

comune di ARONA
Provincia di Novara



VIA MANZONI: MANUTENZIONE STRAORDINARIA E RIFACIMENTO SOTTOSERVIZI

PROGETTO DEFINITIVO ED ESECUTIVO

Elaborato

A

RELAZIONE TECNICA

STUDIO DI INGEGNERIA
Dott. Ing. PAOLO BROGGI
Dott. Ing. LEOPOLDO MARELLI

Via F. Corridoni, 3-22063 Cantu' (CO)
Tel. 031.714238 / Fax 031.700251
C.F. P.IVA 01661310134
broggimarelli@tin.it - www.broggimarelli.it

data

i progettisti

Ing. P. Broggi

Ing. L. Marelli

redazione mt

controllo LM

approvazione PB

classificazione 16.11

file relazione.doc

REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDAZ.	CONTR.	APPR.
01	21.12.2016	richiesta da Acqua Novara.VCO	tm	LM	PB

INDICE

1.	PREMESSA.....	pag	2
2.	STATO DI FATTO.....	pag	4
3.	INTERVENTI IN PROGETTO.....	pag	6
4.	CRITERI E NORME TECNICHE GENERALI.....	pag	9
5.	CALCOLI IDRAULICI.....	pag	11
6.	PREVISIONI DI SPESA.....	pag	17
7.	ELENCO ALLEGATI.....	pag	18

1. PREMESSA

Con determinazione dirigenziale n. 311 del 14/09/2016 il Dirigente del Settore Servizi per il Territorio del comune di Arona ha conferito ai sottoscritti professionisti, con studio associato in Cantù, l'incarico relativo alla *progettazione di fattibilità tecnica ed economica* delle opere di **Manutenzione straordinaria e rifacimento sottoservizi in via Manzoni**, nella frazione di Dagnente.

Il progetto è stato redatto in conformità a quanto riportato nel "*Documento preliminare alla progettazione*" presentato dal Servizio tecnico Opere ed Infrastrutture del comune di Arona e riguarda la manutenzione straordinaria di via Manzoni, nella frazione di Dagnente, attraverso il rifacimento completo della massicciata stradale con relativa pavimentazione e la manutenzione straordinaria dei relativi sottoservizi.

In accordo con il Responsabile del Procedimento si è deciso di comprendere negli ambiti interessati dagli interventi anche **via Galeazzi**, prosecuzione della via Manzoni compresa tra via Verbano (SP n. 35) e via Cavallotti.

**Il progetto preliminare è stato approvato con deliberazione di G.C. n. 116 in data 25/10/2016
Con lettera prot. n. 47285 in data 24/11/2016 è stato richiesto parere alla Soprintendenza.**

Come evidenziato nel documento preliminare, nella frazione di Dagnente, negli ultimi anni, sono stati realizzati interventi di riqualificazione di alcune vie del centro storico (via Cavallotti, vicolo di Mezzo, via Particolare) utilizzando materiali e finiture che hanno consentito di valorizzare il patrimonio storico e ambientale. Contestualmente ai lavori di riqualificazione delle sovrastrutture si è provveduto al rifacimento di alcuni sottoservizi obsoleti (fognatura, acquedotto) ed alla predisposizione di nuove tubazioni per il passaggio di cavi (elettrici, telefonici).

L'intervento di riqualificazione di via Galeazzi e via Manzoni riguarderà tutto il tratto compreso tra via Verbano e Piazza Quattro Martiri della Libertà, collegandosi alle opere di riqualificazione già realizzate in via Cavallotti.

L'intervento si rende indispensabile ed urgente in quanto il tratto via Manzoni-via Galeazzi, che rappresenta la strada principale di accesso al vecchio nucleo di Dagnente, oltre alle precarie condizioni del manto stradale è sede di una rete fognaria e di una rete di acquedotto in condizioni non più idonee a garantire corrette condizioni di esercizio.

Il progetto preliminare, in sintonia con quanto già realizzato in particolare in via Cavallotti, prevede:

- la sostituzione della vecchia rete di fognatura con separazione delle reti mediante posa di due nuovi collettori, uno per le acque reflue ed uno per la tombinatura;
- contemporaneamente alla posa della rete fognaria la sostituzione della tubazione di acquedotto con il riallacciamento di tutte le utenze attualmente collegate alla rete;
- la posa di 2 tubazioni a disposizione per il passaggio di cavi elettrici o telefonici;
- la realizzazione di una nuova pavimentazione con eliminazione delle superfici asfaltate e utilizzo di materiali lapidei simili a quelli utilizzati nella riqualificazione delle vie centrali.

La fase progettuale è stata preceduta da un rilievo plano-altimetrico di dettaglio della strada interessata dagli interventi al fine di poter individuare con precisione, oltre alle quote del sedime stradale e delle soglie degli ingressi che si affacciano sulla strada, tutti i manufatti presenti:

- chiusini delle camerette d'ispezione della rete fognaria e caditoie stradali;
- pluviali degli edifici privati;
- chiusini di linea e di derivazione della rete di acquedotto;
- montanti della rete gas;
- lampade di illuminazione pubblica;
- pozzetti delle linee elettriche/telefoniche.

Contestualmente alla predisposizione del progetto preliminare sono stati contattati gli Enti gestori dei sottoservizi esistenti al fine di individuare preventivamente eventuali interferenze con i lavori di sottosuolo previsti in progetto e coordinare la necessità da parte degli stessi Enti di potenziare o ampliare le linee esistenti.

Gli Enti contattati sono:

○ Rete fognaria e rete di acquedotto:	Acqua Novara.VCO Via Triggiani, 9 - Novara
○ Rete gas:	EROGASMET Spa Via Vittorio Emanuele II – Roncadelle (BS)
○ Rete elettrica:	E – Distribuzione Spa
○ Illuminazione pubblica:	Enel Sole Spa
○ Rete telefonica:	Telecom Italia Spa Viale Giulio Cesare, 342 - Novara

2. STATO DI FATTO

Arrivando alla frazione Dagnente dal capoluogo, percorrendo la strada provinciale n. 35 (via Verbanò), in prossimità di un allargamento della strada principale la via Galeazzi si dirama con andamento quasi parallelo alla via Verbanò; la strada, che dopo l'incrocio con via Cavallotti cambia nome in via Manzoni, presenta larghezze variabili da m 2,60 a m 3,80 con pendenza media del 6,8% nel tratto compreso tra via Verbanò e via Cavallotti e pendenza media del 2,3% nel tratto compreso tra via Cavallotti e piazza 4 Martiri della Libertà.

Lungo la strada, su entrambi i lati, si alternano edifici a filo strada e muri che delimitano giardini e cortili privati oltre ad accessi che si aprono su corti interne. Sul fronte est tutte le corti interne si trovano a quote inferiori rispetto al piano stradale mentre le corti lungo il fronte ovest sono a quota superiore: questa differenza di quota ha condizionato gli allacciamenti fognari di alcune corti interne che in alcuni casi hanno dovuto utilizzare sistemi di pompaggio per le acque reflue, mentre le acque meteoriche gravitano verso via Verbanò.

A metà tracciato vi è l'incrocio con via Cavallotti che forma una sorta di piccola piazza dove converge anche via Particolare.

Sono presenti due attività commerciali:

- o in via Galeazzi (civico 22) **l'albergo ristorante "Arca di Noè"** (con accesso anche da via Manzoni civico 2)
- o in via Manzoni (civico 4) **il negozio di alimentari – tabacchi "Zanetta"**

RETE FOGNARIA

Le rilevazioni effettuate hanno consentito di raccogliere elementi sulle caratteristiche geometriche (diametri, pendenze), tipologiche (materiali) e qualitative dei collettori esistenti in modo da avere un quadro esauriente dello stato di fatto.

Con riferimento all'elaborato grafico n. 2 (*Rilievo dello stato di fatto*) tutta la via è servita da un vecchio collettore in cemento che parte dalla caditoia 4 sul limite di piazza 4 Martiri della Libertà e si attesta ad uno scolmatore situato sul limite di via Verbanò, dove sono presenti 2 reti separate. Il collettore non ha camerette d'ispezione ma in alcune delle 10 caditoie centrali non sifonate è visibile il tubo passante.

Sul limite di via Cavallotti è stata realizzata, nel corso dei lavori di riqualificazione della via, una cameretta d'ispezione (cameretta 2) che raccoglie le reti separate di via Cavallotti costituite da tubazioni in Pead corrugato (acque reflue De 250 mm, acque meteoriche De 315 mm) e le convoglia mediante una tubazione in Pead corrugato De 250 mm alla rete di via Galeazzi.

Sulla rete di via Galeazzi gravitano i collettori a servizio di un bacino che comprende le vie Cavallotti fino a piazza Principale, via Particolare, una parte di vicolo di Mezzo ed una parte di via ai Boschi (superficie del bacino gravitante sullo scolmatore stimata in circa **1,47 ha**).

La situazione riscontrata in via Galeazzi e via Manzoni non è più tollerabile sia per le condizioni del vecchio collettore che per la presenza di caditoie con tubazione passante: questo significa condizioni igieniche precarie per gli odori e per la presenza di ratti, come segnalato da residenti in zona.

Il rifacimento delle reti fognarie con reti separate consente di raggiungere standards qualitativi superiori e benefici nei confronti dell'ambiente; difatti la separazione consente di:

- apportare agli impianti di trattamento, nel caso specifico costituiti da una vasca Imhoff, acque più cariche e quindi ottenere rendimenti depurativi più costanti e migliori;
- scaricare nei corsi d'acqua superficiali che raccolgono i terminali di scarico solamente acque di pioggia che altrimenti si diluirebbero e verrebbero immesse nei corpi ricettori senza alcun trattamento.

Naturalmente l'efficienza dell'intervento sarà tanto maggiore quanto più a monte dei collettori principali si riuscirà a ottenere la separazione degli allacciamenti privati.

Inoltre la demolizione dei vecchi collettori e la costruzione dei nuovi consentirà di annullare le perdite della rete attuale, perdite che, infiltrandosi nel terreno, danno origine a impatti negativi sul sistema ambientale di sottosuolo.

RETE ACQUEDOTTO

La rete dell'acquedotto è costituita da una vecchia tubazione in ferro con diametro $D_i = 57$ mm posata a quote inferiori rispetto alla fognatura. In alcuni tratti la rete fognaria è appoggiata sopra la rete di acquedotto, situazione che rende assolutamente indispensabile l'intervento di ristrutturazione delle reti.

Nel corso del rilievo sono stati individuati i chiusini delle valvole di derivazione alle utenze che andranno ricollegate alla nuova rete.

3. INTERVENTI IN PROGETTO

FOGNATURA

Il progetto prevede la ristrutturazione del sistema fognario con demolizione del vecchio collettore esistente e ricostruzione di nuove reti di tipo separato.

Il *collettore delle acque reflue* verrà convogliato ancora alla cameretta dello scolmatore in quanto, secondo le informazioni riportate dai tecnici della società che gestisce il ciclo dell'acqua (Acque Novara.VCO), nelle reti che si immettono in prossimità dell'incrocio con via Cavallotti sono presenti ancora acque meteoriche: l'eliminazione dello scolmatore determinerebbe un carico eccessivo di acque meteoriche alla vasca Imhoff con la messa in crisi del processo depurativo.

Il *collettore delle acque meteoriche*, invece, verrà convogliato in una nuova cameretta da realizzare in prossimità dello scolmatore sulla tubazione di sfioro collegata alla rete acque meteoriche di via Verbano.

Le scelte progettuali hanno preso in considerazione come elementi principali di caratterizzazione degli interventi:

- a) la tipologia delle reti: a fronte di una situazione attuale in cui le reti sono di tipo unitario ci si è indirizzati verso la separazione degli scarichi, in conformità alle previsioni pianificatorie della fognatura comunale in fase di progressiva attuazione ed alle indicazioni dell'Ente Gestore. Nella fattispecie c'è da prevedere una maggiore difficoltà sia nella realizzazione (presenza di tratti di strada di larghezza limitata e di altri sottoservizi) che nella messa a regime del sistema soprattutto per la presenza di alcuni vecchi edifici dove probabilmente le reti non sono separate.
- b) I materiali costituenti le tubazioni: per la scelta del tipo di tubazione da utilizzare ci si è orientati verso materiali plastici in quanto più facilmente movimentabili in una situazione che presenta spazi di manovra molto ristretti e quindi l'impossibilità di usare mezzi meccanici di grosse dimensioni per la posa delle tubazioni e delle camerette d'ispezione. Al proposito sono stati interpellati i tecnici di Acque Novara.VCO che hanno dato il benestare sull'utilizzo di tubazioni in PVC o in PEad a parete piena. Sia per i collettori delle acque meteoriche che per i collettori delle acque reflue verranno utilizzate **tubazioni in PVC di classe SN 8 kN/m²** con giunzioni a bicchiere con anello elastomerico di tenuta. Le camerette d'ispezione saranno invece costituite da **elementi monoblocco in PEad corrugato a sezione circolare**.

Nella seguente tabella sono riportate le lunghezze dei collettori che verranno posati:

	LUNGHEZZE (m)				
	Ø 400	Ø 315	Ø 250	Ø 200	Totale
COLLETTORE ACQUE REFLUE			155,00		155,00
COLLETTORE ACQUE METEORICHE	73,50	81,50			155,00
TOTALE	73,50	81,50	155,00		310,00

ACQUEDOTTO

Contestualmente alla realizzazione dei collettori fognari si provvederà a ristrutturare anche la rete di acquedotto, approfittando dell'apertura degli scavi per la posa dei collettori fognari. La nuova rete avrà **diametro De = 90 mm**, come da richiesta di Acqua Novara VCO, e verrà realizzata con **tubazioni in PEad** di classe PN16 più facili da posare e non soggette a corrosioni dovute a correnti vaganti, rinfiancate in sabbia. Tutte le derivazioni allacciate alla rete di acquedotto verranno sostituite da nuove derivazioni in polietilene (De 32 mm), con valvola di intercettazione sulla tubazione principale e riallacciamento in prossimità dei muri di proprietà.

La nuova rete avrà lunghezza pari a **m 145,00**.

I collegamenti alle reti esistenti (via Verbanò, via Cavallotti, piazza 4 Martiri della Libertà) verranno realizzati inserendo nuove valvole di intercettazione in ghisa sferoidale con cuneo gommato di diametro DN 80 mm.

E' prevista anche la posa di un nuovo idrante antincendio soprasuolo in corrispondenza dell'incrocio con via Cavallotti.

CAVIDOTTI

E' stata prevista la predisposizione di 2 tubazioni affiancate in **PEad corrugato** a doppia parete di diametro pari a **De 110 mm** su tutto lo sviluppo stradale di m 150,00 a disposizione per l'interramento di reti elettriche e/o telefoniche. In totale quindi è previsto l'interramento di m 300,00 di tubazioni passaggio cavi.

PAVIMENTAZIONI

La scelta della tipologia delle nuove pavimentazioni in sostituzione della pavimentazione esistente in asfalto trae necessariamente spunto dagli interventi già realizzati in altre vie del nucleo storico, dove, nel corso degli anni, si sono effettuati lavori di riqualificazione con l'utilizzo di differenti tipologie di pavimentazione.

Si è cercato quindi di evitare di introdurre ulteriori tipi di pavimentazione uniformando l'intervento a quanto già realizzato, anche se nelle vie del centro storico situate tra piazza Principale e via Manzoni-via Galeazzi gli interventi realizzati hanno connotati differenti secondo il tipo di strada interessata:

- o **vicolo di Mezzo:** alterna tratti lastricati su tutta la larghezza (lastre in pietra di Luserna) a tratti realizzati con cubetti in pietra di Luserna;
- o **via Particolare:** collega vicolo di Mezzo con via Cavallotti e, a differenza delle altre strade dove sono presenti più tipologie di materiali, è stata pavimentata esclusivamente con acciottolato;
- o **via Cavallotti:** è l'intervento principale in quanto la strada si snoda nel centro storico collegando via Galeazzi-via Manzoni con piazza Principale. Qui l'intervento ha mantenuto i connotati originari con la realizzazione di 2 trottatoie in lastre di granito bianco Montorfano recuperate (larghezza 50 cm, spessore 15 cm), intervallate da uno spazio centrale di larghezza pari a 70 cm in acciottolato con ciottoli di forma ovale. Anche lateralmente, tra le trottatoie ed i muri degli edifici, è stato posato acciottolato. Questa tipologia di pavimentazione è stata intervallata nei tratti in corrispondenza degli allargamenti agli incroci con vicolo di Mezzo e con via Particolare, dove su tutta la larghezza stradale sono stati posati cubetti in pietra di Luserna con disegni concentrici.

L'intervento su via Galeazzi-via Manzoni riprende la tipologia di quanto già realizzato in via Cavallotti (trottatoie con fascia centrale in acciottolato) modificando però le fasce laterali che là sono in acciottolato mentre qui sono previste in cubetti di pietra Luserna, per garantire un agevole transito anche a persone con ridotta o impedita capacità motoria. Le fasce laterali in cubetti andranno poi a raccordarsi nel tratto in corrispondenza dell'incrocio con via Cavallotti al pavimento già realizzato occupando tutta la sede stradale, in modo da creare una percezione visiva che individui la zona centrale come uno spazio allargato in prossimità delle uniche due attività commerciali presenti. Questo tratto pavimentato in cubetti verrà prolungato fino all'ingresso del negozio al civico 4 di via Manzoni, dove attualmente è presente un gradino che riduce il calibro stradale; il gradino verrà demolito ed il piano stradale verrà rialzato in modo da creare una piattaforma di rallentamento per i veicoli in transito, eliminando due dossi artificiali in plastica.

In corrispondenza delle testate (ingressi da via Verbanò e piazza 4 Martiri della Libertà) verranno posate lastre trasversali analoghe a quelle utilizzate per la realizzazione delle trottatoie.

4. CRITERI E NORME TECNICHE GENERALI

Tutte le scelte progettuali relative alle opere di fognatura (criteri di dimensionamento, utilizzo di materiali e manufatti specifici) sono conformi a quanto previsto dalle disposizioni del Ministero dei Lavori Pubblici – Comitato dei Ministri per la tutela delle acque dall'inquinamento nei "*Criteri, metodologie e norme tecniche generali di cui all'art. 2, lettere b), d) ed e), della legge 10 maggio 1976 n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento*".

In particolare si è fatto riferimento all'Allegato 4 "*Norme tecniche generali per la regolamentazione dell'installazione e dell'esercizio degli impianti di fognatura e depurazione*".

La scelta dei materiali, pertanto, è stata condotta tenendo sempre in evidenza quanto previsto nelle suddette norme tecniche i cui punti salienti vengono di seguito riportati.

- 1) *Le canalizzazioni fognarie e le opere d'arte connesse devono essere impermeabili alla penetrazione di acque dall'esterno e alla fuoriuscita di liquami dal loro interno nelle previste condizioni di esercizio. Le sezioni prefabbricate devono assicurare l'impermeabilità dei giunti di collegamento e la linearità del piano di scorrimento.*
- 2) *Le canalizzazioni e le opere d'arte connesse devono resistere alle azioni di tipo fisico, chimico e biologico eventualmente provocate dalle acque reflue e/o superficiali correnti in esse. Tale resistenza potrà essere assicurata sia dal materiale costituente le canalizzazioni, che da idonei rivestimenti. Il regime delle velocità delle acque nelle canalizzazioni deve essere tale da evitare sia la formazione di depositi di materiali, che l'abrasione delle superfici interne. I tempi di permanenza delle acque nelle canalizzazioni non devono dar luogo a fenomeni di settizzazioni delle acque stesse.*
- 3) *Manufatti di ispezione devono di norma essere previsti ad ogni confluenza di canalizzazione in un'altra, ad ogni variazione planimetrica tra due tronchi rettilinei, ad ogni variazione di livelletta ed in corrispondenza di ogni opera d'arte particolare. Il piano di scorrimento nei manufatti deve rispettare la linearità della livelletta della canalizzazione in uscita dai manufatti stessi. I manufatti di cui sopra devono avere dimensioni tali da consentire l'agevole accesso al personale addetto alle operazioni di manutenzione e controllo. Lungo le canalizzazioni, al fine di assicurare la possibilità di ispezione e manutenzione, devono essere disposti manufatti a distanza mutua tale da permettere l'agevole intervento del personale addetto.*
- 4) *Le caditoie devono essere munite di dispositivi idonei ad impedire l'uscita dalle canalizzazioni di animali vettori e/o esalazioni moleste. Esse devono essere disposte a distanza mutua, tale da consentire la veloce evacuazione nella rete di fognatura delle acque di pioggia e comunque in maniera da evitare ristagni di acque sulle sedi stradali o sul piano campagna.*
- 5) *Tutti gli allacciamenti previsti alle reti pubbliche devono essere muniti di idonei manufatti, le cui dimensioni ed ubicazione devono permettere un'agevole ispezionabilità al personale addetto alle operazioni di manutenzione e controllo.*
- 6) *....omissis....*
- 7) *....omissis....*

- 8) *La giacitura nel sottosuolo delle reti fognarie deve essere realizzata in modo tale da evitare interferenze con quella di altri sottoservizi. In particolare le canalizzazioni fognarie devono essere sempre tenute debitamente distanti ed al di sotto delle condotte di acqua potabile. Quando per ragioni plano-altimetriche ciò non fosse possibile, devono essere adottati particolari accorgimenti al fine di evitare la possibilità di interferenze reciproche.*
- 9) *Lo studio di una rete di fognatura deve sempre riferirsi per gli elementi di base (previsioni demografiche ed urbanistiche, dotazioni idriche, dati pluviometrici, tipologia portata e qualità dei liquami, etc.) a dati ufficiali o comunque resi tali da apposita dichiarazione delle competenti autorità.*
- 10) *La scelta del tipo di materiale delle canalizzazioni deve essere effettuata sulla base delle caratteristiche idrauliche, della resistenza statica delle sezioni, nonché in relazione alla tipologia ed alla qualità dei liquami da convogliare.*
- 11) *....omissis.....*

Più in generale il progetto recepisce le regole e le norme tecniche elencate nel "Documento preliminare alla progettazione" relativamente a:

PRODOTTI DA COSTRUZIONE

- DPR 21 aprile 1993, n. 246
- DM 11 aprile 2007

BARRIERE ARCHITETTONICHE

- Legge 9 gennaio 1989, n. 13
- DM 14 giugno 1989, n. 236
- DPR 24 luglio 1996, n. 503

RIFIUTI E AMBIENTE

- D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152

ACQUE

- D. Lgs. 11 maggio 1999, n. 152

BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO

- D. Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42

NUOVO CODICE DELLA STRADA

- D. Lgs. 30 aprile 1992, n. 285
- DPR 16 dicembre 1992, n. 495

SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO

- D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81

5. CALCOLI IDRAULICI

A. Definizione delle zone omogenee

Il rapporto tra il volume totale dei deflussi superficiali ed il volume totale degli afflussi meteorici, noto come *coefficiente di assorbimento (o di afflusso)*, è il primo parametro da prendere in considerazione nell'individuazione delle caratteristiche del territorio che contribuiscono a formare una legge di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi superficiali: in parole molto semplici tale parametro rappresenta la percentuale di acqua piovuta sul terreno che raggiunge i collettori fognari.

L'individuazione di coefficienti di assorbimento il più possibile vicini alla realtà tiene conto di analogie con valori riportati nella letteratura tecnica, di caratteristiche morfologiche, economiche ed urbanistiche del territorio in esame e, soprattutto, di attinenze con le previsioni di P.R.U.G. vigente; inoltre sta nella sensibilità del progettista il riuscire a definire per ogni zona esaminata un coefficiente significativo anche in previsione futura.

E' dimostrato inoltre ¹ che mentre negli eventi meteorici di piccola e media entità il coefficiente di afflusso assume valori molto variabili (tanto da poter essere considerato alla stregua di una variabile casuale), negli eventi più intensi, che sono quelli interessanti per i problemi di verifica e dimensionamento di un collettore di fognatura, i valori del coefficiente di afflusso sono molto vicini al valore del coefficiente di impermeabilità inteso come rapporto tra la superficie impermeabile direttamente servita dalla rete fognaria e la superficie totale.

Analogamente ai coefficienti di deflusso per il calcolo delle portate meteoriche vengono definiti i valori di densità abitativa media e di apporto per unità di superficie delle zone produttive per il calcolo delle portate reflue.

Si definiscono in questo caso *zone omogenee* le zone urbanistiche aventi uguali valori del coefficiente di assorbimento e densità abitative.

Sulla base delle indicazioni riportate nel P.R.U.G. alcune zone a destinazione urbanistica differente, ma similare agli effetti dei risultati del presente studio, sono state accorpate e classificate secondo il seguente criterio:

Centro storico: comprende tutte le aree prevalentemente residenziali aventi valore ambientale o documentario (**zone Ab**)
coefficiente di afflusso: $\phi = 0,70$

¹ A. PAOLETTI - *Effetti meteorici e formazione dei deflussi nei bacini urbani* - VII Corso di aggiornamento in ingegneria dei sistemi fognari - Milano, 1990

B. Determinazione della portata acque meteoriche

Il metodo di verifica adottato si propone di individuare i parametri idraulici che regolano la correlazione esistente tra afflussi alla fognatura e deflussi convogliabili nella condizione attuale e nelle previsioni progettuali.

Per la determinazione delle portate delle acque meteoriche è necessario conoscere la curva di possibilità pluviometrica della zona interessata dagli eventi rappresentata dalla generica equazione:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

h = altezza di pioggia [mm];

t = corrispondente durata [ore];

a = altezza di pioggia di durata unitaria [mm/ora];

n = esponente numerico < 1

L'equazione esprime (sulla base di rilevazioni pluviometriche locali analizzate statisticamente) la massima altezza di pioggia di un evento avente la possibilità di essere eguagliata o superata una sola volta durante un prefissato periodo di tempo **T** (tempo di ritorno espresso in anni) in funzione della durata dell'evento stesso (ore).

La curva di possibilità pluviometrica è stata dedotta elaborando statisticamente i valori delle piogge intense registrate a pluviografi significativi per l'area oggetto d'intervento.

L'equazione considerata si riferisce ad eventi di durata 1-3-6-12-24 ore registrati nel periodo 1953-1985 nella stazione pluviometrica di **LESA**; per tempi di ritorno **T = 10 anni** è rappresentata dalla formula:

$$h = 49,36 \cdot t^{0,35} \quad \text{per } t > 1 \text{ ora}$$

Bisogna osservare che l'esponente *n* generalmente assume valori differenti al variare della durata *t* della pioggia e che le informazioni pluviografiche sono di norma sufficienti per stimare l'esponente per *t* > 1 ora, ma carenti per le durate inferiori ad 1 ora.

Dal punto di vista operativo si è fatto riferimento ad alcune considerazioni riportate nei Criteri di pianificazione del "Piano di risanamento delle acque della Regione Lombardia":

Nel paragrafo riguardante il "Calcolo delle portate meteoriche per il dimensionamento o la verifica dei collettori", nella valutazione della curva di possibilità pluviometrica caratterizzante la zona in esame, l'esponente *n* assume valori differenti *n*₁ e *n*₂ validi rispettivamente per le durate inferiori e superiori all'ora: il PRRA considera valori di *n*₁ maggiori di 0,20 rispetto ai valori di *n*₂ e, pertanto, per la determinazione delle portate di calcolo verrà adottata la seguente formula:

$$h = 49,36 \cdot t^{0,55} \quad \text{per } t < 1 \text{ ora}$$

Il calcolo della portata massima si basa sulla applicazione del metodo diretto (o dell'invaso) tramite la formula:

$$Q_{\max} = u \cdot S \quad [l/\text{sec.}]$$

dove

Q max = portata massima delle acque meteoriche nella sezione di verifica;

S = area della superficie scolante sottesa dalla sezione di verifica [ha];

u = coefficiente udometrico; rappresenta la portata di massima piena nella sezione di verifica per unità di superficie del comprensorio esaminato [l/sec · ha].

Il valore del coefficiente **u** è ricavabile dalla seguente espressione:

$$u = 2168 \cdot n \cdot \frac{(\varphi_1 \cdot a)^{1/n}}{W^{(1/n - 1)}}$$

In questa espressione un'attenzione particolare va rivolta ai termini **φ_1** , **n** e **W**.

φ_1 rappresenta il coefficiente di assorbimento (o di afflusso) medio ponderale fra i coefficienti di assorbimento delle zone omogenee facenti parte del bacino da verificare.
In questo caso si è considerato un unico coefficiente per tutto il bacino scolante:

Zona centro storico: aree Ab

$\varphi = 0,70$

n rappresenta l'esponente della legge di possibilità pluviometrica. La metodologia proposta utilizza il valore effettivo dell'esponente **n** e fa giustizia delle successive rielaborazioni che tendevano a considerare un valore **n₀** maggiorato della legge di probabilità pluviometrica: **n₀ = 4/3n**. Secondo esperienze condotte da alcuni autori è risultato che il coefficiente di afflusso deve essere assunto costante e pari al valore che raggiunge a seguito di precipitazioni significative. In questo caso aumentare di 1/3 l'esponente **n** conduce unicamente a una drastica riduzione delle massime intensità degli eventi di durata inferiore a un'ora e, per conseguenza, delle corrispondenti portate critiche in fogna.

W rappresenta l'invaso massimo disponibile a monte della sezione considerata per unità di area scolante.

W è dato dalla somma dei due termini:

$$W = W_0 + W_1$$

dove:

W₀ = capacità dei piccoli invasi superficiali considerata pari a 30 m³/ha

W₁ = capacità di invaso dei collettori a monte della sezione

Ai fini dei calcoli **W** è stato ricavato utilizzando la seguente formula empirica:

$$W = W_0 \cdot (1 + 0,29 \cdot S^{0,227})$$

dove S, espressa in ettari, rappresenta l'area del bacino scolante.

Ultimo parametro da prendere in considerazione è la durata critica "**T₀**" della pioggia, ossia la durata che determina la massima piena.

Tale valore, ricavato tramite la formula di De Marchi:

$$T_0 = (2,6 + n) \cdot (W / \varphi_1 \cdot a)^{1/n} \quad [\text{ore}]$$

dovrà ricadere nell'intervallo di validità dell'equazione delle piogge.

C. Calcolo delle sezioni dei collettori (deflussi)

La verifica ed il dimensionamento dei collettori di fognatura si sviluppano attraverso l'applicazione di leggi e formule generali di idraulica, considerando lo stato di moto permanente ed uniforme.

Il **calcolo dei condotti a sezione circolare** è stato basato essenzialmente su un'equazione di moto (equazione di Colebrook) che, a differenza di altre formule empiriche spesso utilizzate nei calcoli delle fognature, è supportata da una teoria fisicamente ineccepibile e di validità del tutto generale (teoria dello stato limite di Prandtl).

L'equazione di Colebrook può ritenersi una buona formula interpolare, ovvero interpreta abbastanza bene, nella zona di transizione tra moto turbolento e moto laminare, e quindi nella situazione generalmente riscontrabile nei collettori di fognatura, molte serie di risultati sperimentali sui condotti a scabrezza non uniforme.

Essa viene rappresentata dalla seguente espressione:

$$\frac{1}{\sqrt{\varepsilon}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{R_e \cdot \sqrt{\varepsilon}} + \frac{k}{3,71 \cdot D} \right)$$

dove:

ε = indice di resistenza, numero puro funzione del numero di Reynolds R_e e della scabrezza relativa K/D .

R_e = numero di Reynolds $(V \cdot D)/\mu$

V = velocità media del fluido [m/sec.]

D = diametro del collettore [m]

μ = viscosità cinematica del liquido pari a $1,31 \cdot 10^{-6}$ [m²/sec.]

K = scabrezza assoluta [mm];
si assumono i seguenti valori:
K = 0,40 mm. per tubi in **P.V.C.** e **gres ceramico**;
K = 1,20 mm. per tubi in **calcestruzzo**.

Sostituendo nell'equazione di Colebrook il valore di " ε " calcolato mediante l'equazione di Darcy - Weisbach :

$$\varepsilon = \frac{2 \cdot g \cdot D \cdot J}{V^2}$$

dove:

g = accelerazione di gravità = 9,81 m/sec.²

J = cadente piezometrica (nell'ipotesi di moto uniforme coincidente con la pendenza geometrica del collettore)

si ricava l'espressione:

$$v = \left(-2 \cdot \log \left(2,51 \cdot \frac{\mu}{D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot J \cdot D}} + \frac{k}{3,71 \cdot D \cdot 10^3} \right) \right) \sqrt{2 \cdot g \cdot J \cdot D}$$

Noto il valore della portata di calcolo Q , dalla formula

$$A = Q/v \text{ [m}^2\text{]}$$

si ottiene facilmente il valore teorico del diametro **D** a pieno riempimento della sezione e di conseguenza il diametro commerciale che garantisce un idoneo riempimento del manufatto.

Verifica collettore per acque meteoriche

Collettore 1 - via Galeazzi

Sezione di verifica		b₁
Tipo sezione		circolare
Materiale		PVC
Scabrezza assoluta [mm]	ε	= 0,40
Pendenza minima	i	= 0,06
Diametro [mm]	D	= 400
DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEL COLLETTORE A PORTATA MASSIMA		
Area totale a monte della sezione di verifica [ha]	S	= 1,47
Coefficiente di assorbimento medio ponderato	φ_1	= 0,70
Coefficiente udometrico [l/sec · ha]	u	= 118,01
Portata totale massima di calcolo [m ³ /sec]	q	= 0,173
Area della sezione del collettore [m ²]	A	= 0,0707
Velocità a sezione piena [m/sec]	V	= 4,87
Portata a sezione piena [m ³ /sec]	Q	= 0,612
Grado di utilizzo	q/Q	= 0,28
Grado di riempimento	h/D	= 0,36
Rapporto fra le velocità	v/V	= 0,85
Altezza d'acqua [cm]	h	= 10,8
Velocità massima [m/sec]	v	= 3,99
Durata critica della pioggia [ore]	T ₀	= 0,18

6. PREVISIONI DI SPESA

Come risulta dal *Computo metrico estimativo (Allegato C)*, l'importo della spesa complessiva conseguente alla realizzazione degli interventi viene stimato in **€ 300.000,00=** suddivisi secondo il presente prospetto:

		Quota (%)	Importo (€)
a)	Lavori:		
a2)	a corpo:		
	1. Importo esecuzione lavorazioni		224.537,70
	2. Importo attuazione piani di sicurezza		3.859,73
	TOTALE LAVORI (voci a)		228.397,43
	<i>di cui:</i>		
	<i>(OG3: strade, autostrade, ponti etc...)</i>		125.365,44
	<i>(OG6: acquedotti, gasdotti, oleodotti, etc...)</i>		103.031,99
b)	Somme a disposizione stazione appaltante:		
b1)	Lavori in economia esclusi dall'appalto		--
b2)	Rilievi, accertamenti e indagini		--
b3)	Allacciamenti e pubblici servizi		--
b4)	Imprevisti		1.641,97
b5)	Assistenza archeologica agli scavi		1.000,00
b6)	Accantonamento art.26 comma 4 legge 109/94		--
b7)	Spese tecniche compreso 4% INARCASSA:		
	1. Progettazione		10.200,00
	2. Direzione lavori, assistenza e contabilità		8.100,00
	3. Coordinamento sicurezza progettazione		1.500,00
	4. Coordinamento sicurezza in esecuzione		3.800,00
	5. Compenso Responsabile procedimento	1,00 %	2.285,00
	TOTALE b7) a dedurre voce 5		23.600,00
b8)	Spese attività consulenza e supporto		--
b9)	Spese per commissioni giudicatrici		--
b10)	Spese per pubblicità		--
b11)	Spese per accertamenti e collaudi		--
b12)	I.V.A.		
	1.a Lavori – sottoservizi (€ 103.031,99)	10%	10.303,20
	1.b Lavori – sovrastrutture (€ 125.365,44)	22%	27.580,40
	2. Acquisizione aree ed immobili		--
	3. Spese tecniche	22%	5.192,00
	4. Spese pubblicità	22%	--
	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE (voci b)		71.602,57
	IMPORTO TOTALE PROGETTO		300.000,00

7. ELENCO ALLEGATI

Il progetto definitivo-esecutivo è composto dai seguenti allegati:

- A) **Relazione tecnica**
- B) **Elenco prezzi unitari**
- C) **Computo metrico estimativo,
quadro dell'incidenza percentuale della mano d'opera
e quadro economico**
- D) **Capitolato speciale d'appalto e prescrizioni tecniche**
- E) **Cronoprogramma**
- F) **Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti**
- G) **Documenti e planimetrie enti gestori dei sottoservizi**
- H) **Elaborati grafici di progetto (n. 9 tavole)**

tav. n.	TITOLO	Scala
1	Estratti planimetrici	1 : 10.000 2.000 1.000
2	<u>Stato di fatto</u> <i>Planimetria</i>	1 : 200
3	<u>Progetto</u> <i>Planimetria dei sottoservizi</i>	1 : 200
4	<u>Progetto</u> <i>Planimetria delle sovrastrutture</i>	1 : 200
5	<u>Progetto</u> <i>Planimetria di raffronto con lo stato di fatto e di tracciamento</i>	1 : 200
6	<u>Progetto</u> <i>Profilo longitudinale collettori</i>	1 : 100/200
7	<u>Progetto</u> <i>Sezioni trasversali</i>	1 : 500 100 50
8	<u>Particolari costruttivi</u> <i>Sottoservizi</i>	1 : 100/200 20
9	<u>Particolari costruttivi</u> <i>Pavimentazioni in pietra</i>	1 : 20

Arona,

I PROGETTISTI

ing. Paolo Broggi

.....

ing. Leopoldo Marelli

.....