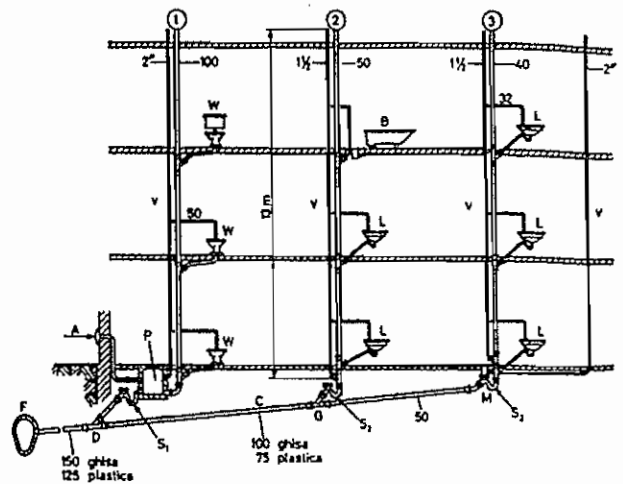
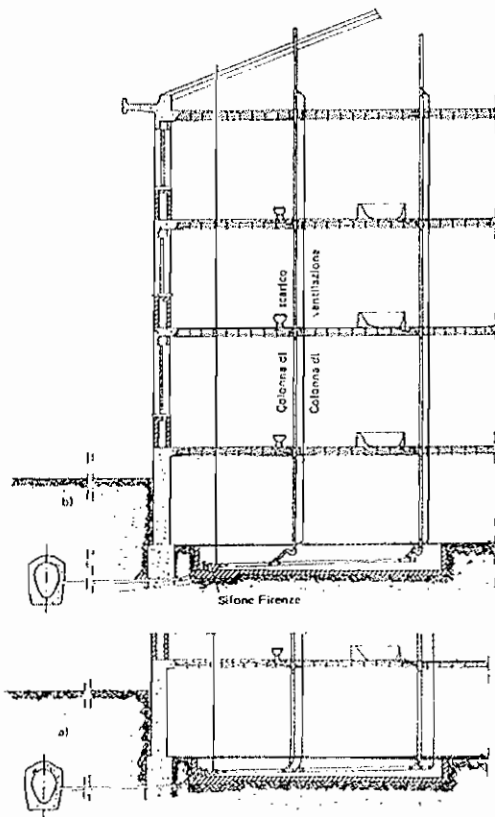


UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI ROMA "SAPIENZA"
FACOLTA' DI INGEGNERIA EDILE-ARCHITETTURA
CORSO DI ARCHITETTURA TECNICA I
A.A. 2007/2008
PROF. MARCO FERRERO

LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE



Studenti:
Isabella Geronzi
Dario Grandinetti
Giulia Gallo

INDICE

- **Introduzione:**
 - *Acque reflue e Fognature*
- **Smaltimento delle acque:**
 - *Reti di scarico acque nere*
 - *Reti di scarico acque piovane*
- **Approfondimenti tecnici**
- **Recupero acque piovane**
- **Dettagli on line**
- **Esempi architettonici famosi**
- **Bibliografia**

ACQUE REFLUE

Le **acque reflue** sono le acque contenenti i rifiuti delle varie attività umane, tra cui anche quelle fisiologiche (derivate cioè dal suo metabolismo), oppure dalle sue attività lavorative primarie (agricoltura e allevamento di bestiame) o secondarie (industria). Tali rifiuti contengono sostanze organiche e inorganiche che, se immesse senza preventivo trattamento di depurazione (o con un tale trattamento non completamente efficace), nell'ambiente naturale lo contaminano in modo più o meno grave nelle sue tre componenti suolo, acqua e aria con gravi rischi per la flora, per la fauna e per l'uomo stesso.

Classificazione in base all'origine

- Acque reflue di origine civile
- Acque reflue di origine agro-industriale

Sostanze presenti nelle acque reflue

- **Sostanze galleggianti** sono oli, grassi, schiume e, in generale, i composti insolubili più leggeri dell'acqua.
- **Sostanze sospese** sono quelle insolubili di densità uguale o superiore a quella dell'acqua, mantenute in sospensione dalla turbolenza.
- **Sostanze disciolte.**
- **Materiali biologici** sono rappresentati dagli organismi animali e vegetali presenti nell'acqua.

Caratterizzazione acque reflue

Come è facile immaginare però è impossibile individuare tutti i tipi delle suddette sostanze in un'acqua reflua, così tali acque sono caratterizzate attraverso la determinazione di una serie di parametri fisici, chimici e biologici molti dei quali sono presenti sia in acque reflue di origine civile e industriale, mentre alcuni sono presenti soltanto in acque reflue di origine industriale.

FOGNATURE

Per **fognatura** (o sistema di drenaggio urbano) si intende il complesso di canalizzazioni, generalmente sotterranee, per raccogliere ed allontanare da insediamenti civili e/o produttivi le acque reflue e quelle meteoriche.

Tipologie

Essa è costituita dalle opere di raccolta ed immissione delle acque meteoriche e reflue nei collettori stradali, dalla rete composta da questi ultimi, dagli eventuali manufatti di controllo idraulico, dai sollevamenti, dai manufatti di scarico e dagli impianti di trattamento dei reflui.

Le reti fognarie si distinguono in:

- miste
- separate

Le prime raccolgono sia i reflui urbani che le acque meteoriche, le seconde invece utilizzano due reti separate chiamate fogna nera per i reflui e fogna bianca per le acque meteoriche.

Le acque reflue si distinguono in:

- acque nere - che contengono anche elementi solidi organici;
- acque bianche - costituite da acqua meteorica, ossia da pioggia, neve e grandine;
- acque grigie - costituite da acque saponate, in genere provenienti da docce, vasche e scarichi di lavatrici, che devono andare a confluire nel degrassatore;
- acque industriali - inquinate da numerosissimi prodotti e perciò necessitano di reti fognarie e depuratori dedicati.

L'aspetto idraulico

A seconda se una rete fognaria sia di tipo misto o separato ovviamente richiede un diverso approccio progettuale. Infatti mentre nel primo caso occorre tenere conto sia dei reflui addotti alla rete dalle varie utenze, civili e non che siano, sia delle precipitazioni che possono verificarsi nella regione considerata, nel caso di fognature separate questi due aspetti vanno considerati separatamente. Più precisamente il progettista è chiamato a fornire una stima della portata che la fognatura è chiamata a smaltire, ovviamente quello che interessa è il valore massimo di tale portata.

L'aspetto igienico

La sistemazione delle deiezioni in una città o in un qualunque centro abitato è un problema della massima importanza. Le deiezioni contengono germi che sono causa di gravi malattie e, pertanto,

devono essere eliminate dal centro abitato al più presto. Nelle piccole fattorie, nei piccoli villaggi e in tutte quelle località dove manca un impianto pubblico, di eliminazione si usano le cosiddette "fosse settiche". Nelle comunità più grandi, le deiezioni vengono allontanate per mezzo di apposite tubature che hanno sbocco nei laghi e nei corsi d'acqua. In altre comunità, le deiezioni vengono trattate secondo un preciso piano di eliminazione. Le fogne di una città raccolgono anche le acque piovane provenienti dalle strade. Un sistema di fognature atto a raccogliere tanto le deiezioni delle case e degli stabilimenti, quanto l'acqua piovana delle strade è detto "sistema combinato". Sempre più spesso, però, si usano fognature separate: le une per le acque piovane, le altre per le deiezioni, perché con questo sistema si evitano gli ingorghi che possono essere causa di diffusione di batteri e di epidemie. La fossa settica, usata per la sistemazione privata delle deiezioni, è fatta di mattoni, o calcestruzzo o metallo, ed ha la capacità di almeno due quintali. Le deiezioni entrano nella fossa e vengono invase da particolari batteri che vivono nelle sostanze di rifiuto solide e che distruggono i batteri dannosi pullulanti nelle sostanze liquide. I liquidi, poi, escono dalla fossa attraverso un sistema di "tubature collegate" sistemate subito sotto la superficie del suolo. Infine, questi liquidi vengono assorbiti dal terreno. Questo scolo di liquidi nel terreno non è pericoloso a meno che non avvenga in comunità troppo popolate, dove troppo liquido potrebbe penetrare nel terreno, sino a saturarlo. La sistemazione delle deiezioni in una città costituisce un problema molto più complesso. Dalle tubature delle case private, degli edifici pubblici e degli stabilimenti, le deiezioni vengono raccolte in grandi condotti, dove, in seguito a speciale trattamento con calce, o con una miscela di calce ed alluminio, oppure ancora con calce e solfato ferroso, si decompongono. Per prevenire l'accumularsi dei gas velenosi od esplosivi, che si formano dalle deiezioni in decomposizione, le tubature devono essere sufficientemente ventilate. È per questo che, a distanza di una decina di metri l'uno dall'altro, vengono collocati, nelle condutture, dei serbatoi, o camere, chiusi con una grata di ferro, dalla quale l'aria possa passare. Vengono anche predisposti dei "sifoni" per evitare che questi gas tornino nelle case. In queste trappole, si raccoglie, appunto, l'acqua che impedisce ai gas di tornare indietro. Le città che dispongono di un proprio impianto per la eliminazione delle immondizie e delle deiezioni usano vari sistemi. Comunque, vi è un serbatoio di separazione usato per separare le sostanze metalliche, ed altre sostanze inorganiche. Successivi serbatoi, a volte riscaldati, raccolgono le immondizie permettendo nel contempo all'aria di penetrarvi lentamente. L'aria tiene le immondizie in continuo movimento (e a questo scopo si possono usare anche dispositivi meccanici) e procura l'ossigeno per i batteri e altri organismi che si nutrono di immondizie. Con questo sistema, si ottiene la distruzione dei batteri dannosi e un certo grado di liquefazione delle materie solide. I liquidi vengono, a volte, spruzzati in aria, dove i batteri rimasti vengono distrutti dall'azione dell'ossidazione e dei raggi ultravioletti del sole. Dopo questo processo, possono venire immessi, senza pericolo, in corsi d'acqua, ma per maggior sicurezza vi si aggiungono sostanze germicide. I materiali solidi vengono estratti dal serbatoio di decomposizione, detto anche serbatoio digerente, essiccati e venduti come fertilizzanti.

LO SMALTIMENTO DELLE ACQUE

Le reti di scarico costituiscono la parte determinante per garantire le qualità igieniche degli impianti idrico - sanitari negli edifici, in quanto predisposte per l'allontanamento delle acque e dei materiali di rifiuto prodotti dai fruitori. Vengono definite:

- *acque nere* quelle provenienti dagli scariche degli apparecchi sanitari e delle macchina automatiche per il lavaggio (vasi, orinatoi, lavelli di cucina, lavabi, lavabiancheria, etc.);
- *acque bianche* quelle provenienti dagli scarichi di raccolta delle acque piovane.

Tale sistema di norma è integrato con impianti di depurazione che devono essere realizzati in particolare secondo le prescrizioni e le norme finalizzate al controllo dell'inquinamento dell'ambiente.

Le reti di scarico, in relazione al tipo di materiale usato, sono installate con tecniche specifiche, e si articolano nel fabbricato secondo il seguente schema:

1. *diramazioni di scarico*: reti, per la quasi totalità dei tratti, orizzontali con opportune pendenze, costituite da tubazioni e relativi pezzi speciali per la raccolta delle acque reflue e materiali di rifiuto provenienti dagli scarichi degli apparecchi sanitari;
2. *colonne di scarico*: tubazioni verticali collegate con le diramazioni di scarico;
3. *collettori di scarico*: reti orizzontali costituite da tubazioni con pendenza $> 0.5\%$ e $< 2\%$ in relazione al materiale, al diametro e alla portata dell'acqua, che collegano alla base delle colonne al sistema fognante di cui è parte integrante.

Reti di scarico delle acque nere

Terminologia

Si intendono per diramazioni di scarico le tubazioni che si dipartono dai sifoni dei singoli apparecchi o dai dispositivi di scarico e si immettono nelle colonne di scarico. Si intendono per colonne di scarico le tubazioni, generalmente verticali, che raccolgono le acque delle diramazioni e le convogliano nei collettori di scarico; si intendono infine per collettori le tubazioni, generalmente orizzontali, che raccolgono le acque delle colonne di scarico e le convogliano nella rete di fognatura pubblica, o nelle fosse biologiche. Con acque nere si indicano tutte le acque di scarico che non siano dovute alle precipitazioni meteoriche.

Dispositivi e diramazioni

All'estremità delle diramazioni di scarico si trovano i dispositivi di scarico. Tra questi possiamo accennare ai:

- sifoni a collo d'oca, a bottiglia, a orologio, a scatola, pilette sifoidi e chiusini d'ispezione.

Essi devono realizzare una chiusura idraulica tale che impedisca ai cattivi odori della condotta di scarico e della fognatura di liberarsi negli ambienti abitati.

Lo scarico dei lavabi è normalmente eseguito con sifoni a collo d'oca (Fig. 2.62 a e b) oppure a bottiglia (Fig. 2.62 c); questi ultimi sono poco ingombranti, di facile pulizia e di ottima estetica, quantunque siano meno ostruibili i tradizionali sifoni a collo d'oca. Nel caso di più lavabi in batteria è ammesso sistemare un solo sifone, purché il collettore orizzontale non sia più lungo di 5 metri.

Lo scarico dei lavandini è fatto anche con sifoni a collo d'oca, ma preferibilmente con sifone a scatola sospeso ($h = 12\text{ cm}$; $d = 10\text{ cm}$) di ottima estetica, oppure con sifoni ad orologio. Questi ultimi due tipi sono molto pratici, facilmente accessibili ed ispezionabili; il sifone a scatola è realizzato in lastra di piombo da 3 mm, se nascosto alla vista, altrimenti in ottone cromato, ed è chiuso da un tappo a vite con guarnizione di semplicissima apertura. Il sifone ad orologio è realizzato da una scatola cilindrica a tenuta e da un apposito coperchio a disco con guarnizione, fissato con galletti facilmente manovrabili a mano.

Per le vasche, le doccie, i bidet e gli orinatoi, lo scarico è sempre ottenuto con un sifone a scatola a pavimento in piombo catramato, avvolto con carta, fissato con malta al rustico (Fig. 2.62 d), mentre per i vasi e alcuni tipi

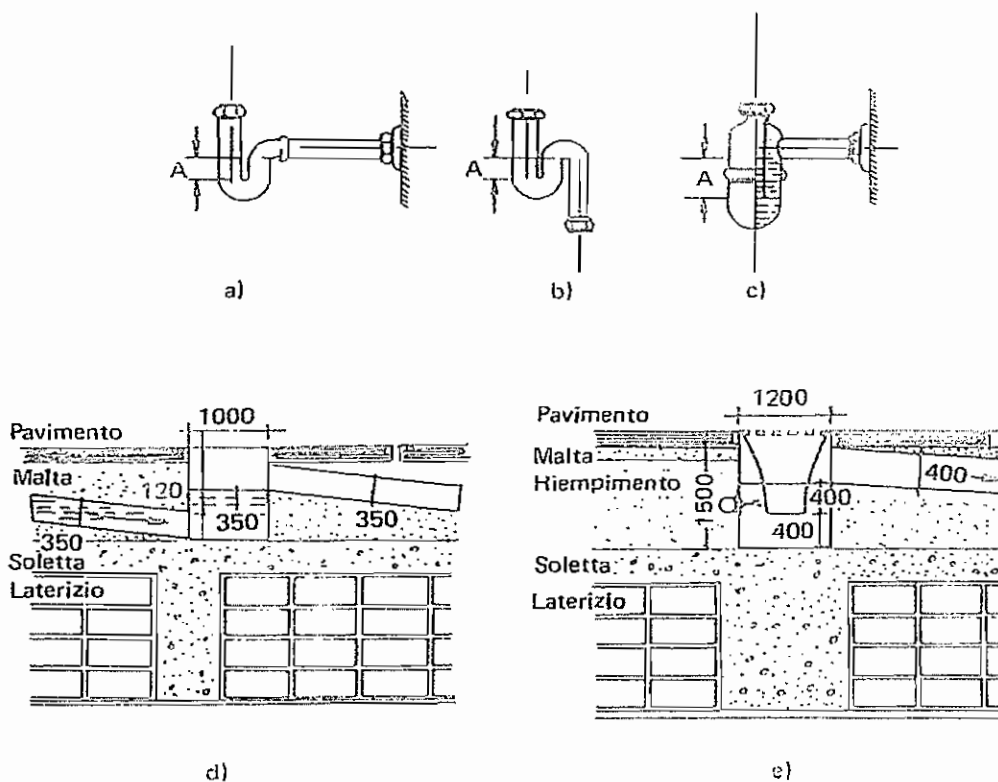


Fig. 2.62

Sifoni: a e b) a collo d'oca - c) a bottiglia - d) a scatola a pavimento - e) piletta sifoide di scarico a pavimento.

di vuotatoi e di orinatoi sospesi, lo scarico avviene attraverso i sifoni a collo d'oca già incorporati nella costruzione degli apparecchi.

Gli scarichi diretti del pavimento avvengono attraverso pilette sifoidi, con scossalina e conversa di raccolta. Sono formate da una scatola cilindrica in piombo, con tappo grigliato in ottone filettato, fornito di sifone tronco conico ad asse verticale, e di getto in bronzo per la pulizia interna. L'erogazione del getto è continua o a comando simultaneo con l'apertura della presa di lavaggio del pavimento, allo scopo di evitarne l'ostruzione (Fig. 2.62 e).

Il chiusino a scatola sifonata, necessario per individuare ed ispezionare le diramazioni di scarico di una certa lunghezza, viene realizzato come i sifoni a scatola incassati a pavimento. Esso ha lo scopo di rendere possibile l'eliminazione di eventuali ostruzioni nelle diramazioni di scarico con un qualunque elemento flessibile o con una pompa.

Perché un sifone sia efficiente deve non solo garantire la tenuta dell'acqua che costituisce la chiusura idraulica, ma resistere anche alle contropressioni ed alle aspirazioni alternate, facili a verificarsi in qualunque condotta di scarico. Sulla perdita d'acqua di chiusura del sifone influiscono la lunghezza e l'inclinazione della condotta di scarico, la presenza e il numero dei gomiti, il diametro d'uscita dell'apparecchio in relazione a quello del sifone e la forma dell'apparecchio stesso, nonché gli scarichi troppo rapidi che possono provocare lo svuotamento completo del sifone (autosifonaggio).

L'altezza minima di un sifone dovrebbe essere realizzata da un battente di 3-4 centimetri per far fronte sia agli improvvisi colpi di contropressione e di aspirazione, che alla perdita d'acqua per evaporazione e per capillarità, e non dovrebbe superare i 6 cm.

Il sistemare più sifoni consecutivi a breve distanza, sopra una stessa diramazione di scarico, per ottenere maggiori garanzie, può alle volte non essere razionale se manca la ventilazione ad ogni sifone, infatti, nel primo momento dello scarico, l'aria contenuta nella tubazione tra i due sifoni, non potendo essere spinta verso la colonna di scarico a causa dell'impedimento costituito dal secondo sifone, può tornare indietro, vincere la resistenza del primo sifone ed, attraverso l'apparecchio, uscire nell'ambiente.

Negli edifici per abitazione, le diramazioni di scarico vengono normalmente eseguite in tubo di piombo, in acciaio, oppure in tubo di rame. Esse sono collegate direttamente alle colonne di scarico, per evitare possibili fenomeni di autosifonaggio e di risalita dell'acqua in altri apparecchi a quota inferiore.

Negli edifici ad uso uffici, o industriale, o pubblico, dove frequentemente sono previsti apparecchi in batteria, le diramazioni vengono eseguite a collettore (Fig. 2.63).

Esse possono essere realizzate in piombo, ma preferibilmente in ghisa: hanno un sifone terminale se ogni singolo apparecchio non è sifonato, sono sempre collegate con una cassetta automatica di lavaggio del collettore e devono avere una pendenza minima dell'1% se in piombo e del 2% se in ghisa.

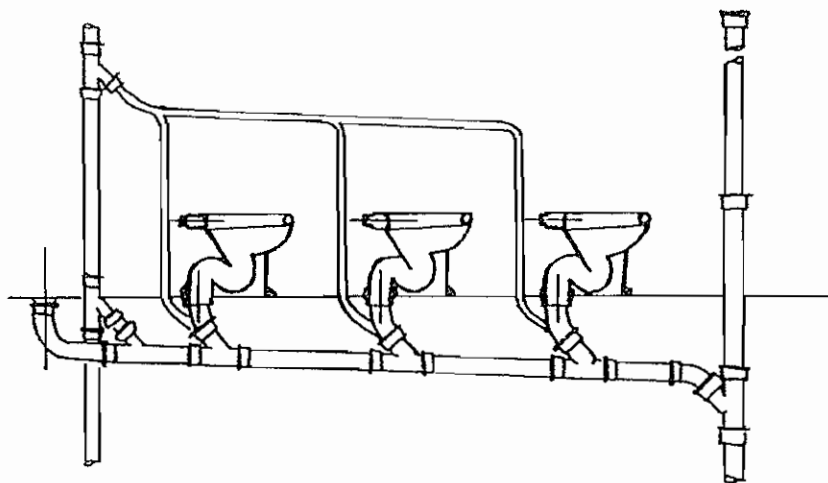


Fig. 2.63

Diramazione di scarico a collettore.

La giunzione delle diramazioni alle colonne di scarico di ghisa è sempre effettuata in piombo, mediante un anello di congiunzione in rame con corda catramata, piombo colato a caldo e calafatato.

L'anello in rame, saldato con stagno al tubo in piombo, permette di svolgere le operazioni necessarie senza che il piombo si deformi (Fig. 2.64 a).

Colonne di scarico e collettori

Sono formate dalla successione di elementi rettilinei e di derivazione a "Y", da gomiti a 90°, da curve con varie angolature e da sifoni per la chiusura idraulica e l'ispezione.

La denominazione di colonna di scarico comprende anche il tratto di colonna dello stesso diametro, chiamato esalatore, che si prolunga dalla derivazione per lo scarico della diramazione più alta, sino oltre il tetto dell'edificio, e culminante con l'apparato per la protezione della sommità della colonna, detto mitra. Essa deve essere adatta a produrre quella depressione nella colonna di scarico, tale da sviluppare l'aspirazione necessaria all'efflusso dei gas che tenderebbero a ristagnare.

Questa aspirazione però non deve essere eccessiva per non provocare un continuo essiccamento delle pareti interne, un maggior deposito di sostanze putrescibili e una maggiore corrosione per ossidazione.

L'apertura sul tetto o sul terrazzo, attraverso la quale passa l'esalatore, deve essere a tenuta d'acqua, munita di converse di rame o in piombo (Fig. 2.64 b) che si estendono, a garantire effettivamente la dovuta impermeabilizzazione, per un certo tratto sotto il manto di asfalto.

Le colonne di scarico sono normalmente rettilinee e verticali, di diametro costante, ma possono essere interrotte ogni 20 m da opportuni rompitratta, per frenare la velocità dell'acqua in edifici molto alti, onde eliminare l'autosifonaggio del sifone di base (Fig. 2.64 c).

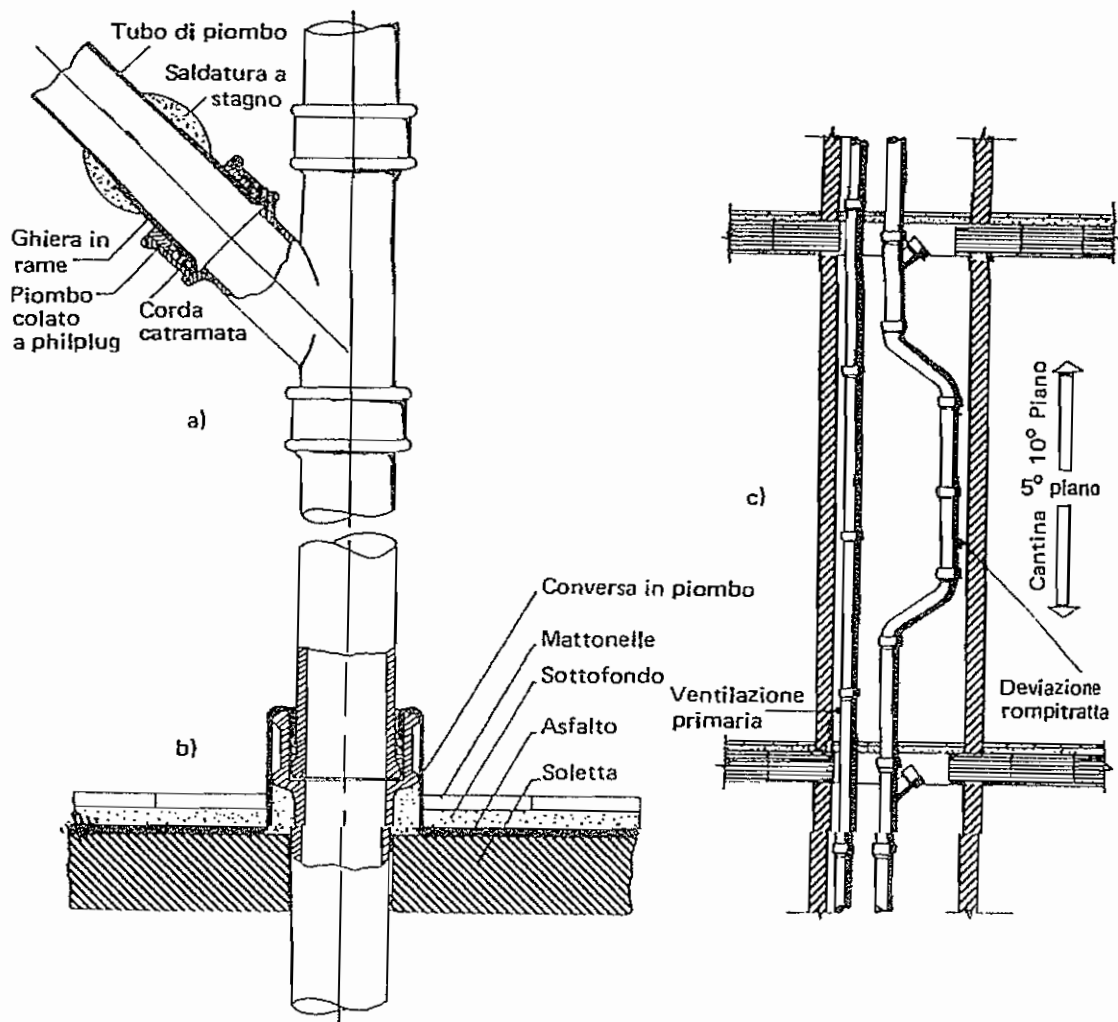


Fig. 2.64

Esecuzione corretta: a) del collegamento in piombo alla braga - b) dell'uscita della colonna di esalazione sulla copertura - c) della derivazione rompitratta per una colonna di scarico.

Le colonne di scarico, in basso, sono collegate ai collettori orizzontali, o direttamente o mediante sifone.

Nel primo caso (Fig. 2.65) la chiusura idraulica tra fognatura pubblica e privata avviene con un sifone generale unico. Questo sistema ha il vantaggio di essere più economico, ma mette in comunicazione diretta i collettori orizzontali con le colonne, e conseguentemente con le abitazioni, ogniqualvolta si debba rimuovere un apparecchio o ispezionare un sifone.

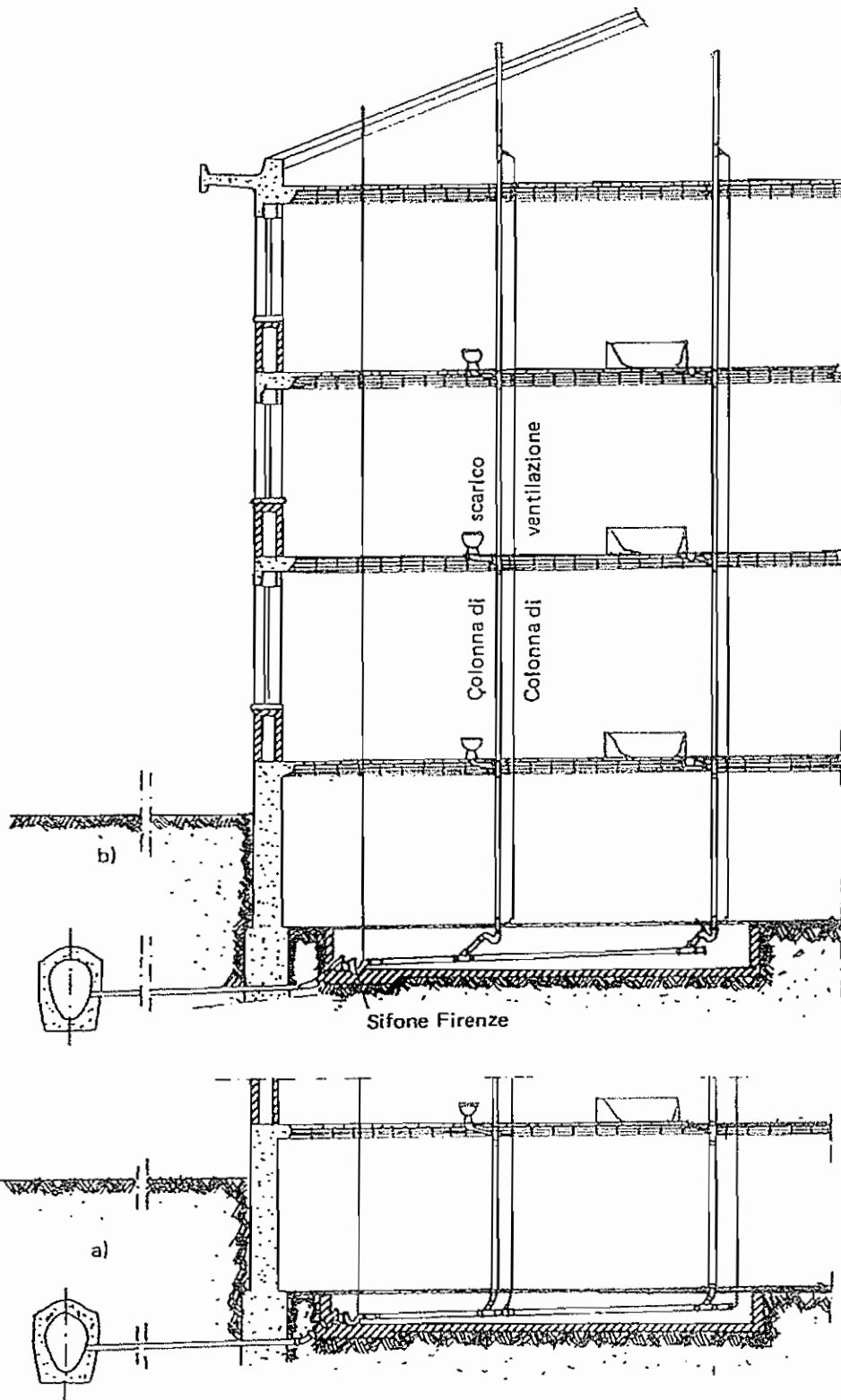


Fig. 2.65

Schema di impiango di fognatura: a) con sifone unico - b) con più sifoni.

L'altro sistema (Fig. 2.65 b), impedisce alle esalazioni di giungere attraverso le colonne sino agli ambienti abitati, e permette di ispezionare con facilità l'innesto al collettore, nel punto dove si registrano con maggior frequenza le ostruzioni, e eventualmente di liberarlo.

Per creare una comoda ispezione alla base delle colonne e nello stesso tempo una camera d'aria per compensare le sovrappressioni degli scarichi, si può adottare, a volte, un pozzetto in luogo del sifone ispezionabile.

Perché il pozzetto possa effettivamente funzionare a dovere, senza lasciar sfuggire cattivi odori, deve essere dotato di chiusura a bagno di grasso.

La massa d'acqua di più scarichi contemporanei può agire da stantuffo per comprimere l'aria negli scarichi, sino anche a rompere le chiusure idrauliche dei sifoni negli ambienti sottostanti, con le conseguenze che ne derivano.

Per questo la base delle colonne di scarico deve essere sempre ventilata con una apposita colonna di ventilazione sulla copertura con una mitra, o direttamente nella colonna di esalazione.

Il movimento dell'aria ne risulta regolarizzato e l'aria compressa nella colonna di scarico, può portarsi nella colonna di ventilazione ed uscire nell'atmosfera.

Altri pozzetti che assolvono un compito particolarmente importante sono i pozzetti depuratori a recupero di grassi, olii minerali e vegetali e di carburanti e sono specificatamente indicati per autorimesse, stazioni di servizio, officine, raffinerie, oleifici, mense aziendali (Fig. 2.66).

Sono impiegati, in osservazione alle vigenti norme igienico-edilizie, per ripulire ed asportare dalle condotte di fognatura tutte quelle sostanze estranee capaci di intasare e ostruire gli scarichi, ed anche di decomporsi e liberare gas molto pericolosi, che possono dare miscele esplosive.

Questi pozzetti sono divisi in quattro scomparti o vasche: nella prima avviene la decantazione delle terre, ovvero si depositano le particelle pesanti trascinate in sospensione, nella seconda vasca, la più grande, l'acqua assume una minor velocità, provvede alla separazione dell'olio e dei grassi che si portano in superficie, galleggiano e si raccolgono trascinando nel condensagrassi. L'acqua decantata dalla seconda vasca per sifonamento passa nella quarta vasca e va allo scarico.

I collettori di scarico sono normalmente eseguiti in ghisa e in grès. Quelli in ghisa sono composti da elementi di maggior lunghezza e robustezza, e presentano una più facile possibilità di installazione, anche in corrispondenza dei giunti di dilatazione delle strutture in cemento armato, perché il loro giunto a cordone e bicchiere, in corda e piombo calafatato, permette sempre una certa elasticità senza che ciò sia di detrimento alla buona tenuta. La pendenza minima è dell'1%.

Quelli in grès sono composti da elementi di minor lunghezza (massimo 1 metro) e più fragili, ma hanno il vantaggio di avere una superficie interna molto più liscia e scorrevole. La pendenza minima è dello 0,5% - 1%.

Gli allacciamenti delle colonne al collettore devono essere eseguiti almeno con due mezza curve a 45° , per realizzare un innesto il più ampio possibile e non ad angolo retto.

Nei collettori le ispezioni devono essere presenti con una certa frequenza, e su tratto rettilineo senza innesti, ogni 20 metri.

L'allacciamento della fognatura privata con quella pubblica si effettua attraverso un complesso di pezzi speciali come riportato in Fig. 2.67a, resi accessibili con la costruzione di una apposita cameretta di ispezione.

Prima si ha una normale ispezione a T con tappo in grès guarnizione e serratappo, poi consecutivamente un sifone munito di bocchello cui si allaccia la tubazione dell'aereazione e di ispezione incorporata.

Il sifone segna il limite della proprietà dell'impianto privato; lo sghembo di inclinazione opportuna che segue, porta in fognatura, ed è fornito di ispezione accessibile solo all'Ente proprietario della rete di fognatura.

Reti di scarico delle acque piovane

Terminologia

Si intendono per reti di scarico pluviali il complesso dei canali di gronda, di raccolta delle acque meteoriche, le colonne di scarico o pluviali, che convogliano le acque dei canali di gronda dalla copertura ai collettori, e i collettori orizzontali per lo scarico nella fognatura pubblica o nelle fosse disperdenti.

Canali di gronda e di raccolta o grondaie

Le grondaie e le relative colonne di scarico possono venire realizzate con differenti sistemi, a seconda delle esigenze strutturali ed estetiche degli edifici.

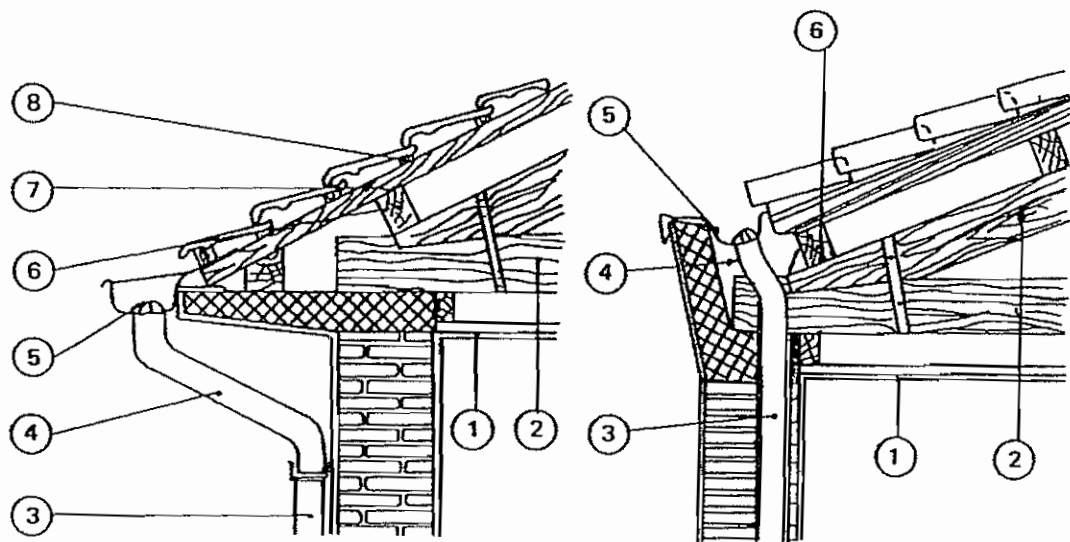
Nella Fig. 2.68 a, è riportato un esempio di grondaia a sezione rettangolare con pluviale esterno. La grondaia può essere sia a sezione rettangolare che a sezione semicircolare ed in entrambi i casi il fissaggio al coronamento della copertura si ottiene attraverso dei tiranti, con i quali la grondaia viene rigidamente collegata al morale.

Nel caso in esame il manto di copertura è in tegole marsigliesi, chiamate anche tegole piane, che appoggiano su un'orditura in legname formata da listelli i quali, a loro volta, sono sovrapposti ai morali e questi alle terzere. Infine la capriata, pure in legno, è fissata al cordolo in calcestruzzo armato che forma il coronamento della struttura muraria. Il pluviale, in lamiera zincata, è esterno e costituisce il raccordo fra la grondaia e la colonna verticale di scarico, realizzata con tubo in ghisa del diametro di 100 mm.

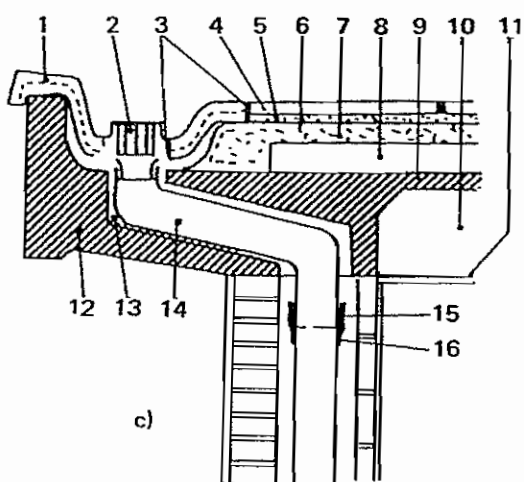
Nella Fig. 2.68 b, è riportato invece un pluviale interno con grondaia incassata. Il manto di copertura è in coppi, o tegole a canale, appoggiati su un assito e l'orditura è in legname analoga alla precedente.

In questo caso la grondaia non è più un elemento a sezione rettangolare o a sezione circolare, ma raccorda il coronamento della struttura muraria alla copertura, assumendo la forma opportuna.

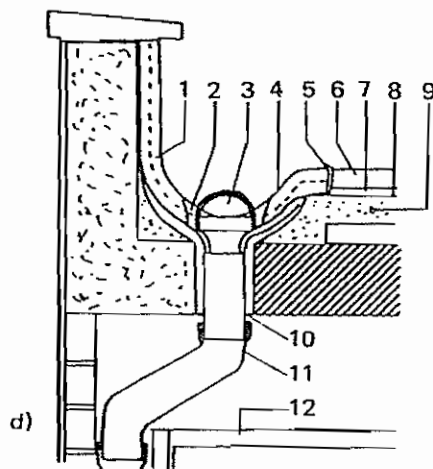
Il collegamento tra la grondaia e la colonna avviene attraverso un bocchettone di piombo che è protetto da una griglietta parafoglie.



- | | | |
|----|-----------------|------------------------|
| a) | 1 - Assito | 5 - Canale di gronda |
| | 2 - Capriata | 6 - Terzere |
| | 3 - Pluviale | 7 - Arcarecci o morali |
| | 4 - Bocchettone | 8 - Correntini |



- | | |
|--|--------------------------|
| 1 - Calcestruzzo retinato | 14 - Bocchettone |
| 2 - Coppa di protezione | 15 - Giunto a bicchiere |
| 3 - Giunti a bitume | 16 - Collare di sostegno |
| 4 - Lastroni di protezione | |
| 5 - Sabbia | |
| 6 - Impermeabilizzazione | |
| 7 - Strato di pendenza | |
| 8 - Riempimento | |
| 9 - 10 - Solaio in laterizio armato | |
| 11 - Plafone | |
| 12 - Struttura in c.a. della grondaia a sbalzo | |
| 13 - Foro previsto nel getto | |



- | |
|--|
| 1 - Collo retinato |
| 2 - Giunto a bitume tra canale e coppa |
| 3 - Coppa retinata di protezione |
| 4 - Canale |
| 5 - Giunto a bitume |
| 6 - Lastroni |
| 7 - Sabbia |
| 8 - Impermeabilizzazione |
| 9 - Strato di pendenza |
| 10 - Bocchettone |
| 11 - Raccordo a gomito |
| 12 - Plafone |

Fig. 2.68

a) Copertura in legno e tegole marsigliesi, grondaia esterna e pluviale esterno - b) Copertura in legno e coppi con grondaia interna e pluviale interno - c) Copertura piana in laterizio con grondaia a sbalzo e pluviale interno - d) Copertura piana in laterizio con grondaia interna.

Nel caso di copertura piana con gronda a sbalzo (Fig. 2.68 c) e pluviale interno, la grondaia, ricavata direttamente nel getto, è pure collegata al pluviale attraverso un bocchettone di piombo munito della griglietta parafoglie.

Il rivestimento del canale è costituito da un getto di calcestruzzo, armato con rete metallica, con opportuni giunti di bitume che consentono la dilatazione degli elementi di calcestruzzo e che vengono quindi interposti in corrispondenza dell'attacco fra il canale di gronda e la copertura, come pure fra i quadroni di quest'ultima. Al disotto del getto di calcestruzzo vi è uno strato di sabbia che impedisce l'aderenza fra questi ed il manto impermeabile, che può essere ottenuto con una stesa di asfalto naturale o artificiale data in due strati sovrapposti a giunti sfalsati, o con strati di cartoni bitumati, mono o bitalcati, alternati con spalmatura di bitume ad alto punto di fusione.

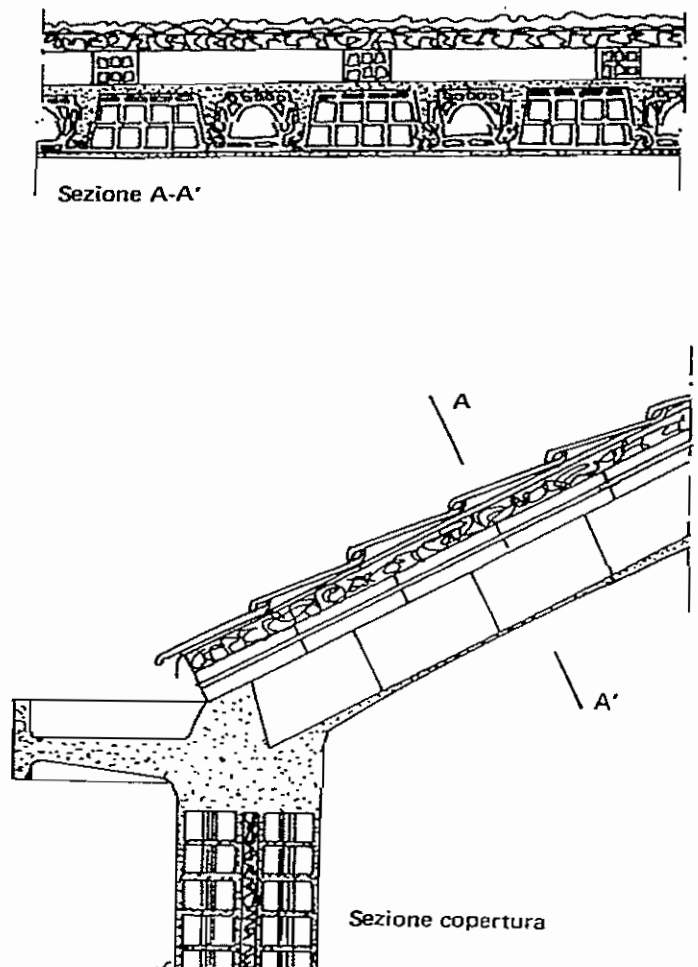


Fig. 2.68 e
Copertura inclinata in laterizio con gronda esterna.

Sotto il manto di impermeabilizzazione si stende abitualmente uno strato coibente, che determina anche la pendenza, ed infine viene l'impalcato in calcestruzzo o in laterizio armato.

Nella Fig. 2.68 d, praticamente si riproducono le identiche condizioni della figura precedente per il caso nel quale non si abbia gronda a sbalzo ma interna al muro perimetrale.

Nella Fig. 2.68 e, dove è illustrato un tipo di copertura in laterizio armato, la gronda è ricavata direttamente in cemento armato. Il tetto è in tegole piane fissate su costole di mattoni forati con interasse di 66 cm, in modo da creare dei canali di circolazione d'aria lasciati liberi sullo sporto di gronda per la più rapida dispersione, durante la notte, del calore accumulatosi negli strati della copertura.

Scendendo lungo il percorso, le colonne, prima di immettersi nei collettori, raccolgono anche gli scarichi di eventuali terrazze e balconi, a sbalzo o in arretrato, attraverso canali di gronda incassati in corrispondenza della soglia della finestra balcone, come illustrato nella Fig. 2.67 b.

La colonna verticale di scarico al piede, prima di immettersi nel collettore, attraverso una doppia curva a 45° ed un tronco orizzontale, può in alcuni casi scaricare in un pozzetto che funziona da sifone e quindi nel collettore. Nelle Fig. 2.69 sono riportati alcuni esempi di copertura industriale a shed. Nel disegno dello shed in laterizio a), il canale di gronda è formato da una conca in rame appoggiata sopra un doppio strato di sughero e relativi cartoni bitumati.

Il manto di copertura è in eternit ondulato su listelli di legno poggianti sullo strato isolante disposto sopra la struttura in laterizio armato. Un particolare interessante è la canaletta di raccolta della condensa sui vetri, col relativo tubetto di scolo nel canale di gronda.

Il disegno b), dello shed a volta sottile in c.a., mostra un interessante esempio di conca di scarico sovrapposta al canale di distribuzione dell'aria dell'impianto di condizionamento.

Dal manto di copertura, costituito da elementi di lamiera zincata fissata su tasselli di legno ed accuratamente isolato con materassino di lana minerale e cartone bitumato, le acque meteoriche si raccolgono nel canale di gronda, sovrastante il canale di distribuzione dell'aria condizionata, formato da una soletta in c.a. di 5 cm, isolata e impermeabilizzata.

Dal canale di gronda le acque si scaricano, attraverso la tubazione di scarico normale e di troppo pieno, nel sottofondo della trave a canale, destinata a collettore dell'aria di mandata e dell'aria di recupero dell'impianto di condizionamento.

La trave a canale, formata da due mezze travi a C, è divisa in tre zone da setti divisorii costruiti in tavelloni ricoperti di isolante e di cemento retinato, resi ispezionabili mediante chiusini.

Il canale di raccolta delle acque meteoriche scarica poi nel pluviale sottostante attraverso un bocchettone in tubo di rame che si raccorda a una conca disposta sotto l'impermeabilizzazione.

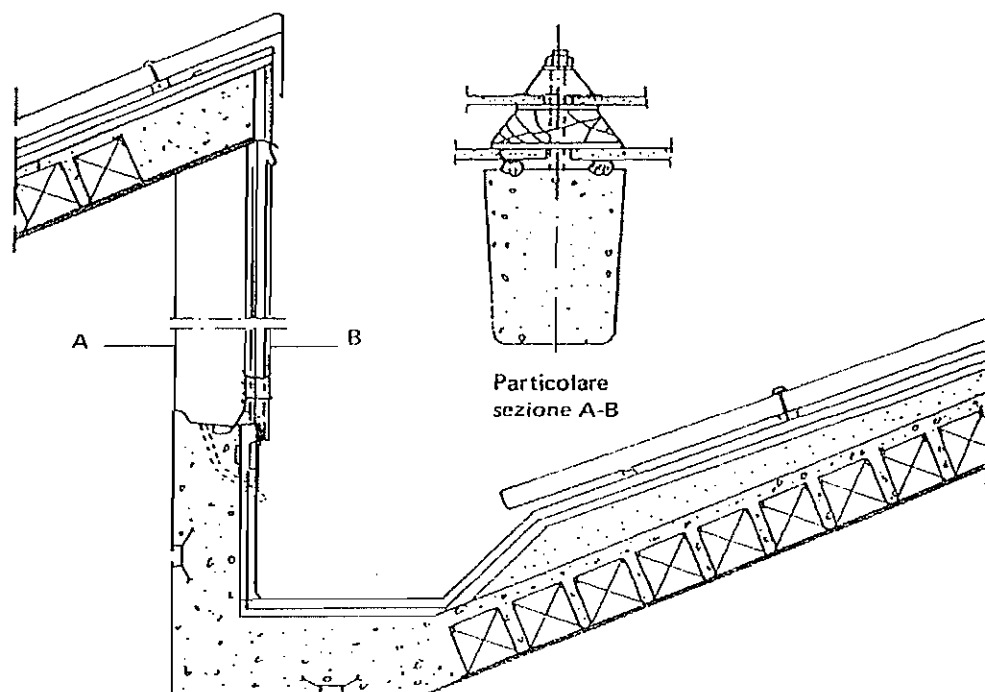


Fig. 2.69 a
Copertura a Shed in laterizio.

Nel disegno dello shed a struttura metallica c), si presentano le identiche condizioni della figura precedente.

Il criterio di utilizzare le colonne di scarico dell'impianto idro-sanitario anche come pluviali non è assolutamente raccomandabile. I volumi d'acqua che vengono convogliati durante le grandi piogge sono molto superiori a quelli previsti per gli scarichi sanitari: si possono verificare di conseguenza regimi di portata a bocca piena che funzionano nella colonna di scarico come stantuffi provocando, di conseguenza, l'autosifonaggio dei dispositivi di scarico.

Per le acque piovane perciò è bene prevedere sempre colonne indipendenti che poi vadano a raccordarsi nei collettori orizzontali di cantina.

Approfondimenti tecnici

È opportuno premettere che la qualità funzionale di un sistema di scarico dipende da una razionale progettazione dei vani tecnici e dalla localizzazione dei singoli apparecchi sanitari in essi installati, in modo da ottimizzare le schemature degli scarichi e in particolare le diramazioni. (Nei sistemi industrializzati di blocchi prefabbricati di impianti idrico-sanitari, di cui illustreremo in seguito alcuni esempi di schemi, tale obiettivo è insito nel sistema di produzione e di costruzione).

3.6.1.1. *Diramuzioni di scarico.* — È l'insieme di tubazioni che collega gli scarichi degli apparecchi sanitari, corredato di chiusure idrauliche e sifoni, alle colonne di scarico verticali. I tratti orizzontali devono essere posti in opera con un minimo di pendenza per facilitare il flusso delle acque reflue, anche se di norma gli apparecchi determinano con la loro installazione un minimo

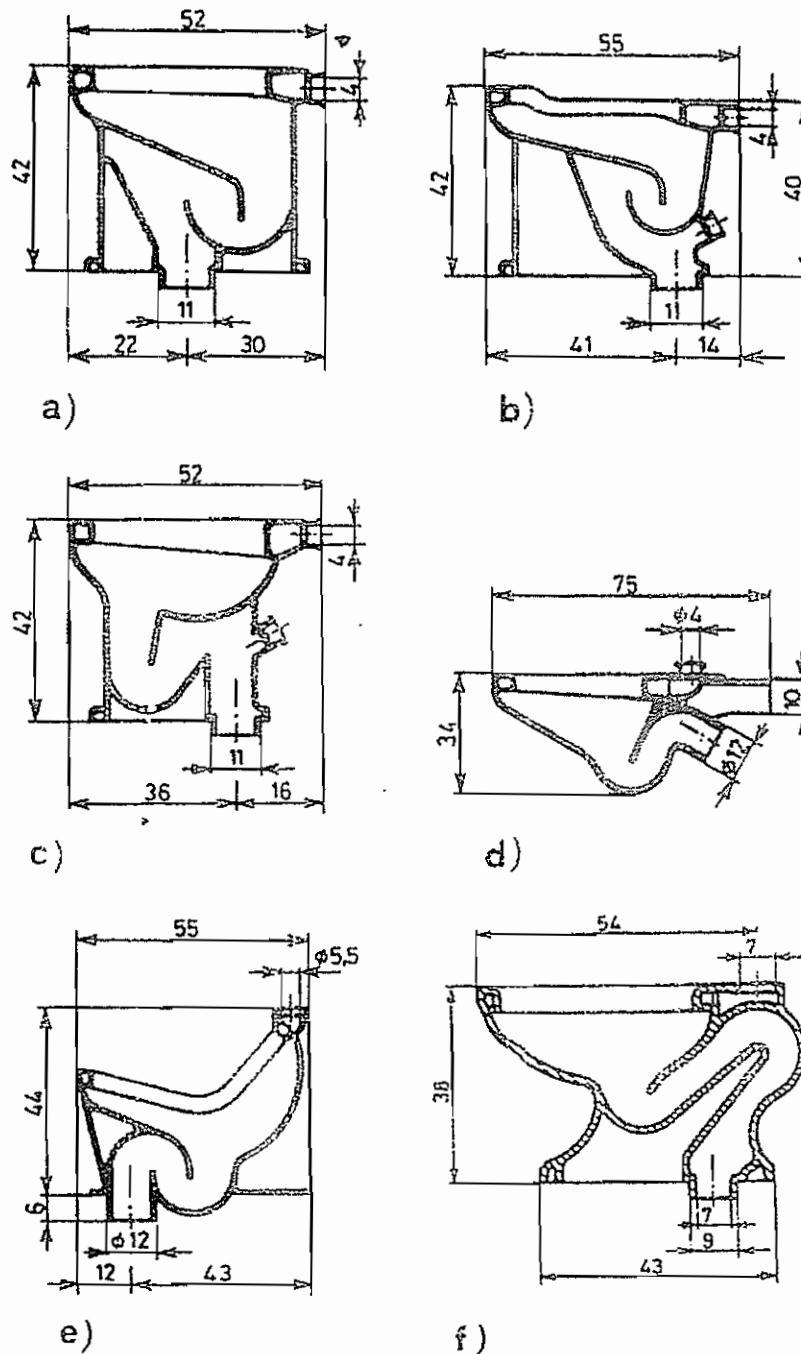
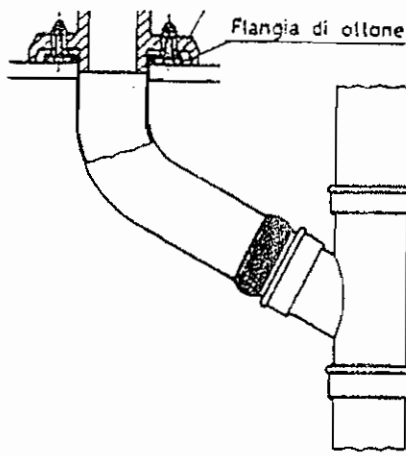


Fig. 3.41. — Vasi con sifone incorporato con funzionamento a caduta o ad aspirazione.
 a) Vaso a caduta normale con scarico centrale; b) vaso a caduta a becco con scarico posteriore;
 c) vaso a caduta a feci visibili con scarico posteriore; d) vaso a caduta sospeso con scarico obliquo;
 e) vaso a caduta a sella con scarico posteriore; f) vaso ad aspirazione.



di battente rispetto alla quota di posa dei tubi che corrono nel solaio dei vani destinati a servizi igienici. In alcuni casi le diramazioni realizzate con tubi in PVC, PEad, o in ghisa corrono nell'intradosso del solaio, mascherate nel controsoffitto del piano sottostante (4).

La rete di diramazione tradizionalmente è eseguita in tubi in piombo, i quali vengono soppiantati sempre più da tubi in PVC o in PE ad alta densità.

Si può individuare una *diramazione principale di scarico* e una *secondaria*.

La *diramazione principale di scarico* collega direttamente il vaso alla colonna di scarico verticale.

Il vaso va posto in prossimità della colonna discendente, fissato a pavimento o a parete (vaso sospeso).

Elementi fondamentali del sistema:

— *apparecchi con sifone* incorporato con funzionamento a caduta o ad aspirazione (fig. 3.41).

a) vasi a caduta o a cacciata: sono costituiti in modo che il condotto e il sifone consentano l'espulsione del materiale fecale per effetto dell'acqua di lavaggio fatta scaricare dalla cassetta posta ad un'altezza di circa 2 metri sopra il vaso (contenuto d'acqua della cassetta: 10-12 l);

b) vasi ad aspirazione: la loro pulizia avviene, oltre che per il getto d'acqua, per risucchio causato dall'aspirazione che si determina attraverso il sifone e il condotto di scarico. La diramazione di scarico deve avere una lunghezza minima di 60 cm e un diametro di 70 mm. In tal modo si innesta un autosifonaggio per il fatto che la diramazione scarica l'acqua di lavaggio nella tubazione a sezione piena, determinando un'aspirazione del sifone. Il sifone del vaso è sprovvisto di ventilazione;

— *ventilazione del sifone* per il vaso a caduta; è prevista la ventilazione innestata sul bocchettone a una distanza non inferiore a 60 cm dal sifone (5);

— *bocchettone*: costituisce l'unione tra il vaso e il bicchiere predisposto sulla colonna discendente (se in piombo devono essere sempre curvati regolarmente). Diametro del bocchettone per vasi a caduta 100 mm, diametro del bocchettone per vasi ad aspirazione 70 mm;

— *flangia*: elemento, per lo più in ottone, di collegamento tra bocchettone e vaso (saldata al bocchettone in piombo e fissata con bulloni o avvitata all'uscita

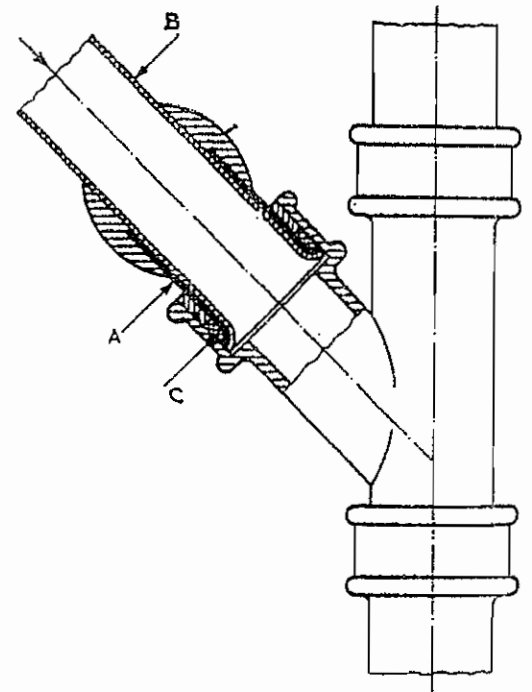


Fig. 3.43. — Ghiera d'unione fra tubi di piombo e tubi di ghisa. A: ghiera di rame; B: tubo di piombo; C: bicchiere della colonna di ghisa.

(4) È buona norma per consentire una razionale e corretta posa delle tubazioni di scarico predisporre la struttura del piano del solaio ribassata di 6 cm nella zona interessata dal vano adibito ad alloggiare i servizi igienici.

(5) Il funzionamento dei vasi è legato alle scelte del tipo di cassetta di scarico, della forma del vaso e del suo sifone e dalla diramazione di scarico.

Infatti il sifone del vaso ad aspirazione è a chiusura idraulica profonda e la cassetta è posta direttamente sopra il vaso a zaino con un dispositivo di scarico a due tempi, per il lavaggio del vaso e per ripristinare la chiusura idraulica del sifone. Inoltre è necessaria una quantità d'acqua superiore rispetto a quella per i vasi a caduta di circa 10-15 l.

Tra i diversi tipi di cassette in commercio si ricordano quelle a scarico automatico o a cellula fotoelettrica, il cui meccanismo consente scarichi a tre tempi: velo d'acqua di prelavaggio, scarico di lavaggio e getto per ripristinare la chiusura idraulica.

Tra i vari tipi di vasi si ricordano quelli che si distinguono per l'uscita di scarico: uscita verticale centrale, uscita verticale posteriore, uscita verticale anteriore (fig. 3.41).

dello scarico del vaso; nel caso di bocchettone in materiale plastico l'unione può essere effettuata direttamente all'uscita dello scarico del vaso tramite pezzi speciali) (fig. 3.42);

— *virola*: ghiera di rame interposta tra il bocchettone in piombo e il bicchiere della colonna in ghisa o in acciaio (*braga*), è saldata al bocchettone ed impionbata a secco nella colonna discendente (fig. 3.43).

Il sistema di *diramazione di scarico secondario* è costituito da tubazioni che convogliano le acque reflue degli apparecchi sanitari (lavandini, bidet, vasche, lavabi, docce, ecc.) nella colonna di scarico verticale; direttamente nella colonna se in essa viene predisposto un imbraga secondario, oppure nella diramazione principale o nel bocchettone.

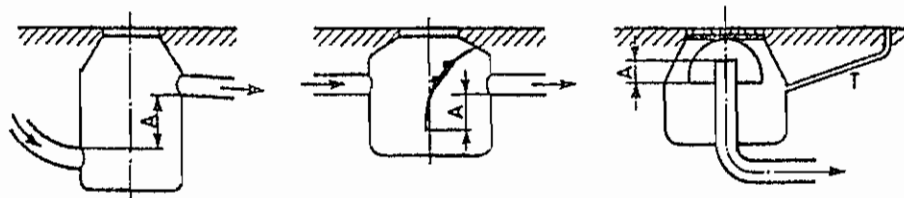


Fig. 3.44. — Sifoni a scatola incassati a pavimento.

TAB. 3.XXIX. — DIAMETRO DEI SIFONI ED UNITÀ DI SCARICO.

Tipo di apparecchio	Diametro minimo sifone e scarico mm	Unità di scarico n.
Lavabo	25 ÷ 30	1
Lavandino da cucina	40	3
Id. per albergo o ristorante	50	6 ÷ 8
Bidet	30	2
Orinatoio sospeso	40	2
Orinatoio a colonna	50	4
Vasca da bagno	40	3
Doccia	40	2
Fontanella acqua potabile	30	1
Vaso a sedere	80	4
Vaso ad aspirazione	60 ÷ 80	6
Vaso alla turca	100	8
Vuotatoio	80 ÷ 100	6 ÷ 8

TAB. 3.XXX. — DIAMETRO DELLE DIRAMAZIONI A COLLETTORE.

Diametro in mm	Massimo numero di unità di scarico per una		
	pendenza del 1%	pendenza del 2%	pendenza del 4%
32.....	1	1	1
40.....	2	2	3
50.....	5	6	8
75 (senza vasi)	12	15	18
80 (senza vasi)	24	27	36
80 (con non più di due vasi) (¹)	15	18	21
100.....	84	96	114
125.....	180	234	280
150.....	330	440	580
200.....	870	1150	1680
250.....	1740	2500	3600
300.....	3000	4200	6500
350.....	6000	8500	13500

(¹) La tendenza europea è quella di non scendere mai sotto i 100 mm in presenza di vasi.

TAB. 3.XXXI. — DIAMETRO DELLE DIRAMAZIONI.

Diametro minimo mm	Max numero unità di scarico con pendenza del:		
	1%	2%	4%
35 (senza vasi)	1	1	1
40 (senza vasi)	2	3	4
50 (senza vasi)	4	5	6
60 (senza vasi)	7	10	12
70 (senza vasi)	12	15	18
80 (senza vasi)	22	28	34
80 (con max 2 vasi)	14	16	20
100	80	90	100
125	120	160	200
150	250	300	400

Fonte: «Impianti sanitari» A. Gallizio

TAB. 3.XXXII. — DIAMETRO MINIMO DELLE DIRAMAZIONI DI SCARICO ED UNITÀ DI SCARICO DEI VARI APPARECCHI. CATEGORIA 1, PRIVATI - CATEGORIA 2, SEMIPUBBLICI - CATEGORIA 3, PUBBLICI.

Specie di apparecchio	Categoria	Diametro minimo interno del sifone e dello scarico in mm	Unità
Lavabo.....	1	21	1
Lavabo.....	2 e 3	32	2
Vaso a sedere normale.....	1	100	4
Vaso a sedere normale.....	2	100	5
Vaso a sedere normale.....	3	100	6
Vaso a sedere ad aspirazione.....	1	75	6
Vaso alla turca.....	2 e 3	100	8
Vasca da bagno.....	1	40	3
Vasca da bagno.....	2 e 3	50	4
Doccia.....	1	40	2
Doccia.....	2 e 3	50	3
Bidet.....	1	32	2
Bidet.....	2 e 3	32	2
Lavastoviglie, lavatrice.....	1	40	2
Orinatoio sospeso.....	1-2-3	40	2
Orinatoio a stallo verticale.....	2 e 3	50	4
Orinatoio ad aspirazione.....	1-2-3	32	2
Un gabinetto da bagno completo (lavabo, vaso a sedere, vasca da bagno, bidet).....	1	100	10
Lavandino da cucina di appartamento.....	1	40	3
Lavandino da cucina di ristorante.....	—	75	8
Lavandino da ristorante.....	—	50	6
Lavandino da laboratorio.....	—	40	2
Vuotatoio.....	—	100	8
Lavapiedi.....	—	40	2
Lavatoio privato.....	—	40	3
Fontanella acqua da bere.....	—	32	1
Chiusino a pavimento interno.....	—	50	3
Chiusino a pavimento da cortile, cabina idrica, autorimessa, terrazzo, per ogni 2 litri di acqua scaricata al minuto.....	—	—	1
Raccolta acqua piovana:			
— con una caduta massima di 10 cm/h: ogni 17 m ² di area servita.....	—	—	1
— con una caduta massima di 20 cm/h: ogni 8,5 m ² di area servita.....	—	—	1

Gli apparecchi sanitari sono provvisti di chiusure idrauliche con sifone a bottiglia, a P, a S, ad orologio che devono essere opportunamente ventilati.

Per alcuni apparecchi, come ad esempio le docce e le vasche, che spesso non possono essere dotati di una propria chiusura idraulica, è necessario realizzare un sifone tramite una scatola sifonata cilindrica di circa 120 × 120 mm (fig. 3.44) posta a pavimento; nella parte inferiore di essa si innesta la diramazione di scarico proveniente dagli apparecchi, nella parte superiore parte la diramazione di scarico collegata alla colonna verticale. Tra diramazione di entrata e di uscita si deve realizzare una chiusura idraulica di minimo 5 cm (battente).

Diametro dei tubi delle diramazioni di scarico.

Si riportano i diametri dei tubi delle diramazioni di scarico degli apparecchi sanitari più in uso, in base alle portate di scarico di ogni apparecchio espresse in «unità di scarico». L'unità di scarico corrisponde ad uno scarico di 28 l/minuto di acque reflue (tabb. 3.XXIX, 3.XXX, 3.XXXI, 3.XXXII).

3.6.1.2. Colonne di scarico. — La colonna di scarico è costituita da una tubazione verticale di norma in ghisa o in plastica (PVC = polivinilcloruro; PEad = polietilene ad alta densità). Vengono anche usate colonne di scarico in acciaio, acciaio smaltato o in grès.

Le colonne prevedono tubazioni con bicchiere per consentire il collegamento tra i vari tronchi o pezzi speciali (braga) per l'innesto (rifinito con opportuni materiali sigilanti) delle tubazioni, delle diramazioni e delle tubazioni delle reti di ventilazioni (fig. 3.45). Per le tubazioni in plastica, oltre al tipo a bicchiere, tra i vari metodi si citano le giunzioni ottenute con saldatura testa a testa con termospecchi o con manicotto elettrico. La parte terminale superiore della colonna di scarico deve essere portata in copertura per un'altezza di 2 m al di sopra di essa e a una distanza minima di 4 m da eventuali finestre o aperture adiacenti; inoltre in questo caso la colonna è prolungata di 1 m al di sopra di esse. Tale parte della tubazione «tronco di esalazione» è protetta da un componente «mitra»; quest'ultimo, inoltre, funziona in modo da sfruttare l'azione del vento, creando una depressione sulla bocca della colonna con aspirazione naturale dei gas mefitici (mitra Wolpert e mitra girevole). In molti casi i servizi igienici sono dotati di una colonna con un'aspirazione artificiale con un torrino con ventilatore motorizzato.

Le colonne di scarico immettono nel collettore esterno le acque reflue. Tra la parte inferiore alla base della tubazione verticale e il collettore sub-orizzontale è interposto un pozzetto sifonato, ispezionabile ed interrato (fig. 3.46).

A volte tale pozzetto, per difficoltà di realizzazione, è sostituito da un sifone ispezionabile.

La colonna di scarico deve essere accoppiata ad una colonna verticale di ventilazione (secondaria; da primaria funziona la parte superiore della colonna stessa di scarico). Entrambe fanno parte della rete di ventilazione il cui sistema sarà illustrato nel paragrafo 3.6.1.3.

Le colonne di scarico sono alloggiare in cavedi della larghezza di circa 170 mm; in corrispondenza del solaio, attraversato dalle colonne, è necessario predisporre asole di passaggio, tenendo conto della tessitura della struttura del solaio. In tali cavedi si tende a concentrare ed alloggiare tutte le tubazioni in modo da costituire una parete attrezzata.

Nei servizi igienici, in particolare negli edifici pubblici, il cavedio è racchiuso tra due tramezzi di cui uno mobile, in modo tale da consentire l'ispezionabilità e la manutenzione dell'impianto.

Le colonne di scarico sono fissate alle strutture con collari di acciaio inox o acciaio zincato. Per le tubazioni in plastica il fissaggio a causa delle reazioni termiche (per un tubo PEad è di 0,2 m/°C), va realizzato con due ancoraggi fissi posti sotto il bicchiere del tipo a manicotti scorrevole; tra i due punti fissi vanno inseriti ancoraggi del tipo a bracciale scorrevole. Nel caso

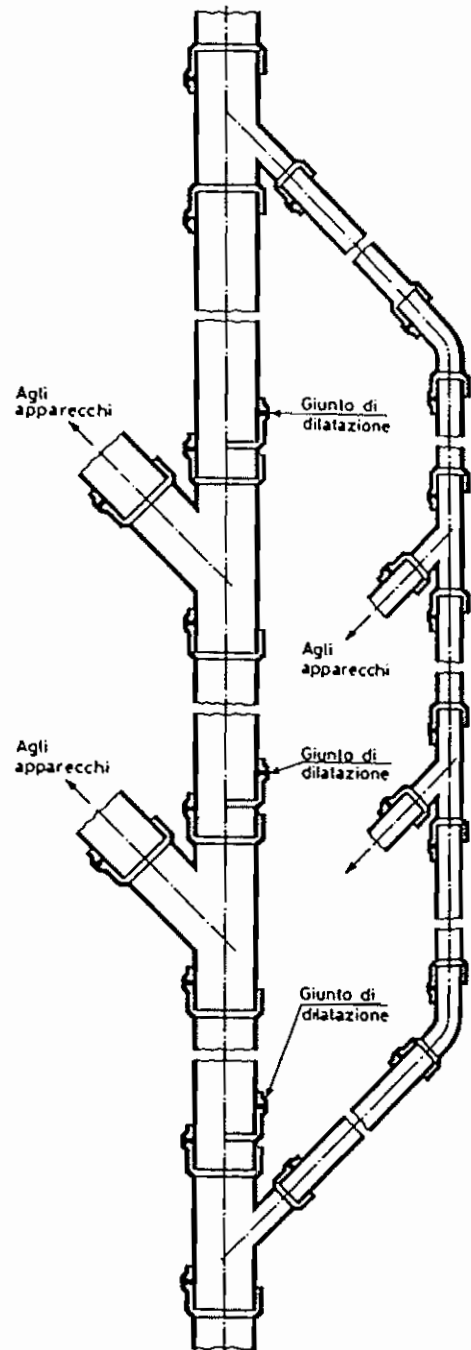


Fig. 3.45. — Colonna di ventilazione unitaria con tubi di materia plastica.

di tubazioni saldate elettricamente i punti fissi dell'ancoraggio vanno posti ogni 6 m, a una distanza massima pari a 15 volte il diametro del tubo delle colonne di scarico.

Il diametro delle colonne di scarico è di norma realizzato con tubazioni a sezione costante di 100 mm. Infatti nelle colonne che scaricano vasi, il diametro interno del tubo non deve essere inferiore a 100 mm. La determinazione del diametro delle colonne comunque dipende: dalla somma delle unità di scarico che confluiscono nella colonna; dal numero degli apparecchi e dalle relative unità di scarico localizzate in ogni piano dell'edificio e serviti dalla colonna di scarico; dall'altezza della colonna.

Nelle tabb. 3.XXXIII e 3.XXXIV sono riportati il diametro delle colonne di scarico in relazione ai 3 fattori sopraindicati. Si fa presente che, per edifici di elevato numero di piani, la velocità di caduta delle acque non aumenta in modo rilevante rispetto a quella assunta nei primi metri di caduta, in quanto intervengono resistenze di attrito. Ad esempio in una colonna di diametro 75 mm completamente aperta alla base e in sommità, l'acqua scaricata assume la velocità di 8 m/sec dopo 9 m di caduta, 10,4 m/sec dopo 30 m (da A. Gallizio).

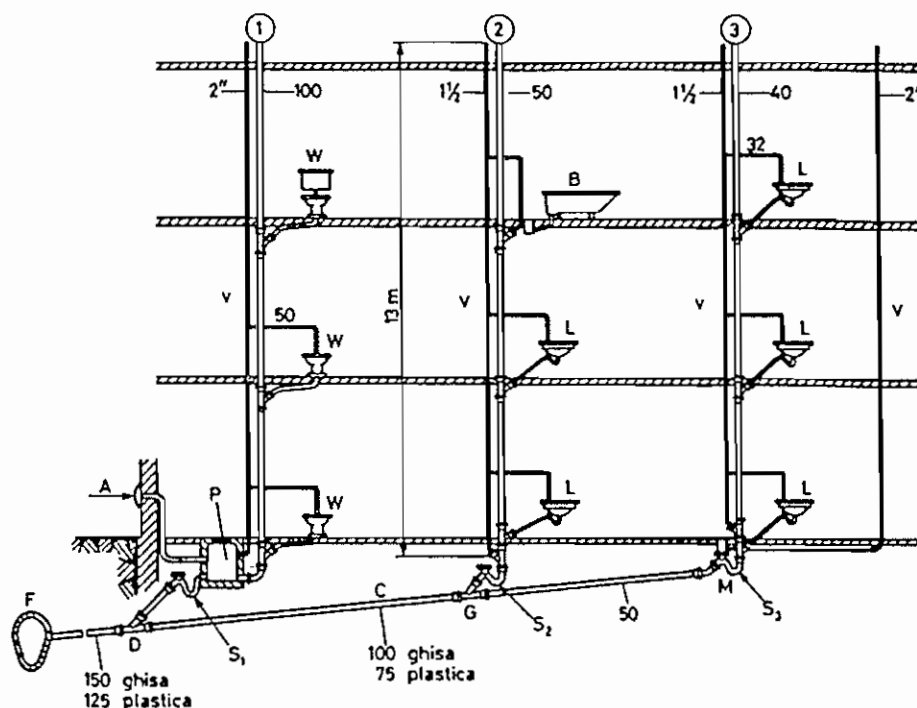


Fig. 3.46. — Collettori di scarico con sifoni alla base delle colonne.
 P pozzetto; S₁ sifone del pozzetto; A ventilazione del pozzetto; F collettore esterno; S₂, S₃ sifoni delle colonne di scarico; C collettore suborizzontale; D, G, M braghe; L lavabi; W vasi; B vasca da bagno; V colonna di ventilazione.

TAB. 3.XXXIII. — DIAMETRO DELLE COLONNE DI SCARICO (ADIBITE A SOLO SERVIZIO SANITARIO).

Diametro (mm)	Massimo numero di unità		Massima lunghezza della colonna (compresa l'esalazione) in metri
	per ogni piano	per tutta la colonna	
32 (senza vasi).....	1	1	14
40 (senza vasi).....	3	8	18
50 (senza vasi).....	8	18	27
75 (senza vasi).....	20	36	27
80.....	45	72	64
100.....	190	384	91
125.....	350	1020	119
150.....	540	2070	153
200.....	1200	5400	225

Fonte: Gallizio.

Diametro minimo (mm)	Max numero unità di scarico		Lunghezza max della colonna (m)
	per ogni piano	per tutta la colonna	
40 (senza vasi).....	3	8	14
50 (senza vasi).....	5	18	18
60 (senza vasi).....	8	25	25
70 (senza vasi).....	20	35	30
80.....	40	70	50
100.....	100	350	80
125.....	200	800	100
150.....	300	1200	140

3.6.1.3. Reti di ventilazione. — La rete di ventilazione fa parte integrante della rete di scarico (derivazione e colonne). Essa è costituita da una tubazione verticale a sezione costante che corre parallelamente alla colonna di scarico e che dal pozzetto sale al di sopra della copertura terminando con un componente di protezione detto «mitra»; oppure essa si innesta all'altezza del tronco terminale della colonna di scarico, in un punto che risulta al di sopra della linea idrometrica (linea che indica il più alto livello che può assumere l'acqua negli apparecchi sanitari rispetto al punto di immissione della derivazione di scarico nella colonna).

Sulla colonna di ventilazione si innestano le derivazioni di ventilazione che hanno lo scopo di aerare le chiusure idrauliche dei singoli apparecchi sanitari.

Le funzioni della rete di ventilazione sono:

— aerare la rete di scarico e allontanare le esalazioni della rete stessa direttamente all'aria esterna attraverso la mitra in condizioni di riposo dell'impianto di scarico;

— annullare gli effetti delle pressioni e delle depressioni delle tubazioni causate dallo scarico delle acque reflue e del materiale di rifiuto;

— contenere i rumori causati dagli scarichi; infatti, quando è in funzione lo scarico degli apparecchi, la massa dei liquami che scende con una certa velocità nella colonna di scarico si comporta come uno stantuffo che comprime l'aria sottostante allo scarico e crea un'aspirazione dell'aria al di sopra dello scarico. Pertanto si determina una compressione sottostante e una depressione sovrastante, che tendono a rompere o a svuotare le chiusure idrauliche; cioè si determina quello che viene comunemente chiamato *sifonaggio per compressione* o *sifonaggio per aspirazione*, con conseguente immissione dei gas mefitici negli ambienti.

La presenza della rete di ventilazione fa sì che la soprapressione e la depressione vengano assorbite dalla rete di ventilazione mantenendo l'equilibrio delle pressioni a valle e a monte delle chiusure idrauliche.

Si ricorda che la mancanza del sistema di ventilazione può anche determinare il fenomeno di *autosifonaggio* della chiusura idraulica dell'apparecchio. Ciò può verificarsi quando il tubo di scarico dell'apparecchio è molto lungo e le acque reflue vengono allontanate nella tubazione a sezione piena, producendo un'aspirazione. L'acqua che dovrebbe rimanere nel sifone realizzando la chiusura idraulica, per effetto della depressione a valle e della pressione atmosferica a monte, viene spinta lasciando il sifone a secco. Inoltre, la mancanza della ventilazione, per i motivi sopra esposti, è causa di rumorosità degli impianti; ad esempio si dice che l'acqua di un sifone gorgoglia per effetto del sifonaggio per compressione. In ogni rete di scarico, pertanto, deve essere prevista un'opportuna rete di ventilazione. Lo scarico delle acque reflue può avvenire senza creare il fenomeno del sifonaggio per compressione ed aspirazione, anche se in presenza di particolari condizioni (ad esempio nel caso in cui la colonna verticale abbia una sezione tripla dei tubi di scarico dei singoli apparecchi, o la diramazione non sia inferiore a 60 cm con apparecchi a fondo concavo o a 1,2 m a fondo piano).

Sono sconsigliabili in alternativa alla ventilazione (salvo casi particolari) anche componenti funzionali come i sifoni a chiusura infrangibile o automaticamente ripristinabili.

Il sistema di ventilazione si può distinguere in:

— *ventilazione unitaria*: ogni singolo sifone dell'apparecchio è ventilato (sistema consigliabile e sempre applicabile);

— *ventilazione a gancio*: si applica quando si hanno apparecchi in batteria (non più di tre apparecchi), come nel caso di servizi igienici per edifici pubblici o per attività collettive, come si evince dagli schemi di fig. 3.47.

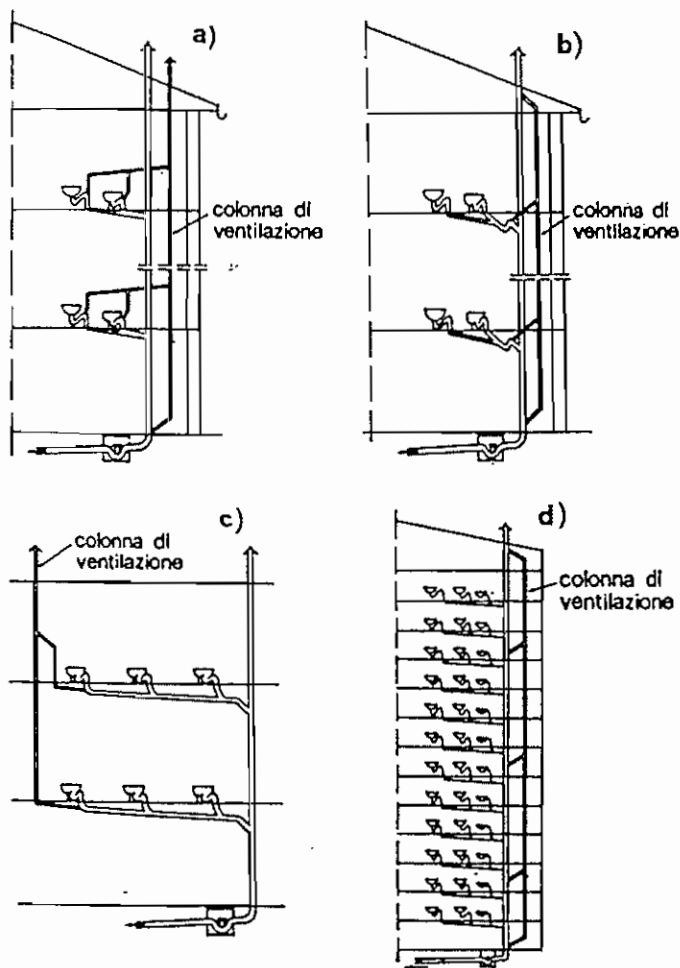


Fig. 3.47. — Tipi di colonne di ventilazione.
 a) Colonna di ventilazione allacciata a tutti i sifoni degli apparecchi; b) colonna di ventilazione allacciata ai sifoni di piano; c) ventilazione a gancio; d) ventilazione a maglia.

scarico da 1 a 30. Se essa serve anche dei vasi, si deve adottare un diametro di circa 40 ÷ 60 mm per unità di scarico da 15 a 60.

Di solito il diametro è di circa 35 ÷ 60 mm. È bene adottare un diametro costante per tutta la colonna non inferiore a quello delle diramazioni ad essa allacciate o a metà di quello della colonna di scarico. Si possono adottare diametri maggiori per edifici molto alti.

3.6.1.4. Collettori di scarico. — Il collettore di scarico, partendo dal pozzetto sifonato «ventilato» che si imposta alla base della colonna verticale, raccoglie le acque reflue e le adduce nel sistema fognante pubblico. I collettori possono essere previsti separatamente per la raccolta delle acque reflue nere e bianche. L'insieme formato dal collettore principale e dal collettore o collettori secondari (fognatura domestica di solito privata), che confluiscono nel collettore principale (fognatura pubblica), costituisce la rete fognante.

I collettori secondari, oltre al pozzetto di uscita del fabbricato, devono prevedere pozzetti di innesto sul collettore principale e pozzetti di ispezione e di lavaggio. Le pendenze da adottare devono essere determinate in relazione al tipo di materiale del tubo e alle portate delle velocità delle acque reflue da scaricare. La fognatura generalmente è ad efflusso per gravità (scolo naturale); in casi particolari a scolo artificiale quando è necessario usare impianti di sollevamento con pompe idrauliche centrifughe o idroiettori pneumatici, ecc.

Se la fognatura smaltisce con una rete unica le acque bianche e quelle nere si ha il sistema unitario misto; se lo smaltimento avviene separatamente sulle due reti si ha il sistema separatore.

Le tubazioni sub-orizzontali del collettore possono essere realizzate con tubi in grès ceramico con pendenze >0,5%, in ghisa con pendenza >1%, in cemento con pendenza >2%, in plastica (PVC, PEad) con pendenza >1%.

I collettori vengono interrati esternamente al fabbricato; in alcuni casi, come in grandi complessi edilizi, tratti di collettori scorrono esternamente in scantinati o in gallerie di servizio. In

Per edifici di grande altezza è necessario eseguire collegamenti ogni 4 ÷ 5 piani (*ventilazione a maglia*) tra la tubazione verticale di ventilazione e la colonna di scarico, per contenere le forti pressioni e le depressioni che si verrebbero a creare nelle tubazioni di scarico. Infatti effettuando tali collegamenti, partendo dalla base sino alla sommità delle colonne, si equilibrano e si controbilanciano le differenze di pressione (positive e negative) che si possono instaurare in conseguenza di scarichi effettuati contemporaneamente ai vari piani.

È da tenere presente che le tubazioni di ventilazione dei singoli sifoni devono essere installate in modo che la diramazione di ventilazione dell'apparecchio alla colonna sia a quota superiore a quella di scarico dell'apparecchio, allo scopo di evitare che le acque e i materiali di rifiuto (per il principio dei vasi comunicanti) possano immettersi nella rete di ventilazione, caso che si può verificare per l'ostruzione dello scarico.

Nelle reti di ventilazione vengono adottate tubazioni di vari materiali, dalle tradizionali tubazioni in ghisa e in acciaio zincato si passa a quelle più recenti in materiale plastico (PVC e PEad). Il tipo delle tubazioni di ventilazione è anche scelto in relazione ai materiali usati per le reti di scarico.

Se la diramazione serve un solo apparecchio, si deve adottare lo stesso diametro della diramazione di scarico (max 50 mm). Se la diramazione serve più apparecchi senza vasi, si deve adottare un diametro di circa 30 ÷ 50 mm per unità di

tal caso, di norma, essi sono fissati alle strutture con bracciali di sostegno apribili in corrispondenza di ogni giunto. I bracciali sono a una distanza di 2 m di interasse l'uno dall'altro se la tubazione è in materiale plastico o in ghisa, e a una distanza di 1 m di interasse se in grès. In tutti i casi va assicurata un'opportuna pendenza della tubazione. Eventuali diramazioni vanno eseguite con curve ampie e con angoli di deviazioni di 45°.

Il diametro del collettore sarà maggiore del diametro della colonna maggiore di scarico ad esso collegata. Nelle tabb. 3.XXXV e 3.XXXVI sono riportati i diametri dei collettori di scarico nel caso questi siano previsti separatamente per la raccolta delle acque sanitarie e delle acque piovane. Inoltre nelle tabb. 3.XXXVII e 3.XXXVIII sono riportate rispettivamente le portate per gravità dei tubi considerati metà pieni, e, per collettori orizzontali, la velocità dell'acqua e il numero massimo di unità di scarico. Per fognature in cemento le unità devono essere dimezzate.

Per impianti di una certa importanza è opportuno procedere alla verifica della velocità e del diametro, in base alla portata e alla pendenza. La velocità (media) del liquame dovrebbe essere com-

TAB. 3.XXXV. — DIAMETRO DEI COLLETTORI DI SCARICO (solo servizio sanitario).

Diametro del tubo in mm	Massimo numero di unità con		
	pendenza 1%	pendenza 2%	pendenza 4%
32 (senza vasi).....	1	1	1
40 (senza vasi).....	2	2	3
50 (senza vasi).....	7	9	12
75 (senza vasi).....	33	45	72
80 (con non più di due vasi).....	27	36	48
100.....	114	150	210
125.....	270	370	540
150.....	510	720	1050
200.....	1290	1860	2640
250.....	2520	3600	5250
300.....	4390	6300	9300
350.....	8300	11600	16800

TAB. 3.XXXVI. — DIAMETRO DEI COLLETTORI DI SCARICO (per sole acque piovane).

Diametro del collettore in mm	Massima superficie di raccolta d'acqua piovana per		
	pendenza 1% m ²	pendenza 2% m ²	pendenza 4% m ²
32	8	12	17
40	13	20	27
50	28	41	58
75	75	100	135
90	125	175	250
110	225	320	450
125	307	437	618
150	488	697	995
160	585	850	1200
200	1023	1488	2065
250	1814	2557	3720
300	3022	4231	6090
315	3350	4750	6600
400	5394	7533	10695

TAB. 3.XXXVII. — PORTATA TEORICA DELLE TUBAZIONI DI SCARICO A PIENA SEZIONE (*litri al minuto*).

Diametro del tubo in mm	Pendenza della tubazione						
	0,5%	1%	1,5%	2%	2,5%	3%	4%
<i>Tubazioni di ghisa</i>							
50	32	45	57	64	72	79	91
80	94	132	162	189	208	231	265
100	196	280	342	397	443	484	560
150	605	850	1040	1203	1347	1476	1703
200	1250	1780	2176	2517	2801	3084	3558
250	2300	3250	3974	4618	5148	5640	6510
300	3780	5350	6586	7608	8516	9311	10749
<i>Tubazioni di grès</i>							
100	227	322	394	454	507	557	643
150	681	973	1192	1378	1537	1684	1945
200	1438	2044	2498	2877	3217	3558	4088
250	2612	3709	4542	5261	5867	6434	7419
300	4353	6132	7494	8705	9690	10636	12263

TAB. 3.XXXVIII. — COLLETTORI ORIZZONTALI DI SCARICO: VELOCITÀ DELL'ACQUA E MASSIMO NUMERO DI UNITÀ DI SCARICO IN RELAZIONE AL DIAMETRO E ALLA PENDENZA.

Diametro colonna	Velocità (m/s) pendenza (%)				Carico US pendenza (%)		
	0,5	1	2	4	1	2	4
50	0,31	0,44	0,62	0,88	—	21	26
65	0,34	0,49	0,68	0,98	—	24	31
80	0,38	0,54	0,76	1,08	20	27	36
100	0,44	0,62	0,88	1,24	180	216	250
125	0,49	0,69	1,08	1,39	390	480	575
150	0,54	0,76	1,24	1,52	700	840	1000
200	0,62	0,88	1,29	1,75	1600	1920	2300
250	0,69	0,98	1,39	1,96	2900	3500	4200
300	0,75	1,07	1,47	2,06	4600	5600	6700

presa tra 0,7 e 2,5 m/s. La sezione, a portata massima, dovrebbe essere piena fino a poco più di mezza altezza (fino a 7/10 qualora il collettore raccogliesse acque piovane). Se si tratta di edificio ad appartamenti si può procedere come segue: con l'aiuto della tab. 3.XXXIX si ricava anzitutto il numero N di unità di scarico, che confluiscono al collettore. La portata in l/s sarà $Q = N \cdot 28/60$.

Volendo tenere conto delle probabilità di uso non contemporaneo di tutti gli n apparecchi installati, si può trovare la portata effettiva q moltiplicando la Q per il coefficiente di simultaneità $k = 1/n - 1$.

Fissata la pendenza i , assunti un certo diametro d ed il raggio idraulico $R = 0,25d$, la velocità vale (CHEZY-BAZIN):

TAB. 3.XXXIX. — DIAMETRO DEI COLLETTORI DI SCARICO.

Diametro minimo (mm)	Max numero unità di scarico con pendenza del		
	2%	3%	4%
80 (senza vasi)	30	40	60
100	80	100	150
125	200	250	350
150	500	600	800
200	1500	2000	2500
250	3000	4000	5000
300	5000	6500	8000

$$V = 87 R i / (R + y)$$

(R in m, V in m/s).

Per tubi in ghisa, cemento-amianto o grès si può assumere il coefficiente di scabrezza $y = 0,16$, per quelli in PVC $y = 0,1$.

La portata del tubo, pieno fino a metà dell'altezza, in l/s vale:

$$q = 1/8 d^2 V 1000 \quad (d \text{ in m})$$

(A sezione piena portata doppia, con identica velocità).

Se la q , così calcolata, differisce molto da quella effettiva di cui sopra, converrà aumentare o diminuire il diametro e rifare la verifica.

3.6.2. RETI DI SCARICO E RACCOLTA DELLE ACQUE PIOVANE. — È opportuno dimensionare le reti di scarico con metodi di calcolo, in particolare per le fognature o reti unitarie, si riporta quello consigliato dalle norme UNI 9182 di pratica utilizzazione con l'ausilio delle tabelle. Per il dimensionamento delle converse e dei canali semicircolari si può ricorrere direttamente alla tab. 3.XL.

In funzione della superficie della copertura da servire e della pendenza della gronda si ottiene il diametro nominale in mm. Per il dimensionamento dei pluviali è necessario individuare l'altezza di pioggia (ad esempio il regime pluviometrico massimo in mm/h del luogo) e la superficie da drenare in m^2 .

In base alla configurazione del fabbricato, della copertura e della sua pendenza, si fissano i bocchettoni di confluenza dell'acqua su cui dovranno innestarsi i pluviali, tenendo inoltre conto dei materiali di costruzione dei pluviali e del sistema dei collettori sub-orizzontali.

Nella tab. 3.XLI sono riportati i diametri dei pluviali per altezza di pioggia in mm/h e per superficie drenante.

Per valori di altezza di pioggia non contemplati si ricorre all'interpolazione lineare tra i valori in mm/h che comprendono il valore da considerare e quelli delle superfici in m^2 delle superfici da drenare corrispondenti.

Si consiglia comunque di adottare pluviali non inferiori a 100 mm per tenere conto di eventuali intasamenti determinati da foglie, terriccio, ecc. e di prevedere un minimo di due pluviali per superficie di copertura comprese entro 600 m^2 e non meno di quattro per superfici maggiori di 600 m^2 .

Per il dimensionamento dei collettori orizzontali di scarico delle acque piovane con pendenza 1%, si può ricorrere alla tab. 3.XLII.

TAB. 3.XL. — SUPERFICI SERVITE DA CONVERSE E CANALI DI GRONDE SEMICIRCOLARI.

Diametro nominale (mm)	Pendenze %			
	0,5	1	2	4
	Superficie in m^2			
75	18	25	35	50
100	40	55	80	110
125	70	95	135	190
150	100	150	200	300
175	150	210	300	420
200	220	300	430	600
250	400	550	780	1080

TAB. 3.XLI. — DETERMINAZIONE DEL DIAMETRO DEI PLUVIALI PER TIPI DI TUBO. (Agli effetti dell'utilizzazione dei prospetti seguenti si deve tenere conto che la lamiera zincata ed il rame hanno comportamento confrontabile con l'acciaio smaltato).

Tubi di ghisa

Diametro interno tubazione in mm	Altezza di pioggia in mm/h								
	60	90	120	150	180	210	240	270	300
50	105	70	52	42	35	30	26	23	21
65	200	133	100	80	67	57	50	44	40
80	340	227	170	136	113	97	85	75	68
100	595	397	297	238	198	170	149	132	119
125	1.035	690	517	414	345	296	259	230	207
150	1.635	1.090	817	654	545	467	409	363	327
175	2.405	1.603	1.202	962	802	687	601	534	481
200	3.360	2.240	1.680	1.344	1.120	960	840	747	672

Recuperare le acque piovane

Gli effetti allarmanti e talvolta drammatici delle recentissime vicende meteorologiche che hanno interessato anche il nostro paese mostrano quanto le previsioni dell'arrivo di cambiamenti climatici di rilevante impatto ambientale, tanto avversate o minimizzate in passato, stiano invece cominciando a manifestarsi con preoccupante puntualità.

L'assenza di precipitazioni, protrattasi per alcuni mesi, non ha fatto che riaprire le molte piaghe che solo un paese come il nostro, nel suo complesso ricco di risorse idriche (anche se non equamente distribuite) si è permesso di tollerare troppo a lungo.

Se modificare le cause di questa situazione sarà sicuramente il risultato di una lunga e complessa riflessione a livello politico-economico sul modo di intendere lo sviluppo e sulle interazioni di quest'ultimo con l'equilibrio ecologico del pianeta, dal punto di vista della cultura tecnica servono invece chiare e immediate risposte su come affrontare le emergenze dell'oggi e dell'immediato futuro.

In pratica occorre che, da un lato, una serie di misure di consueto utilizzo entrino a far parte della prassi progettuale dei tecnici per anticipare prevedibili nuovi bisogni degli utenti; dall'altro lato serve che questi ultimi assumano nuovi comportamenti nelle abitudini d'uso della risorsa acqua.

La risorsa che viene dal cielo

Tra i sistemi in grado di offrire un immediato contributo alla soluzione dei problemi dello spreco, della penuria e dei crescenti costi dell'approvvigionamento idrico vi sono sicuramente quelli basati sul recupero e riciclaggio delle acque meteoriche.

Si tratta di impianti modulari, talvolta molto evoluti, messi a punto in altri paesi (quelli distribuiti in Italia sono tutti di fabbricazione tedesca) dove le problematiche sopra accennate hanno raggiunto livelli così elevati da innescare una rapida spirale di aumento dei prezzi dell'acqua potabile che, in breve, ne ha resa la realizzazione di sicura convenienza economica.

Vantaggi... a pioggia

I vantaggi che vengono offerti dall'installazione di impianti di raccolta dell'acqua piovana per uso individuale non vengono goduti solo a livello privato ma si riflettono positivamente anche nella sfera dell'intervento pubblico:

- evitano il ripetersi di sovraccarichi della rete fognaria di smaltimento in caso di precipitazioni di forte intensità;
- aumentano l'efficienza dei depuratori (laddove le reti fognarie bianca e nera non siano separate), sottraendo al deflusso importanti quote di liquido che, nel diluire i quantitativi di liquami da trattare, ridurrebbero l'efficacia della fase biologica di depurazione;
- provvedono a trattenere e/o disperdere in loco l'eccesso d'acqua piovana (ad esempio durante forti temporali) che non viene assorbita dal terreno a livello urbano, a causa della progressiva impermeabilizzazione dei suoli, rendendo inutili i potenziamenti delle reti pubbliche di raccolta.

Benefici talmente consistenti che, anche in Italia, già alcune amministrazioni comunali hanno in avanzata fase di studio forme di incentivazione (sconto sul pagamento degli oneri di urbanizzazione) per quanti adottino sistemi di recupero e riciclaggio delle acque piovane.

Utilizzi dell'acqua

Nel settore privato circa il 50% del fabbisogno giornaliero d'acqua può essere sostituito con acque piovane. Nelle residenze gli impieghi che si prestano al riutilizzo di queste ultime sono in particolar modo: il risciacquo dei wc, i consumi per le pulizie e il bucato, l'innaffiamento del giardino e il lavaggio dell'automobile. (vedi grafico pagina precedente)

Altri punti di forza del sistema sono:

- la gratuità del conferimento;
- l'assenza di depositi calcarei nelle condutture e sulle resistenze elettriche delle macchine di lavaggio (lavatrice, lavastoviglie) e conseguente risparmio sui consumi di elettricità;
- il risparmio di detersivi (fino al 50%) per la minor durezza dell'acqua.

La qualità dell'acqua

La gamma dei reimpieghi possibili dell'acqua piovana dipende dalla sua qualità ovvero dalla misura di eventuali carichi inquinanti che alterano le sue caratteristiche fisiche, chimiche o i parametri microbiologici. Le fonti di agenti contaminanti possono essere:

- sostanze presenti in atmosfera che si associano all'acqua nel corso dell'evento piovoso (è il caso, ad

esempio, del noto e ormai diffusissimo fenomeno delle "piogge acide");

- sostanze di decadimento rilasciate dai materiali che compongono i sistemi di raccolta e/o stoccaggio delle acque (ad esempio piombo da converse o raccordi, idrocarburi e/o polimeri dalle guaine impermeabili, polveri e frammenti da tegole, coppi, lastre, ecc.);
- sostanze di natura organica e non trasportate dal vento che si depositano sulle coperture e/o sulle superfici destinate alla raccolta della pioggia (residui di foglie, fango, sabbia, limo, ecc. sedimentati in grondaie e pozzetti);
- parassiti, batteri e virus derivati dallo sterco di uccelli ed animali che hanno accesso alla copertura e alle superfici di raccolta.

Escludendosi comunque l'uso potabile, gli studi condotti finora non hanno rilevato problemi di sorta relativamente agli impieghi su elencati.

Impianto di raccolta e smaltimento dell'acqua piovana

L'adozione di un impianto di recupero dell'acqua piovana presuppone la piena efficienza del sistema di raccolta (composto da converse, canali di gronda, bocchettoni, pluviali, pozzetti di drenaggio, caditoie, tubazioni di raccordo) e del sistema di dispersione che, ove non sia costituito da corpi d'acqua o fognature pubbliche, è realizzato da tubazioni drenanti o pozzi perdenti.

Il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche va dimensionato secondo le indicazioni della norma UNI 10724. I dati di base necessari per il calcolo delle sezioni di grondaie, pluviali e collettori devono tener conto dei:

- dati climatologici: ovvero quantità e durata delle piogge (ricavabili dall'annuario statistico meteorologico edito dall'ISTAT);
- dati geometrici ovvero la sommatoria delle superfici che possono ricevere le precipitazioni.

Nel calcolare il dimensionamento dei pluviali e relative grondaie va ricordato che i coefficienti di deflusso per la determinazione dello scarico dell'acqua devono considerare fattori molto importanti come la superficie del tetto in funzione della pendenza, oppure se il tetto ha la copertura in ghiaia, oppure se il "tetto verde" è con area a verde intensivo o estensivo.

Un impianto di raccolta e smaltimento, che nel nostro caso assume la funzione prevalente di recupero, deve considerare soprattutto gli aspetti funzionali e strutturali che quelli estetici.

Va sottolineato che materiali e componenti devono uniformarsi alle corrispondenti norme di prodotto. Essi devono resistere all'azione chimica degli inquinanti atmosferici ed alle azioni meccaniche quali la grandine, il vento, le precipitazioni nevose se abbondanti, ecc.

Da ricordare inoltre che i bocchettoni devono essere del diametro delle tubazioni che seguono e che tutte le caditoie devono essere sifonate.

Tra le innovazioni tese a risolvere il frequente problema dell'intasamento delle grondaie e dei pluviali, causato da accumuli di foglie e altri residui che cadono sulle coperture, vanno segnalate particolari reti tubolari in materiale plastico da inserire nella sezione libera della grondaia.

Per installarle è sufficiente tagliarle a smusso in corrispondenza degli angoli del canale di gronda e a pezzi tra una staffa e l'altra quando queste sono del tipo registrabile con fissaggio superiore.

In paesi come l'Australia, dove l'acqua ha un altro rapporto con il suo utilizzatore, è consuetudine installare grondaie predisposte per la raccolta dell'acqua già pulita dalle foglie, grazie a sistemi che in pratica chiudono la parte superiore della grondaia stessa. L'acqua passa attraverso delle pilette con griglia, oppure da feritoie lungo tutta la lunghezza del canale oppure attraverso reti che fanno corpo unico con il canale stesso. Un altro modo, abbastanza economico ma molto fai da te, di raccogliere l'acqua piovana per irrigare l'orto o il giardino è quello di inserire nel pluviale, a circa 1,5 m da terra, un travasatore (vedi foto a pagina precedente) che può così deviare l'acqua in bidoni di plastica sottostanti.

Impianto di recupero

L'impianto per ottimizzare il recupero dell'acqua piovana è composto sostanzialmente da due sottosistemi: quello di accumulo e quello di riutilizzo vero e proprio.

Mentre il primo possiede le caratteristiche di un comune impianto di scarico per tipologia dei materiali e sistema di posa in opera, il secondo è a tutti gli effetti un impianto di tipo idraulico che serve a prelevare l'acqua stoccata nei serbatoi e a distribuirla agli apparecchi che la riutilizzano.

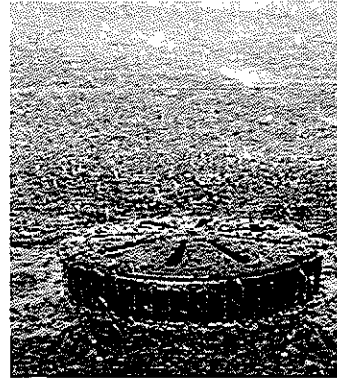
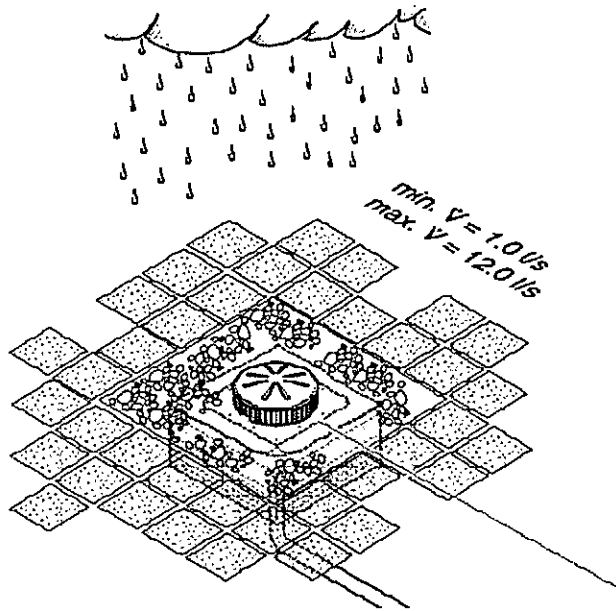
Questi ultimi devono quindi essere allacciati ad un "doppio impianto" (impianto idrico normale e impianto di riciclaggio) che permetta il prelievo differenziato in relazione ai consumi e alla disponibilità delle riserve.

Per evitare pericoli di contaminazione, tubazioni e terminali dell'impianto di riciclaggio devono essere marchiati in modo chiaro per poterli distinguere chiaramente in caso di successive modifiche tecniche; nello stesso modo, su eventuali punti di prelievo (rubinetti, ecc.), deve essere esposta in modo ben visibile la scritta "acqua non potabile".

Dettagli on line

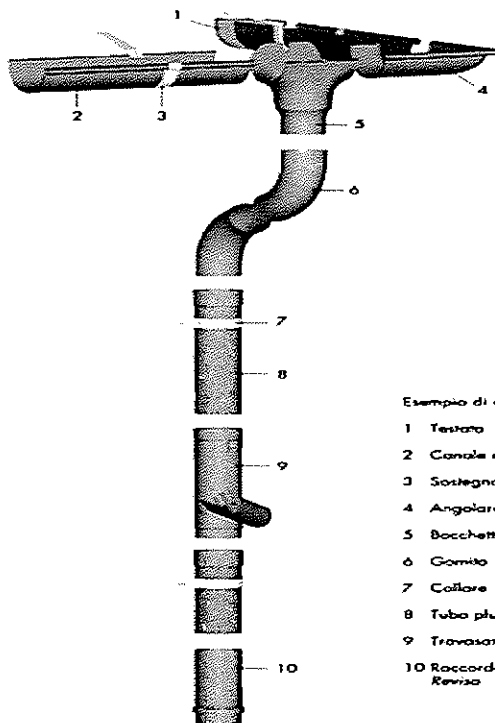
Sistema Geberit Pluvia:

Esempio di sistema di recupero della acque pluviali con immissione dell'acqua piovana in un tombino tradizionale poi nel collettore fino al pozzetto di collegamento.



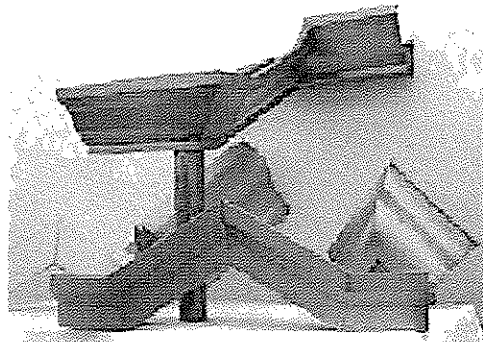
Grondaie, tubi pluviali, canali di gronda:

Esempio e analisi delle varie componenti della grondaia con accanto un esempio di "grondaia scossalina".

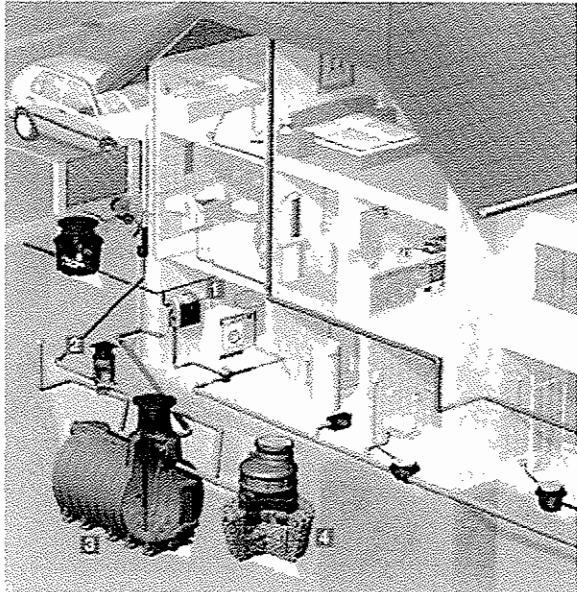
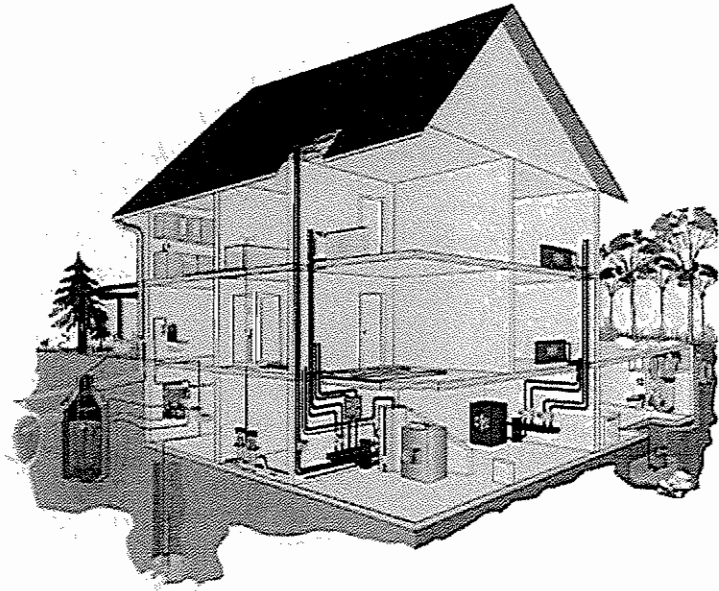


Esempio di applicazione:

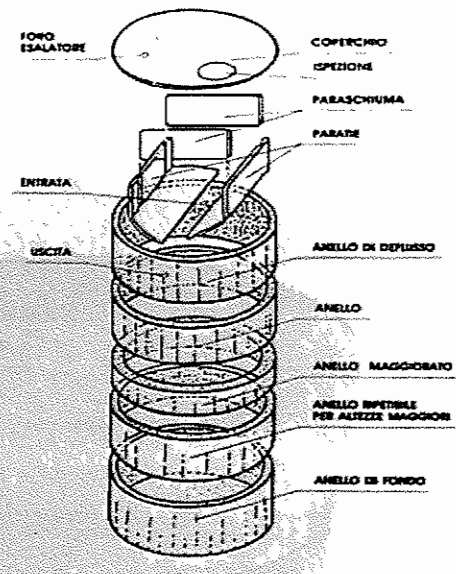
- 1 Testata
- 2 Canale di gronda
- 3 Sostegno canale
- 4 Angolare
- 5 Bocchetta
- 6 Gomito
- 7 Collare
- 8 Tuba pluviale
- 9 Travasatore
- 10 Raccordo scorrevole
Revista



Sistemi per il recupero dell'acqua piovana:

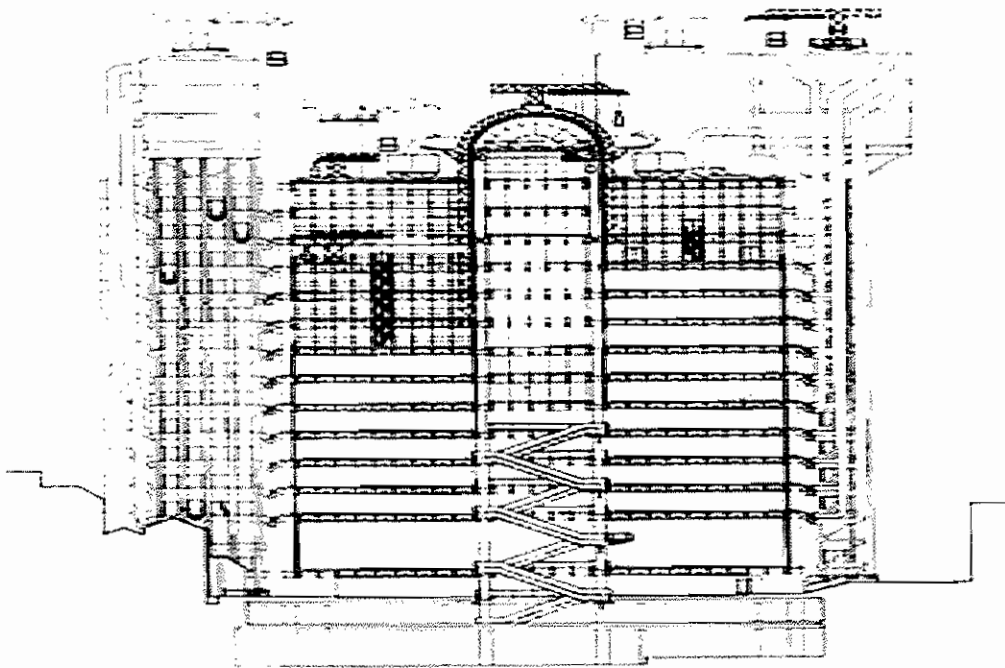


Sistemi di fognatura:



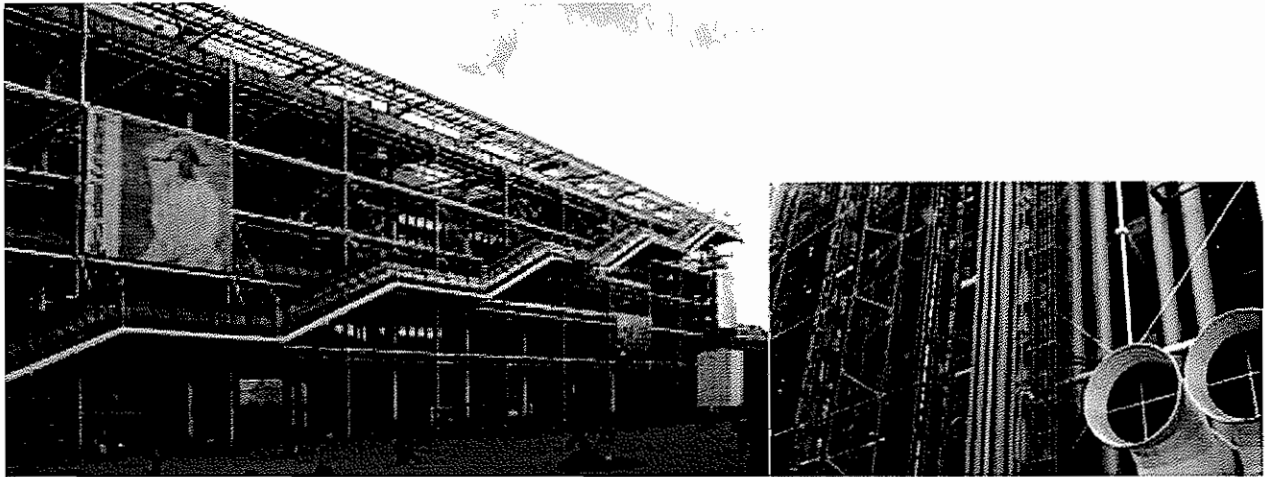
Richard Rogers, Lloyd's building, Londra

L'originalità dello schema per la struttura di Rogers consiste nell'aver usato per gli impianti, un sistema di tubazioni d'acciaio a vista, anti - incendio, sia per le funzioni di smaltimento delle acque, sia per il sistema di condizionamento dell'edificio.



Renzo Piano, Centre Pompidou, Parigi

Questo edificio è sostenuto da una struttura in acciaio a forti colori e da pareti in vetro. E' particolare l'attenzione decorativa praticamente assente nell'edificio, infatti si presenta come un groviglio di travi metalliche. Gli elementi portanti, le scale, gli ascensori, le scale mobili, le gallerie di circolazione, i tubi di ventilazione e riscaldamento, le condutture per l'acqua ed il gas sono stati collocati all'esterno delle facciate (ciascun tubo dell'esterno è dipinto in un colore differente, poiché ogni colore corrisponde ad una diversa funzione: il blu corrisponde all'impianto di climatizzazione, il giallo a quello elettrico, il rosso alla circolazione e il verde ai circuiti dell'acqua).



Bibliografia

- Manuale di ingegneria civile:
 - cap. III Impianti di allontanamento di acque reflue §3.6, 3.6.1-3.6.4, 3.6.2
- Carlo Rusconi Clerici, Gli impianti negli edifici: pp. 144-158
- Mario Ridolfi, Manuale dell' Architetto,
 - parte I- Edilizia, impianti sanitari, sez.B, pag. 230
- Bruno Zevi, Manuale dell' Architetto
 - Sez. D, controllo ambientale §6, impianti tecnici D.6.4 (impianti trattam. acque reflue)
- Deyan Sudjic, N.Foster R.Rogers J.Stirling "New directions in British architecture", pp. 176-179
- www.costantini1962.it: sistema recupero acque piovane stradali (tombini)
- www.alpewa.com, www.grondaie.net: esempio di grondaia
- www.itsrl.biz, www.edilio.it: esempio di sistema per il recupero dell'acqua piovana
- www.boskscavi.it: sistema di fognatura
- www.architetturaedesign.it: Renzo Piano, Centre Pompidou
- www.reteambiente.it
- www.edilportale.com