MARIO BONICELLI
ARCHITETTO
AND PARTNERS

24121 BERGAMO, ITALY
V. MADONNA DELLA NEVE 43/45
TEL +39 035 240334

WWW.MARIOBONICELLI.IT
INFO@MARIOBONICELLI.IT
P. IVA 02949180166

COMUNE DI OLTRONA DI SAN MAMETTE
(Provincia di Como)

Realizzazione nuovo edificio destinato a biblioteca comunale

Progetto definitivo

RELAZIONE GENERALE e RELAZIONI SPECIALISTICHE

di cui all'art. 25 e all'art 34, DPR 207/10

Relazione idrologico-idraulica

I N D I C E

I N D I C E 1

1. INTRODUZIONE 3

2. ANALISI IDROLOGICA ED IDROGRAFICA4

2.1 Tempo di corrivazione.....5
2.2 Ietogramma di progetto.....5
2.3 Coefficiente di afflusso.....6
2.4 Calcolo della portata in ingresso – metodo dell'invaso lineare..7
2.5 Simulazioni con Tempo di ritorno 20 anni 8

3 ANALISI IDRAULICA RETE ACQUE BIANCHE 9

3.1 Dimensionamento della rete di smaltimento acque bianche provenienti dalle coperture.....9
3.2 Normativa di riferimento.....9
3.3 Stima del carico pluviale 10
3.4 Determinazione delle portate critiche.....11
3.5 Dimensionamento della tubazioni 12
3.6 Dimensionamento vasca di laminazione.....14
3.7 Dimensionamento del sistema disperdente 15

4 ANALISI IDRAULICA RETE ACQUE NERE 16

4.1 Dimensionamento della rete di smaltimento acque nere 16
4.2 Normativa di riferimento.....16
4.3 Stima portate di progetto.....17
4.4 Dimensionamento tubazioni a gravità.....20

5 CONCLUSIONI 22

1. INTRODUZIONE

Lo studio condotto ha come obiettivo quello di caratterizzare dal punto di vista idrologico ed idraulico le opere previste all'interno del presente Progetto Definitivo riguardanti la:

"Realizzazione nuovo edificio polifunzionale destinato a biblioteca comunale"

Maggiori dettagli verranno forniti nei paragrafi successivi, ove verrà trattata in breve la descrizione della scelta progettuale proposta. Si provvederà pertanto a definire le caratteristiche idrologiche della zona di interesse, con il dimensionamento idraulico relativo alle opere necessarie allo smaltimento delle acque reflue.

Nello specifico sono state trattate le seguenti problematiche:

- analisi idrologica dell'area in esame e determinazione dei carichi pluviometrici attesi in funzione del periodo di ritorno considerato;
- stima delle portate pluviali provenienti dalle coperture e dimensionamento della relativa rete di raccolta e smaltimento;
- stima delle portate reflue nere provenienti dal nuovo fabbricato e dimensionamento della nuova rete fognaria acque nere.

Lo studio condotto fa riferimento alle seguenti tavole, appositamente prodotte per il seguente Progetto Definitivo:

- Tavola D RT - 01: Planimetria reti di smaltimento acque bianche e nere (scala 1:100).

2. ANALISI IDROLOGICA ED IDROGRAFICA

L'analisi idrologica relativa dell'area in esame è stata implementata con l'ausilio del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico PAI.

Il PAI identifica all'interno dell'allegato 3 i parametri opportunamente stimati per la quantificazione statistica delle precipitazioni intense con diversi tempi di ritorno.

Il territorio del bacino del fiume Po è stato diviso in una griglia con celle di dimensioni 2 km^2, identificate per mezzo di un codice; ad ogni cella sono stati assegnati i valori caratteristici di a ed n, parametri della funzione

$$h(t) = a\ t\ n$$

dove h rappresenta l'altezza di pioggia correlata al tempo di ritorno t.

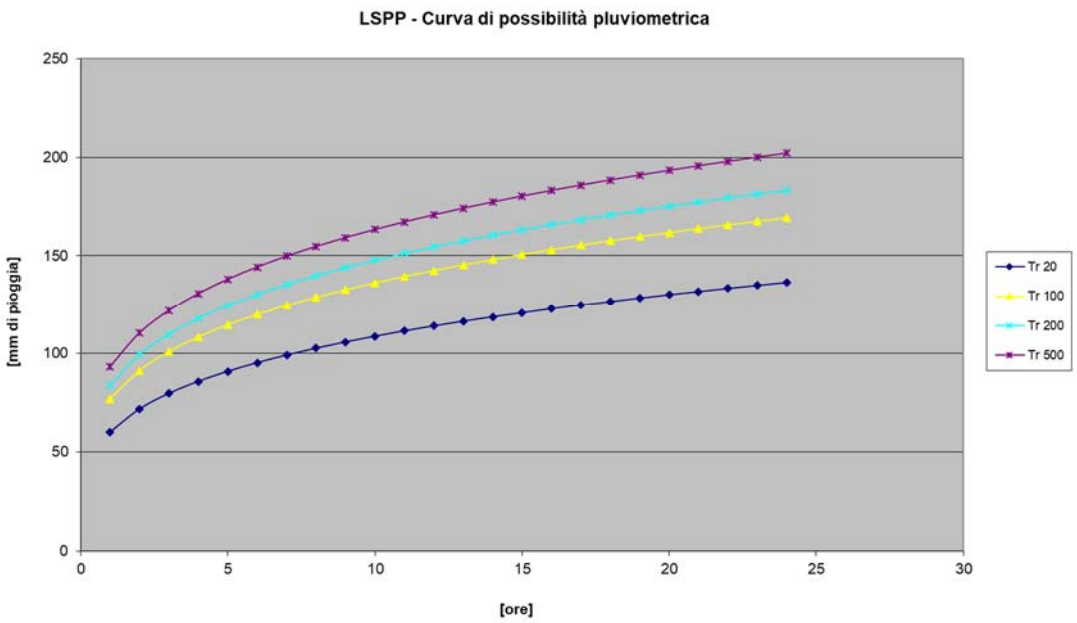
L'area oggetto del presente intervento è collocata nella cella CV67 di coordinate UTM (le coordinate rappresentano il punto centrale della cella considerata):

EST [m]	NORD [m]
498.506	5.066.737

A cui sono associati i seguenti valori di ***a*** ed ***n***.

	Tr 20	Tr 100	Tr 200	Tr 500
a	59,91	76,73	83,88	93,36
n	0,259	0,249	0,246	0,243

Da questi si ricava il grafico riportato di seguito e denominato Curva di Possibilità Pluviometrica che indicata a seconda del tempo di ritorno l'assegnata altezza di pioggia attesa.



Tali curve sono indispensabili per poter stimare, fissato un determinato periodo di ritorno, l'altezza di pioggia attesa sull'area presa in esame al variare della durata dell'evento meteorico considerato.
I parametri forniti dal Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico PAI non sono stati corretti per ragguagliare il valore dell'altezza di pioggia all'area in esame, in quanto i bacini di drenaggio considerati presentavano tutti un'estensione inferiore a 100 ha.

2.1 TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione rappresenta il tempo necessario affinché una particella d'acqua possa percorrere l'intero bacino partendo dal punto idraulicamente più lontano rispetto alla sezione di chiusura del bacino. Il tempo di corrivazione può essere calcolato con l'espressione

$$Tc = Tr + Te$$

dove:

- Tr: ∑(Li/Vi) è il tempo di percorrenza dell'acqua nei collettori, Li è la lunghezza della tratta i-esima nel percorso idraulicamente più lungo e Vi è la velocità media nella tratta i-esima;
- Te è il tempo di entrata in rete, ovvero il tempo di percorrenza nelle aree scolanti sino al punto di immissione in rete.

Per il calcolo del tempo di rete Tr si è anche tenuto conto del tempo di transito all'interno del sistema raccolta e dal quale parte la rete che convoglia le acque alla vasca di laminazione in progetto.

Tr	Te	Tc
0,13 min	5 min	5,13 min

2.2 IETOGRAMMA DI PROGETTO

Lo ietogramma è un grafico che rappresenta, durante un evento meteorico, l'andamento dell'intensità di pioggia per un dato intervallo di tempo Δt.
Per piccoli bacini come quello oggetto della presente relazione si utilizza un passo temporale di 1 minuto.
Tra i diversi tipi di piogge sintetiche più comunemente utilizzate nella progettazione di opere idrauliche, si è scelto di utilizzare lo ietogramma cosiddetto Chicago, che, presentando andamenti temporali non costanti, consente una migliore rappresentazione del fenomeno meteorico intenso, normalmente caratterizzato dalla presenza di picchi di intensità di pioggia.
La principale caratteristica di questo ietogramma consiste nel fatto che per ogni durata, anche parziale, l'intensità media della precipitazione dedotta dallo ietogramma stesso è congruente con quella definita dalla curva di possibilità pluviometrica. Inoltre imponendo che la durata della pioggia sia maggiore del tempo di corrivazione del bacino, si ottiene, proprio per la caratteristica prima detta, che lo scroscio critico è certamente contenuto nella pioggia di progetto.
La costruzione dello ietogramma Chicago è stata eseguita numericamente, ad intervalli di 1 minuto, attraverso l'equazione:

$$i(t) = n \cdot a \cdot \left(\frac{tb}{r}\right)^{n-1}$$

nel tratto precedente il picco, e

$$i(t) = n \cdot a \cdot \left(\frac{ta}{1-r}\right)^{n-1}$$

nel tratto successivo al picco

In tali equazioni, i(t) è l'intensità all'istante t, a e n i parametri della curva di possibilità pluviometrica, ta e tb i tempi (contati rispettivamente dal picco verso la fine dell'evento e dal picco verso l'inizio dello stesso), r la posizione dei picco lungo l'asse dei tempi (rapporto tra il tempo di picco e la durata totale). La posizione del picco risulta di fondamentale importanza per questo tipo di ietogramma e generalmente nei bacini urbani si ha 0.3 < r < 0.4. In questo caso si è scelto di posizionarlo a 3/8 (r=0.375) della durata complessiva dell'evento sintetizzato.

Viste le ridotte dimensioni del bacino non si è provveduto al ragguaglio dello ietogramma.

2.3 Coefficiente di afflusso

Non tutta la pioggia che cade su un bacino si trasforma in deflusso nella sezione di chiusura. Le principali cause di sottrazione sono:

- l'intercettazione ed evaporazione a causa della vegetazione;
- l'evapotraspirazione;
- la ritenzione nelle depressioni superficiali;
- l'infiltrazione nei suoli permeabili.

L'infiltrazione costituisce il fenomeno di sottrazione di maggiore importanza ai fini del deflusso nelle reti di drenaggio.

Per la determinazione delle perdite idrologiche si è utilizzato il metodo percentuale, che permette di ricavare la pioggia netta, che costituisce il deflusso, moltiplicando il valore di pioggia lorda caduta sul bacino per un coefficiente d'afflusso φ che rappresenta pertanto il rapporto tra il volume totale defluito nella sezione di chiusura del bacino e il volume totale di pioggia caduto sul bacino stesso. Per la stima del coefficiente di afflusso si deve tenere in considerazione le dimensioni e le caratteristiche dei terreni e delle aree che costituiscono il bacino. Una volta assegnato un valore del coefficiente di afflusso ad aree omogenee si è proceduto alla media pesata di ogni singola superficie rispetto alla superficie complessiva del bacino.

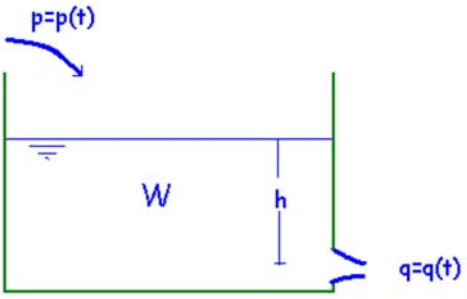
$$\phi = \frac{\sum Ai\ \phi i}{Atot}$$

Tipo di copertura	ϕ
Copertura a verde	0.4
Copertura impermeabile	1.0

Area tot. [m²]	Copertura verde [m²]	Copertura Impermeabile [m²]	ϕ medio
237	0	237	1.00

2.4 CALCOLO DELLA PORTATA IN INGRESSO – METODO DELL'INVASO LINEARE

Per la determinazione della portata in ingresso alla rete occorre applicare la trasformazione afflussi-deflussi. In questo caso si è utilizzato il modello dell'invaso lineare per il calcolo dell'idrogramma di piena. Questo tipo di modellazione assimila il comportamento del bacino a quello di un serbatoio soggetto ad afflussi variabili nel tempo e a deflussi dipendenti dalle caratteristiche idrauliche della sua bocca d'uscita.



Schematizzazione modello dell'invaso lineare

La portata in entrata è rappresentata dalla precipitazione (variabile nel tempo) che si abbatte sul bacino che è calcolata come prodotto tra il coefficiente d'afflusso φ, l'intensità di pioggia i [mm/h] e la superficie del bacino. La portata uscente q rappresenta la portata che transita nella sezione di chiusura in seguito all'evento di pioggia.

Scopo del metodo è determinare la legge q=q(t), ossia l'andamento delle portate nel corso del tempo nella sezione di chiusura del bacino.

L'equazione che descrive l'andamento della portata nel tempo può essere ricavata applicando l'equazione di continuità al bacino:

$$p(t) - q(t) = \frac{dW}{dt}$$

Nell'ipotesi che si tratti di serbatoio lineare, il legame tra la portata uscente q ed il volume invasato W è dato dalla relazione

$$W = k \cdot q$$

in cui k è denominata "costante d'invaso".

Per la risoluzione dell'equazione suddetta, ossia la ricostruzione dell'idrogramma q(t), è stato utilizzato il software URBIS 2003. I dati di input del modello di calcolo sono:

- ietogramma di pioggia netto;
- idrogramma unitario istantaneo (IUH), cioè la risposta del sistema all'impulso unitario (t) (delta di Dirac). L'IUH serve per esprimere una serie di caratteristiche del bacino che assumiamo indipendenti dall'evento di pioggia, assumendo che il bacino si comporti come un unico invaso lineare.

  L'IUH dipende esclusivamente dalla costante d'invaso k ed è dato dall'espressione

$$u(t) = \frac{1}{k} e^{-t/k}$$

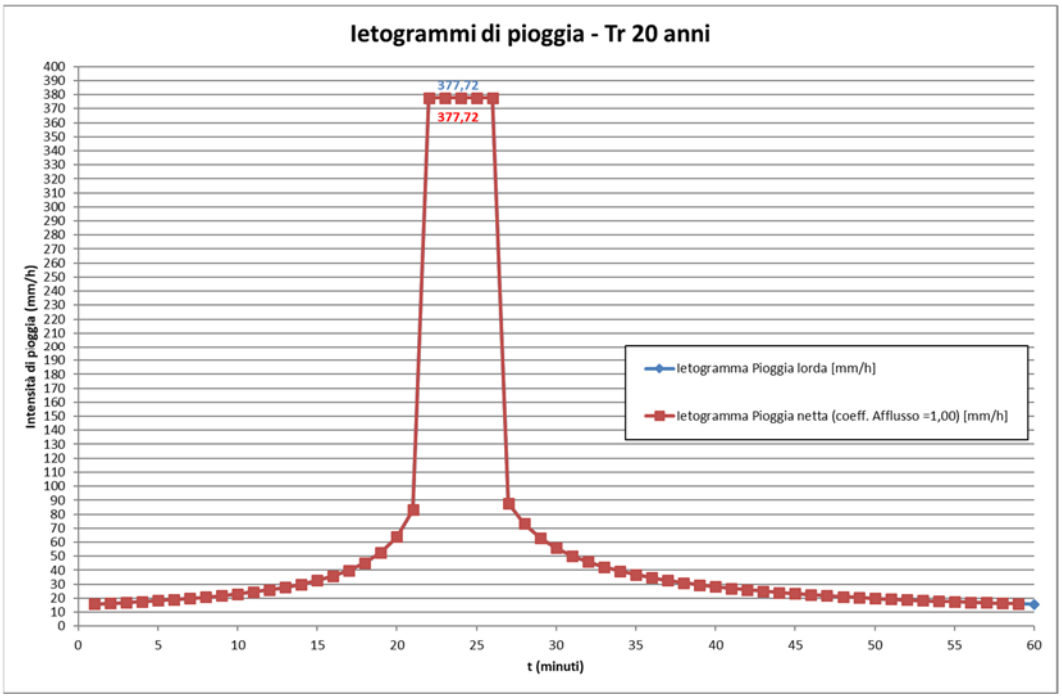
Il valore della costante d'invaso k è legato al tempo di corrivazione Tc attraverso la relazione:

$$K = 0.7\ Tc$$

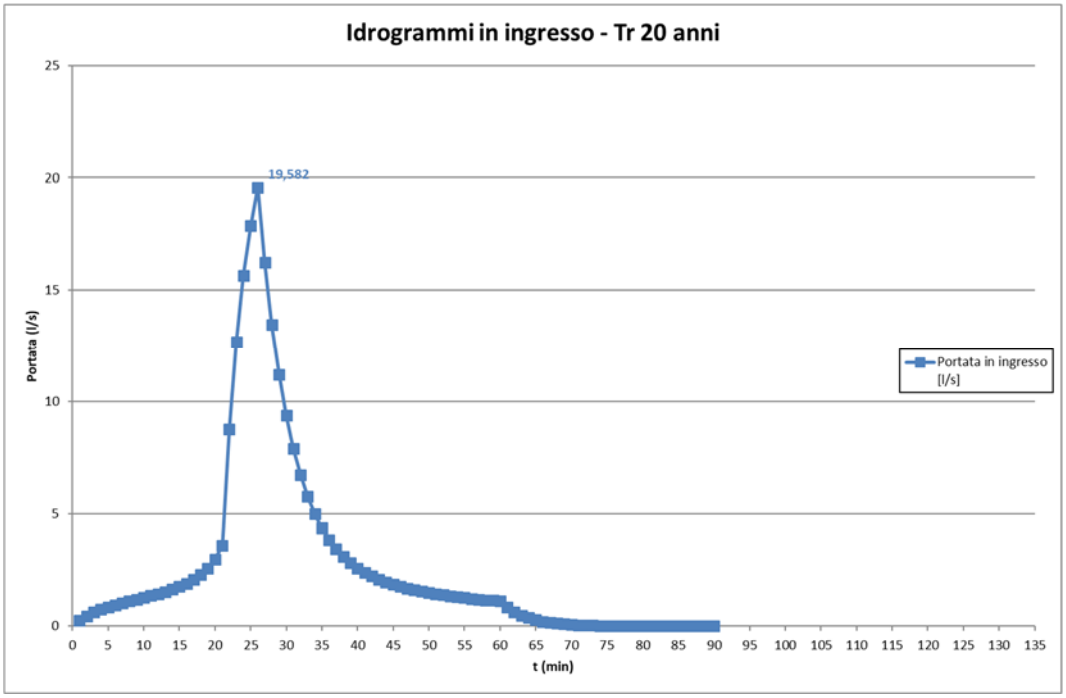
2.5 Simulazioni con Tempo di ritorno 20 anni

I risultati della modellazione attraverso il metodo dell'invaso lineare, con tempo di ritorno pari a 20 anni, sono riportati nella tabella e nei grafici seguenti.

Area tot. [ha]	Tc [min]	ϕ medio	Portata al colmo [l/s]
0.0237	5.13	1.00	24.41



Ietogrammi di pioggia per Tr 20 anni



Idrogramma in ingresso per Tr 20 anni

3 ANALISI IDRAULICA RETE ACQUE BIANCHE

3.1 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI SMALTIMENTO ACQUE BIANCHE PROVENIENTI DALLE COPERTURE

La presente rete consente la raccolta e l'allontanamento delle acque provenienti dalle coperture di nuova edificazione, con particolare riferimento al nuovo edificio adibito a scuola primaria.
Di base si prevede l'impiego di tubazioni in PVC rispondenti alla norma UNI EN 1401-1 tipo SN8, di diametro variabile a seconda del tratto considerato, posate, rinfiancate e ricoperte con sabbia vagliata, e successivamente rinterrate con il materiale proveniente dallo scavo, se di idonea granulometria. Al fine di consentire l'ispezione in corrispondenza degli innesti ed alla base delle colonne di scarico, si prevede di posare pozzetti in calcestruzzo prefabbricato di dimensioni 50 cm x 50 cm, dotati di chiusini in ghisa sferoidale con classe di carico C250.
Le acque, debitamente raccolte, verranno fatte confluire direttamente all'interno di una nuova vasca destinata al recupero delle acque piovane, quest'ultima collegata ad un sistema di dispersione delle acque in eccesso per infiltrazione nel terreno.

3.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente progetto è stato sviluppato nel rispetto della normativa vigente, con particolare riferimento ai seguenti regolamenti specifici:
NORME TECNICHE RETI FOGNARIE
- CICOLARE DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 07-01-1974, n. 11633
"Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto".
- DECRETO LEGISLATIVO 18-08-2000, n. 258
Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128.
- DECRETO LEGISLATIVO 15-05-2003, n. 152
Decreto legislativo recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.
- DECRETO LEGISLATIVO 12-06-2003, n. 185
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, c.2, del decreto legislativo 11.5.1999, n. 152.
- R.D. 25 Luglio 1904, n. 523
Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.
- Norme tecniche di attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).
- REGOLAMENTO REGIONALE del 24 marzo 2006 n.4
Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26.

- REGOLAMENTO REGIONALE del 24 novembre 2017 n.7

Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'art. 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio).

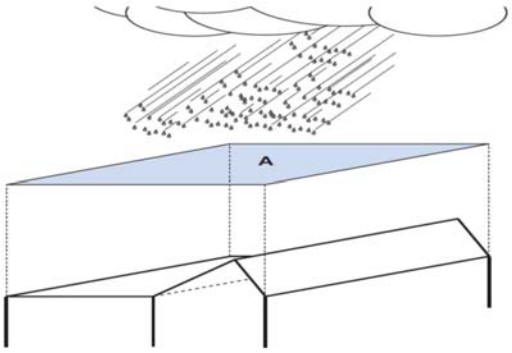
3.3 STIMA DEL CARICO PLUVIALE

La determinazione del carico pluviale (C.P.) è stata condotta a partire dal calcolo delle superfici esposte agli eventi meteorici, considerando la loro proiezione orizzontale, e dalla stima di alcuni parametri definiti di seguito:

- intensità pluviometrica di calcolo (i.p.): tale valore, assunto pari a 0,046 l /s m², è stato desunto essendo nota l'intensità di pioggia, ricavata mediante le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica precedentemente riportate; si è pertanto ipotizzando un evento meteorico di breve e forte intensità con tempo di ritorno di 20 anni e durata dell'evento pari a 15 minuti, al quale è associata un'intensità di pioggia di 167,35 mm/h;
- coefficiente di natura della superficie esposta (K): definisce la pendenza e la natura delle superfici esposte e riduce l'intensità pluviometrica di calcolo precedentemente citata; tale valore va inoltre interpretato come un coefficiente di ritardo allo scorrimento dell'acqua dalla superficie del tetto alle bocchette. La tabella sottostante riporta i valori di K definiti dalle norme e riportati solitamente in letteratura.

Genere di superficie esposta	K
- Tetti inclinati, con tegole, ondulati plastici, fibrocemento, fogli di materiale plastico - Tetti piani ricoperti con materiale plastico o simile	1,0
- Tetti piani con rivestimento in lastre di cemento o simile - Piazzali, viali, ecc… con rivestimento duro	1,0
- Tetti piani con rivestimento in ghiaia - Piazzali, viali, ecc… con ghiaietto o simile	0,6
- Tetti piani ricoperti di terra (tetto giardino)	0,4

In tal caso la copertura del nuovo corpo fabbrica, sarà costituita da massetto in cls impermeabile e da lamiera. Per tale ragione nel primo caso si è assunto un valore di k pari a 1,0. Il calcolo delle superfici esposte (S), come predetto, è stato condotto determinando la proiezione orizzontale della superficie, come illustrato in figura, valutando l'area di influenza di ogni singolo pluviale.



Applicando relazione riportata di seguito è stato possibile determinare il valore del carico pluviale di ogni singolo pluviale

$$C.P. = i.p. \times K \times S \text{ [l/s]}$$

Nella tabella sottostante vengono riportati i valori ottenuti, i quali sono stati utilizzati per il dimensionamento delle colonne di scarico e delle tubazioni di raccordo con i pozzetti di raccolta.

PLUVIALE	S [m²]	C.P. [l/s]
P01	30.0	1.38
P02	30.0	1.38
P03	88.5	4.07
P04	88.5	4.07

3.4 Determinazione delle portate critiche

Per il calcolo delle portate critiche è stata utilizzata la "FORMULA RAZIONALE CORRETTA" [tc[h]= =te+tr/2] utilizzando come metodo di trasformazione afflussi-deflussi il metodo di corrivazione, che definisce la portata critica nel seguente modo:

$$Q_C = 0.278\ \varepsilon A\ a t_c^{n-1}$$

Dove:

A = area bacino, in tal caso sostituita con la superficie S sottesa dal singolo pluviale, riportate precedentemente;

$\phi =$ coefficiente di afflusso, valore sostituito dal coefficiente K che definisce la natura della superficie della copertura;

$\varepsilon =$ coefficiente di laminazione (≤ 1) dipendente dal metodo di trasformazione afflussi-deflussi scelto, nel caso del metodo di corrivazione è posto pari a 1;

tc [h] = tempo di corrivazione pari a te+tr/2.

Sapendo che te [min] è il tempo di entrata assunto pari a 5 min per tutte le aree drenate e tr [min] è il tempo di rete pari al rapporto tra lunghezza tronco fognario e 2 m/s, il tempo di corrivazione risulta pari a:

$$tc[h]=[te+tr/2]/60$$

Stabilita la maglia della rete di raccolta e smaltimento e determinate tutte le grandezze geometriche necessarie, è stato possibile determinare i valori delle portate critiche attese.

RAMO	LUNGHEZZA (m)
CB1-CB2	5,00
CB2-CB3	10,20
CB3-CB4	29,40

Nella tabella a pagina 13 si riportano le portate utilizzate per il dimensionamento della rete in oggetto con Tr=20 anni.

3.5 DIMENSIONAMENTO DELLA TUBAZIONI

Il dimensionamento delle tubazioni a pelo libero è stato eseguito utilizzando la formula di Chezy:

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

dove:

- Q è la portata che transita nella tubazione considerata [m^3/s];
- A è l'area bagnata [m^2];
- R è il raggio idraulico [m];
- i è la pendenza della tubazione;
- χ è il coefficiente di resistenza [$m^{1/2}/s$], che secondo la formula di Strickler vale:

  $\chi = k_s R^{1/6}$

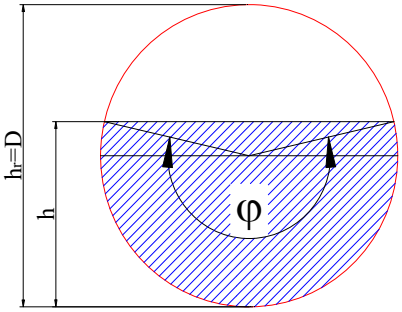
  dove k_s è il coefficiente di scabrezza; in tal caso assunto pari a 92 m1/3/s, valore caratteristico delle tubazioni in materiale plastico.

I criteri utilizzati nel dimensionamento sono i seguenti:

- $0{,}50 m/s \leq V \leq 5{,}0 m/s$;
- rapporto di riempimento massimo $h/D = 0{,}7 \div 0{,}8$;

dove:

- V è la velocità dell'acqua nella tubazione;
- h è l'altezza d'acqua nella tubazione;
- D è il diametro della tubazione.



Essendo note la portata Q, il coefficiente di scabrezza k_s e la pendenza della tubazione i, si ricavano con procedimento iterativo l'altezza d'acqua nella tubazione e le altre grandezze geometriche (A, R) in funzione del diametro della tubazione.

La scelta progettuale ha optato per l'impiego di tubazioni in PVC, rispondenti alla norma UNI EN 1401-1 tipo SN4 per condotte di scarico interrate di acque civili, giunto a bicchiere con anello in gomma, contrassegnati ogni metro con marchio del produttore, diametro, data di produzione e simbolo IIP e di diametro variabile a seconda del tratto considerato.

La tabella riportata a pagina 13 mostra i valori di riempimento (h/D) e di velocità (v) attesi all'interno dei diversi rami della nuova rete. Dalle analisi emerge come, in tutti i casi, il grado riempimento massimo sia sempre minore del 80%, con valori di velocità sempre inferiori a 5 m/s e maggiori comunque del valore di 0,5 m/s.

È pertanto possibile affermare che i valori relativi al dimensionamento delle tubazioni risultino in linea con i requisiti stabiliti dalle normative tecniche.

È importante però sottolineare che trattandosi di tubazioni posate prevalentemente con pendenza pari all'0,5%, è opportuno prevedere periodici interventi manutentivi sulla rete, al fine di escludere possibili otturazioni che possano limitare, od addirittura ostacolare, il regolare deflusso delle acque.

PUNTO	lunghezza (m)	t_e (min)	t_r (min)	t_c (min)	A_{tot} (m²)	i [mm/ora]	K	Qc (l/s)
CB1-CB2	0,00	5	0,00	5,00	30,00	377,72	1,000	3,15
CB2-CB3	5,00	5	0,04	5,04	148,50	375,41	1,000	15,49
CB3-CB4	15,20	5	0,13	5,13	237,00	370,78	1,000	24,41

Portate critiche

Ramo	De (mm)	Di (mm)	R (m)	i (%)	h (m)	h/D (-)	φ (-)	r (m)	P_{bagn} (m)	A_{bagn} (m²)	Qc (m³/s)	v (m/s)
CB1-CB2	160,0	150,6	0,075	1,0%	0,042	0,281	128	0,024	0,168	0,004	3,2	0,78
CB2-CB3	200,0	188,2	0,094	1,0%	0,090	0,478	175	0,046	0,287	0,013	15,5	1,18
CB3-CB4	250,0	237,6	0,119	1,0%	0,104	0,437	165,5	0,054	0,343	0,019	24,5	1,32

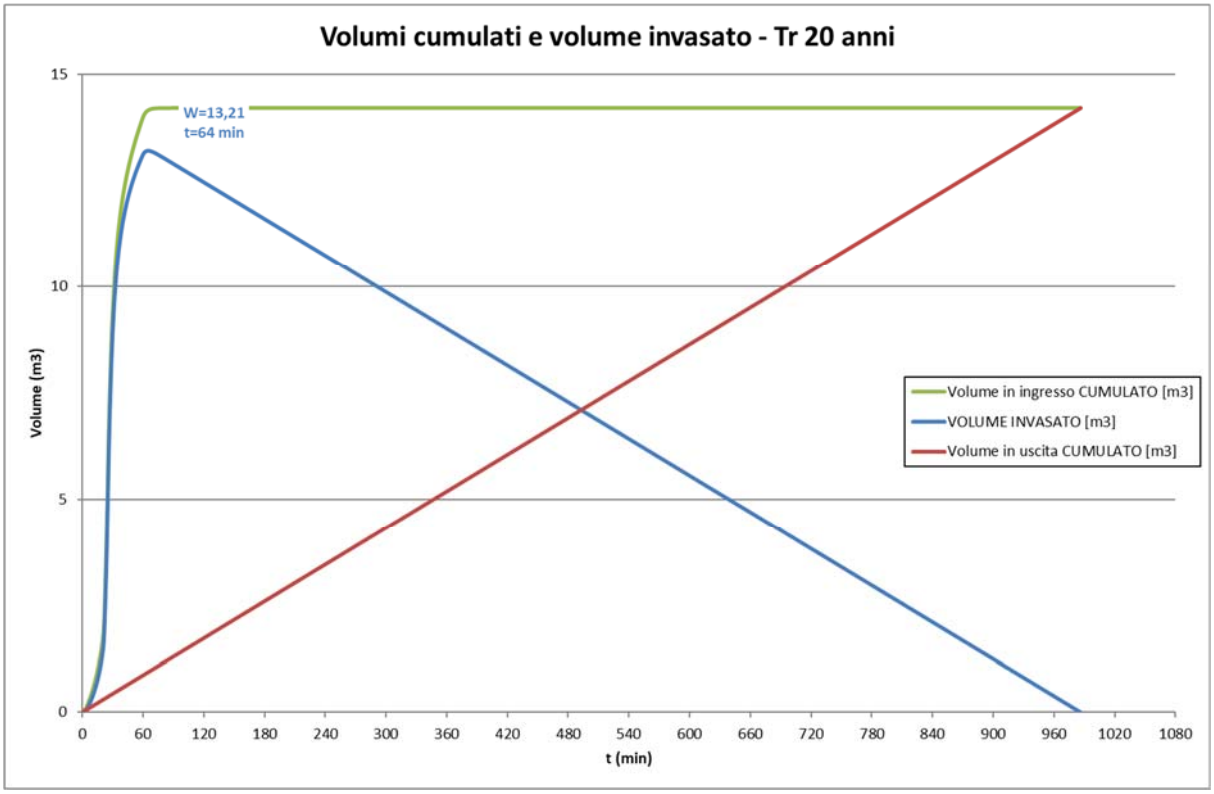
Dimensionamento tubazioni

3.6 DIMENSIONAMENTO VASCA DI LAMINAZIONE

Le acque provenienti dalla copertura verranno fatte confluire ad una nuova vasca interrata destinata alla laminazione delle acque piovane. Il dimensionamento della vasca di accumulo destinata al recupero delle acque piovane è stato condotto a partire dalla stima di alcuni parametri desunti dalle caratteristiche del nuovo edificio, nonché dalla portata scaricabile a ricettore così come definita dal R.R. n°7 del 24 novembre 2017 (non ancora entrato in vigore).
In prima analisi deve essere stimata la superficie totale di raccolta, ossia la superficie totale esposta alle precipitazioni che si intende utilizzare per il recupero, comprese gronde, pensiline, tettoie, ecc. indipendentemente dalla pendenza e dalla forma, in quanto viene considerata la proiezione orizzontale. Il valore ottenuto deve essere moltiplicato per un coefficiente di deflusso, che considera la differenza tra la pioggia precipitata sulla superficie di raccolta e la quantità d'acqua che effettivamente affluisce al serbatoio di accumulo; tale coefficiente assume valori differenti in funzione della pendenza della copertura e della natura della superficie di raccolta. Nel caso in oggetto il valore del coefficiente di deflusso è stato considerato pari a 1, poiché tutta la copertura risulta impermeabile.

Si è quindi calcolato il volume del serbatoio tale da garantire il rispetto della portata scaricabile a ricettore (0,24 l/s), ancorché la relativa normativa dell'invarianza idraulica e idrologica non sia ancora entrata in vigore. Il volume del serbatoio che risulta è riportato di seguito:

Dimensione vasca laminazione	**13,21 m³**



3.7 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DISPERDENTE

Le caratteristiche dei suoli, che presentano tessitura piuttosto fine, non consentono uno smaltimento efficiente delle acque meteoriche e pertanto non è stato dimensionato un sistema disperdente di tali acque nel sottosuolo.

4 ANALISI IDRAULICA RETE ACQUE NERE

4.1 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI SMALTIMENTO ACQUE NERE

La presente rete consentirà la raccolta e l'allontanamento delle acque reflue provenienti dal nuovo fabbricato.

L'intera rete sarà realizzata per funzionare a gravità per poi essere collegati in corrispondenza di un pozzetto di ispezione della rete fognaria comunale.

Trattandosi di reti totalmente interne al fabbricato, Si prevede l'impiego di tubazioni in PEAD, tipo Geberit Silent PP o prodotto similare, di diametro variabile a seconda del tratto considerato, posate, rinfiancate e ricoperte con sabbia vagliata, e successivamente rinterrate con il materiale proveniente dallo scavo. Viceversa il raccordo tra rete interna e rete esterna comunale, avverrà mediante l'impiego di tubazioni in PVC rispondenti alla norma UNI EN 1401-1 tipo SN4, diametri Ø 160 mm, posate, rinfiancate e ricoperte con sabbia vagliata, e successivamente rinterrate con il materiale proveniente dallo scavo, se di idonea granulometria.

Sul limite della proprietà della biblioteca verrà inoltre realizzato un pozzetto d'ispezione (codice CN5) dotato di sifone firenze, per eliminare il possibile ritorno di odore proveniente dalla rete fognaria comunale. Il pozzetto a progetto dovrà essere a tenuta per evitare possibili sversamenti di reflui e facilmente ispezionabile grazie alla posa di un apposito chiusino in ghisa sferoidale con classe di carico D400.

4.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente progetto è stato sviluppato nel rispetto della normativa vigente, con particolare riferimento ai seguenti regolamenti specifici:

<u>NORME TECNICHE RETI FOGNARIE</u>

- CICOLARE DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI 07-01-1974, n. 11633

"Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto".

- DECRETO LEGISLATIVO 18-08-2000, n. 258

Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque dall'inquinamento, a norma dell'articolo 1, comma 4, della legge 24 aprile 1998, n. 128.

- DECRETO LEGISLATIVO 15-05-2003, n. 152

Decreto legislativo recante disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

- DECRETO LEGISLATIVO 12-06-2003, n. 185

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue in attuazione dell'articolo 26, comma 2, del decreto legislativo 11 maggio 1999, n.

152.
- R.D. 25 Luglio 1904, n. 523
Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie.
- Norme tecniche di attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).
- REGOLAMENTO REGIONALE del 24 marzo 2006 n.4
Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26.

4.3 STIMA PORTATE DI PROGETTO

METODO 1: METODO DELLA PERCENTUALE DELLA PORTATA IDRICA

Questo metodo è stato messo a punto per bacini di utenza elevata (da qualche migliaio di persone in su), in cui esiste una sorta di mediazione della portata dovuta alla scala di bacino considerata.
La stima delle portate nere provenienti dal nuovo edificio è stata condotta a partire dalla stima del numero di abitanti equivalenti, di seguito A.E., che esso potrà servire.
La determinazione delle portate di progetto è stata condotta a partire dalla stima di alcuni parametri, indispensabili per l'esecuzione dei calcoli:

- in primo luogo si è prevista la quantità d'acqua che affluisce alla rete fognaria; infatti, non tutta l'acqua distribuita dall'acquedotto viene recapita in fognatura, ma è stata fissata una riduzione di circa il 10% in ragione delle varie perdite che avvengono all'interno della rete; per tale motivo il valore del coefficiente di deflusso f impiegato è pari a 0,9;
- in secondo luogo si è fissata la dotazione idrica giornaliera D, disponibile dai dati presenti in letteratura; a scopo cautelativo si è impiegato il valore massimo tra quelli disponibili riguardanti attività scolastiche, risultante pari a 90 l/ab·g;
- si è dunque fissato il coefficiente di punta oraria in tempo asciutto che in tal caso assunto pari a 2,5 vista la scarsa probabilità di contemporaneità nel consumo idrico;
- infine si è fissato un valore degli abitanti equivalenti in funzione del numero dei potenziali fruitori del nuovo edificio (biblioteca); mediante stima si è ipotizzata la presenza massima di 30 utenti, suddivisi tra 2 addetti e 30 fruitori, che trasformati in abitanti equivalenti comporta un numero totale di 10 A.E. (stima in eccesso).

A partire da tali considerazioni sono stati determinati i seguenti valori delle portate attese all'interno della nuova rete fognaria.

- Portata giornaliera $Q_D = AE*D*f$
- Portata media oraria $Q_{24} = Q_D / 24$
- Portata di punta in tempo asciutto $Q_P = C_p*AE*D*f / 86400$

Dalle considerazioni precedentemente riportate ne consegue che il numero di A.E. serviti dalla rete risulta pari a circa:

Stima A.E.	
Biblioteca	10 A.E.

Applicando le relazioni precedentemente riportate si ricavano i valori riportati nella tabella seguente.

Portate nere in progetto	
Portata giornaliera (Q_D)	0,810 m³/g
Portata media oraria (Q_h)	0,034 m³/h
Portata nera di punta (Q_P)	**0,02 l/s**

Da tale considerazione emerge che il valore della portata nera da inviare alla depurazione proveniente dal nuovo fabbricato risulta pari a 0,02 l/s.

METODO 2: DIMENSIONAMENTO TUBAZIONI DI SCARICO LIQUAMI (UNI EN 12056-1-2)

Questo metodo è indicato per condomini o piccoli accentramenti, più sensibili ai picchi di portata.
Il dimensionamento si esegue in base a computo di:
numero totale di unità di scarico DU che gravano su ogni tratto di tubazione - L'unità di scarico DU è la portata media di scarico di un apparecchio sanitario espressa in l/s;

- coefficiente di frequenza (K);
- massimo numero di unità di scarico accettabile dal tipo e dalla dimensione della tubazione.

La normativa prevede quattro differenti tipi di sistema di scarico, tra cui:

Sistema I *Sistema di scarico con colonna di scarico unica e diramazioni di scarico riempite parzialmente:*
gli apparecchi sanitari sono connessi a diramazioni di scarico riempite parzialmente; tali diramazioni sono dimensionate per un grado di riempimento uguale a 0,5 (50%) e connesse a un'unica colonna di scarico.

Sistema II *Sistema di scarico con colonna di scarico unica e diramazioni di scarico di piccolo diametro:*
gli apparecchi sanitari sono connessi a diramazioni di scarico di piccolo diametro; tali diramazioni sono dimensionate per un grado di riempimento uguale a 0,7 (70%) e connesse a un'unica colonna di scarico.

Il calcolo della portata delle acque reflue viene calcolato nel seguente modo:

$$Qtot = Qww = K \cdot \sqrt{\sum (DU)} \qquad \text{(eq 6)}$$

Si è preferito utilizzare il sistema I in modo da porsi nelle condizioni più sfavorevoli per la porta massima.

La tabella di seguito mostra i valori tipici del coefficiente di frequenza K:

Utilizzo degli apparecchi	**Coefficiente K**
Uso intermittente, per esempio in abitazioni, locande, uffici	0,5
Uso frequente, per esempio ospedali, scuole, ristoranti, alberghi	**0,7**
Uso molto frequente per esempio in bagni e/o docce pubbliche	1,0
Uso speciale, per esempio laboratori	1,2

Coefficienti di frequenza

Unità di Scarico (DU)

Apparecchio sanitario	**Sistema I**	**Sistema IV**
	DU [l/s]	**DU** [l/s]
lavabo, bidè	0,5	0,3
doccia senza tappo	0,6	0,4
doccia con tappo	0,8	0,5
orinatoio con cassetta	0,8	0,5
orinatoio con valvola di cacciata	0,5	0,3
orinatoio a parete (per persona)	0,2	0,2
vasca da bagno	0,8	0,5
lavello da cucina	0,8	0,5
lavastoviglie domestica	0,8	0,5
lavatrice con carico max di 6 kg	0,8	0,5
lavatrice con carico max di 12 kg	1,5	1,2
WC con capacità di cassetta 4,0 l	**	1,8
WC con capacità di cassetta 6,0 l	2,0	1,8
WC con capacità di cassetta 7,5 l	2,0	1,8
WC con capacità di cassetta 9,0 l	2,5	2,0
Pozzetto a terra DN 50	0,8	0,6
Pozzetto a terra DN 70	1,5	1,0
Pozzetto a terra DN 100	2,0	1,3

Parametri di riferimento per il calcolo delle portate nere-metodi I ed IV.

Applicando la formula precedente, in base agli apparecchi serviti nell'edificio da ogni colonna di scarico, viene determinata la portata di scarico in corrispondenza dei singoli rami o dorsali che raccolgono le acque nere e le convogliano verso l'esterno, come mostrato nella tabella successiva.

Si ipotizzano, salvo poi eseguire la verifica attraverso il procedimento del sistema I sopra citato, delle tubazioni aventi diametro di 160 mm. Il tratto di collegamento alla rete fognaria pubblica sarà effettuato mediante tubazione in PVC SN4 di diametro 160 mm.

Portate nere in progetto	
CN1-CN2-CN3-CN4	1,64 l/s
CN4-CN5	1,98 l/s
COLLEGAMENTO	1,98 l/s

Portate nere di dimensionamento

4.4 DIMENSIONAMENTO TUBAZIONI A GRAVITÀ

Il dimensionamento delle tubazioni è stato condotto applicando nuovamente la formula di Chezy, e utilizzando un valore del coefficiente di scabrezza pari a 92 m1/3/s, valore caratteristico delle tubazioni in materiale plastico.
Per tutti i dettagli circa la procedura di calcolo si rimanda al paragrafo 3.5 della presente relazione.
In tal caso i criteri utilizzati nel dimensionamento sono i seguenti:

- $0{,}50 m/s \leq V \leq 4{,}0 m/s$;
- rapporto di riempimento massimo $h/D = 0{,}7 \div 0{,}8$.

La scelta progettuale ha optato per l'impiego di tubazioni di PEAD tipo Geberit Silent PP o prodotto similare, posando la tubazione all'interno del vespaio, al fine di ridurre il disturbo all'interno dell'edificio legato allo scorrimento delle acque reflue.
La tabella riportata di seguito mostra le diverse tipologie di tubazioni, in funzione del tratto considerato, con i valori di riempimento (h/D) e di velocità (v) attesi all'interno della nuova tubazione.
La tabella riportata a pagina 21 mostra i valori di riempimento (h/D) e di velocità (v) attesi all'interno della nuova rete. Dalle analisi emerge come il grado riempimento massimo sia sempre minore del 80% e come i valori di velocità siano inferiori a 0,5 m/s. Sarà pertanto opportuno provvedere periodici interventi manutentivi sulla rete provvedendo al lavaggio delle stesse; per far fronte a tale problematica, il pozzetto di testa verrà dotato di organi specifici in grado di provvedere al lavaggio delle tubazioni a valle.

Ramo	Tipo	De (mm)	Di (mm)	R (m)	i (%)	h (m)	h/D (-)	φ (-)	r (m)	P_{bagn} (m)	A_{bagn} (m^2)	Qc (ls)	v (m/s)
CN1-CN2-CN3-CN4	PVC	160,00	150,60	0,0753	1,0%	0,031	0,206	108	0,019	0,142	0,003	1,70	0,642
CN4-CN5	PVC	160,00	150,60	0,0753	1,0%	0,033	0,220	112	0,020	0,147	0,003	2,00	0,687

Dimensionamento tubazioni

5 CONCLUSIONI

La presente relazione è stata redatta a supporto del Progetto Definitivo per le opere necessarie alla realizzazione della biblioteca comunale di Oltrona di San Mamette.

Per quanto concerne l'analisi idrologica, si è provveduto alla stima delle portate pluviali provenienti dalla copertura, provvedendo al dimensionamento della relativa rete di raccolta e smaltimento. Analogamente è stato fatto per le acque reflue nere provenienti dal nuovo edificio. Tutte le soluzioni progettuali adottate sono frutto di attenti studi delle problematiche in gioco, eseguiti ipotizzando varie strategie di intervento ed adottando la più adatta tra quelle prospettate.

Da ultimo ma non di secondaria importanza si raccomandano tutti gli interventi di manutenzione atti a garantire la perfetta funzionalità delle componenti della rete, ponendo particolare importanza ai pozzetti di raccolta delle acque (sia bianche che nere) ed ai sistemi di drenaggio posti in copertura.

Per maggiori dettagli consultare le tavole progettuali allegate.

Bergamo, maggio 2018

Il progettista incaricato

Mario Bonicelli Architetto