

Comune di Borgo Mantovano



Provincia di Mantova
Regione Lombardia

Progettazione vasca di laminazione Via Foscolo Comune di Borgomantovano - Revere

DB Cant. 21-0111

PROGETTO ESECUTIVO

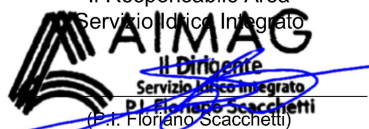
PROGETTO:



Via Maestri del Lavoro n. 38 - 41037 - Mirandola (MO)
web: www.aimag.it - e-mail: info@aimag.it

Il Responsabile Area

Servizio Idrico Integrato



Il Dirigente

Servizio Idrico Integrato

P. Floriano Scacchetti

Il Capo Reparto
Fognatura e Depurazione

(Ing. Chiara Monaco)

Il Coordinatore della Progettazione

(Ing. Andrea Bertolasi)

Il Progettista

(Ing. Andrea Bertolasi)

Data		Descrizione
Ottobre 2021		
Scala		
Disegnatore		
REVISIONE	DATA	
00_Emissione	Febbraio 2022	
		<div>ELABORATO A</div>

REGIONE LOMBARDIA

COMUNE DI BORGO MANTOVANO
(Provincia di Mantova)

Progettazione di una vasca di laminazione in via Foscolo a Revere nel Comune
di Borgo Mantovano (MN)

Progetto Esecutivo

RELAZIONE TECNICA

INDICE

FINALITA' DEL PROGETTO.....	3
QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO	8
MATERIALI	9
TUBAZIONI.....	9
POZZETTI.....	10
BOTOLE E CADITOIE.....	10
MODALITÀ ESECUTIVE DEI LAVORI	12
Organizzazione dei lavori	12
Modalità di accatastamento in cantiere (UNI 1401-3)	12
Condizioni di posa	14
Scarto massimo dalla linearità (rif. UNI ENV 1401-3:2002).....	17
Posa botole	17
Materiali di spessoramento – raggiungi quota	19
Gestioni materiali di scavo	20
Collaudo	20
Area verde - vasca di laminazione	25
DIMENSIONAMENTI IDRAULICI	28
Verifica collettore a gravita' via strada colombarola $\Phi 500$	31
Verifica collettore a gravita' via foscolo $\Phi 630$	32
Verifica collettore a gravita' via livia bianchi $\Phi 400$	34
Verifica collettore a gravita' via della Resistenza $\Phi 500$ – lato ovest	35
Verifica collettore a gravita' via della Resistenza $\Phi 630$ – lato est	37
Verifica collettore a gravita' via Alessandrini $\Phi 630$	38
Verifica collettore a gravita' via Aldo Moro $\Phi 315$	40
Dimensionamento della vasca di laminazione	41
SPECIFICHE DEI COLLETTORI IN PROGETTO	44
CANTIERABILITÀ DELL'OPERA	45
QUADRO ECONOMICO	47

FINALITA' DEL PROGETTO

Il comune di Borgo Mantovano tramite determina del responsabile del settore area opere e lavori pubblici (*Det. n° 744 del 30/12/2020*) ha affidato ad AIMAG Spa, in qualità di gestore servizio idrico integrato, l'incarico per la realizzazione di un progetto Definitivo/Esecutivo relativamente alle opere di mitigazione di rischio idraulico.

Le opere incluse nel presente progetto sono finalizzate alla realizzazione di nuove reti fognarie per le acque meteoriche e di una vasca di laminazione in via Foscolo che servirà a risolvere le problematiche di allagamenti ed esondazioni del sistema fognario in occasione di eventi di precipitazione significativi.

Alla rete fognaria mista esistente sarà affiancata una rete di raccolta delle acque meteoriche, recapitante nella vasca di laminazione in progetto, in grado di collettare sia le acque superficiali della strada sia quelle delle aree private che si collegheranno alla nuova rete. Tutte le caditoie esistenti (e le nuove in progetto) saranno collegate alla rete acque meteoriche. Per gli allacci si utilizzeranno sistemi di raccordo in PVC, innestati direttamente sulla nuova tubazione in progetto (tipo easy-clip).

L'area sulla quale sarà ricavato l'invaso di laminazione è integralmente compresa nella particella 107 foglio 8 del Comune di Borgo Mantovano, e si trova a nord del cimitero di Revere. Attualmente l'area è adibita ad uso seminativo.

Le strade interessate dalla realizzazione della nuova rete fognaria acque meteoriche sono:

- Strada Colombarola
- Via Foscolo
- Via Bianchi
- Via della Resistenza
- Via Moro

Di seguito in Figura 1 si riporta uno stralcio planimetrico rappresentante le reti fognarie esistenti (tratto marrone), mentre in Figura 2 e 3 si riporta uno stralcio planimetrico delle opere in progetto.

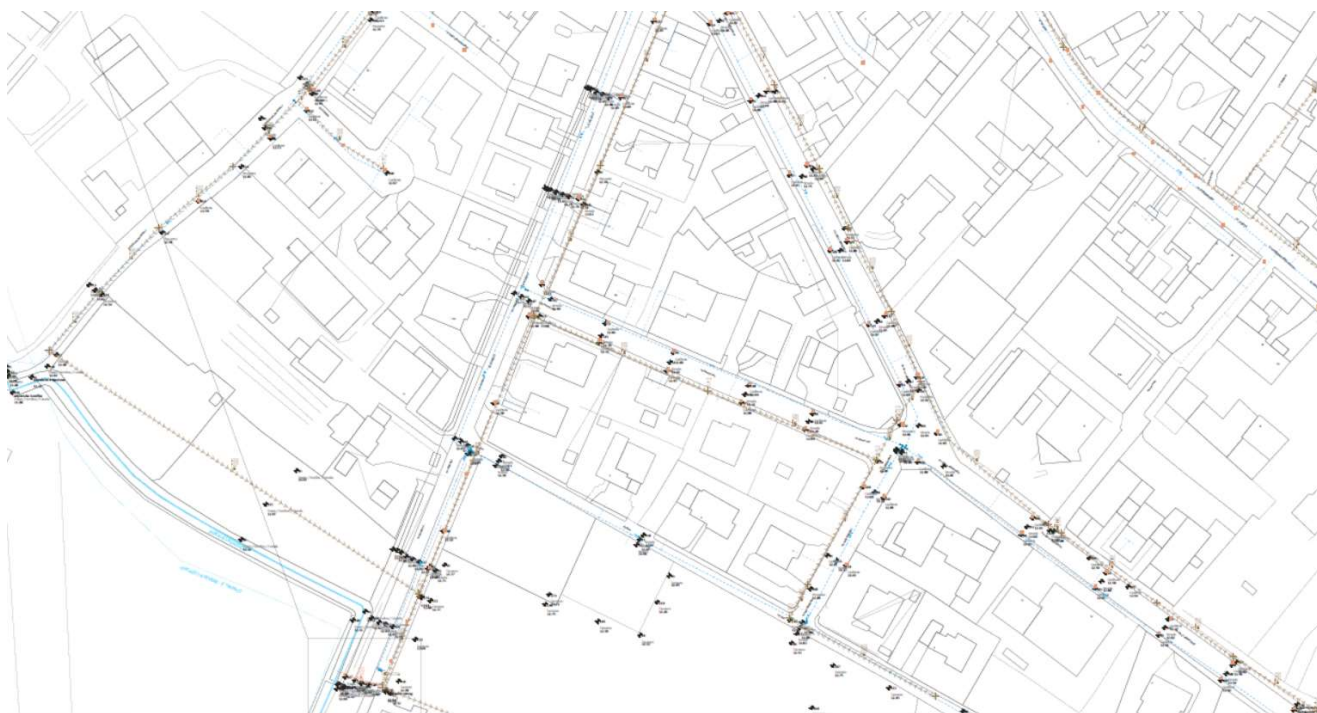


Figura 1 Planimetria stato di fatto



Figura 2 Planimetria stato di progetto 1



Figura 3 Planimetria stato di progetto 2

Con riferimento alla tavola degli ambiti del Comune di Borgo Mantovano si riporta uno stralcio relativo alle aree interessate dall'intervento.

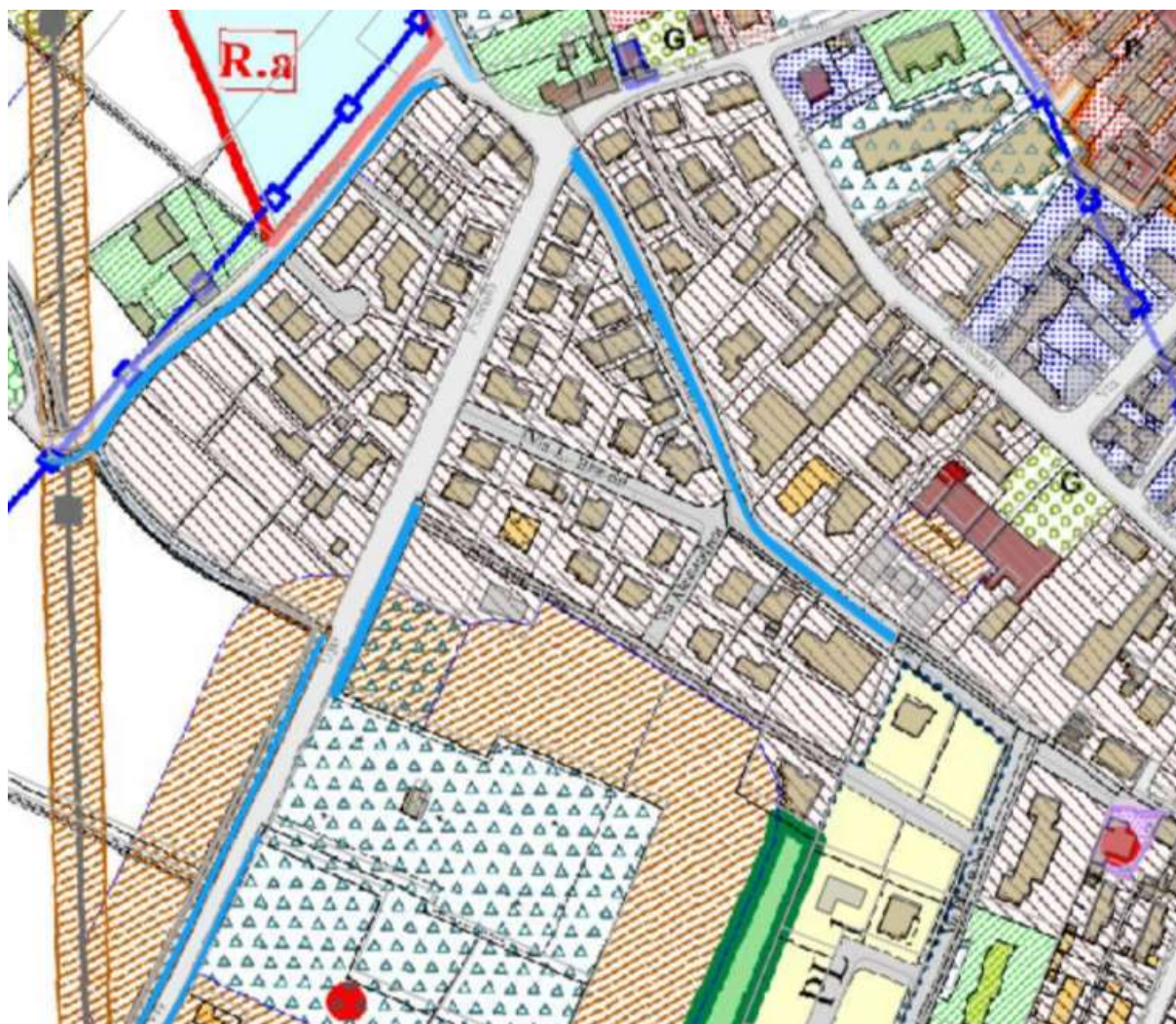


Figura 4 Planimetria Ambiti – Comune di Borgo Mantovano

LEGENDA tavola degli ambiti

Figura 3 Legenda Planimetria Ambiti – Comune di Borgo Mantovano

QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Si riporta di seguito una sintesi della principale normativa sulle fognature cui il presente progetto fa riferimento.

- Circ. Min. LL.PP. – Presidenza del Cons. Sup. Servizio Tecnico Centrale 7 gennaio 1974, n. 11633 – Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto.
- Delib. Min. LL.PP. 4 febbraio 1977 – 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.
- Delib. Com. Tutela Inquinamento 8 maggio 1980 – Nuovi criteri per la determinazione della somma di cui all'art. 18 della legge 10 maggio 1976 n. 319, recante norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.
- D.M.LL.PP. del 12/12/1985 – Norme tecniche per le tubazioni.
- Circ. Min. LL.PP. 20 marzo 1986 n. 27291 – Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni.
- D.P.C.M. 4 marzo 1996 – Disposizioni in materia di risorse idriche.
- DL.11/05/99 n. 152 del 29/5/99 - “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”, a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 258.
- D.P.R. 5 ottobre 2010 n°207 – Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006 n°163, recante “Codice dei contratti relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE e successive modificazioni.
- Decreto legislativo 3 aprile 2006 n°152 - Norme in materia ambientale.
- DL. 161/12 del 10/08/12 – “Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo.”
- Decreto Legislativo 18/04/2016 n°. 50 - “Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali,

nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.” e successive modifiche ed integrazioni.

MATERIALI

TUBAZIONI

Le tubazioni in PVC rigido utilizzate nei tratti a gravità, con diametro $\square 630/\square 500/\square 400/\square 315/\square 250$, $\square 160$ (per caditoie), $\square 200$ (per allacci privati), saranno del tipo contrassegnati con il marchio di conformità I.I.P., UNI EN 1401 SN4/SN8, così da garantire la resistenza a sovraccarichi anche elevati (Tabella 1); le tubazioni ed i pezzi speciali dovranno presentare un contenuto minimo di PVC non inferiore all'82% in massa (al netto delle tolleranze proprie delle prove di laboratorio), ed una somma tra percentuale di PVC e ceneri prossima al 100%.

La guarnizione sarà costituita da elastomero EPDM a norma UNI EN 681 di tenuta. La guarnizione potrà essere saldata a caldo oppure accoppiata alla tubazione con un anello di rinforzo in polipropilene fibrorinforzato.

Le giunzioni saranno di tipo elastico a bicchiere e tali da garantire la tenuta idraulica; il collegamento ai pozzetti dovrà avvenire a perfetta tenuta con giunto elastico a manicotto ben sigillato alle pareti.

Classe di rigidità	
SN 4 (CR 4) KN/m ²	SN 8 (CR 8) KN/m ²
Temperatura massima permanente dei liquidi trasportati 40°C;	Temperatura massima permanente dei liquidi trasportati 40°C
minimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo 0,80 m;	minimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo 0,80 m
massimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo 6,00 m;	massimo ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo 6,00 m
traffico stradale 12 t/asse ;	traffico stradale 18 t/asse
trincea stretta	trincea stretta

Tabella 1 raffronto per classi di rigidità

POZZETTI

I pozzetti d'ispezione per acque miste saranno costituiti da elementi prefabbricati in CLS armato per combinazioni di carico definite al punto 5 delle NTC 2018, di forma quadrata, con savenella di fondo e rivestimento delle pareti in materiale plastico o similare, o in alternativa, realizzato monoliticamente in un solo getto con cls autocompattante ad elevata fluidità e coesione, a ritiri compensati mediante l'aggiunta di fibre e minerali, per evitare la creazione di micro e macro fessurazione, durante la fase di inizio presa e indurimento, conformi alle norme UNI EN 1917, EN 1610, UNI EN 197-1, UNI EN 206-1 e al D.M.12-12-85 ed alla Circ. LLPP. 27291.

I pozzetti d'ispezione per acque bianche saranno costituiti da elementi prefabbricati in CLS armato per combinazioni di carico definite al punto 5 delle NTC 2018, di forma quadrata con dimensioni come da progetto.

I pozzetti a servizio di allacci fognari e caditoie saranno costituiti da pozzetti prefabbricati in CLS armato per carichi di prima categoria, di forma quadrata 500 mm x 500 mm e 400 mm x 400 mm, che dovranno essere conformi alle norme UNI EN 1917, EN 1610, al D.M.12-12-85 ed alla Circ. LLPP. 27291.

Tutte le tipologie di pozzetto in calcestruzzo armato saranno costituite da un elemento di "base", da anelle di sopralzo e da una "soletta di copertura" opportunamente forata per l'alloggiamento della botola in ghisa sferoidale. Dovranno inoltre essere forniti con le necessarie foronomie per la connessione di reti, allacci e fognoli di caditoie.

Le anelle di sopralzo e gli elementi raggiungi quota dovranno essere forniti completi del rivestimento interno in resina epossidica (fondo, pareti e soletta di copertura).

BOTOLE E CADITOIE

Le botole da posare sulla pubblica fognatura saranno in materiale composito con telaio quadrato o in ghisa sferoidale con passo d'uomo Ø 600 mm, classe D400, rispondenti agli standard AIMAG S.p.A. e conformi alla norma UNI EN 124.

La posa su strada renderà necessario l'impiego di botole e classe D400 carrabili.

Per la fognatura nera e mista si utilizzano botole in composito, mentre per la fognatura delle acque meteoriche vengono adottate le botole in ghisa sferoidale.

La posa dovrà avvenire su un letto di sabbia di Po lavata e vagliata o ghiaietto spezzato 15-20 mm dello spessore non inferiore a 15 cm compattato a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo

DIN 18127. Il rinfiacco dovrà avvenire assicurandosi che tutto attorno al pozzetto vi siano almeno 30 cm dello stesso materiale utilizzato per il letto di posa ed accertandosi che siano riempiti tutti gli spazi vuoti. Nessun mezzo dovrà circolare nel raggio di 3 metri fintanto che il terreno non verrà compattato a 95% di SPD (standard proctor density) determinato secondo DIN 18127 in strati di 30 cm.

Su indicazioni della D.L., l'impresa provvederà alla fornitura e posa in opera di calcestruzzo armato confezionato con cemento di classe C30/35 secondo verifica statica dosato a q.li 2,5 per m³ di impasto per la formazione dell'appoggio e dell'eventuale rinfiacco, anche totale, del pozzetto.

MODALITÀ ESECUTIVE DEI LAVORI

ORGANIZZAZIONE DEI LAVORI

L'organizzazione per l'esecuzione delle opere è finalizzata ad arrecare meno disagi possibili ai residenti e alle attività produttive della zona, nonché a limitare il più possibile i costi.

Prima dell'inizio dei lavori si dovrà provvedere alla formazione del cantiere, dotandosi di tutti i permessi necessari (con esclusione di quelli già richiesti dalla Committente) presso le Amministrazioni coinvolte e installando quanto necessario per garantire l'incolumità delle persone e per non creare eccessivi problemi al traffico veicolare.

La posa delle condotte dovrà essere preceduta da saggi di verifica per individuare la presenza di tutti i sottoservizi.

Le varie fasi di esecuzione dei lavori sono pertanto di seguito riassunte:

- Formazione del cantiere, deposito materiali ed attrezzature, predisposizione di mezzi antinfortunistici;
- Tracciamento, posa segnaletica, verifica delle pendenze di progetto;
- Esecuzione delle opere accessorie adeguamento dei sottoservizi esistenti;
- Esecuzione di scavi a sezione obbligata;
- Fornitura e posa di tubazioni in PVC SN4 posati su letto di posa in misto stabilizzato.
- Fornitura e posa di manufatti in cemento armato per l'ispezionabilità lineare dei tratti di tubazione e nei cambi di direzione (curve, innesti laterali ecc.);
- Ricoprimento, rinterri;
- Smantellamento del cantiere e pulizia.

MODALITÀ DI ACCATASTAMENTO IN CANTIERE (UNI 1401-3)

I tubi lisci devono essere immagazzinati su superfici piane prive di parti taglienti e di sostanze che potrebbero intaccare i tubi.

I tubi bicchierati, oltre alle avvertenze di cui sopra, devono essere accatastati su traversine in legno, in modo che i bicchieri della fila non subiscano deformazioni; inoltre i bicchieri stessi devono essere sistemati alternativamente dall'una e dall'altra parte della catasta in modo da essere sporgenti. In questo modo i

bicchieri non subiscono sollecitazioni ed i tubi si presentano appoggiati lungo un'intera generatrice. I tubi non devono essere accatastati ad una altezza superiore ad 1,50 m (qualunque sia il loro diametro), per evitare possibili deformazioni nel tempo.

Se i tubi non vengono adoperati per un lungo periodo, devono essere protetti dai raggi solari diretti con schermi opachi che però non impediscano una regolare aerazione.

Lo stoccaggio al sole per lunghi periodi e/o alte temperature potrebbe causare deformazioni che interessano le giunzioni.

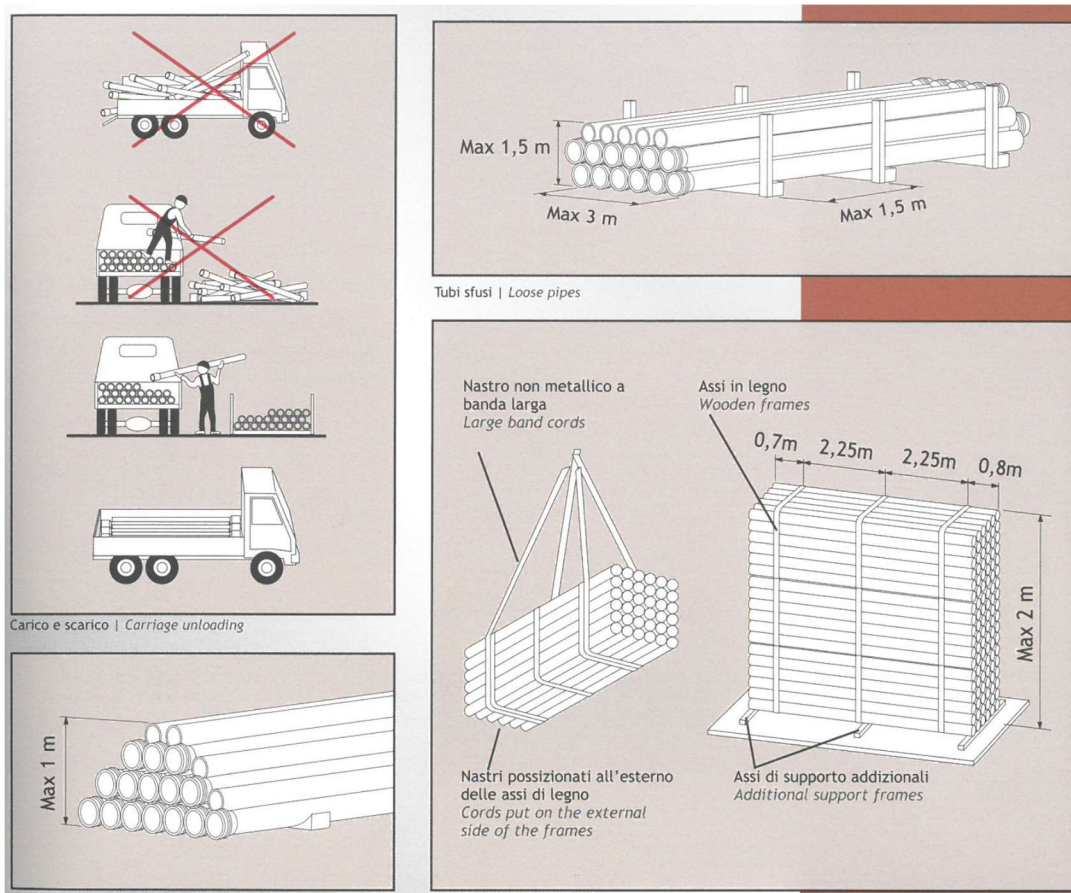
Per evitare questo rischio sono raccomandate le precauzioni seguenti:

- a) limitare l'altezza delle pile dei tubi;
- b) schermare le pile di tubi dall'azione diretta e continua del sole e disporli in maniera tale da permettere il passaggio dell'aria attraverso i tubi;
- c) stoccare i raccordi in casse o sacchi che lasciano passare liberamente l'aria.

Qualora i tubi venissero spediti in fasci legati con gabbie, le traversine devono passare una sull'altra e non sui tubi ed inoltre è opportuno seguire per il loro accatastamento, le istruzioni del produttore. Nei cantieri dove la temperatura ambientale può superare agevolmente e per lunghi periodi la temperatura di 25°C, è da evitare l'accatastamento di tubi infilati l'uno nell'altro. Ciò provocherebbe certamente l'ovalizzazione, per eccessivo peso, dei tubi sistemati negli strati inferiori.

Infine è da tenere presente che alle basse temperature aumentano le possibilità di rottura per i tubi di PVC. In queste condizioni climatiche le operazioni di movimentazione (trasporto, accatastamento, posa in opera, ecc.) devono essere effettuate con maggior cautela.

I raccordi e gli accessori vengono generalmente forniti in appositi imballaggi. Se invece sono sfusi, si dovrà evitare, in fase di immagazzinamento e di trasporto, di ammucciarli disordinatamente così come si dovrà evitare che possano deformarsi o danneggiarsi per urti tra loro o con altri materiali pesanti.



CONDIZIONI DI POSA

TRINCEE

Le trincee devono essere progettate e scavate in maniera tale da garantire un'installazione corretta e sicura delle tubazioni.

Se, per la costruzione, è necessario accedere alle pareti esterne di strutture sotterranee, per esempio pozzetti, si deve prevedere uno spazio di lavoro minimo protetto largo 0,50 m.

Laddove due o più tubi vengano posati nella stessa trincea o sotto un terrapieno, si deve rispettare una distanza orizzontale minima fra le tubazioni.

Se non viene specificato altrimenti, essa dovrà essere di:

0,35 m per tubi fino a DN 700 compreso

0,50 m per tubi maggiori di DN 700.

La larghezza della sezione di scavo varia in funzione della profondità di posa.

La larghezza minima delle trincee deve essere il valore più grande fra quelli tratti dalle Tabella 2 e Tabella 3.

Larghezza minima della trincea in relazione alle dimensioni nominali DN

DN	Larghezza minima della trincea ($OD + x$) m		
	Trincea supportata	Trincea non supportata	
		$\beta > 60^\circ$	$\beta \leq 60^\circ$
≤ 225	$OD + 0,40$	$OD + 0,40$	
da > 225 a ≤ 350	$OD + 0,50$	$OD + 0,50$	$OD + 0,40$
da > 350 a ≤ 700	$OD + 0,70$	$OD + 0,70$	$OD + 0,40$
da > 700 a $\leq 1\,200$	$OD + 0,85$	$OD + 0,85$	$OD + 0,40$
da $> 1\,200$	$OD + 1,00$	$OD + 1,00$	$OD + 0,40$
Nei valori $OD + x$, $x/2$ equivale allo spazio di lavoro minimo fra il tubo e la parete o il supporto della trincea. Dove: OD è il diametro esterno, in metri, β è l'angolo della parete della trincea senza casserratura misurato rispetto all'orizzontale (vedere figura 2).			

Tabella 2 Larghezza minima della trincea (rif. UNI 1610:2015)

Larghezza minima della trincea in relazione alla profondità della trincea

Profondità della trincea m	Larghezza minima della trincea m
$< 1,00$	non è richiesta una larghezza minima
da $\geq 1,00$ a $\leq 1,75$	0,80
da $> 1,75$ a $\leq 4,00$	0,90
da $> 4,00$	1,00

Tabella 3 Larghezza minima (rif. UNI 1610:2015)

Ogni variazione delle condizioni di posa rispetto agli standard specificati negli elaborati grafici e nella presente relazione devono essere preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori.

La Direzione Lavori effettuerà controlli a campione delle livellette effettive di posa, e potrà ordinare il rifacimento delle stesse qualora non fossero coerenti con quelle di progetto.

LETTO DI POSA

Il letto di posa non deve essere costituito prima della completa stabilizzazione del fondo della trincea. Il materiale adatto per il letto di posa è quello indicato dal diagramma seguente e delimitato dall'area tratteggiata.

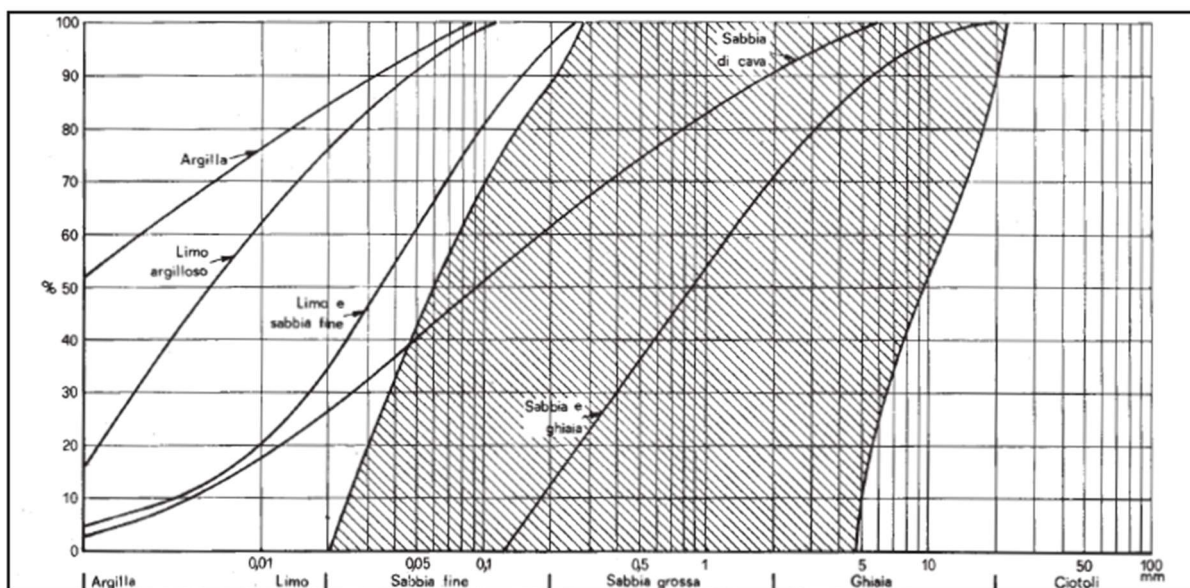


Diagramma 1

In pratica il materiale più adatto è costituito da ghiaia o da pietrisco con diametro 10-15 mm oppure da sabbia mista a ghiaia con diametro massimo di 20 mm. Il materiale impiegato deve essere accuratamente compattato in modo da ottenere l'indice Proctor prescritto. L'altezza minima del letto di posa è 0,10 m oppure $D/10$ dove D è il diametro nominale del tubo.

Il riempimento della trincea ed in generale dello scavo è l'operazione fondamentale della posa in opera. Infatti, trattandosi di tubazioni di PVC e quindi flessibili, l'uniformità del terreno circostante è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno, deformato dalla tubazione, reagisce in modo da contribuire a sopportare il carico imposto.

Il rinfianco del tubo dovrà avvenire con sabbia di Po costipata con piastra vibrante per formare strati successivi di 20-30 cm fino, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfianco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. L'altezza dello strato di sabbia sarà variabile in funzione della profondità dello scavo, in modo da garantire sempre per lo strato superiore realizzato con misto stabilizzato uno spessore minimo di 50 cm.

Durante tale operazione verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo.

Anche per lo strato superiore realizzato in misto stabilizzato la compattazione dovrà sempre essere eseguita con la massima attenzione.

Gli elementi di inerte con diametro superiore a 2 cm, presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili: torbose, argillose, ghiacciate, sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista.

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'alloggio devono, se necessario, essere accuratamente riempite, in modo da eliminare eventualmente spazi vuoti sotto i bicchieri stessi.

SCARTO MASSIMO DALLA LINEARITÀ (RIF. UNI ENV 1401-3:2002)

I tubi dovrebbero essere normalmente installati dritti.

Comunque, poiché le tubazioni di PVC sono flessibili, i seguenti scarti dalla linearità non causano problemi:

$d_n \leq 200 \text{ mm}$: $R \geq 300 d_n$;

$d_n > 200 \text{ mm}$: $R \geq 500 d_n$.

Può essere necessario prestare attenzione per evitare ogni sovraccarico sugli stessi bicchieri.

La deflessione massima angolare permessa nel bicchiere dovrebbe essere la seguente:

2° per $d_n \leq 315 \text{ mm}$;

1,5° per $d_n 315 \text{ mm} < d_n \leq 630 \text{ mm}$;

1° per $d_n > 630 \text{ mm}$.

Deflessioni angolari maggiori sono permesse nel caso di giunti specificatamente progettati per deflessioni angolari maggiori. In questo caso il fabbricante deve dichiarare la deflessione angolare di progetto.

POSA BOTOLE

Prima di iniziare la posa occorre valutare bene il tipo d'intervento, e in particolare considerare quanto segue:

- Verificare che il chiusino/caditoia sia conforme alla norma UNI EN124 ed in particolare riporti sia sul telaio sia sul coperchio/griglia le marcature:
 - EN124
 - la classe appropriata all'uso a cui è destinato (es. D400)
 - il nome o l'identificazione del produttore e il luogo di fabbricazione anche in codice
 - il marchio dell'ente di certificazione.

- Il chiusino o la caditoia devono sempre essere della classe appropriata in funzione del luogo d'impiego e, di conseguenza, delle sollecitazioni a cui sarà soggetto (secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN124); in caso di dubbio si dovrà sempre utilizzare un dispositivo della classe superiore a quella strettamente prevista.
- Il telaio del dispositivo dovrà avere forma simile a quella del pozzetto su cui andrà posato e la dimensione di passaggio potrà essere più o meno uguale a quella del pozzetto purché sia garantito il completo appoggio della sua base sulla testa del pozzetto e/o che sia rispettato il valore massimo della pressione d'appoggio pari a $7,5 \text{ N/mm}^2$ (vedi Figura 3).

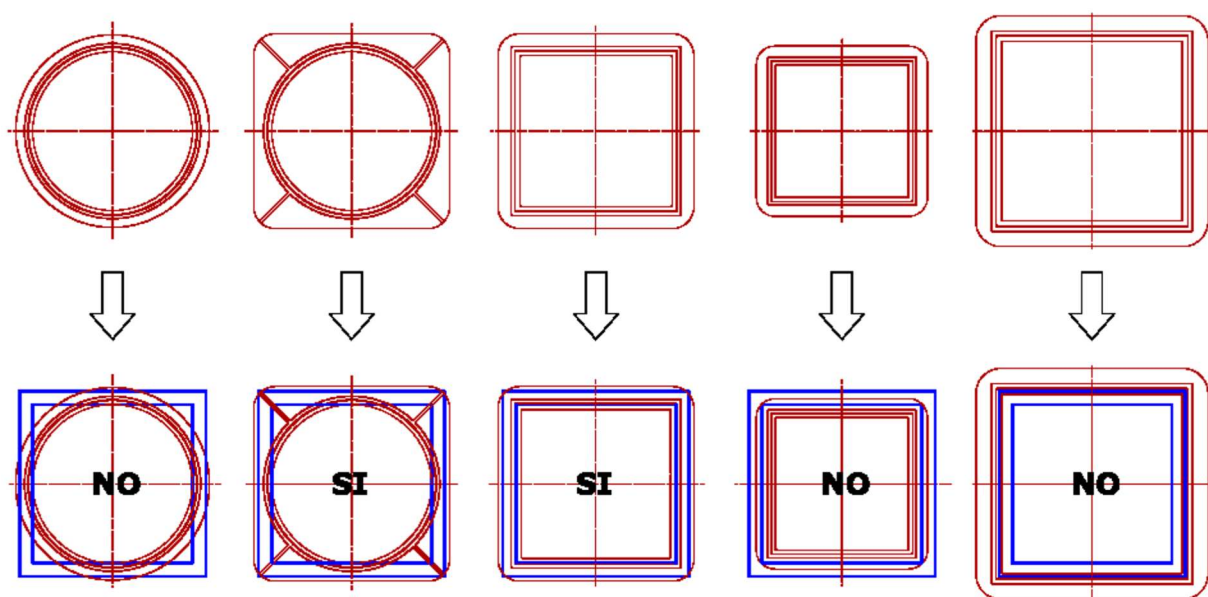


Figura 5 casistica di posa telaio-pozzetto

- L'altezza del telaio, compatibilmente ai requisiti della norma, dovrà essere uguale o minore della profondità dell'alloggiamento (quota superiore del pozzetto, rispetto alla superficie stradale), in modo da ottenere, a lavoro ultimato, pari livello fra telaio, coperchio/griglia e pavimentazione; in caso contrario ricorrere allo spessoramento. Sarebbe preferibile che la profondità del vano d'alloggiamento sia sempre maggiore di 2-4 cm dell'altezza del telaio per consentire di realizzare un letto di posa in calcestruzzo a garanzia di una corretta distribuzione dei carichi sul piano di appoggio.
- La scelta del materiale di fissaggio deve assicurare la compatibilità tra botola/caditoia e pozzetto ed il rispetto dei tempi di maturazione indicati dal fabbricante in compatibilità con il tempo a disposizione per l'intervento. E' indispensabile che gli addetti ai lavori siano istruiti sulle tecniche necessarie per raggiungere lo standard d'installazione richiesto.

Qualora si possa predisporre la chiusura della strada è ammesso l'utilizzo di malta cementizia con resistenza caratteristica a compressione (R_{ck}) maggiore o uguale a 50 N/mm² rispettando i tempi di maturazione prescritti dal produttore.

Nel caso sia necessario operare velocemente, i botole/caditoie devono essere collocati su materiali di posa ad indurimento rapido aventi le seguenti caratteristiche minime:

- Granulometria massima 4 mm
- Massa volumica della malta fresca > 2100 Kg/m³
- Aumento volumetrico in 1gg +0,5 %
- Tempo di lavorabilità ~15 min
- Resistenza alla compressione:

dopo 30 min > 1,5 N/mm²

dopo 1h > 8,0 N/mm²

dopo 24h > 35,0 N/mm²

dopo 28gg > 50,0 N/mm²

- Resistenza caratteristica a compressione del materiale a fine indurimento 50 N/mm²
- Durata e costanza nel tempo delle prestazioni

I materiali di posa adatti all'uso in condizioni particolari di temperatura, devono essere selezionati come appropriati alle condizioni d'utilizzo, di miscelatura ed applicazione.

I materiali di posa devono sempre essere applicati in stretto accordo con le raccomandazioni del produttore. Eventuali spessori raggiunti quota possono essere inglobati all'interno del letto di posa previa verifica della stabilità definitiva del sistema.

MATERIALI DI SPESSORAMENTO — RAGGIUNGI QUOTA

Questo materiale viene utilizzato quando è necessario innalzare il livello dell'alloggiamento sulla testa dei pozzetti, portando e sostenendo il telaio alla quota voluta, per esempio nel caso di rifacimento di manti stradali o per lavori di rinforzo.

Devono essere realizzati e prodotti con materiali idonei all'utilizzo a cui sono destinati, con resistenza alla compressione minima di 20 N/mm², duraturi nel tempo e compatibili con i materiali per la posa che s'intendono utilizzare.

Generalmente sono realizzati in ghisa, acciaio oppure calcestruzzo; non è ammesso l'uso di mattoni forati, mattonelle e/o piastrelle frantumate, pezzi di legno o di materiale plastico e, comunque, di qualsiasi materiale che non dia le necessarie garanzie di resistenza e durata.

Devono essere inseriti fra la testa del pozzetto e la zona d'appoggio del telaio, opportunamente conglobati nel materiale del letto di posa formandone un tutt'uno.

E' consentito l'utilizzo di una soletta in calcestruzzo armato con inglobato il dispositivo di coronamento (caditoia), da posizionare direttamente sulla testa del pozzetto con funzione di supporto al dispositivo di coronamento; se ne riporta il dimensionamento in Allegato.

GESTIONI MATERIALI DI SCAVO

Tutto il materiale escavato, dopo caratterizzazione del codice CER effettuata da laboratorio certificato, dovrà essere trasportato in appositi siti atti ad accoglierlo.

Nel caso venga identificato come rifiuto, dovrà essere gestito come tale e quindi sottoposto alle disposizioni di cui alla parte IV del D. Lgs. 152/2006 e s.m.

COLLAUDO

Su indicazioni della D.L., si provvederà a collaudare i tratti di tubazione ed i pozzetti posati.

La norma tecnica UNI EN 1610-2015 indica i requisiti il collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura.

La tubazione alle due estremità verrà chiusa con tappi a espansione o cuscinetti di tenuta e da una colonna piezometrica che consente di verificare il grado di riempimento e la pressione idraulica.

Si deve collaudare la tenuta all'acqua della tubazione, compresi raccordi, pozzetti e camere di ispezione.

Il collaudo della tenuta delle tubazioni, dei pozzetti e delle camere di ispezione deve essere effettuato con aria (metodo "L") oppure con acqua (metodo "W").

Si può eseguire il collaudo separato dei tubi e dei raccordi, dei pozzetti e delle camere di ispezione, per esempio i tubi con aria e i pozzetti con acqua. Nel caso del metodo L, non vi sono limiti al numero di ripetizioni e di prove successive al mancato superamento di una prova. Nel caso che la prova con aria non venga superata la prima volta e anche le successive, è consentito il ricorso alla prova con acqua e sarà decisivo soltanto il risultato della prova con acqua.

Se, durante il collaudo, il livello della falda freatica e al di sopra della generatrice superiore della tubazione, si può effettuare una prova di infiltrazione con una prescrizione specifica.

Si può effettuare una prova preliminare prima di eseguire il riempimento laterale. Per l'accettazione finale, la tubazione deve essere collaudata dopo il riempimento e la rimozione della casserratura di contenimento; la scelta del collaudo mediante aria o acqua può essere indicata dall'estensore del progetto.

COLLAUDO CON ARIA (METODO "L")

I tempi di prova per le tubazioni, esclusi i pozzetti e le camere di ispezione, vengono forniti nella Tabella 4 in relazione alle dimensioni del tubo e ai metodi di prova (LA; LB; LC; LD).

Le condizioni di prova saranno indicate dalla D.L. Si devono usare chiusure adatte a tenuta d'aria al fine di evitare errori derivanti dalle apparecchiature di prova. In fase di collaudo, per motivi di sicurezza e necessario prestare particolare attenzione ai tubi di grande diametro.

Per il collaudo di pozzetti e camere di ispezione con aria, si può usare un tempo di prova pari alla metà di quello per una tubazione di diametro equivalente.

In primo luogo, si deve mantenere per circa 5 min una pressione iniziale maggiore di circa il 10% della pressione di prova richiesta, p_0 . Si deve poi adeguare la pressione alla pressione di prova indicata nella Tabella 4e relativa al metodo di collaudo LA, LB, LC o LD. Se la perdita di pressione misurata dopo il tempo di prova è minore del Δp indicato nella Tabella 4, la tubazione è conforme.

L'apparecchiatura usata per misurare la caduta di pressione deve consentire una misurazione del Δp con una precisione del 10%. La precisione di misura del tempo deve essere di 5 s.

Pressione di prova, caduta di pressione e tempi di collaudo per il collaudo con aria

Materiale	Metodo di collaudo	$p_o^{*)}$ Δ_p		Tempo di prova min						
		mbar (kPa)		DN 100	DN 200	DN 300	DN 400	DN 600	DN 800	DN 1 000
Tubi di calcestruzzo non impregnato	LA	10 (1)	2,5 (0,25)	5	5	5	7	11	14	18
	LB	50 (5)	10 (1)	4	4	4	6	8	11	14
	LC	100 (10)	15 (1,5)	3	3	3	4	6	8	10
	LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	1,5	2	3	4	5
Valori di $K_p^{**})$				0,058	0,058	0,053	0,040	0,0267	0,020	0,016
Tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali	LA	10 (1)	2,5 (0,25)	5	5	7	10	14	19	24
	LB	50 (5)	10 (1)	4	4	6	7	11	15	19
	LC	100 (10)	15 (1,5)	3	3	4	5	8	11	14
	LD	200 (20)	15 (1,5)	1,5	1,5	2	2,5	4	5	7
Valori di $K_p^{**})$				0,058	0,058	0,040	0,030	0,020	0,015	0,012

*) Pressione superiore alla pressione atmosferica

**) $t = \frac{1}{K_p} \cdot \ln \frac{p_o}{p_o - \Delta_p}$

Per tubi di calcestruzzo non impregnato $K_p = \frac{16}{DN}$ con massimo 0,058.

Per tubi di calcestruzzo impregnato e tutti gli altri materiali $K_p = \frac{12}{DN}$ con massimo 0,058.

Con t arrotondato al mezzo minuto più vicino quando $t \leq 5$ min, al minuto più vicino quando $t > 5$ min.
 $\ln = \log_e$

Tabella 4 Prospetto per collaudo con metodo L

Poiché le tubazioni di PVC non sono porose, in accordo a quanto riportato dalla UNI 1401-3, è possibile utilizzare parametri e requisiti più severi. Vengono proposti i seguenti parametri per la prova con aria:

- metodo di prova: LC;

l/m^2 si riferiscono alla superficie interna bagnata.

I parametri imposti dalla UNI 1401-3 per tubazioni in PVC-U per la prova con acqua sono i seguenti:

b) prove con l'acqua:

- $0,04 \text{ l/m}^2$ per una durata di 30 min. per le tubazioni;
- $0,05 \text{ l/m}^2$ per una durata di 30 min. per i pozzetti e le camere d'ispezione.

I passi da effettuare per condurre la prova sono i seguenti:

1. pulire l'imbocco del tubo a valle, quindi inserire la testata di prova gonfiandola fino alla pressione di 1,5 bar;
2. pulire l'imbocco del tubo a monte quindi inserire la testata cieca gonfiandola sino alla pressione di 1,5 bar;
3. predisporre, sui due cuscinetti, l'opportuno sistema di contrasto della spinta idraulica e collegare il tubo piezometrico alla testata di prova;
4. procedere al riempimento della tratta dal basso sino a superare di qualche centimetro il colmo della condotta per evitare la presenza di bolle d'aria nella condotta;
5. riempire la colonna piezometrica fino ad una altezza di 5 m (0,5 bar). L'altezza di riempimento da raggiungere nella colonna piezometrica deve tenere conto della lunghezza e la pendenza del tratto in esame.

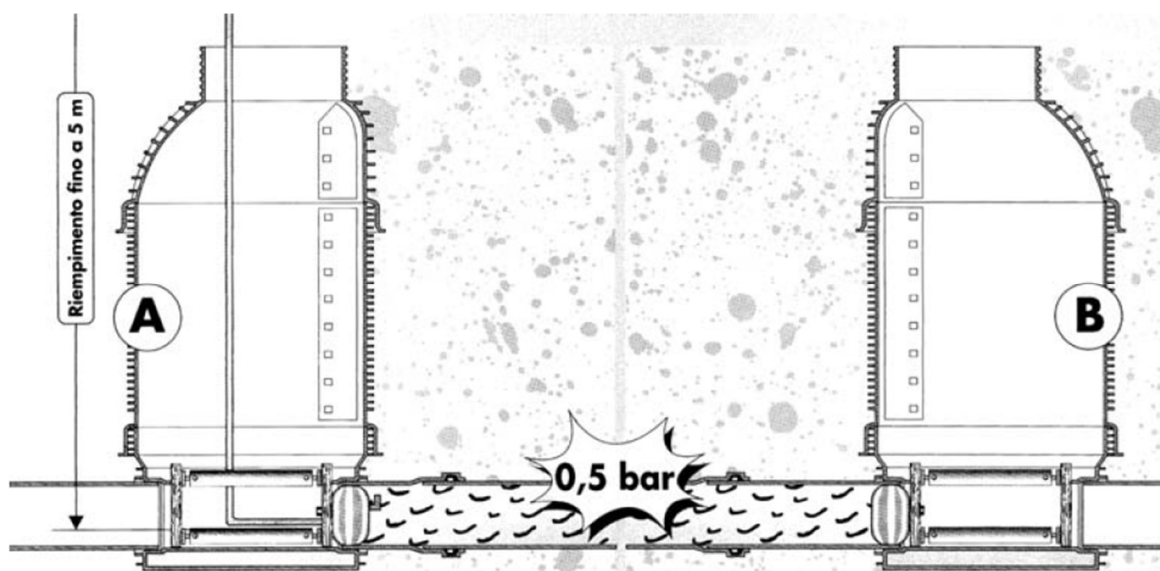


Figura 6 Schema collaudo ad acqua

La pressione deve essere mantenuta rabboccando con acqua, entro una variazione massima rispetto alla pressione di prova di 1 kPa pari a 0,01 bar. La quantità di acqua (V) utilizzata per il rabbocco deve essere misurata e soddisfare:

- $V \leq 0,15 \text{ l/m}^2$ per le tubazioni in 30 minuti;

- $V \leq 0,20 \text{ l/m}^2$ per tubazioni + pozzetti in 30 minuti;
- $V \leq 0,40 \text{ l/m}^2$ per i pozzetti e le camere di ispezione in 30 minuti.

dove m^2 si riferiscono alla superficie interna bagnata.

Nel caso si utilizzi aria:

- la caduta di pressione ammessa è di 5 mbar (0,5 kPa) con una pressione di prova di 100 mbar.

La durata della prova con aria sarà:

- 3 minuti per tubi con $DN \leq 400\text{mm}$;
- 0,01 minuti per tubi con $DN \geq 400\text{mm}$.

La verifica dell'esito del collaudo può essere effettuata per confronto tra i volumi di acqua di rabbocco misurata e i valori unitari (riferiti ad 1 metro di condotta collaudata) massimi ammissibili calcolati e riportati nella Tabella 5. Nel calcolo è stata trascurata, perché non significativa nei tratti lunghi, la superficie bagnata alle estremità.

<i>de (mm)</i>	<i>Tubazioni PVC-U UNI EN 1401</i>		
	<i>SN2</i>	<i>SN4</i>	<i>SN8</i>
■ 110		0.049	0.049
■ 125		0.056	0.055
■ 160	0.072	0.072	0.071
■ 200	0.091	0.090	0.089
■ 250	0.113	0.112	0.111
■ 315	0.143	0.141	0.140
■ 355	0.161	0.159	0.157
■ 400	0.181	0.179	0.177
■ 450	0.204	0.202	0.200
■ 500	0.226	0.224	0.222
■ 630	0.285	0.282	0.280
■ 710	0.321	0.318	
■ 800	0.362	0.359	
■ 900	0.408	0.403	
■ 1000	0.453	0.448	
■ 1200			

Tabella 5 Volumi di rabbocco massimi ammissibili per metro di condotta PVC-U UNI EN 1401

In Tabella 6 si riportano, per ogni diametro, il contenuto di acqua espresso in (l/m) e la spinta idraulica agente sui cuscinetti di tenuta.

Diametro esterno (mm)	Contenuto d'acqua (l/m)			Spinta idraulica (kg)		
	SN2	SN4	SN8	SN2	SN4	SN8
■ 110		8.4	8.4		42.1	42.1
■ 125		11.0	10.9		55.2	54.3
■ 160	18.5	18.1	17.8	92.6	90.7	89.1
■ 200	29.0	28.4	27.8	145.1	142.1	139.1
■ 250	45.3	44.3	43.5	226.6	221.7	217.6
■ 315	71.9	70.5	69.1	359.6	352.5	345.5
■ 355	91.3	89.5	87.7	456.6	447.6	438.6
■ 400	115.9	113.7	114.4	579.7	568.3	557
■ 450	146.8	143.9	140.9	734.2	719.4	704.6
■ 500	181.3	177.5	174.1	906.3	887.5	870.4
■ 630	287.9	282.0	276.4	1439.3	1409.9	1381.9
■ 710	365.5	358.1		1827.6	1790.3	
■ 800	464	454.6		2319.9	2273.0	
■ 900	587.4	575.5		2936.9	2877.4	
■ 1000	725.0	710.3		3625.1	3551.6	

Tabella 6 Volume d'acqua e spinta idraulica per collettori fognari

AREA VERDE - VASCA DI LAMINAZIONE

La vasca di laminazione oggetto dell'intervento è un vaso ricavato da uno sbancamento medio del terreno di circa 1 m. Il fondo sarà sagomato con pendenza verso il canale di scolo rivestito in pietrame. Sul fondo potrà crescere un manto erboso che dovrà essere accuratamente curato e tagliato in modo da evitare che la vegetazione possa essere di intralcio al deflusso o diminuire il volume utile di vaso.

Sulla sponda dell'invaso, ad esclusione del lato confinante con il cimitero, si prevede la messa a dimora di un filare di arbusti di piccola taglia con distribuzione a quinconce.

Le essenze individuate possono essere:

- Exocorda



- *Ceanothus Thyrsipholia Repens*



- *Genista Hyspanica* in varietà



- *Laurus Nobilis* in varietà



- Osmanthus spp



- Photinia Fraseri



DIMENSIONAMENTI IDRAULICI

Per i dimensionamenti idraulici occorre far riferimento alle curve di possibilità pluviometriche al fine di determinare le massime portate. Tale curva si è ricavata utilizzando la procedura e i fogli di calcolo messi a disposizione online da ARPA Lombardia. Nell'immagine di figura 7 sono mostrati i coefficienti restituiti dal Portale Liris di ARPA Lombardia.

Per la rete fognaria si è utilizzata la curva pluviometrica ricavata dal portale Arpa della regione Lombardia per durate inferiori all'ora e $T_r=10$ anni.

Per la vasca di laminazione si è invece considerato la curva pluviometrica ricavata dal portale Arpa della regione Lombardia per durate superiori all'ora e $T_r=50$ anni.

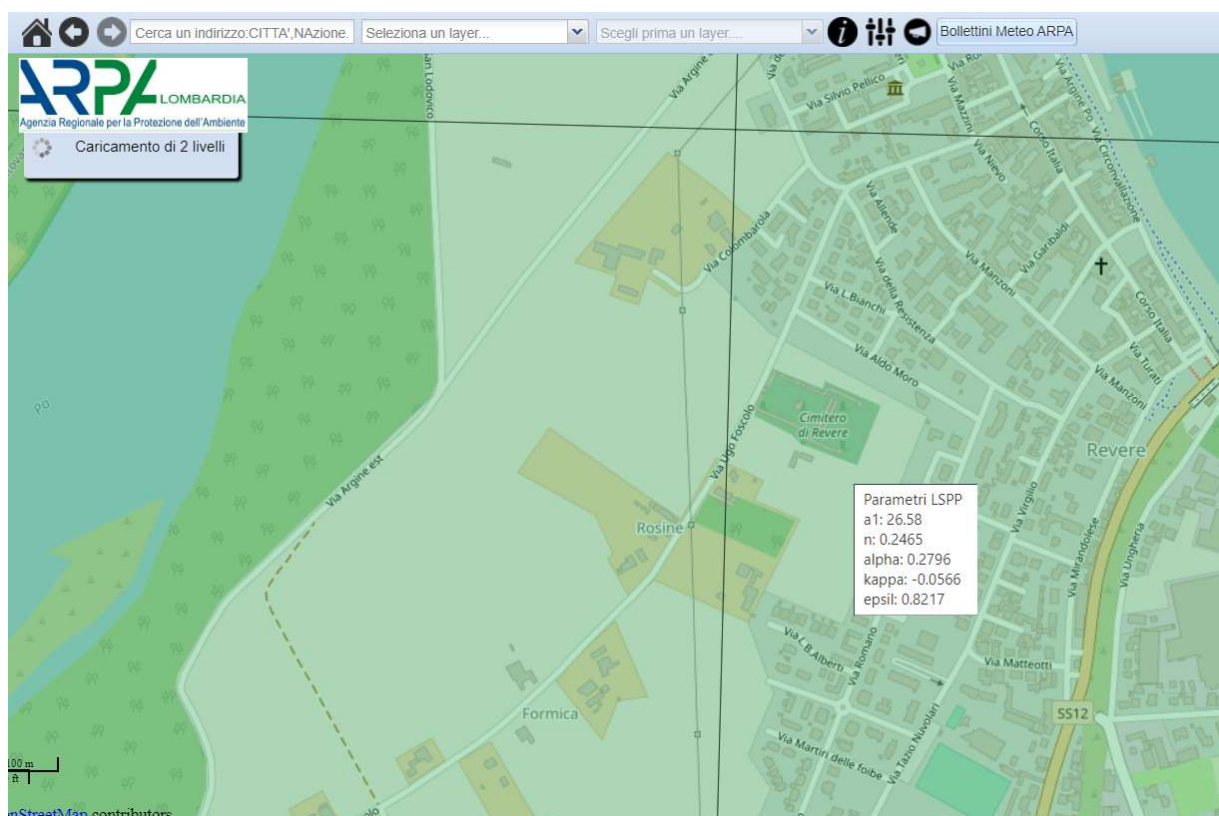


Figura 7 Portale Liris Arpa Lombardia – determinazione coefficienti per calcolo curva pluviometrica

Si è quindi ottenuto:

- TR 10: $h = at^n = 39,68 t^{0.2465}$

- TR 50: $h = at^n = 54,29 t^{0.2465}$

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località:

Coordinate:

Linea segnatrice

Tempo di ritorno (anni) **10**Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 26,58

N - Coefficiente di scala 0,2465

GEV - parametro alpha 0,2796

GEV - parametro kappa -0,0566

GEV - parametro epsilon 0,8217

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf
Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	10
wT	0,92525	1,25940	1,49273	1,72605	2,04253	2,29087	2,54826	1,4927306
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 10 anni
1	24,6	33,5	39,7	45,9	54,3	60,9	67,7	39,6767795
2	29,2	39,7	47,1	54,4	64,4	72,2	80,4	47,0695783
3	32,2	43,9	52,0	60,1	71,2	79,8	88,8	52,0171798
4	34,6	47,1	55,8	64,6	76,4	85,7	95,3	55,8398446
5	36,6	49,8	59,0	68,2	80,7	90,5	100,7	58,997352
6	38,2	52,1	61,7	71,4	84,4	94,7	105,3	61,7093109
7	39,7	54,1	64,1	74,1	87,7	98,4	109,4	64,0992695
8	41,1	55,9	66,2	76,6	90,6	101,7	113,1	66,2442359
9	42,3	57,5	68,2	78,9	93,3	104,7	116,4	68,1957315
10	43,4	59,0	70,0	80,9	95,8	107,4	119,5	69,9900677
11	44,4	60,5	71,7	82,9	98,0	110,0	122,3	71,6538797
12	45,4	61,8	73,2	84,7	100,2	112,4	125,0	73,2073339
13	46,3	63,0	74,7	86,3	102,2	114,6	127,5	74,6660969
14	47,1	64,2	76,0	87,9	104,1	116,7	129,8	76,0426029
15	47,9	65,3	77,3	89,4	105,8	118,7	132,0	77,3468994
16	48,7	66,3	78,6	90,9	107,5	120,6	134,2	78,5872314
17	49,4	67,3	79,8	92,2	109,2	122,4	136,2	79,7704556
18	50,1	68,3	80,9	93,5	110,7	124,2	138,1	80,9023405
19	50,8	69,2	82,0	94,8	112,2	125,8	140,0	81,9877892
20	51,5	70,1	83,0	96,0	113,6	127,4	141,7	83,0310074
21	52,1	70,9	84,0	97,2	115,0	129,0	143,5	84,0356318
22	52,7	71,7	85,0	98,3	116,3	130,5	145,1	85,0048302
23	53,3	72,5	85,9	99,4	117,6	131,9	146,7	85,9413804
24	53,8	73,3	86,8	100,4	118,8	133,3	148,3	86,8477326

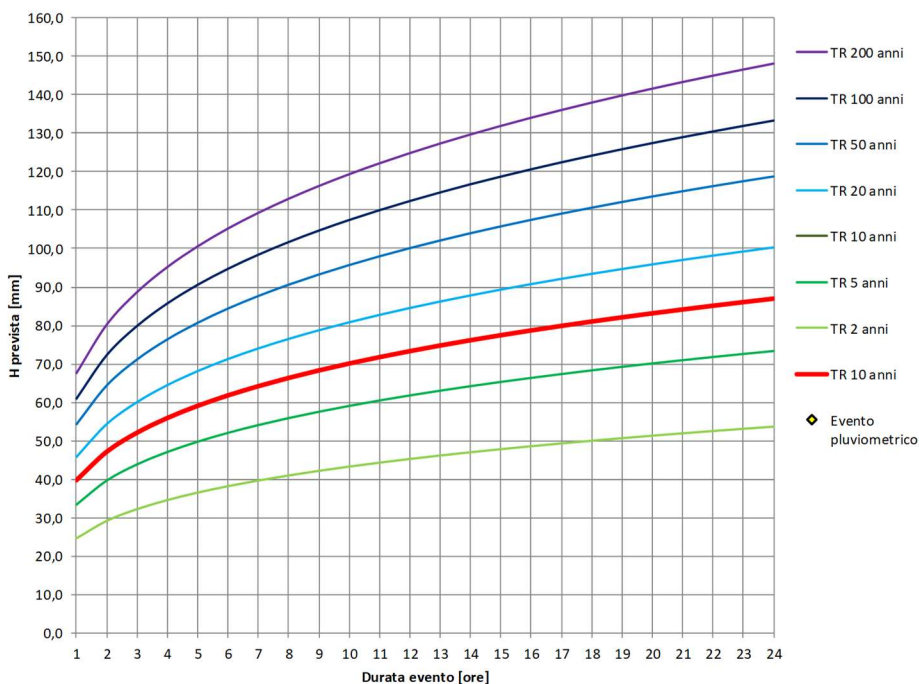
Linee segnatrici di probabilità pluviometrica


Figura 8 - Curva pluviometrica Tr=10 durata 1 -24 ore

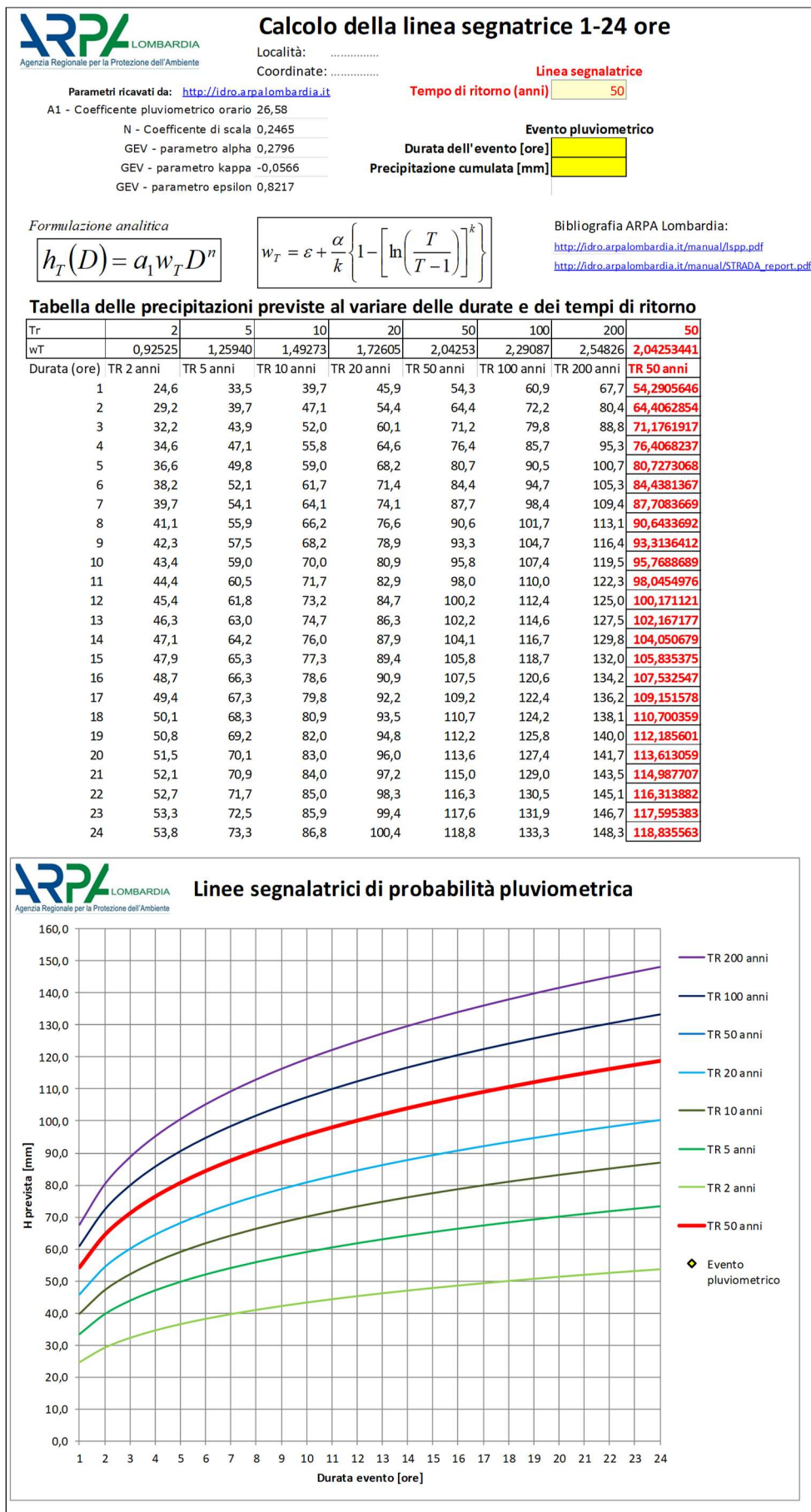


Figura 9 - Curva pluviometrica Tr=50 durata 1-24 ore

In via cautelativa le verifiche sono state condotte con delle curve più gravose determinate dagli studi pluviometrici condotti dall'ente gestore delle fognature (Aimag SpA) sulla base dei dati raccolti dai vari pluviometri sparsi nel territorio di competenza.

	TR = 2 anni		TR = 5 anni		TR = 10 anni	
	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>
Durate < 1 ora	26.278	0.3707	38.893	0.3535	47.246	0.3464
Durate > 1 ora	26.278	0.2767	38.893	0.2759	47.246	0.2755

TR50	
<i>a</i>	<i>n</i>
60.963	0.170

Di seguito sono riportate le verifiche idrauliche nelle sezioni idraulicamente più gravose dei vari rami fognari di acqua bianca in progetto. Successivamente si tratta il dimensionamento della vasca di laminazione.

VERIFICA COLLETTORE A GRAVITA' VIA STRADA COLOMBAROLA □500

Le portate massime meteoriche relativamente alla rete in esame sono state calcolate con riferimento alle analisi pluviometriche eseguite in passato. La curva di possibilità pluviometrica utilizzata è di seguito riportata:

$$h = 47.246 t^{0.3464}$$

Con:

h = altezza di pioggia in mm

t = durata della pioggia in ore

Essa corrisponde ad un tempo di ritorno pari a 10 anni. Tale curva deriva dallo studio pluviometrico fatto da Aimag sulla base di propri pluviometri e risulta più gravoso rispetto a quella determinabile dal portale Arpa della Regione Lombardia.

Utilizzando il metodo cinematico, la valutazione della portata massima prevista viene calcolata utilizzando la seguente formula:

$$Q = h_m S C / (t_c 3.6) \text{ [m}^3/\text{s]}$$

dove:

h_m = altezza media di pioggia in mm = $h \cdot K_r$

K_r = coefficiente di riduzione areale (posto pari ad 1 a favore di sicurezza)

S = area del bacino scolante in km²

C = coefficiente di afflusso

t_c = tempo di corrivazione in ore

Assumendo l'area del bacino drenato dalla nuova fognatura bianca di Via Strada Colombarola e dalle piccole traverse afferenti, pari a circa 11500 m², con una percentuale di impermeabilizzazione pari al 55% (area periferica con molte aree a verde), un tempo di corrivazione pari a 16 minuti per $T_r = 10$ anni, si ottiene una portata al colmo pari a 0,196 m³/s.

La tubazione per le acque meteoriche, in via Strada Colombarola in PVC \varnothing 500, sarà posata con pendenza media i del 0,1%.

In tale configurazione la tubazione, utilizzando la formula di Chezy, garantisce lo smaltimento di una portata pari a:

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} = 200 \text{ l/s}$$

con

Q = portata (l/s);

χ = coefficiente di attrito (86,80 m^{1/2}/s);

R = raggio idraulico (0,143 m);

i = pendenza (0,1%).

La tubazione in progetto, garantirà l'allontanamento delle acque meteoriche per una portata pari a circa 200 l/s = 0,200 m³/s, sufficiente quindi a convogliare le portate idriche che si originano in condizioni critiche, nella zona in oggetto.

VERIFICA COLLETTORE A GRAVITA' VIA FOSCOLO \varnothing 630

Le portate massime meteoriche relativamente alla rete in esame sono state calcolate con riferimento alle analisi pluviometriche eseguite in passato. La curva di possibilità pluviometrica utilizzata è di seguito riportata:

$$h = 47.246 t^{0.3464}$$

Con:

h = altezza di pioggia in mm

t = durata della pioggia in ore

Essa corrisponde ad un tempo di ritorno pari a 10 anni. Tale curva deriva dallo studio pluviometrico fatto da Aimag sulla base di propri pluviometri e risulta più gravoso rispetto a quella determinabile dal portale Arpa della Regione Lombardia.

Utilizzando il metodo cinematico, la valutazione della portata massima prevista viene calcolata utilizzando la seguente formula:

$$Q = h_m S C / (t_c 3.6) \text{ [m}^3/\text{s]}$$

dove:

h_m = altezza media di pioggia in mm = $h \cdot K_r$

K_r = coefficiente di riduzione areale (posto pari ad 1 a favore di sicurezza)

S = area del bacino scolante in km²

C = coefficiente di afflusso

t_c = tempo di corrivazione in ore

Assumendo l'area del bacino drenato dalla nuova fognatura bianca di Via Foscolo e dalle piccole traverse afferenti, pari a circa 11700 m², con una percentuale di impermeabilizzazione pari al 60% (area periferica residenziale con giardini privati), un tempo di corrivazione pari a 13,14 minuti per $T_r = 10$ anni, si ottiene una portata al colmo pari a 0,368 m³/s (compreso il contributo di via Livia Bianchi)

La tubazione per le acque meteoriche, in via Foscolo in PVC \varnothing 630, sarà posata con pendenza media i del 0,1%.

In tale configurazione la tubazione, utilizzando la formula di Chezy, garantisce lo smaltimento di una portata pari a:

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} = 371 \text{ l/s}$$

con

Q = portata (l/s);

Ω = coefficiente di attrito (90,21 m^{1/2}/s);

R = raggio idraulico (0,180 m);

i = pendenza (0,1%).

La tubazione in progetto, garantirà l'allontanamento delle acque meteoriche per una portata pari a circa 371 l/s = 0,371 m³/s, sufficiente quindi a convogliare le portate idriche che si originano in condizioni critiche, nella zona in oggetto.

VERIFICA COLLETTORE A GRAVITA' VIA LIVIA BIANCHI □400

Le portate massime meteoriche relativamente alla rete in esame sono state calcolate con riferimento alle analisi pluviometriche eseguite in passato. La curva di possibilità pluviometrica utilizzata è di seguito riportata:

$$h = 47.246 t^{0.3464}$$

Con:

h = altezza di pioggia in mm

t = durata della pioggia in ore

Essa corrisponde ad un tempo di ritorno pari a 10 anni. Tale curva deriva dallo studio pluviometrico fatto da Aimag sulla base di propri pluviometri e risulta più gravoso rispetto a quella determinabile dal portale Arpa della Regione Lombardia.

Utilizzando il metodo cinematico, la valutazione della portata massima prevista viene calcolata utilizzando la seguente formula:

$$Q = h_m S C / (t_c 3.6) \text{ [m}^3\text{/s]}$$

dove:

h_m = altezza media di pioggia in mm = $h \cdot K_r$

K_r = coefficiente di riduzione areale (posto pari ad 1 a favore di sicurezza)

S = area del bacino scolante in km²

C = coefficiente di afflusso

t_c = tempo di corrivazione in ore

Assumendo l'area del bacino drenato dalla nuova fognatura bianca di Via Livia Bianchi, pari a circa 5100 m², con una percentuale di impermeabilizzazione pari al 60% (area periferica residenziale con giardini privati), un tempo di corrivazione pari a 11,4 minuti per Tr = 10 anni, si ottiene una portata al colmo pari a 0,119 m³/s.

La tubazione per le acque meteoriche, in via Livia Bianchi in PVC \varnothing 400, sarà posata con pendenza media del 0,2%.

In tale configurazione la tubazione, utilizzando la formula di Chezy, garantisce lo smaltimento di una portata pari a:

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} = 156 \text{ l/s}$$

con

Q = portata (l/s);

χ = coefficiente di attrito (83,63 m^{1/2}/s);

R = raggio idraulico (0,115m);

i = pendenza (0,2%).

La tubazione in progetto, garantirà l'allontanamento delle acque meteoriche per una portata pari a circa 156 l/s = 0,156 m³/s, sufficiente quindi a convogliare le portate idriche che si originano in condizioni critiche, nella zona in oggetto.

VERIFICA COLLETTORE A GRAVITA' VIA DELLA RESISTENZA \varnothing 500 – LATO OVEST

Le portate massime meteoriche relativamente alla rete in esame sono state calcolate con riferimento alle analisi pluviometriche eseguite in passato. La curva di possibilità pluviometrica utilizzata è di seguito riportata:

$$h = 47.246 t^{0.3464}$$

Con:

h = altezza di pioggia in mm

t = durata della pioggia in ore

Essa corrisponde ad un tempo di ritorno pari a 10 anni. Tale curva deriva dallo studio pluviometrico fatto da Aimag sulla base di propri pluviometri e risulta più gravoso rispetto a quella determinabile dal portale Arpa della Regione Lombardia.

Utilizzando il metodo cinematico, la valutazione della portata massima prevista viene calcolata utilizzando la seguente formula:

$$Q = h_m S C / (t_c 3.6) \text{ [m}^3/\text{s]}$$

dove:

h_m = altezza media di pioggia in mm = $h \cdot K_r$

K_r = coefficiente di riduzione areale (posto pari ad 1 a favore di sicurezza)

S = area del bacino scolante in km^2

C = coefficiente di afflusso

t_c = tempo di corrivazione in ore

Assumendo l'area del bacino drenato dalla nuova fognatura bianca di Via della Resistenza – lato ovest (fino a pozzetto A'), pari a circa 8750 m^2 , con una percentuale di impermeabilizzazione pari al 60% (area periferica residenziale con giardini privati), un tempo di corrivazione pari a 12,66 minuti per $T_r = 10$ anni, si ottiene una portata al colmo pari a $0,190 \text{ m}^3/\text{s}$

La tubazione per le acque meteoriche, in via della Resistenza – lato ovest in PVC $\varnothing 500$, sarà posata con pendenza media del 0,1%.

In tale configurazione la tubazione, utilizzando la formula di Chezy, garantisce lo smaltimento di una portata pari a:

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} = 200 \text{ l/s}$$

con

Q = portata (l/s);

χ = coefficiente di attrito ($86,80 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$);

R = raggio idraulico (0,143 m);

i = pendenza (0,1%).

La tubazione in progetto, garantirà l'allontanamento delle acque meteoriche per una portata pari a circa 200 l/s = 0,200 m³/s, sufficiente quindi a convogliare le portate idriche che si originano in condizioni critiche, nella zona in oggetto.

VERIFICA COLLETTORE A GRAVITA' VIA DELLA RESISTENZA □630 – LATO EST

Le portate massime meteoriche relativamente alla rete in esame sono state calcolate con riferimento alle analisi pluviometriche eseguite in passato. La curva di possibilità pluviometrica utilizzata è di seguito riportata:

$$h = 47.246 t^{0.3464}$$

Con:

h = altezza di pioggia in mm

t = durata della pioggia in ore

Essa corrisponde ad un tempo di ritorno pari a 10 anni. Tale curva deriva dallo studio pluviometrico fatto da Aimag sulla base di propri pluviometri e risulta più gravoso rispetto a quella determinabile dal portale Arpa della Regione Lombardia.

Utilizzando il metodo cinematico, la valutazione della portata massima prevista viene calcolata utilizzando la seguente formula:

$$Q = h_m S C / (t_c 3.6) \text{ [m}^3/\text{s]}$$

dove:

h_m = altezza media di pioggia in mm = $h \cdot K_r$

K_r = coefficiente di riduzione areale (posto pari ad 1 a favore di sicurezza)

S = area del bacino scolante in km²

C = coefficiente di afflusso

t_c = tempo di corrivazione in ore

Assumendo l'area del bacino drenato dalla nuova fognatura bianca di Via della Resistenza – lato est (fino a pozzetto Z), pari a circa 12400 m², con una percentuale di impermeabilizzazione pari al 60% (area periferica residenziale con giardini privati), un tempo di corrivazione pari a 12,48 minuti per $T_r = 10$ anni, si ottiene una portata al colmo pari a 0,272 m³/s

La tubazione per le acque meteoriche, in via della Resistenza – lato est in PVC \varnothing 630, sarà posata con pendenza media del 0,1%.

In tale configurazione la tubazione, utilizzando la formula di Chezy, garantisce lo smaltimento di una portata pari a:

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} = 371 \text{ l/s}$$

con

Q = portata (l/s);

χ = coefficiente di attrito (90,21 m^{1/2}/s);

R = raggio idraulico (0,180 m);

i = pendenza (0,1%).

La tubazione in progetto, garantirà l'allontanamento delle acque meteoriche per una portata pari a circa 371 l/s = 0,371 m³/s, sufficiente quindi a convogliare le portate idriche che si originano in condizioni critiche, nella zona in oggetto.

VERIFICA COLLETTORE A GRAVITA' VIA ALESSANDRINI \varnothing 630

Le portate massime meteoriche relativamente alla rete in esame sono state calcolate con riferimento alle analisi pluviometriche eseguite in passato. La curva di possibilità pluviometrica utilizzata è di seguito riportata:

$$h = 47.246 t^{0.3464}$$

Con:

h = altezza di pioggia in mm

t = durata della pioggia in ore

Essa corrisponde ad un tempo di ritorno pari a 10 anni. Tale curva deriva dallo studio pluviometrico fatto da Aimag sulla base di propri pluviometri e risulta più gravoso rispetto a quella determinabile dal portale Arpa della Regione Lombardia.

Utilizzando il metodo cinematico, la valutazione della portata massima prevista viene calcolata utilizzando la seguente formula:

$$Q = h_m S C / (t_c 3.6) \text{ [m}^3/\text{s]}$$

dove:

h_m = altezza media di pioggia in mm = $h \cdot K_r$

K_r = coefficiente di riduzione areale (posto pari ad 1 a favore di sicurezza)

S = area del bacino scolante in km^2

C = coefficiente di afflusso

t_c = tempo di corrivazione in ore

Assumendo l'area del bacino drenato dalla nuova fognatura bianca di via Alessandrini, pari a circa 2500 m^2 , con una percentuale di impermeabilizzazione pari al 60% (area periferica residenziale con giardini privati), un tempo di corrivazione della particella idraulicamente più lontana pari a 13,14 minuti per $T_r = 10$ anni, si ottiene una portata al colmo pari a 0.516 m^3/s (tenendo conto dei due contributi di via della Resistenza)

La tubazione per le acque meteoriche, in via Alessandrini in PVC \square 630, sarà posata con pendenza media del 0,2%.

In tale configurazione la tubazione, utilizzando la formula di Chezy, garantisce lo smaltimento di una portata pari a:

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} = 524 \text{ l/s}$$

con

Q = portata (l/s);

\square = coefficiente di attrito (90,21 $\text{m}^{1/2}/\text{s}$);

R = raggio idraulico (0,180 m);

i = pendenza (0,2%).

La tubazione in progetto, garantirà l'allontanamento delle acque meteoriche per una portata pari a circa 524 $\text{l/s} = 0,524 \text{ m}^3/\text{s}$, sufficiente quindi a convogliare le portate idriche che si originano in condizioni critiche, nella zona in oggetto.

VERIFICA COLLETTORE A GRAVITA' VIA ALDO MORO □315

Le portate massime meteoriche relativamente alla rete in esame sono state calcolate con riferimento alle analisi pluviometriche eseguite in passato. La curva di possibilità pluviometrica utilizzata è di seguito riportata:

$$h = 47.246 t^{0.3464}$$

Con:

h = altezza di pioggia in mm

t = durata della pioggia in ore

Essa corrisponde ad un tempo di ritorno pari a 10 anni. Tale curva deriva dallo studio pluviometrico fatto da Aimag sulla base di propri pluviometri e risulta più gravoso rispetto a quella determinabile dal portale Arpa della Regione Lombardia.

Utilizzando il metodo cinematico, la valutazione della portata massima prevista viene calcolata utilizzando la seguente formula:

$$Q = h_m S C / (t_c 3.6) \text{ [m}^3/\text{s]}$$

dove:

h_m = altezza media di pioggia in mm = $h \cdot K_r$

K_r = coefficiente di riduzione areale (posto pari ad 1 a favore di sicurezza)

S = area del bacino scolante in km²

C = coefficiente di afflusso

t_c = tempo di corrivazione in ore

Assumendo l'area del bacino drenato dalla nuova fognatura bianca di Via Aldo Moro, pari a circa 4550 m², con una percentuale di impermeabilizzazione pari al 60% (area periferica residenziale con giardini privati), un tempo di corrivazione pari a 11,82 minuti per $T_r = 10$ anni, si ottiene una portata al colmo pari a 0,086 m³/s.

La tubazione per le acque meteoriche, in via Aldo Moro in PVC □ 315, sarà posata con pendenza media del 0,3%.

In tale configurazione la tubazione, utilizzando la formula di Chezy, garantisce lo smaltimento di una portata pari a:

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} = 101 \text{ l/s}$$

con

Q = portata (l/s);

χ = coefficiente di attrito ($80.37 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$);

R = raggio idraulico (0,090m);

i = pendenza (0,3%).

La tubazione in progetto, garantirà l'allontanamento delle acque meteoriche per una portata pari a circa $101 \text{ l/s} = 0,101 \text{ m}^3/\text{s}$, sufficiente quindi a convogliare le portate idriche che si originano in condizioni critiche, nella zona in oggetto.

DIMENSIONAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE

Per la valutazione del minimo volume da invasare nella vasca di laminazione si può fare riferimento a modelli basati su schemi di calcolo semplificati.

Il progetto di una vasca volano è in generale legato alla determinazione della capacità di invaso W in funzione della portata massima accettabile all'uscita $Q_{u\max}$ atta a contenere l'evento meteorico critico di assegnato tempo di ritorno. Le equazioni che permettono di descrivere il fenomeno della laminazione e quindi il funzionamento idraulico di una vasca volano sono tre:

- l'equazione differenziale di continuità della vasca:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt}$$

in cui:

$Q_e(t)$ è la portata in ingresso alla vasca al generico istante t ; essa dipende sia dall'evento meteorico considerato che dalle caratteristiche del bacino e della rete di drenaggio a monte della vasca stessa;

$Q_u(t)$ è la portata in uscita dalla vasca; essa dipende dal tipo di scarico che regola l'uscita dalla vasca;

$W(t)$ è il volume invasato nella vasca all'istante t .

- la relazione funzionale tra il volume invasato e il livello idrico h nell'invaso:

$$W(t) = W(h(t))$$

che dipende esclusivamente dalla geometria della vasca.

- la legge d'efflusso che governa l'uscita dalla vasca

$$Q_u(t) = Q_u(t, h(t))$$

che dipende dal dispositivo idraulico che si utilizza per regolare la portata in uscita.

La progettazione delle vasche di laminazione si fonda sulla determinazione del volume d'invaso W^* che consente di ridurre, con la minima capacità di invasore, la portata al colmo dell'evento critico di progetto di assegnato tempo di ritorno Tr .

Note la portata entrante $Q_e(t)$ e la portata massima $Q_{u\ max}$ che la rete di fognatura a valle della vasca è in grado di convogliare e definite la geometria della vasca e le caratteristiche dei dispositivi di scarico, ipotizzando che nell'intervallo di tempo (t_1, t_2) , durante il quale la portata in ingresso $Q_e(t)$ eccede la capacità della rete, la portata uscente $Q_u(t)$ sia costante e uguale alla massima $Q_{u\ max}$, si determina il minimo volume di invasore W^* che consente di ottenere la laminazione dell'onda di piena.

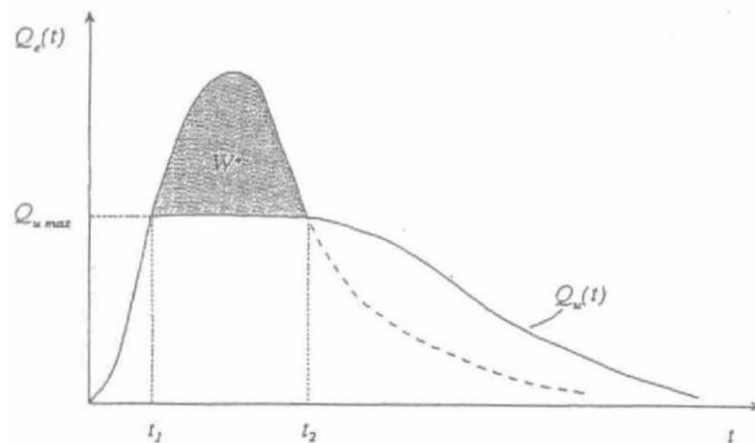


Figura 10: Processo di laminazione dell'onda di piena con scarico a portata costante

Il metodo che si va ad utilizzare fornisce una valutazione del volume d'invasore della vasca sulla base della sola curva di possibilità pluviometrica e della portata massima, ipotizzata costante, che si vuole in uscita dalla vasca. Risulta essere un metodo approssimato, dal momento che viene completamente trascurata, ad eccezione delle perdite idrologiche, la trasformazione afflussi – deflussi che si realizza nel bacino a monte della vasca. Il metodo risulta comunque cautelativo perché tende ad incrementare il volume di invasore.

Con questa semplicistica ipotesi il volume entrante nella vasca per effetto di una pioggia di durata θ risulta:

$$W_e = \phi \cdot S \cdot h = \phi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n$$

con:

ϕ = il coefficiente d'afflusso costante del bacino drenato a monte della vasca, calcolato come media pesata sui sottobacini individuati per i vari tratti di rete;

S = superficie totale del bacino;

θ = durata dell'evento di precipitazione in ore;

a,n=parametri della curva di possibilità con tempo di ritorno 50 anni.

Nello stesso tempo θ il volume uscito dalla vasca sarà:

$$W_u = \theta \cdot Q_u$$

Il volume invasato nel serbatoio sarà dunque:

$$W = W_e - W_u = (\phi \cdot S \cdot a \cdot \theta^n) - \theta \cdot Q_u$$

Il volume da assegnare alla vasca è il valore massimo W^* di tale volume che si ottiene per una precipitazione di durata critica θ_w per la vasca.

$$\theta_w = \left(\frac{Q_u}{n \cdot \phi \cdot S \cdot a} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

L'espressione di θ_w sostituita in quella di W, permette di valutare il volume di progetto W^* :

$$W^* = W_e - W_u = \left(\phi \cdot S \cdot a \cdot \left(\frac{Q_u}{n \cdot \phi \cdot S \cdot a} \right)^{\frac{n}{n-1}} \right) - Q_u \cdot \left(\frac{Q_u}{n \cdot \phi \cdot S \cdot a} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

W è espresso in mc, Q_u in mc/h, S in mq, a in m/hⁿ, mentre ϕ e n sono adimensionali.

La definizione della massima portata Q_u scaricabile sul corpo idrico recettore è stata considerata pari a 10 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento;

$$Q_u = 10 \left[\frac{l}{s} \right] \cdot S [ha] \cdot A_{imp}[\%] = (10 \cdot 5,65 \cdot 0,58) = 32,87 \frac{l}{s}$$

W^* risulta quindi essere:

$$W^* = 2065,4 mc$$

Considerando un fattore di sicurezza pari a 1.25:

$$W_{vasca} = 1.25 \cdot W^* = 2581,7$$

La superficie dell'invaso che si realizzerà sarà di 3793 m² ottenendo un tirante massimo di:

$$h_{vasca}=0,68 \text{ m}$$

Come tubazione di scarico della vasca si utilizzerà un PVC De 250 con pendenza pari a 0,1 %, che al massimo riempimento può smaltire circa la portata Q_u calcolata.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti considerando anche la curva calcolabile dalla procedura messa a disposizione da ARPA Lombardia e riportata precedentemente.

Curva pluviometrica AIMAG – Tr=50anni		Curva pluviometrica ARPA Lombardia - Tr=50anni	
a [mm/ora ⁿ]	60,96	a [mm/ora ⁿ]	54,29
n	0,170	n	0,2465
S [mq]	56500	S [mq]	56500
ϕ	0.58	ϕ	0.58
Q_u [mc/s]	0,0329	Q_u [mc/s]	0,0329
θ_w [h]	3,57	θ_w [h]	5,71
W^* [mc]	2065	W^*	2066
W_{vasca} [mc]	2582	W_{vasca}	2583

SPECIFICHE DEI COLLETTORI IN PROGETTO

Vengono di seguito evidenziate, attraverso tabelle grafiche, le caratteristiche dimensionali dei vari collettori in progetto, specificando ubicazione, lunghezze, tipo di materiale, sezioni idrauliche previste e portata.

<i>COLLETTORI</i>				
<i>Ubicazione collettore</i>	<i>Materiale e sezione</i>	<i>Lunghezza (metri)</i>	<i>Pendenza di posa</i>	<i>Portata (l / s)</i>
Strada Colombarola	PVC SN8 □500	365	1 ‰	200
Via Foscolo	PVC SN8 □630	225	1 ‰	371
Via Livia Bianchi	PVC SN8 □400	100	2 ‰	156
Via della Resistenza – lato ovest	PVC SN8 □500	160	1 ‰	200
Via della resistenza – lato est	PVC SN8 □630	150	1 ‰	371
Via Alessandrini	PVC SN8 □630	50	2 ‰	524
Via Aldo Moro	PVC SN8 □315	110	3 ‰	101

CANTIERABILITÀ DELL'OPERA

L'approvazione del progetto da parte del Comune con apposita delibera di giunta costituirà titolo abilitativo per la realizzazione.

Non si evidenziano particolari problemi per l'esecuzione delle opere, per cui si riassumono i principali punti per la cantierabilità dell'opera:

- il progetto non ricade in aree soggette a tutela ambientale e/o monumentale;
- progetto è conforme alla disciplina dell'attività edilizia (leggi e regolamenti in materia urbanistica ed edilizia; prescrizioni contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica vigente e adottati; discipline di settore aventi incidenze sulla disciplina dell'attività edilizia, tra cui la normativa vigente, la normativa sui vincoli paesaggistici, idrogeologici, ambientali e di tutela del patrimonio storico, artistico e archeologico, gravanti);
- si dovrà concertare con i tecnici comunali ed i Vigili Urbani eventuali modifiche temporanee alla viabilità;

- d) non è necessaria la V.I.A., in quanto non vi sono tipologie di intervento ricadenti negli elenchi di cui agli Allegati A e B del D.P.R. 12/4/1996.

Al fine di ottemperare alle richieste delle normative vigenti, si è proceduto alle seguenti verifiche:

- art. 10 comma 1 lettera c della Legge Regionale Emilia Romagna 15/2013, procedure abitative speciali per opere pubbliche di interesse regionale, provinciale e comunale, non soggette ai titoli abilitativi;
- verifica e validazione della completezza e della qualità della documentazione, secondo le indicazioni degli articoli dal 44 a 55 del D.P.R. 207/2010;
- conformità del progetto alla normativa vigente ed in particolare a :
 - al D.Lgs. 50/2016 Nuovo Codice degli Appalti;
 - al D.Lgs. n. 152/2008 (3° Decreto correttivo del Codice dei contratti);
 - al D.lgs. 81/2008 e ss. mm. ii;
- corrispondenza dei nominativi dei progettisti a quelli titolari dell'affidamento e sottoscrizione dei documenti per l'assunzione delle rispettive responsabilità;
- completezza della documentazione relativa agli intervenuti accertamenti di fattibilità tecnica, amministrativa ed economica dell'intervento;
- completezza, adeguatezza e chiarezza degli elaborati progettuali, descrittivi e tecnico-economici, previsti dal Regolamento;
- esistenza dei computi metrico-estimativi e verifica della corrispondenza agli elaborati grafici descrittivi ed alle prescrizioni capitolari;
- rispondenza delle scelte progettuali alle esigenze di manutenzione e gestione;
- esistenza degli elaborati progettuali previsti dal D.Lgs. 81/2008;
- è stata verificata la conformità a quanto previsto dall'articolo 16 del DPR 207/2010 sul quadro economico.

Sulla base delle verifiche effettuate, il progetto definitivo-esecutivo può ritenersi valido in rapporto alla tipologia, categoria, entità e importanza dell'intervento.

Tutto ciò premesso ai sensi dell'art. 55 del DPR 207/2010, si attesta la validità del progetto, nei termini e con le modalità indicata dagli artt. dal 52 al 55 del D.P.R. 207/2010.

QUADRO ECONOMICO

Progettazione di nuove reti fognarie per acque meteoriche e di una vasca di laminazione in via Foscolo a Revere nel comune di Borgo Mantovano (MN)	
Progetto Esecutivo	
QUADRO ECONOMICO	
	Importi parziali in Euro
A) LAVORI IN APPALTO (Comprensivi degli oneri per la sicurezza)	
a) Importo lavori	692.836,21
di cui manodopera	188.248,92
b) Oneri per la sicurezza	21.588,48
TOTALE LAVORI E FORNITURE (a+b)	714.424,69
B) SOMME A DISPOSIZIONE	
Imprevisti	57.420,00
Arrotondamenti	4,65
Acquisto terreno (superficie 6980 mq x 2,44 €/mq)	17.000,00
Spese notarili	9.000,00
Spese tecniche per rilievo e accatastamento	6.000,00
Spese tecniche (D.L., collaudo, ecc. - compr. contr. CNPAIA)	32.000,00
Spese tecniche per la sicurezza (Resp. Lav., Coord. Esec. - compr. contr. CNPAIA)	12.000,00
Articolo 113 DLGS 50/2016 Incentivo RUP	14.288,49
Spese tecniche per verifica archeologica e analisi terre e rocce di scavo	5.000,00
Servitù	2.443,70
Spese tecniche per ricerca/bonifica ordigni bellici	15.700,00
IVA 10% su lavori e imprevisti	77.184,47
IVA 22% su spese tecniche e notarili	17.534,00
TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	265.575,31
TOTALE GENERALE	980.000,00