



COMUNE DI SALERNO

PROVINCIA DI SALERNO

**REALIZZAZIONE DI UN PROGRAMMA DI EDILIZIA**

**PREVALEMENTEMENTE RESIDENZIALE**

**RELAZIONE TECNICA SULLE  
CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO  
FOGNARIO**

**VARIANTE PUA**

**COMPARTO EDIFICATORIO CR 11**

ELENCO DEI PARAGRAFI:

A.	PREMESSA .....	1
B.	SMALTIMENTO ACQUE BIANCHE E NERE .....	1
B.1	rete fognaria esistente: analisi dello stato di fatto.....	1
B.2	dotazione idrica di progetto .....	2
B.3	descrizione intervento di progetto .....	2
B.4	calcolo delle portate .....	3
B.5	dimensionamento delle reti fognarie .....	4
B.6	materiali .....	7

## **A. PREMESSA**

La presente relazione è stata redatta ai fini del dimensionamento delle condotte fognarie deputate allo smaltimento dei reflui prodotti dal comparto edificatorio in questione, tenendo presente un sistema di smaltimento separato dei collettori fognari comunali, di cui di seguito si parlerà.

## **B. SMALTIMENTO ACQUE BIANCHE E NERE**

### **B.1 RETE FOGNARIA ESISTENTE: ANALISI DELLO STATO DI FATTO**

Allo stato su Via Lungolrno, su cui sorgerà l'edificio in esame, è presente soltanto un sistema di caditoie per la raccolta delle acque di dilavamento stradali. Nessuna opera fognaria risulta realizzata nelle vicinanze, sia per quanto attiene le acque nere, sia per le acque meteoriche.

Per ovviare a questa carenza nella presenza di opere di urbanizzazione primarie su una strada di recente realizzazione e che ha visto in pochi anni un notevole aumento dell'insediamento di nuove costruzioni a carattere residenziale e commerciale, sia pubbliche che private, saranno effettuate delle opere "di avvicinamento" a spese della committenza da detrarsi poi dagli oneri di urbanizzazione, con particolare riferimento alla fognatura acque nere; infatti, il collettore fognario più vicino con caratteristiche idrauliche e funzionali rispondenti alle esigenze in questione, risulta lo speco presente su Via Prudente: in questo caso l'"opera di avvicinamento" da realizzare, sarà costituita da una tubazione in PEAD corrugato avente un diametro esterno pari a 250 mm e avente una lunghezza pari a circa 170 m; il collettore già presente su Via Prudente poi, facendo parte delle aste principali del sistema fognario cittadino, sarà condotto all'impianto di depurazione sito nell'area industriale di Salerno.

Per quanto concerne il recapito delle acque bianche, il Comune ha previsto la realizzazione di un collegamento fognario di circa 200 m esclusivamente dedicato alle acque bianche, per il recapito del collettore presente su via Nicolodi verso il vicino corpo idrico superficiale (fiume Irno); tale recapito risulta al momento inadeguato alle esigenze dell'edificio, a causa del fatto che il comparto risulta sottoposto rispetto alla tubazione a farsi. Ciò implicherebbe l'ausilio di opere di sollevamento idraulico per favorire lo smaltimento delle acque bianche verso il relativo recapito finale; ciò è concettualmente errato nonché economicamente sfavorevole nei riguardi della gestione dell'edificio stesso. A fronte di ciò, e nelle more della realizzazione di opere di smaltimento delle acque meteoriche tecnicamente compatibili con il comparto in

esame, si ritiene opportuno scaricare le acque bianche all'interno della canaletta stradale a servizio di Via Lungolrno, attraverso i vari pozzetti presenti lungo il tracciato.

Per il tracciato dei collettori esistenti si rimanda alla tavola **UA1** e **UA2**; relativamente al calcolo della nuova portata in fogna e alla verifica dei collettori esistenti rispetto a quest'ultima, si rimanda ai capitoli successivi contenuti nella presente relazione idraulica specialistica.

## **B.2 DOTAZIONE IDRICA DI PROGETTO**

Al fine di dimensionare correttamente tanto le tubazioni fognarie che quelle dell'acqua potabile è, prima di tutto, necessario stabilire la dotazione idrica giornaliera di progetto intesa come la quantità d'acqua consumata quotidianamente da un abitante equivalente. Le previsioni del P.R.G.A., istituito con L.129/1963, indicavano per l'anno 2015 un consumo pari a 165 l/abg ricavato dall'analisi statistica delle serie storiche ottenute dall'osservazione dei sistemi idraulici funzionanti al tempo della redazione del piano. Appare del tutto evidente che la suddetta dotazione è ampiamente minore di quella da garantire nell'attualità; a tal proposito è possibile citare due fonti distinte ma ugualmente significative.

L'Area Generale di Coordinamento Lavori Pubblici, settore acque ed acquedotti, della Regione Campania, nella redazione del nuovo P.R.G.A. stimava la dotazione da garantire all'anno 1996 pari a 317 l/ab\*g. Nella valutazione, altresì, degli Ambiti Territoriali Ottimali (ATO), in adempimento a quanto stabilito dall'art. 8 comma 2 L. 36/94, la suddetta dotazione veniva stimata in 354 l/abg.

La dotazione media da garantire nelle regioni meridionali secondo dati di letteratura è pari a circa 340 l/ab\*g; pertanto, appare cautelativo assumere per l'intervento in progetto, visto le caratteristiche dello stesso, una **dotazione idrica di progetto pari a 300 l/abg**.

## **B.3 DESCRIZIONE INTERVENTO DI PROGETTO**

L'intervento edilizio sarà dotato di un sistema fognario efficiente costituito dall'insieme delle opere di raccolta ed immissione delle acque meteoriche e reflue nei collettori stradali, dai manufatti di controllo ambientale, dai sollevamenti, dai manufatti di scarico e di lavaggio.

Tentando di seguire l'ottica innovativa dal punto di vista architettonico dell'intervento in essere, e di adattarla al punto di vista impiantistico, e nello specifico per quanto concerne lo



smaltimento delle acque, sono state adottate scelte tecnologiche d'avanguardia cercando di garantire all'intero lotto un vero e proprio sistema di drenaggio urbano che sostituisca e, contemporaneamente, affianchi il sistema di drenaggio naturale; a tal fine sono state analizzate l'idrografia e la morfologia delle aree interessate dall'intervento in modo tale da individuare preliminarmente i punti di naturale raccolta delle acque meteoriche: è stato possibile, così, minimizzare i fenomeni di ruscellamento superficiale.

Al fine di rendere possibili insediamenti commerciali con reflui non assimilabili a quelli domestici, ai sensi del D.Lgs 152/2006 art. 101 comma 7, si è preferito distinguere la rete di raccolta dei reflui domestici da quella di raccolta dei locali adibiti a una diversa destinazione d'uso. E' stata data così la possibilità per questi ultimi di installare in caso di necessità, un piccolo impianto di depurazione ad hoc per ridurre le sostanze inquinanti eventualmente prodotte e contenerle nei limiti prescritti dall'allegato 5 del succitato D.Lgs. 152/2006.

Pertanto, si è proceduto alla progettazione funzionale degli impianti distinguendo le seguenti linee di raccolta separate:

- Linea reflui domestici o assimilabili (raccolta acque nere provenienti dalle abitazioni e uffici);
- Linea reflui non domestici (raccolta acque nere provenienti dai locali commerciali);
- Linea di raccolta delle acque pluviali (per cui è previsto il riutilizzo a fini irrigui);
- Linea di raccolta delle acque nelle zone carrabili.

Ai sensi del Capo III del R.U.E.C. e di quanto prescritto dal D.Lgs 152/2006 art. 101 comma 3, gli scarichi reflui diversi da quelli domestici, sono dotati di pozzetti per il campionamento immediatamente a monte dell'immissione nel recapito principale.

Chiaramente le singole linee sono state dimensionate in funzione delle portate trasportate da ciascuno di essi.

#### B.4 CALCOLO DELLE PORTATE

##### PORTATA ACQUE BIANCHE

Per quanto concerne il calcolo delle **portate di pioggia**, esso è stato effettuato con riferimento alla portata massima istantanea annua quantificata "adattando" il modello geomorfoclimatico (*VA.PI. - Valutazione delle piene in Campania – F. Rossi, P. Villani*), e considerando:

- un tempo di ritorno di 20 anni;

- come sezione di chiusura, il punto di raccolta e smaltimento servito;
- come bacino idrografico è stata considerata la superficie, ipotizzata totalmente impermeabile, costituita dalle coperture degli edifici e dalle superfici carrabili (rampa di accesso ai parcheggi);
- la quota media del “bacino” pari alla quota media caratterizzante l'intervento di progetto.

Per il calcolo della portata di pioggia si utilizza la legge di probabilità pluviometrica dedotta dal metodo VAPI, ricordando che il Comune di Salerno ricade nell'ambito della zona omogenea 1. Per come è stato pensato l'impianto di raccolta delle acque pluviali, si è calcolato un unico valore della **massima portata istantanea annua  $Q_{T(i)}$**  con assegnato periodo di ritorno, sia per le zone carrabili che per le acque pluviali provenienti dai fabbricati (la superficie occupata dalle coperture). Tali aree sono ubicate ad una quota media pari a 17.85 m s.l.m.m.

Nelle condizioni suddette, la portata di progetto per la rete di raccolta delle acque nelle zone carrabili e provenienti dalle coperture dei fabbricati, è pari a **11.45 l/sec**. Per la determinazione del suddetto valore si rimanda all' **Allegato 1**

## **B.5 DIMENSIONAMENTO DELLE RETI FOGNARIE**

Il dimensionamento degli specchi è stato eseguito ipotizzando la corrente in moto uniforme e il grado di riempimento non superiore al 70% per consentire la ventilazione degli scarichi, le tubazioni verranno realizzate in PEAD corrugato e in PVC con una pendenza non minore dello 0.5%. La fognatura sarà posata al di sotto delle tubazioni della rete idrica ad una distanza in raggio non inferiore al metro. Il diametro minimo dei collettori per i reflui conformemente alla vigente normativa sarà pari a 250mm.

Le condutture costituenti l'impianto di smaltimento delle acque reflue saranno di materiale plastico resistente ed impermeabile, con giunture a perfetta tenuta e saranno di numero ed ampiezza sufficiente per ricevere e convogliare le acque fino al recapito finale.

Le tubazioni verticali saranno poste in opera incassate nella muratura e saranno prolungate in alto al di sopra della copertura dell'edificio, in modo tale da poter essere ventilate; l'estremità superiore sarà provvista di cappello di ventilazione e di reticella contro gli insetti.

E', altresì, prevista la realizzazione di un sistema di ventilazione secondaria per lo sfiato delle colonne delle acque nere e saponose sia ai piedi delle stesse che in prossimità di ogni attacco.

Le tubazioni interrate saranno provviste di pozzetti di ispezione senza interruzione del transito nei punti in cui si verifica un cambiamento di direzione, una variazione di livello o la confluenza di più condutture.

Il trasporto delle acque nere e saponose dalle singole abitazioni alla condotta principale avverrà mediante una tubazione di diametro minimo per gli specchi neri con pozzetti di ispezione in c.a. collocati in corrispondenza dei lati di ubicazione delle colonne fecali; l'impianto di raccolta e di smaltimento delle acque pluviali sarà del tutto indipendente da quelli delle acque di altra natura.

L'edificio sarà dotato di un impianto atto a garantire la raccolta delle acque pluviali ed il loro convogliamento; le condutture costituenti l'impianto saranno di materiale plastico resistente ed impermeabile, con giunture a perfetta tenuta e saranno di numero ed ampiezza sufficiente per ricevere e convogliare le acque piovane fino al recapito finale.

Le coperture saranno dotate di punti di raccolta delle acque piovane, attraverso un sistema di pendenze rientranti nell'ordine dell'1%, le condutture verticali di scarico saranno collocate esternamente l'edificio.

Per ogni corpo, compatibilmente con l'aspetto architettonico del fabbricato:

- sarà collegata una pluviale almeno ogni 100 m<sup>2</sup>, in modo che la portata di progetto per la generica tubazione a servizio della singola pluviale sia pari a 1.0 l/sec;
- all'estremità inferiore di ogni calata saranno installati pozzetti di ispezione ad interruzione idraulica, inoltre, così come è possibile notare dagli elaborati grafici allegati, saranno ubicati pozzetti di ispezione lungo le condutture interrate ove si verifichi un repentino cambiamento di direzione o la confluenza di più condutture.

Per quanto riguarda la disciplina delle acque, quelle ruscellanti saranno intercettate, come detto, da una griglia trasversale alla rampa di accesso ai piani interrati.

Per il calcolo degli specchi è stata utilizzata la **Formula di Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler** considerato, a vantaggio di sicurezza, pari a  $K=80$  (condotte in materiali plastici in uso) e una pendenza media di posa in opera delle tubazioni non superiore allo 0.5%; sono stati così ricavati i seguenti diametri commerciali per i diversi specchi:

- Linea reflui domestici (raccolta acque nere provenienti dalle abitazioni e dagli uffici):
  - $Q_{\text{progetto}} = 2.56 \text{ l/sec}$ ;
  - *Materiale: PEAD corrugato;  $D = 250\text{mm}$ ;*

- Linea reflui non domestici (raccolta acque nere provenienti dai locali commerciali):
  - $Q_{\text{progetto}} = 3.57 \text{ l/sec}$ ;
  - *Materiale: PEAD corrugato;  $D = 250\text{mm}$ ;*
- Linea di raccolta delle acque pluviali e acque nelle zone carrabili:
  - $Q_{\text{progetto}} = 11.45 \text{ l/sec}$ ;
  - *Materiale: PVC ;  $D = 315\text{mm}$ .*

Per la determinazione dei suddetti valori si rimanda all' **Allegato 2**

Oltre che pozzetti di raccordo verranno predisposti pozzetti 50x50 in corrispondenza dei punti di raccolta. Chiaramente i pozzetti di raccolta saranno sifonati e la rete avrà una pendenza non superiore allo 0.5%.

In generale per la rete di raccolta delle acque piovane è stata effettuata la verifica delle velocità minima e massima dei reflui nei vari tratti dei collettori: la velocità minima in condotta supera il limite minimo di 0.5 m/sec fissato dalla Circolare 11633 del Ministero dei Lavori Pubblici al fine di evitare fenomeni di sedimentazione e, contemporaneamente, è al di sotto dei 4 m/sec, valore suggerito come il limite massimo di velocità.

Le acque bianche verranno raccolte in una vasca ubicata in corrispondenza della fine della rampa carrabile ed individuata nella tavola di progetto **UA2**, di capacità pari a circa  $20\text{m}^3$ . Tale valore è stato calcolato in base alla portata di 11.45 l/sec e sapendo che per l'area omogenea ove ricade il bacino del lotto di progetto, secondo i parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche del già citato modello VAPI, si può avere una durata dell'evento sensibile pari a 0.3661 ore. Ciò implica che il volume massimo di acque di pioggia così stimabile in circa  $15 \text{ m}^3$ , potrà essere comunque mediamente contenuto nella vasca di raccolta prevista in progetto per il riutilizzo delle acque meteoriche per usi interni, così da razionalizzare l'utilizzo della risorsa idrica.

L'opera in questione, sarà poi collegata all'acquedotto comunale ed è dotata di uno scarico di fondo per la pulizia, e di un troppo pieno per lo smaltimento delle acque in eccesso: ambedue gli scarichi sono collegati alla fogna bianca comunale esistente, tali scarichi sono in PVC con DN = 180 mm.

Per maggiori chiarimenti, si rimanda alle tavole:

UA1 - *"Rete Fognaria – Acque reflue planimetria di progetto con rilievo dello stato di fatto"*

UA2 - *"Rete Fognaria – Acque bianche planimetria di progetto con rilievo dello stato di fatto"*

UA3 - *“Rete Fognaria – Particolari Costruttivi”*

UA4 - *“Rete Fognaria – Sezioni di Progetto”*.

## B.6 MATERIALI

Nella scelta del tipo di materiale **per le reti interne di raccolta dei reflui**, tenendo conto delle caratteristiche chimiche di questi ultimi per l'intervento proposto, è apparso idoneo l'utilizzo di tubazioni in **PVC** conformi alle prescrizioni UNI 7447, sia per le pluviali che per le fecali che per le reti interne. In particolar modo sono state valutate, tra le altre, le seguenti caratteristiche del policloruro di vinile:

- Leggerezza, con conseguenti economie nel trasporto e nella posa in opera;
- Elasticità;
- Superficie interna liscia e difficilmente attaccabile, con caratteristiche di resistenza praticamente costanti nel tempo (persistenza delle condizioni di “tubo nuovo”);
- Elevata resistenza chimica ed elettrochimica sia ai sali disciolti in acqua che alle sostanze acide ed alcaline presenti nei reflui;
- Attaccabilità solo da parte di alcuni solventi organici;
- Buona resistenza alla abrasione;
- Efficiente sistema di giunzione (giunti a bicchiere con anello in materiale elastomerico);
- Elevata resistività elettrica con conseguenti ottime caratteristiche d'isolamento;

I tubi che saranno utilizzati conformemente alle già citate prescrizioni UNI per condotte di scarico interrate in PVC saranno caratterizzati da rigidità anulare di circa 4000 N/m<sup>2</sup> e avranno la possibilità di essere impiegati fino alle seguenti condizioni:

- Temperatura massima permanente pari a 40°C;
- Massimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo pari a 4 m;
- Traffico stradale pesante pari a 12 t/asse;
- Utilizzo in trincea stretta;
- Lunghezza utile pari a 6 m per diametri nominali fino a 600mm.

I tubi avranno un'estremità a bicchiere per giunzione a mezzo di anello di gomma: il giunto dovrà permettere deviazioni angolari e spostamenti longitudinali del tubo senza compromettere la tenuta, sarà elastico di tipo automatico, conforme alla norma UNI

163/1987. La guarnizione dovrà essere realizzata in elastomero e presenterà all'esterno un apposito rilievo per permettere il suo alloggiamento all'interno del bicchiere e una forma conica con profilo divergente a "coda di rondine" all'estremità opposta. La tenuta sarà assicurata dalla guarnizione elastica della gomma e dalla compressione esercitata dal fluido nel divergente della gomma. Le **condotte principali per la raccolta tanto dei reflui che delle acque di pioggia** saranno realizzate in **PEAD corrugato** in conformità di quanto previsto per tutti i nuovi sistemi fognari del Comune di Salerno.

La definizione comunemente utilizzata per le tubazioni suddette è la seguente: "tubazioni strutturate in polietilene ad alta densità coestruso a doppia parete liscia internamente di colore bianco e corrugata esternamente di colore nero, per condotte di scarico interrate non in pressione, prodotto in conformità al prEN 13476-1 ed alla norma italiana UNI 10968-1, certificato dal marchio PIIP/a e dal marchio IIP UNI rilasciato dall'Istituto Italiano dei Plastici, con asse di rigidità pari a  $SN\ 4\ KN/m^2$ , in barre da 6 m, con giunzione mediante manicotto in PEAD ad innesto a marchio PIIP/a e IIP UNI e guarnizione a labbro in PDM".

Il tecnico

A handwritten signature in blue ink is written over a circular official stamp. The stamp contains the text "PROVINCIA DI SALERNO", "INGEGNERIA", "DE PASCALE", "ALBON", and "2086".

## ALLEGATO 1

## DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO PER IL DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI RACCOLTA ACQUE BIANCHE

Valutazione della massima portata istantanea annua con assegnato T  
Aree carrabili e Area di Copertura dei Fabbricati

$$Q_T = K_T \cdot Q_m$$

Periodo di ritorno T                      20                      anni

Legge di variazione con il periodo di ritorno del coefficiente di crescita:

$$K_T = \left( \frac{\Theta \cdot \ln \Lambda}{\eta} + \frac{\ln \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\Theta_*}{\eta} \cdot \ln T = -0.0567 + 0.680 \cdot \ln T$$

KT =	1,980398
------	----------

*Stima della portata indice  $Q_m$   
 attraverso l'utilizzo del modello  
 geomorfoclimatico*

$$Q_m = C_f \cdot q \cdot K_a \cdot \mu[I(t_r)] \cdot \frac{A}{3,6}$$

**Leggi di probabilità pluviometriche**

$$\mu [ I ( d ) ] = \frac{\mu ( I_o )}{\left( 1 + \frac{d}{dc} \right)^\beta}$$

Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per l'area pluviometrica omogenea di riferimento.

Area omogenea in cui ricade il bacino: Area 1					
n. staz.	$\mu(h_o)$ (mm/h)	dc (ore)	C	D*10 <sup>5</sup>	$\rho^2$
14	77,08	0,3661	0,7995	8,6077	0,9994

con  $\beta = C \cdot (D \cdot Z) = 0,7982$

in cui Z = quota media del bacino

**Fattore di riduzione areale**

$$K_A(A, t_r) = 1 - (1 - \exp(-c_1 A)) \exp(-c_2 t_r^{c_3})$$

in cui A è l'area del bacino espressa in km<sup>2</sup>, d è la durata in ore posta pari al tempo di ritardo  $t_r$ ,  
 C1,C2,C3 dei coefficienti aventi i seguenti valori, validi per la regione Campania:

c1	0,0021
c2	0,53
c3	0,25

come si nota per poter pervenire al calcolo dell'intensità media di pioggia areale e del fattore di riduzione areale occorre conoscere il valore del tempo di ritardo  $t_r$ , cui si perviene attraverso una caratterizzazione geomorfologica del bacino.



Per la caratterizzazione geomorfologica del bacino, necessaria per l'utilizzo del modello idrogeomorfoclimatico si fa riferimento alle seguenti tipologie idrogeomorfologiche:

<b>Z<sub>m</sub> = quota media del tratto di riferimento (m s.l.m.)</b>	15,35
<b>A<sub>tot</sub> = superficie del tratto di riferimento (kmq)</b>	0,0007500
A1 = superf. carbonatica non coperta da bosco (permeabile) = 0% ATOT	0,0000000
A2 = superficie non carbonatica (impermeabile) = 100% ATOT	0,0007500
A3=A0= superf. carbonatica con copertura boschiva (permeabile)= 0% ATOT	0,0000000

cui corrispondono delle coefficienti di afflusso C<sub>f</sub>:

C <sub>f,1</sub>	0,42
C <sub>f,2</sub>	0,56
C <sub>f,0</sub>	0,00

e delle celerità di propagazione:

C <sub>1</sub>	0,23	m/s
C <sub>2</sub>	1,87	m/s

da cui possiamo ricavare i valori del coefficiente di afflusso C<sub>f</sub> e del tempo di ritardo t<sub>r</sub>, caratteristici del bacino, essendo:

$C_f = \frac{A_1}{A_{TOT}} \cdot C_{f1} + \frac{A_2}{A_{TOT}} \cdot C_{f2} + \frac{A_0}{A_{TOT}} \cdot C_{f0}$	0,5600	
$t_{r,TOT} = \left( \frac{c_{f1} \cdot A_1}{c_f \cdot A} \cdot \frac{1,25}{3,6} \cdot \frac{\sqrt{A_1}}{c_1} \right) + \left( \frac{c_{f2} \cdot A_2}{c_f \cdot A} \cdot \frac{1,25}{3,6} \cdot \frac{\sqrt{A_2}}{c_2} \right)$	0,0051	ore

Noto il tempo di ritardo t<sub>r</sub>, che ipotizziamo esser coincidente con la durata critica dell'evento, possiamo calcolare i valori dell'intensità media di pioggia areale e del fattore di riduzione areale:

$$\mu [I(t_r)] = 76,2360 \quad \text{mm/h}$$

$$K_A(A, t_r) = 1,0000$$

Per poter esplicitare il calcolo della portata indice occorre determinare infine il valore di q = coefficiente di attenuazione corretto del colmo di piena, che dipende in maniera complessa da tutti i parametri del modello. Andiamo a valutarlo in funzione del valore n', ed assumeremo:

$$q = \begin{matrix} 0,60 & \text{se} & 0,25 \leq n' \leq 0,45 \\ 0,65 & \text{se} & 0,45 \leq n' \leq 0,65 \end{matrix}$$

$$\text{essendo: } n' = 1 + K_1 A - \frac{\beta \cdot t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} = 0,98906543 \quad \text{risulta } q = 0,65 \quad \text{da cui si ricava:}$$

$$Q_m = C_f \cdot q \cdot K_a \cdot \mu[I(t_r)] \cdot \frac{A}{3,6} \qquad Q_T = K_T \cdot Q_m$$

Q <sub>m</sub>	0,00578	m³/s
Q <sub>T</sub> (0) =	0,01145	m³/s
Q <sub>T</sub> (0) =	11,45	l/s

## ALLEGATO 2

## DETERMINAZIONE DIAMETRO TUBAZIONI

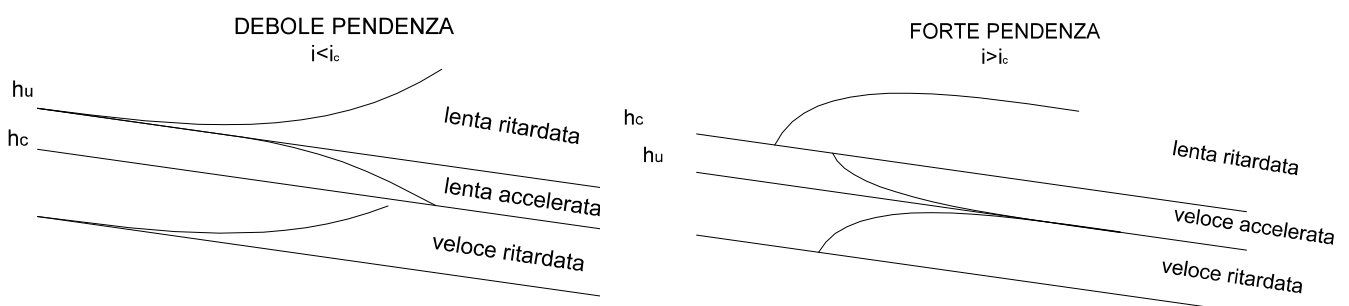
Note le portate in ogni tratto della fognatura, supposte queste costanti in essi, è possibile, sconnettendo idraulicamente i tratti, pervenire ai valori dei diametri. Per la scelta di questi, bisogna tener conto di tutte le caratteristiche geometriche ed idrauliche ovvero forma, scabrezza, pendenza, tipo di materiale di cui è composto lo speco; alcune di queste risultano fissate, quali:

- pendenza del canale : uguale pendenza del terreno sovrastante;
- materiale : è necessario utilizzare materiali plastici e/o lapidei che ben funzionano sia per acque potabili che per acque reflue, viceversa si avrebbero problemi di corrosione per i materiali metallici;
- tipologia di sezione: è possibile scegliere tra vari tipi di sezioni quali circolare, ovoidale, composta.

Stante l'aver fissato determinati parametri, come precedentemente affermato, tra cui la portata costante nello spazio (per ogni singolo tratto) e nel tempo (condizioni di moto permanente), la variabile *diametro* risulta comunque di difficile determinazione in quanto si possono avere vari profili di corrente. La scelta del profilo va fatta nel rispetto dei vincoli di velocità e del grado di riempimento:  $V \leq V_{max}$ , da cui  $\left(\frac{h}{D}\right) \leq \left(\frac{h}{D}\right)_{max}$

In particolare, il progetto-verifica del diametro di una tubazione fognaria, passa attraverso l'ipotesi iniziale di un profilo di corrente limitato a monte e a valle in modo da avere un controllo sulle velocità e sul tirante (grado di riempimento), per poi andare nella fase successiva, dopo aver determinato il possibile diametro della condotta, a verificare la correttezza di detta ipotesi.

Si sceglierà quindi un profilo di corrente lenta accelerata per un alveo a debole pendenza o uno di corrente veloce accelerata nel caso di alveo a forte pendenza, come si desume dai seguenti schemi:



Il dimensionamento poi si conclude con la verifica delle velocità, che deve rimanere compresa tra un valore minimo pari a  $V_{min} = 0.5 \text{ m/sec}$  ed uno pari a  $V_{max} = 5 \text{ m/sec}$ .

Il procedimento utilizzato, è basato sul concetto di similitudine idraulica. Quando si parla di similitudine idraulica ci si riferisce a sezioni che sono simili dal punto di vista geometrico (cioè hanno la stessa forma) e che hanno anche lo stesso grado di riempimento.

Supponiamo che  $h_1$  ed  $h_2$  siano in moto uniforme e scriviamo l'equazione del moto uniforme:

$$\begin{aligned} Q_1 &= K_1 \cdot A_1 \cdot \sqrt[3]{R_1^2} \cdot \sqrt{i_1} \\ Q_2 &= K_2 \cdot A_2 \cdot \sqrt[3]{R_2^2} \cdot \sqrt{i_2} \end{aligned} \quad \text{GAUCKLER - STRICKLER}$$

ipotizzando  $\frac{h}{D} = 0.5$ , con  $R$  raggio idraulico  $= A/C$  (area / contorno bagnato) si ottiene:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \left( \frac{K_2}{K_1} \right) \cdot \sqrt{\frac{i_2}{i_1}} \cdot \sqrt[3]{\left( \frac{D_2}{D_1} \right)^8}$$

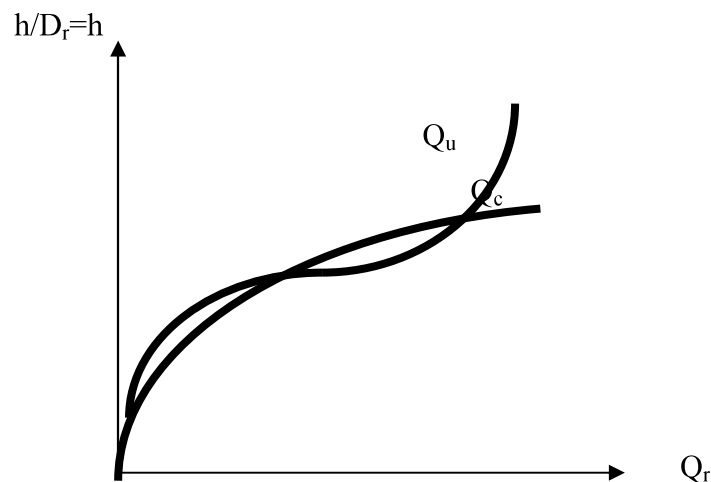
Preso una sezione di riferimento in cui:

$$D_1 = 1, i_1 = 1, K_1 = K_2$$

si avrebbe:

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \sqrt{i_2} \cdot \sqrt[3]{D_2^8} \quad (1)$$

Si può costruire la scala di deflusso della sezione di riferimento, con  $D_r=1$   $i_r=1$  e  $K_r=1$ .



Non conoscendo la geometria, non possiamo conoscere il tipo di alveo; nota la portata  $Q$ , insieme alla pendenza e al coefficiente  $K$  e scelto il grado di riempimento attraverso la scala di deflusso della sezione di riferimento, si ricava la  $Q_r$  di moto uniforme o di stato critico a seconda di come si è ipotizzato l' alveo.

Ricavato  $Q_{ru}$  (si ipotizzi un alveo a debole pendenza) si calcola il diametro con la (1) per poi prendere il diametro commerciale più grande; quindi con questo, si ricava sempre dalla (1) la nuova portata  $Q_{ru}^*$  con la quale attraverso la scala di deflusso si ottiene  $h_r$ .

Infine per la similitudine delle sezioni si calcola  $h_u = h_r \cdot D_{comm}$

Nella fase di verifica si deve calcolare l'altezza di stato critico  $K = h_{rc} / D_{comm}$ , dove  $h_{rc}$  si ricava dalla scala di deflusso di stato critico entrando però con la portata di stato critico ricavata dalla (2).

Se  $h_u < K$  allora l'ipotesi di alveo a debole pendenza è giusta, altrimenti si ripete il procedimento partendo da condizioni di stato critico.

Come ultima verifica si controllano le velocità: se ci troviamo in un alveo a debole pendenza la velocità va calcolata in stato critico, altrimenti viceversa.

In seguito saranno riportate per ogni sezione le scale di deflusso dalle quali si ricaverà il tipo di alveo, la velocità massima e minima, e il grado di riempimento nel caso in cui ci sia la portata bianca e nel caso di portata nera.

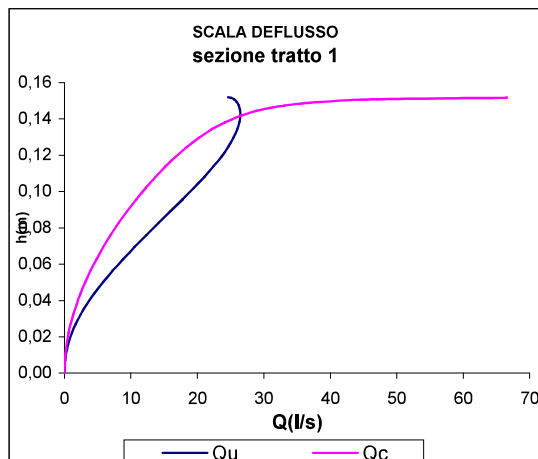
# TRATTO 1

DATI CANALE DI PROGETTO									
q=	2,56	[l/s]	Dint=	152	[mm]	Ø Est.=	160	[mm]	
i=	1,0%		K <sub>r</sub> =	120	PVC	h/D=Y=	0,7		

θ	θ	sin θ	cos θ	h	b	C	A	R	Qu	Qc	Vu	Vc
(gradi)	(rad)			(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(l/s)	(l/s)	(m/s)	(m/s)
0	0,00	0,00	1,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,09	0,09	1,00	0,000	0,01	0,01	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
10	0,17	0,17	0,98	0,001	0,03	0,03	0,000	0,00	0,00	0,00	0,101	0,087
15	0,26	0,26	0,97	0,003	0,04	0,04	0,000	0,00	0,01	0,01	0,172	0,130
20	0,35	0,34	0,94	0,005	0,05	0,05	0,000	0,00	0,04	0,03	0,250	0,174
25	0,44	0,42	0,91	0,007	0,06	0,07	0,000	0,00	0,10	0,07	0,334	0,217
30	0,52	0,50	0,87	0,010	0,08	0,08	0,001	0,01	0,22	0,14	0,421	0,260
35	0,61	0,57	0,82	0,014	0,09	0,09	0,001	0,01	0,42	0,25	0,510	0,303
40	0,70	0,64	0,77	0,018	0,10	0,11	0,001	0,01	0,71	0,41	0,601	0,345
45	0,79	0,71	0,71	0,022	0,11	0,12	0,002	0,01	1,14	0,64	0,691	0,388
50	0,87	0,77	0,64	0,027	0,12	0,13	0,002	0,02	1,71	0,94	0,780	0,430
55	0,96	0,82	0,57	0,032	0,12	0,15	0,003	0,02	2,45	1,34	0,866	0,472
60	1,05	0,87	0,50	0,038	0,13	0,16	0,004	0,02	3,37	1,82	0,950	0,514
65	1,13	0,91	0,42	0,044	0,14	0,17	0,004	0,03	4,47	2,41	1,031	0,556
70	1,22	0,94	0,34	0,050	0,14	0,19	0,005	0,03	5,75	3,11	1,107	0,598
75	1,31	0,97	0,26	0,056	0,15	0,20	0,006	0,03	7,20	3,91	1,178	0,639
80	1,40	0,98	0,17	0,063	0,15	0,21	0,007	0,03	8,80	4,82	1,243	0,681
85	1,48	1,00	0,09	0,069	0,15	0,23	0,008	0,04	10,51	5,83	1,303	0,723
90	1,57	1,00	0,00	0,076	0,15	0,24	0,009	0,04	12,31	6,94	1,356	0,765
95	1,66	1,00	-0,09	0,083	0,15	0,25	0,010	0,04	14,14	8,14	1,403	0,808
100	1,75	0,98	-0,17	0,089	0,15	0,27	0,011	0,04	15,98	9,43	1,444	0,852
105	1,83	0,97	-0,26	0,096	0,15	0,28	0,012	0,04	17,77	10,78	1,477	0,897
110	1,92	0,94	-0,34	0,102	0,14	0,29	0,013	0,04	19,47	12,21	1,504	0,943
115	2,01	0,91	-0,42	0,108	0,14	0,31	0,014	0,05	21,04	13,69	1,524	0,992
120	2,09	0,87	-0,50	0,114	0,13	0,32	0,015	0,05	22,44	15,23	1,537	1,043
125	2,18	0,82	-0,57	0,120	0,12	0,33	0,015	0,05	23,66	16,82	1,545	1,098
130	2,27	0,77	-0,64	0,125	0,12	0,34	0,016	0,05	24,66	18,49	1,546	1,159
135	2,36	0,71	-0,71	0,130	0,11	0,36	0,016	0,05	25,44	20,24	1,542	1,227
140	2,44	0,64	-0,77	0,134	0,10	0,37	0,017	0,05	25,99	22,13	1,533	1,305
145	2,53	0,57	-0,82	0,138	0,09	0,38	0,017	0,05	26,33	24,20	1,519	1,396
150	2,62	0,50	-0,87	0,142	0,08	0,40	0,018	0,04	26,47	26,58	1,502	1,508
155	2,71	0,42	-0,91	0,145	0,06	0,41	0,018	0,04	26,43	29,44	1,482	1,650
160	2,79	0,34	-0,94	0,147	0,05	0,42	0,018	0,04	26,23	33,14	1,459	1,842
165	2,88	0,26	-0,97	0,149	0,04	0,44	0,018	0,04	25,92	38,38	1,434	2,123
170	2,97	0,17	-0,98	0,151	0,03	0,45	0,018	0,04	25,52	47,04	1,408	2,596
175	3,05	0,09	-1,00	0,152	0,01	0,46	0,018	0,04	25,07	66,50	1,382	3,665
180	3,14	0,00	-1,00	0,152	0,00	0,48	0,018	0,04	24,61	66,50	1,356	3,665

VERIFICA IPOTESI INIZIALE				
alveo a forte pendenza (hu<hc)	hu=	0,0324	[m]	OK
	hc=	0,0439	[m]	

VERIFICA FINALE SULLE VELOCITA'				
alveo a forte pendenza (0,5<V(hu)=Q/A(hu)<5)	hu [m] =	0,032	V = Q/A(hu) [m/s] =	0,90 OK
	A(hu) [m <sup>2</sup> ] =	0,003		



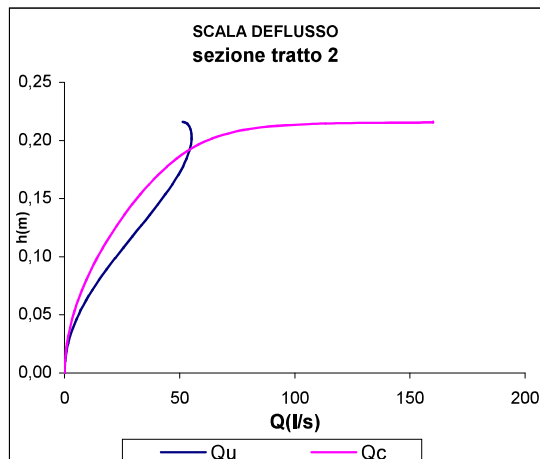
## TRATTO 2

DATI CANALE DI PROGETTO					
<b>q=</b>	2,56	[l/s]	<b>D<sub>int</sub>=</b>	216	[mm]
<b>i=</b>	1,5%		<b>K<sub>r</sub> =</b>	80	<b>PEAD</b>
			<b>Ø Est.=</b>	250	[mm]
			<b>h/D=Y=</b>	0,7	

θ	θ	sin θ	cos θ	h	b	C	A	R	Q <sub>u</sub>	Q <sub>c</sub>	V <sub>u</sub>	V <sub>c</sub>
(gradi)	(rad)			(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(l/s)	(l/s)	(m/s)	(m/s)
0	0,00	0,00	1,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,09	0,09	1,00	0,000	0,02	0,02	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
10	0,17	0,17	0,98	0,002	0,04	0,04	0,000	0,00	0,00	0,00	0,104	0,104
15	0,26	0,26	0,97	0,004	0,06	0,06	0,000	0,00	0,02	0,02	0,177	0,155
20	0,35	0,34	0,94	0,007	0,07	0,08	0,000	0,00	0,08	0,07	0,258	0,207
25	0,44	0,42	0,91	0,010	0,09	0,09	0,001	0,01	0,21	0,16	0,345	0,259
30	0,52	0,50	0,87	0,014	0,11	0,11	0,001	0,01	0,46	0,33	0,435	0,310
35	0,61	0,57	0,82	0,020	0,12	0,13	0,002	0,01	0,87	0,59	0,527	0,361
40	0,70	0,64	0,77	0,025	0,14	0,15	0,002	0,02	1,49	0,99	0,620	0,412
<b>45</b>	<b>0,79</b>	<b>0,71</b>	<b>0,71</b>	<b>0,032</b>	<b>0,15</b>	<b>0,17</b>	<b>0,003</b>	<b>0,02</b>	<b>2,37</b>	<b>1,54</b>	<b>0,713</b>	<b>0,462</b>
50	0,87	0,77	0,64	0,039	0,17	0,19	0,004	0,02	3,57	2,27	0,805	0,513
55	0,96	0,82	0,57	0,046	0,18	0,21	0,006	0,03	5,11	3,22	0,894	0,563
60	1,05	0,87	0,50	0,054	0,19	0,23	0,007	0,03	7,03	4,39	0,981	0,613
65	1,13	0,91	0,42	0,062	0,20	0,25	0,009	0,04	9,32	5,81	1,064	0,663
70	1,22	0,94	0,34	0,071	0,20	0,26	0,011	0,04	11,99	7,48	1,142	0,712
75	1,31	0,97	0,26	0,080	0,21	0,28	0,012	0,04	15,01	9,41	1,215	0,762
80	1,40	0,98	0,17	0,089	0,21	0,30	0,014	0,05	18,34	11,60	1,283	0,812
85	1,48	1,00	0,09	0,099	0,22	0,32	0,016	0,05	21,91	14,04	1,345	0,862
90	1,57	1,00	0,00	0,108	0,22	0,34	0,018	0,05	25,65	16,71	1,400	0,912
95	1,66	1,00	-0,09	0,117	0,22	0,36	0,020	0,06	29,48	19,60	1,448	0,963
100	1,75	0,98	-0,17	0,127	0,21	0,38	0,022	0,06	33,30	22,69	1,490	1,015
105	1,83	0,97	-0,26	0,136	0,21	0,40	0,024	0,06	37,03	25,96	1,524	1,069
110	1,92	0,94	-0,34	0,145	0,20	0,41	0,026	0,06	40,57	29,38	1,552	1,124
115	2,01	0,91	-0,42	0,154	0,20	0,43	0,028	0,06	43,84	32,95	1,573	1,182
120	2,09	0,87	-0,50	0,162	0,19	0,45	0,029	0,07	46,77	36,65	1,587	1,243
125	2,18	0,82	-0,57	0,170	0,18	0,47	0,031	0,07	49,30	40,50	1,594	1,309
130	2,27	0,77	-0,64	0,177	0,17	0,49	0,032	0,07	51,39	44,51	1,596	1,382
135	2,36	0,71	-0,71	0,184	0,15	0,51	0,033	0,07	53,02	48,73	1,591	1,463
140	2,44	0,64	-0,77	0,191	0,14	0,53	0,034	0,06	54,18	53,27	1,582	1,555
145	2,53	0,57	-0,82	0,196	0,12	0,55	0,035	0,06	54,88	58,26	1,568	1,665
150	2,62	0,50	-0,87	0,202	0,11	0,57	0,036	0,06	55,17	63,98	1,550	1,798
155	2,71	0,42	-0,91	0,206	0,09	0,58	0,036	0,06	55,08	70,87	1,529	1,968
160	2,79	0,34	-0,94	0,209	0,07	0,60	0,036	0,06	54,67	79,77	1,505	2,196
165	2,88	0,26	-0,97	0,212	0,06	0,62	0,037	0,06	54,02	92,40	1,480	2,531
170	2,97	0,17	-0,98	0,214	0,04	0,64	0,037	0,06	53,19	113,25	1,453	3,094
175	3,05	0,09	-1,00	0,216	0,02	0,66	0,037	0,06	52,25	160,09	1,426	4,369
180	3,14	0,00	-1,00	0,216	0,00	0,68	0,037	0,05	51,29	160,09	1,400	4,369

VERIFICA IPOTESI INIZIALE				
alveo a forte pendenza (hu<hc)	hu=	0,0316	[m]	OK
	hc=	0,0386	[m]	

VERIFICA FINALE SULLE VELOCITA'				
alveo a forte pendenza (0,5<V(hu)=Q/A(hu)<5)	hu [m] =	0,032	V = Q/A(hu) [m/s] =	0,77
	A(hu) [m <sup>2</sup> ] =	0,003		
				OK



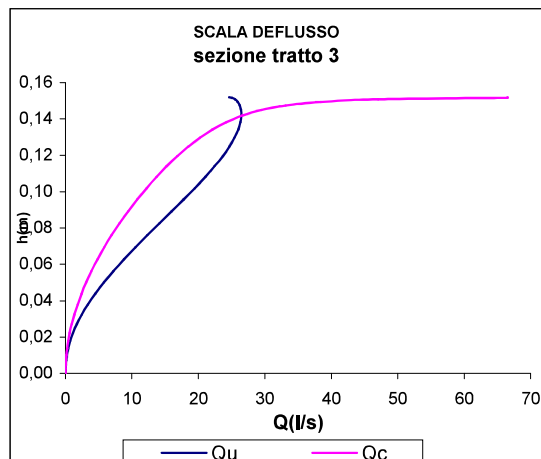
### TRATTO 3

DATI CANALE DI PROGETTO					
q=	3,57	[l/s]	Dint=	152	[mm]
i=	1,0%		K <sub>r</sub> =	120	PVC
			Ø Est.=	160	[mm]
			h/D=Y=	0,7	

θ	θ	sin θ	cos θ	h	b	C	A	R	Qu	Qc	Vu	Vc
(gradi)	(rad)			(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(l/s)	(l/s)	(m/s)	(m/s)
0	0,00	0,00	1,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,09	0,09	1,00	0,000	0,01	0,01	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
10	0,17	0,17	0,98	0,001	0,03	0,03	0,000	0,00	0,00	0,00	0,101	0,087
15	0,26	0,26	0,97	0,003	0,04	0,04	0,000	0,00	0,01	0,01	0,172	0,130
20	0,35	0,34	0,94	0,005	0,05	0,05	0,000	0,00	0,04	0,03	0,250	0,174
25	0,44	0,42	0,91	0,007	0,06	0,07	0,000	0,00	0,10	0,07	0,334	0,217
30	0,52	0,50	0,87	0,010	0,08	0,08	0,001	0,01	0,22	0,14	0,421	0,260
35	0,61	0,57	0,82	0,014	0,09	0,09	0,001	0,01	0,42	0,25	0,510	0,303
40	0,70	0,64	0,77	0,018	0,10	0,11	0,001	0,01	0,71	0,41	0,601	0,345
45	0,79	0,71	0,71	0,022	0,11	0,12	0,002	0,01	1,14	0,64	0,691	0,388
50	0,87	0,77	0,64	0,027	0,12	0,13	0,002	0,02	1,71	0,94	0,780	0,430
55	0,96	0,82	0,57	0,032	0,12	0,15	0,003	0,02	2,45	1,34	0,866	0,472
60	1,05	0,87	0,50	0,038	0,13	0,16	0,004	0,02	3,37	1,82	0,950	0,514
65	1,13	0,91	0,42	0,044	0,14	0,17	0,004	0,03	4,47	2,41	1,031	0,556
70	1,22	0,94	0,34	0,050	0,14	0,19	0,005	0,03	5,75	3,11	1,107	0,598
75	1,31	0,97	0,26	0,056	0,15	0,20	0,006	0,03	7,20	3,91	1,178	0,639
80	1,40	0,98	0,17	0,063	0,15	0,21	0,007	0,03	8,80	4,82	1,243	0,681
85	1,48	1,00	0,09	0,069	0,15	0,23	0,008	0,04	10,51	5,83	1,303	0,723
90	1,57	1,00	0,00	0,076	0,15	0,24	0,009	0,04	12,31	6,94	1,356	0,765
95	1,66	1,00	-0,09	0,083	0,15	0,25	0,010	0,04	14,14	8,14	1,403	0,808
100	1,75	0,98	-0,17	0,089	0,15	0,27	0,011	0,04	15,98	9,43	1,444	0,852
105	1,83	0,97	-0,26	0,096	0,15	0,28	0,012	0,04	17,77	10,78	1,477	0,897
110	1,92	0,94	-0,34	0,102	0,14	0,29	0,013	0,04	19,47	12,21	1,504	0,943
115	2,01	0,91	-0,42	0,108	0,14	0,31	0,014	0,05	21,04	13,69	1,524	0,992
120	2,09	0,87	-0,50	0,114	0,13	0,32	0,015	0,05	22,44	15,23	1,537	1,043
125	2,18	0,82	-0,57	0,120	0,12	0,33	0,015	0,05	23,66	16,82	1,545	1,098
130	2,27	0,77	-0,64	0,125	0,12	0,34	0,016	0,05	24,66	18,49	1,546	1,159
135	2,36	0,71	-0,71	0,130	0,11	0,36	0,016	0,05	25,44	20,24	1,542	1,227
140	2,44	0,64	-0,77	0,134	0,10	0,37	0,017	0,05	25,99	22,13	1,533	1,305
145	2,53	0,57	-0,82	0,138	0,09	0,38	0,017	0,05	26,33	24,20	1,519	1,396
150	2,62	0,50	-0,87	0,142	0,08	0,40	0,018	0,04	26,47	26,58	1,502	1,508
155	2,71	0,42	-0,91	0,145	0,06	0,41	0,018	0,04	26,43	29,44	1,482	1,650
160	2,79	0,34	-0,94	0,147	0,05	0,42	0,018	0,04	26,23	33,14	1,459	1,842
165	2,88	0,26	-0,97	0,149	0,04	0,44	0,018	0,04	25,92	38,38	1,434	2,123
170	2,97	0,17	-0,98	0,151	0,03	0,45	0,018	0,04	25,52	47,04	1,408	2,596
175	3,05	0,09	-1,00	0,152	0,01	0,46	0,018	0,04	25,07	66,50	1,382	3,665
180	3,14	0,00	-1,00	0,152	0,00	0,48	0,018	0,04	24,61	66,50	1,356	3,665

VERIFICA IPOTESI INIZIALE				
alveo a forte pendenza (hu<hc)	hu=	0,0380	[m]	OK
	hc=	0,0500	[m]	

VERIFICA FINALE SULLE VELOCITA'					
alveo a forte pendenza (0,5<V(hu)=Q/A(hu)<5)	hu [m] =	0,038	V = Q/A(hu) [m/s] =	1,01	OK
	A(hu) [m²] =	0,004			





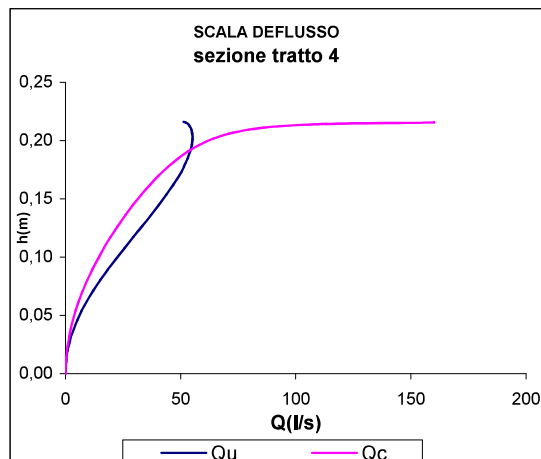
# TRATTO 4

DATI CANALE DI PROGETTO									
q=	6,13	[l/s]	Dint=	216	[mm]	Ø Est.=	250	[mm]	
i=	1,5%		K <sub>r</sub> =	80	PEAD	h/D=Y=	0,7		

θ	θ	sin θ	cos θ	h	b	C	A	R	Qu	Qc	Vu	Vc
(gradi)	(rad)			(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(l/s)	(l/s)	(m/s)	(m/s)
0	0,00	0,00	1,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,09	0,09	1,00	0,000	0,02	0,02	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
10	0,17	0,17	0,98	0,002	0,04	0,04	0,000	0,00	0,00	0,00	0,104	0,104
15	0,26	0,26	0,97	0,004	0,06	0,06	0,000	0,00	0,02	0,02	0,177	0,155
20	0,35	0,34	0,94	0,007	0,07	0,08	0,000	0,00	0,08	0,07	0,258	0,207
25	0,44	0,42	0,91	0,010	0,09	0,09	0,001	0,01	0,21	0,16	0,345	0,259
30	0,52	0,50	0,87	0,014	0,11	0,11	0,001	0,01	0,46	0,33	0,435	0,310
35	0,61	0,57	0,82	0,020	0,12	0,13	0,002	0,01	0,87	0,59	0,527	0,361
40	0,70	0,64	0,77	0,025	0,14	0,15	0,002	0,02	1,49	0,99	0,620	0,412
45	0,79	0,71	0,71	0,032	0,15	0,17	0,003	0,02	2,37	1,54	0,713	0,462
50	0,87	0,77	0,64	0,039	0,17	0,19	0,004	0,02	3,57	2,27	0,805	0,513
55	0,96	0,82	0,57	0,046	0,18	0,21	0,006	0,03	5,11	3,22	0,894	0,563
60	1,05	0,87	0,50	0,054	0,19	0,23	0,007	0,03	7,03	4,39	0,981	0,613
65	1,13	0,91	0,42	0,062	0,20	0,25	0,009	0,04	9,32	5,81	1,064	0,663
70	1,22	0,94	0,34	0,071	0,20	0,26	0,011	0,04	11,99	7,48	1,142	0,712
75	1,31	0,97	0,26	0,080	0,21	0,28	0,012	0,04	15,01	9,41	1,215	0,762
80	1,40	0,98	0,17	0,089	0,21	0,30	0,014	0,05	18,34	11,60	1,283	0,812
85	1,48	1,00	0,09	0,099	0,22	0,32	0,016	0,05	21,91	14,04	1,345	0,862
90	1,57	1,00	0,00	0,108	0,22	0,34	0,018	0,05	25,65	16,71	1,400	0,912
95	1,66	1,00	-0,09	0,117	0,22	0,36	0,020	0,06	29,48	19,60	1,448	0,963
100	1,75	0,98	-0,17	0,127	0,21	0,38	0,022	0,06	33,30	22,69	1,490	1,015
105	1,83	0,97	-0,26	0,136	0,21	0,40	0,024	0,06	37,03	25,96	1,524	1,069
110	1,92	0,94	-0,34	0,145	0,20	0,41	0,026	0,06	40,57	29,38	1,552	1,124
115	2,01	0,91	-0,42	0,154	0,20	0,43	0,028	0,06	43,84	32,95	1,573	1,182
120	2,09	0,87	-0,50	0,162	0,19	0,45	0,029	0,07	46,77	36,65	1,587	1,243
125	2,18	0,82	-0,57	0,170	0,18	0,47	0,031	0,07	49,30	40,50	1,594	1,309
130	2,27	0,77	-0,64	0,177	0,17	0,49	0,032	0,07	51,39	44,51	1,596	1,382
135	2,36	0,71	-0,71	0,184	0,15	0,51	0,033	0,07	53,02	48,73	1,591	1,463
140	2,44	0,64	-0,77	0,191	0,14	0,53	0,034	0,06	54,18	53,27	1,582	1,555
145	2,53	0,57	-0,82	0,196	0,12	0,55	0,035	0,06	54,88	58,26	1,568	1,665
150	2,62	0,50	-0,87	0,202	0,11	0,57	0,036	0,06	55,17	63,98	1,550	1,798
155	2,71	0,42	-0,91	0,206	0,09	0,58	0,036	0,06	55,08	70,87	1,529	1,968
160	2,79	0,34	-0,94	0,209	0,07	0,60	0,036	0,06	54,67	79,77	1,505	2,196
165	2,88	0,26	-0,97	0,212	0,06	0,62	0,037	0,06	54,02	92,40	1,480	2,531
170	2,97	0,17	-0,98	0,214	0,04	0,64	0,037	0,06	53,19	113,25	1,453	3,094
175	3,05	0,09	-1,00	0,216	0,02	0,66	0,037	0,06	52,25	160,09	1,426	4,369
180	3,14	0,00	-1,00	0,216	0,00	0,68	0,037	0,05	51,29	160,09	1,400	4,369

VERIFICA IPOTESI INIZIALE				
alveo a forte pendenza (hu<hc)	hu=	0,0461	[m]	OK
	hc=	0,0624	[m]	

VERIFICA FINALE SULLE VELOCITA'					
alveo a forte pendenza (0,5<V(hu)=Q/A(hu)<5)	hu [m] =	0,046	V = Q/A(hu) [m/s] =	1,07	OK
	A(hu) [m²] =	0,006			



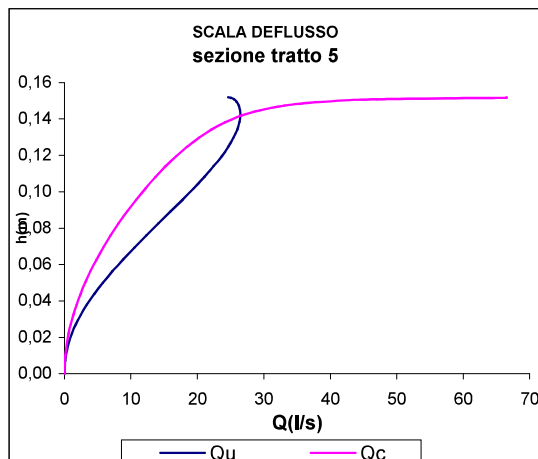
# TRATTO 5

DATI CANALE DI PROGETTO					
q=	2,56	[l/s]	Dint=	152	[mm]
i=	1,0%		K <sub>r</sub> =	120	PVC
			Ø Est.=	160	[mm]
			h/D=Y=	0,7	

θ	θ	sin θ	cos θ	h	b	C	A	R	Qu	Qc	Vu	Vc
(gradi)	(rad)			(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(l/s)	(l/s)	(m/s)	(m/s)
0	0,00	0,00	1,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,09	0,09	1,00	0,000	0,01	0,01	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
10	0,17	0,17	0,98	0,001	0,03	0,03	0,000	0,00	0,00	0,00	0,101	0,087
15	0,26	0,26	0,97	0,003	0,04	0,04	0,000	0,00	0,01	0,01	0,172	0,130
20	0,35	0,34	0,94	0,005	0,05	0,05	0,000	0,00	0,04	0,03	0,250	0,174
25	0,44	0,42	0,91	0,007	0,06	0,07	0,000	0,00	0,10	0,07	0,334	0,217
30	0,52	0,50	0,87	0,010	0,08	0,08	0,001	0,01	0,22	0,14	0,421	0,260
35	0,61	0,57	0,82	0,014	0,09	0,09	0,001	0,01	0,42	0,25	0,510	0,303
40	0,70	0,64	0,77	0,018	0,10	0,11	0,001	0,01	0,71	0,41	0,601	0,345
45	0,79	0,71	0,71	0,022	0,11	0,12	0,002	0,01	1,14	0,64	0,691	0,388
50	0,87	0,77	0,64	0,027	0,12	0,13	0,002	0,02	1,71	0,94	0,780	0,430
55	0,96	0,82	0,57	0,032	0,12	0,15	0,003	0,02	2,45	1,34	0,866	0,472
60	1,05	0,87	0,50	0,038	0,13	0,16	0,004	0,02	3,37	1,82	0,950	0,514
65	1,13	0,91	0,42	0,044	0,14	0,17	0,004	0,03	4,47	2,41	1,031	0,556
70	1,22	0,94	0,34	0,050	0,14	0,19	0,005	0,03	5,75	3,11	1,107	0,598
75	1,31	0,97	0,26	0,056	0,15	0,20	0,006	0,03	7,20	3,91	1,178	0,639
80	1,40	0,98	0,17	0,063	0,15	0,21	0,007	0,03	8,80	4,82	1,243	0,681
85	1,48	1,00	0,09	0,069	0,15	0,23	0,008	0,04	10,51	5,83	1,303	0,723
90	1,57	1,00	0,00	0,076	0,15	0,24	0,009	0,04	12,31	6,94	1,356	0,765
95	1,66	1,00	-0,09	0,083	0,15	0,25	0,010	0,04	14,14	8,14	1,403	0,808
100	1,75	0,98	-0,17	0,089	0,15	0,27	0,011	0,04	15,98	9,43	1,444	0,852
105	1,83	0,97	-0,26	0,096	0,15	0,28	0,012	0,04	17,77	10,78	1,477	0,897
110	1,92	0,94	-0,34	0,102	0,14	0,29	0,013	0,04	19,47	12,21	1,504	0,943
115	2,01	0,91	-0,42	0,108	0,14	0,31	0,014	0,05	21,04	13,69	1,524	0,992
120	2,09	0,87	-0,50	0,114	0,13	0,32	0,015	0,05	22,44	15,23	1,537	1,043
125	2,18	0,82	-0,57	0,120	0,12	0,33	0,015	0,05	23,66	16,82	1,545	1,098
130	2,27	0,77	-0,64	0,125	0,12	0,34	0,016	0,05	24,66	18,49	1,546	1,159
135	2,36	0,71	-0,71	0,130	0,11	0,36	0,016	0,05	25,44	20,24	1,542	1,227
140	2,44	0,64	-0,77	0,134	0,10	0,37	0,017	0,05	25,99	22,13	1,533	1,305
145	2,53	0,57	-0,82	0,138	0,09	0,38	0,017	0,05	26,33	24,20	1,519	1,396
150	2,62	0,50	-0,87	0,142	0,08	0,40	0,018	0,04	26,47	26,58	1,502	1,508
155	2,71	0,42	-0,91	0,145	0,06	0,41	0,018	0,04	26,43	29,44	1,482	1,650
160	2,79	0,34	-0,94	0,147	0,05	0,42	0,018	0,04	26,23	33,14	1,459	1,842
165	2,88	0,26	-0,97	0,149	0,04	0,44	0,018	0,04	25,92	38,38	1,434	2,123
170	2,97	0,17	-0,98	0,151	0,03	0,45	0,018	0,04	25,52	47,04	1,408	2,596
175	3,05	0,09	-1,00	0,152	0,01	0,46	0,018	0,04	25,07	66,50	1,382	3,665
180	3,14	0,00	-1,00	0,152	0,00	0,48	0,018	0,04	24,61	66,50	1,356	3,665

VERIFICA IPOTESI INIZIALE				
alveo a forte pendenza (hu<hc)	hu=	0,0324	[m]	OK
	hc=	0,0439	[m]	

VERIFICA FINALE SULLE VELOCITA'				
alveo a forte pendenza (0,5<V(hu)=Q/A(hu)<5)	hu [m] =	0,032	V = Q/A(hu) [m/s] =	0,90
	A(hu) [m <sup>2</sup> ] =	0,003		
				OK



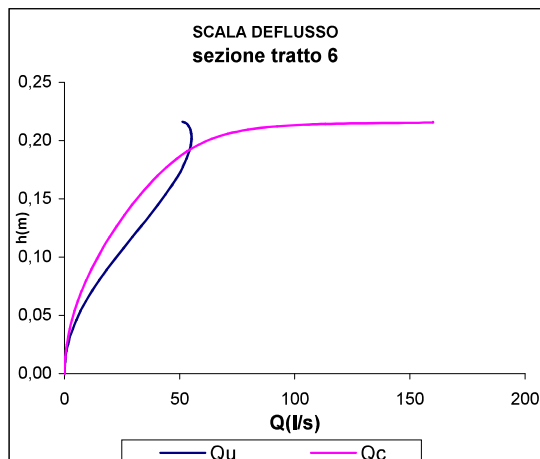
# TRATTO 6

DATI CANALE DI PROGETTO									
q=	8,69	[l/s]	Dint=	216	[mm]	Ø Est.=	250	[mm]	
i=	1,5%		K <sub>r</sub> =	80	PEAD	h/D=Y=	0,7		

θ	θ	sin θ	cos θ	h	b	C	A	R	Qu	Qc	Vu	Vc
(gradi)	(rad)			(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(l/s)	(l/s)	(m/s)	(m/s)
0	0,00	0,00	1,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,09	0,09	1,00	0,000	0,02	0,02	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
10	0,17	0,17	0,98	0,002	0,04	0,04	0,000	0,00	0,00	0,00	0,104	0,104
15	0,26	0,26	0,97	0,004	0,06	0,06	0,000	0,00	0,02	0,02	0,177	0,155
20	0,35	0,34	0,94	0,007	0,07	0,08	0,000	0,00	0,08	0,07	0,258	0,207
25	0,44	0,42	0,91	0,010	0,09	0,09	0,001	0,01	0,21	0,16	0,345	0,259
30	0,52	0,50	0,87	0,014	0,11	0,11	0,001	0,01	0,46	0,33	0,435	0,310
35	0,61	0,57	0,82	0,020	0,12	0,13	0,002	0,01	0,87	0,59	0,527	0,361
40	0,70	0,64	0,77	0,025	0,14	0,15	0,002	0,02	1,49	0,99	0,620	0,412
45	0,79	0,71	0,71	0,032	0,15	0,17	0,003	0,02	2,37	1,54	0,713	0,462
50	0,87	0,77	0,64	0,039	0,17	0,19	0,004	0,02	3,57	2,27	0,805	0,513
55	0,96	0,82	0,57	0,046	0,18	0,21	0,006	0,03	5,11	3,22	0,894	0,563
60	1,05	0,87	0,50	0,054	0,19	0,23	0,007	0,03	7,03	4,39	0,981	0,613
65	1,13	0,91	0,42	0,062	0,20	0,25	0,009	0,04	9,32	5,81	1,064	0,663
70	1,22	0,94	0,34	0,071	0,20	0,26	0,011	0,04	11,99	7,48	1,142	0,712
75	1,31	0,97	0,26	0,080	0,21	0,28	0,012	0,04	15,01	9,41	1,215	0,762
80	1,40	0,98	0,17	0,089	0,21	0,30	0,014	0,05	18,34	11,60	1,283	0,812
85	1,48	1,00	0,09	0,099	0,22	0,32	0,016	0,05	21,91	14,04	1,345	0,862
90	1,57	1,00	0,00	0,108	0,22	0,34	0,018	0,05	25,65	16,71	1,400	0,912
95	1,66	1,00	-0,09	0,117	0,22	0,36	0,020	0,06	29,48	19,60	1,448	0,963
100	1,75	0,98	-0,17	0,127	0,21	0,38	0,022	0,06	33,30	22,69	1,490	1,015
105	1,83	0,97	-0,26	0,136	0,21	0,40	0,024	0,06	37,03	25,96	1,524	1,069
110	1,92	0,94	-0,34	0,145	0,20	0,41	0,026	0,06	40,57	29,38	1,552	1,124
115	2,01	0,91	-0,42	0,154	0,20	0,43	0,028	0,06	43,84	32,95	1,573	1,182
120	2,09	0,87	-0,50	0,162	0,19	0,45	0,029	0,07	46,77	36,65	1,587	1,243
125	2,18	0,82	-0,57	0,170	0,18	0,47	0,031	0,07	49,30	40,50	1,594	1,309
130	2,27	0,77	-0,64	0,177	0,17	0,49	0,032	0,07	51,39	44,51	1,596	1,382
135	2,36	0,71	-0,71	0,184	0,15	0,51	0,033	0,07	53,02	48,73	1,591	1,463
140	2,44	0,64	-0,77	0,191	0,14	0,53	0,034	0,06	54,18	53,27	1,582	1,555
145	2,53	0,57	-0,82	0,196	0,12	0,55	0,035	0,06	54,88	58,26	1,568	1,665
150	2,62	0,50	-0,87	0,202	0,11	0,57	0,036	0,06	55,17	63,98	1,550	1,798
155	2,71	0,42	-0,91	0,206	0,09	0,58	0,036	0,06	55,08	70,87	1,529	1,968
160	2,79	0,34	-0,94	0,209	0,07	0,60	0,036	0,06	54,67	79,77	1,505	2,196
165	2,88	0,26	-0,97	0,212	0,06	0,62	0,037	0,06	54,02	92,40	1,480	2,531
170	2,97	0,17	-0,98	0,214	0,04	0,64	0,037	0,06	53,19	113,25	1,453	3,094
175	3,05	0,09	-1,00	0,216	0,02	0,66	0,037	0,06	52,25	160,09	1,426	4,369
180	3,14	0,00	-1,00	0,216	0,00	0,68	0,037	0,05	51,29	160,09	1,400	4,369

VERIFICA IPOTESI INIZIALE				
alveo a forte pendenza (hu<hc)	hu=	0,0624	[m]	OK
	hc=	0,0800	[m]	

VERIFICA FINALE SULLE VELOCITA'					
alveo a forte pendenza (0,5<V(hu)=Q/A(hu)<5)	hu [m] =	0,062	V = Q/A(hu) [m/s] =	0,99	OK
	A(hu) [m²] =	0,009			



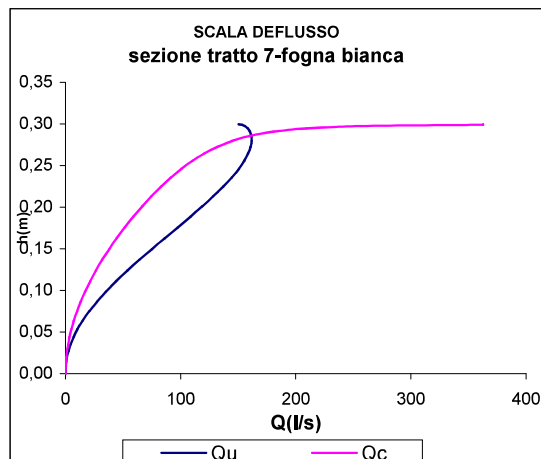
# TRATTO 7

DATI CANALE DI PROGETTO											
q=	11,45	[l/s]	Dint=	300	[mm]	Ø Est.=	315	[mm]			
i=	1,0%		K <sub>r</sub> =	120	PVC	h/D=Y=	0,7				

θ	θ	sin θ	cos θ	h	b	C	A	R	Qu	Qc	Vu	Vc
(gradi)	(rad)			(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(l/s)	(l/s)	(m/s)	(m/s)
0	0,00	0,00	1,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,09	0,09	1,00	0,001	0,03	0,03	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0,000
10	0,17	0,17	0,98	0,002	0,05	0,05	0,000	0,00	0,01	0,01	0,158	0,122
15	0,26	0,26	0,97	0,005	0,08	0,08	0,000	0,00	0,07	0,05	0,270	0,183
20	0,35	0,34	0,94	0,009	0,10	0,10	0,001	0,01	0,24	0,15	0,393	0,244
25	0,44	0,42	0,91	0,014	0,13	0,13	0,001	0,01	0,63	0,36	0,525	0,304
30	0,52	0,50	0,87	0,020	0,15	0,16	0,002	0,01	1,35	0,74	0,662	0,365
35	0,61	0,57	0,82	0,027	0,17	0,18	0,003	0,02	2,54	1,34	0,802	0,425
40	0,70	0,64	0,77	0,035	0,19	0,21	0,005	0,02	4,36	2,24	0,944	0,485
45	0,79	0,71	0,71	0,044	0,21	0,24	0,006	0,03	6,95	3,49	1,086	0,545
50	0,87	0,77	0,64	0,054	0,23	0,26	0,009	0,03	10,46	5,15	1,226	0,604
55	0,96	0,82	0,57	0,064	0,25	0,29	0,011	0,04	14,98	7,29	1,362	0,663
60	1,05	0,87	0,50	0,075	0,26	0,31	0,014	0,04	20,59	9,95	1,494	0,722
65	1,13	0,91	0,42	0,086	0,27	0,34	0,017	0,05	27,32	13,16	1,620	0,781
70	1,22	0,94	0,34	0,099	0,28	0,37	0,020	0,06	35,15	16,95	1,740	0,839
75	1,31	0,97	0,26	0,111	0,29	0,39	0,024	0,06	43,99	21,33	1,851	0,898
80	1,40	0,98	0,17	0,124	0,30	0,42	0,027	0,07	53,74	26,29	1,954	0,956
85	1,48	1,00	0,09	0,137	0,30	0,44	0,031	0,07	64,20	31,81	2,048	1,015
90	1,57	1,00	0,00	0,150	0,30	0,47	0,035	0,07	75,16	37,87	2,132	1,074
95	1,66	1,00	-0,09	0,163	0,30	0,50	0,039	0,08	86,38	44,42	2,206	1,134
100	1,75	0,98	-0,17	0,176	0,30	0,52	0,043	0,08	97,59	51,42	2,269	1,196
105	1,83	0,97	-0,26	0,189	0,29	0,55	0,047	0,09	108,52	58,82	2,322	1,259
110	1,92	0,94	-0,34	0,201	0,28	0,58	0,050	0,09	118,90	66,58	2,364	1,324
115	2,01	0,91	-0,42	0,213	0,27	0,60	0,054	0,09	128,48	74,66	2,396	1,392
120	2,09	0,87	-0,50	0,225	0,26	0,63	0,057	0,09	137,07	83,05	2,417	1,464
125	2,18	0,82	-0,57	0,236	0,25	0,65	0,059	0,09	144,48	91,76	2,428	1,542
130	2,27	0,77	-0,64	0,246	0,23	0,68	0,062	0,09	150,61	100,84	2,431	1,627
135	2,36	0,71	-0,71	0,256	0,21	0,71	0,064	0,09	155,37	110,42	2,424	1,723
140	2,44	0,64	-0,77	0,265	0,19	0,73	0,066	0,09	158,76	120,69	2,410	1,832
145	2,53	0,57	-0,82	0,273	0,17	0,76	0,067	0,09	160,83	132,01	2,389	1,961
150	2,62	0,50	-0,87	0,280	0,15	0,78	0,068	0,09	161,67	144,97	2,361	2,117
155	2,71	0,42	-0,91	0,286	0,13	0,81	0,069	0,09	161,40	160,58	2,329	2,317
160	2,79	0,34	-0,94	0,291	0,10	0,84	0,070	0,08	160,22	180,73	2,293	2,586
165	2,88	0,26	-0,97	0,294	0,08	0,86	0,070	0,08	158,30	209,35	2,254	2,981
170	2,97	0,17	-0,98	0,297	0,05	0,89	0,070	0,08	155,86	256,60	2,213	3,644
175	3,05	0,09	-1,00	0,299	0,03	0,92	0,070	0,08	153,13	362,73	2,172	5,146
180	3,14	0,00	-1,00	0,300	0,00	0,94	0,070	0,07	150,32	362,73	2,132	5,145

VERIFICA IPOTESI INIZIALE				
alveo a forte pendenza (hu<hc)	hu=	0,0535	[m]	OK
	hc=	0,0749	[m]	

VERIFICA FINALE SULLE VELOCITA'					
alveo a forte pendenza (0,5<V(hu)=Q/A(hu)<5)	hu [m] =	0,054	V = Q/A(hu) [m/s] =	1,34	OK
	A(hu) [m²] =	0,009			



## RIEPILOGO PROGETTO SISTEMA FOGNARIO ATR 11

TRATTO	TIPOLOGIA REFLUI		TIPO TUBAZIONE	PORTATA [l/s]	DIAMETRO TUBAZIONE [mm]
1	A. N.	residenziali (corpo B)	PVC	2,56	φ 160
2		residenziali (corpo B)	PEAD	2,56	φ 250
3		commerciali	PVC	3,57	φ 160
4		misti	PEAD	6,13	φ 250
5		residenziali (corpo A)	PVC	2,56	φ 160
6		misti	PEAD	8,69	φ 250
7	A. B.	acque piovane	PVC	11,45	φ 315

## TUBAZIONI UTILIZZATE

Tubi in Polietilene strutturato*	
Ø Esterno	Ø Interno
mm	mm
160	135
200	176
<b>250</b>	<b>216</b>
315	271
350	300
400	343
465	400
500	427
580	500
630	535
700	600
800	690
930	800
1000	853
1200	1025

Tubi PVC fognatura tipo SN**	
Ø Esterno	Ø Interno
mm	mm
110	103,6
125	118,6
<b>160</b>	<b>152</b>
200	190,2
250	237,6
<b>315</b>	<b>299,6</b>
400	380,4
500	475,4
630	599,2

\*Tubazione per condotte di scarico in polietilene strutturato ad alta densità, corrugato esternamente e con parete interna liscia "tipo B" secondo pr EN 13476 (ex TC155), realizzato a doppia parete con processo di coestrusione, irrigidito con costolatura anulare; classe di rigidità circonferenziale SN > (4-8) kN/m², marchiato Piip/a del IIP. Collegamenti con bigiunto e guarnizione, bicchiere e guarnizione oppure con saldatura di testa.

\*\*Tubi in PVC rigido conformi norma UNI EN 1401-1 tipo SN per condotte di scarico interrate di acque civili e industriali, giunto a bicchiere con anello in gomma, contrassegnati ogni metro con marchio del produttore, diametro, data di produzione e simbolo I