

ALIMPET srl

Via SP 211 km 63,000

28071 BORGOLAVEZZARO (NO)

Oggetto dell'incarico:

**PROGETTO DI ADEGUAMENTO
DELL'IMPIANTO ESISTENTE
CON AUMENTO DELLA
POTENZIALITA' PRODUTTIVA**

Ambito documentale:

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato:

**Nuova rete di raccolta delle acque
meteoriche: descrizione, verifica
idraulica delle tubazioni e
dell'idoneità del corpo idrico
recettore**

Id_elaborato:

PROG_07



Ottobre 2017

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. DESCRIZIONE DELLA RETE DI RACCOLTA E SCARICO ACQUE METEORICHE.....	3
2.1 Stato di fatto.....	3
2.1.1 Schematizzazione delle reti esistenti e punti di scarico	3
2.1.2 Caratteristiche delle tubazioni principali	4
2.2 Stato di Progetto.....	4
3. CALCOLO DELLE PORTATE DI PIOGGIA	5
3.1 Calcolo dell'intensità di pioggia di progetto.....	5
3.2 Calcolo delle portate di progetto allo scarico S2 ed S3.....	6
3.2.1 Portata allo scarico S2.....	6
3.2.2 Portata allo scarico S3.....	7
4. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE TUBAZIONI DI SCARICO.....	8
4.1 Verifica ramo di tubazione di scarico esistente da superfici E1 a nuovo impianto disoleatore	8
4.2 Verifica ramo di tubazione esistente di scarico da coperture (C1).....	8
4.3 Dimensionamento nuova tubazione di scarico da superficie E2	9
4.4 Dimensionamento tubazione acque di seconda pioggia.....	9
5. VERIFICA ULTIMO TRATTO DI TUBAZIONE AFFERENTE AL MANUFATTO DI SCARICO S2.....	10
6. VERIFICA IDRAULICA DELL'IDONEITA' DEL CORPO IDRICO RECETTORE: IL CAVO FOSSA.....	11
6.1 Calcolo della scala delle portate del Cavo Fossa	11
6.2 Verifica idoneità del Cavo Fossa come corpo ricettore	13

1.

PREMESSA

ALIMPET srl è titolare di un impianto di recupero di rifiuti non pericolosi in Borgolavezzaro (NO), ove si producono granulati in PET e teli in PE a partire dai rifiuti plastici provenienti dalla raccolta differenziata di RSU e rifiuti speciali.

L'impianto opera avvalendosi dell'Autorizzazione rilasciata dalla Provincia di Novara con Determina 2017/454 del 23/3/2017 (ultimo rinnovo).

ALIMPET srl intende ora triplicare la potenzialità produttiva della lavorazione di triturazione e lavaggio PET, lasciando inalterate le altre fasi produttive PET e la linea PE. L'adeguamento prevede quindi un sostanziale incremento dei rifiuti in ingresso, con installazione di nuovi impianti di produzione ed ausiliari, nonché la realizzazione di nuove aree di stoccaggio; per tale ragione è richiesta una modifica sostanziale dell'autorizzazione vigente.

Le nuove aree scoperte di stoccaggio comportano un ampliamento delle superfici scolanti; emerge quindi la necessità di adeguare la rete esistente di raccolta, trattamento e scarico delle acque meteoriche, nonché di valutare se il recettore esistente, costituito dall'adiacente Cavo Fossa, sia in grado di recepire le portate aggiuntive.

Il presente documento ha lo scopo di verificare l'adeguatezza idraulica delle tubazioni esistenti, di dimensionare le nuove condotte di raccolta e di dimostrare la fattibilità idrologica del nuovo scarico nel recettore esistente.

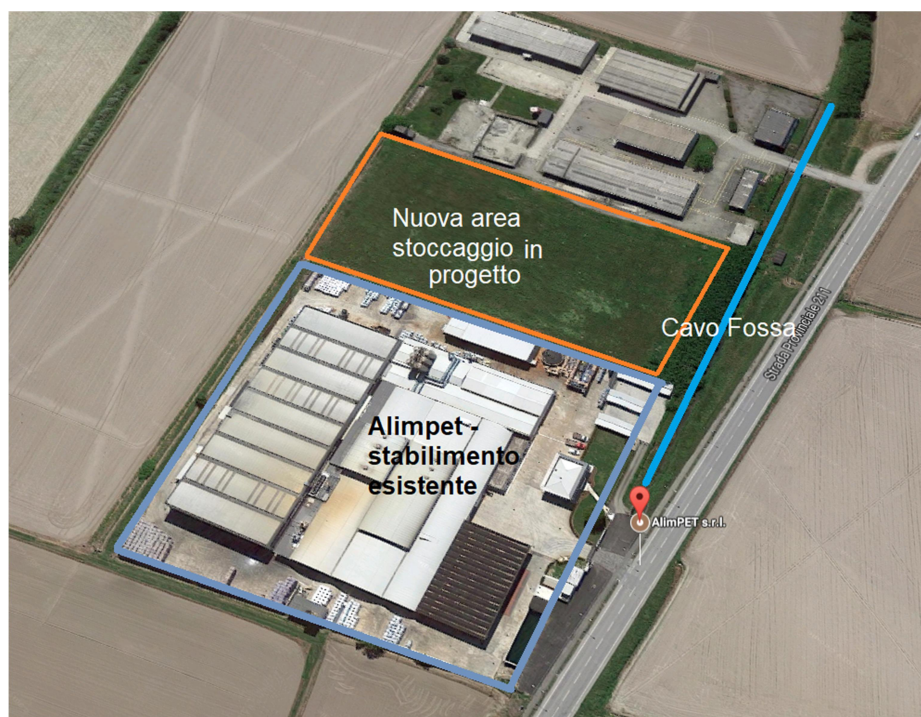


Figura 1 –Vista dall'alto del sito ALIMPET Srl

2. DESCRIZIONE DELLA RETE DI RACCOLTA E SCARICO ACQUE METEORICHE

2.1 Stato di fatto

La descrizione dello stato di fatto della rete di raccolta delle acque meteoriche è stata dedotta dalle informazioni fornite da Alimpet srl e da alcune evidenze emerse nel corso di sopralluoghi.

2.1.1 Schematizzazione delle reti esistenti e punti di scarico

Con riferimento alla TAV_08, la rete è, in sintesi, così costituita:

- tubazioni interrate perimetrali ai fabbricati principali, alimentate da pozzetti con caditoia, che raccolgono le acque di dilavamento dei piazzali impermeabili;
- tubazioni di collettamento e scarico delle acque di dilavamento dei tetti.

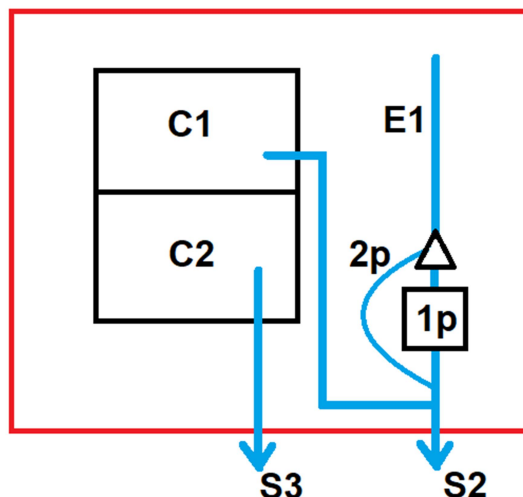
La rete di raccolta delle acque dei piazzali confluisce in un impianto di separazione prima pioggia – seconda pioggia, con trattamento delle acque di prima pioggia. Le acque di seconda pioggia si riuniscono alle acque di prima pioggia successivamente al trattamento.

Sono infine presenti due manufatti di scarico, denominati S2 ed S3, che permettono di convogliare le acque meteoriche nel Cavo Fossa.

Allo scarico S2 confluiscono le acque scolanti provenienti da:

1. Superfici a piazzale impermeabile (E1), individuabili nell'elaborato grafico TAV_08 (8700 m^2) – prima e seconda pioggia;
2. Coperture (C1) dell'immobile adibito alla produzione del granulo PET, del locale generatore di vapore e dalla centrale elettrica, individuabili nell'elaborato grafico TAV_08 (4.150 m^2);

Allo scarico S3 confluiscono unicamente le acque provenienti dai tetti dell'immobile adibito alla produzione PE e allo stoccaggio (C2), con superficie totale pari a circa 6.300 m^2 .

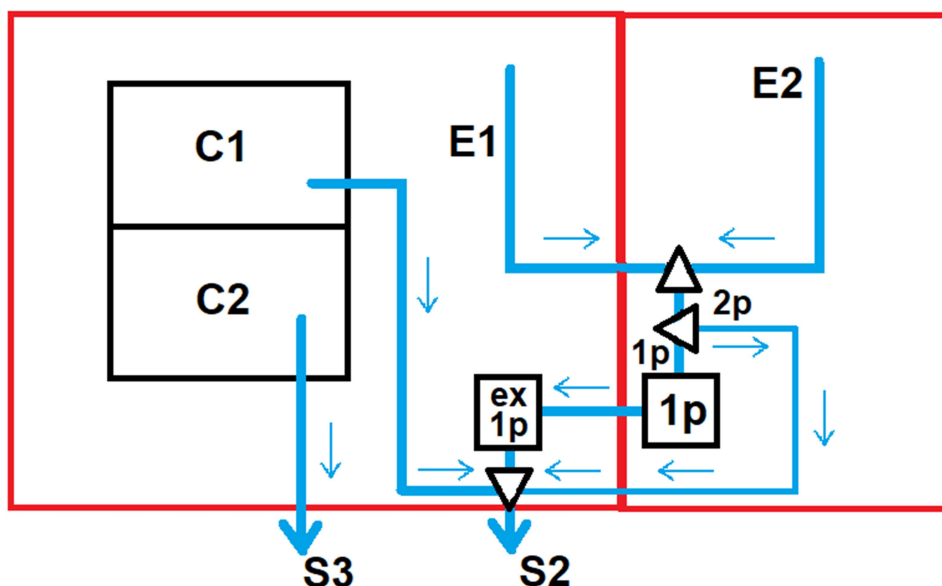


Caratteristiche delle tubazioni principali

2.2

Stato di Progetto

Tutte le acque provenienti dal sito verranno quindi convogliate al nuovo pozzetto unico di separazione prima/seconda pioggia, avviate al nuovo sistema di trattamento acque di prima pioggia, quindi riunite ed infine scaricate sempre in S2. Il tragitto delle tubazioni e la sequenza dei manufatti sono rappresentati nello schema seguente.



1. Superfici a piazzale impermeabile esistenti (E1), individuabili nell'elaborato grafico TAV_08 (8.700 m²);
2. Superfici a piazzale impermeabile in progetto (E2) individuabili nell'elaborato grafico TAV_09 (12.665 m²);
3. Coperture (C1) come già descritte nello stato di fatto con l'ampliamento del locale generatore di vapore in progetto.

Per quanto riguarda lo scarico S3, invece, il progetto non prevede variazioni delle superfici che generano contributi di acque meteoriche; restano quindi invariate le portate allo scarico.

3. CALCOLO DELLE PORTATE DI PIOGGIA

3.1 Calcolo dell'intensità di pioggia di progetto

Per il dimensionamento delle nuove tubazioni e la verifica di quelle esistenti è necessario calcolare la portata di pioggia da smaltire.

A tal fine ci si riferisce all'evento meteorico più gravoso per un certo tempo di ritorno prestabilito: per il progetto di un piazzale industriale si assume come $T_r = 20$ anni, tempo comparabile alla vita dell'opera.

A causa della mancanza di dati puntuali sulle precipitazioni i valori di piovosità sono stati stimati con i metodi probabilistici menzionati nella "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" dell'Autorità di Bacino del fiume Po'.

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è normalmente effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno; la curva di massima possibilità pluviometrica ha espressione:

$$h = a * t^n$$

Dove:

h: altezza di pioggia (mm)

t: tempo di pioggia (ore)

a: massima precipitazione di durata 1 ora (mm)

n: esponente

Le suddette variabili sono già state calcolate dalla Direttiva 2 del P.A.I., dove sono consultabili in forma cartografica e attribuite a tutto il territorio della Pianura Padana suddiviso in celle da 2 km x 2 km.

Considerando l'ubicazione del sito produttivo la cella di riferimento è la CK92, per la quale sono disponibili i seguenti valori:

Tr (anni)	20		100		200	
	a	n	a	n	a	n
CK92	48,46	0,239	62,53	0,228	68,53	0,224

Considerando un tempo di pioggia " t " = 1 h, utilizzando i valori sopra tabellati per $T_r = 20$ si ottiene una $h = 48,46$ mm ed una conseguente intensità di pioggia i pari a $h/t = 48,46$ mm/h.

Calcolo delle portate di progetto allo scarico S2 ed S3

Per la determinazione della portata defluente Q si è adottato il modello cinematico tramite la formula razionale, in base alla quale il collettore che serve una data area A (mq) deve smaltire la seguente portata:

$$Q = \frac{\phi * i * A}{3600000}$$

Dove:

i : intensità di pioggia (mm/h)

A : area superficie scolante (m²)

ϕ : coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso esprime il rapporto fra deflusso (volume d'acqua defluito al bacino) e afflussi (precipitazioni), ed è disponibile tabellato in letteratura tecnica come segue:

Tipologia superficie	Coefficiente di deflusso
Superfici agricole, prati, verde su suolo profondo	0,10-0,15
Terreni incolti o sterrati non compatti	0,20-0,30
Superfici inghiaiate	0,30-0,50
Sterrato compatto	0,50-0,60
Copertura di tetti, superfici asfaltate	0,85-1,00

La pavimentazione esistente e in progetto è costituita da uno strato di calcestruzzo con guaina impermeabile, e quindi si assume come valore di progetto $\phi = 0,90$.

Possono quindi essere calcolate le portate delle acque meteoriche derivanti dalle superfici scolanti dello stato di progetto.

3.2.1

Portata allo scarico S2

Portata acqua da dilavamento superficie esterna (E1)

$$\phi = 0,90$$

$$i = 48,46 \text{ mm/h}$$

$$A = 8.700 \text{ m}^2$$

$$Q_{E1} = 0,105 \text{ m}^3/\text{s}$$

Portata acqua da dilavamento superficie esterna (E2)

$$\phi = 0,90$$

$$i = 48,46 \text{ mm/h}$$

$$A = 12.665 \text{ m}^2$$

$$Q_{E2} = 0,153 \text{ m}^3/\text{s}$$

Portata acqua da dilavamento coperture in progetto (C1)

$$\phi = 0,90$$

$$i = 48,46 \text{ mm/h}$$

$$A = 4.150 \text{ m}^2$$

$$Q_C = 0,050 \text{ m}^3/\text{s}$$

Portata totale allo scarico S2

$$Q_{S2} = Q_{E1} + Q_{E2} + Q_C = 0,308 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.2.2

Portata allo scarico S3

Portata acqua da dilavamento coperture produzione PE

$$\phi = 0,90$$

$$i = 48,46 \text{ mm/h}$$

$$A = 6.300 \text{ m}^2$$

$$Q_{S3} = 0,076 \text{ m}^3/\text{s}$$

Portata totale allo scarico S3

$$Q_{S3} = 0,076 \text{ m}^3/\text{s}$$

4. **DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE TUBAZIONI DI SCARICO**

Per la verifica ed il dimensionamento dei condotti si è scelto di applicare la Formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

$$Q = K * A * R^{2/3} * i^{1/2}$$

Dove:

K = coefficiente di scabrezza (=120 per tubi in PVC)

A = area della sezione bagnata

R = raggio idraulico = A/P

P = perimetro bagnato

i = pendenza di posa della tubazione

4.1 **Verifica ramo di tubazione di scarico esistente da superfici E1 a nuovo impianto disoleatore**

La tubazione installata permette di far confluire le acque da dilavamento delle superfici esterne E1 verso l'impianto di trattamento delle acque meteoriche in progetto. Tale tubazione dovrà essere scollegata dall'attuale recapito e connessa al pozzetto scolmatore prima/seconda pioggia.

La tubazione esistente e in progetto è costituita da tubi in PVC SN8 con una pendenza di posa di 1%, e con $\varnothing_{int}=376$ mm. Si considerano un coefficiente di scabrezza K=120 per i tubi in PVC ed un riempimento del 70%, al fine di verificare che il deflusso possibile non abbia luogo in pressione.

In tali condizioni la portata massima della tubazione è:

$$Q = 0,23 \text{ m}^3$$

Considerando che la portata d'acqua di progetto proveniente dal dilavamento superficie E1 è:

$$Q_{EI} = 0,105 \text{ m}^3/\text{s},$$

La tubazione installata risulta idonea a far defluire le portate di progetto.

4.2 **Verifica ramo di tubazione esistente di scarico da coperture (C1)**

La tubazione permette di far confluire le acque da dilavamento delle coperture del capannone adibito alla produzione PET, della centrale elettrica e del nuovo locale generatore di vapore in progetto.

La tubazione è analoga a quella della superficie E1, e sotto le medesime ipotesi progettuali la portata massima della tubazione è pari a:

$$Q = 0,23 \text{ m}^3$$

Considerando che la portata d'acqua di progetto è:

$$Q_C = 0,050 \text{ m}^3/\text{s}$$

La tubazione installata risulta idonea a far defluire le portate di progetto.

Dimensionamento nuova tubazione di scarico da superficie E2

La nuova superficie in progetto sarà destinata allo stoccaggio dei rifiuti in entrata al sito produttivo e dei materiali semilavorati di produzione. La tubazione permetterà di far confluire le acque meteoriche verso l'impianto di trattamento, in cui l'acqua di prima pioggia verrà sottoposta a sedimentazione e disoleazione insieme all'acqua di prima pioggia proveniente dalla superficie E1.

La tubazione della superficie E2 (piazzale in progetto) dovrà raccogliere le acque scolanti da una superficie di circa 12.665 m².

Pendenza di progetto della dorsale principale della tubazione: 0,5 %.

Moto: a pelo libero con riempimento del 70%

Materiale: tubazione in PVC SN8 - K=120 e $\varnothing_{\text{int}}=376$ mm.

Utilizzando la formula di Chezy si ricava che la portata massima è:

$$Q = 0,163 \text{ m}^3/\text{s}$$

Considerando che la portata d'acqua di progetto è:

$$Q_{E2} = 0,153 \text{ m}^3/\text{s}$$

Possiamo considerare la suddetta tubazione idonea all'allontanamento delle acque di dilavamento della superficie in progetto E2.

Dimensionamento tubazione acque di seconda pioggia

Il condotto che permette di allontanare l'acqua di seconda pioggia uscente dal pozzetto scolmatore dovrà essere dimensionato per accogliere le acque di seconda pioggia della superficie E1 ed E2.

A fini cautelativi si ipotizza che il condotto possa ricevere una portata d'acqua pari alla somma della portata d'acqua scolante proveniente da entrambe le superfici E1 ed E2:

$$Q_{2P} = Q_{E1} + Q_{E2} = 0,105 \text{ m}^3/\text{s} + 0,153 \text{ m}^3/\text{s} = 0,258 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pendenza di progetto della dorsale principale della tubazione: 1 %.

Moto: a pelo libero con riempimento del 70%

Materiale: tubazione in PVC SN8 - K=120 e $\varnothing_{\text{int}}=376$ mm.

Utilizzando la formula di Chezy si ha che la portata massima è:

$$Q = 0,270 \text{ m}^3/\text{s}$$

Confrontando quest'ultimo valore con la massima portata di seconda pioggia (Q_{2P}), si evince che la tubazione è idonea ad allontanare le suddette acque.

5. VERIFICA ULTIMO TRATTO DI TUBAZIONE AFFERENTE AL MANUFATTO DI SCARICO S2

Per motivi tecnici ed economici è stato deciso di valutare l' idoneità tecnica della tubazione di scarico esistente, uscente dalla ex vasca di prima pioggia.

Per la tubazione installata si stimano le seguenti caratteristiche:

- materiale: PVC SN8 – K = 120 - \varnothing_{int} = 376 mm;
- dislivello monte - valle pari a circa 0,3 m per una lunghezza di 15 m;

In questo tratto di tubazione, oltre a tutte le acque di seconda pioggia provenienti dallo stabilimento, si ha anche l' apporto delle acque provenienti dal bacino di sedimentazione di prima pioggia. La portata in uscita dal bacino è relativamente bassa, in quanto lo svuotamento delle vasche (120 m³) e il successivo passaggio nel disoleatore si verifica in 8 ore, ed avviene dopo 48 h dall' inizio dell' evento meteorico.

$$Q = 0,004 \text{ m}^3/\text{s}$$

Quindi la portata totale da convogliare nell' ultimo tratto di condotto prima del manufatto di scarico S2 è pari a:

$$Q_{2P} + Q_C = 0,258 \text{ m}^3/\text{s} + 0,050 \text{ m}^3/\text{s} + 0,004 \text{ m}^3/\text{s} = 0,312 \text{ m}^3/\text{s}$$

Applicando la formula di Chezy sotto le predette ipotesi si ottiene che la portata massima convogliabile con moto a pelo libero e coefficiente di riempimento pari al 70% è pari a

$$Q = 0,326 \text{ m}^3/\text{s}$$

Il condotto esistente è dunque sufficiente per convogliare le portate in uscita dal sito al ricettore prescelto (S2).

6. VERIFICA IDRAULICA DELL'IDONEITA' DEL CORPO IDRICO RECETTORE: IL CAVO FOSSA

6.1 Calcolo della scala delle portate del Cavo Fossa

Il Cavo Fossa o Fontana Fossa nacque intorno al XIII secolo come fossato difensivo lungo il lato Nord-Est e Sud-Est di Borgolavezzaro (Fonte: www.burchvif.it). Oggi a causa dell'espansione del territorio comunale il Cavo è stato tombato all'altezza del paese, tornando a cielo aperto solo a Sud-Est lungo la SP211, con direzione Nord-Sud.

A causa dell'entità delle portate meteoriche di progetto, della scarsa soggiacenza della prima falda e della lontananza dal sito della fognatura pubblica e per la vicinanza allo stabilimento, è stato scelto il Cavo Fossa per lo scarico delle acque meteoriche.

Non si hanno informazioni di letteratura riguardo alle caratteristiche morfologiche e di portata del Cavo Fossa; l'osservazione diretta ha portato alla schematizzazione delle seguenti caratteristiche morfologiche:

- la pendenza del corso d'acqua è relativamente bassa, circa 0,001 m/m, a causa dell'andamento del territorio circostante prevalentemente pianeggiante;
- la sezione è trapezoidale con fondo largo circa 1,2 m e lati obliqui con inclinazione variabile tra i 30° e i 45° rispetto all'orizzontale; per il calcolo della portata è stato considerato il valore 45°, più sfavorevole.

I canali artificiali vengono di norma progettati considerando le condizioni del moto uniforme; sebbene quest'ultimo non si realizzi mai rigorosamente nelle correnti a pelo libero, la sua legge costituisce un'ottima approssimazione del moto dell'acqua in un fiume o in un canale.

Va precisato che le condizioni di moto uniforme presuppongono un alveo cilindrico o prismatico, che viene cioè geometricamente definito dalla pendenza motrice del fondo i e da una fissata sezione trasversale.

La pendenza motrice è un numero adimensionale che quantifica l'inclinazione del fondo nei tratti considerati; la sezione trasversale è la forma dell'alveo osservata perpendicolarmente all'asse dell'alveo stesso.

Immersa in un alveo cilindrico una portata Q , il pelo libero della corrente si dispone secondo un piano inclinato parallelo al fondo con pendenza uguale a i ; la sezione trasversale A dipende, oltre che dalla portata Q , dalle caratteristiche geometriche della sezione e dalla scabrezza.

Calcolare un canale significa definirne la sezione in modo che, con una data pendenza i e per un dato valore della scabrezza, esso risulti in grado di far defluire per moto uniforme una portata assegnata.

La legge del moto uniforme, che lega la velocità media alle caratteristiche dell'alveo e a quelle della corrente, è in genere espressa dalla formula di Chezy:

$$V = \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Dove χ è un coefficiente legato alla scabrezza e al raggio idraulico, i è la pendenza del fondo, R è il raggio idraulico della sezione, definito come il rapporto fra sezione bagnata A e perimetro bagnato P .

L'espressione utilizzata per il calcolo di χ è quella di Bazin II:

$$\chi = \frac{87 \cdot \sqrt{R}}{\sqrt{R} + \gamma}$$

In cui R è sempre il raggio idraulico e γ è il coefficiente di scabrezza dell'alveo, legato ai materiali con cui il canale è realizzato e reperibile in letteratura.

Nel caso di un canale in terra avente sezione regolare, scarsa vegetazione sulle sponde e sul fondo, il valore di γ da assumere è 1,15. L'alveo del Cavo è caratterizzato da vegetazione spontanea, tipica della pianura padana, senza piante infestanti o ad alto fusto; tuttavia è stato assunto un valore di γ pari a 2, corrispondente ad un alveo in stato di abbandono con piante infestanti, in favore di sicurezza.

La portata è legata all'altezza di moto uniforme dalla relazione:

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

dove A è la sezione bagnata, funzione dell'altezza del moto; essa, moltiplicata per la velocità, fornisce la portata defluente.

Le simulazioni eseguite hanno comportato la variazione dell'altezza bagnata da un minimo di 0,2 metri ad un massimo di 2,0 metri (massima altezza del corso d'acqua), con conseguente calcolo delle portate defluenti.

È stato così possibile rappresentare graficamente la scala delle portate del Cavo Fossa, in cui è possibile osservare l'andamento dell'altezza bagnata e del franco di sicurezza (distanza tra pelo libero e sommità dell'argine) in funzione della portata.

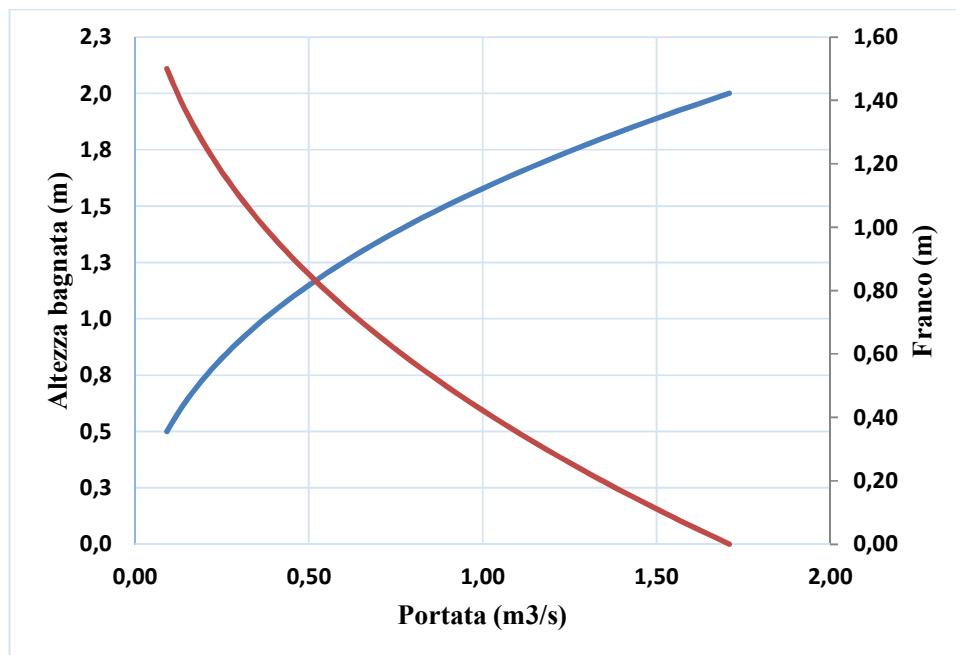


Figura 2 – Scala delle portate del Cavo Fossa

Con franco nullo, quindi nella situazione di esondazione del corso d'acqua, la portata si attesta intorno a $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.2

Verifica idoneità del Cavo Fossa come corpo ricettore

Nella storia ventennale recente del Cavo Fossa non sono note esondazioni né criticità; si suppone pertanto che in un evento meteorico con $Tr = 20$ l'altezza d'acqua rimanga sempre ben al di sotto della sommità arginale. Si assume quindi che durante tale evento teorico con $Tr = 20$ sia presente un franco pari a 0,3 m, corrispondenti ad una altezza bagnata di 1,7 m ed una portata di $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

La portata d'acqua complessivamente scaricata dallo stabilimento calcolata per $Tr = 20$ si ottiene sommando i contributi dello scarico S2 ed S3:

$Q_{S2} + Q_{S3} = 0,312 \text{ m}^3/\text{s} + 0,076 \text{ m}^3/\text{s} = 0,388 \text{ m}^3/\text{s}$ (pari al 35% della portata di piena del cavo Fossa)

Sommando tale portata alla portata di piena ventennale sopra stimata del Cavo Fossa si ottiene $Q_{\text{tot}} = 1,48 \text{ mc/s}$, corrispondente, nella scala delle portate del cavo, ad una altezza bagnata di circa 1,5 m e ad un franco di circa 20 cm: per eventi meteorici intensi con $Tr = 20$ non si hanno dunque in teoria condizioni di esondazione, anche dopo l'immissione delle portate provenienti dal sito produttivo.

La soluzione di scarico prescelta appare dunque idonea e compatibile con la morfologia irrigua esistente.