UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE

Carlo Antonio Stival
via A. Valerio 6/1
34127 Trieste
+390405583489
cstival@units.it

ARGOMENTO 18

5 APRILE 2023

Uso razionale della risorsa idrica

Recupero delle acque meteorologiche e grigie

A. A. 2022-2023
Laboratorio di Costruzione dell'Architettura
Corso di Tecnologie e soluzioni edilizie
per la sostenibilità ambientale

Classificazione delle esigenze: URR

classe	esigenze	requisiti	
URR. Uso razionale delle risorse	Utilizzo razionale dei materiali da costruzione	URR.1.1	Utilizzo di materiali, elementi e componenti riciclati
		URR.1.2	Utilizzo di materiali, elementi e componenti aventi potenziale di riciclabilità
		URR.1.3	Utilizzo di tecniche costruttive per il disassemblaggio a fine vita
		URR.1.4	Utilizzo di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità
	Utilizzo razionale delle risorse derivanti da scarti e rifiuti	URR.2.1	Raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani
	Utilizzo razionale delle risorse idriche	URR.3.1	Riduzione del consumo di acqua potabile
		URR.3.2	Recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche
	Utilizzo razionale delle risorse climatiche ed energetiche Salvaguardia dei sistemi naturalistici e paesaggistici	URR.4.1	Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per il riscaldamento
		URR.4.2	Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per il raffrescamento e la ventilazione igienico – sanitaria
		URR.4.3	Utilizzo passivo di fonti rinnovabili per l'illuminazione
		URR.4.4	Isolamento termico
		URR.4.5	Inerzia termica per la climatizzazione
		URR.4.6	Riduzione del fabbisogno d'energia primaria e sostituzione di fonti energetiche da idrocarburi con fonti rinnovabili

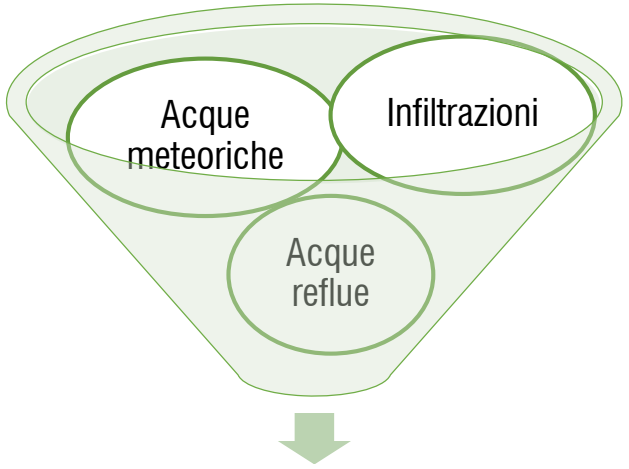
Tipologie di sistemi di fognatura

Le **reti fognarie**, ossia quel complesso di canalizzazioni, in genere sotterranee, atte a raccogliere ed allontanare da insediamenti civili e produttivi le **acque superficiali** e le acque **reflue**, svolgono di principio due funzioni:

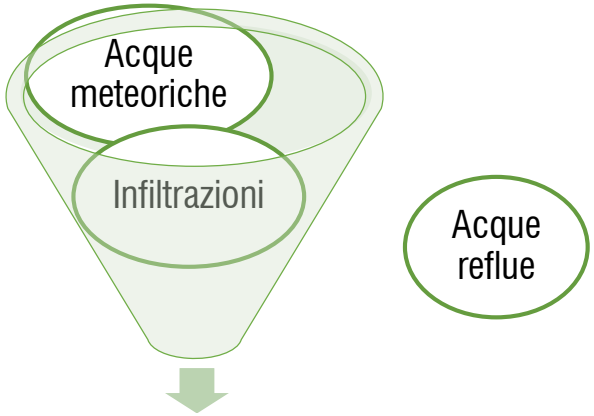
- la **raccolta** delle **acque di scarico**, reflui dei diversi servizi legati alla tipologia di utenza, ed il loro **convogliamento** verso l'impianto di depurazione;
- l'**allontanamento** delle acque meteoriche per il successivo invio al **corpo idrico ricettore** (a valle di un idoneo **trattamento**).

Le reti fognarie possono quindi svilupparsi secondo due principali tipologie distributive:

1. rete **separata**. Le **acque bianche** e **nere** vengono convogliate in **due condutture distinte**: la rete bianca immette al corpo ricettore, mentre i reflui neri subiscono prima tutte le fasi di **trattamento**;
2. rete **mista**. Le acque bianche e nere vengono **convogliate alla stessa rete**, **trattate** ed inviate al corpo ricettore.



RETE FOGNARIA MISTA



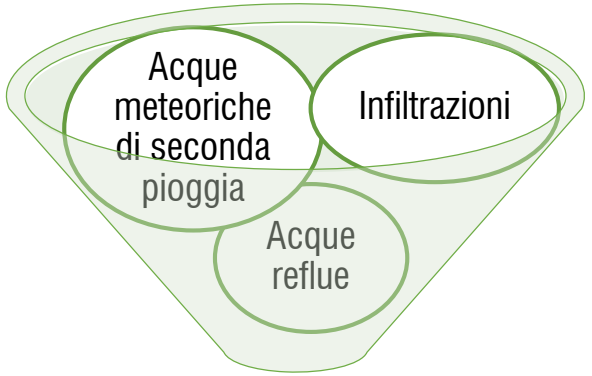
RETE FOGNARIA SEPARATA

Tipologie di sistemi di fognatura

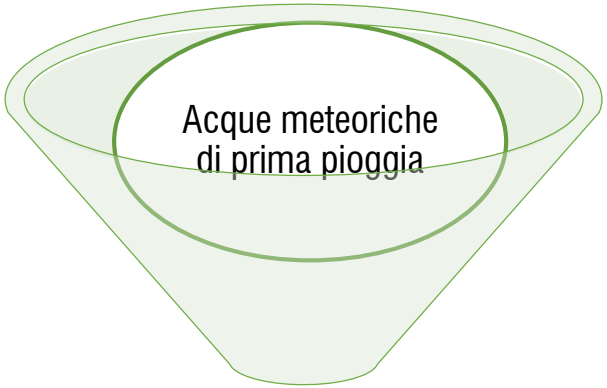
A queste due principali tipologie se ne aggiunge una terza, definita «**rete misto - separata**». In questo caso le acque nere seguono l'iter tradizionale, dal collettamento al ricettore finale passando attraverso le diverse fasi di trattamento, mentre le **acque meteoriche** sono suddivise in:

- acque di **prima pioggia**, trattate separatamente;
- acque di **seconda pioggia**.

Le disposizioni in materia di risorse idriche (D.P.C.M. 4/3/1996) richiedono di prevedere **sistemi separati** di raccolta delle acque meteorologiche per interventi di **nuova urbanizzazione**. Tale principio è ripreso dal D. Lgs. N. 152/1999 che richiede, nei nuovi insediamenti, **sistemi** di **collettamento differenziati** per le **acque piovane** e le **acque reflue**. Per quanto concerne la fognatura separata, la condotta delle acque meteoriche di dilavamento può essere dotata di **dispositivi** per la **raccolta** e la **separazione** delle **acque di prima pioggia**.



RETE FOGNARIA MISTA



RETE FOGNARIA SEPARATA
PER ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Acque di prima e di seconda pioggia

Nel 1985 la Regione Lombardia, in anticipo rispetto alla normativa nazionale, definì le acque di prima pioggia quelle corrispondenti, per ciascun evento meteorico (su intervalli minimi di 48 ore), ad una **precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita** sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. La precipitazione si considera avvenire per una **durata di 15 minuti**.

Le acque di prima pioggia si differenziano in base alle **superfici dilavate** (superfici urbane, superfici pesantemente **contaminate** o ***stormwater hotspot***, quali ad esempio un punto di distribuzione carburante o un piazzale di un'attività produttiva. Ci si riferisce a:

- le **caratteristiche** fisiche delle **particelle colloidali** ed in **sospensione**;
- la concentrazione dei **composti**, organici ed inorganici, presenti in soluzione;
- la concentrazione di **particolati** e **microorganismi**.

GIACITURA SUPERFICIE		AREA DI CALCOLO
orizzontale		100% (escludendo le aree afferenti a sistemi di recupero dell'acqua piovana)
verticale	verticale	50%
	inclinata	Superficie della proiezione orizzontale
	due superfici adiacenti	35% della somma delle superfici

Acque di prima e di seconda pioggia

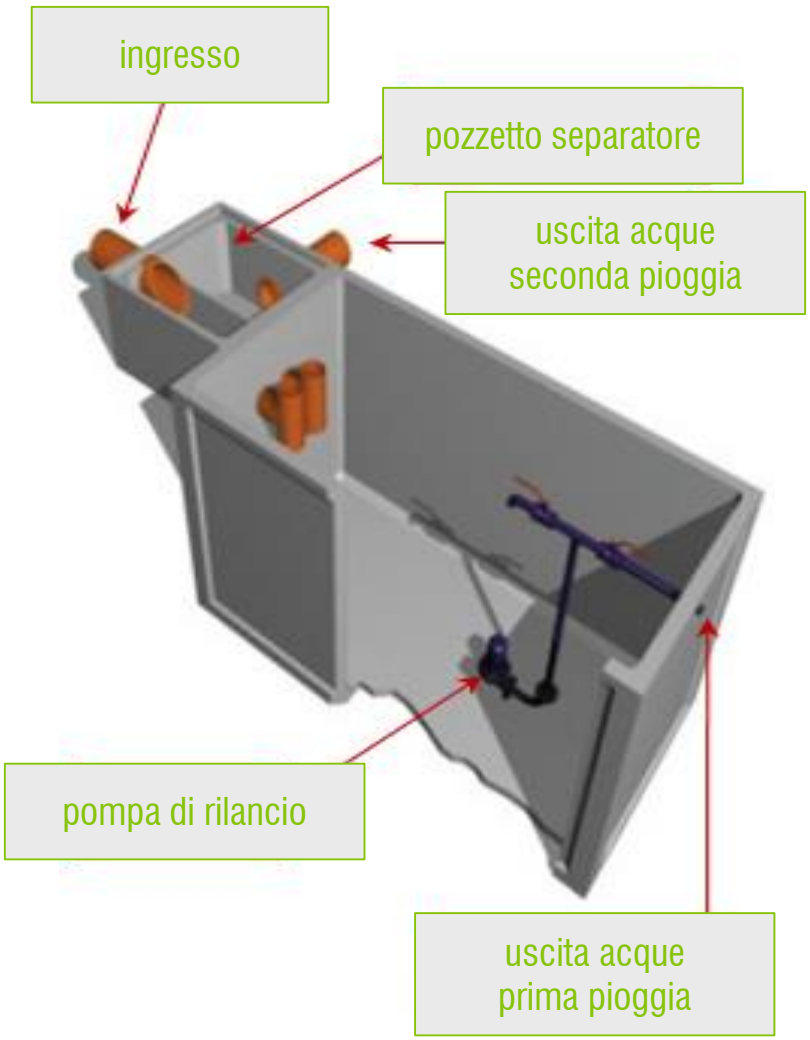
Il trattamento delle **acque di prima pioggia** deve prevedere la predisposizione di opportuni **volumi** per lo **stoccaggio**, denominati **vasche di prima pioggia**; da questi volumi le acque sono rilanciate ad una **unità di trattamento** per processi di dissabbiatura e disoleatura.

Il volume di stoccaggio è preceduto da un pozzetto separatore per lo **sfioro** delle **acque** di **seconda pioggia**; il volume che ne deriva è di poco superiore alla portata della precipitazione di altezza 5 mm, corrispondente ad una durata di 15 minuti.

Il calcolo del volume della vasca di prima pioggia avviene secondo la formula:

$$V_V = h \cdot A_S$$

nella quale compare l'altezza di prima pioggia h = 5 mm. La superficie A_S su cui gravita l'acqua meteorica, detta area di influenza, comprende superfici orizzontali ed aliquote di superfici verticali.

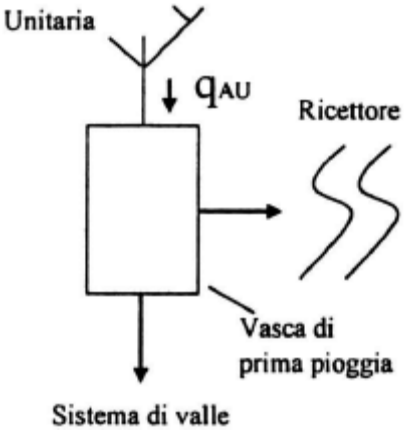


Acque di prima e di seconda pioggia

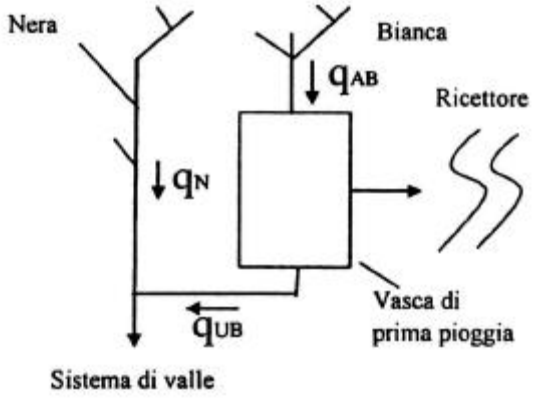
Il controllo degli scarichi di origine meteorica, al fine di contenere l'**inquinamento** sui **corpi idrici ricettori**, può essere perseguito attraverso tre tipologie di schemi impiantistici riguardanti le reti fognarie:

- impiego di **scaricatori di piena**;
- impiego di **scaricatori** di piena **associati** a **vasche** di prima pioggia **in linea**;
- impiego di **scaricatori** di piena congiunto a **vasche** di prima pioggia **fuori linea**.

La presenza di un semplice scolmatore consente di avviare verso l'impianto di trattamento esclusivamente la portata che questo può trattare con risultati sufficienti; la portata rimanente viene deviata ed indirizzata verso il corpo idrico ricettore.



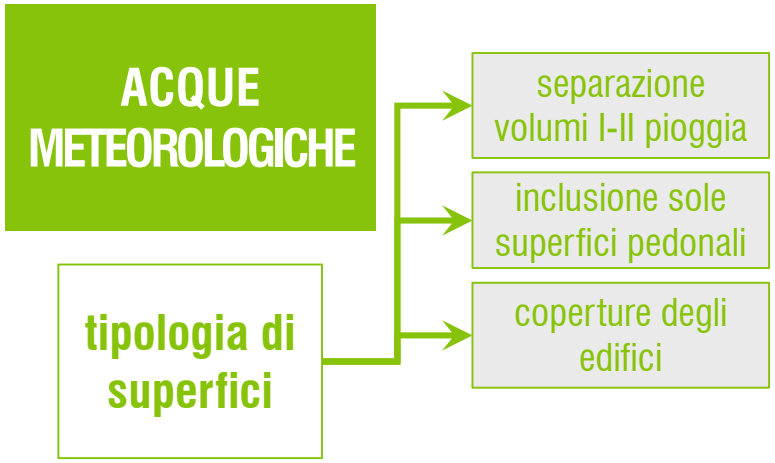
Inserimento di una vasca di prima pioggia
🡐 in un sistema unitario
🡓 in un sistema separato



Raccolta e recupero delle acque meteoriche

Definite e distinte le **acque meteoriche** di **dilavamento**, che gravitano su superfici scoperte e recapitano gli effluenti in corpi idrici superficiali o reti fognarie, è evidente che per recuperare, per usi compatibili, le acque meteoriche è necessario che i **volumi** di **prima pioggia** siano **separati** da quelli di **seconda pioggia**: i primi sono da considerarsi inquinati se provenienti da aree in cui si svolgono attività industriale o interessate dal transito di automezzi.

L'elevato impegno economico per disporre di sistemi di separazione delle acque inquinate rende necessaria l'adozione di **soluzioni alternative**; per esempio recuperando le sole acque di dilavamento **provenienti dalla copertura** o da **aree** esterne interessate esclusivamente da **accessi** e **flussi pedonali**.



Raccolta acque meteoriche in edifici civili

L'**impianto per il recupero dell'acqua meteorologica** è costituito essenzialmente da **tre sottosistemi**:

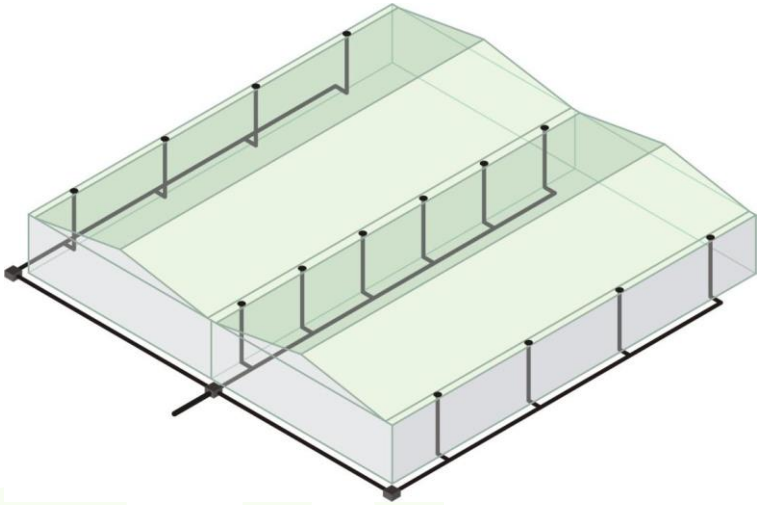
- il sottosistema di **stoccaggio** delle acque meteoriche, costituito dal **serbatoio** per l'accumulo della massa d'acqua e da quegli elementi tecnici (ad esempio **canali di gronda**, **pluviali**) utilizzati per realizzare un tradizionale impianto di **convogliamento** al volume;
- il sottosistema per il **riutilizzo** delle acque stesse, il cui scopo è **prelevare** l'acqua stoccata e **renderla disponibile** alle **utenze** attraverso circuiti e componenti idraulici;
- il sistema di opportuno **filtraggio**, che porta le acque recuperate ad un **livello di qualità** congruo agli usi a cui sono destinate.

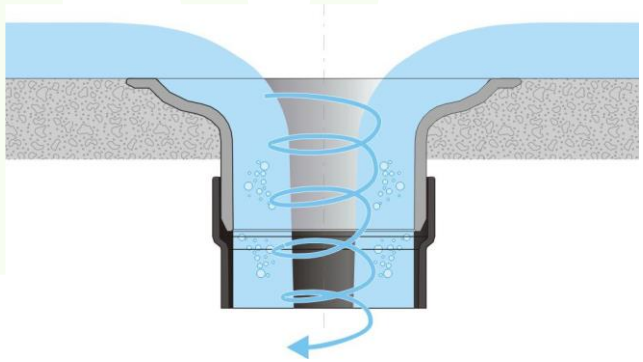
In base alle precedenti considerazioni, si configura un **impianto idrico duale**, nel quale alla conformazione tradizionale si integra l'impianto di recupero che consente un prelievo differenziato della risorsa idrica recuperata.



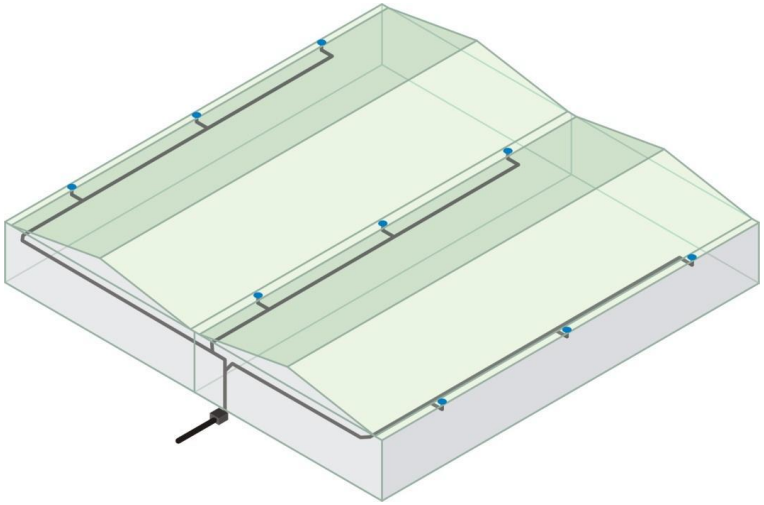
Raccolta acque meteoriche in edifici civili

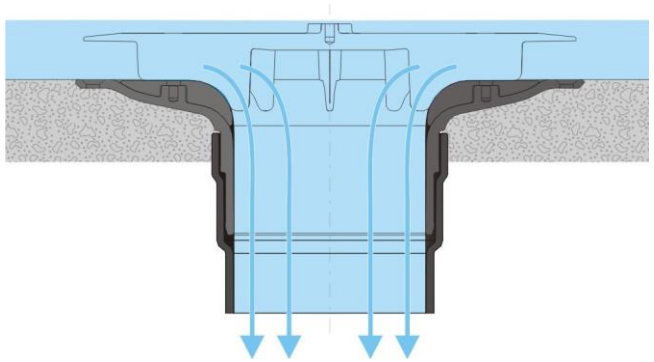
SISTEMA DI SCARICO CONVENZIONALE





SISTEMA DI SCARICO SIFONICO





Raccolta acque meteoriche in edifici civili

I **dati necessari** al progetto di un sistema di raccolta dell'acqua piovana sono sostanzialmente:

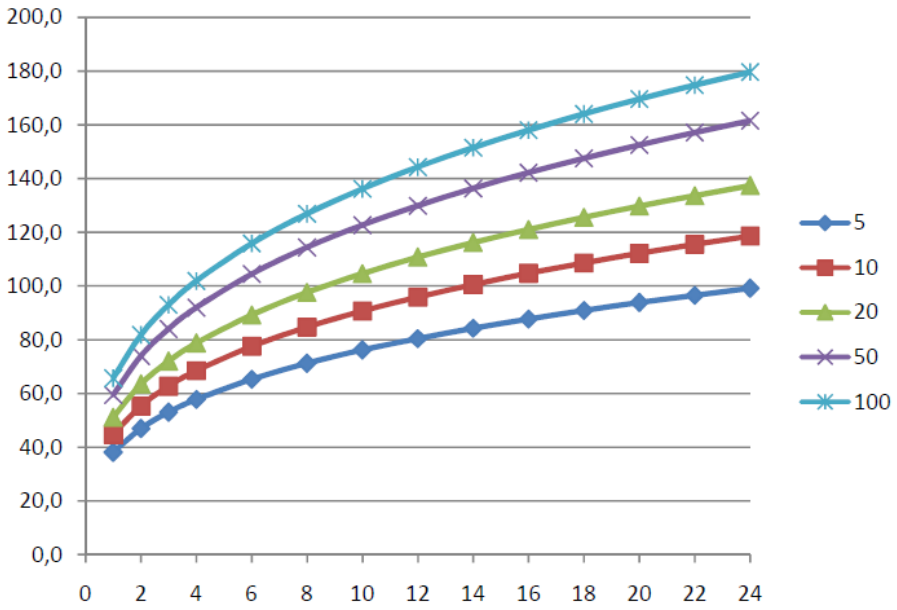
- le **precipitazioni** mediamente prevedibili, espresse in [mm/m^2 anno];
- il **consumo stimato** di acqua;
- la **superficie utile** di raccolta.

Lo studio della pluviometria considera un'altezza di pioggia h determinabile in base alla relazione esponenziale

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

in cui compaiono la durata t dell'evento meteorico in ore e due parametri (a, N) che caratterizzano la **curva segnalatrice** di **possibilità pluviometrica**.

La determinazione delle curve avviene in base ai dati contenuti in abachi che registrino le altezze di precipitazione delle piogge di massima intensità in una determinata località, ad esempio gli Annali Idrologici.



- In ascissa, la durata dell'evento meteorologico
- In ordinata, l'altezza di pioggia h
- A ciascuna serie corrisponde un diverso tempo di ritorno

Raccolta acque meteoriche in edifici civili

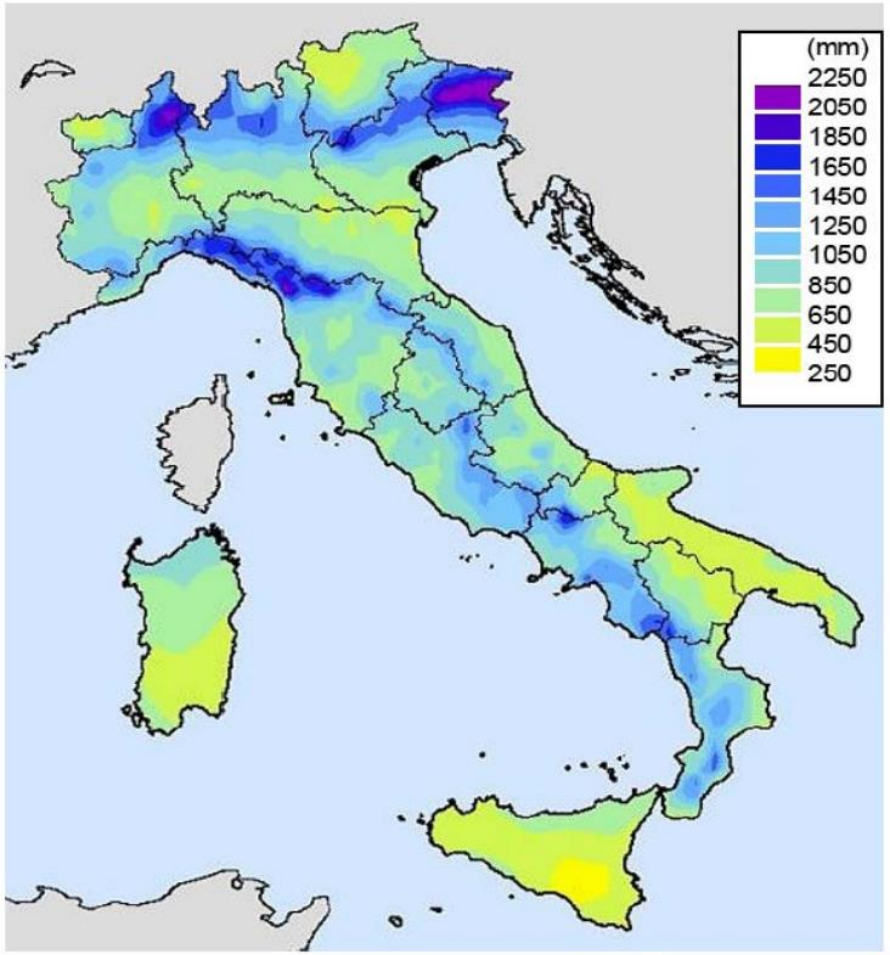
L'**intensità di precipitazione i** si ricava manipolando opportunamente la formula dell'altezza di pioggia:

$$i = \frac{h}{t} = \frac{a \cdot t^N}{t} = a \cdot t^{N-1}$$

È allora possibile calcolare la portata di acqua piovana che è possibile evacuare dalla copertura, esprimibile in [l/sec] o in [l/h], secondo la formula:

$$Q = i \cdot A \cdot C \cdot C_R$$

Oltre all'intensità della precipitazione i, generalmente variabile nell'intervallo **0,01 ÷ 0,06 l/(s m^2)** ed all'area effettiva della copertura A [m^2], si considerano due **coefficienti correttivi**.



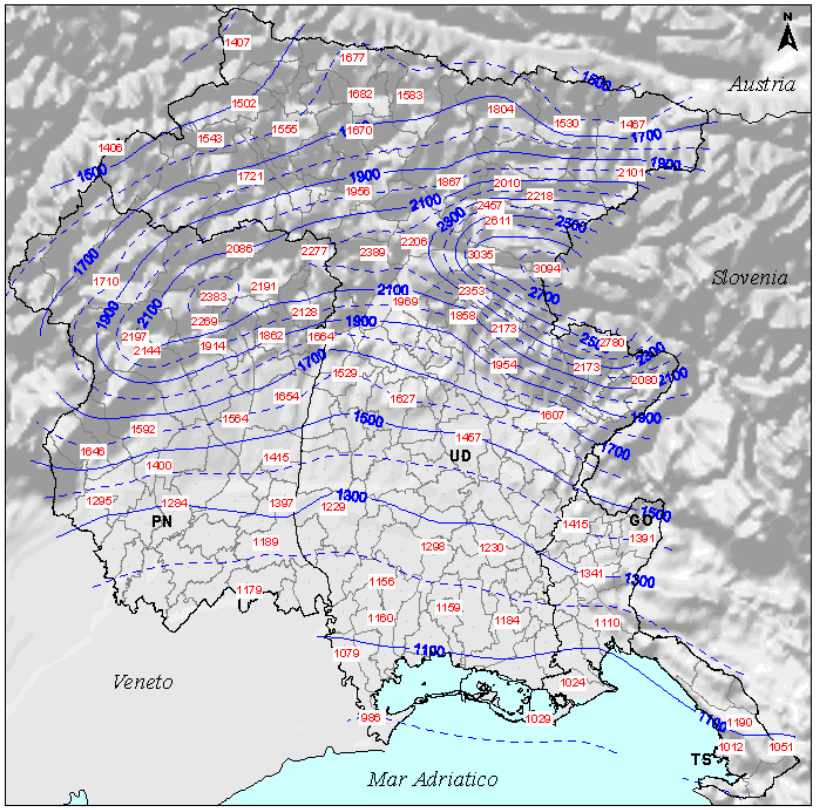
Raccolta acque meteoriche in edifici civili

Il **coefficiente di scorrimento C** dipende dal tipo di materiale su cui scorre l'acqua in copertura. Si assume **C=1** per una copertura in **tegole**, **coppi**, **metallo** o **PVC**, mentre il valore di **C varia nell'intervallo 0,1÷0,8** per le **coperture a verde**, a seconda dello spessore dello strato colturale.

Il **coefficiente di rischio C_R** è invece dipendente dalla **destinazione d'uso dell'edificio**. Si adotta un valore unitario per cornicioni di gronda normali, un valore pari a 2 nel caso in cui non sia trascurabile il **rischio di infiltrazioni nell'edificio** per precipitazioni superiori al carico di progetto, fino ad un valore massimo di 3 per edifici a **particolare destinazione d'uso** (**musei**, **ospedali**, **depositi di sostanze tossiche**).

I valori di Q sono necessari a **dimensionare canali di gronda** e **pluviali** (norme UNI EN 12056).

PIOGGE 1961-2000
media anno



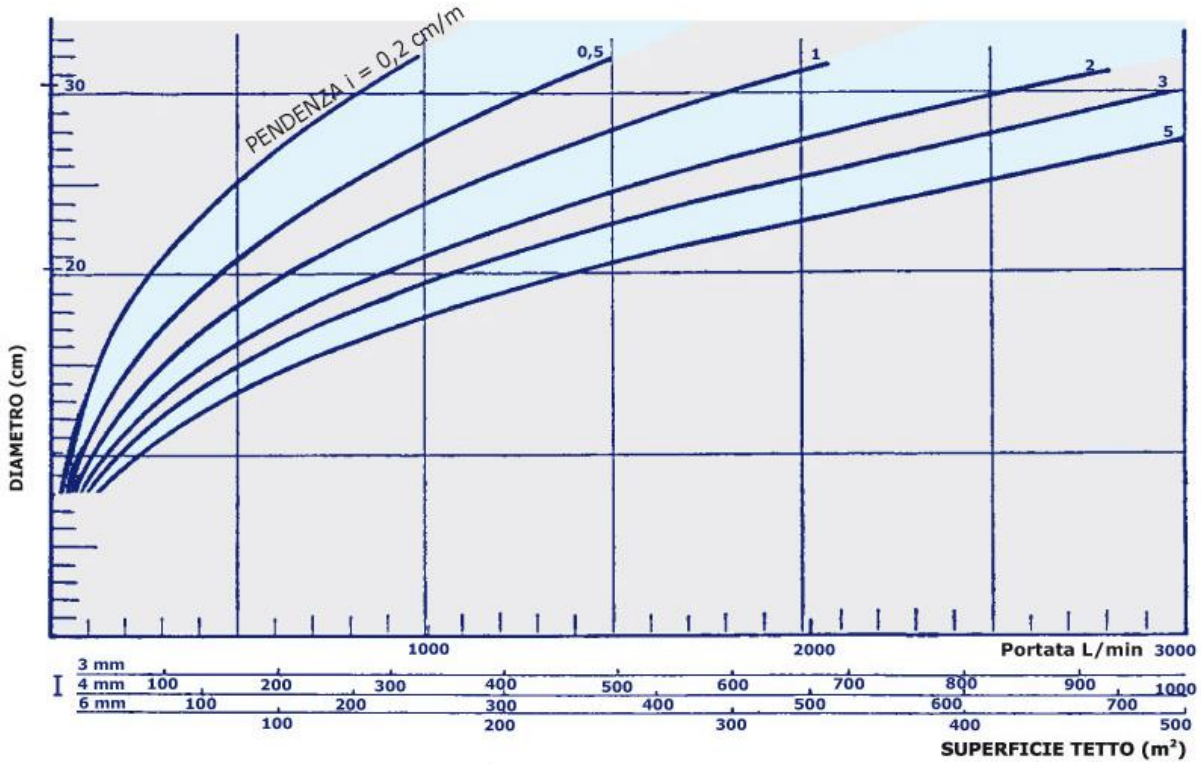
dati:
Direzione Centrale
Ambiente e Lavori Pubblici
Servizio Idraulica

elaborazione:
ARPA-OSMER
22/01/2008

https://www.osmer.fvg.it/clima.php?ln=

Raccolta acque meteoriche in edifici civili

CANALI DI GRONDA



PLUVIALI

DIAMETRO INTERNO DEL PLUVIALE [mm]	CAPACITÀ IDRAULICA [l/sec]
50	1,7
60	2,7
70	4,1
80	5,9
90	8,1
100	10,7
110	13,8
120	17,4
140	26,3
160	37,5
180	51,4
200	68,0

Raccolta acque meteoriche in edifici civili

Il **volume del serbatoio di accumulo** delle acque meteoriche **si rapporta ai consumi idrici** dell'utenza servita dall'impianto.

È necessario stimare il rapporto intercorrente tra i consumi e l'apporto meteorico con un'analisi mensile: in assenza di specifici sistemi di trattamento, **l'acqua in serbatoio può essere impiegata entro un periodo di 30 giorni dal suo ingresso**; la permanenza di acque non trattate nel serbatoio per oltre 4 settimane porta alla **formazione di alghe**.

In buona sostanza, **il volume d'accumulo deve essere inferiore al fabbisogno totale mensile**.

DIMENSIONAMENTO DELL'ACCUMULO (UNI 11445)

metodi

- tabellare (*abridged procedure*)
- semplificato (*simplified procedure*)
- dettagliato (*yield after spillage*)

METODO TABELLARE

Per sistemi a dimensioni ridotte, ad esempio edifici residenziali mono- e bifamiliari, si prevede un volume di 25-50 litri per unità di superficie captante.

…a condizione che vi sia impiego costante e che le precipitazioni annuali complessive nel sito non superino il valore di 800 mm.

Raccolta acque meteoriche in edifici civili

Il metodo **semplificato** è utilizzabile per edifici **residenziali plurifamiliari**, adibiti ad **uffici**, **commerciali** e, **con alcune restrizioni**, **industriali**.

Si calcola l'**afflusso meteorico**, ossia la precipitazione totale depurata dalle perdite (ad esempio, l'eventuale assorbimento da parte della copertura) determinando il **volume disponibile** alla raccolta:

$$V_R = A_S \cdot \psi \cdot h$$

dove h è l'altezza di pioggia, ψ il **coefficiente di afflusso** e A la **proiezione orizzontale** della **superficie** di **captazione**.

TIPOLOGIA DI MANTO	COEFFICIENTE DI AFFLUSSO
asfalto, laterizio, metallo	0,75 ÷ 0,95
ghiaia, pietra	0,20 ÷ 0,50
copertura verde	0,50

METODO SEMPLIFICATO

1. verifica delle condizioni al contorno
2. calcolo dell'afflusso meteorico V_R
3. calcolo della richiesta d'acqua R
4. determinazione del volume utile V_N
5. determinazione del volume ottimale V

Raccolta acque meteoriche in edifici civili

Si determina poi il **fabbisogno idrico complessivo** R:

$$R = r \cdot n \cdot 365$$

in cui r è la **richiesta pro-capite giornaliera** ed n il **numero** di **abitanti**, o **utenti**.

Il **volume utile** V_U, necessario a compensare la variabilità degli afflussi meteorici, è calcolato come:

$$V_U = 0{,}06 \cdot \min(V_R; R)$$

per soddisfare periodi con assenza di precipitazioni pari a 21 giorni.

Infine, il **volume ottimale** del **sistema di accumulo** è pari a:

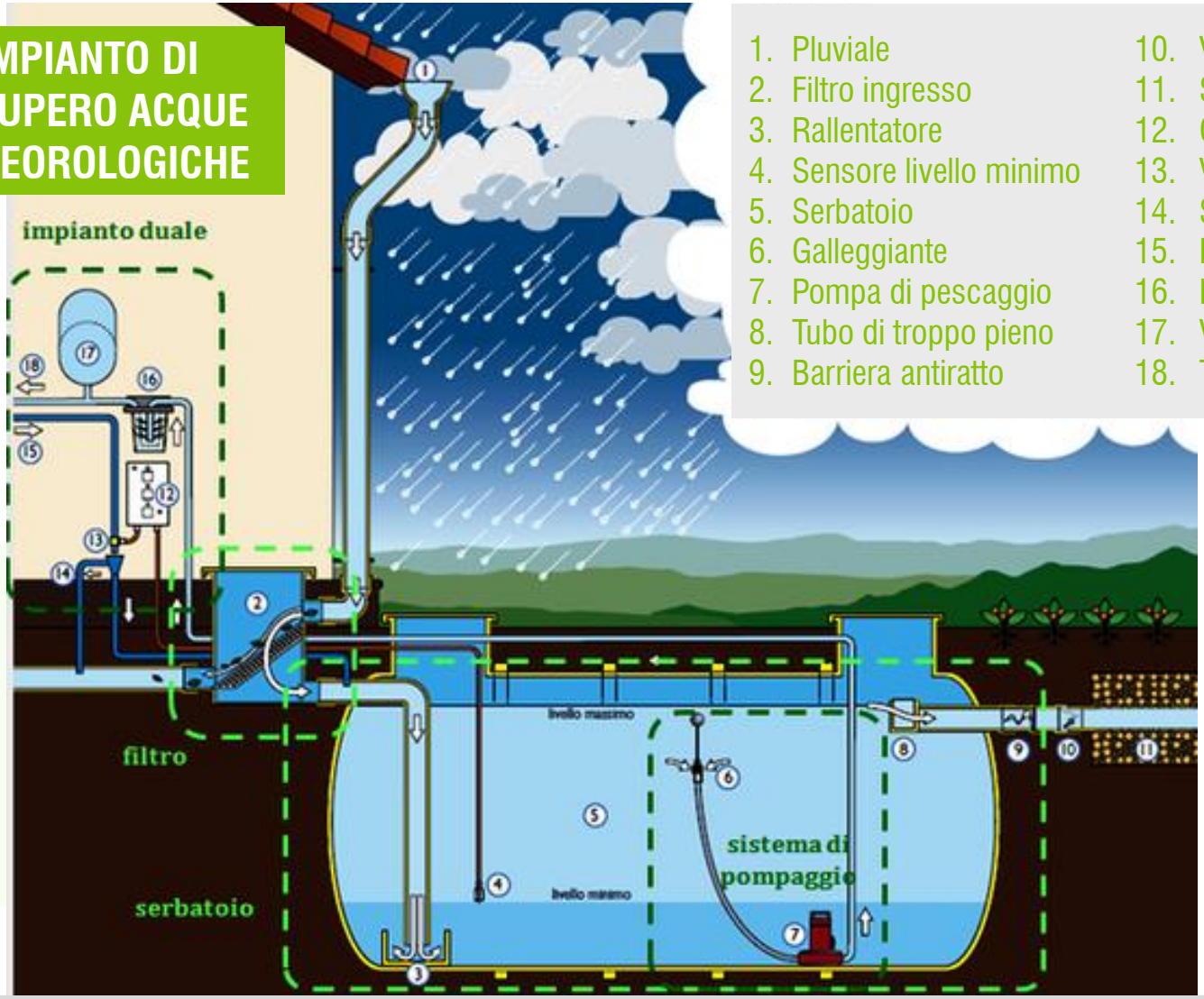
$$V = 1{,}5 \cdot V_U$$

METODO SEMPLIFICATO

1. verifica delle condizioni al contorno
2. calcolo dell'afflusso meteorico V_R
3. calcolo della richiesta d'acqua R
4. determinazione del volume utile V_N
5. determinazione del volume ottimale V

Raccolta acque meteoriche in edifici civili

IMPIANTO DI RECUPERO ACQUE METEOROLOGICHE



1. Pluviale
2. Filtro ingresso
3. Rallentatore
4. Sensore livello minimo
5. Serbatoio
6. Galleggiante
7. Pompa di pescaggio
8. Tubo di troppo pieno
9. Barriera antiratto
10. Valvola di non ritorno
11. Subirrigazione
12. Centralina di controllo
13. Valvola acqua potabile
14. Sfiato di sicurezza
15. Ingresso acqua potabile
16. Filtro a cartuccia
17. Vaso d'espansione
18. Tubazione utilizzatori

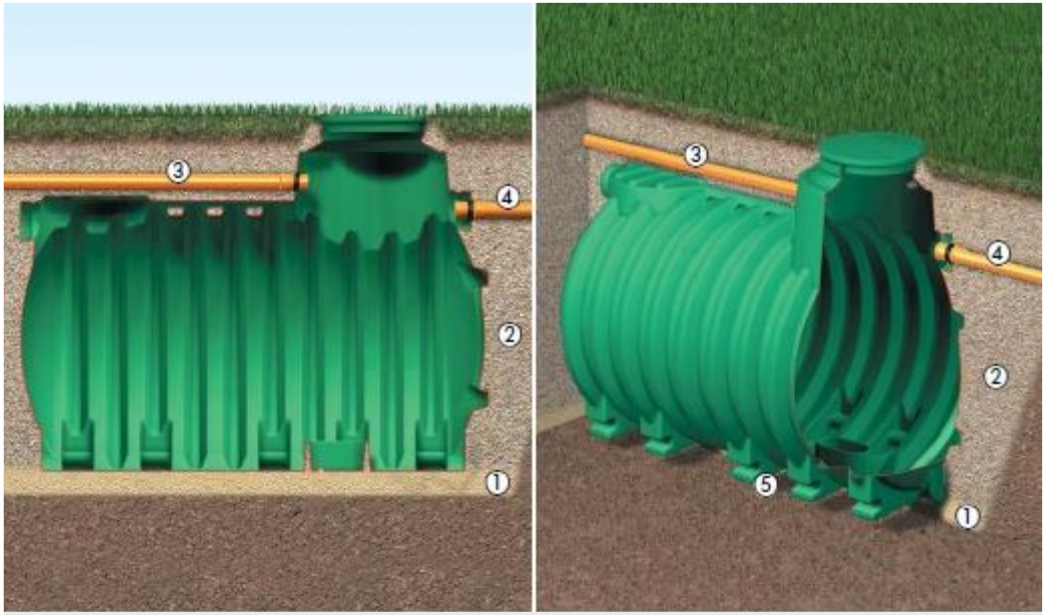
Raccolta acque meteoriche in edifici civili

I **serbatoi** per le acque meteoriche sono **tipicamente interrati** e realizzati generalmente in **materiale plastico** (**PEHD**) secondo una **forma cilindrica** irrigidita da **costoloni** circolari. È necessario prevedere una protezione all'ingresso di animali e il cosiddetto "tubo di **troppo pieno**".

L'**interramento** delle cisterne **preserva** dalla **formazione di alghe** in quanto è impedita la filtrazione della luce. I serbatoi per l'acqua meteorica possono comunque essere collocati:

- **fuori terra**, in caso di prevalenza o di esclusiva presenza di usi irrigui, con attivazione per semplice gravità;
- **all'interno dell'edificio**, in locali interrati o al piano terra, nel caso in cui non siano liberamente fruibili gli spazi esterni di pertinenza.

Una **pompa** (in genere **sommersa** per applicazioni irrigue, più frequentemente **autoadescante** qualora siano previsti impieghi indoor) permette l'aspirazione dell'acqua, la quale attraversa una vasca di decantazione ed è successivamente adatta al riutilizzo.



1. Letto di sabbia
2. Imbottitura in sabbia
3. Ingresso acqua filtrata
4. Uscita alla rete fognaria
5. Sagomatura per trasporto e posa in opera

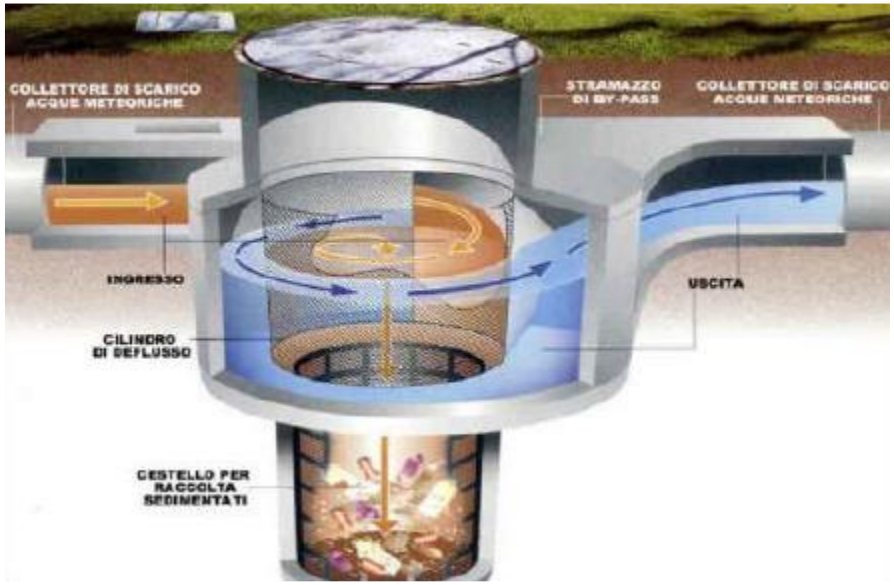
Raccolta acque meteoriche in edifici civili

Un **galleggiante** impedisce alla pompa sommersa di adescare l'acqua nella cisterna **al di sotto di un livello minimo** (15% del volume del serbatoio). La pompa deve essere raggiungibile ed estraibile dal serbatoio per le operazioni di manutenzione.

È opportuno **predisporre**, in considerazione di ciò, una **tubazione** per l'**adduzione di acqua da acquedotto** che rifornisca il serbatoio nei **periodi di siccità** impedendo il malfunzionamento della pompa di adescamento. L'adduzione deve quindi assicurare il corretto funzionamento del sistema qualora il livello nel serbatoio scenda al di sotto del minimo, attivandosi automaticamente.

Le acque meteoriche dirette al volume d'accumulo devono essere **filtrate**. L'obiettivo di questa operazione è **trattenere il materiale sedimentato** al di fuori del serbatoio; tali sostanze comporterebbero un deterioramento della qualità dell'acqua ed un **intasamento** di **condotte** e **sistema di pompaggio**.

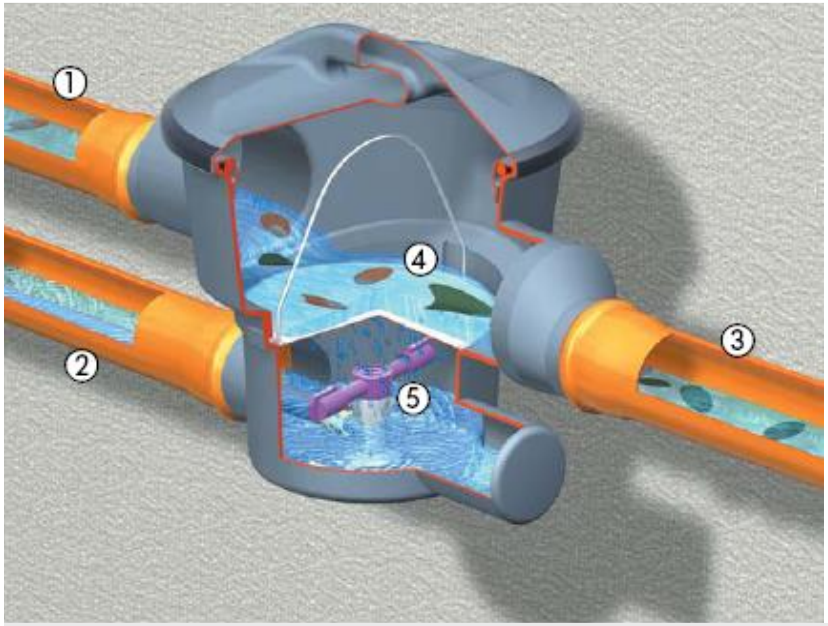
I **filtri centrifughi** si compongono di una camera filtrante accessibile dall'esterno che impiega la **velocità tangenziale** di ingresso dell'acqua per intercettare e **separare le particelle in sospensione** attraverso una griglia periferica. Il liquido trattato è raccolto in una intercapedine laterale e di qui avviato al serbatoio, mentre un **cestello centrale**, posto al livello inferiore, ospita i corpi residui defluiti.



Raccolta acque meteoriche in edifici civili

I filtri **autopulenti**, installabili sia in superficie che entro terra, presentano un **funzionamento a caduta** (percolazione): il passaggio del **flusso** nel filtro produce il **deposito** delle **sostanze flottanti** sulle maglie del **setaccio**, cosicché la quota d'acqua rimanente, non potendo filtrare liberamente, avvia i depositi verso lo **scarico di evacuazione**. Poiché parte della portata è deputata alla pulizia del filtro, è necessario procedere ad una **periodica pulizia dell'elemento**, accessibile da un apposito chiusino.

Per evitare la formazione di alghe nel serbatoio, con stoccaggio superiore ai 30 giorni, è possibile in alternativa prevedere un sistema per la **clorazione dell'acqua** nel serbatoio. In tale sistema si impiega il cloro gassoso Cl_2 o ipocoloriti di sodio NaOCl e di calcio $Ca(OCl)_2$. Lo scioglimento in acqua del cloro gassoso forma l'acido ipocloroso HOCl, acido debole efficace germicida.



1. Ingresso acqua meteorologica
2. Invio acqua al serbatoio d'accumulo
3. Invio acqua meteorologica residua alla rete fognaria
4. Filtro
5. Punto di controlavaggio