

STUDIO CHOROS Di Giancarlo Geom. Bellei

Via Emilia Ovest n° 21/a – 42048 Rubiera (RE) – Partita IVA: 01206060350

Relazione idraulica relativa a reti di drenaggio acque meteoriche e nere

prime valutazioni di carattere generale

PUA area DP1 in Rubiera (RE)

Via XXV aprile, Area industriale-artigianale in località Ca' del Cristo



Ing. Riccardo Catellani

Reggio Emilia, Lì 27/12/2021



Riccardo Catellani



Sommario

PRE-DIMENSIONAMENTO DELLE RETI DI DRENAGGIO DELLE ACQUE NERE E DELLE ACQUE BIANCHE - DICEMBRE 2021

PREMESSA ED INQUADRAMENTO.....	2
CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE RETI.....	4
PREDIMENSIONAMENTO RETE ACQUE BIANCHE.....	7
PREDIMENSIONAMENTO RETE ACQUE NERE	18



PREMESSA ED INQUADRAMENTO

La presente relazione descrive i criteri adottati per il pre-dimensionamento dei sistemi di drenaggio delle acque nere e delle acque bianche da realizzare a servizio dell'urbanizzazione denominata **DP1** facente parte degli ambiti di riqualificazione e trasformazione previsti dal PSC del Comune di Rubiera. Tale pianificazione è stata codificata con Deliberazione di Consiglio Comunale n.12 del 08/04/2014 ed approvata con Deliberazione del Consiglio Comunale n.52 del 23/10/2017.

L'area oggetto di intervento ha una consistenza territoriale, da scheda d'ambito, pari a 177'270 m², ma si prevede di lavorare su una nuova perimetrazione tale da generare **una superficie territoriale pari a 119'530 m²**. L'area è delimitata a sud e ad ovest da una zone industriali, a nord da terreni agricoli e ad est dal fiume Secchia.

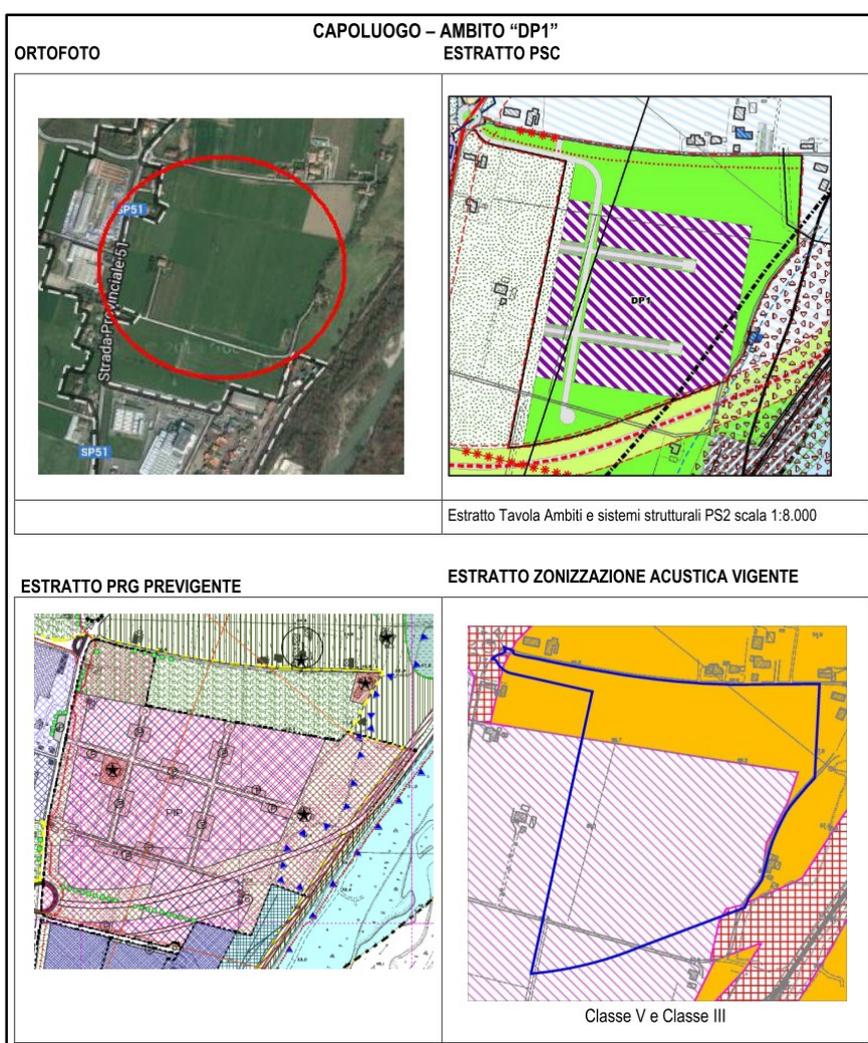


Figura 1: Estratto scheda d'ambito.

Attualmente l'area è a destinazione agricola è parzialmente edificata, circondata da insediamenti prevalentemente di tipo industriale-artigianale e da campi agricoli; tale area di trasformazione è soggetta ad una attività di pianificazione attuativa con carattere di iniziativa privata a destinazione prevalentemente industriale. Al momento, per la loro caratteristica morfologica, i terreni sciolano in direzione Est / Nord-Est mediante alcuni fossi interpoderali. Le acque di ruscellamento si disperdono tra i campi agricoli limitrofi fino a raggiungere il fiume Secchia.



In fase di progettazione esecutiva dovranno essere rispettate le prescrizioni ed i suggerimenti operativi del parere – contributo del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale (CBEC) prot. 2017 U0011570 del 16/06/2017 al quale si rimanda.

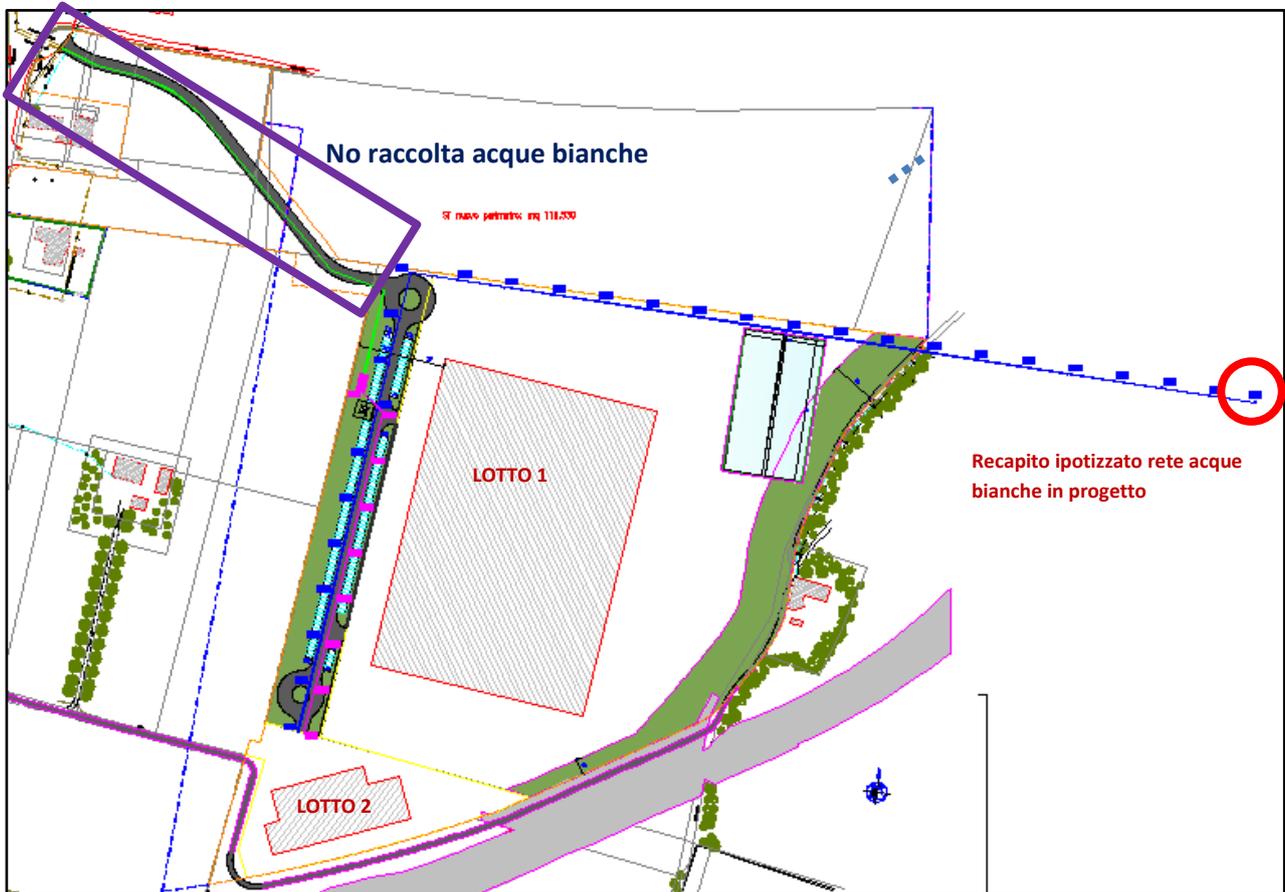


Figura 2: Schema di assetto schematico della zona in studio.

Come si riesce ad evincere da *Figura 2*, il comparto verrà diviso in 2 lotti. Dal computo delle superfici afferenti in fognatura bisogna decurtare poco più di 2'000 m² di strada; per questo tratto di viabilità è prevista la dispersione a suolo mediante delle bocchette di infiltrazione laterali alla carreggiata.

Schematicamente gli interventi si riassumono nella realizzazione di:

1. Rete delle acque bianche a servizio dell'intero comparto DP1 ad eccezione di circa 2'000 m² di strada di accesso. Tale rete scaricherà nel fiume Secchia, in prima battuta in maniera diretta, con un coefficiente udometrico allo scarico pari a 20 l/s*ha di superficie territoriale. I manufatti di regolazione della portata ed il condotto di scarico saranno realizzati tra una porzione marginale a nord-est del *Lotto 1* e l'alveo del fiume Secchia.
2. Vasca di laminazione in terra a servizio del comparto che dovrà essere dimensionata per consentire l'accumulo temporaneo di un volume di acqua valutato in 2'425 m³. La tubazione di scarico dovrà fare le veci di bocca tarata la quale immetterà nel reticolo idrografico principale una portata massima pari a 202 litri per secondo. Allo scarico dovrà necessariamente essere installata una valvola anti-riflusso. Si dovrà valutare la necessità di posare una difesa spondale nella zona dove si prevede lo scarico della fognatura bianca.



3. Rete delle acque nere a servizio dei lotti da realizzare nel comparto *DP1*. Tale rete scaricherà, mediante condotta in pressione, in un pozzetto delle acque nere situato in via XXV aprile.

La laminazione delle acque meteoriche verrà effettuata mediante una tubazione di scarico tarata posata a valle di un manufatto speciale che sarà anche deputato a mettere in connessione la rete dei lotti con una vasca di laminazione esterna in terra. Il sistema composto da tubazioni, vasca di laminazione e scarico tarato riusciranno a garantire il rispetto dei valori di portata massima allo scarico derivanti dal coefficiente udometrico imposto dal CBEC.

In fase di progettazione esecutiva lo studio idrologico/idraulico della rete delle acque meteoriche e la determinazione dei parametri idraulici verranno definiti con il supporto del programma SWMM vers. 5.1 (Storm Water Management Model), sviluppato e aggiornato dall'agenzia federale statunitense per la protezione dell'ambiente U.S. E.P.A.

I dati idrologici e di calcolo sono stati estrapolati dalle specifiche tecniche del CBEC ed IRETI S.p.A.

CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE RETI

Sulla base delle specifiche tecniche del Gestore del Sistema Fognario e sulla base delle più frequenti scelte operative, le reti a servizio delle nuove lottizzazioni avranno le seguenti caratteristiche generali:

- Dovranno essere rispettate tutte le disposizioni di carattere generale e le specifiche tecniche di IRETI S.p.A.
- La rete delle acque nere dovrà essere realizzata con tubazioni in PVC SN8 UNI EN 1401, con pendenze di posa $i=0,2\%$ o superiori.
- Le tubazioni della rete delle acque meteoriche (acque bianche) di diametro superiore a 600 mm saranno realizzate in C.A.V. autoportante con pendenze di posa $i=0,2\%$ o superiori. Queste ultime condotte avranno una base piana, prefabbricate con giunto a bicchiere e guarnizione in elastomero incorporata nel bicchiere e saranno posate su soletta in calcestruzzo leggermente armato ad una pendenza media dello 0,1%. La normativa di riferimento è la UNI EN 1916 *"Tubi di calcestruzzo armato, non armato e rinforzato con fibre di acciaio"*.

Le giunzioni dovranno essere capaci di sopportare una sovrappressione massima di 0,5 m di colonna d'acqua; esse dovranno essere a tenuta ermetica ed essere fatte in elastomeri resistenti ai liquami aggressivi come prescritto dalla norma UNI 4920.

- Si mantengano degli spessori di ricoprimento minimo sulla generatrice superiore delle condotte in PVC non inferiori a 80 cm (salvo inserimento di piastra di ripartizione dei carichi); le condotte in materiale plastico saranno posate su un letto in pietrisco 3/6 e rinfianco fino a 20 cm sopra l'estradosso, sempre effettuato con pietrisco 3/6 o altro materiale inerte con simili caratteristiche granulometriche. Per le condotte della rete delle fognature nere, esse avranno una pendenza minima dello 0,2% o comunque tale da garantire che eventuali solidi sospesi non possano depositarsi all'interno di esse. La norma di riferimento per questo materiale è la UNI EN 1401-1 *"Condotte di scarico interrate di acque civili e industriali"*.



- I tubi di allacciamento d'utenza delle acque nere avranno un diametro nominale minimo pari a 160 mm e una pendenza minima dal punto di immissione non inferiore all'1%, ogni allacciamento sarà presidiato per la parte di monte da un sifone tipo "Firenze" od equivalente.
- Tra i sistemi di pretrattamento dei reflui, maggiormente utilizzati nel caso di condotti fognari con pendenze tali da non riuscire a garantire la velocità minima di autopulizia, si citano le fosse Imhoff; da installare in proprietà privata prima del sifone tipo "Firenze" od equivalente.
- Tutti i pozzetti fognari di acque bianche e nere saranno realizzati in calcestruzzo armato prefabbricato, monolitico o a elementi prefabbricati sovrapponibili, con garanzia di perfetta tenuta idraulica sia nei giunti tra gli elementi che negli imbocchi delle tubazioni. Il calcestruzzo impiegato per il confezionamento di tutti i pozzetti dovrà avere una classe di esposizione almeno XA2, con particolare riferimento alla resistenza all'attacco dei solfati (cemento ad alta resistenza ai solfati) e ai copriferri; il fondo dei pozzetti sarà sagomato con canalette semicircolari o a U, e relative banchine laterali, raccordate alle varie direzioni incidenti e defluenti, con imbocchi e guarnizioni preferibilmente predisposti per ricevere l'innesto delle tubazioni. Ai pozzetti di rete nera verrà applicata una resinatura interna a tutta altezza con resine epossidiche o epossidico-bituminose per uno spessore minimo 600 micron.
- I pozzetti per la linea delle acque bianche avranno forma quadrata, di diametro interno utile di 800 mm e distanza media pari a 30 m. In tutti i casi la distanza non dovrà mai superare i 50 m.
- I pozzetti di ispezione e raccordo della linea delle acque nere saranno a base circolare del diametro interno utile di 800 mm, lo spessore minimo delle pareti sarà di almeno 150 mm, ad interasse massimo di 30 m. La superficie interna del pozzetto dovrà presentarsi perfettamente liscia, le immissioni laterali dovranno essere a 45°
- I chiusini e telai di coronamento di tutti i pozzetti di ispezione saranno certificati per classe di resistenza D400 indipendentemente dal loro posizionamento. I chiusini di ispezione saranno di forma circolare con di dimensione DN600, saranno dotati di guarnizione in elastomero con coperchio articolato e con dispositivo di bloccaggio in posizione aperta; il dispositivo di apertura non dovrà richiedere la rotazione del coperchio sulla sua sede prima del suo sollevamento.
- Le caditoie, le bocche di lupo e le griglie lineari per il drenaggio delle superfici stradali e ciclo-pedonali, avranno griglie e luci di superficie netta adeguate alle esigenze delle rispettive aree sottese. Caditoie e griglie dovranno risultare compatibili, per ampiezza, dislocazione, disposizione, forma e classe di resistenza, con il traffico veicolare e ciclo-pedonale della zona servita; la classe di resistenza delle griglie per caditoie posizionate a centro strada sarà D400 mentre quella di griglie posizionate ai bordi della carreggiata sarà di classe C250 come prescritto dalla norma di riferimento UNI EN 124. Per quanto possibile l'esecuzione degli allacciamenti avverrà in corrispondenza dei pozzetti di ispezione, in alternativa si dovrà prevedere l'esecuzione di innesto a sella con realizzazione di fori mediante macchina carotatrice. Anche in questo caso la pendenza minima del tratto di allacciamento sarà dell'ordine dell'1%.
- Il dimensionamento dei volumi di laminazione avverrà con riferimento a piogge aventi tempo di ritorno non inferiore al tempo di ritorno dell'evento per il quale è stata dimensionata la rete. Risulta opportuno che il volume complessivo (compreso quello in rete) risulti maggiorato di almeno un 30% rispetto a quello determinato con il metodo delle sole piogge.
- La verifica del complesso fognatura-invaso di laminazione dovrà essere effettuata imponendo, quale condizione al contorno, la condizione più gravosa nel ricettore. Dovranno essere predisposti dei meccanismi in grado di evitare l'eventuale ingresso in vasca dell'acqua transitante nel ricevente



e dovrà essere garantito il funzionamento previsto dall'organo di regolazione della portata allo scarico in relazione ai limiti di progetto.

- Nella vasca di laminazione in terra dovrà essere prevista una canaletta alla Francese, realizzata con pendenza di circa 0,5%, impostata su il fondo della vasca di laminazione stessa. Tale manufatto sarà utile a fare defluire in maniera più rapida le portate di pioggia minori e gli eventuali depositi.
- La vasca di laminazione deve essere realizzata per contenere acqua per un periodo di tempo che di solito non deve eccedere le 48-72 ore successive all'evento meteorico per prevenire lo sviluppo di zanzare e di odori molesti e nel contempo per preparare il bacino ad accogliere un eventuale nuovo volume di acqua prodotto da un evento meteorico successivo.
- Per la regolazione delle portate in uscita della vasca di laminazione si deve fare affidamento ad una bocca tarata e la vasca di laminazione dovrà essere dimensionata considerando un franco di sicurezza e/o arginatura di circa 30 cm.
- I diametri delle condotte non dovranno essere inferiori a DN 250 mm per quanto attiene alle reti convoglianti acque nere e DN 300 mm per quanto attiene alle reti convoglianti acque meteoriche.
- Il tempo di ritorno da adottare nel dimensionamento delle reti di drenaggio delle acque meteoriche di comparto è pari a 20 anni. Il dimensionamento del volume di laminazione delle portate meteoriche dovrà essere effettuato considerando un tempo di ritorno di almeno 50 anni. In maniera speditiva dovrà essere verificato che la vasca di laminazione a servizio del comparto sia dimensionata per consentire l'accumulo temporaneo di un volume di acqua valutato in 700 m³ per ogni ettaro impermeabilizzato;
- Nei lotti da realizzare sarà da incentivare l'installazione di sistemi di dispersione al suolo delle sole "seconde piogge" provenienti dai tetti delle costruzioni da compiere. La realizzazione di tali sistemi sarà a carico degli acquirenti dei vari lotti e dovrà prevedere uno studio preliminare sulla capacità di infiltrazione del terreno per verificare la possibilità di smaltire l'intera portata. Qualora eventuali sistemi di infiltrazione dovessero richiedere degli sfiori di troppopieno, essi potranno scaricare nella fognatura bianca senza dover sottostare a particolari limitazioni di portata.



PREDIMENSIONAMENTO RETE ACQUE BIANCHE

La rete delle acque bianche verrà dimensionata e verificata per accogliere le acque di ruscellamento stimate sulla base di ietogrammi corrispondenti ad eventi di pioggia di durata di compresa tra 1 e 5 ore e Tempo di Ritorno (TR) pari a 50 anni, secondo quanto definito da manuali tecnici IRETI S.p.a. e CBEC, e gli stessi dati sono stati utilizzati per dimensionare un'opportuna cassa di laminazione utilizzata anche come vasca di coalizzazione prima dell'immissione del fiume Secchia. Tale rete di drenaggio verrà dimensionata in modo tale da garantire il rispetto della portata **massima allo scarico pari a 202 l/s**, come prescritto per rispettare il principio dell'invarianza idraulica.

Al fine di raggiungere, in uscita dalla lottizzazione, questo livello di laminazione della portata si è considerato che la somma dei volumi della vasca di accumulo (o volano) e dei collettori appositamente dimensionati dovrà raggiungere una volumetria minima stimata in 2'425 m³.

Allo stoccaggio temporaneo dell'acqua contribuiranno anche tutti i tratti che si dirameranno della dorsale principale della rete che verranno dimensionati nel dettaglio una volta progettato il piano di dettaglio di ciascun lotto di nuova realizzazione.

La rete principale delle sole acque meteoriche è stata pre-dimensionata con condotte in **CAV ϕ 800 mm** appositamente dimensionate in modo da poter fungere da primo invasore di laminazione e per poter sopportare in maniera più efficiente il contraccolpo dovuto dall'entrata in funzione della condotta di scarico a sezione tarata.

Dopo circa 540 metri la condotta principale, appositamente dimensionata, terminerà in una vasca da realizzare in terra, appositamente sagomata con scarpate di pendenza massima pari a 3:1, che fungerà anche da vasca di calma prima del tubo tarato di regolazione della portata.

Per ridurre gli eventi di allagamento della vasca di laminazione sarà dimensionato un manufatto tale da evitare che le acque generatesi durante i primi 20 minuti di un evento di pioggia di durata oraria (Tr 50 anni) possano entrare nella vasca; i tempi di entrata in funzione della cassa si allungherebbero a circa 40 minuti nel caso di eventi di pioggia di durata di 5 ore (Tr 50 anni).

La condotta in uscita dal comparto, dal pozzetto REG, avrà una prima strozzatura con un passaggio da una condotta in **PVC ϕ 315 mm** ad una condotta in **PVC ϕ 250 mm** nel tratto terminale pel pozzetto B-OUT.

All'uscita verrà installata una valvola di non-ritorno tipo "clapet". Nel tratto interessato dallo scarico, l'alveo del corpo idrico dovrà essere opportunamente rivestito con massi o altro materiale anticorrosione secondo le prescrizioni del CBEC.

Al massimo ogni 30 m verranno posati dei pozzetti di ispezione prefabbricati di forma circolare in calcestruzzo vibrato, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza dei solfati, di dimensioni interne di diametro minimo **ϕ 1000 mm**. Per ulteriori specifiche tecniche si rimanda al disciplinare di IRETI S.p.a e a quanto menzionato nell'introduzione alla presente relazione.

La somma delle superfici afferenti alla fognatura bianca risulta essere inferiore alla consistenza della scheda d'ambito (101'112 m² a fronte di un totale di 177'270 m²) a causa di una ridefinizione del perimetro del comparto e di uno stralcio di una porzione di area corrispondente alla strada di accesso ai lotti fino alla prima rotatoria.

In prima battuta si considerano, per il calcolo di pre-dimensionamento, tutta la superficie territoriale andando a posticipare in fase esecutiva la determinazione corretta dell'areale afferente alla fognatura bianca; in queste condizioni la portata di scarico da rispettare sarà pari a:



$$Q_{MAX} = S_{TOT} * U_{MAX} = 10,11 * 20 = 202 \frac{l}{s}$$

Come è noto il passaggio successivo è quello di determinare il volume minimo del sistema di laminazione utile a rispettare la portata di scarico appena determinata. Per fare ciò si calcola il valore medio del coefficiente di deflusso:

Calcolo superficie scolante equivalente			
Tipologia	S	Φ	Sequ
	mq	/	mq
tetti	30'668,00	0,9	27'601,20
pavimenti asfalto	3'890,00	0,9	3'501,00
parcheggi in garden	1'825,00	0,45	821,25
verde pubblico	4'991,00	0,2	998,20
verde privato	59'738,00	0,2	11'947,60
totale	101'112,00	0,44	44'869,25

Figura 3: Calcolo del coefficiente di deflusso medio.

$$\varphi_{MEDIO} = 44\%$$

Poi, sulla base dei coefficienti della curva di possibilità pluviometrica di progetto che seguono:

1 - Curve di possibilità climatica

-desunte dallo Studio idrologico ed idraulico per il consorzio redatto dal Prof. Alberto Marinelli (2005):

Tempo di ritorno (TR) per tipo di urbanizzazione di espansione o riqualificazione:

- Ambiti residenziali extra-urbani – **TR 10 anni**
- Ambiti residenziali urbani e – **TR 25 anni**
- Industriali, infrastrutture, impianti depurazione, discariche per rifiuti non pericolosi - **TR = 50 anni**
- Edifici di importanza strategica (ospedali, aeroporti, discariche per rifiuti pericolosi) – **TR = 100 anni**

Tabella 2.2. 23 – Curva di possibilità climatica ragguagliata per il comprensorio (durate di pioggia 1-72 ore)

Tempo di ritorno T	Alta pianura		Media pianura		Bassa pianura	
	a	n	a	n	a	n
10	43.27	0.21	49.12	0.23	56.85	0.17
25	51.44	0.21	58.93	0.23	69.09	0.17
50	57.50	0.21	66.21	0.23	78.16	0.16
100	63.50	0.21	73.44	0.23	87.16	0.16

Ing. Matteo Giovanardi - Elementi di base per la progettazione e realizzazione di opere a rete nelle aree di espansione urbanistica – 24 Settembre 2015

	a	n
t > 1 h	57,50	0,21

Figura 4: Valori a ed n della CPP per un Tr=50 anni – CBEC.

si valuta la durata che rende massimo il volume da invasare a partire dalla durata critica della vasca (θ_w):

$$\theta_w = \left(\frac{Q_{uscita}}{n * S_{TOT} * \varphi_{TOT} * a} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Si suppone che il valore di θ_w ricada nel campo della CPP superiore all'ora per cui utilizzando a = 57,50 ed n=0,21 si ottiene:



$$\theta_w = \left(\frac{Q_{uscita}}{n \cdot S_{TOT} \cdot \varphi_{TOT} \cdot a} \right)^{\frac{1}{n-1}} = \left(\frac{10,11 \cdot 20}{0,21 \cdot 2,78 \cdot 10,11 \cdot 0,44 \cdot 57,5} \right)^{\frac{1}{0,21-1}} = 0,68 \text{ ore}$$

Il coefficiente 2,78 è necessario per convertire le unità di misura delle grandezze presenti. In questo caso il valore di θ_w non ricade nel campo della CPP ipotizzata. Anche considerando parametri corrispondenti a tempi inferiori all'ora non si otterrebbe un risultato ciò significa che analiticamente il massimo esiste ma idrologicamente non si manifesta; allora occorre assumere il V cassa max fra i due calcolati analiticamente con t=1 ora

Si può infine determinare il volume teorico minimo da assegnare alla vasca con la formula:

$$W_0 = S_{TOT} \cdot \varphi_{TOT} \cdot a \cdot \theta_w^n - Q_u \cdot \theta_w = 10 \cdot 10,11 \cdot 0,44 \cdot 57,50 \cdot 0,68^{0,21} - 202 \cdot 0,68 \cdot 3,6 = 1'865 \text{ m}^3$$

I coefficienti 10 e 3,6 sono necessari per convertire le unità di misura delle grandezze presenti.

In via cautelativa si è scelto di aumentare la volumetria della vasca del 30% per sopperire alle eventuali sottostime riconducibili alle ipotesi semplificative dei modelli di calcolo; la volumetria finale della vasca volano dovrà essere di almeno di 2'425 m³.

Questa volumetria si ottiene considerando una condotta in C.A.V ϕ 800 di lunghezza pari a 540 m ($\left(\frac{0,8}{2}\right)^2 \times 540 = 271,43 \text{ m}^3$) e una vasca volano avente dimensione 50 X 90 m e profondità media pari a 2,50 m per un totale di 2'153 m³.

Per la stima delle portate meteoriche generate dal comparto si è adottato, quale modello di trasformazione afflussi-deflussi, *il metodo cinematico o della corrivazione*.

La stima delle portate bianche defluenti nella rete di drenaggio di comparto viene condotta mediante la formula razionale, partendo dai dati pluviometrici e considerando per la sezione da dimensionare/verificare un bacino idrologico-idraulico costituito da un unico "serbatoio" caratterizzato da una propria superficie (data dalla sommatoria delle superfici idraulicamente a monte della sezione considerata), un proprio coefficiente di deflusso ed un tempo di corrivazione caratteristico.

$$Q = \varphi \cdot i \cdot A$$

Dove:

φ = coefficiente di deflusso medio del bacino considerato;

$i = a \cdot d^{n-1}$ è l'intensità di pioggia corrispondente ad una durata di precipitazione d ;

A = superficie del bacino considerato.

L'evento critico, che a parità di tempo di ritorno definisce il valore massimo di portata, è, come detto, caratterizzato da durata pari al tempo di corrivazione del bacino.

La portata al colmo calcolata assume dunque la forma:

$$Q = \varphi \cdot a \cdot t_c^{n-1} \cdot A$$

Il tempo di corrivazione del bacino si determina attraverso la relazione:

$$t_c = t_a + t_r$$

ove t_a è il tempo di accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo e t_r è il tempo di rete.



Il tempo di accesso t_a è sempre stato di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa ed il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché dell'altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto; tuttavia il valore normalmente assunto nella progettazione è sempre stato compreso entro l'intervallo di 5 – 20 minuti (*Centro Studi Deflussi Urbani*); i valori più bassi essendo validi per le aree di minore estensione, più attrezzate e di maggior pendenza e i valori più alti nei casi opposti.

Analogamente altri autori suggeriscono di adottare in zone fittamente edificate un valore del tempo di accesso alla rete pari a 5 minuti mentre in zone rade e piatte con pozzetti di introduzione in fognatura molto distanti valori variabili fra i 20 e i 30 minuti (*Di Fidio*).

Per il calcolo della portata scaricata a urbanizzazione realizzata, considerando un comparto "tipo" per caratteristiche di grado di impermeabilizzazione, a seconda dell'estensione dello stesso e della pendenza media del terreno, mediando tra i range descritti, si può adottare un tempo di accesso alla rete pari a 10÷15 minuti.

Per quanto riguarda invece il tempo di rete t_r , esso è calcolabile come somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria in progetto.

Per la velocità di percorrenza si possono adottare valori medi compresi tra 0,5 e 1,5 m/s a seconda delle pendenze medie del terreno; adottando la formula del metodo cinematico e determinando la lunghezza massima che l'acqua deve percorrere lungo la rete di progetto (riferendo-si alla geometria effettiva della rete), il tempo di rete, espresso in secondi, è pari a:

$$t_r = \frac{L (m)}{v (m/s)}$$

Pertanto, nella definizione del tempo di corrivazione da adottare si assumono le seguenti posizioni:

A. per nuove reti di drenaggio delle acque meteoriche a servizio di urbanizzazioni di superficie totale superiore di 5 ha e pendenza media del terreno inferiore all'1%, è possibile, con buona approssimazione, fissare il tempo di corrivazione, che coincide con la durata critica del bacino, a 30 minuti;

B. in tutti gli altri casi si adotta un tempo di corrivazione pari a 20 minuti.

Supponendo valida l'affermazione A e considerando i seguenti valori validi per la **stazione di Rubiera** per un **Tempo di Ritorno di 20 anni**:

$\theta < 1h$	a=	51,46
	n=	0,577

$\theta > 1h$	a=	42,77
	n=	0,298

$$Q = i * S_{contribuente} = \varphi * a * t_c^{n-1} * A = 0,44 * 51,46 * 0,5^{0,577-1} * 10,11 = 306,91 \frac{l}{s}$$

Dato questo valore massima di portata, si è proceduto a verificare il diametro della condotta stimato considerando tubazioni usurate, un riempimento massimo del 70% e la pendenza dello 0,2%.

Come si evidenzia nella figura seguente, la portata teorica è nettamente superiore a quella calcolata.



 **OPPO**
www.oppo.itCalcolo portata di una condotta circolare
a pelo libero1220

Formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler

I nostri calcoli sono stati realizzati semplificando e accorpondo alcuni parametri e/o eliminando valori ritenuti trascurabili ai fini pratici. I risultati forniti sono indicazioni di massima e non intendono sostituire quelli ricavabili con l'applicazione delle formule canoniche.

Dati di calcolo

D	<input type="text" value="0.8"/>	m	=	Diametro interno del canale
w	<input type="text" value="70"/>	%	=	Livello percentuale riempimento del canale
i	<input type="text" value="0.002"/>	m/m	=	Pendenza del canale
k	<input type="text" value="70"/>		=	Coefficiente di scabrezza

Tabella diametri interni tubazioni

Q m³/s = **Portata della condotta**

$v = k R^{2/3} i^{1/2}$

Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

- 120 Tubi Pe, PVC, PRFV
- 100 Tubi nuovi gres o ghisa rivestita
- 80 Tubi con lievi incrostazioni, cemento ord.
- 60 Tubi con incrostazioni e depositi
- 40 Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo

Figura 5: Verifica del collettore in ingresso alla vasca di laminazione.

Si ricorda che il fatto di aver considerato delle tubazioni sovradimensionate sarà sicuramente un fattore positivo dato che la fognatura funzionerà in pressione a causa del restringimento di sezione imposto per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica.

In seguito si esporranno alcune pratiche utili a diminuire la portata d'acqua meteorica in fognatura.

Best Management Practice per la gestione in loco delle acque meteoriche

Le tipologie di interventi si distinguono a seconda che si agisca in zone già urbanizzate o in nuovi insediamenti, considerando anche la densità della popolazione residente nell'area in studio. Per i nuovi insediamenti si possono prevedere dispositivi di controllo puntuali delle acque di pioggia all'interno delle stesse proprietà private; inoltre si possono individuare dei corridoi aperti di drenaggio posizionati negli spazi marginali delle particelle e/o lottizzazioni. Inoltre dovrebbero essere previsti dei sistemi superficiali di assorbimento e trattamento delle acque di dilavamento delle strade, in modo da effettuare anche una blanda depurazione degli inquinanti presenti specialmente nelle acque di prima pioggia. Nelle aree già urbanizzate si dovrebbero incentivare dei sistemi di raccolta e stoccaggio delle acque provenienti dai tetti delle singole proprietà.

Per migliorare l'assorbimento delle acque meteoriche e per contribuire a prevenire l'inquinamento da fonti diffuse, in seguito vengono riportati i più efficienti strumenti pratici tra le principali tecniche di infiltrazione e/o stoccaggio (B.P.M. - Best Management Practice):

- **I tetti verdi:** Sono dei tetti che sono parzialmente o totalmente coperti da una vegetazione piantata su una membrana impermeabile. Questi giardini possono immagazzinare una significativa quantità di acqua che può evaporare dal suolo o essere traspirata dalle piante presenti. L'acqua che viene dispersa in questa maniera non viene recapitata alla rete di fognatura contribuendo, in questo modo, alla riduzione del rischio di sovraccarico della stessa. Questa soluzione, inoltre, offre il vantaggio di regolare la temperatura della superficie interna del tetto contribuendo ad evitare un consumo elevato di energia elettrica per condizionare.



- **I bacini di Bioritenzione:** Possono essere costruiti in vari modi ed in differenti misure, generalmente sono scavati alla fine di un pendio in modo da raccogliere le acque delle falde dei tetti, raggiungono le prestazioni ottimali quando al loro interno sono messe in dimora piante o erbe locali. L'obiettivo di questi bacini è quello di raccogliere le acque piovane, in una specie di piscina, per il periodo necessario al suo assorbimento evitando così che l'acqua venga a contatto con gli inquinanti superficiali diminuendone il cammino all'aperto. Il vantaggio di questa soluzione sta anche nel fatto che l'acqua che si infiltra potrebbe aumentare la ricarica delle falde in profondità.
- **Aiuole d'infiltrazione:** Il funzionamento e le capacità depurative delle acque di dilavamento del manto stradale sono simili a quelle dei sovraesposti fossati ma hanno il vantaggio di essere più compatte e dunque applicabili in ambiente urbano. E' quella tipologia d'intervento che ha avuto maggiore successo negli Stati Uniti, ad esempio in una strada della città di Portland utilizzando queste aiuole si è ridotta del 70% la portata di picco su una pioggia con un tempo di ritorno di 25 anni. Anche in questo caso è estremamente consigliato l'utilizzo di piante autoctone ed è consentito l'utilizzo di ghiaietto proveniente dal recupero degli scarti delle demolizioni.
- **Pavimentazioni drenanti:** Queste pavimentazioni in elementi di calcestruzzo permettono l'assorbimento e l'infiltrazione dell'acqua di pioggia direttamente dal manto stradale al terreno sottostante, contribuendo alla ricarica delle falde sotterranee. I pavimenti permeabili assorbono meno calore rispetto ai convenzionali pavimenti e questo permette di ridurre l'energia necessaria a condizionare i locali intorno a queste strade e aumenta la vivibilità delle zone circostanti diminuendo la sensazione di afa specialmente nel periodo estivo. Alcuni di questi tipi di rivestimento stradale permettono di ridurre il rumore dei veicoli poiché hanno una maggiore superficie porosa fonoassorbente.
- **Trincee d'infiltrazione:** Le trincee d'infiltrazione sono scavi riempiti con ghiaia, granulato di argilla espansa oppure con elementi prefabbricati in materiali plastici. L'acqua meteorica è immagazzinata nella trincea e s'infiltra lentamente nel sottosuolo. Questi sistemi vengono realizzati quando mancano le superfici per realizzare i fossi d'infiltrazione oppure quando il suolo non è sufficientemente permeabile. Inoltre, le trincee d'infiltrazione possono essere realizzate per l'immissione delle acque meteoriche in eccesso derivanti dai tetti verdi o dagli impianti per il recupero delle acque meteoriche.
- **Botti per lo stoccaggio domestico dell'acqua piovana:** L'acqua raccolta in questo modo può essere utilizzata per l'irrigazione degli orti o dei giardini, oppure utilizzata negli sciacquoni; il metodo di raccolta più utilizzato è quello per mezzo di cisterne interrate o non. I vantaggi sono dovuti al fatto che l'acqua viene stoccata in un contenitore vicino alla proprietà ed è così utilizzabile appena dovesse venirne la necessità. Un ulteriore vantaggio deriva dal fatto che si potrebbe utilizzare questa risorsa per scopi diversi dall'uso potabile, evitando di consumare l'acqua dell'acquedotto per usi secondari.

BACINI DI BIORITENZIONE

Sono strutture di trattamento fisico-chimico e di assorbimento dell'acqua di piena che nel nostro contesto risulterebbero fondamentali soprattutto per il controllo della qualità dell'acqua. Si tratterebbe di aree piantumate con individui autoctoni, messe a dimora in bacini poco profondi, dove l'acqua di pioggia subisce trattamenti chimico-fisico-biologici prima di essere allontanata nel suolo profondo per infiltrazione. Questa applicazione può essere inserita sia nell'area urbana esistente che in quella di progetto per laminare le acque di pioggia dei tetti. In un'ottica di riduzione dei costi si pongono come alternativa al



sovradimensionamento dei condotti fognari; **infatti molto spesso, per la loro realizzazione, è sufficiente abbassare le aree a verde di 80 – 100 cm per ottenere risultati di tutto rispetto.** Opportuni accorgimenti in fase di progettazione e di realizzazione delle opere possono garantire un elevato standard di condizioni igienico-sanitarie e di fruibilità di queste aree.

Vanno evitate geometrie tali da indurre ristagni di acqua troppo prolungati nel tempo, deve essere pertanto studiato un opportuno sistema di drenaggio (naturale o artificiale) che riduca i tempi di permanenza e che eviti il presentarsi di “acquittrini artificiali”; nella maggioranza dei casi è sufficiente conoscere il profilo stratigrafico del sito per decidere come e se intervenire.

La parzializzazione dell’area a volte può essere opportuna per garantire la migliore fruibilità del sito, in particolare se la superficie disponibile non è molto estesa ma lo sono i volumi richiesti; si possono prevedere quote diverse del fondo e/o arginelli o setti di contenimento.

AIUOLE D’INFILTRAZIONE

Il funzionamento è del tutto simile all’impianto sopra descritto, anche in questo caso l’impiego principale è quello di smaltire, per infiltrazione, le acque superficiali provenienti da strade rese impermeabili dal manto in conglomerato bituminoso. In questi contesti il rendimento depurativo delle acque risulta essere molto buono, grazie alla buona capacità di smaltimento del terreno, e inoltre possono essere particolarmente utili come elementi di arredo urbano.

Data la dimensione più ristretta rispetto ai fossati di infiltrazione si consiglia di evitare il costipamento della superficie, lo sfalcio annuale deve avvenire con l’asportazione del materiale tagliato e nel caso di aiuole particolarmente lunghe, costruite nei pressi delle superfici più scoscese, si consiglia l’inserimento di dossi divisorii.

PAVIMENTAZIONI DRENANTI

E’ possibile evitare o ridurre l’impermeabilizzazione del suolo impiegando pavimentazioni drenanti: queste sono indicate soprattutto per le strade meno trafficate e nei parcheggi che non necessitano di rivestimenti molto resistenti. Sono disponibili vari modelli di questo tipo di pavimentazioni applicabili su molte tipologie di superfici, l’elemento fondamentale deve riguardare la verifica del sottofondo stradale che deve avere un’adeguata permeabilità.

L’impiego di questa tipologia non va limitato alle nuove urbanizzazioni; in caso di risanamento e manutenzione delle strade del quartiere esistente si potrebbe nuovamente favorire l’assorbimento delle acque di dilavamento andando a sostituire i rivestimenti impermeabili (come ad esempio l’asfalto e i lastricati con giunti cementati) con pavimentazioni drenanti in modo da mitigare i problemi riscontrati con l’utilizzo del precedente rivestimento.

I pavimenti drenanti sono utilizzati anche per facilitare il reintegro delle falde acquifere e ridurre il carico sulle fognature esistenti; in un contesto come quello in oggetto si dimostra che si possono raggiungere facilmente i livelli di prestazione massimi per questa tecnologia. **Ipotizzando che il coefficiente di permeabilità dei pavimenti drenanti possa raggiungere agevolmente valori del 60%**, questi si potranno ottenere nei punti pianeggianti (che sono i più critici per il ristagno dell’acqua) grazie anche all’eventuale presenza di un terreno relativamente idoneo alla filtrazione.



Queste pavimentazioni non rappresentano la soluzione a tutte le problematiche sopra specificate ma sicuramente potrebbero essere una valida soluzione soprattutto se abbinate alle opere di drenaggio già esistenti. In seguito elenco alcuni dei maggiori vantaggi attribuibili ai pavimenti permeabili:

- Assorbono le acque meteoriche e le lasciano permeare nel substrato favorendone il deflusso e una loro parziale depurazione.
- Assorbono con semplicità le acque meteoriche e le distribuiscono nel substrato in modo naturale e su un'ampia superficie.
- Favoriscono il mantenimento delle falde acquifere in quanto aiutano ad alimentarle in modo più naturale, adeguato e costante.
- Riducono i fenomeni di ruscellamento superficiale con benefici in termini di sicurezza stradale durante gli eventi meteorici.
- Creano un "microclima favorevole" in quanto non formano uno strato impermeabile e permettono alla terra di scambiare calore con l'esterno accumulando meno calore durante l'esposizione al sole e conseguentemente irraggiando meno calore al tramonto.
- Necessitano di poca manutenzione e hanno una durata paragonabile a quella dell'asfalto;
- Nel caso di manutenzioni al sub-strato o ai sottoservizi non si vengono a creare i tipici rattoppi superficiali che si creano nelle pavimentazioni in asfalto.

Per raggiungere il massimo delle prestazioni consentite da questo tipo di tecnologia sarà necessario posare il manto stradale su uno strato permeabile ben compatto ma di granulometria non troppo fine per evitare rischi di intasamento degli spazi che dovrebbero permettere il drenaggio.

Per i viottoli interni alle proprietà e per i parcheggi privati si consiglia l'uso esclusivo dei pavimenti drenanti in modo da sfruttare a pieno i loro vantaggi legati all'intrinseca capacità di assorbimento, al fatto di riuscire a garantire un buon abbattimento dello scorrimento dell'acqua superficiale e la possibilità di sfruttare il filtro naturale che offre il terreno per depurare parzialmente le acque prima che possano infiltrarsi in falda.

TRINCEE D'INFILTRAZIONE

Nel caso in cui non si possano costruire dei bacini d'infiltrazione, a causa del suolo non particolarmente permeabile, possono essere proposte delle trincee d'infiltrazione; tradizionalmente queste sono composte da scavi in grado di smaltire l'acqua piovana proveniente dai tetti o da altre superfici dove il rischio di contaminazione è basso. Questi scavi sono riempiti con materiali inerti naturali (ghiaia o spezzato di cava, possono essere utilizzati inerti macinati provenienti dalle demolizioni di edifici) ad elevata permeabilità. L'acqua è raccolta in un pozzetto e fatta transitare in una tubazione drenante collocata alla base della trincea in modo da facilitarne la dispersione; per evitare l'intasamento del corpo drenante questo viene completamente rivestito da strati di tessuto non tessuto.

SERBATOI PER LO STOCCAGGIO DELL'ACQUA PIOVANA

Le acque di dilavamento dei tetti e delle superfici di copertura sono considerate le migliori, a livello qualitativo, perché interamente accumulabili e riutilizzabili per usi domestici secondari, per usi non potabili (per esempio nei WC) e per irrigazione. I serbatoi sono generalmente realizzati in calcestruzzo o in materiale plastico, permettono l'accumulo e la decantazione delle acque meteoriche e possono essere collocati fuori terra, in cantina, sopra i tetti o interrati. A fronte di questa iniziativa deve esserci comunque un'esecuzione degli edifici che preveda delle coperture disegnate in modo tale da facilitare la raccolta delle



acque piovane mentre la struttura dell'edificio deve essere calcolata pensando anche all'eventualità del sovraccarico causato dal serbatoio. **In fase di edificazione si può pensare alla realizzazione di una cisterna di accumulo sopraelevata dal piano campagna in modo tale da non richiedere l'installazione di una pompa, ma solo di un impianto di separazione delle prime piogge. Un impianto del genere, del tutto passivo, costituirebbe la soluzione ideale da applicarsi a tutti gli edifici di nuova costruzione e specialmente a quelli con grandi spazi verdi.**

Un semplice esempio di utilizzo facilmente applicabile su un pluviale consiste nel tagliare ad una certa altezza dal suolo il tubo che scarica a terra l'acqua, la pioggia che uscirà dal tubo verrà successivamente filtrata da uno strato di ghiaietto posato sopra al tappo superiore di un contenitore, generalmente fabbricato in materiale plastico, formato da una rete a maglia fine. Lo scarico di troppopieno potrà essere sistemato in modo tale da disperdere l'acqua in eccesso verso un pozzo a perdere o in un bacino di bioritenzione interni all'area cortiliva.



Figura 6: Un tetto verde (Fonte: EPA).



Figura 7: Un fossato d'infiltrazione (Fonte: EPA).



Figura 8: Un bacino di bioritenzione (Fonte: EPA).



Figura 9: Un'aiuola d'infiltrazione (Fonte: EPA).



Figura 10: Una pavimentazione drenante (Fonte: Masulli).



Figura 11: Una botte per lo stoccaggio domestico dell'acqua piovana (Fonte: EPA).



Figura 12: Una trincea d'infiltrazione (Fonte: EPA).



Figura 13: Un pozzo a perdere.

Come specificato nell'introduzione, al fine di prevenire fenomeni di inquinamento dello strato superficiale del sottosuolo, nel caso in cui sia prevista l'installazione di questi sistemi di assorbimento delle acque meteoriche sarà necessario dotarsi, da parte degli acquirenti dei lotti, di idonei sistemi di separazione delle prime piogge dimensionati sui almeno i primi 5 mm di ogni evento piovoso.

Le Best Management Practices (BMP), riassumendo, hanno l'obiettivo di:

- contenere i deflussi superficiali;
- assicurare il principio d'invarianza idraulica;
- favorire l'infiltrazione delle acque nel terreno; - favorire il recupero delle acque meteoriche;
- migliorare la qualità delle acque;
- assicurare un adeguato livello di sicurezza idrogeologica;
- assicurare l'integrazione degli interventi nel contesto di riferimento.

In merito al ruolo delle BMP nel contenimento dei deflussi in rete, ovvero alla opportunità di utilizzare le BMP per ottenere un effetto significativo di laminazione delle portate idriche in rete, occorre rilevare come



detto quesito sia oggetto di notevole attenzione da parte della letteratura scientifica. Recenti contributi hanno messo in evidenza il ruolo potenzialmente molto significativo che le BMP possono giocare nell'incrementare la capacità di invaso dei bacini urbani. Esperienze significative in merito sono state condotte in Australia, ove è stata maturata una lunga esperienza di applicazione delle BMP.

Perciò le acque di seconda pioggia - Acque meteoriche pulite - potranno essere scaricate direttamente in acque superficiali o sul suolo senza necessità di depurazione né di autorizzazione come da "DGR ER 286/05 – Disciplina delle acque meteoriche e di prima pioggia Principali casistiche individuate e relativi obblighi". Inoltre la Delibera di Giunta Regionale N. 1860 del 18 Dicembre 2006 prevede che lo scarico delle acque di seconda pioggia o delle acque meteoriche derivanti da superfici non suscettibili di essere contaminate in modo significativo (coperture dei fabbricati, aree impermeabili/semipermeabili non soggette a nessun uso/attività specifica ovvero escluse dall'ambito di applicazione della direttiva) possa avvenire a "Suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, ove possibile in relazione alle caratteristiche del suolo". In ogni caso gli interventi di dispersione delle acque meteoriche non devono considerarsi come "scarico nel sottosuolo" e devono essere scavati ad una profondità tale da non interferire con l'acquifero superficiale.

Dal Parere del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio N. Prot. 6983/TAI/DI/PRO del 07.08.2002 si ottiene la definizione di strato superficiale del suolo:

"Al riguardo si fa presente che l'articolo 29 del decreto legislativo 152/99 vieta lo scarico su suolo o strati superficiali del sottosuolo fatta eccezione per i casi previsti al comma 1 del medesimo articolo. In merito, quindi, alla possibilità di effettuare lo scarico si fa presente che per scarico su suolo deve intendersi lo scarico che avviene sul piano campagna tramite spandimento.

Per scarico negli strati superficiali del sottosuolo può intendersi lo scarico che avviene in un corpo naturale, situato al di sotto del piano campagna, composto da sostanze minerali ed organiche, generalmente suddiviso in orizzonti, di profondità variabile che differisce dalla roccia disgregata sottostante per morfologia, per le proprietà, per la composizione chimico-fisica e per i caratteri biologici.

Lo spessore di tale corpo natura dovrebbe essere compreso tra 1,5 e 4,0 metri e, comunque, deve trovarsi al di sopra della massima escursione del livello di falda di 1,50 metri. Tale definizione è necessaria al fine di garantire uno spessore sufficiente affinché avvengano i fenomeni di autodepurazione e la possibilità tecnica di installare dispositivi di scarico nonché impedire il contatto diretto tra lo scarico e le acque sotterranee.

La condizione sopra esposta deve intendersi come indicazione di carattere generale e comunque lo scarico può avvenire solo nei casi in cui:

- si possono sfruttare i naturali processi biologici, chimici e fisici che accompagnano i moti di filtrazione e percolazione dei liquami scaricati e le conseguenti ridistribuzioni di umidità negli strati superficiali del sottosuolo;

- si eviti il danneggiamento alla circolazione sotterranea.

Per quanto riguarda il primo punto, i fenomeni di autodepurazione, determinati dalla presenza di uno strato attivo, sono condizionati dalla natura pedologica e geologica dell'area, nonché dalle caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche. Pertanto la presenza di eventuali sostanze che non subiscono fenomeni di autodepurazione apprezzabili deve essere vietata. Per quanto sopra l'attività di scarico va valutata caso per caso sulla base di idonei accertamenti sulla situazione locale.



Inoltre, in relazione al rispetto della tabella 4 dell'allegato 5 del 152/99 che definisce limiti minimi di emissione per le acque reflue urbane ed industriali, ai fini di una corretta tutela delle acque sotterranee, si fa presente che qualora le condizioni locali siano tali da non poter accettare tali limiti, gli stessi devono essere più restrittivi o addirittura può essere previsto il divieto di scarico su suolo e negli strati superficiali del sottosuolo."

Nei due lotti privati da realizzare, come suggerisce il PSC, è da valutare l'utilizzo di sistemi di infiltrazione come metodo di laminazione delle portate; tale suggerimento è caldamente consigliato specialmente nel caso delle acque di dilavamento delle superfici a basso rischio di inquinamento come quelle dei tetti.

PREDIMENSIONAMENTO RETE ACQUE NERE

Il dimensionamento della rete delle acque nere richiederebbe una stima sufficientemente precisa degli scarichi degli insediamenti che verranno realizzati. Attualmente questa stima non è disponibile per cui è solo possibile valutare la portata massima in uscita dal comparto e fornire indicazioni costruttive e di posa.

La rete delle acque nere sarà composta da circa 230 m di condotta a gravità e circa 320 m di condotta in pressione. Infatti si prevede, in posizione centrale al comparto, la realizzazione di una stazione di sollevamento capace di raccogliere e recapitare a destino l'acqua da depurare.

Dovranno essere posati tubi in Polietilene ad Alta Densità PE 100 conformi alle norme UNI EN 12201 ed ISO 4427 colore nero con strisce marroni coestruse longitudinali, segnato ogni metro con sigla produttore, data di produzione, marchio e numero distintivo IIP o equivalente, diametro del tubo, pressione nominale, norma di riferimento; prodotto da azienda certificata ISO 9001.

Diametro Esterno 90 mm, Pressione di esercizio 16 bar.

Il recapito della rete delle acque nere è un pozzetto di una fognatura a speco circolare in gestione ad IRETI S.p.A. situato in via XXV aprile.

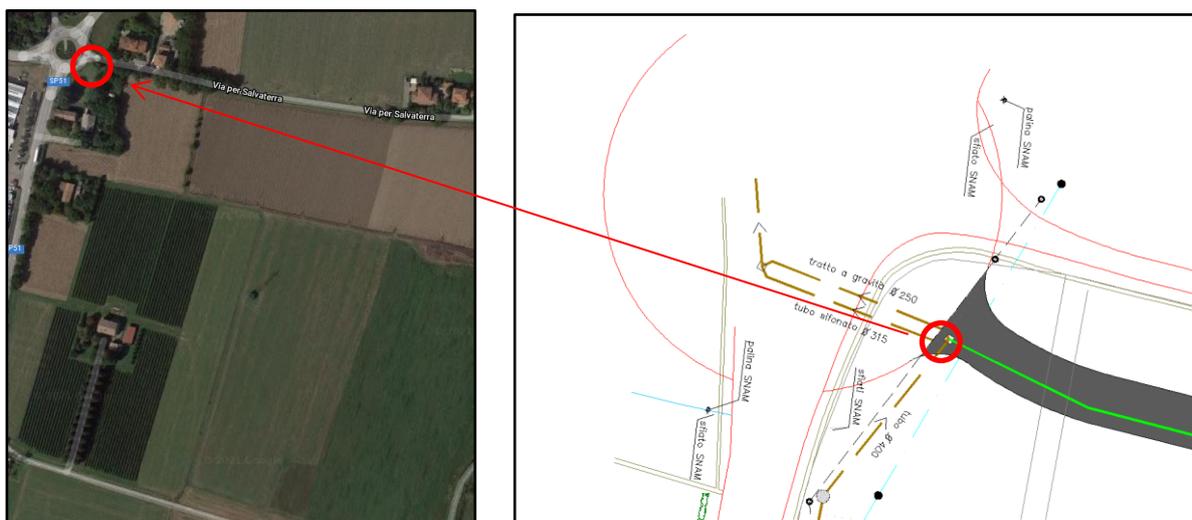


Figura 14: Individuazione della fognatura di recapito della rete delle acque nere.

A partire dal pozzetto di recapito la fognatura sarà realizzata con tubazioni in PVC SN8 Ø 250 mm UNI EN 1401 e avrà una pendenza minima dello 0,2%, come da prescrizioni dell'ente che prenderà in carico la rete.



Tubi PVC SN8 - SDR 34

Ø esterno mm	Spessore mm	Ø interno mm	Ø est. bicchiere mm	Peso kg/m
110	3,2	103,6	128,4	1,78
125	3,7	117,6	146,4	2,32
160	4,7	150,6	186,2	3,76
200	5,9	188,2	230,8	5,87
250	7,3	235,4	290,2	9,14

Figura 15: Tabella caratteristiche tubi in PVC SN8. www.oppo.it

Oltre al pozzetto di recapito, potranno essere previsti 8 o 9 pozzetti di ispezione posti ad una distanza l'uno dall'altro di circa 30 m e, come nel caso delle acque bianche, si dovrà prevedere l'allaccio delle acque dei lotti edificabili mediante tre appositi pozzetti.

Il dimensionamento preliminare della rete, in mancanza di prescrizioni, viene effettuato considerando una portata media specifica di acque reflue pari a 1 litro/sec*ha di superficie occupata da capannoni con una variazione oraria massima pari a 2,5.

$$Q_n = 3,01 * 1 * 2,5 = 7,53 \text{ l/s}$$

Le condotte verranno posizionate con una pendenza del fondo di scorrimento del 0,2%, per una lunghezza di circa 230 m e con un ricoprimento minimo di cm. 100 tra filo cielo della condotta e filo pavimentazione stradale. La posa della tubazione dovrà possibilmente avvenire in "trincea stretta" e, nel caso non sia garantito lo spessore minimo del ricoprimento, sopra la tubazione dovrà essere prevista una soletta in c.a. di dimensioni e armature tali da poter sopportare ai carichi derivanti dal traffico di veicoli di 1° categoria.

OPPO www.oppo.it 1220

Calcolo portata di una condotta circolare a pelo libero

Formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler

I nostri calcoli sono stati realizzati semplificando e accorpando alcuni parametri e/o eliminando valori ritenuti trascurabili ai fini pratici. I risultati forniti sono indicazioni di massima e non intendono sostituire quelli ricavabili con l'applicazione delle formule canoniche.

Dati di calcolo

D m = Diametro interno del canale Tabella diametri interni tubazioni

w % = Livello percentuale riempimento del canale

i m/m = Pendenza del canale

k = Coefficiente di scabrezza

Q m³/s = Portata della condotta

$v = k R^{2/3} i^{1/2}$

Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

- 120 Tubi Pe, PVC, PRFV
- 100 Tubi nuovi gres o ghisa rivestita
- 80 Tubi con lievi incrostazioni, cemento ord.
- 60 Tubi con incrostazioni e depositi
- 40 Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo

Figura 16: Calcolo della portata di riferimento a monte della stazione di sollevamento. www.oppo.it

Alle condizioni sopra citate, e considerando i tubi "usati", la portata media da considerare come valore massimo di portata gestibile della condotta a gravità risulterà essere pari a **11,72 l/s** e dunque superiore alla portata massima di scarico prevista per il comparto in oggetto.



Il valore così stimato risulta compatibile con la portata massima di progetto. Prima della stesura del progetto di questa condotta dovrà essere verificata la profondità del chiusino di recapito e dovrà essere presa in debita considerazione l'interferenza con gli altri sottoservizi, specialmente la fognatura delle acque bianche.

Tali stime non considerano utenze particolarmente inquinanti e/o idroesigenti per le quali dovranno essere previsti idonei sistemi di pretrattamento dei reflui e di rilascio graduale in fognatura. Infine si rammenta che sarà di fondamentale importanza il parere di IRETI S.p.a. per sapere se le considerazioni effettuate sono compatibili con gli allacci della fognatura esistente a valle dell'urbanizzazione in progetto.

Reggio Emilia, Lì 27/12/2021

Il tecnico incaricato

(Ing. Riccardo Catellani)



Riccardo Catellani