota di riferimento: 26.00 m
Superficie dello specchio d'acqua alla quota di riferimento: 162000.00 m²
Perimetro dello specchio d'acqua alla quota di riferimento: 1580.00 m
Pendenza delle sponde: 30 °
1 su 1.732

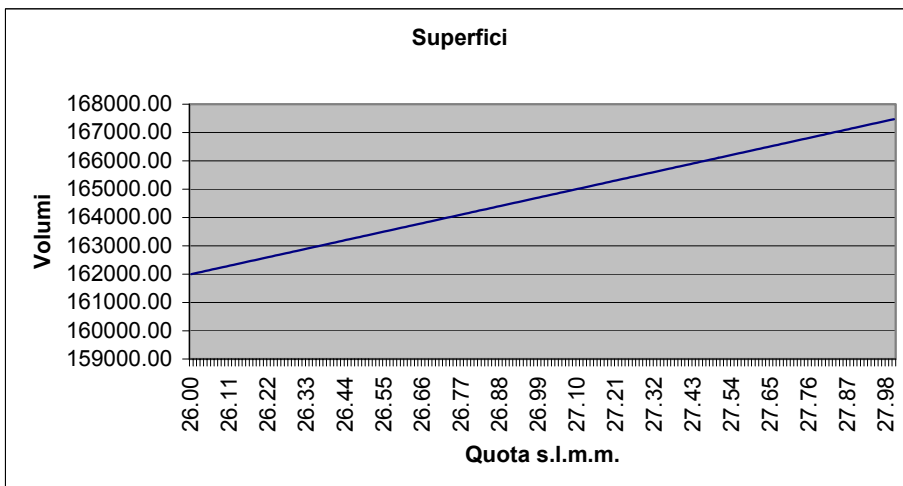
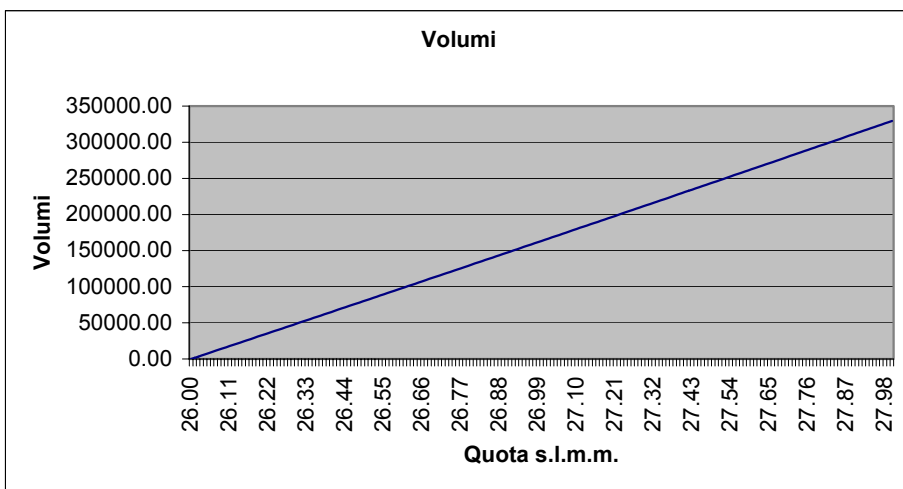
Quota nella vasca (m)	Superficie specchio (m ²)	Volume invasato (m ³)
26.00	162000.00	0.00
26.01	162027.37	1620.14
26.02	162054.73	3240.55
26.03	162082.10	4861.23
26.04	162109.47	6482.19
26.05	162136.83	8103.42
26.06	162164.20	9724.93
26.07	162191.56	11346.70
26.08	162218.93	12968.76
26.09	162246.30	14591.08
26.10	162273.66	16213.68
26.11	162301.03	17836.56
26.12	162328.40	19459.70
26.13	162355.76	21083.12
26.14	162383.13	22706.82
26.15	162410.50	24330.79
26.16	162437.86	25955.03
26.17	162465.23	27579.54
26.18	162492.60	29204.33
26.19	162519.96	30829.40
26.20	162547.33	32454.73
26.21	162574.69	34080.34
26.22	162602.06	35706.23
26.23	162629.43	37332.38
26.24	162656.79	38958.82
26.25	162684.16	40585.52
26.26	162711.53	42212.50
26.27	162738.89	43839.75
26.28	162766.26	45467.28
26.29	162793.63	47095.08
26.30	162820.99	48723.15
26.31	162848.36	50351.50
26.32	162875.72	51980.12
26.33	162903.09	53609.01
26.34	162930.46	55238.18
26.35	162957.82	56867.62
26.36	162985.19	58497.33
26.37	163012.56	60127.32
26.38	163039.92	61757.59
26.39	163067.29	63388.12
26.40	163094.66	65018.93
26.41	163122.02	66650.01

26.42	163149.39	68281.37
26.43	163176.76	69913.00
26.44	163204.12	71544.91
26.45	163231.49	73177.08
26.46	163258.85	74809.54
26.47	163286.22	76442.26
26.48	163313.59	78075.26
26.49	163340.95	79708.53
26.50	163368.32	81342.08
26.51	163395.69	82975.90
26.52	163423.05	84609.99
26.53	163450.42	86244.36
26.54	163477.79	87879.00
26.55	163505.15	89513.92
26.56	163532.52	91149.11
26.57	163559.88	92784.57
26.58	163587.25	94420.30
26.59	163614.62	96056.31
26.60	163641.98	97692.60
26.61	163669.35	99329.15
26.62	163696.72	100965.98
26.63	163724.08	102603.09
26.64	163751.45	104240.46
26.65	163778.82	105878.12
26.66	163806.18	107516.04
26.67	163833.55	109154.24
26.68	163860.92	110792.71
26.69	163888.28	112431.46
26.70	163915.65	114070.48
26.71	163943.01	115709.77
26.72	163970.38	117349.34
26.73	163997.75	118989.18
26.74	164025.11	120629.29
26.75	164052.48	122269.68
26.76	164079.85	123910.34
26.77	164107.21	125551.28
26.78	164134.58	127192.49
26.79	164161.95	128833.97
26.80	164189.31	130475.72
26.81	164216.68	132117.75
26.82	164244.05	133760.06
26.83	164271.41	135402.64
26.84	164298.78	137045.49
26.85	164326.14	138688.61
26.86	164353.51	140332.01
26.87	164380.88	141975.68
26.88	164408.24	143619.63
26.89	164435.61	145263.85
26.90	164462.98	146908.34
26.91	164490.34	148553.11
26.92	164517.71	150198.15
26.93	164545.08	151843.46

26.94	164572.44	153489.05
26.95	164599.81	155134.91
26.96	164627.17	156781.04
26.97	164654.54	158427.45
26.98	164681.91	160074.13
26.99	164709.27	161721.09
27.00	164736.64	163368.32
27.01	164764.01	165015.82
27.02	164791.37	166663.60
27.03	164818.74	168311.65
27.04	164846.11	169959.98
27.05	164873.47	171608.57
27.06	164900.84	173257.44
27.07	164928.21	174906.59
27.08	164955.57	176556.01
27.09	164982.94	178205.70
27.10	165010.30	179855.67
27.11	165037.67	181505.91
27.12	165065.04	183156.42
27.13	165092.40	184807.21
27.14	165119.77	186458.27
27.15	165147.14	188109.60
27.16	165174.50	189761.21
27.17	165201.87	191413.09
27.18	165229.24	193065.25
27.19	165256.60	194717.68
27.20	165283.97	196370.38
27.21	165311.33	198023.36
27.22	165338.70	199676.61
27.23	165366.07	201330.13
27.24	165393.43	202983.93
27.25	165420.80	204638.00
27.26	165448.17	206292.35
27.27	165475.53	207946.96
27.28	165502.90	209601.86
27.29	165530.27	211257.02
27.30	165557.63	212912.46
27.31	165585.00	214568.17
27.32	165612.37	216224.16
27.33	165639.73	217880.42
27.34	165667.10	219536.96
27.35	165694.46	221193.76
27.36	165721.83	222850.84
27.37	165749.20	224508.20
27.38	165776.56	226165.83
27.39	165803.93	227823.73
27.40	165831.30	229481.91
27.41	165858.66	231140.36
27.42	165886.03	232799.08
27.43	165913.40	234458.08
27.44	165940.76	236117.35
27.45	165968.13	237776.89

27.46	165995.49	239436.71
27.47	166022.86	241096.80
27.48	166050.23	242757.17
27.49	166077.59	244417.81
27.50	166104.96	246078.72
27.51	166132.33	247739.91
27.52	166159.69	249401.37
27.53	166187.06	251063.10
27.54	166214.43	252725.11
27.55	166241.79	254387.39
27.56	166269.16	256049.94
27.57	166296.53	257712.77
27.58	166323.89	259375.87
27.59	166351.26	261039.25
27.60	166378.62	262702.90
27.61	166405.99	264366.82
27.62	166433.36	266031.02
27.63	166460.72	267695.49
27.64	166488.09	269360.23
27.65	166515.46	271025.25
27.66	166542.82	272690.54
27.67	166570.19	274356.11
27.68	166597.56	276021.95
27.69	166624.92	277688.06
27.70	166652.29	279354.45
27.71	166679.65	281021.10
27.72	166707.02	282688.04
27.73	166734.39	284355.25
27.74	166761.75	286022.73
27.75	166789.12	287690.48
27.76	166816.49	289358.51
27.77	166843.85	291026.81
27.78	166871.22	292695.39
27.79	166898.59	294364.23
27.80	166925.95	296033.36
27.81	166953.32	297702.75
27.82	166980.69	299372.42
27.83	167008.05	301042.37
27.84	167035.42	302712.58
27.85	167062.78	304383.08
27.86	167090.15	306053.84
27.87	167117.52	307724.88
27.88	167144.88	309396.19
27.89	167172.25	311067.78
27.90	167199.62	312739.64
27.91	167226.98	314411.77
27.92	167254.35	316084.18
27.93	167281.72	317756.86
27.94	167309.08	319429.81
27.95	167336.45	321103.04
27.96	167363.81	322776.54
27.97	167391.18	324450.31

27.98	167418.55	326124.36
27.99	167445.91	327798.68
28.00	167473.28	329473.28



Allegato 8: Diagramma di svuotamento della vasca

DETERMINAZIONE DEI TEMPI DI SVUOTAMENTO

Formula per la determinazione della portata in uscita in funzione del carico idrostatico:

$$Q = \sqrt{\frac{\mu^2 \cdot A^2 \cdot 2 \cdot g}{1 + \mu^2 \cdot 2 \cdot g \cdot \left(\frac{0.75}{g} + \frac{L}{R^{4/3} \cdot k_s^2} \right)}} \cdot H$$

Quota massimo di invaso:	$Q_{\max} = 28.00$	m
Volume complessivo dell'invaso:	$V_{\text{tot}} = 327799$	m ³
Superficie liquida massima:	$S_{\max} = 167446$	m ²
Quota di sbocco:	$Q_s = 26.00$	m

$\mu = 1.00$		Coefficiente di efflusso
$\phi = 1450$	mm	diemetro della tubazione
$\phi \square = 1.6513$	m ²	Area della sezione della tubazione
$g = 9.81$	m/s	Accelerazione di gravità
$R = 0.3625$	m	Raggio idraulico della sezione
$k_s = 45$		Coefficiente di scabrezza secondo Gaukler-Strickler
$L = 160.00$	m	Lunghezza complessiva della tubazione
$p = 0.25\%$		Pendenza della tubazione

ANDAMENTO DELLE PRINCIPALI GRANDEZZE IN FUNZIONE DEL TEMPO

Tempo (minuti)	Altezza idrostatica (m)	Portata in uscita (m ³ /s)	Velocità nel tubo (m/s)	Volume uscito (m ³)	Volume rimasto (m ³ /s)
20	28.00	4.14	2.51	4970	322828
40	27.96	4.11	2.49	4934	317895
60	27.93	4.09	2.48	4906	312988
80	27.90	4.07	2.46	4878	308110
100	27.87	4.04	2.45	4850	303260
120	27.84	4.02	2.43	4822	298437
140	27.81	3.99	2.42	4794	293643
160	27.78	3.97	2.40	4766	288878
180	27.75	3.95	2.39	4737	284141
200	27.72	3.92	2.38	4708	279433
220	27.70	3.91	2.37	4689	274744
240	27.67	3.88	2.35	4660	270084
260	27.64	3.86	2.34	4630	265454
280	27.61	3.83	2.32	4601	260853
300	27.58	3.81	2.31	4571	256282
320	27.56	3.79	2.30	4551	251730
340	27.53	3.77	2.28	4521	247209
360	27.50	3.74	2.27	4491	242717
380	27.47	3.72	2.25	4461	238257
400	27.45	3.70	2.24	4441	233816
420	27.42	1.85	1.12	2225	231591
440	27.41	1.85	1.12	2225	229366
460	27.39	1.84	1.12	2210	227156
480	27.38	1.84	1.12	2210	224946
500	27.37	1.84	1.11	2204	222742
520	27.35	1.83	1.11	2197	220545
540	27.34	1.83	1.11	2191	218355
560	27.33	1.82	1.10	2184	216171
580	27.31	1.81	1.10	2177	213993
600	27.30	1.81	1.10	2171	211822
620	27.29	1.80	1.09	2164	209658
640	27.28	1.80	1.09	2164	207494
660	27.26	1.79	1.09	2151	205343
680	27.25	1.79	1.09	2151	203193
700	27.24	1.79	1.08	2144	201049
720	27.22	1.78	1.08	2137	198913
740	27.21	1.77	1.07	2129	196783
760	27.20	1.77	1.07	2122	194661

780	27.18	1.76	1.07	2115	192546
800	27.17	1.76	1.06	2107	190439
820	27.16	1.76	1.06	2107	188332
840	27.15	1.75	1.06	2099	186233
860	27.13	1.74	1.05	2083	184150
880	27.12	1.74	1.05	2083	182066
900	27.11	1.73	1.05	2075	179991
920	27.10	1.72	1.04	2067	177924
940	27.08	1.72	1.04	2058	175865
960	27.07	1.71	1.03	2050	173816
980	27.06	1.71	1.03	2050	171766
1000	27.05	1.70	1.03	2041	169725
1020	27.03	1.69	1.03	2032	167693
1040	27.02	1.69	1.02	2023	165670
1060	27.01	1.68	1.02	2013	163657
1080	27.00	1.67	1.01	2004	161653
1100	26.98	1.66	1.01	1994	159659
1120	26.97	1.65	1.00	1984	157674
1140	26.96	1.65	1.00	1984	155690
1160	26.95	1.65	1.00	1974	153716
1180	26.94	1.64	0.99	1964	151752
1200	26.92	1.63	0.99	1953	149799
1220	26.91	1.62	0.98	1943	147856
1240	26.90	1.62	0.98	1943	145914
1260	26.89	1.61	0.97	1932	143982
1280	26.88	1.60	0.97	1921	142062
1300	26.87	1.60	0.97	1921	140141
1320	26.85	1.58	0.96	1898	138244
1340	26.84	1.57	0.95	1886	136358
1360	26.83	1.57	0.95	1886	134472
1380	26.82	1.56	0.95	1874	132598
1400	26.81	1.55	0.94	1861	130737
1420	26.80	1.55	0.94	1861	128875
1440	26.79	1.54	0.93	1849	127026
1460	26.77	1.53	0.93	1836	125190
1480	26.76	1.52	0.92	1823	123367
1500	26.75	1.51	0.91	1810	121557
1520	26.74	1.51	0.91	1810	119747
1540	26.73	1.50	0.91	1796	117951
1560	26.72	1.49	0.90	1783	116168
1580	26.71	1.47	0.89	1768	114400
1600	26.70	1.47	0.89	1768	112631
1620	26.69	1.46	0.89	1754	110877
1640	26.68	1.45	0.88	1739	109138
1660	26.66	1.44	0.87	1725	107413
1680	26.65	1.42	0.86	1709	105704
1700	26.64	1.42	0.86	1709	103995
1720	26.63	1.41	0.85	1694	102301
1740	26.62	1.40	0.85	1678	100623
1760	26.61	1.40	0.85	1678	98946
1780	26.60	1.38	0.84	1662	97284
1800	26.59	1.37	0.83	1645	95639
1820	26.58	1.37	0.83	1645	93994
1840	26.57	1.36	0.82	1628	92366
1860	26.56	1.34	0.81	1611	90756
1880	26.55	1.33	0.80	1593	89163
1900	26.54	1.33	0.80	1593	87570
1920	26.53	1.31	0.79	1575	85995
1940	26.52	1.30	0.79	1556	84438
1960	26.51	1.30	0.79	1556	82882
1980	26.50	1.28	0.78	1538	81345
2000	26.50	1.28	0.78	1538	79807
2020	26.49	1.27	0.77	1518	78289
2040	26.48	1.27	0.77	1518	76771
2060	26.47	1.25	0.76	1498	75272
2080	26.46	1.23	0.75	1478	73794
2100	26.45	1.23	0.75	1478	72316
2120	26.44	1.21	0.74	1457	70859
2140	26.43	1.20	0.72	1436	69423
2160	26.42	1.18	0.71	1414	68009
2180	26.41	1.18	0.71	1414	66595
2200	26.40	1.16	0.70	1392	65203
2220	26.40	1.16	0.70	1392	63811

2240	26.39	1.14	0.69	1369	62442
2260	26.38	1.14	0.69	1369	61074
2280	26.37	1.12	0.68	1345	59729
2300	26.36	1.10	0.67	1321	58408
2320	26.35	1.10	0.67	1321	57087
2340	26.35	1.10	0.67	1321	55766
2360	26.34	1.08	0.65	1296	54470
2380	26.33	1.06	0.64	1270	53200
2400	26.32	1.06	0.64	1270	51930
2420	26.31	1.04	0.63	1244	50686
2440	26.31	1.04	0.63	1244	49442
2460	26.30	1.01	0.61	1216	48226
2480	26.29	1.01	0.61	1216	47010
2500	26.28	0.99	0.60	1188	45822
2520	26.28	0.99	0.60	1188	44634
2540	26.27	0.97	0.58	1159	43475
2560	26.26	0.94	0.57	1129	42346
2580	26.26	0.94	0.57	1129	41218
2600	26.25	0.94	0.57	1129	40089
2620	26.24	0.91	0.55	1097	38992
2640	26.24	0.91	0.55	1097	37894
2660	26.23	0.89	0.54	1065	36830
2680	26.22	0.89	0.54	1065	35765
2700	26.22	0.89	0.54	1065	34700
2720	26.21	0.86	0.52	1031	33669
2740	26.20	0.83	0.50	995	32674
2760	26.20	0.83	0.50	995	31678
2780	26.19	0.83	0.50	995	30683
2800	26.18	0.80	0.48	958	29725
2820	26.18	0.80	0.48	958	28766
2840	26.17	0.77	0.46	920	27847
2860	26.17	0.77	0.46	920	26927
2880	26.16	0.77	0.46	920	26008
2900	26.16	0.77	0.46	920	25088
2920	26.15	0.73	0.44	879	24209
2940	26.14	0.70	0.42	835	23374
2960	26.14	0.70	0.42	835	22539
2980	26.13	0.66	0.40	789	21750
3000	26.13	0.66	0.40	789	20961
3020	26.12	0.66	0.40	789	20172
3040	26.12	0.66	0.40	789	19383
3060	26.11	0.62	0.37	740	18643
3080	26.11	0.62	0.37	740	17903
3100	26.11	0.62	0.37	740	17163
3120	26.10	0.57	0.35	686	16477
3140	26.10	0.57	0.35	686	15791
3160	26.09	0.57	0.35	686	15105
3180	26.09	0.57	0.35	686	14418
3200	26.08	0.52	0.32	628	13791
3220	26.08	0.52	0.32	628	13163
3240	26.08	0.52	0.32	628	12535
3260	26.07	0.47	0.28	563	11973
3280	26.07	0.47	0.28	563	11410
3300	26.07	0.47	0.28	563	10847
3320	26.06	0.47	0.28	563	10285
3340	26.06	0.47	0.28	563	9722
3360	26.05	0.41	0.25	488	9234
3380	26.05	0.41	0.25	488	8745
3400	26.05	0.41	0.25	488	8257
3420	26.05	0.41	0.25	488	7769
3440	26.04	0.33	0.20	399	7369
3460	26.04	0.33	0.20	399	6970
3480	26.04	0.33	0.20	399	6570
3500	26.04	0.33	0.20	399	6171
3520	26.03	0.33	0.20	399	5771
3540	26.03	0.33	0.20	399	5372
3560	26.03	0.33	0.20	399	4972
3580	26.03	0.33	0.20	399	4573
3600	26.02	0.24	0.14	283	4290
3620	26.02	0.24	0.14	283	4007
3640	26.02	0.24	0.14	283	3724
3660	26.02	0.24	0.14	283	3441
3680	26.02	0.24	0.14	283	3158

3700	26.01	0.00	0.00	0	3158
3720	26.01	0.00	0.00	0	3158
3740	26.01	0.00	0.00	0	3158
3760	26.01	0.00	0.00	0	3158

