

Committente



PROVINCIA REGGIO EMILIA
SERVIZIO UNITA' SPECIALE PER L'EDILIZIA
SCOLASTICA E LA SISMICA
Corso Garibaldi, 59 - 42121 Reggio Emilia
Il dirigente del Servizio: Ing. Daniele Pecorini
Responsabile Unico del Procedimento: Arch. Ilaria Martini

Oggetto

REALIZZAZIONE DELLA NUOVA SEDE DELL'ISTITUTO S. D'ARZO - 2° Stralcio

NEL COMUNE DI SANT'ILARIO D'ENZA (RE)

"Finanziato dall'Unione europea - NextGenerationEU"

Fase

PROGETTO DEFINITIVO

Progettisti
Madataria:



via Meuccio Ruini, 6 - 42124 Reggio Emilia
tel.: +39(0522)1538501 - fax: +39(0522)322127
internet: <http://www.cairepro.it>
e-mail: segreteria@cairepro.it
c.f./p.i.v.a.: 01704960358

Progettazione Architettonica

Arch. Mauro Nesi
Arch. Giulio Zanni
Arch. Enrico Fontanili

Team Progettazione

Arch. Ernesto Nappi (collaboratore - giovane professionista)

Progetto Antincendio

Ing. Letizia Gilardi
Arch. Aniello Tafuro

Progetto Strutturale

Ing. Alberto Calza
Ing. Andrea Rossi (collaboratore)

Progetto Impianti Meccanici - Idraulici

Ing. Letizia Gilardi
Ing. Carlotta Pivetti (collaboratore)
Ing. Alessia Sgarbanti (collaboratore)

Progetto Impianti Elettrici / Speciali

Ing. Paolo Genta

Coordinatore Sicurezza in Fase di Progettazione

Arch. Aniello Tafuro

Timbri e Firme

Progettazione Architettonica

Team Progettazione

Progetto Antincendio

Progetto Strutturale

Progetto Impianti Meccanici - Idraulici

Progetto Impianti Elettrici / Speciali

Coordinatore Sicurezza in Fase di Progettazione

Mandanti:



centro cooperativo di progettazione sc
architettura, ingegneria, urbanistica

Geologo

Roberto Farioli

00		EMISSIONE				
Aggior.	Data	Descrizione motivo della revisione	Disegno	Progettato	Verificato	Approvato
Titolo PROGETTO ARCHITETTONICO Relazione Idraulica - Reti fognarie nuovo edificio			Numero tavola 3318 D.AR.06.00		Data ottobre 2021	
				Pratica 3318		Scala /

1. INTRODUZIONE.....	2
2. MATERIALI PREVISTI	4
3. RETE FOGNARIA ACQUE METEORICHE (BIANCHE)	8
3.1 DIMENSIONAMENTO DEI PLUVIALI	8
3.2 RETE ACQUE BIANCHE	9
3.3 INTENSITA DI PIOGGIA	9
3.4 CALCOLO IDRAULICO.....	11
3.5 PLANIMETRIE DI PROGETTO	13
3.6 TABELLE PORTATE CONDOTTE SEZIONI CIRCOLARI PER ACQUE BIANCHE	13
4. RIUTILIZZO ACQUE METEORICHE PROVENIENTI DALLE COPERTURE	19
5. LAMINAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA	26
6. RETE ACQUE NERE	29
6.1 CARATTERISTICHE RETE ACQUE NERE.....	29
6.2 METODO DI DIMENSIONAMENTO RETE ACQUE NERE.....	30
6.3 DIMENSIONAMENTO RETE ACQUE NERE.....	31
6.4 VASCHE IMFOFF IN PROGETTO.....	32
6.5 PLANIMETRIE DI PROGETTO	34
6.6 TABELLE PORTATE CONDOTTE SEZIONI CIRCOLARI PER ACQUE NERE.....	34
7. ALLACCIAMENTI	40
8. VERIFICA STATICA E POSA IN OPERA DELLE CONDOTTE	41
8.1 CRITERI GENERALI	41
8.2 VALUTAZIONE DEI SOVRACCARICHI	41
8.3 VERIFICA DELLE TUBAZIONI FLESSIBILI (PVC E SIMILARI) E POSA IN OPERA	43

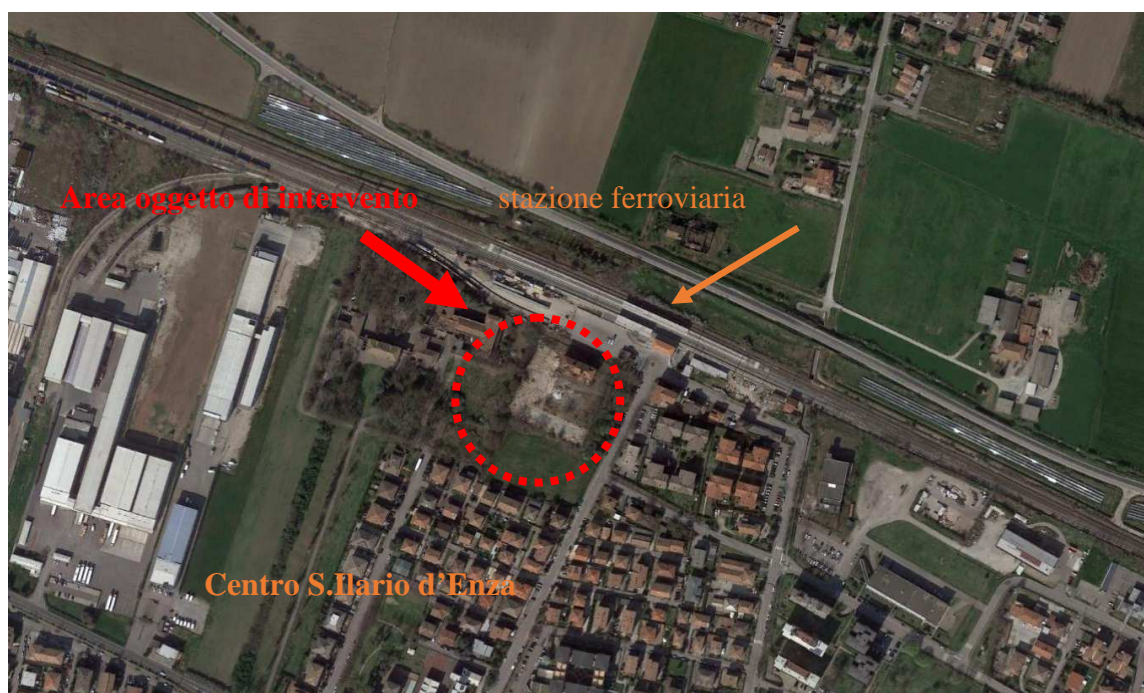
1. INTRODUZIONE

La presente relazione ha per oggetto il **progetto definitivo** delle reti fognarie del nuovo edificio del nuovo Istituto Superiore “S. d’Arzo”, indirizzo grafico, che costituisce l’ampliamento dell’istituto Superiore esistente.

L’area in cui sarà realizzato il nuovo plesso scolastico è situata nella parte nord del centro abitato di Sant’Ilario d’Enza, nelle immediate vicinanze della stazione ferroviaria, accessibile dalle vie Gramsci e Togliatti.

L’ampliamento dell’Istituto Superiore consiste nella realizzazione di un nuovo ed autonomo edificio rispetto a quello attualmente in funzione, sito sempre a Sant’Ilario d’Enza, nella centrale via Roma e che ad oggi presenta problemi di fruibilità degli spazi tali da non ritenere economicamente conveniente un suo adeguamento funzionale e strutturale.

L’area per la nuova scuola, è stata acquisita dal Comune di Sant’Ilario d’Enza nell’ambito di un accordo urbanistico con i privati, sottoscritto, ai sensi dell’art.18 della LR 20/2000, per la riqualificazione dell’ambito urbano denominato “Ex Europa”.



L’area ha un’estensione complessiva di circa 8.500 mq ed è catastalmente individuata al foglio 6 mappali n. 419, 422, 426 e foglio 2 mappale n.364. Ad oggi si presenta in parte come area industriale dismessa e in parte come area verde mai urbanizzata.

L'area è stata bonificata dall'amianto e messa in sicurezza dalla precedente proprietà mediante la demolizione dei vecchi fabbricati industriali fatiscenti. E' ancora presente la vecchia ciminiera, di altezza stimata pari a 15 metri, da consolidare nell'ambito del progetto di costruzione della nuova scuola.



Sopra e' allegata una immagine storica dell'area in cui sono ancora presenti gli edifici industriali ora demoliti.

Tali edifici industriali erano dotati di una propria rete fognaria, di cui ora sono rilevabili solo alcune caditoie site nel piazzale, presumibilmente recapitante nella rete fognaria pubblica situata nella prospiciente via Gramsci.

2. MATERIALI PREVISTI

Nella realizzazione delle opere fognarie oggetto dell'intervento saranno utilizzati materiali di elevata qualità, impiegati conformemente alle loro caratteristiche. Nella planimetrie del progetto definitivo sono indicate le varie tipologie dei sistemi e dei materiali prescelti, le cui specifiche sono di seguito riportate:

Condotte fognarie esterne al fabbricato in PVC

Saranno in PVC del tipo SN4 o SN8 con caratteristiche a norma UNI EN 1401 e saranno adibite allo smaltimento di fluidi non in pressione.

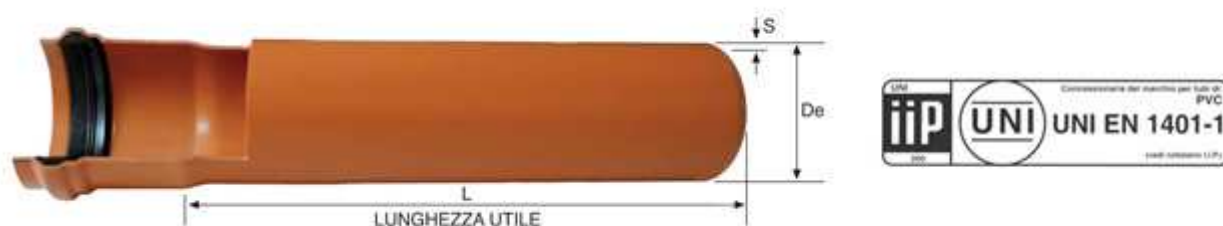
I diametri esterni, gli spessori e le relative tolleranze dovranno essere conformi alla suddetta norma UNI EN 1401.

I tubi, se non idoneamente protetti, ammetteranno un ricoprimento massimo sulla generatrice di 4,00 m mentre quello minimo sarà di 1,00 m sotto superficie con traffico fino a 12 t e di 1,50 m sotto superficie con traffico fino a 15 t.

Come caratteristiche più salienti i tubi dovranno presentare perfetta tenuta idraulica, ottima resistenza alla pressione interna, temperatura di rammollimento e tasso di rottura TR all'urto accettabili come da prove previste nella norma UNI suddetta.

La marcatura dei tubi dovrà comprendere: l'indicazione del materiale (PVC), il riferimento alla norma, la dimensione nominale, lo spessore minimo di parete, la rigidità anulare nominale, l'indicazione del marchio di fabbrica, l'indicazione del periodo di produzione, la sigla I.I.P., indicante il "Marchio di conformità rilasciato dallo Istituto Italiano dei Plastici.

La rete di scarico sarà fornita completa di pezzi speciali, ispezioni, collari di guida e dovrà essere messo in opera con tutti gli accorgimenti tecnici per prevenire eventuali anomalie di funzionamento rispettando tutte le migliori regole dell'arte.



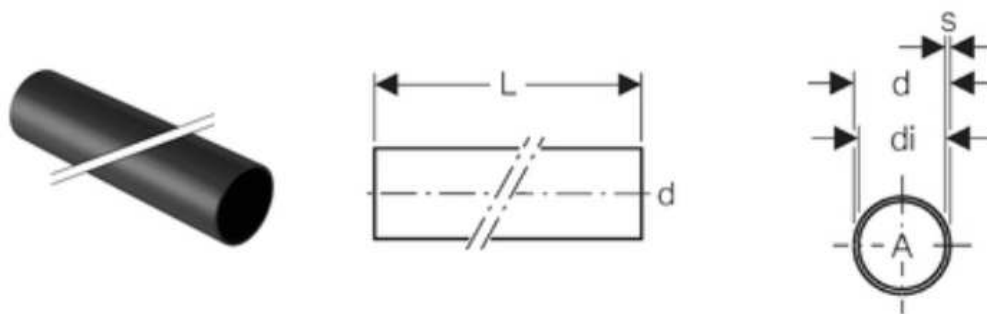
Condotte fognarie interne al fabbricato in Polietilene HD

Le condotte di scarico e ventilazione poste all'interno degli edifici saranno realizzate con tubi in polietilene alta densità tipo Geberit PE o similari, (massa volumica $\geq 950 \text{ Kg/m}^3$) con valori minimi di MRS (Minimum Required Strength) di 6,3 Mpa. I tubi saranno prodotti in conformità alla norma UNI EN 1519, area B e BD, e contrassegnati dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo, secondo quanto previsto dal "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n° 109 e successive modifiche".

I tubi devono essere prodotti con il metodo dell'estrusione. I raccordi devono essere prodotti con il metodo dell'inietto fusione ed esclusivamente con materiali aventi le stesse caratteristiche fisico-chimiche dei tubi e riportanti lo stesso marchio.

I tubi e i raccordi devono essere collegati tramite saldatura testa-testa con termoelemento, mediante manicotto elettrico, o manicotto d'innesto e/o di dilatazione, a bicchiere a tenuta con guarnizioni elastomeriche (UNI 8452), o mediante raccordi a flangia o a vite.

Il sistema di scarico sarà fornito completo di pezzi speciali, ispezioni, collari di guida e dovrà essere messo in opera con tutti gli accorgimenti tecnici per prevenire eventuali anomalie di funzionamento rispettando tutte le migliori regole dell'arte.



Caditoie stradali situate sui percorsi viabili e pedonali

I pozzetti di raccolta delle acque meteoriche saranno realizzati in elementi prefabbricati di c.l.s. vibrato rinfiancati completamente in c.l.s., con dimensioni interne di cm 40 x 40, altezza variabile e spessore minimo di 5 cm per le pareti, con sifone realizzato con curva interna al pozzetto, condotto di scarico nelle fognature realizzato con tubo in p.v.c. del diametro di mm 160.

Le caditoie saranno complete di griglia e controtelaio in ghisa con resistenza classe D400 o C250.

Pozzetti

I pozzetti prefabbricati di ispezione o di raccordo saranno realizzati con elementi prefabbricati in calcestruzzo vibro compresso, rinfiancati con CLS in grado di sopportare le spinte del terreno e dei sovraccarichi stradale o pedonali. Saranno prodotti con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai

solfati e le giunzioni degli innesti, degli allacciamenti e delle canne di prolunga dovranno essere a tenuta ermetica.

Le tolleranze dimensionali, controllate in stabilimento e riferite alla circolarità delle giunzioni, degli innesti e degli allacciamenti, dovranno essere comprese tra l'1 e il 2% delle dimensioni nominali: i pozzetti dovranno essere a perfetta tenuta idraulica e tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art. 2, lettere B), D), E), della Legge 10-05-1976, n. 319, recante le norme per la tutela delle acque.

Le solette di copertura saranno dimensionate, armate e realizzate in conformità alle prescrizioni progettuali ed ai carichi previsti in funzione della loro ubicazione. I pozzetti per acque bianche siti all'esterno dei fabbricati saranno eventualmente completati con un fondo idraulicamente sagomato ed eventualmente trattati con resina epossidica.

Chiusini

I chiusini dei pozzetti d'ispezione delle reti fognarie esterne ai fabbricati, saranno realizzati con ghisa sferoidale UNI 4544, saranno costruiti a norme UNI EN 124 con superficie carrabile antisdrucciolo secondo i seguenti tipi:

- Per carreggiata stradale e zone di transito dei mezzi pesanti Classe D400, eventualmente limitata a classe C250 nei percorsi perimetrali agli edifici, nelle zone in cui non si prevede la manovra dei mezzi pesanti;
- per marciapiedi, percorsi pedonali e aree verdi Classe B125, carico di rottura superiore a 12,5 tonnellate, nelle aree verdi potranno essere impiegati chiusini in cemento di tipo carrabile.

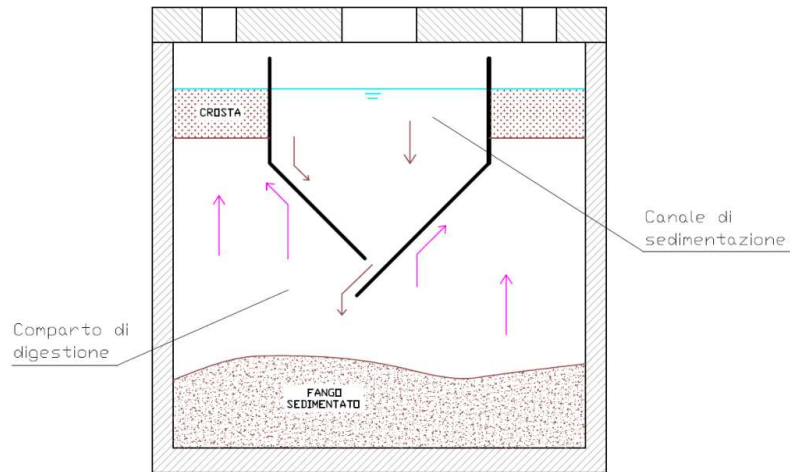
All'interno degli edifici si impiegheranno chiusini in acciaio inox AISI 304 con guarnizione speciali, completi controtelaio e di accessori.

Vasche Imhoff

Le vasche Imhoff rappresentano il primo stadio di depurazione primaria per acque di scarico previsto dalle leggi vigenti. Le vasche Imhoff sono formate da due comparti: uno superiore di sedimentazione ed uno inferiore di digestione. Il liquame arriva nel comparto di sedimentazione dove i solidi sospesi sedimentabili precipitano, lungo le pareti inclinate della tramoggia, nel sottostante comparto di accumulo e di digestione attraverso fessura longitudinale di comunicazione. Nelle vasche Imhoff le parti in sospensione si accumulano formando una spessa crosta che periodicamente deve essere rimossa (tipicamente 1 volta all'anno). L'acqua dopo un tempo di ritenzione esce chiarificata. Le sostanze sedimentate sul fondo della vasca vengono digerite da batteri anaerobici, i gas biologici prodotti dalla fermentazione si liberano dagli sfii.

L'abbattimento preventivo con degrassatore-desaponatore, delle acque di rifiuto saponose provenienti da scarichi di cucine, mense e simili, risulta opportuno considerato che oli, grassi e detersivi, possono indurre gravi inconvenienti nelle varie fasi del trattamento. Il dimensionamento

di una vasca imhoff si esegue determinando gli “Abitanti Equivalenti” (AE), gravanti su di essa, sulla base di standard fissati dalla normative nazionali e regionali.



3. RETE FOGNARIA ACQUE METEORICHE (BIANCHE)

Le acque meteoriche incidenti sulla coperture del plesso scolastico, sui percorsi perimetrali all'edificio medesimo, sulle aree destinate al transito o al parcheggio degli autoveicoli ed in misura più limitata nelle aree sistemate a verde, saranno raccolte da un sistema fognario, che le convoglierà in un collettore scatolare avente funzione di invaso e laminazione delle portate, allacciato alla rete pubblica.

In relazione alla normativa nazionale e regionale ed secondo i parametri di risparmio idrico richiesto dai criteri ambientali minime "CAM", le acque meteoriche defluenti dalle coperture degli edifici saranno convogliate con una rete fognaria autonoma ad un sistema di accumulo per il recupero dell'acqua meteorica al servizio dell'impianto di scarico dei WC.

3.1 DIMENSIONAMENTO DEI PLUVIALI

Il dimensionamento è eseguito secondo norma UNI EN 12056-3:2001. L'edificio copre un area di 1450 mq.

I pluviali saranno realizzati in lamiera e saranno posizionati all'esterno delle facciate. Tutti i pluviali saranno completi di appositi bocchettoni raccordati alle lattonerie o alle guaine e protetti con parafoglie, inoltre saranno dotati alla base di un pozzetto di ispezionabile.

Le colonne pluviali sono dimensionate per una intensità di pioggia pari a 150 mm/h (0,041 l/sec*mq) con coefficiente di sicurezza 2.

Si prevede di realizzare 14 pluviali di cui 5 di diametro 120 mm che raccolgono l'acqua da un area di copertura di circa 136 mq ciascuno. Si prevede inoltre di realizzare 9 pluviale di diametro 100 mm. che raccoglie l'acqua da un area di circa 86 mq. Si riporta la verifica idraulica secondo norma UNI:

Pluviali 120 mm

Portata meteorica = $136,00 \cdot 0,041 \cdot 2 = 11,15$ l/sec

Porta pluviale con riempimento 33% secondo UNI 12056 = 17,4 l/sec

Pluviali 100 mm

Portata meteorica = $86,00 \cdot 0,041 \cdot 2 = 7,05$ l/sec

Porta pluviale con riempimento 33% secondo UNI 12056 = 10,70 l/sec

Come si evince il sistema dei pluviali è dimensionato con un **alto grado di sicurezza.**

3.2 RETE ACQUE BIANCHE

La fognatura per lo scarico delle acque bianche in progetto comprende il drenaggio delle acque meteoriche provenienti dalle coperture del nuovo plesso scolastico e dalle nuove pavimentazioni esterne dotate di sistema di raccolta e drenaggio acque meteoriche. Eventuali aree interne al comparto che saranno edificate successivamente saranno dotate di autonomi sistemi di drenaggio e laminazione delle acque meteoriche che esulano dal presente progetto definitivo.

Il sistema di drenaggio delle acque dalla copertura dell'edificio e' mantenuta autonoma e facente capo ad un serbatoio di accumulo per il recupero secondo i criteri CAM delle acque meteoriche per usi non potabili, come descritto in dettaglio al successivo capitolo 4.

Saranno inoltre realizzate condotte, pozzetti e terminali di una rete fognaria proveniente dalle pavimentazioni esterne circostanti l'edificio.

La rete fognaria per acque bianche in progetto sara' costituita da:

- Condotte in PVC UNI EN 1401 SN4 di diametro definito sulle tavole di progetto
- Pendenze di progetto $\geq 0,2\%$
- Tipologia di posa da definire in funzione della profondità e dei carichi agenti
- Pozzetti situati nelle pavimentazioni completi di chiusini in ghisa sferoidale classe resistenza D400 e C250 con fondo idraulicamente sagomato;
- Vasca di accumulo acqua meteorica proveniente dalla copertura dell'edificio, completa di filtro e di stazione di pompaggio;

3.3 INTENSITA DI PIOGGIA

Il dimensionamento della rete acque bianche si basa sul calcolo delle portate delle acque meteoriche.

Per il dimensionamento oggetto della presente relazione ci si avvale delle tabelle di calcolo dei coefficienti udometrici (portate meteoriche unitarie) determinate in base alle curve di probabilità pluviometrica pubblicate da IREN-ENIA.

L'analisi statistica delle precipitazioni di forte intensità e breve durata condotta sul territorio della Provincia di Reggio Emilia ha portato all'individuazione dei seguenti valori dei parametri della curva di possibilità climatica validi per il territorio oggetto di interesse:

Tempo Ritorno	a1 (mm/h)	n1	a2 (mm/h)	n2	
[anni]	[t<1 h]	[t<1 h]	[t>1 h]	[t>1 h]	
10	48.9	0.565	41.7	0.278	Iren
20	57.9	0.534	48.4	0.275	Iren
20			48.2	0.249	PAI Aipo

I coefficienti udometrici riportati nelle tabelle sopra allegate sono stati determinati sulla base della “curva di probabilità pluviometrica”, con durata della precipitazione inferiore a 1 h, definita dalla equazione:

$$h = a \cdot (t_p)^n$$

dove h = altezza di pioggia in mm

t_p = tempo di pioggia in ore

a = coefficiente della curva dipendente dal tempo di ritorno

$$(T_{r20\text{anni}}) = 57.90$$

$$(T_{r10\text{anni}}) = 48,90$$

n = coefficiente della curva dipendente dal tempo di ritorno

$$(T_{r20\text{ anni}}) = 0,534$$

$$(T_{r10\text{ anni}}) = 0,565$$

In funzione dell'altezza di pioggia caduta e del tempo di pioggia, sono state determinati i valori di l'intensità di pioggia per ettaro (esprese dal coefficiente udometrico U) riportate nelle tabelle.

Il dimensionamento della rete fognaria in progetto e' stata eseguita considerando eventi di pioggia critici con tempi di ritorno di **10 anni**.

Il tempo di pioggia t_p sarà pari al tempo di corrivazione t_c relativo al bacino in oggetto ($t_p = t_c$) determinato in riferimento al “percorso idraulico più lungo” pari a **10 minuti** così' stimato:

$$t_c = t_a + t_r = 500 + 100 = 600 \text{ sec (10 minuti)}$$

dove t_a = tempo di accesso alla rete del sottobacino idraulicamente più distante calcolato sulla base della lunghezza idraulica e della velocità di scorrimento superficiale delle acque meteoriche in base alla pendenza del terreno.

t_r = tempo di percorrenza della rete calcolato sulla base delle prevedibili velocità di scorrimento delle acque meteoriche all'interno delle condotte, della lunghezza idraulica e la pendenza della rete.

Assumendo un tempo di pioggia pari a 10 minuti ed un coefficiente di deflusso del 100% valido per superfici del tutto impermeabili, il coefficiente udometrico di progetto e' di 296,10 l/sec*ha = 0,02961 l/sec*mq.

3.4 CALCOLO IDRAULICO

Le superfici impermeabili dell'area andranno scomposte in sottobacini omogenei in relazione all'andamento piano-altimetrico dell'area, ad ogni sottobacino sarà attribuito un coefficiente in funzione della permeabilità per stimare il reale deflusso meteorico verso la rete fognaria. Il coefficiente di deflusso in funzione della permeabilità delle superfici potrà assumere i seguenti valori conformi alla letteratura tecnica:

1	Copertura piana edificio scolastico	K=0,90
2	Posti auto parcheggio in "garden"	K=0,40
3	Percorsi pavimentazione bituminosa parcheggio auto cicli e motocicli	K=0,90
4	Pavimentazione piazzale Nord e Est in calcestruzzo o autobloccante drenante con fondo in pietrisco con alberi	K=0,30
5	Pavimentazione in pietra marchiapiedi scoperti sul perimetro dell'edificio	K=0,90
6	Pavimentazione in autobloccanti drenanti vialetto interno posati su pietrisco	K=0,30
7	Aree verdi e aiuole	K=0,05

in funzione dell'intensità di pioggia, dei coefficienti di deflusso e delle superfici dei sottobacini si provvederà al calcolo delle portate in ogni tratto della rete, secondo la seguente espressione:

$$Q_p = S * K * U$$

Q_p = portata di pioggia (l/sec)

S = superficie del bacino (mq)

K = coefficiente di deflusso (adimensionale)

U = coefficiente udometrico (l/sec*mq)

Il calcolo delle portate di pioggia puo' essere effettuato per ogni tronco della fognatura in progetto, andando di volta in volta a considerare le sole aree dei bacini sottesi dal tronco in esame.

Quindi per ogni tronco della rete sono stati scelti il tipo, il diametro del tubo e la sua pendenza, poi riportati nella planimetrie si progetto.

Il dimensionamento delle condotte e' effettuato verificando che le portate teoriche defluibili, in ogni tratto della rete, con riempimento al 70% siano superiori alle portate di pioggia calcolate.

$$Q_D > Q_P$$

La verifica e' stata condotta con l'ausilio di tabelle di calcolo, in seguito allegate, reperibili nella letteratura tecnica, dove per ogni diametro delle tubazioni le portate sono calcolate applicando la formula di Chezy con valori di riempimento variabili.

Formula di Chezy : Q_D = portata defluita $Q_D = A \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$

Per tale verifica di dimensionamento delle reti per acque miste è assunto a riferimento un coefficiente di Kutter $m = 0,25$ (scabrezza $\epsilon = 1$ mm) idoneo per condotte di acque bianche in esercizio con depositi ed incrostazioni.

Dove il coefficiente di conduttanza χ viene espresso in funzione della scabrezza, secondo la formula di Kutter:

$$\chi = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$$

m = coefficiente di scabrezza del materiale

R = raggio idraulico = A / P = Area bagnata / Contorno bagnato

Si riporta il calcolo della massima portata bianca. Questa portata meteorica si immette interamente nel manufatto scatolare di sezione 200x70 cm, in seguito descritto che ha funzione di laminazione delle portate massime di piena:

PORTATA TOTALE METEORICA

TR 10 ANNI TP 10 MINUTI - DA CURVA IREN PIOGGE < 1 H

COMPARTO SCOLASTICO DARZO - S.ILARIO D'ENZA								u=	0,0296
N.	Descrizione bacino	Area Mq	Area %	Sup. Bacino	K bacino	Sup. Rid	u	Portate L/s	
1	Copertura piana edificio scolastico	1.320,00	1,00	1.320,00	0,90	1.188,00	0,0296	35,16	
2	Postia auto parcheggio in "garden"	340,00	1,00	340,00	0,40	136,00	0,0296	4,03	
3	Percorsi pavimentazione bituminosa parcheggio auto e accesso	485,00	1,00	485,00	0,90	436,50	0,0296	12,92	
4	Percorsi pavimentazione bituminosa parcheggio cicli e motocicli	100,00	1,00	100,00	0,90	90,00	0,0296	2,66	
5	Pavimentazione piazzale Nord in calcestre o autobloccante drenante con fondo in pietrisco con alberi	295,00	1,00	295,00	0,30	88,50	0,0296	2,62	
6	Pavimentazione piazzale Est in calcestre o autobloccante drenante con fondo in pietrisco con alberi	710,00	1,00	710,00	0,30	213,00	0,0296	6,30	
7	Pavimentazione in pietra marchiapiedi scoperti sul perimetro dell'edificio	220,00	1,00	220,00	0,90	198,00	0,0296	5,86	
8	Pavimentazione in autobloccanti drenanti vialetto interno posati su pietrisco	400,00	1,00	400,00	0,30	120,00	0,0296	3,55	
9	Aree verdi e aiuole	4.680,00	1,00	4.680,00	0,05	234,00	0,0296	6,93	
Totali		8.550,00		8.550,00	0,3163	2.704,00		80,04	

Il dimensionamento dei principali rami della rete e' stato eseguito con il metodo sopra descritto. Le risultanze del dimensionamento sono state riportate nella planimetria di progetto a cui si rimanda.

3.5 PLANIMETRIE DI PROGETTO

Quanto descritto relativamente alla nuova rete fognaria del 2°lotto trova riscontro nei seguenti elaborati grafici:

- **Tav. Progetto - Planimetria rete fognaria**

3.6 TABELLE PORTATE CONDOTTE SEZIONI CIRCOLARI PER ACQUE BIANCHE

Si allegano le tabelle di scala delle portate relative a condotte per acque miste in PVC SN4 a sezione circolare con scabrezza calcolata con coefficiente kutter con $m=0,25$.

SCALA DELLE PORTATE UNIFORMI- SEZ. CIRCOLARE

SEZIONE:

PORTATA litri/sec

Dati sulla sezione:

Tipo sezione:

CIRCOLARE

TUBAZIONE:

PVC SN4 160

Diametro esterno:

160 mm

Spessore:

4,0 mm

Diametro interno:

0,152 m

Coeffic. di Kutter

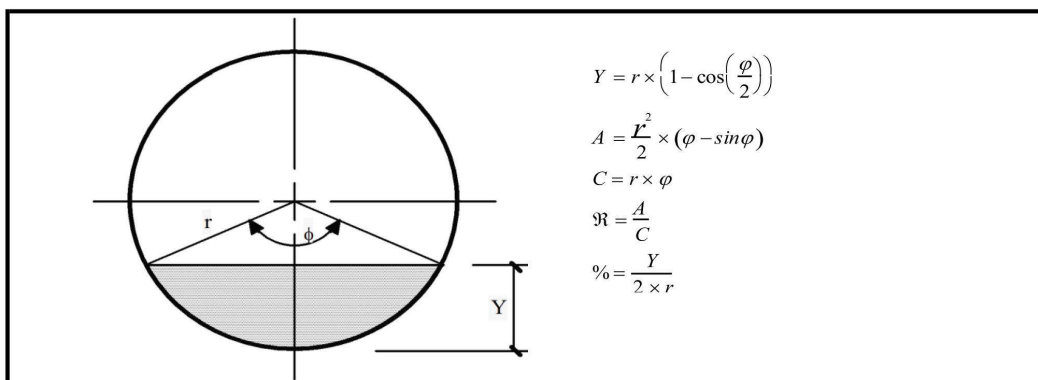
0,25

FORMULE UTILIZZATE

$$Q_0 = A_0 \times \chi_0 \times \sqrt{R_0} \times i \text{ Chezy}$$

$$\chi_0 = \frac{100 \times \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \text{ Kutter}$$

Calcolo portata per pendenza							0,0015		0,0020		0,0030	
N°	Y (m)	ϕ (rad)	A (mq)	%	R (m)	Q/√i (mc/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)
0	0,00000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,00760	0,9021	0,0003	0,050	0,0049	0,0005	0,0000	0,0598	0,0000	0,0691	0,0000	0,0846
2	0,01520	1,2870	0,0009	0,100	0,0097	0,0026	0,0001	0,1074	0,0001	0,1240	0,0001	0,1518
3	0,02280	1,5908	0,0017	0,150	0,0141	0,0065	0,0003	0,1482	0,0003	0,1712	0,0004	0,2097
4	0,03040	1,8546	0,0026	0,200	0,0183	0,0123	0,0005	0,1842	0,0005	0,2127	0,0007	0,2605
5	0,03800	2,0944	0,0035	0,250	0,0223	0,0198	0,0008	0,2162	0,0009	0,2496	0,0011	0,3057
6	0,04560	2,3186	0,0046	0,300	0,0260	0,0289	0,0011	0,2447	0,0013	0,2826	0,0016	0,3461
7	0,05320	2,5322	0,0057	0,350	0,0294	0,0395	0,0015	0,2702	0,0018	0,3121	0,0022	0,3822
8	0,06080	2,7389	0,0068	0,400	0,0326	0,0513	0,0020	0,2930	0,0023	0,3383	0,0028	0,4143
9	0,06840	2,9413	0,0079	0,450	0,0354	0,0640	0,0025	0,3131	0,0029	0,3616	0,0035	0,4428
10	0,07600	3,1416	0,0091	0,500	0,0380	0,0775	0,0030	0,3308	0,0035	0,3819	0,0042	0,4678
11	0,08360	3,3419	0,0102	0,550	0,0403	0,0914	0,0035	0,3460	0,0041	0,3996	0,0050	0,4893
12	0,09120	3,5443	0,0114	0,600	0,0422	0,1053	0,0041	0,3589	0,0047	0,4144	0,0058	0,5075
13	0,09880	3,7510	0,0125	0,650	0,0438	0,1191	0,0046	0,3693	0,0053	0,4265	0,0065	0,5223
14	0,10640	3,9646	0,0136	0,700	0,0450	0,1322	0,0051	0,3773	0,0059	0,4357	0,0072	0,5336
15	0,11400	4,1888	0,0146	0,750	0,0459	0,1442	0,0056	0,3826	0,0065	0,4418	0,0079	0,5411
16	0,12160	4,4286	0,0156	0,800	0,0462	0,1547	0,0060	0,3851	0,0069	0,4447	0,0085	0,5446
17	0,12920	4,6924	0,0164	0,850	0,0461	0,1631	0,0063	0,3842	0,0073	0,4436	0,0089	0,5433
18	0,13680	4,9962	0,0172	0,900	0,0453	0,1684	0,0065	0,3791	0,0075	0,4377	0,0092	0,5361
19	0,14440	5,3811	0,0178	0,950	0,0435	0,1690	0,0065	0,3677	0,0076	0,4245	0,0093	0,5199
20	0,15200	6,2832	0,0181	1,000	0,0380	0,1550	0,0060	0,3308	0,0069	0,3819	0,0085	0,4678



SCALA DELLE PORTATE UNIFORMI- SEZ. CIRCOLARE

SEZIONE:

PORTATA litri/sec

Dati sulla sezione:

Tipo sezione: **CIRCOLARE**
TUBAZIONE: **PVC SN4 200**
Diametro esterno: **200** mm
Spessore: **4,9** mm
Diametro interno: **0,190** m

Coeffic. di Kutter

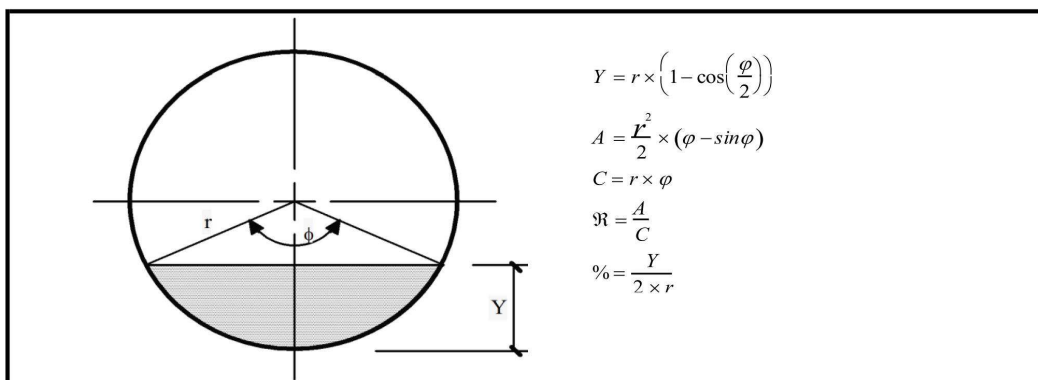
0,25

FORMULE UTILIZZATE

$$Q_0 = A_0 \times \chi_0 \times \sqrt{R_0} \times i \text{ Chezy}$$

$$\chi_0 = \frac{100 \times \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \text{ Kutter}$$

Calcolo portata per pendenza							0,0015		0,0020		0,0030	
N°	Y (m)	ϕ (rad)	A (mq)	%	R (m)	Q/√i (mc/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)
0	0,00000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,00951	0,9021	0,0005	0,050	0,0062	0,0010	0,0000	0,0730	0,0000	0,0842	0,0001	0,1032
2	0,01902	1,2870	0,0015	0,100	0,0121	0,0050	0,0002	0,1300	0,0002	0,1501	0,0003	0,1839
3	0,02853	1,5908	0,0027	0,150	0,0177	0,0123	0,0005	0,1787	0,0006	0,2063	0,0007	0,2527
4	0,03804	1,8546	0,0040	0,200	0,0229	0,0231	0,0009	0,2213	0,0010	0,2555	0,0013	0,3129
5	0,04755	2,0944	0,0056	0,250	0,0279	0,0371	0,0014	0,2590	0,0017	0,2991	0,0020	0,3663
6	0,05706	2,3186	0,0072	0,300	0,0325	0,0542	0,0021	0,2926	0,0024	0,3379	0,0030	0,4138
7	0,06657	2,5322	0,0089	0,350	0,0368	0,0738	0,0029	0,3226	0,0033	0,3725	0,0040	0,4562
8	0,07608	2,7389	0,0106	0,400	0,0407	0,0957	0,0037	0,3492	0,0043	0,4033	0,0052	0,4939
9	0,08559	2,9413	0,0124	0,450	0,0443	0,1194	0,0046	0,3728	0,0053	0,4305	0,0065	0,5272
10	0,09510	3,1416	0,0142	0,500	0,0476	0,1443	0,0056	0,3935	0,0065	0,4543	0,0079	0,5564
11	0,10461	3,3419	0,0160	0,550	0,0504	0,1700	0,0066	0,4113	0,0076	0,4749	0,0093	0,5816
12	0,11412	3,5443	0,0178	0,600	0,0528	0,1959	0,0076	0,4263	0,0088	0,4922	0,0107	0,6028
13	0,12363	3,7510	0,0196	0,650	0,0548	0,2213	0,0086	0,4385	0,0099	0,5063	0,0121	0,6201
14	0,13314	3,9646	0,0212	0,700	0,0563	0,2456	0,0095	0,4477	0,0110	0,5170	0,0135	0,6332
15	0,14265	4,1888	0,0229	0,750	0,0574	0,2679	0,0104	0,4540	0,0120	0,5242	0,0147	0,6420
16	0,15216	4,4286	0,0244	0,800	0,0579	0,2874	0,0111	0,4568	0,0129	0,5275	0,0157	0,6460
17	0,16167	4,6924	0,0257	0,850	0,0577	0,3029	0,0117	0,4558	0,0135	0,5263	0,0166	0,6445
18	0,17118	4,9962	0,0269	0,900	0,0567	0,3128	0,0121	0,4498	0,0140	0,5194	0,0171	0,6361
19	0,18069	5,3811	0,0279	0,950	0,0545	0,3142	0,0122	0,4365	0,0141	0,5040	0,0172	0,6173
20	0,19020	6,2832	0,0284	1,000	0,0476	0,2886	0,0112	0,3935	0,0129	0,4543	0,0158	0,5564



SCALA DELLE PORTATE UNIFORMI- SEZ. CIRCOLARE

SEZIONE:

PORTATA litri/sec

Dati sulla sezione:

Tipo sezione:

CIRCOLARE

TUBAZIONE:

PVC SN4 250

Diametro esterno:

250 mm

Spessore:

6,2 mm

Diametro interno:

0,238 m

Coeffic. di Kutter

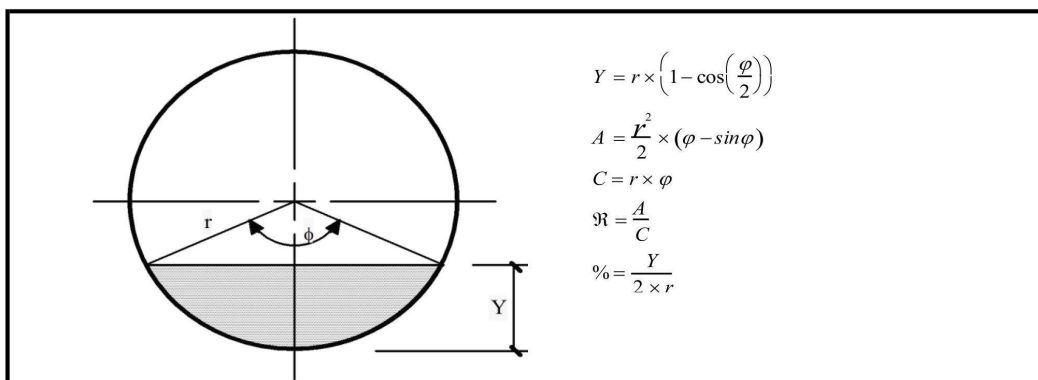
0,25

FORMULE UTILIZZATE

$$Q_0 = A_0 \times \chi_0 \times \sqrt{R_0} \times i \text{ Chezy}$$

$$\chi_0 = \frac{100 \times \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \text{ Kutter}$$

Calcolo portata per pendenza							0,0015		0,0020		0,0030	
N°	Y (m)	ϕ (rad)	A (mq)	%	R (m)	Q/√i (mc/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)
0	0,00000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,01188	0,9021	0,0008	0,050	0,0077	0,0019	0,0001	0,0886	0,0001	0,1023	0,0001	0,1254
2	0,02376	1,2870	0,0023	0,100	0,0151	0,0093	0,0004	0,1568	0,0004	0,1810	0,0005	0,2217
3	0,03564	1,5908	0,0042	0,150	0,0221	0,0231	0,0009	0,2144	0,0010	0,2476	0,0013	0,3033
4	0,04752	1,8546	0,0063	0,200	0,0287	0,0431	0,0017	0,2647	0,0019	0,3056	0,0024	0,3743
5	0,05940	2,0944	0,0087	0,250	0,0348	0,0692	0,0027	0,3090	0,0031	0,3568	0,0038	0,4370
6	0,07128	2,3186	0,0112	0,300	0,0406	0,1006	0,0039	0,3484	0,0045	0,4023	0,0055	0,4927
7	0,08316	2,5322	0,0138	0,350	0,0460	0,1369	0,0053	0,3834	0,0061	0,4427	0,0075	0,5422
8	0,09504	2,7389	0,0166	0,400	0,0509	0,1772	0,0069	0,4145	0,0079	0,4786	0,0097	0,5862
9	0,10692	2,9413	0,0194	0,450	0,0554	0,2208	0,0086	0,4419	0,0099	0,5103	0,0121	0,6250
10	0,11880	3,1416	0,0222	0,500	0,0594	0,2667	0,0103	0,4660	0,0119	0,5380	0,0146	0,6590
11	0,13068	3,3419	0,0250	0,550	0,0629	0,3140	0,0122	0,4867	0,0140	0,5619	0,0172	0,6882
12	0,14256	3,5443	0,0278	0,600	0,0660	0,3615	0,0140	0,5041	0,0162	0,5821	0,0198	0,7129
13	0,15444	3,7510	0,0305	0,650	0,0685	0,4082	0,0158	0,5182	0,0183	0,5984	0,0224	0,7329
14	0,16632	3,9646	0,0332	0,700	0,0704	0,4528	0,0175	0,5290	0,0203	0,6109	0,0248	0,7481
15	0,17820	4,1888	0,0357	0,750	0,0717	0,4939	0,0191	0,5362	0,0221	0,6192	0,0270	0,7583
16	0,19008	4,4286	0,0380	0,800	0,0723	0,5297	0,0205	0,5395	0,0237	0,6230	0,0290	0,7630
17	0,20196	4,6924	0,0402	0,850	0,0721	0,5583	0,0216	0,5383	0,0250	0,6216	0,0306	0,7613
18	0,21384	4,9962	0,0420	0,900	0,0708	0,5767	0,0223	0,5314	0,0258	0,6136	0,0316	0,7515
19	0,22572	5,3811	0,0435	0,950	0,0681	0,5796	0,0224	0,5160	0,0259	0,5958	0,0317	0,7297
20	0,23760	6,2832	0,0443	1,000	0,0594	0,5334	0,0207	0,4660	0,0239	0,5380	0,0292	0,6590



SCALA DELLE PORTATE UNIFORMI- SEZ. CIRCOLARE

SEZIONE:

PORTATA litri/sec

Dati sulla sezione:

Tipo sezione:

CIRCOLARE

TUBAZIONE:

PVC SN4 315

Diametro esterno:

315 mm

Spessore:

7,7 mm

Diametro interno:

0,300 m

Coeffic. di Kutter

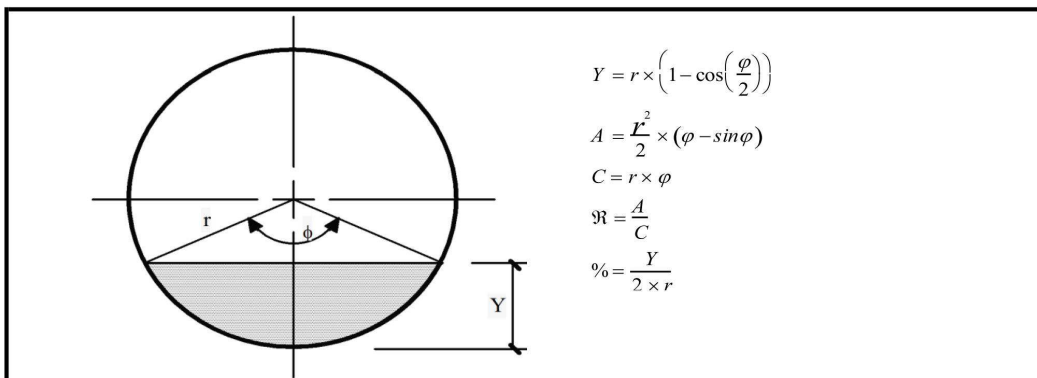
0,25

FORMULE UTILIZZATE

$$Q_0 = A_0 \times \chi_0 \times \sqrt{R_0} \times i \quad \text{Chezy}$$

$$\chi_0 = \frac{100 \times \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \quad \text{Kutter}$$

Calcolo portata per pendenza							0,0015		0,0020		0,0030	
N°	Y (m)	ϕ (rad)	A (mq)	%	R (m)	Q/√i (mc/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)
0	0,00000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,01498	0,9021	0,0013	0,050	0,0098	0,0037	0,0001	0,1083	0,0002	0,1251	0,0002	0,1532
2	0,02996	1,2870	0,0037	0,100	0,0190	0,0180	0,0007	0,1900	0,0008	0,2194	0,0010	0,2687
3	0,04494	1,5908	0,0066	0,150	0,0278	0,0443	0,0017	0,2586	0,0020	0,2986	0,0024	0,3657
4	0,05992	1,8546	0,0100	0,200	0,0361	0,0824	0,0032	0,3180	0,0037	0,3672	0,0045	0,4497
5	0,07490	2,0944	0,0138	0,250	0,0439	0,1317	0,0051	0,3702	0,0059	0,4275	0,0072	0,5235
6	0,08988	2,3186	0,0178	0,300	0,0512	0,1913	0,0074	0,4164	0,0086	0,4809	0,0105	0,5889
7	0,10486	2,5322	0,0220	0,350	0,0580	0,2597	0,0101	0,4575	0,0116	0,5283	0,0142	0,6470
8	0,11984	2,7389	0,0263	0,400	0,0642	0,3358	0,0130	0,4939	0,0150	0,5703	0,0184	0,6984
9	0,13482	2,9413	0,0308	0,450	0,0698	0,4178	0,0162	0,5259	0,0187	0,6073	0,0229	0,7438
10	0,14980	3,1416	0,0352	0,500	0,0749	0,5042	0,0195	0,5539	0,0225	0,6396	0,0276	0,7834
11	0,16478	3,3419	0,0397	0,550	0,0794	0,5930	0,0230	0,5781	0,0265	0,6675	0,0325	0,8175
12	0,17976	3,5443	0,0442	0,600	0,0832	0,6823	0,0264	0,5984	0,0305	0,6909	0,0374	0,8462
13	0,19474	3,7510	0,0485	0,650	0,0863	0,7700	0,0298	0,6148	0,0344	0,7099	0,0422	0,8695
14	0,20972	3,9646	0,0527	0,700	0,0888	0,8538	0,0331	0,6274	0,0382	0,7244	0,0468	0,8872
15	0,22470	4,1888	0,0567	0,750	0,0904	0,9310	0,0361	0,6357	0,0416	0,7341	0,0510	0,8991
16	0,23968	4,4286	0,0605	0,800	0,0911	0,9984	0,0387	0,6396	0,0447	0,7385	0,0547	0,9045
17	0,25466	4,6924	0,0639	0,850	0,0909	1,0523	0,0408	0,6382	0,0471	0,7369	0,0576	0,9025
18	0,26964	4,9962	0,0668	0,900	0,0893	1,0873	0,0421	0,6301	0,0486	0,7276	0,0596	0,8911
19	0,28462	5,3811	0,0692	0,950	0,0858	1,0935	0,0424	0,6122	0,0489	0,7069	0,0599	0,8657
20	0,29960	6,2832	0,0705	1,000	0,0749	1,0083	0,0391	0,5539	0,0451	0,6396	0,0552	0,7834



SCALA DELLE PORTATE UNIFORMI- SEZ. CIRCOLARE

SEZIONE:

PORTATA litri/sec

Dati sulla sezione:

Tipo sezione:

CIRCOLARE

TUBAZIONE:

PVC SN4 400

Diametro esterno:

400 mm

Spessore:

9,8 mm

Diametro interno:

0,380 m

Coeffic. di Kutter

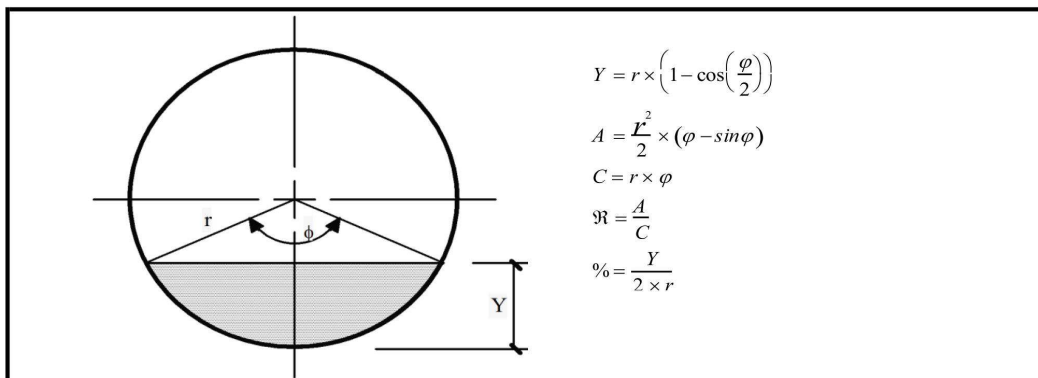
0,25

FORMULE UTILIZZATE

$$Q_0 = A_0 \times \chi_0 \times \sqrt{R_0} \times i \quad \text{Chezy}$$

$$\chi_0 = \frac{100 \times \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \quad \text{Kutter}$$

Calcolo portata per pendenza							0,0015		0,0020		0,0030	
N°	Y (m)	ϕ (rad)	A (mq)	%	R (m)	Q/√i (mc/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)
0	0,00000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,01902	0,9021	0,0021	0,050	0,0124	0,0073	0,0003	0,1327	0,0003	0,1533	0,0004	0,1877
2	0,03804	1,2870	0,0059	0,100	0,0242	0,0353	0,0014	0,2308	0,0016	0,2665	0,0019	0,3264
3	0,05706	1,5908	0,0107	0,150	0,0353	0,0862	0,0033	0,3124	0,0039	0,3608	0,0047	0,4418
4	0,07608	1,8546	0,0162	0,200	0,0459	0,1599	0,0062	0,3828	0,0072	0,4420	0,0088	0,5413
5	0,09510	2,0944	0,0222	0,250	0,0558	0,2549	0,0099	0,4443	0,0114	0,5131	0,0140	0,6284
6	0,11412	2,3186	0,0287	0,300	0,0650	0,3692	0,0143	0,4987	0,0165	0,5758	0,0202	0,7053
7	0,13314	2,5322	0,0354	0,350	0,0736	0,5005	0,0194	0,5468	0,0224	0,6314	0,0274	0,7733
8	0,15216	2,7389	0,0425	0,400	0,0815	0,6461	0,0250	0,5894	0,0289	0,6806	0,0354	0,8336
9	0,17118	2,9413	0,0496	0,450	0,0887	0,8029	0,0311	0,6269	0,0359	0,7239	0,0440	0,8866
10	0,19020	3,1416	0,0568	0,500	0,0951	0,9678	0,0375	0,6596	0,0433	0,7617	0,0530	0,9328
11	0,20922	3,3419	0,0640	0,550	0,1008	1,1374	0,0440	0,6878	0,0509	0,7941	0,0623	0,9726
12	0,22824	3,5443	0,0712	0,600	0,1056	1,3078	0,0507	0,7114	0,0585	0,8215	0,0716	1,0061
13	0,24726	3,7510	0,0782	0,650	0,1096	1,4751	0,0571	0,7306	0,0660	0,8436	0,0808	1,0332
14	0,26628	3,9646	0,0850	0,700	0,1127	1,6349	0,0633	0,7452	0,0731	0,8604	0,0895	1,0538
15	0,28530	4,1888	0,0914	0,750	0,1148	1,7822	0,0690	0,7549	0,0797	0,8717	0,0976	1,0676
16	0,30432	4,4286	0,0975	0,800	0,1157	1,9111	0,0740	0,7594	0,0855	0,8769	0,1047	1,0739
17	0,32334	4,6924	0,1030	0,850	0,1154	2,0144	0,0780	0,7577	0,0901	0,8750	0,1103	1,0716
18	0,34236	4,9962	0,1077	0,900	0,1134	2,0818	0,0806	0,7484	0,0931	0,8642	0,1140	1,0584
19	0,36138	5,3811	0,1115	0,950	0,1090	2,0949	0,0811	0,7275	0,0937	0,8400	0,1147	1,0288
20	0,38040	6,2832	0,1137	1,000	0,0951	1,9356	0,0750	0,6596	0,0866	0,7617	0,1060	0,9328



4. RIUTILIZZO ACQUE METEORICHE PROVENIENTI DALLE COPERTURE

INTRODUZIONE

In riferimento al risparmio idrico richiesto dai criteri ambientali minime “CAM”, il progetto prevede la raccolta delle acque piovane, attuata con impianti realizzati secondo la norma UNI/TS 11445 «Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano.

Si rende quindi necessario la realizzazione di un impianto che consenta di non sprecare questa importante risorsa, costituito da un **sistema di accumulo**, con la funzione di raccogliere, filtrare e conservare l'acqua all'interno di un serbatoio, ed uno di **riutilizzo**, che permette di usufruire dell'acqua piovana raccolta.

Il sistema di riutilizzo delle acque meteoriche e' costituito da 3 **elementi fondamentali**:

✔ **SISTEMA DI RACCOLTA**

Rete fognaria che consente di convogliare le acque meteoriche prima al filtro e poi al serbatoio di accumulo.

✔ **IL FILTRO**

Filtro depurare l'acqua da impurità come foglie e pietrisco. Il filtro deve essere collocato a monte del serbatoio di accumulo in modo che l'acqua raccolta sia già pulita.

✔ **IL SERBATOIO**

Dopo essere stata raccolta e depurata da corpi estranei, l'acqua meteorica captata dall'apposito sistema di raccolta, viene conservata all'interno di un serbatoio. Nel caso in oggetto si adotterà un serbatoio in CA interrato dotato di ispezioni, scarichi di troppo pieno e sistema di sollevamento. La caratteristica fondamentale del serbatoio e' la capienza che viene determinata con il metodo di calcolo sotto illustrato.

Nel 2° lotto dell'edificio scolastico non e' prevista la realizzazione di aree verdi quindi le acque meteoriche raccolte non saranno impiegate per l'irrigazione ma esclusivamente per alimentare per il sistema di scarico dei servizi igienici, rifornendo le cassette dei WC.

Il volume di acqua recuperata sara' quindi dimensionato per lo svolgimento esclusivo di questa funzione.

CALCOLO SECONDO LA NORMA UNI/TS 11445:2012

Il regime pluviometrico

E' definito nel capitolo 3.3 della presente relazione.

Le superfici di captazione

La superficie di captazione, corrisponde alla proiezione orizzontale della copertura dell'edificio. La superficie di captazione e' di 1450 mq.

Il coefficiente di afflusso

Il coefficiente di *afflusso* rappresenta il rapporto tra il volume totale *defluito*, nella sezione di chiusura della superficie captante, ed il volume totale, di precipitazione piovosa, caduto sulla stessa superficie (v. *defluito*).

$$\varphi = \frac{\text{Volume defluito}}{\text{Volume affluito}}$$

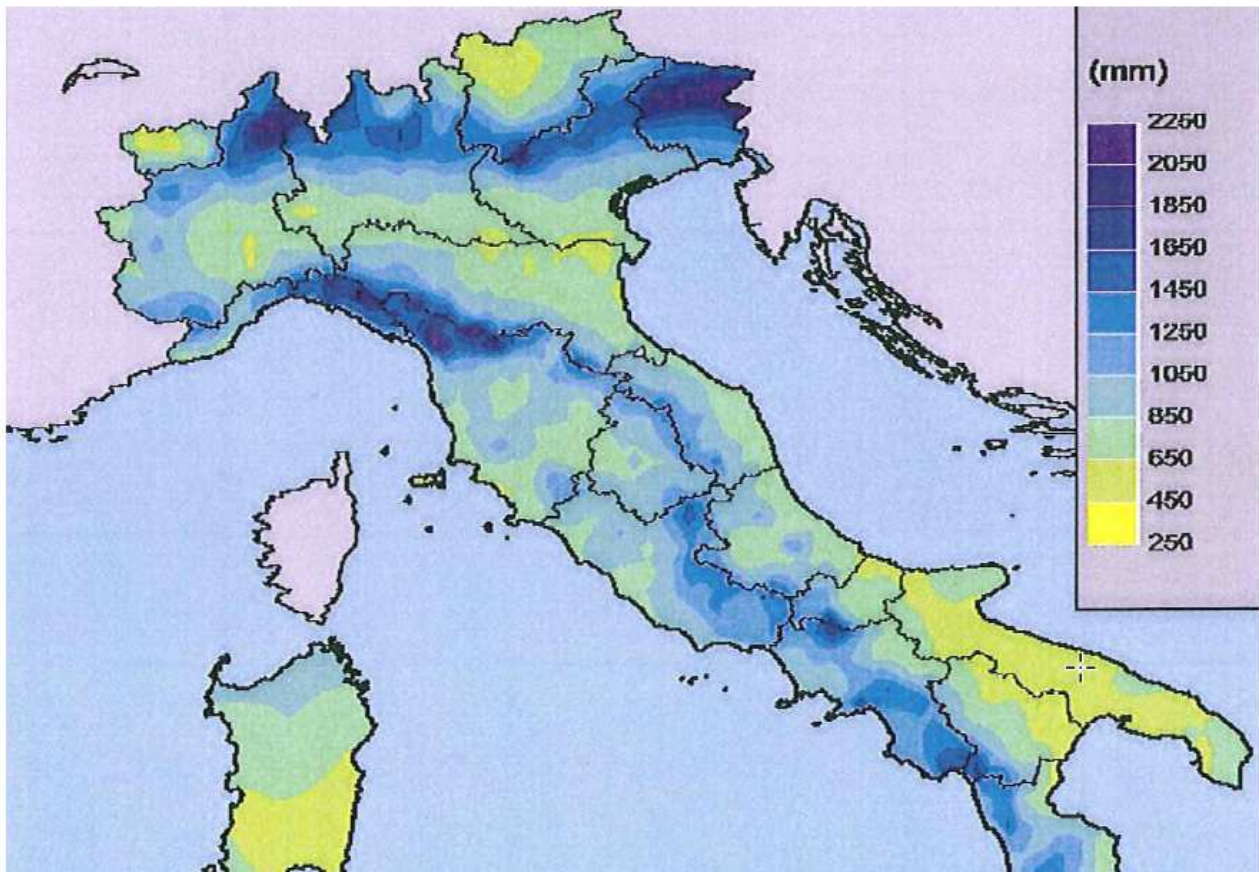
Tale parametro, ipotizzato, nella pratica, costante durante tutto l'evento di pioggia, consente di determinare l'afflusso meteorico in funzione della precipitazione. Nella Tabella sotto allegata, sono riportati i coefficienti di afflusso, per le tipologie di coperture più diffuse.

TIPOLOGIA DI COPERTURA	COEFFICIENTE DI AFLUSSO (φ)
Copertura impermeabile a falda ($p > 3\%$)	0,80
Copertura impermeabile piana	0,70
Copertura permeabile (p. e.: verde pensile)	0,50
Superficie impermeabile a terra	0,70

Nel caso in oggetto si assume un coefficiente $\varphi=0,70$

L'afflusso meteorico

L'appendice a della norma tecnica riporta una cartina con la media annua delle precipitazioni in Italia, utile per il calcolo del volume del sistema di raccolta, di seguito riportata. Nel caso in oggetto tale valore e' di 1000 l/m2.



L'afflusso meteorico annuo, Q , si calcola utilizzando la seguente espressione (UNI/TS 11445):

$$Q = j \cdot P \cdot A$$

dove:

Q è l'afflusso meteorico annuo, espresso in litri [L];

φ è il coefficiente di afflusso [n. p. $\leq 1,00$];

P è la precipitazione piovosa annua, espressa in millimetri [$\text{mm} \equiv \text{L}/\text{m}^2$];

A è la proiezione orizzontale, di superficie di captazione, espressa in metri quadrati [m^2].

$$Q = 0,7 \cdot 1000 \cdot 1450 = 1.015.000 \text{ litri} = 1015 \text{ mc}$$

La richiesta di acqua ad uso domestico diverso dal consumo umano

La stima della richiesta d'acqua può essere effettuata facendo riferimento alla Tabella 6 (UNI/TS 11445:2012).

UTENZA	FABBISOGNO GIORNALIERO PROCAPITE ²	FABBISOGNO ANNUALE
WC in abitazione ¹	40 L	–
WC negli uffici	30 L	–
WC negli edifici scolastici	20 L	–
Lavatrice	15 L	–
Irrigazione per 1 m ² di area a verde	–	300 L/m ²
<p>1 Tale valore può essere ridotto del 20 % se si fa riferimento all'utilizzo di dispositivi a risparmio idrico, come cassette di risciacquo reimpostate ad un valore massimo di 6 L di scarico e con doppio azionamento di cacciata (p. e. : 3 L e 6 L).</p> <p>2 Qualora nel fabbisogno giornaliero individuale, si voglia tener conto anche di altre utenze, come l'<u>orinatoio</u>, questo andrà aumentato di 2 L. Un aumento di 2 L, per persona, andrà considerato, altresì, per la voce d'utenza: <u>pulizie</u> (ai sensi della norma DIN 1989-1:2002-12).</p>		

La valutazione del volume di acqua richiesta, **R**, per il consumo annuo domestico, diverso dal consumo umano, si calcola utilizzando la seguente espressione (UNI/TS 11445:2012):

$$R = R1 + R2 = 255,5 + 300,0 = 555,5 \text{ mc}$$

dove:

$$R1 = n \cdot r \cdot 365$$

R1 è la richiesta idrica annua dei WC, espressa in litri [L] ;

n è il numero puro che esprime la quantità di abitanti serviti dall'impianto o il N. di WC

r è la richiesta giornaliera *procapite*, espressa in L/giorno per Abitante o L/giorno WC

365 è l'arco temporale annuo, considerato, espresso in giorni

$$R1 = 35 \cdot 20 \cdot 365 = 255.500 \text{ litri} = 255,5 \text{ mc}$$

dove:

$$R2 = S \text{ (m}^2\text{)} \cdot F_s = 1.000 \cdot 300 = 300.000 \text{ litri} = 300,0 \text{ mc}$$

S = superficie parco sistemato a verde = 1000 mq

F_s = fabbisogno specifico irrigazione parco = 300 l/mq annui

In questa fase di progettazione definitiva si considera l'irrigazione di superfici sistemate a verde limitata alle aree circostanti il nuovo edificio ed al nuovo parcheggio per un'estensione di 1000 mq. Tale valutazione sarà completata in fase di progettazione esecutiva dopo che siano state meglio definite le sistemazioni del verde.

Il volume utile del sistema di accumulo

La richiesta di acqua per usi domestici, diversi dal consumo umano, deve essere confrontata con l'afflusso meteorico annuale. Per calcolare il volume utile, si prende in considerazione il valore minimo ottenuto, moltiplicato per un fattore percentuale (UNI TS/11445):

V_u = minimo fra i valori di $[Q \text{ o } R] \cdot FP$

dove:

V_u è il volume utile, espresso in litri [L];

Q è l'afflusso meteorico, espresso in litri [L];

R è la richiesta annua, per usi domestici diversi dal consumo umano, espressa in litri [L];

FP è un fattore adimensionale [n. p.], pari al rapporto fra il periodo massimo annuo di giorni consecutivi, con assenza di precipitazioni, ed i giorni dell'anno (p. e.: per una durata massima, con assenza di precipitazioni, di 21 d, il fattore FP è pari al valore normale di circa 0,06).

$V_u = 555.500 / 21 = 26.452$ litri = 26,452 mc

Per ottenere il volume ottimale del sistema di accumulo, che consente di massimizzare le prestazioni dell'impianto di raccolta ed utilizzo dell'acqua piovana, il volume utile deve essere corretto mediante un coefficiente di sicurezza, che consenta di ottenere una buona efficienza del sistema anche in presenza di significative variazioni della pluviometria locale (periodi *siccitosi*) e delle modalità di utilizzo dell'acqua (UNI/TS 11445:2012):

$V_o = V_u \cdot C_s$

dove:

V_o è il volume ottimale del sistema di accumulo, espresso in litri [L];

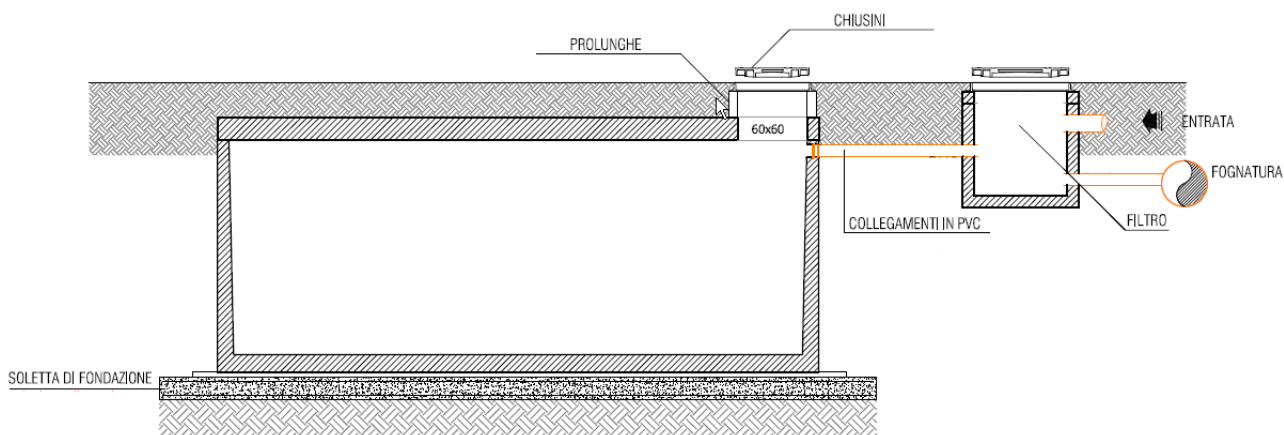
V_u è il volume utile del sistema di accumulo, espresso in litri [L];

C_s è il coefficiente di sicurezza (adimensionale), pari a 1,50 [n. p.].

$V_o = 26.452 \cdot 1,5 = 39.678,6$ litri = 39,679 mc **arrotondato a 40 mc**

OPERE PREVESTE

Sara' realizzato un serbatoio prefabbricato in CA con copertura carrabile con capienza di 40 mc il cui schema e' riportato nelle tavole di progetto e nella sottostante illustrazione, questo volume copre l'utilizzo dell'acqua per uso sanitario ed irriguo sopra calcolata.



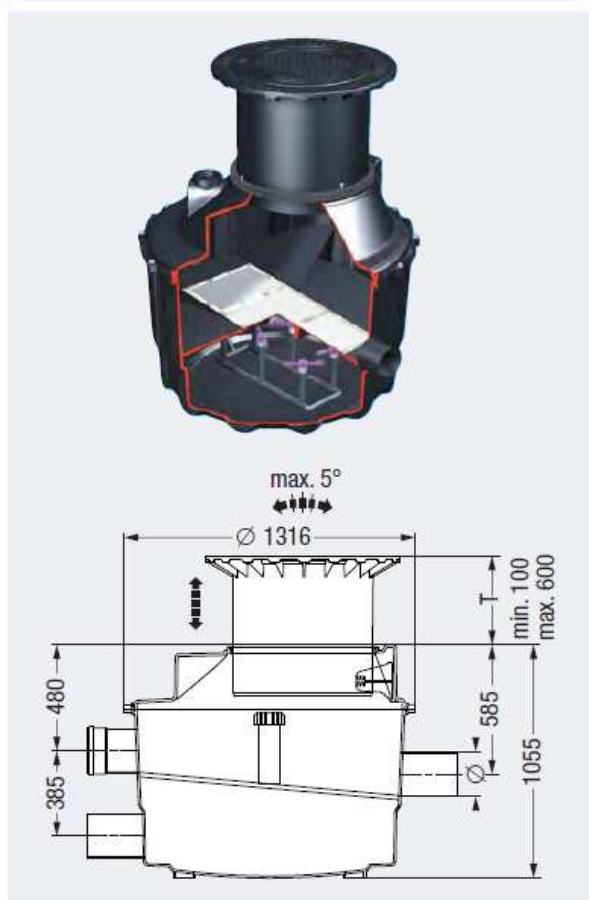
Il sistema di accumulo previsto comprenderà:

- Un pozzetto sfioratore
- Un filtro per la pulitura dell'acqua meteorica recuperata
- Un serbatoio di accumulo in cui sarà alloggiato un sistema di pompaggio

Il filtro in progetto sara' preceduto da un pozzetto sfioratore che convogli le portate eccedenti la capacita di filtraggio direttamente allo scarico fognario. Inoltre il manufatto sara' dotato di una condotta di sicurezza che in caso di saturazione del sistema filtrante convogli l'acqua al sistema fognario.

N = Rendimento del filtro, dipendente dal tipo di filtro scelto. Nel caso in oggetto si fa riferimento ad un filtro con rendimento pari al 90% con le caratteristiche sotto riportate.

Illustrazione e disegno dimensionato



Descrizione dell'articolo

Sistema di filtraggio KESSEL 1000 per acque piovane

Sistema di pozzetti DN/ID 1000 mm, in polietilene da interrare.

Profondità d'entrata da 680 mm fino a 1180 mm, a tenuta d'acqua, resistente contro acque aggressive, prolunga telescopica con piastra di copertura classe B/D in ghisa, con leva di apertura.

Cartuccia filtrante in acciaio inox con maglie da 0,2 mm con unità di risciaquo con raccordo da 1 1/4". Rendimento del filtro 90 %.

Entrata Ø 200

Uscita al canale Ø 200, uscita alla interra Ø 200

Minima differenza tra entrata e uscita al canale di 105 mm

Minima differenza tra entrata e uscita alla cisterna di 385 mm

Tutti gli attacchi sono secondo DIN 19534 per attacchi per tubi in PVC e secondo DIN 19537 per tubi in PE-HD.

Filtro per l'acqua piovana adatto per superfici di tetti fino a ca. 2.000 m²

Fabbricante KESSEL

5. LAMINAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA

GENERATILTA'

Della rete fognaria preesistente relativa agli edifici industriali demoliti non e' reperibile nessuna cartografia.

La presenza di caditoie individuabili nella parte residua piazzale interno e la presenza di pluviali sulle facciate degli edifici preesistenti comprova che le acque meteoriche erano raccolte e smaltite con una rete fognaria, presumibilmente allacciata alla fognatura pubblica.

Considerate le prescrizioni che generalmente il gestore della rete pubblica "IRETI" applica agli allacciamenti fognari, nel presente progetto e' previsto un sistema di laminazione delle portate in modo da scaricare sulla rete pubblica un volume di acqua molto limitato, in condizioni di invarianza idraulica.

Considerando la situazione preesistente, prudentemente si stima che le condizioni di invarianza idraulica possano essere mantenute assumendo le seguenti intensita' di scarico sulla superficie territoriale del comparto:

10 l/sec*ha per scarico della superficie a verde

20 l/sec*ha scarico stimato della preesistente edificazione industriale (valore assai prudente)

30 l/sec*ha scarico totale per invarianza idraulica ($=0,003$ l/sec*mq)

Lo scarico meteorico complessivo immesso sulla rete pubblica sara' quindi pari a:

mq $8.550 \times 0,003 = 25,6$ l/sec

Tali considerazioni saranno da confermare in fase di progettazione esecutiva anche attraverso incontri con i tecnici dell'ente gestore ed un piu' dettagliato rilievo dello stato di fatto delle reti fognarie pubbliche e interne al comparto. Pertanto i manufatti progettati nel presente "definitivo" per la laminazione delle portate meteoriche saranno oggetto di ulteriori studi ed approfondimenti che potrebbero comportare modiche tipologiche e dimensionali.

DIMENSIONAMENTO CON IL METODO DELLE SOLE PIOGGE

Il dimensionamento di "definitivo" dei volumi di invaso si esegue con il metodo della "curva di possibilita' pluviometrica" detto anche metodo delle sole piogge; tale metodo tende a sovrastimare leggermente i volumi occorrenti, tuttavia fornisce dati attendibili che non necessitano di maggiorazioni di sicurezza.

Trascurando i fenomeni di trasferimento e di invaso, che danno luogo al processo di trasformazione degli afflussi in deflussi, il volume dell'invaso di laminazione si determina sviluppando la seguente equazione:

$$V = \varphi Sa \cdot \left(\frac{Q_u}{n \varphi Sa} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{n \varphi Sa} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Noti i seguenti dati della curva con tempo di ritorno TR di 20 anni:

Fonte dati: IREN-IRETI (si rimanda al capitolo 3.3)

Coefficiente α =	57,90
Coefficiente n =	0,534
T_p = tempo di pioggia	<1 h
T_r = tempo di ritorno	20 anni
S = superficie territoriale=	8550 mq
φ = coefficiente di deflusso medio del bacino (K) =	0,316
Q_u = portata in uscita = $8550 \cdot 0,003$ =	25,6 l/sec (0,0256 mc/sec)

Sviluppando il calcolo si ottiene un volume di invaso (V) occorrente di circa **65,27 mc**, con tempo critico di riempimento di circa **0,8 ore**, quindi rientrando nei tempi di validità statistica della curva di probabilità pluviometrica impiegata (< 1 ora).

Notoriamente questo metodo di calcolo tende a sovradimensionare leggermente i volumi di invaso, quindi il dato ottenuto viene assunto senza alcun incremento.

VERIFICA DEL DIMENSIONAMENTO CON IL METODO CINEMATICO

Si esegue la verifica del dimensionamento dei volumi di laminazione applicando il Metodo "Cinematico".

Nella verifica del dimensionamento vengono impiegati i parametri sopra definiti relativi ai coefficienti alla curva di possibilità climatica, alle superfici, ai Coefficienti medi di deflusso, alle portate in uscita.

Il tempo di corrivazione TC assunto sarà pari a 600 sec come indicato nel precedente capitolo 3.3.

Assumendo che la portata in uscita dall'invaso sia costante nel tempo ed uguale alla $Q_u(\max)$ (Alfonsi e Orsi, 1987) si perviene alla determinazione delle seguenti formule per il calcolo del volume di laminazione e la durata critica della precipitazione con tempo di ritorno TR 20 anni:

$$W = \varphi Sa \cdot \tau_{cv}^n + \frac{\tau_c \cdot Q_u^2 \cdot \tau_{cv}^{1-n}}{\varphi Sa} - Q_u \cdot \tau_{cv} - Q_u \cdot \tau_c$$

In cui:

W = volume vasca di laminazione

Tcv = tempo critico della vasca

Tc = tempo di corrivazione

Qu = Portata massima in uscita (20 l/sec*ha)

a = parametro curva di possibilità climatica Distart-Burana Tr 20 anni

n = parametro curva di possibilità climatica Distart-Burana Tr 20 anni

S = superficie totale del bacino

φ = coefficiente deflusso medio bacino

Il valore della durata critica Tcv e' desunto dalla seguente equazione

$$n\phi Sa \cdot \tau_{cv}^{n-1} + \frac{(1-n) \cdot \tau_c \cdot Q_u^2 \cdot \tau_{cv}^{-n}}{\phi Sa} - Q_u = 0$$

Svolgendo i calcoli si ottengono questi valori:

Tcv= 3250 sec = 0,90 ore **W di 58, 32 mc.**

Come atteso i volumi di laminazione ottenuti sono leggermente inferiori, confermando tuttavia il valori del dimensionamento effettuato con il "metodo delle sole piogge".

MANUFATTI DI LAMINAZIONE

Per ottenere un volume di invaso di **65,27 mc** si metteranno in opera circa 47 mt di uno scatolare prefabbricato in CA di dimensioni interne di 200x70 cm., dotato di soletta superiore carrabile.

$$V = 47,00 * (2,00 * 0,70) = 65,8 \text{ mc}$$

Per maggiore sicurezza del dimensionamento non vengono inseriti in questo computo i volumi delle condotte in PVC, dei pozzetti e delle caditoie che seppur modesti concorrerebbero a formare l'invaso di laminazione.

Lo scarico sul recettore sarà limitato con la fornitura e posa di un regolatore di flusso tipo Hydroslide VS tarato dal produttore per assicurare portata costante in uscita di 26,6 l/sec con battente idraulico massimo di 70 cm circa.



6. RETE ACQUE NERE

Le acque provenienti dagli scarichi di tutti gli apparecchi sanitari del nuovo edificio saranno raccolte da un sistema fognario di acque nere adducente al sistema fognario pubblico mediante un nuovo allacciamento.

6.1 CARATTERISTICHE RETE ACQUE NERE

La rete di acque nere in progetto comprende la raccolta degli scarichi provenienti dai servizi igienici e dai laboratori dell'edificio in progetto.

Recettore finale

Localizzazione e la quota di immissione nel recettore finale e' indicato nelle tavole del progetto.

Rete fognaria esterna agli edifici

- Condotte in PVC di diametro pari o superiore a quelli indicati nel progetto
- Pendenze di progetto $\geq 1\%$ ($\geq 0,5\%$ scarico chiarificato dopo la vasca imhoff)
- Tipologia di posa da definire in funzione della profondità di interramento e dei carichi agenti
- Pozzetti posizionati nelle pavimentazioni dotati di chiusini in ghisa sferoidale con classe di resistenza D400 o C
- Pozzetti posizionati nelle aree verdi o nelle aiuole con chiusini in CLS carrabile
- Le condotte manterranno sempre la continuità anche all'interno dei pozzetti dove saranno messi in opera appositi pezzi speciali dotati di tappo ispezionabile
- Priva dell'allacciamento alla rete fognaria principale e' prevista la chiarificazione dello scarico, al fine di prevenire fenomeni di pedosito di materiali, mediante la fornitura e messa in opera di un pozzetto Imhoff adeguatamente dimensionato.

Rete fognaria interna agli edifici

Il dimensionamento esecutivo delle tubazioni e' essere eseguito secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 12056. Le colonne montanti saranno munite di condotto di ventilazione. Saranno comunque rispettate le seguenti disposizioni:

- Condotte in PEHD tipo geberit o geberit silent saldato
- Pendenze di progetto $\geq 1\%$
- Eventuali pozzetti interni sempre dotati di chiusini metallico a tenuta stagna del tipo a riempimento

- Le condotte manterranno sempre la continuità idraulica anche all'interno dei pozzetti dove saranno messi in opera appositi pezzi speciali dotati di tappo di ispezione avvvitabile

6.2 METODO DI DIMENSIONAMENTO RETE ACQUE NERE

Il dimensionamento della rete nera sarà eseguito in funzione delle portate di acque nere ottenute applicando ad ogni sanitario i seguenti valori di unità di scarico desunti dalla norma UNI 12056.

APPARECCHIO	UNITA' DI SCARICO
WC e Vuotatoi	2,5 l/s
Bidet	0,5 l/s
Lavabo	0,5 l/s
Doccia	0,5 l/s
Lavatrice	1,0 l/s
Lavastoviglie	1,0 l/s
Vasca	1,0 l/s
Pilette a pavimento	0,5 l/s

Il carico probabile contemporaneo in ogni sezione della rete di acque nere sarà quindi determinato applicando alla somma totale delle portate gravanti sulla sezione la seguente formula riduttiva della contemporaneità:

$$Q_r \text{ [l/s]} = 0,7 \sqrt{Q_t \text{ [l/s]}}$$

Dove Q_r = portata ridotta (l/s)

Q = portata totale unita di scarico (l/s)

0,7 = coefficiente riduttivo applicabile per scuole

L'edificio una volta completato sarà costituito da 3 piani, con servizi igienici sovrapposti tra loro, in modo da potere sfruttare le stesse colonne di scarico.

Il dimensionamento degli scarichi interni è effettuato sulla relazione di tecnica dell'impianto igienico sanitario.

Il dimensionamento è stato effettuato scegliendo opportunamente il diametro delle condotte, verificando quindi che le portate teoriche defluibili, in ogni tratto della rete, con pendenza assegnata e riempimento al 50% siano superiori alle portate di pioggia calcolate. I diametri e le pendenze sono indicati sulle tavole di progetto.

A tale fine sono state utilizzate le tabelle delle “portate di condotte a sezione circolare” allegate, dove le portate sono calcolate con la formule di CHEZY in funzione della pendenza, del livello di riempimento e della scabrezza della condotta.

$$Q_0 = A_0 \times \chi_0 \times \sqrt{R_0} \times i \quad \text{Chezy}$$

$$\chi_0 = \frac{100 \times \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \quad \text{Kutter}$$

Nel dimensionamento delle tubazioni sarà assunto un adeguato coefficiente di scabrezza tratto dalla letteratura tecnica, idoneo per condotte di acque nere in esercizio con depositi ed incrostazioni. A tal fine per la determinazione del coeff. di scabrezza il coefficiente di Kutter assume il valore $m=0,35$ (scabrezza $\epsilon=2-3$ mm).

Un'ulteriore verifica è stata fatta anche sulla velocità minime di deflusso nelle nuove condotte in progetto, secondo quanto stabilito dalla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 11633/1974, controllando che queste si mantengano superiori o uguali a 0,5 m/sec, al fine di prevenire la formazione di depositi di materiali.

6.3 DIMENSIONAMENTO RETE ACQUE NERE

Si esegue il calcolo delle unità di scarico complessive provenienti dall'edificio

Nella valutazione del numero e del tipo di sanitari presenti sono state considerate congrue quantità maggiorative per eventuali varianti ed integrazioni che potranno essere apportate nel tempo all'edificio.

PORTATA TOTALE ACQUE NERE – RAMO PRINCIPALE			
TIPOLOGIA SCARICHI	N	US	US TOT
WC	34	2,50	85,0
LAVABO	40	0,50	20,0
VUOTATOI	4	2,50	10,0
LAVABI A CANALE	8	1,00	8,0
INCREMENTO SICUREZZA			25,0
Unità Scarico totali QT l/sec			148,00

$$Q_r [l/s] = 0,7 \sqrt{Q_t [l/s]} = 8,62 \text{ l/sec}$$

PORTATA RAMO EST EDIFICIO			
TIPOLOGIA SCARICHI	N	US	US TOT
WC	28	2,50	70,0
LAVABO	24	0,50	12,0
VUOTATOI	0	2,50	0
LAVABI A CANALE	8	1,00	8,0
INCREMENTO SICUREZZA			18,0
Unita Scarico totali QT l/sec			108,00

$$Q_r [l/s] = 0,7 \sqrt{Q_t [l/s]} = 7,28 \text{ l/sec}$$

PORTATA RAMO OVEST EDIFICIO			
TIPOLOGIA SCARICHI	N	US	US TOT
WC	6	2,50	15,0
LAVABO	14	0,50	7,0
VUOTATOI	3	2,50	7,5
LAVABI A CANALE	0	1,00	0
INCREMENTO SICUREZZA			6,5
Unita Scarico totali QT l/sec			36,00

$$Q_r [l/s] = 0,7 \sqrt{Q_t [l/s]} = 4,20 \text{ l/sec}$$

Le verifiche hanno un esito positivo. Si riporta la tabella di verifica nei principali tratti della rete:

Tratto	Portata Qt	Portata ridotta Qr	Condotta	Pend. progetto	Velocità m/sec	Portata 50% riemp	Verifica
Rampo principale	148,00	8,62	PVC 250	0,5%	0,60	15,80	positiva
Rampo est	108,00	7,28	PVC 200	0,5% (1%)	0,57	8,40	positiva
Ramo ovest	36,00	4,20	PVC 160	0,5% (1%)	0,50	4,50	positiva

6.4 VASCHE IMHOFF IN PROGETTO

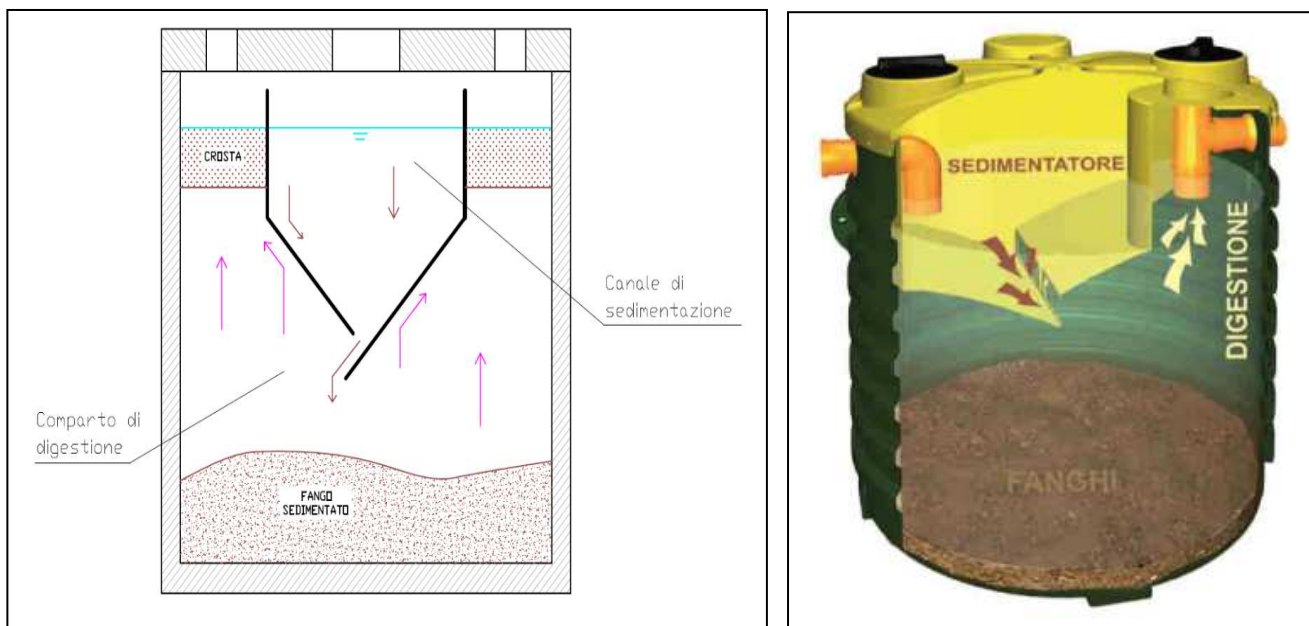
Le vasche Imhoff costituiscono il primo stadio di depurazione primaria delle acque di scarico previsto dalle leggi vigenti. Consentono di riversare nella pubblica fognatura un refluo in grado di rispettare i limiti della Tabella 3 del D.Lgs 152/06.

Le vasche Imhoff sono formate da due comparti: uno superiore di sedimentazione ed uno inferiore di digestione (anaerobica). Il liquame arriva nel comparto di sedimentazione dove i solidi sospesi sedimentabili precipitano, lungo le pareti inclinate della tramoggia, nel sottostante comparto di accumulo e di digestione attraverso fessura longitudinale di comunicazione.

Nelle vasche Imhoff le parti in sospensione si accumulano formando una spessa crosta che periodicamente deve essere rimossa (tipicamente 1 volta all'anno). L'acqua dopo un tempo di ritenzione esce chiarificata. Le sostanze sedimentate sul fondo della vasca vengono digerite da batteri anaerobici, i gas biologici prodotti dalla fermentazione si liberano dagli sfiati.

Nelle fosse Imhoff sono richiesti tempi di sedimentazione di 4-6 ore calcolati sulla portata di punta, con volumi medi di 50 l/abitante. Per il comparto di digestione vengono fissati volumi di 200 litri pro capite in caso di una estrazioni di fango l'anno.

L'abbattimento preventivo con degrassatore-desaponatore, delle acque di rifiuto saponose provenienti da scarichi di cucine, mense e simili, risulta opportuno considerato che oli, grassi e detersivi, possono indurre gravi inconvenienti in varie fasi del trattamento depurativo. Il dimensionamento di una vasca Imhoff si esegue determinando gli "Abitanti Equivalenti" (AE), gravanti su di essa, sulla base di standard fissati dalla normative nazionali e regionali.



Considerata la distribuzione dei servizi igienici nell'edificio si prevede di installare 2 vasche Imhoff in corrispondenza dei maggiori gruppi di servizi in progetto.

La vasche Imhoff sono dimensionate in conformità alle vigenti normative, e al carico inquinante prevedibile, considerato che l'art.74 del decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152, "Norme in materia

ambientale”, stabilisce che 1 Abitante Equivalente (AE) corrisponde al carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BOD5) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno.

Esistono precise linee guida regionali per calcolare gli abitanti equivalenti negli edifici scolastici:

1 a. e. ogni 10 alunni stimati sulla potenzialità ricettiva complessiva.

Quindi considerato che il nuovo plesso scolastico e' destinato ad ospitare 500 persone contemporaneamente (alunni + docenti + non docenti), occorrerà dotare la struttura di vasche imhoff di capacità complessi uguale o maggiore a 50 abitanti equivalenti,

Si prevede di installare:

1 vasca imhoff da 20 AE sul lato Ovest dell'edificio

1 vasca imhoff da 40 AE sul lato Est dell'edificio

Il dimensionamento delle vasche sarà eseguito considerando un solo svuotamento annuo. Le volumetrie minime nette dei manufatti conformi alla normativa, per un solo svuotamento di fanghi annuo, solo le seguenti, per ogni abitante equivalente:

Volume sezione sedimentazione: 50,00 lt

Volume sezione digestore: 200,00 lt

6.5 PLANIMETRIE DI PROGETTO

Quanto descritto relativamente alla nuova rete fognaria del 2°lotto trova riscontro nei seguenti elaborati grafici:

- **Tav. Progetto - Planimetria rete fognaria**

6.6 TABELLE PORTATE CONDOTTE SEZIONI CIRCOLARI PER ACQUE NERE

Si allegano le tabelle di scala delle portate relative a condotte per acque bianche in PVC SN4 a sezione circolare con scabrezza calcolata con coefficiente kutter con $m=0,35$.

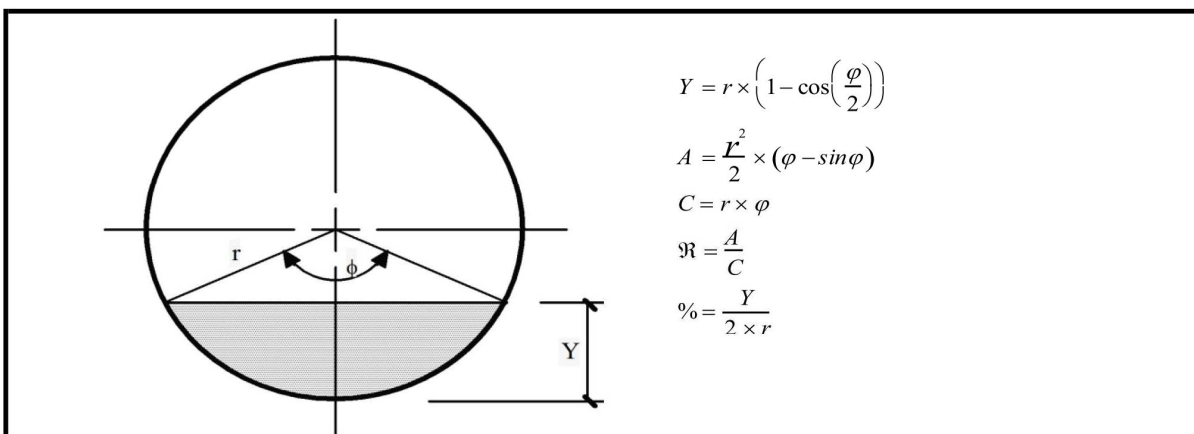
SEZIONE:	
PORTATA	litri/sec
Dati sulla sezione:	
Tipo sezione:	CIRCOLARE
TUBAZIONE:	PVC SN4 110
Diametro esterno:	110 mm
Spessore:	3,20 mm
Diametro interno:	0,104 m
Coeffic. di Kutter	0,35

FORMULE UTILIZZATE

$$Q_0 = A_0 \times \chi_0 \times \sqrt{R_0} \times i \text{ Chezy}$$

$$\chi_0 = \frac{100 \times \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \text{ Kutter}$$

Calcolo portata per pendenza							0,0030		0,0050		0,0100	
N°	Y (m)	(rad)	A (mq)	%	R (m)	Q/i (mc/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)
0	0,00000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,00518	0,9021	0,0002	0,050	0,0034	0,0001	0,0000	0,0453	0,0000	0,0584	0,0000	0,0826
2	0,01036	1,2870	0,0004	0,100	0,0066	0,0007	0,0000	0,0836	0,0000	0,1079	0,0001	0,1526
3	0,01554	1,5908	0,0008	0,150	0,0096	0,0017	0,0001	0,1176	0,0001	0,1518	0,0002	0,2147
4	0,02072	1,8546	0,0012	0,200	0,0125	0,0032	0,0002	0,1482	0,0002	0,1913	0,0003	0,2705
5	0,02590	2,0944	0,0016	0,250	0,0152	0,0053	0,0003	0,1758	0,0004	0,2270	0,0005	0,3210
6	0,03108	2,3186	0,0021	0,300	0,0177	0,0078	0,0004	0,2008	0,0006	0,2592	0,0008	0,3666
7	0,03626	2,5322	0,0026	0,350	0,0200	0,0107	0,0006	0,2233	0,0008	0,2883	0,0011	0,4078
8	0,04144	2,7389	0,0031	0,400	0,0222	0,0140	0,0008	0,2436	0,0010	0,3145	0,0014	0,4448
9	0,04662	2,9413	0,0037	0,450	0,0241	0,0176	0,0010	0,2617	0,0012	0,3379	0,0018	0,4778
10	0,05180	3,1416	0,0042	0,500	0,0259	0,0214	0,0012	0,2776	0,0015	0,3584	0,0021	0,5069
11	0,05698	3,3419	0,0048	0,550	0,0274	0,0253	0,0014	0,2915	0,0018	0,3763	0,0025	0,5322
12	0,06216	3,5443	0,0053	0,600	0,0288	0,0292	0,0016	0,3032	0,0021	0,3914	0,0029	0,5536
13	0,06734	3,7510	0,0058	0,650	0,0299	0,0331	0,0018	0,3128	0,0023	0,4038	0,0033	0,5710
14	0,07252	3,9646	0,0063	0,700	0,0307	0,0368	0,0020	0,3201	0,0026	0,4132	0,0037	0,5844
15	0,07770	4,1888	0,0068	0,750	0,0313	0,0402	0,0022	0,3250	0,0028	0,4195	0,0040	0,5933
16	0,08288	4,4286	0,0072	0,800	0,0315	0,0432	0,0024	0,3272	0,0031	0,4224	0,0043	0,5974
17	0,08806	4,6924	0,0076	0,850	0,0314	0,0455	0,0025	0,3264	0,0032	0,4214	0,0046	0,5959
18	0,09324	4,9962	0,0080	0,900	0,0309	0,0469	0,0026	0,3217	0,0033	0,4153	0,0047	0,5873
19	0,09842	5,3811	0,0083	0,950	0,0297	0,0470	0,0026	0,3112	0,0033	0,4018	0,0047	0,5682
20	0,10360	6,2832	0,0084	1,000	0,0259	0,0427	0,0023	0,2776	0,0030	0,3584	0,0043	0,5069



SEZIONE:

PORTATA litri/sec

Dati sulla sezione:

Tipo sezione: **CIRCOLARE**
TUBAZIONE: **PVC SN4 125**
Diametro esterno: **125 mm**
Spessore: **4,00 mm**
Diametro interno: **0,117 m**
Coeff. di Kutter **0,35**

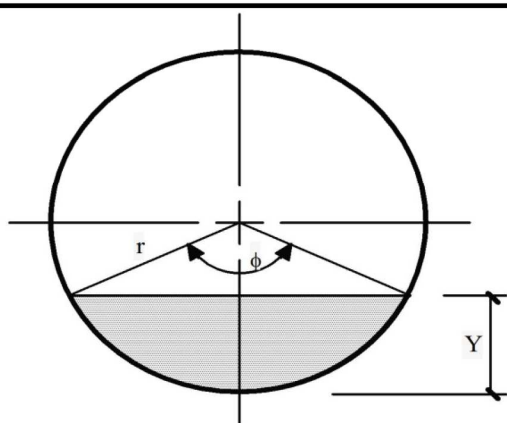
FORMULE UTILIZZATE

$$Q_0 = A_0 \times \chi_0 \times \sqrt{R_0} \times i \quad \text{Chezy}$$

$$\chi_0 = \frac{100 \times \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \quad \text{Kutter}$$

Calcolo portata per pendenza

							0,0030		0,0050		0,0100	
N°	Y (m)	(rad)	A (mq)	%	R (m)	Q/i (mc/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)
0	0,00000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,00585	0,9021	0,0002	0,050	0,0038	0,0002	0,0000	0,0507	0,0000	0,0654	0,0000	0,0925
2	0,01170	1,2870	0,0006	0,100	0,0074	0,0010	0,0001	0,0933	0,0001	0,1205	0,0001	0,1704
3	0,01755	1,5908	0,0010	0,150	0,0109	0,0024	0,0001	0,1310	0,0002	0,1692	0,0002	0,2392
4	0,02340	1,8546	0,0015	0,200	0,0141	0,0046	0,0003	0,1649	0,0003	0,2128	0,0005	0,3010
5	0,02925	2,0944	0,0021	0,250	0,0172	0,0075	0,0004	0,1954	0,0005	0,2522	0,0007	0,3567
6	0,03510	2,3186	0,0027	0,300	0,0200	0,0110	0,0006	0,2229	0,0008	0,2878	0,0011	0,4070
7	0,04095	2,5322	0,0034	0,350	0,0226	0,0152	0,0008	0,2478	0,0011	0,3199	0,0015	0,4524
8	0,04680	2,7389	0,0040	0,400	0,0251	0,0198	0,0011	0,2701	0,0014	0,3487	0,0020	0,4931
9	0,05265	2,9413	0,0047	0,450	0,0273	0,0248	0,0014	0,2900	0,0018	0,3743	0,0025	0,5294
10	0,05850	3,1416	0,0054	0,500	0,0293	0,0302	0,0017	0,3075	0,0021	0,3970	0,0030	0,5614
11	0,06435	3,3419	0,0061	0,550	0,0310	0,0357	0,0020	0,3227	0,0025	0,4166	0,0036	0,5892
12	0,07020	3,5443	0,0067	0,600	0,0325	0,0413	0,0023	0,3356	0,0029	0,4332	0,0041	0,6126
13	0,07605	3,7510	0,0074	0,650	0,0337	0,0467	0,0026	0,3461	0,0033	0,4467	0,0047	0,6318
14	0,08190	3,9646	0,0080	0,700	0,0347	0,0520	0,0028	0,3541	0,0037	0,4571	0,0052	0,6464
15	0,08775	4,1888	0,0086	0,750	0,0353	0,0568	0,0031	0,3594	0,0040	0,4640	0,0057	0,6562
16	0,09360	4,4286	0,0092	0,800	0,0356	0,0609	0,0033	0,3619	0,0043	0,4672	0,0061	0,6607
17	0,09945	4,6924	0,0097	0,850	0,0355	0,0642	0,0035	0,3610	0,0045	0,4660	0,0064	0,6591
18	0,10530	4,9962	0,0102	0,900	0,0349	0,0662	0,0036	0,3558	0,0047	0,4594	0,0066	0,6497
19	0,11115	5,3811	0,0106	0,950	0,0335	0,0663	0,0036	0,3444	0,0047	0,4446	0,0066	0,6287
20	0,11700	6,2832	0,0108	1,000	0,0293	0,0604	0,0033	0,3075	0,0043	0,3970	0,0060	0,5614



$$Y = r \times \left(1 - \cos\left(\frac{\phi}{2}\right) \right)$$

$$A = \frac{r^2}{2} \times (\phi - \sin\phi)$$

$$C = r \times \phi$$

$$R = \frac{A}{C}$$

$$\% = \frac{Y}{2 \times r}$$

SEZIONE:

PORTATA

litri/sec

Dati sulla sezione:

Tipo sezione:

CIRCOLARE

TUBAZIONE:

PVC SN4 160

Diametro esterno:

160 mm

Spessore:

4,00 mm

Diametro interno:

0,152 m

Coeffic. di Kutter

0,35

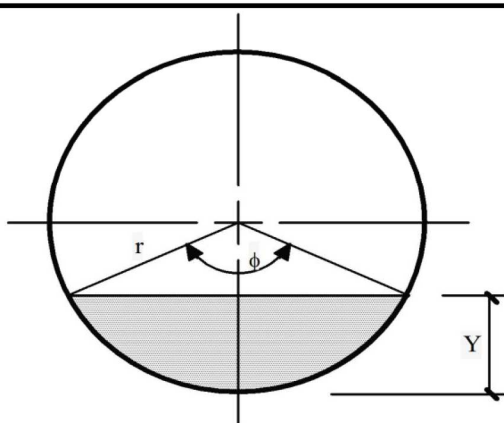
FORMULE UTILIZZATE

$$Q_0 = A_0 \times \chi_0 \times \sqrt{R_0} \times i \quad \text{Chezy}$$

$$\chi_0 = \frac{100 \times \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \quad \text{Kutter}$$

Calcolo portata per pendenza

N°	Y (m)	(rad)	A (mq)	%	R (m)	Q/√i (mc/sec)	0,0030		0,0050		0,0100	
							Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)
0	0,00000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,00760	0,9021	0,0003	0,050	0,0049	0,0004	0,0000	0,0645	0,0000	0,0832	0,0000	0,1177
2	0,01520	1,2870	0,0009	0,100	0,0097	0,0020	0,0001	0,1180	0,0001	0,1523	0,0002	0,2154
3	0,02280	1,5908	0,0017	0,150	0,0141	0,0051	0,0003	0,1649	0,0004	0,2129	0,0005	0,3011
4	0,03040	1,8546	0,0026	0,200	0,0183	0,0098	0,0005	0,2068	0,0007	0,2670	0,0010	0,3776
5	0,03800	2,0944	0,0035	0,250	0,0223	0,0158	0,0009	0,2445	0,0011	0,3156	0,0016	0,4464
6	0,04560	2,3186	0,0046	0,300	0,0260	0,0233	0,0013	0,2784	0,0016	0,3594	0,0023	0,5083
7	0,05320	2,5322	0,0057	0,350	0,0294	0,0319	0,0017	0,3089	0,0023	0,3988	0,0032	0,5640
8	0,06080	2,7389	0,0068	0,400	0,0326	0,0416	0,0023	0,3362	0,0029	0,4341	0,0042	0,6139
9	0,06840	2,9413	0,0079	0,450	0,0354	0,0521	0,0029	0,3605	0,0037	0,4655	0,0052	0,6583
10	0,07600	3,1416	0,0091	0,500	0,0380	0,0633	0,0035	0,3819	0,0045	0,4931	0,0063	0,6973
11	0,08360	3,3419	0,0102	0,550	0,0403	0,0748	0,0041	0,4005	0,0053	0,5170	0,0075	0,7312
12	0,09120	3,5443	0,0114	0,600	0,0422	0,0864	0,0047	0,4162	0,0061	0,5373	0,0086	0,7598
13	0,09880	3,7510	0,0125	0,650	0,0438	0,0978	0,0054	0,4289	0,0069	0,5538	0,0098	0,7831
14	0,10640	3,9646	0,0136	0,700	0,0450	0,1087	0,0060	0,4387	0,0077	0,5663	0,0109	0,8009
15	0,11400	4,1888	0,0146	0,750	0,0459	0,1187	0,0065	0,4452	0,0084	0,5748	0,0119	0,8129
16	0,12160	4,4286	0,0156	0,800	0,0462	0,1273	0,0070	0,4482	0,0090	0,5786	0,0127	0,8183
17	0,12920	4,6924	0,0164	0,850	0,0461	0,1342	0,0073	0,4471	0,0095	0,5772	0,0134	0,8163
18	0,13680	4,9962	0,0172	0,900	0,0453	0,1384	0,0076	0,4408	0,0098	0,5691	0,0138	0,8049
19	0,14440	5,3811	0,0178	0,950	0,0435	0,1388	0,0076	0,4269	0,0098	0,5511	0,0139	0,7794
20	0,15200	6,2832	0,0181	1,000	0,0380	0,1265	0,0069	0,3819	0,0089	0,4931	0,0127	0,6973



$$Y = r \times \left(1 - \cos\left(\frac{\phi}{2}\right) \right)$$

$$A = \frac{r^2}{2} \times (\phi - \sin\phi)$$

$$C = r \times \phi$$

$$R = \frac{A}{C}$$

$$\% = \frac{Y}{2 \times r}$$

SEZIONE:

PORTATA

litri/sec

Dati sulla sezione:

Tipo sezione:

CIRCOLARE

TUBAZIONE:

PVC SN4 200

Diametro esterno:

200 mm

Spessore:

5,00 mm

Diametro interno:

0,190 m

Coeffic. di Kutter

0,35

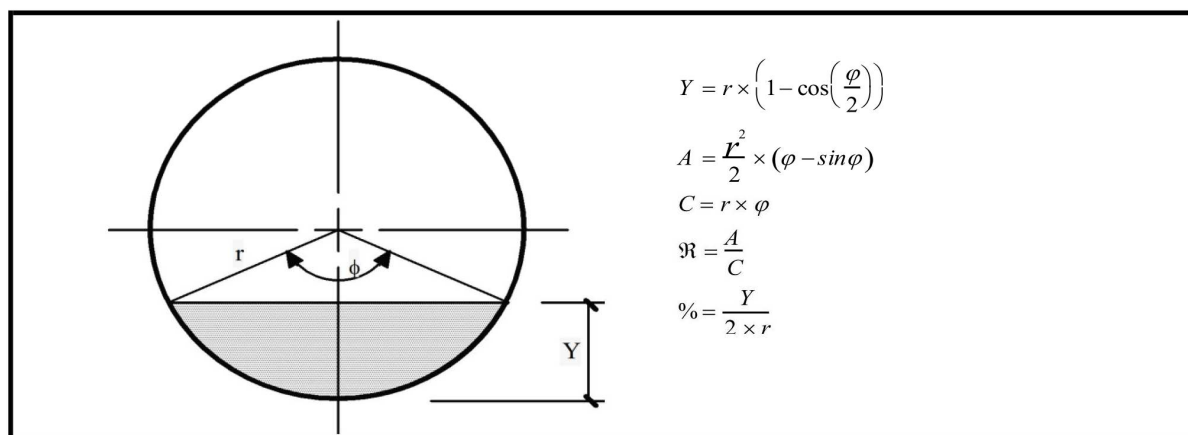
FORMULE UTILIZZATE

$$Q_0 = A_0 \times \chi_0 \times \sqrt{R_0} \times i \quad \text{Chezy}$$

$$\chi_0 = \frac{100 \times \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \quad \text{Kutter}$$

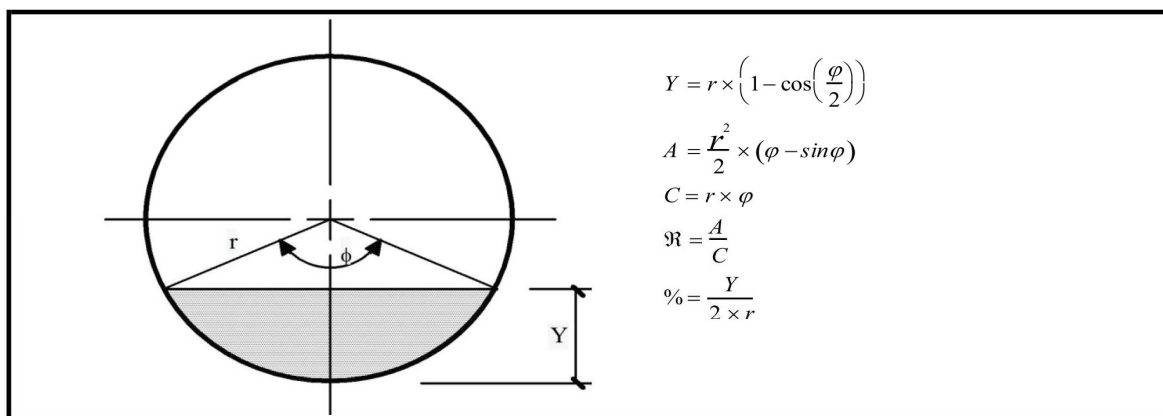
Calcolo portata per pendenza

							0,0030		0,0050		0,0100	
N°	Y (m)	(rad)	A (mq)	%	R (m)	Q/i (mc/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)
0	0,00000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,00950	0,9021	0,0005	0,050	0,0062	0,0008	0,0000	0,0790	0,0001	0,1020	0,0001	0,1443
2	0,01900	1,2870	0,0015	0,100	0,0121	0,0039	0,0002	0,1437	0,0003	0,1856	0,0004	0,2624
3	0,02850	1,5908	0,0027	0,150	0,0176	0,0097	0,0005	0,2002	0,0007	0,2584	0,0010	0,3655
4	0,03800	1,8546	0,0040	0,200	0,0229	0,0184	0,0010	0,2503	0,0013	0,3231	0,0018	0,4570
5	0,04750	2,0944	0,0055	0,250	0,0279	0,0299	0,0016	0,2952	0,0021	0,3811	0,0030	0,5390
6	0,05700	2,3186	0,0072	0,300	0,0325	0,0438	0,0024	0,3355	0,0031	0,4331	0,0044	0,6126
7	0,06650	2,5322	0,0088	0,350	0,0368	0,0600	0,0033	0,3717	0,0042	0,4799	0,0060	0,6786
8	0,07600	2,7389	0,0106	0,400	0,0407	0,0781	0,0043	0,4041	0,0055	0,5216	0,0078	0,7377
9	0,08550	2,9413	0,0124	0,450	0,0443	0,0978	0,0054	0,4328	0,0069	0,5588	0,0098	0,7902
10	0,09500	3,1416	0,0142	0,500	0,0475	0,1186	0,0065	0,4581	0,0084	0,5914	0,0119	0,8363
11	0,10450	3,3419	0,0160	0,550	0,0503	0,1400	0,0077	0,4800	0,0099	0,6196	0,0140	0,8763
12	0,11400	3,5443	0,0178	0,600	0,0528	0,1616	0,0089	0,4984	0,0114	0,6435	0,0162	0,9100
13	0,12350	3,7510	0,0195	0,650	0,0547	0,1829	0,0100	0,5135	0,0129	0,6629	0,0183	0,9375
14	0,13300	3,9646	0,0212	0,700	0,0563	0,2032	0,0111	0,5250	0,0144	0,6777	0,0203	0,9585
15	0,14250	4,1888	0,0228	0,750	0,0573	0,2218	0,0121	0,5327	0,0157	0,6877	0,0222	0,9725
16	0,15200	4,4286	0,0243	0,800	0,0578	0,2380	0,0130	0,5362	0,0168	0,6922	0,0238	0,9789
17	0,16150	4,6924	0,0257	0,850	0,0576	0,2508	0,0137	0,5349	0,0177	0,6905	0,0251	0,9766
18	0,17100	4,9962	0,0269	0,900	0,0566	0,2589	0,0142	0,5275	0,0183	0,6810	0,0259	0,9631
19	0,18050	5,3811	0,0278	0,950	0,0544	0,2596	0,0142	0,5111	0,0184	0,6598	0,0260	0,9331
20	0,19000	6,2832	0,0284	1,000	0,0475	0,2371	0,0130	0,4581	0,0168	0,5914	0,0237	0,8363



SEZIONE:		litri/sec	FORMULE UTILIZZATE
PORTATA			
Dati sulla sezione:			
Tipo sezione:	CIRCOLARE		
TUBAZIONE:	PVC SN4 250		
Diametro esterno:	250 mm		$Q_0 = A_0 \times \chi_0 \times \sqrt{\Re_0} * i \quad \textit{Chezy}$
Spessore:	6,00 mm		
Diametro interno:	0,238 m		$\chi_0 = \frac{100 \times \sqrt{\Re}}{m + \sqrt{\Re}} \quad \textit{Kutter}$
Coeffic. di Kutter	0,35		

Calcolo portata per pendenza							0,0030		0,0050		0,0100	
N°	Y (m)	ϕ (rad)	A (mq)	%	R (m)	Q/√i (mc/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)	Q (mc/sec)	V (m/sec)
0	0,00000	0,0000	0,0000	0,000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1	0,01190	0,9021	0,0008	0,050	0,0077	0,0015	0,0001	0,0969	0,0001	0,1251	0,0001	0,1769
2	0,02380	1,2870	0,0023	0,100	0,0151	0,0074	0,0004	0,1751	0,0005	0,2260	0,0007	0,3196
3	0,03570	1,5908	0,0042	0,150	0,0221	0,0185	0,0010	0,2428	0,0013	0,3134	0,0019	0,4433
4	0,04760	1,8546	0,0063	0,200	0,0287	0,0350	0,0019	0,3027	0,0025	0,3907	0,0035	0,5526
5	0,05950	2,0944	0,0087	0,250	0,0349	0,0565	0,0031	0,3561	0,0040	0,4597	0,0057	0,6501
6	0,07140	2,3186	0,0112	0,300	0,0407	0,0828	0,0045	0,4039	0,0059	0,5214	0,0083	0,7374
7	0,08330	2,5322	0,0139	0,350	0,0461	0,1132	0,0062	0,4467	0,0080	0,5767	0,0113	0,8156
8	0,09520	2,7389	0,0166	0,400	0,0510	0,1471	0,0081	0,4850	0,0104	0,6261	0,0147	0,8855
9	0,10710	2,9413	0,0194	0,450	0,0555	0,1840	0,0101	0,5189	0,0130	0,6699	0,0184	0,9474
10	0,11900	3,1416	0,0222	0,500	0,0595	0,2228	0,0122	0,5487	0,0158	0,7084	0,0223	1,0018
11	0,13090	3,3419	0,0251	0,550	0,0630	0,2630	0,0144	0,5745	0,0186	0,7416	0,0263	1,0488
12	0,14280	3,5443	0,0279	0,600	0,0661	0,3034	0,0166	0,5962	0,0215	0,7697	0,0303	1,0885
13	0,15470	3,7510	0,0306	0,650	0,0686	0,3431	0,0188	0,6139	0,0243	0,7925	0,0343	1,1208
14	0,16660	3,9646	0,0333	0,700	0,0705	0,3810	0,0209	0,6274	0,0269	0,8099	0,0381	1,1454
15	0,17850	4,1888	0,0358	0,750	0,0718	0,4159	0,0228	0,6364	0,0294	0,8216	0,0416	1,1619
16	0,19040	4,4286	0,0382	0,800	0,0724	0,4462	0,0244	0,6405	0,0316	0,8269	0,0446	1,1695
17	0,20230	4,6924	0,0403	0,850	0,0722	0,4702	0,0258	0,6390	0,0332	0,8250	0,0470	1,1667
18	0,21420	4,9962	0,0422	0,900	0,0709	0,4854	0,0266	0,6304	0,0343	0,8138	0,0485	1,1509
19	0,22610	5,3811	0,0437	0,950	0,0682	0,4870	0,0267	0,6110	0,0344	0,7889	0,0487	1,1156
20	0,23800	6,2832	0,0445	1,000	0,0595	0,4457	0,0244	0,5487	0,0315	0,7084	0,0446	1,0018



7. ALLACCIAMENTI

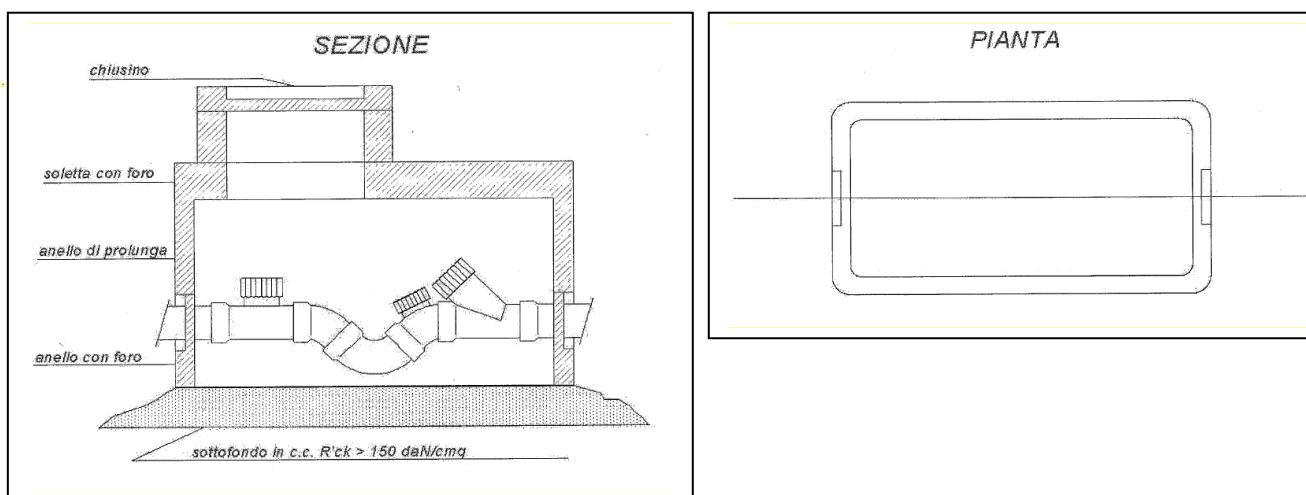
Le reti fognarie bianche e nere in progetto avranno recapito nella fognatura pubblica di acque miste esistente situata sulla strada prospiciente il confine est del comparto, dove sarà eseguito l'allacciamento. Le portate massime delle reti fognarie bianche e nere, calcolate nei capitoli precedenti e le condotte terminali delle nuove reti nel punto di allacciamento sono le seguenti:

$Q_{\text{max}} \text{ bianca} = 25,6 \text{ l/sec}$ - Condotta in PVC diam. 315 P=0,5%

$Q_{\text{max}} \text{ nera} = 8,62 \text{ l/sec}$ - Condotta in PVC diam. 250 P=0,5%

Le condotte si immetteranno sulla rete fognaria pubblica a quota - 200 cm circa, di circa 60 cm superiore rispetto il fondo della condotta principale. Nel punto di immissione sarà realizzato un pozzetto ispezionabile dotato di chiusino in ghisa sferoidale D400 carrabile.

Sulle condotte di acque bianche e nere in progetto, in prossimità dell'accesso al lotto, sarà posizionato un pozzetto contenente un sifone "firenze" dotato di ispezioni, conforme allo schema sotto riportato ed alle prescrizioni dell'ente gestore del servizio fognario.



8. VERIFICA STATICA E POSA IN OPERA DELLE CONDOTTE

8.1 CRITERI GENERALI

La verifica statica delle condotte si sarà eseguita in fase di redazione del progetto esecutivo, quando saranno definiti in modo preciso, tipologia diametro e quote delle condotte.

Qui sia illustrano brevemente le metodologie che saranno impiegate per tali verifiche e si accennano ai criteri di posa in opera delle condotte.

8.2 VALUTAZIONE DEI SOVRACCARICHI

Le condotte potranno essere sottoposte alle seguenti sollecitazioni:

- Carichi stradali: presenza dipendente dalla localizzazione della condotta
- Carico rinterro: sempre presente
- Carico acqua contenuta: sempre presente
- Pressione idrostatica: solo per condotte poste entro il livello della falda freatica

Carichi stradali

Le condotte poste in corrispondenza di strade e parcheggi sono sottoposte ai carichi stradali mobili dovuti al traffico veicolare.

Le verifiche statiche delle condotte sulla viabilità principale saranno eseguite impiegando carichi stradali di 1ª categoria (convogli mobili HT60 pari a 100 kN per 6 ruote), le condotte poste nei parcheggi e in aree pavimentate di piazzali e percorsi interni percorribili da mezzi pesanti saranno verificate impiegando carichi di 2ª categoria (convogli mobili HT45 pari a 75 kN per 6 ruote).

Per quanto riguarda la valutazione dei carichi agenti sulle tubazioni dovranno essere adottati i criteri di calcolo della Norma UNI 7517/76.

Il carico dovuto alle azioni variabili da traffico sarà calcolato utilizzando i carichi previsti dalla Norma DIN1072.

Carico rinterro (UNI 7517 – ANSI AWWA C950/88)

Le condotte sono sempre sottoposte ai carichi dei materiali di rinterro, secondo la seguenti equazioni in funzione delle tipologia delle stesse:

$$Q_{wt} = C_e * \gamma_t * D^2 \text{ (tubazioni rigide in trincea larga)}$$

γ_t = Peso specifico terreno

C_e = coefficiente di carico come da letteratura tecnica

D = diametro condotta

$$Q_{sr} = C_t * \gamma_t * B^2 \text{ (tubazioni rigide in trincea stretta)}$$

γ_t = Peso specifico terreno

C_t = coefficiente di carico come da letteratura tecnica

B = larghezza trincea

$$P_{st} = \gamma_t * H * D \text{ (tubazioni flessibili – norma ANSI-AWWA C950/88 appendice A)}$$

γ_t = Peso specifico terreno

H = altezza rinterro

D = diametro condotta

Carico acqua contenuta (UNI 7517)

Le condotte sono sottoposte ai carichi della massa d'acqua contenuta per uno riempimento convenzionale di 3/4 secondo la seguente equazioni:

$$P_a = 5788 * d^2$$

d = diametro interno condotta

Carico pressione idrostatica (UNI 7517)

Nel caso le condotte siano poste sotto il livello della falda freatica esse si troveranno sottoposte ad una pressione idrostatica determinabile con le equazioni definite nella norma UNI 7517.

8.3 VERIFICA DELLE TUBAZIONI FLESSIBILI (PVC E SIMILARI) E POSA IN OPERA

Per la verifica delle tubazioni flessibili (PVC - PEHD) si controllerà che la scelta del materiale di riempimento dello scavo e le condizioni di posa in opera producano un'inflexione diametrale a lungo termine, calcolata secondo i criteri della norma AWWA (American Water Works Association) C950/88, **non superiore al 5%** del diametro iniziale della condotta, secondo la seguente equazione:

$$\Delta_y = \frac{(D_e \times W_C + W_L) \times K_X \times r^3}{E_t \times l + 0,061 \times K_a \times E_S \times r^3} + \Delta a$$

- D_e Fattore di ritardo d'inflexione
 K_X Coefficiente d'inflexione
 K_a Parametro statistico
 Δa Parametro statistico
 E_S Modulo elastico del terreno

Considerata la particolare rilevanza che ricoprono nella verifica sia la scelta dei materiali di riempimento che il livello di costipazione si ritiene importante l'assunzione di dati realistici e comunque controllabili in fase di realizzazione.

Si allega la tabella di riferimento che definisce il modulo di elasticità del materiale di rivestimento che avvolge il tubo:

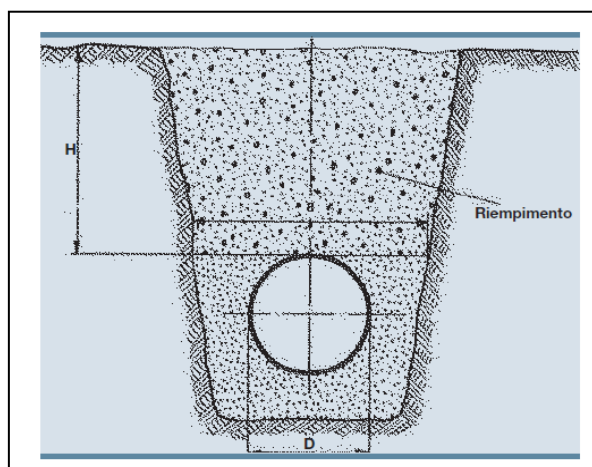
E_s	Modulo elastico del terreno (MPa)			Materiale che avvolge il tubo
Scaricato alla rinfusa	Costipamento leggero < 40% dens. rel.	Costipamento moderato 40-70% dens. rel.	Costipamento elevato > 70% dens. rel.	
0,34	1,40	2,80	6,90	Terreno a grana fine con meno del 25% grana grossolana argille; limo; sabbia molto fine
0,69	2,80	6,90	13,80	Terreno a grana fine con più del 25% grana grossolana ghiaia-sabbia-limo; sabbie con limo
1,40	6,90	13,80	20,70	Terreno a grana grossolana misure ghiaia e sabbia con pochi fini; sabbie ghiaiose con pochi fini
6,90	-	20,70	-	Roccia frantumata

Considerati i valori della tabella si prescrive di realizzare il bauletto di avvolgimento con sabbie a grana grossolana con pochi fini, che poste in opera con costipamento leggero o moderato avranno modulo elastico (E_s) di almeno 6,90 Mpa.

Le condotte saranno messe in opera in trincea nel rispetto della normativa e della letteratura tecnica al fine di garantirne la perfetta tenuta statica.

In tutti i casi si prescrive che nei piazzali e nei percorsi stradali con pavimentazione bituminosa, il ricoprimento minimo H delle condotte in PVC debba essere di almeno 80 cm. Riducibile a 50 cm nelle aree verdi.

Nel presente progetto le tubazioni saranno posate entro un bauletto di sabbia di grana grossolana adeguatamente costipato secondo il seguente schema.



$H \geq 80\text{cm}$	sotto franco stradale
$H \geq 50\text{cm}$	in aree verdi

Letto di posa

Alle canalizzazioni sarà assicurato un letto di posa stabile e a superficie piana, nonché libero da ciottoli, pietrame ed eventuali altri materiali. Il letto di posa non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. Il materiale utilizzato in condizioni di posa normali è sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm. Il materiale deve poi essere accuratamente compattato e raggiungere uno spessore di almeno $(10 + 1/10D)$ cm.

Posa del tubo

Prima della posa in opera, i tubi devono essere ispezionati singolarmente per scoprire eventuali difetti; i bicchieri devono essere integri. I tubi e i raccordi devono essere sistemati sul letto di posa in modo da avere un contatto continuo con il letto stesso. Le nicchie precedentemente scavate per l'alloggiamento dei bicchieri devono, se necessario, essere accuratamente riempite onde evitare eventuali vuoti sotto i bicchieri.

Rinterro

Il materiale già usato per la formazione del letto sarà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-25 cm, fino alla mezzeria del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo. Il secondo strato di rinfiacco giunge fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione deve essere eseguita sempre con la massima attenzione. Il terzo strato arriva a 15 cm al di sopra della generatrice superiore del tubo.

L'ulteriore riempimento sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo in area verde, o con materiale arido in area pavimentata, depurato dagli elementi di diametro superiore a 10 cm e dai frammenti vegetali e animali.