



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DEL TERRITORIO
E
SISTEMI AGRO-FORESTALI

Corso di laurea in Riassetto del Territorio e Tutela del
Paesaggio

Gestione sostenibile dei deflussi urbani:
applicazioni in Alto Adige

Relatrice
Dott.ssa Lucia Bortolini

Laureando
Nicola Dalpiaz

Matricola n.
552213

ANNO ACCADEMICO 2013/2014

Ringraziamenti

Ringrazio mia madre, mio padre e la mia fidanzata che, con amore, pazienza e saggezza mi sono sempre stati vicini e mi hanno sostenuto soprattutto nelle difficoltà.

Grazie!

Riassunto

In questa tesi sono trattate alcune problematiche riguardanti l'uso e al recupero delle acque piovane.

Si descrive il ciclo dell'acqua, le diverse sorgenti, la distribuzione, la disponibilità come risorsa nel mondo e in Italia, il consumo, lo spreco, la carenza e le conseguenze del suo uso insostenibile, la corretta gestione e gli effetti negativi dello sviluppo urbano sul ciclo dell'acqua.

Quindi si esamina come utilizzare e recuperare l'acqua piovana in maniera sostenibile attraverso la conservazione ed il ripristino del suolo con pratiche corrette. Particolare attenzione è stata data alle migliori tecnologie sostenibili e a basso impatto per la gestione delle acque piovane, come ad esempio i sistemi di drenaggio urbano sostenibile, i quali attraverso una corretta progettazione, costruzione e manutenzione possono riprodurre il drenaggio naturale fornendo sicurezza e salute.

In seguito è descritto il delicato problema dell'inquinamento diffuso nelle acque piovane nell'ottica di prevenirlo. Nel caso ciò non sia possibile è necessario effettuare la raccolta ed i trattamenti di depurazione per il riutilizzo dell'acqua attraverso sistemi naturali, tecniche impiantistiche o pretrattamenti.

Nell'ottica di gestire l'acqua in maniera corretta sono descritte le principali norme di legge a livello nazionale. Dalla prima legge del 1933 che disciplinava l'utilizzo dell'acqua come bene inesauribile passando per le leggi degli anni settanta ed ottanta che hanno considerato il problema dell'inquinamento e della difesa del suolo, fino ad arrivare ad oggi dove l'acqua è vista come bene esauribile da proteggere per le generazioni future tramite usi sostenibili e durevoli, disciplinando lo scarico di reflui nelle acque piuttosto che il riuso o la depurazione delle stesse. Si è passati poi a descrivere le leggi in materia di acqua che governano il territorio provinciale di Trento e Bolzano.

Nell'ultima parte della tesi sono descritti i sistemi pratici per contenere i deflussi, recuperare ed utilizzare le acque meteoriche oltre a come aumentare l'infiltrazione delle stesse e permetterne l'immissione in acque superficiali.

In particolare è riportato con accuratezza l'esempio di contenimento e gestione dei deflussi tramite i tetti verdi descrivendone gli aspetti tecnici per la realizzazione, le diverse tipologie oltre ai benefici e ai vantaggi derivanti dal loro utilizzo. Tutti i dati

sono stati raccolti grazie alla disponibilità e alla collaborazione dell'azienda Climagrün di Bolzano, leader nel settore del verde pensile.

Infine, si riporta un esempio di corretta gestione delle acque nella Provincia di Bolzano attraverso l'uso dei tetti verdi nel quartiere CasaNova

Indice

Riassunto	3
Introduzione	5
Capitolo 1. Analisi sulla disponibilità e sull'utilizzo dell'acqua	9
1.1. La storia dell'acqua	9
1.2. Il ciclo dell'acqua	11
1.2.1. Le acque continentali: fiumi e laghi	12
1.2.2. Le acque oceaniche: mari e oceani	14
1.3. Acqua potabile: prelievo e disponibilità	17
1.3.1. Acqua erogata	20
1.4. Distribuzione e disponibilità della risorsa acqua nel mondo e in Italia	22
1.4.1. Suddivisione dei consumi in base ai settori di attività e ai loro vari usi	26
1.4.2. Conseguenze dell'uso insostenibile delle acque	28
1.4.3. Gli sprechi e la carenza	29
1.5. Effetti negativi dello sviluppo urbano sul ciclo naturale dell'acqua	31
1.6. La politica dell'acqua: gestione, privatizzazione e partecipazione per un corretto valore	35
Capitolo 2. Recuperare l'acqua piovana in maniera sostenibile	39
2.1. Utilizzo dell'acqua piovana	39
2.2. Gestione dell'acqua piovana	41
2.3. Gestione del suolo	44
2.4. Conservazione e ripristino di funzioni del suolo attraverso pratiche corrette: STEP, LID, BMP e in particolare i SUDS	48
2.4.1. STEP: Programma di valutazione delle tecnologie sostenibili	48
2.4.2. LID: gestione dello sviluppo a basso impatto delle acque piovane	49
2.4.3. BMP: Migliori pratiche per la gestione integrata sostenibile delle acque in aree urbane	50
2.5. SUDS: sistemi di drenaggio urbano sostenibile	54
2.5.1. Imitare il drenaggio naturale	55
2.5.2. Salute e sicurezza	57
2.5.3. Attenta progettazione per assicurare il funzionamento previsto	59
2.5.4. Programma di manutenzione	60

2.5.5. Il processo di approvazione	61
Capitolo 3. Tecniche per la depurazione delle acque meteoriche	65
3.1. Acque meteoriche e inquinamento diffuso	65
3.1.1. Prevenzione contro l'inquinamento	67
3.1.2. Principali parametri che caratterizzano un'acqua reflua	70
3.2. Raccolta e trattamenti di depurazione delle acque meteoriche per il riutilizzo	73
3.3. Esempi di sistemi naturali di depurazione delle acque	76
3.3.1 Sistemi di filtrazione vegetati - Lagunaggio - Evaporazione con salici	76
3.3.2. Vassoi assorbenti	77
3.3.3. Fasce tampone	78
3.3.4. La fitodepurazione	79
3.3.5. Sistemi a flusso sommerso sub superficiale	84
3.3.6. Filtri a sabbia sotterranei	85
3.4. Principali tecniche impiantistiche di depurazione	87
3.4.1. Sistemi a biomassa adesa	87
3.4.2. Sistemi a biomassa sospesa	89
3.5. Pretrattamenti per acque meteoriche derivanti da altre superfici	91
3.5.1. Separatore olii/grassi	91
3.5.2. Sistema di grigliatura indiretta	92
3.5.3. Vasche di prima pioggia	93
Capitolo 4. Normativa per la gestione dell'acqua	95
4.1. Le principali leggi per la gestione dell'acqua in Italia	95
4.1.1. Legge 18 Maggio 1989, n. 183	96
4.1.2. Legge Galli 1994 n. 36	97
4.1.3. Decreto Legislativo 1999 n.152	99
4.1.4. La Direttiva del 2000 n. 60 del Consiglio Europeo	101
4.1.5. Decreto Legislativo n.152 del 2006	103
4.1.6. Il Decreto Legislativo n. 85 del 28/05/2010	104
4.2. Disciplina degli scarichi nel Codice dell'Ambiente secondo il Decreto Legislativo n. 152 del 2006	105
4.2.1. Il decreto ministeriale sul riuso delle acque	106
4.2.2. La fitodepurazione nel quadro normativo italiano	107
4.3. Principi gestionali e quadro legislativo di riferimento per la Provincia Autonoma di Bolzano	109

4.3.1. Procedura R.I.E. (Riduzione dell'Impatto Edilizio) utilizzata in Alto Adige	111
4.3.2. Piano di utilizzazione delle acque pubbliche	112
4.3.3. Sintesi non tecnica del Rapporto ambientale	114
4.3.4. Principali applicazioni in Prov. di Bolzano riguardanti le principali norme di legge	115
4.4. Principi gestionali e quadro legislativo di riferimento per la Prov. Autonoma di Trento	118
Capitolo 5. I sistemi di gestione sostenibile delle acque piovane	123
5.1. INTRODUZIONE	123
5.2. Contenerne i deflussi delle acque meteoriche	125
5.2.1. Pavimentazioni permeabili	125
5.2.2. Tetti verdi	129
5.3. Recupero ed utilizzo delle acque meteoriche	132
5.4. Infiltrazione delle acque meteoriche	135
5.4.1. Superfici d'infiltrazione	136
5.4.2. Fossi d'infiltrazione	137
5.4.3. Trincee d'infiltrazione	138
5.4.4. Pozzi perdenti	140
5.4.5. Sistema combinati d'infiltrazione: fossi d'infiltrazione con trincea d'infiltrazione	142
5.4.6. Drenaggi	143
5.4.7. Bacini di infiltrazione e di ritenzione	143
5.4.8. Stagni	145
5.4.9. Zone umide	147
5.5. Immissione delle acque meteoriche in acque superficiali	149
5.5.1. Sistemi di pretrattamento naturali	149
5.5.2. Sistemi vegetati	150
5.5.3. Sistemi filtranti	153
Capitolo 6. Tetti verdi e gestione delle acque a Bolzano	157
6.1. Aspetti tecnici per la realizzazione dei tetti verdi	157
6.1.1. Elementi di controllo al momento della progettazione	157
6.1.2. Elementi di costruzione dei tetti verdi	158
6.2. Sistemi d'inverdimento	169

6.2.1. Soluzioni a inverdimento estensivo	170
6.2.2. Soluzioni a inverdimento intensivo	176
6.2.3. Soluzione Campo fiorito	179
6.2.4. Soluzione Verde solare	181
6.3. Benefici e vantaggi dei tetti verdi	183
Capitolo 7. Esempio applicazione tetti verdi e gestione delle acque a Bolzano	185
7.1. Principali elementi di eco sostenibilità del nuovo quartiere CasaNova a Bolzano	185
7.2. Il progetto Casanova finalizzato al risparmio energetico tramite i tetti verdi ed il recupero delle acque	190
7.3. Smaltimento delle acque	192
Bibliografia	195
Bibliografica Web	196

Introduzione

L'acqua è una risorsa soltanto in apparenza illimitata; le risorse idriche naturali, infatti, stanno diventando sempre più scarse, sia a causa del cambiamento climatico globale che dei comportamenti irresponsabili dell'uomo. L'abbondanza di sorgenti, corsi d'acqua, acquiferi e infrastrutture di distribuzione rende estremamente difficile la percezione di un bene in pericolo, il cui venir meno potrebbe non essere preceduto da segnali tali da scongiurare situazioni di emergenza improvvise.

In questo scenario il riutilizzo e la gestione dell'acqua piovana tramite pratiche per la conservazione ed il ripristino delle funzioni del suolo possono essere interessanti sia per quanto riguarda la riduzione dei consumi d'acqua potabile che per la riduzione dei volumi scaricati in fognatura durante gli eventi meteorici più significativi. In particolare i SUDS, sistemi di drenaggio urbano sostenibile, perseguono queste finalità riproducendo il drenaggio naturale per fornire sicurezza all'uomo contro fenomeni di piena, e salubrità all'acqua evitandone lo sperpero, riducendone l'inquinamento ed i costi per la depurazione.

E' scopo della tesi illustrare le pratiche per la gestione sostenibile delle acque piovane e le norme legislative per la tutela dell'acqua e dell'ambiente.

Ad esempio favorendo il recupero ed utilizzo dell'acqua meteorica attraverso l'uso d'impianti che convogliano l'acqua in serbatoi per l'immagazzinamento.

Sostenendo l'infiltrazione delle acque meteoriche nel terreno tramite superfici d'infiltrazione; fossi rinverditi utilizzati a fianco di superfici impermeabilizzate; trincee costituite da scavi riempiti con materiale ghiaioso e sabbia; pozzi perdenti in cui l'acqua meteorica scende nel sottosuolo in modo concentrato; bacini per l'infiltrazione di acque meteoriche raccolte da superfici estese, bacini di detenzione per intercettare le acque di pioggia, contenerle temporaneamente e poi rilasciarle lentamente; stagni che rimangono sempre pieni d'acqua e che vengono dimensionati e configurati per permettere una significativa rimozione di inquinanti provenienti da acque di prima pioggia; zone umide che con la loro particolare flora e fauna possono rappresentare una valorizzazione per le superfici limitrofe e a seconda delle varie situazioni climatiche e di permeabilità del sottosuolo l'acqua può evaporare o infiltrare nel sottosuolo.

Inoltre utilizzando sistemi di pretrattamento e trattamento naturali come sistemi di ritenzione vegetati utilizzati per il drenaggio di superfici ridotte come le fasce filtro, sezioni di terreno densamente vegetate progettate per convogliare le acque di pioggia in

maniera laminale; le aree tampone, barriere naturali o artificiali costituite da una vegetazione perenne e gestite in modo da ridurre l'impatto di aree potenzialmente inquinanti; i canali inerbiti rivestiti da vegetazione resistente all'erosione, costruiti per far defluire le acque di pioggia in maniera regolare; sistemi filtranti naturali (bioretention) studiati per simulare l'ecosistema di un bosco con una combinazione di filtrazione del suolo e assorbimento da parte della vegetazione.

Infine contenendo i deflussi delle acque meteoriche tramite pavimentazioni permeabili e tetti verdi in grado di depurare e favorire l'infiltrazione dell'acqua.

Infatti, grande attenzione è stata data agli aspetti tecnici per la realizzazione dei tetti verdi considerando gli elementi della progettazione come ad esempio l'impermeabilizzazione anti-radice, la stratigrafia, la pendenza, la struttura, i materiali utilizzati, i diversi tipi di drenaggio, la protezione anti-risucchio, la resistenza al vento, il tipo di vegetazione e la manutenzione.

Si sono descritte poi le diverse soluzioni progettuali che possono essere adottate, come l'inverdimento estensivo, molto naturale, pieno di colori che richiede una manutenzione ridotta; l'inverdimento intensivo, robusto, simile ad un prato che richiede maggiore manutenzione; il Campo fiorito che unisce i vantaggi delle due precedenti soluzioni; e il Verde solare combinazione di verde pensile con impianto fotovoltaico.

Non bisogna dimenticare i benefici e vantaggi derivanti dall'utilizzo dei tetti verdi come l'ottimizzazione della superficie, l'aumento della qualità di vita, il miglioramento del clima, filtrazione di polveri e sostanze inquinanti, protezione del manto impermeabile, riduzione dell'inquinamento acustico, isolamento termico aggiuntivo e la nascita di ecosistemi.

Sono tutti aspetti di grande attualità nel quartiere CasaNova di Bolzano, dove la presenza di tetti verdi è molto intensa e l'attenzione per il recupero delle risorse energetiche tra cui l'acqua è il primo scopo della costruzione stessa dell'abitato che lo rende tra i pochi presenti in Italia e in Europa.

Quindi si cerca di fornire un quadro generale sul tema della raccolta e del riutilizzo dell'acqua piovana in ambito civile.

Motivato dalla continua crescita di domanda idrica e dalla riduzione delle risorse utilizzabili a causa dei cambiamenti climatici e dei comportamenti umani, lo studio si è rivolto alla valutazione dei metodi e dei benefici nel riuso dell'acqua piovana nei confronti sia del risparmio d'acqua potabile ottenibile, sia nella riduzione dei deflussi meteorici scaricati in fognatura. Entrambi gli aspetti possono fornire vantaggi

economici, connessi con la riduzione dei costi per il trattamento dell'inquinamento delle acque e per la riduzione dei danni provocati dalle sempre più frequenti inondazioni dovute ad eventi meteorici di breve durata ma di grande intensità.

CAPITOLO 1. Analisi sulla disponibilità e sull'utilizzo dell'acqua

1.1 La storia dell'acqua

L'acqua è una sostanza così comune da sembrare quasi poco importante; in realtà è proprio grazie alla presenza dell'acqua che sulla Terra si è sviluppata la vita. Se ci facciamo caso, essa è una delle poche sostanze presenti in natura come solido, come liquido e come aeriforme. Infatti enormi riserve d'acqua allo stato solido sono i ghiacci polari, gli iceberg e i ghiacciai. Allo stato liquido l'acqua si trova nelle distese degli oceani, nei mari, nei laghi, nei fiumi, nelle gocce di pioggia, nei depositi sotterranei (falde acquifere) più o meno grandi e profondi. Allo stato aeriforme l'acqua è presente nell'aria come vapore acqueo, in quantità variabili da luogo a luogo. Infine, l'acqua è contenuta nel corpo di tutti gli esseri viventi e persino alcune rocce la contengono, racchiusa tra le molecole che le compongono. In pratica ogni cosa sulla superficie terrestre viene in contatto con l'acqua in uno dei suoi stati fisici.

“Infatti le prime forme di vita apparvero 3,5 miliardi di anni fa nelle acque oceaniche: si trattava di cellule quasi invisibili, che continuarono nel corso dei millenni ad aggregarsi, generando organismi sempre più complessi e differenziati. Circa 800 milioni di anni fa comparvero i primi protozoi e nei successivi 200 milioni di anni si svilupparono animali simili a meduse, a ricci ed a stelle marine.

Fino a 360 milioni di anni fa l'acqua rimase l'unico ambiente in cui poté manifestarsi la vita, poi iniziarono a comparire animali sempre più complessi ed in grado di sopravvivere anche sulla terra. Venne quindi il momento dei dinosauri, che con la loro estinzione - 65 milioni di anni fa favorirono la diffusione dei mammiferi; i primi ominidi apparvero, infine, circa 4 milioni di anni fa”. (Accadueò - Lupus in Fabula. 2002).

Con la sua comparsa, l'uomo cambiò inevitabilmente anche la "storia" dell'acqua e si rapportò a lei con modalità differenti in relazione ai diversi periodi storici. Nella nostra cultura occidentale, sono individuabili delle tappe precise.

“- *Il tempo del mito*

Fu l'era delle acque lustrali e delle fonti guaritrici, delle fontane di gioventù e delle divinità acquatiche: ma non va considerata archeologia. Una rapida occhiata ai nostri comportamenti quotidiani ne riflette, infatti, tutta l'attualità. Senza sforzarci di andare a cercare nelle nostre campagne i riti propiziatori – come ad esempio i pellegrinaggi alle

fonti per far cadere la pioggia – è sufficiente considerare semplicemente la pubblicità dei nostri media. In definitiva, è la centralità dell'acqua rispetto ai bisogni individuali e collettivi dell'uomo che da sempre ne spiegano anche la centralità simbolica.

- Il tempo dell'addomesticamento

Uscito, per così dire, dal limbo dell'adorazione sacra, l'uomo intrattenne con l'acqua rapporti più fraterni, anche se sempre molto rispettosi.

Le chiese favorirono le coltivazioni accettando di abbandonare il normale cammino per irrigare i campi, poi accettarono di imprigionare per un istante l'acqua nei tubi per sgorgare al centro delle città, dove venne utilizzata non solo per necessità ma anche per piacere.

- Il tempo della disassuefazione

Fu un'epoca secca: le turbolenze che precedettero il Medioevo provocarono, nelle città, un'involuzione nel rapporto con l'acqua; i pozzi individuali ebbero la meglio sugli acquedotti collettivi. Le difficoltà di approvvigionamento costrinsero le popolazioni ad accontentarsi di un mediocre sistema di alimentazione. Le fontane rimasero solo come oggetto decorativo di piazze e giardini. La Controriforma, proibendo l'acqua dell'edonismo e del piacere sensuale, accentuò questa disassuefazione.

- Il tempo dello spreco

Ha inizio solo ieri, alla fine del XIX secolo, con la scoperta del comfort e del concetto di potabilità. È l'era dell'igiene trionfante, le stanze da bagno ed il sistema fognario diventano le insegne della civiltà urbana, segni indiscutibili del progresso, ma è anche il tempo dello spreco e dell'inquinamento.

Sorprendentemente, si assiste al ritorno di tutti i vecchi miti dell'era primaria e le superstizioni delle prime epoche storiche, quasi a chiudere il cerchio". (Accadueò - Lupus in Fabula. 2002)

1.2 Il ciclo dell'acqua

Questo processo è molto importante, perché garantisce la rigenerazione dell'acqua che, altrimenti, una volta consumata si esaurirebbe. E se non ci fosse più acqua a disposizione, la vita sulla Terra finirebbe. L'acqua, infatti, è una risorsa vitale per tutti: esseri umani, piante e animali.

La distribuzione d'acqua sulla Terra è governata da un complesso sistema di scambio di materia ed energia tra la superficie terrestre e l'atmosfera. Non ha un preciso punto di partenza, ma possiamo immaginare che abbia inizio dal mare. Il sole, elemento fondamentale in quanto attiva il ciclo, riscalda l'acqua del mare e parte di essa evapora nell'aria.

Dagli oceani l'acqua evapora e sale verso l'alto, dove forma le nuvole. Dopo un percorso più o meno lungo, dalle nuvole l'acqua torna sulla terra sotto forma di precipitazioni, ovvero pioggia, neve, grandine o semplicemente nebbia.

Nei climi più freddi l'acqua della precipitazione rimane intrappolata in nevai o ghiacciai che, anche se molto lentamente, scorrono verso quote più basse dove si sciolgono. Nelle regioni polari questo meccanismo di scorrimento è talmente lento che nei ghiacciai si può trovare anche acqua caduta sulla superficie terrestre decine di migliaia di anni fa. In questo senso, i ghiacciai possono essere considerate come le ultime riserve d'acqua perfettamente intatta del pianeta. Il loro scioglimento, quindi, oltre ad ovvi problemi di natura ecologica, implica anche la perdita di una riserva potenzialmente strategica per l'umanità.

Una volta di nuovo sulla terra, l'acqua può scegliere fra tre vie. Nella prima via, l'acqua scorre in superficie, originando prima rivoli, poi torrenti ed infine fiumi. La morfologia del territorio, in parte creata proprio dall'acqua, influenza a sua volta lo scorrere dell'acqua stessa, facilitando la formazione di laghi o la convergenza di fiumi.

La seconda scelta dell'acqua è quella di infiltrarsi nel sottosuolo, fino ad arrivare, dopo percorsi che possono essere lunghi anche decine e decine di anni, ad alimentare le falde sotterranee, in alcuni casi veri e propri laghi o fiumi che scorrono nel sottosuolo. Tra le acque superficiali e le acque sotterranee ci sono scambi continui, con sorgenti che generano fiumi, laghi o fiumi che alimentano falde e così via.

Tutta l'acqua che scorre in superficie e parte di quella che scorre nel sottosuolo tenderà ad arrivare verso i mari e gli oceani, da cui evaporerà a formare le nubi e così all'infinito.

Una grande percentuale delle acque piovane segue la terza via: una volta raggiunta la superficie terrestre evapora o direttamente dal suolo o dopo essere stata assorbita dalle piante (evapotraspirazione). Semplificando un bilancio globale in realtà molto complesso, si può dire che un terzo delle precipitazioni scorre sulla superficie, un terzo s'infiltra nel sottosuolo ed un ultimo terzo evapora dal suolo o attraverso la traspirazione delle piante.

L'Uomo può provocare delle alterazioni al ciclo dell'acqua. Ad esempio, con le modificazioni portate sul suolo o sulla vegetazione va ad interferire con la parte di ciclo dell'acqua che riguarda l'evaporazione e l'evapotraspirazione. Il ciclo dell'acqua è un complesso insieme di fenomeni nel quale hanno primaria importanza la vegetazione e la sua diversità, il naturale scorrere di fiumi e torrenti, la presenza di suolo naturale e non compromesso dall'uomo.

Oggi purtroppo ci si è dimenticati del principio basilare su cui si fondavano le civiltà primitive e cioè prendere dalla natura solo quanto è necessario, senza modificarne gli equilibri. I sempre crescenti fabbisogni d'acqua della civiltà moderna hanno portato ad una corsa allo sfruttamento che non si basa quasi mai su una conoscenza esatta dei sistemi su cui si va ad agire ma che si fonda, nel migliore dei casi, su previsioni a medio termine che spesso si rivelano inesatte a causa delle reazioni a catena che gli interventi dell'uomo producono sugli ecosistemi.

Le acque presenti sulla Terra si distinguono in due grandi categorie: le acque continentali (laghi e fiumi, per intenderci) e le acque oceaniche (mari e oceani). Queste due grandi categorie, estremamente differenti l'una dall'altra, sono accomunate da importanti caratteristiche, prima tra tutte quella di originare ecosistemi ad elevata diversità biologica e di immensa importanza ecologica.

1.2.1 Le acque continentali: fiumi e laghi

Quando si parla di acque continentali ci si riferisce alle acque interne, generalmente dolci, che scorrono sulla superficie terrestre o nel sottosuolo, formando laghi, corsi d'acqua e falde sotterranee.

Da un punto di vista ecologico, le acque superficiali rivestono un'importanza maggiore, costituendo habitat insostituibili per numerose specie animali e vegetali. I fiumi ed i laghi rappresentano uno tra gli ambienti a più alta diversità biologica e svolgono un ruolo ecologico fondamentale.

I laghi sono forse il sistema acquatico più delicato. Le dimensioni limitate (rispetto alla vastità degli oceani) e il lento ricambio d'acqua fanno sì che questi sistemi siano soggetti alle perturbazioni antropiche e alle loro conseguenze. Caso significativo è quello di alcuni laghi alpini considerati fino ad ora tra i laghi più puliti del mondo in cui sono state trovate tracce d'inquinamento.

Anche i laghi di dimensioni minori rivestono una notevole importanza in campo ecologico. Le superfici d'acqua dolce (piccoli laghi e stagni) costituiscono delle vere e proprie oasi per la fauna selvatica, rappresentando siti ottimali per la sosta degli uccelli di passo, riserve d'acqua per la fauna stanziale e habitat ideali per anfibi, pesci ed uccelli acquatici.

Molto spesso si tendono a considerare i fiumi come sistemi statici, in cui gli equilibri raggiunti sembrano immutabili. In realtà i fiumi sono sistemi estremamente dinamici, in cui sia la struttura morfologica che la composizione naturale subiscono evoluzioni lente ma costanti. Pensando al fiume è bene non fare riferimento soltanto al letto in cui scorre il flusso d'acqua, ma a tutta quella parte di territorio circostante che vive proprio in relazione al fiume. In un contesto naturale, in cui le interazioni umane sono limitate, la struttura del fiume è fatta in modo tale da interagire con gli ambienti circostanti: la conformazione degli argini, le caratteristiche delle zone di esondazione, la stessa vegetazione ripariale (cioè quella che cresce sulle rive) sono fatte in maniera tale da vivere in sintonia con il fiume e dal trarne i maggiori benefici in termini ecologici. Anche un'esondazione, spesso tragica se arriva a coinvolgere costruzioni umane, in natura può essere benefica.

“Solo per fare un esempio, lungo il corso dei fiumi si possono sviluppare delle aree umide ai fianchi dell'alveo, in zone in cui giungono solamente le piene con meandri morti. Queste zone rappresentano una garanzia di stabilità e purezza delle acque in quanto la vegetazione ripariale consolida i versanti e il letto del fiume e la presenza di una consistente copertura vegetale contribuisce alla purezza delle acque del fiume attraverso i fenomeni di fitodepurazione naturale.

I sempre più frequenti episodi di alluvioni ed allagamenti hanno spinto le amministrazioni verso interventi di gestione del fiume, al fine di limitare l'erosione degli alvei e le esondazioni. Tra gli interventi di difesa delle sponde, uno dei più comuni è quello di incanalare il percorso del fiume con blocchi di cemento, trasformando gli argini in terrapieni di terra e ghiaia sopraelevati sul piano di campagna e distanti anche centinaia di metri dagli alvei del fiume”. (Accadueò - Lupus in Fabula. 2002). In questa

maniera il fiume viene letteralmente snaturato, la vita degli argini, potenzialmente ricca e vivace, sostituita da pochi arbusti e dalle ancor meno specie in grado di adattarsi a questo nuovo habitat. La perdita della vegetazione originaria, inoltre, limita la capacità auto depurativa del fiume e aumenta i fenomeni di erosione. Sono impediti le canalizzazioni secondarie e grandi portate sono fatte passare in alvei strettissimi; la nuova struttura degli argini perde completamente la sua capacità naturale di limitare l'espansione delle acque di piena.

Peraltro, va sottolineato che la crescente periodicità e violenza di nuovi fenomeni incontrollabili come le alluvioni è la risposta ad interventi invasivi da parte dell'Uomo che hanno rotto vecchi equilibri. Il disboscamento e la cattiva gestione del territorio che alterano la normale evoluzione dell'ambiente fluviale, l'estrazione indiscriminata di sabbia e ghiaia per le costruzioni, il prelievo delle acque a scopi industriali, agricoli e potabili con intercettazioni e dighe spesso realizzate senza tener conto degli equilibri ambientali e di un razionale utilizzo delle risorse, l'inquinamento di origine industriale, agricola e urbana, o, a scala planetaria, i cambiamenti climatici, sono solo alcuni degli esempi delle pesanti alterazioni a danno dei sistemi fluviali o lacustri.

1.2.2 Le acque oceaniche: mari e oceani

I mari e gli oceani sono la più grande riserva d'acqua del pianeta. Essi ricoprono quasi i 3/4 di tutta la superficie del globo. I mari e gli oceani ospitano un numero grandissimo di forme di vita, molte delle quali ancora sconosciute. La vita presente nei mari, oltre ad avere un elevato valore ecologico, è importante anche da un punto di vista sociale, in quanto proprio sulla pesca si basano ancora oggi molte società umane.

Per la loro vastità i mari e gli oceani sono sempre stati considerati come un grande serbatoio senza fine in cui poter scaricare ogni cosa senza risentire di gravi danni.

Oggi sappiamo che gli oceani e i mari sono in realtà enormi ecosistemi in delicato equilibrio che la nostra noncuranza rischia di compromettere.

Gli oceani ed i mari risentono di quelle forme d'inquinamento comunemente chiamate "globali". Gli sconvolgimenti a livello climatico ne sono un esempio. L'incremento dell'effetto serra causato dall'uomo e il conseguente aumento della temperatura media dell'aria, hanno avuto tra i primi effetti quello di riscaldare le masse d'acqua oceaniche. Le conseguenze di questo fenomeno sono numerose ed in gran parte ancora imprevedibili; tra quelle già in atto se ne citano due: la prima è l'aumento

dell'evaporazione che a sua volta costituisce una tra le cause dei cambiamenti climatici a livello globale.

La seconda è la morte delle barriere coralline, strutture di organismi viventi capaci di sopravvivere solo in un range strettissimo di temperatura e che un innalzamento anche piccolo della temperatura media dell'acqua può portare all'estinzione.

Un'altra forma d'inquinamento globale di cui risentono le acque oceaniche è la ricaduta in essi di inquinanti atmosferici. Se è vero che la vastità degli oceani riesce ad annullare eventuali effetti negativi, le acque marine (limitate, meno profonde e con meno ricambio) possono subire danni anche in conseguenza a questo fenomeno.

Un cenno particolare va fatto per le acque marine costiere, poiché sono queste ad essere legate in maniera immediata alla vita dell'uomo.

I sempre più frequenti fenomeni di eutrofizzazione che si verificano ad esempio nelle coste del Mediterraneo, sono diretta conseguenza dell'apporto di sostanze inquinanti da parte dei fiumi che sfociano in mare. A questo si aggiungono sversamenti diretti (accidentali o abusivi) di sostanze nocive per gli ecosistemi acquatici che possono portare alla rovina o alla perdita di interi habitat.

Legato ai fiumi è anche il discorso dell'erosione delle coste. La diminuzione dell'apporto di detriti da parte dei fiumi alla foce, è tra le maggiori cause dei fenomeni di erosione.

Sia le acque marine (in prossimità delle coste) che quelle continentali possono dare origine a zone umide che sono tra gli ecosistemi più ricchi e complessi del pianeta. Si tratta di sistemi dinamici e estremamente sensibili agli eventi esterni che l'uomo o la natura possono causare, ed in generale con scarsa difesa nei confronti dell'inquinamento. Le aree umide hanno un grande valore ecologico ed un'importante funzione nella conservazione della biodiversità.

Gli ambienti in cui la presenza d'acqua è la caratteristica dominante sono ricchi di vita ed in generale ospitano i più alti livelli di biodiversità.



Fig. 1.1. Diagramma del ciclo dell'acqua (Fonte Accaduedò - Lupus in Fabula. 2002.)

1.3 Acqua potabile: prelievo e disponibilità

E' definita acqua destinata al consumo umano, per uso potabile, per la preparazione dei cibi o per altri usi domestici. Deve essere incolore, insapore, inodore, priva di particelle sospese. Non deve contenere microrganismi e parassiti, ne' altre sostanze, in quantità o concentrazioni tali da rappresentare un potenziale pericolo per la salute umana perciò la normativa ne fissa limiti batteriologici e chimico-fisici; se tali parametri sono superati l'acqua può essere trattata per riportarla ai valori di legge.

“Nel 2008 il prelievo d'acqua a uso potabile ammonta, a livello nazionale, a 9,11 miliardi di metri cubi, il 2,6% in più dal 1994.

I corpi idrici utilizzati per l'approvvigionamento idropotabile sono di diversi tipi in base alle caratteristiche idrogeologiche del territorio: acque sotterranee (sorgente e pozzo), acque superficiali (corso d'acqua, lago naturale, bacino artificiale), acque marine o salmastre.

L'85,6% del prelievo nazionale d'acqua a uso potabile deriva da acque sotterranee, il 14,3% da acque superficiali e lo 0,1% da acque marine o salmastre.

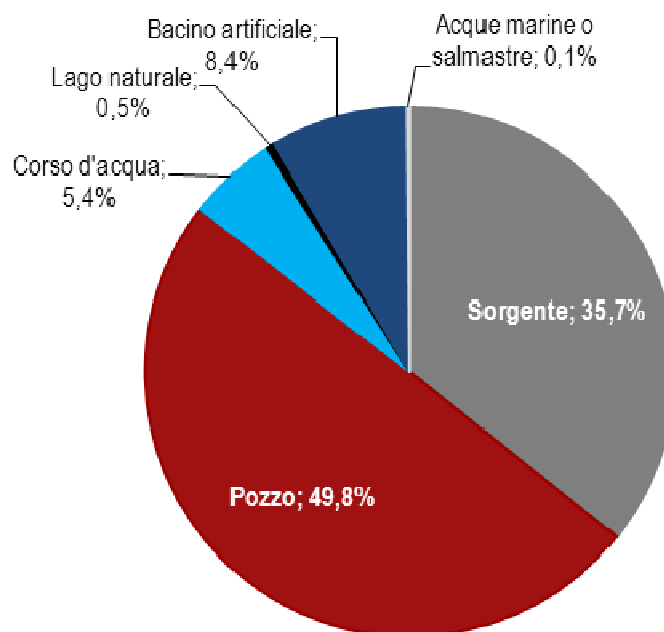


Fig. 1.2. Diagramma percentuale prelievi d'acqua a uso potabile per tipologia di fonte (Fonte Istat. 2008. Giornata mondiale dell'acqua)

Il lieve incremento registrato dal 1999 al 2008 non è riconducibile ai prelievi da sorgente, i cui volumi captati risultano in calo nei dieci anni considerati, ma piuttosto a quelli da pozzo e da acque superficiali, in particolare da corso d'acqua. Nello stesso decennio diminuiscono, invece, i prelievi da acque marine o salmastre e da lago naturale". (Istat. 2012. Giornata mondiale dell'acqua).

Le acque sotterranee rappresentano, quindi, la risorsa più grande e preziosa d'acqua dolce, necessaria a soddisfare le richieste idropotabili della popolazione. Le acque sotterranee, infatti, sono generalmente di migliore qualità, in quanto meno esposte ai fenomeni d'inquinamento di origine antropica, costituendo quindi la fonte d'acqua potabile più economica. Le acque superficiali, al contrario, presentano generalmente parametri di qualità non compatibili con il consumo potabile; necessitano, pertanto, di idonei trattamenti di potabilizzazione, con costi anche elevati. Nel caso delle acque marine il processo di desalinizzazione, necessario all'uso potabile, comporta procedure tanto complesse quanto costose.

"I volumi d'acqua intercettata dalla sorgente, corrispondenti al 35,7% del totale prelevato, prevalgono sensibilmente tra le fonti di approvvigionamento idropotabile presenti nei territori situati lungo l'arco alpino e la dorsale appenninica. L'area, sede del distretto idrografico delle Alpi Orientali e di quello Padano, contribuisce complessivamente per circa il 25% ai volumi totali prelevati in Italia da sorgente.

Nelle Marche, in gran parte appartenenti al distretto dell'Appennino Settentrionale, si evidenzia una prevalenza nel ricorso del prelievo da sorgente rispetto agli altri tipi di fonte esistenti, anche se con volumi non particolarmente consistenti. Lazio e Campania, seguite da Abruzzo, Basilicata e Umbria, collocate nei distretti idrografici dell'Appennino Centrale e dell'Appennino Meridionale, risultano invece più ricche di sorgenti. In queste aree viene captato complessivamente il 63,8% del totale nazionale prelevato da sorgente.

Le estrazioni d'acqua da pozzo sono prevalentemente concentrate in Lombardia, Veneto, Piemonte ed Emilia-Romagna; regioni che fruiscono maggiormente delle potenzialità degli acquiferi sottostanti la pianura padano-veneto-friulana. Il solo distretto Padano, infatti, costituisce il 40,6% dell'intero prelievo nazionale da pozzo. In corrispondenza delle pianure costiere tirreniche e pugliesi, appartenenti al distretto dell'Appennino Meridionale, si preleva da pozzo il 19,4% del totale nazionale. Decisamente più bassi sono i contributi degli altri distretti idrografici.

Lo sfruttamento maggiore di acque superficiali per uso potabile interessa l'intero

distretto dell'Appennino Settentrionale, che contribuisce al 23,6% del prelievo totale nazionale e il distretto dell'Appennino Meridionale, che concorre al 21,4% della derivazione totale nazionale. Il distretto dell'Appennino Settentrionale raccoglie sul proprio territorio poco più del 40% dei prelievi nazionali da corso d'acqua, mentre nel distretto dell'Appennino Meridionale si preleva il 32,8% del volume complessivo da bacino artificiale.

Significativo è anche il prelievo di acque superficiali nel distretto Padano, che concentra nei suoi confini l'88,6% dei prelievi nazionali da lago naturale e il 30,5% da corsi d'acqua. In Sardegna si ha il 32,6% del volume nazionale di prelievo da bacino artificiale. Il prelievo di acque marine o salmastre per uso potabile rappresenta appena lo 0,1% del prelievo totale e si manifesta soltanto in due distretti idrografici: in Sicilia, dove contribuisce al 92,5% del totale, e nel distretto dell'Appennino Settentrionale con il restante 7,5%." (Istat. 2012. Giornata mondiale dell'acqua).

Si può notare, quindi, che la risorsa idrica non è distribuita omogeneamente nel Paese, ma è strettamente legata alle caratteristiche idrogeologiche del territorio. Inoltre, impianti spesso obsoleti e una gestione non sempre attenta alla sostenibilità della risorsa idrica determinano l'esistenza di aree a maggiore criticità dal punto di vista idrico.

Per sostenere le attività economiche, i servizi e le richieste d'acqua della popolazione, nonché per garantire la disponibilità d'acqua nei periodi di siccità, sono stati sviluppati sul territorio sistemi idrici complessi che comportano ingenti trasferimenti di risorse tra regioni confinanti.

Nel dettaglio, i flussi d'acqua che si muovono da una regione all'altra si compongono dell'acqua in ingresso in una regione, derivante da acquisti d'acqua a uso potabile da gestori che operano in altre regioni (compreso l'estero) o da prelievi da corpi idrici extra regionali, e dall'acqua in uscita da una regione, derivante dalla vendita d'acqua a uso potabile a gestori di regioni diverse.

“Gli scambi d'acqua più apprezzabili, in termine di volume, si concentrano nelle regioni del Centro-Sud. Importanti volumi d'acqua, provenienti da Basilicata, Campania e Molise, affluiscono in Puglia, che si caratterizza come la regione con il maggiore volume d'acqua in ingresso, pari a circa 335,5 milioni di metri cubi. Significativo è anche il volume d'acqua in ingresso in Campania, dove giungono circa 228 milioni di metri cubi da Lazio e Molise.

Valle d'Aosta, provincia autonoma di Trento, Abruzzo, Sicilia e Sardegna sono le aree territoriali che risultano autosufficienti dal punto di vista idrico, ovvero l'acqua

utilizzata nelle reti comunali di trasporto e distribuzione proviene esclusivamente da risorse interne. In particolare, Valle d'Aosta, Sicilia e Sardegna si contraddistinguono, inoltre, come regioni chiuse dal punto di vista idrico, in quanto non effettuano scambi d'acqua a uso potabile con altre regioni.

Riguardo agli scambi d'acqua tra regioni, il contributo extra regionale alla disponibilità interna della risorsa idrica per uso civile è generalmente diffuso, ma non determinante, nell'economia della maggior parte delle gestioni locali, con le eccezioni di Puglia e Campania, regioni per le quali rispettivamente il 61,6% e il 23,7% della disponibilità regionale proviene da risorse esterne". (Istat. 2012. Giornata mondiale dell'acqua).

1.3.1 Acqua erogata

L'acqua erogata dalle reti comunali di distribuzione dell'acqua potabile rappresenta la quantità d'acqua a uso potabile effettivamente consumata dai diversi utenti. Tale valore, è costituito dall'acqua consumata, misurata ai contatori dei singoli utenti, e dalla stima dell'acqua non misurata, ma consumata per diversi usi, come ad esempio: luoghi pubblici (scuole, ospedali, caserme, mercati), fontane pubbliche, acque di lavaggio delle strade, innaffiamento di verde pubblico, idranti antincendio. L'indicatore proposto è calcolato rapportando il volume annuo d'acqua erogata dalle reti comunali di distribuzione alla popolazione residente sul territorio nell'anno di riferimento dei dati. L'indicatore non tiene, quindi, conto della popolazione presente che, soprattutto nei comuni a maggiore vocazione attrattiva (per motivi di studio, lavoro, turismo), in determinati periodi dell'anno può variare molto rispetto alla popolazione residente, generando pertanto valori pro capite più alti rispetto alla media. Di contro, valori bassi dell'indicatore possono essere rilevati sui comuni, dove la gran parte della popolazione sceglie di risiedere, ma dai quali si allontana quotidianamente, o per periodi più o meno lunghi, per motivi di studio o lavoro. Valori bassi dell'indicatore possono, inoltre, originarsi in quei comuni in cui sono presenti forme autonome ed individuali di approvvigionamento e distribuzione dell'acqua potabile.

“L'analisi sul consumo d'acqua potabile permette di fornire utili indicazioni sull'uso delle risorse naturali, sull'efficienza del servizio di distribuzione dell'acqua potabile e sulle politiche per la riduzione dei consumi d'acqua. In Italia nel 2008 sono stati erogati 92,5 metri cubi d'acqua potabile per abitante, con un incremento negli ultimi dieci anni dell'1,2 per cento.

La distribuzione dell'acqua potabile, nel 2008, si presenta molto eterogenea sul territorio italiano. L'analisi per ripartizione geografica individua nel Nord-ovest l'area geografica in cui si rileva una maggiore erogazione d'acqua potabile alla popolazione residente da parte della rete comunale di distribuzione, con 107,1 metri cubi per abitante, circa 15 metri cubi in più rispetto al dato nazionale. I valori regionali più alti dell'indicatore sono stati rilevati nella provincia autonoma di Trento (127,4 metri cubi per abitante) e in Valle d'Aosta (121,9 metri cubi). Le regioni del Centro presentano un valore di 96,0 metri cubi per abitante, lievemente più alto del valore nazionale, e si caratterizzano per una forte variabilità regionale dell'indicatore che passa dai 68,5 metri cubi per abitante dell'Umbria ai 111,3 del Lazio. Il Mezzogiorno si contrassegna come l'area geografica con una minore erogazione d'acqua potabile: il volume annuo d'acqua erogata per abitante è pari a 80,6 metri cubi e risente, anche in questo caso, di una forte variabilità regionale, con un valore massimo di 99,2 metri cubi in Calabria a un minimo in Puglia, che con 63,5 metri cubi d'acqua erogata per abitante si contraddistingue per essere la regione con il valore più basso dell'indicatore". (Istat. 2012. Giornata mondiale dell'acqua).

1.4 Distribuzione e disponibilità della risorsa acqua nel mondo e in Italia

“Si nota come la disponibilità totale mondiale d'acqua sia di circa 1.386 miliardi di chilometri cubi (1 chilometro cubo corrisponde a un miliardo di metri cubi). Di questi, Oltre il 97% di tutta l'acqua presente sulla Terra è rappresentata da acqua salata, cioè quell'acqua che ha un contenuto in sali pari in media (o superiore) al 35 per mille: questo significa che in 1 kg d'acqua sono disciolti circa 35 g di sali.

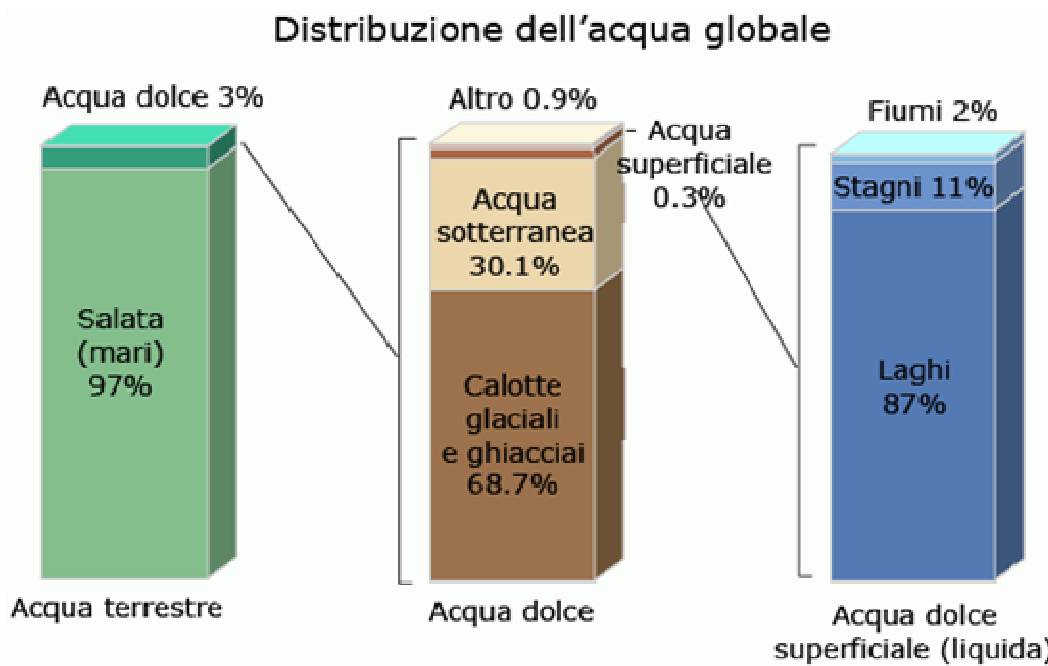


Fig. 1.3. Diagramma percentuale distribuzione dell'acqua globale (Fonte Istat. 2008. Giornata mondiale dell'acqua)

Tutta quest'acqua salata la troviamo contenuta negli oceani, nei mari, nei mari interni, nelle lagune salmastre ed in alcune falde. Le acque dolci (che contengono fino ad un massimo di 500mg/l di sali), invece rappresentano solo il 3% scarso di tutta l'acqua presente sulla Terra e sono distribuite in maniera molto diversificata:

- ghiacciai e calotte polari: si estendono per circa il 10% della superficie terrestre, contengono il 70% circa dell'acqua dolce mondiale e sono concentrati in Groenlandia ed in Antartico. La maggior parte di queste risorse si trovano lontano dagli insediamenti umani quindi risultano di difficile utilizzo. Il 96 % dell'acqua dolce ghiacciata si trova distribuita tra il Polo Nord ed il Polo Sud, mentre il restante 4% è distribuito su oltre 550.000 Km² di ghiacciai;
- acque sotterranee: rappresentano circa il 29% dell'acqua dolce presente sulla Terra

e risultano essere di facile utilizzo per l'uomo (circa il 90% di tutta l'acqua dolce disponibile). Circa un miliardo e mezzo di persone dipendono dall'acqua sotterranea per l'acqua potabile;

- laghi: contengono circa lo 0,3% dell'acqua dolce disponibile e la maggior parte di essi si trova ad alte altitudini, con quasi il 50% dei laghi mondiali situati solo in Canada;
- umidità atmosferica: rappresenta circa lo 0,2% dell'acqua dolce totale;
- fiumi: sono una delle forme di più facile sfruttamento per l'uomo, ma contengono solamente lo 0,003% d'acqua dolce;
- serbatoi artificiali: sono laghi artificiali prodotti attraverso la costruzione di barriere lungo il corso dei fiumi; si stima che il volume d'acqua contenuta in questi serbatoi sia circa di 40.286 Km³;
- wetlands: sono costituite da paludi, sabbie mobili, lagune e fanghi. Le più grandi aree si trovano nella Siberia dell'est (780.000-1.000.000 km²), lungo il Rio delle Amazzoni (800.000 km²), nella Baia di Hudson (200.000-320.000 km²)"; (Gruppo Hera - L'Itinerario invisibile. 2013. Il ciclo idrico – materiali di approfondimento).

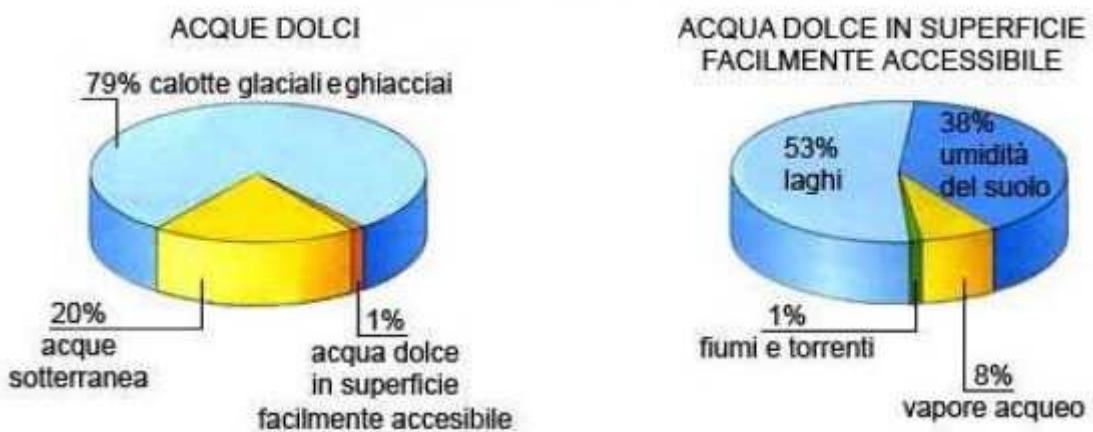


Fig. 1.4. Diagramma percentuale distribuzione delle acque dolci sul Pianeta Terra (Fonte Gruppo Hera - L'Itinerario invisibile. 2013. Il ciclo idrico – materiali di approfondimento)

Quindi solo lo 0,75% di tutta l'acqua esistente sulla Terra si trova come acqua dolce liquida nei laghi, nei fiumi, e nel sottosuolo. Poiché la gran parte di quest'ultima è

confinata nel sottosuolo, da questo bilancio si ricava che solo lo 0,01% del totale dell'acqua esistente sulla Terra è reperibile nei laghi e nei fiumi.

Come appena visto la distribuzione dell'acqua sulla superficie terrestre è irregolare e in conseguenza a ciò, anche se a livello globale le risorse idriche esistenti sono sufficienti a coprire i bisogni dell'intera popolazione mondiale, alcune regioni del mondo, in particolare l'Africa, il Medio Oriente, l'Asia orientale ed alcuni paesi dell'Europa dell'Est, sono penalizzate da una pesante e cronica carenza d'acqua.

L'Italia grazie alle sue caratteristiche climatiche, morfologiche, geografiche e geologiche è uno dei paesi più ricchi d'acqua al mondo, poiché in linea teorica dispone di circa 155 miliardi di m³ d'acqua. Purtroppo negli ultimi vent'anni la situazione meteo-climatica italiana ha presentato una riduzione significativa delle precipitazioni soprattutto in quelle regioni che per la loro disponibilità idrica dipendono dalle acque di superficie, sorgive e sotterranee.

“Si stima che il volume medio delle precipitazioni piovose in Italia sia di circa 300 miliardi di m³ all'anno, che è tra i più elevati in Europa e nel mondo.

Circa il 97% dell'acqua dolce in Italia è nelle falde acquifere e si stima una disponibilità media pro capite di circa 2700 m³, articolati in modo differente a seconda delle disponibilità locali, ma a causa delle irregolarità delle portate d'acqua e considerando i fattori di perdita (deflusso superficiale, accumulo nelle falde sotterranee, evaporazione, evapotraspirazione) si arriva ad una quantità pro-capite all'anno di 2000 m³, pari a 5,5 m³ giornalieri”. (Gruppo Hera - L'Itinerario invisibile. 2013. Il ciclo idrico – materiali di approfondimento).

In Italia si verificano delle difficoltà per quanto riguarda le disponibilità idriche e queste sono legate sostanzialmente all'irregolare distribuzione sia spaziale, sia temporale delle precipitazioni sul territorio.

Notevoli differenze climatiche sono dovute alla differenza di latitudine tra il Nord Italia e il Sud Italia e questo comporta disuguaglianze nell'altezza media delle precipitazioni fra Nord e Sud con conseguenti diversità nelle disponibilità idriche.

Inoltre in Italia è caratteristica una notevole irregolarità temporale delle precipitazioni, con un minimo nel semestre Aprile-Settembre ed un massimo nel semestre Ottobre-Marzo.

A tutto questo si deve aggiungere il fatto che la lunghezza relativamente breve della maggior parte dei corsi d'acqua italiani comporta di conseguenza tempi di percorrenza relativamente brevi dalla sorgente alla foce. Tutto ciò provoca fenomeni alluvionali

frequenti nel periodo di massima piovosità ed in alcuni casi si verifica un veloce scorrimento delle acque verso il mare, in quanto viene superata la capacità d'immagazzinamento dei corsi d'acqua, dei laghi e del sottosuolo e ciò comporta la perdita di enormi quantitativi d'acqua.

Come si diceva prima, l'Italia è caratterizzata da una distribuzione disomogenea delle precipitazioni e si valuta che la percentuale più elevata di queste precipitazioni, poco più del 40%, si dovrebbe concentrare nelle regioni settentrionali, il 22% in quelle centrali, il 24% nelle regioni meridionali e appena il 12% nelle isole maggiori, cioè Sicilia e Sardegna.

“Per quanto riguarda le risorse superficiali utilizzabili circa il 53% si trovano nell'Italia settentrionale, il 19% circa nell'Italia centrale, circa il 21% nell'Italia meridionale e il 7% circa nelle isole maggiori (Sicilia e Sardegna). Inoltre per quanto riguarda le risorse sotterranee si stima che circa il 70% sia collocato nelle grandi pianure alluvionali dell'Italia settentrionale, mentre nel meridione si pensa che le falde utilizzabili siano molto poche e tutte confinate nei brevi tratti di pianure costiere ed in poche zone interne: sembra che quella più sfruttata ed estesa sia quella pugliese, accreditata per oltre 500 milioni di m³ all'anno, mentre quella più limitata e poco sfruttata sia quella sarda, con una capacità di non più di 80 milioni di m³ all'anno.

L'Italia risulta essere il maggior paese consumatore d'acqua in Europa: infatti rispetto ad una media dei paesi dell'UE di 604 m³ per abitante all'anno, il nostro paese registra un valore stimato intorno ai 980 m³ per abitante l'anno (di più solamente l'Olanda). Ciò è dovuto anche al fatto che in Italia viene perduta una grossa quantità d'acqua: gli italiani consumano in media 230 litri al giorno d'acqua corrente da rubinetto, ma di questa ne bevono solo circa l'1%; il 39% circa viene utilizzato per l'igiene personale, il 12% in lavatrice e il 20% con gli scarichi del wc”. (Gruppo Hera - L'Itinerario invisibile. 2013. Il ciclo idrico – materiali di approfondimento).

Le previsioni di cambiamenti climatici conseguenti al riscaldamento del Pianeta potrebbero comportare modifiche sulla disponibilità della risorsa acqua. In particolare, potrebbe verificarsi una progressiva desertificazione dell'area mediterranea, a cui si potrebbe contrapporre una tropicalizzazione delle aree centro-settentrionali.

1.4.1 Suddivisione dei consumi in base ai settori di attività e ai loro vari usi

La disomogenea disponibilità d'acqua sulla Terra comporta gravi problemi per quanto riguarda i prelievi. Da uno studio dell'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) del 2003 si è visto che l'Italia è tra le prime nazioni per il prelievo dell'acqua: "prima in Europa con 980 m³ d'acqua per abitante all'anno, davanti a Spagna (890 m³) e Francia (700 m³) e terza a livello mondiale, dopo USA e Canada.

In Italia il rapporto tra acqua prelevata e disponibilità è pari al 32% e risulta essere uno dei più alti valori dell'Europa, mentre si ha uno dei più bassi indici di rendimento tra acqua consumata e beni prodotti (con 1 m³ d'acqua in Italia si producono beni per un valore di 41 euro, contro i 96 della media europea).

Il nord dell'Italia utilizza il 78% delle risorse disponibili registrando i maggiori prelievi in termini assoluti, mentre risulta essere più sostenibile l'utilizzo nelle regioni centrali, dove i prelievi sono pari a circa il 52% della disponibilità locale. Del tutto critica, invece, risulta essere la situazione nel Meridione, dove i prelievi sono pari al 96% delle disponibilità locali". (Gruppo Hera - L'Itinerario invisibile. 2013. Il ciclo idrico – materiali di approfondimento).

In base all'area geografica, alle condizioni naturali, alla struttura demografica ed economica del paese cambia sensibilmente la suddivisione dei consumi idrici tra i diversi settori dell'economia.

In Italia attualmente si può stilare la seguente suddivisione per quanto riguarda i consumi d'acqua:

- circa il 70% dell'acqua prelevata è impiegata in agricoltura, soprattutto nel Sud e nelle Isole, dato che le piante, come gli animali necessitano di un regolare apporto d'acqua. Inoltre si rende necessaria l'irrigazione dei terreni in quelle zone dove le piogge non sono sufficienti. Oltre che dispendiosa, l'agricoltura risulta essere anche particolarmente dannosa, per quanto riguarda i prodotti chimici che si spandono con eccessiva disinvoltura nelle coltivazioni: le piante non riescono ad assorbirli tutti, così la pioggia dilavando il terreno li trascina con sé nelle falde acquifere e successivamente nei fiumi, inquinando gravemente entrambi gli elementi;
- il 20% dell'acqua prelevata viene utilizzata nell'industria, la quale presenta un continuo aumento della domanda, soprattutto nelle regioni del Nord Italia. In campo industriale l'acqua viene utilizzata per la lavorazione delle materie prime,

la produzione di manufatti, la refrigerazione, per il lavaggio e come solvente. Senza acqua a basso costo l'industria entrerebbe in crisi. (Dopo essere stata opportunamente depurata e riciclata, il 90% dell'acqua dell'industria potrebbe essere recuperata e riutilizzata);

- circa il 9% dell'acqua viene usata nelle forniture per uso potabile, quindi per gli usi civili/domestici. Tali consumi sono in continua ascesa. Nelle case l'acqua si utilizza, oltre che per bere, cucinare e pulire anche per altri usi come l'irrigazione dei giardini, il lavaggio dell'auto, il riempimento delle piscine. In questa categoria rientrano anche gli usi effettuati presso attività commerciali, turistiche, uffici e servizi pubblici, quali scuole, ospedali, mense, lavaggio fogna delle strade, servizio antincendio. L'OMS (l'Organizzazione Mondiale della Sanità) ha stabilito in 50 litri al giorno (15 m^3 annui) pro capite il fabbisogno essenziale d'acqua per usi domestici. Gli italiani, con 278 litri d'acqua al giorno, sono ben al di sopra di tale soglia ed anzi sono in testa anche rispetto alle altre nazioni europee;
- il restante per fini energetici (soprattutto al Nord): utilizzato per soddisfare le esigenze energetiche dei primi mulini ad acqua, tale impiego è andato evolvendosi fino a diventare indispensabile per la produzione di energia attraverso le centrali idroelettriche e mareomotrici.

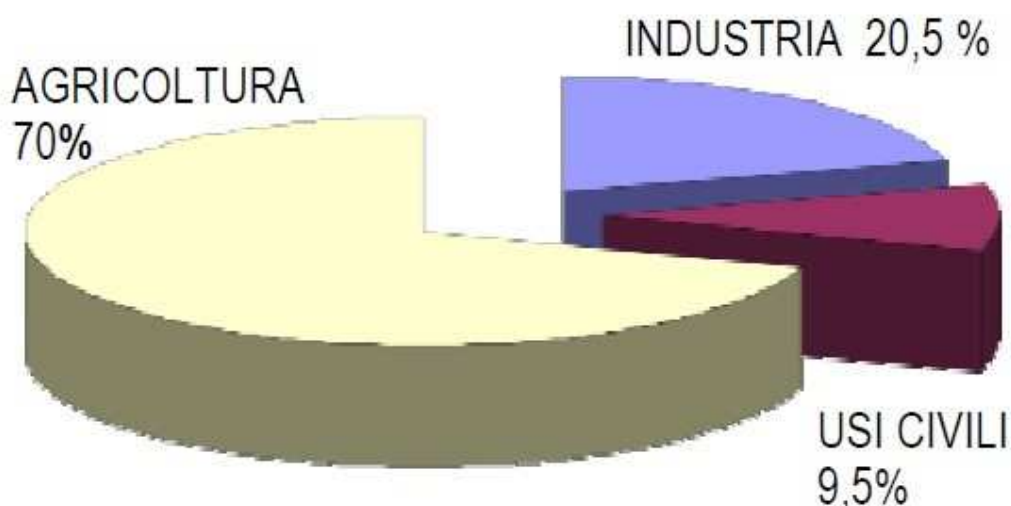


Fig. 1.5. Diagramma percentuale distribuzione delle acque dolci (Fonte Gruppo Hera - L'Itinerario invisibile. 2013. Il ciclo idrico – materiali di approfondimento)

1.4.2 Conseguenze dell'uso insostenibile delle acque

L'acqua è una risorsa molto sensibile all'impatto che deriva dall'uso del territorio. Sul ciclo dell'acqua l'essere umano ha esercitato un effetto modificatore di notevole importanza: infatti l'uomo ne fa un uso indiscriminato compromettendone la qualità (contaminando di conseguenza anche i corpi idrici superficiali e sotterranei) e limitandone la disponibilità per sé e per gli altri esseri viventi.

Per esempio le falde freatiche, che sono un tipo di falda acquifera, vengono sfruttate senza alcun tipo di risparmio provocando, soprattutto nei paesi più aridi, gravi conseguenze quali l'abbassamento del suolo, la modificazione delle specie vegetali di superficie, che grazie alle loro lunghe radici utilizzano le acque presenti in profondità, se non addirittura la morte. Un altro importante problema è legato alla distruzione della vegetazione spontanea per poter ottenere campi da coltivare o pascoli. In conseguenza a ciò i suoli diventano molto più facilmente erodibili, dato che non sono più protetti dall'azione dilavante delle acque superficiali. Tutto ciò provoca alluvioni, interramenti degli alvei dei fiumi e modificazioni drastiche dei rilievi e dell'idrologia.

“Dopo averla utilizzata, l'uomo restituisce all'ambiente l'acqua carica dei suoi rifiuti che determinano fenomeni d'inquinamento il più delle volte irreversibili. Inoltre esistono anche altre modificazioni che non traggono origine da un intervento diretto sulla risorsa acqua, ma che dipendono dalle trasformazioni subite dal territorio e dall'ambiente naturale a causa degli insediamenti urbani e produttivi; così, con l'inquinamento dell'atmosfera, l'essere umano ha distribuito veleni che ricadono con le piogge acide e che danneggiano fiumi, laghi e paludi e di conseguenza tutta la vita racchiusa in questi ecosistemi. Inoltre appare evidente la grande quantità d'acqua che ogni giorno viene prelevata a vario titolo dal sottosuolo e che supera di gran lunga la capacità degli acquiferi profondi di ricaricarsi.

Si origina anche il fenomeno fisico della subsidenza: abbassamento della superficie piezometrica (livello della falda) che si traduce in una diminuzione della pressione idrostatica negli interstizi degli ammassi granulari, a cui consegue un aumento della pressione effettiva sui grani da cui dipende il processo di consolidamento.

La subsidenza ha in alcuni casi origini naturali ed in altre antropiche. Fra le cause naturali sono presenti la compattazione dei sedimenti geologicamente più recenti, il collasso di cavità sotterranee, gli assestamenti per eventi sismici. Fra gli interventi dell'uomo quello più significativo è l'estrazione di fluidi dal sottosuolo. Il fenomeno è

praticamente irreversibile e si manifesta più evidentemente dove si hanno i maggiori abbassamenti piezometrici ed i maggiori strati di sedimenti compressibili. Fra gli effetti negativi ci sono: la modifica dell'equilibrio sedimentologico dei corsi d'acqua di pianura fino ad alterare la linea di costa, la variazione della pendenza delle reti idrauliche artificiali (fognature, bonifiche), la riduzione dei fianchi arginali con conseguenti pericoli d'inondazioni e danni agli edifici". (Gruppo Hera - L'Itinerario invisibile. 2013. Il ciclo idrico – materiali di approfondimento).

Infine la rete di bonifica deve sostenere fenomeni meteorologici i cui effetti sono amplificati dall'elevata urbanizzazione e dall'abbassamento del suolo che ha reso molto più difficile lo scolo delle acque e diminuito implicitamente l'efficienza idraulica degli impianti di sollevamento. In particolare i canali che hanno uno scolo naturale, quelli si impattano col fenomeno delle maree, mostrano una crescente difficoltà a reggere l'impatto idraulico e vanno in crisi con eventi meteorici sempre meno intensi e quindi più frequenti. La subsidenza quindi è il primo nemico da combattere e la battaglia deve essere orientata nella direzione delle cause del fenomeno e non nel cercare di tamponare gli effetti del fenomeno. Se la subsidenza non sarà bloccata all'origine, fornendo una fonte alternativa di superficie al prelievo profondo d'acqua, le risorse sufficienti a tamponare i danni che verranno prodotti dall'abbassamento del suolo non saranno disponibili.

1.4.3 Gli sprechi e la carenza

All'inizio del secolo poter avere l'acqua in casa era un privilegio per poche persone; l'approvvigionamento era difficoltoso e richiedeva energia e tempo. Per molti non è lontano il ricordo delle donne che portavano sulla testa le conche di rame, usate per attingere l'acqua; la biancheria veniva lavata, in qualsiasi stagione dell'anno, con l'acqua fredda del fiume e poi veniva stesa ad asciugare. Oggi la rete idrica raggiunge anche gli insediamenti più piccoli e lontani. Purtroppo il concetto secondo il quale l'acqua è una risorsa gratuita, fornita dalla natura in abbondanza e priva di valore economico, è duro a morire, mentre stenta a decollare quello più razionale ed attuale dell'oro blu.

“Inoltre la Relazione sullo stato dell'Ambiente 2001, a cura del Ministero dell'Ambiente, quantifica all'incirca nel 30% la quantità d'acqua che viene persa tra il prelievo e l'effettiva erogazione. Questo dato è più o meno omogeneo in tutto il

territorio nazionale (si passa dal 23% del Nord al 30% del Sud e delle Isole) e porta l'Italia ai primi posti della classifica degli sprechi d'acqua tra i Paesi europei". (Gruppo Hera - L'itinerario invisibile. 2013. Il ciclo idrico – materiali di approfondimento)

Nella maggior parte dei casi, la causa di questi sprechi viene imputata agli acquedotti italiani che oramai sono vecchi di una trentina d'anni. Secondo Legambiente andrebbero ristrutturati circa 50 mila chilometri di rete idrica, ormai fatiscenti e inefficienti, per migliorare il sistema di adduzione e distribuzione, gli impianti di depurazione e le reti fognarie, la formazione del personale addetto.

Secondo le stime, la rete idrica italiana arriverebbe a perdere ogni minuto fino a 6 milioni di litri equivalenti a due piscine olimpioniche in un momento storico in cui gran parte della popolazione mondiale vive con meno di un litro d'acqua pro capite. E' evidente che il risparmio della risorsa acqua deve avvenire proprio a partire dal risanamento e dal graduale ripristino delle reti esistenti che evidenziano delle perdite rilevanti.

A causa dell'inadeguatezza del sistema idrico e della disomogeneità della disponibilità delle risorse, pur avendo una grossa disponibilità di acque immesse in rete, per molte zone della penisola l'acqua potabile rimane un bene raro, che spesso viene centellinato a giorni o addirittura ad ore. Questo problema riguarda soprattutto l'Italia meridionale ed insulare.

Piuttosto che cercare nuove fonti sempre più costose e lontane, è meglio sfruttare in modo più logico quelle esistenti tagliando gli sprechi, pianificando gli usi e razionalizzando le risorse idriche disponibili. Nello specifico sono importanti i seguenti interventi: uso di tecniche irrigue ad alta efficienza; uso di culture adatte alla specifica situazione meteorologica, sociale ed economica; riuso per l'irrigazione delle acque reflue depurate; sistemi d'irrigazione di dimensioni ridotte; sistemi di drenaggio artificiale che permettano di evitare il fenomeno della salinizzazione; educazione e controlli sul corretto impiego di concimi e fitofarmaci; sostegno all'agricoltura biologica ed incentivi all'uso di fertilizzanti naturali ed insetti fitofagi; difesa delle terre più fertili da altri utilizzi. Infine, occorre sottolineare che il consumatore può fare molto per migliorare l'ambiente, semplicemente acquistando prodotti di stagione, di provenienza locale o nazionale, prodotti biologici oppure prodotti col marchio di qualità.

1.5 Effetti negativi dello sviluppo urbano sul ciclo naturale dell'acqua

Accumulare l'acqua piovana per poi riutilizzarla nei momenti di necessità è una pratica che la natura fa da milioni di anni. Da milioni di anni infatti l'acqua filtra nel sottosuolo e lì viene accumulata formando veri e propri giacimenti, fiumi e laghi. Il problema arriva quando l'uomo erige su un terreno una costruzione moderna. La costruzione a tutti gli effetti impermeabilizza il suolo e lo isola dall'ambiente. L'acqua non riesce a filtrare negli strati sotterranei e deve essere convogliata in delle fogne per essere smaltita. Ed ecco quindi un chiaro caso d'invasione dell'uomo nell'equilibrio naturale. Decenni di studi dimostrano chiaramente gli effetti negativi dell'urbanizzazione su tutti gli aspetti dell'ambiente naturale. Gli impatti si fanno sentire non solo sugli aspetti fisici ma anche sulle condizioni chimiche e biologiche delle risorse idriche.

Il ciclo naturale dell'acqua è profondamente e permanentemente alterato: gli impatti negativi iniziano con la rimozione iniziale della vegetazione per preparare il sito, la quale normalmente rallenta e restituisce acqua all'atmosfera attraverso l'evaporazione e la traspirazione. Le opere di costruzione appiattiscono il terreno collinare, ed eliminano depressioni naturali che rallentano le velocità di flusso e forniscono stoccaggio temporaneo per l'infiltrazione o l'evaporazione delle precipitazioni. La rimozione di terriccio e di strati superficiali di humus, e la compattazione dei rimanenti sottosuoli elimina e / o riduce notevolmente il percorso di ricarica delle falde, la capacità dei suoli di immagazzinare umidità e il ritorno dell'acqua nell'atmosfera per evapotraspirazione. Le piogge che in precedenza sarebbero penetrate nel terreno come rifornimento sotterraneo sono rapidamente convertite in carica energetica per il deflusso di superficie. L'aggiunta di superfici impermeabili connesse agli edifici, strade e parcheggi, riducono ulteriormente l'infiltrazione delle terre e contribuiscono ad un maggiore deflusso superficiale.

Le modifiche non solo aumentano il volume totale del deflusso superficiale, ma aumentano la velocità con cui il deflusso viaggia attraverso i terreni e il picco dei flussi che vengono raggiunti quando ricevono acqua da fiumi e torrenti. Questo effetto è ulteriormente aggravato dai sistemi di assistenza, composti da grondaie, fogne e canali allineati, che sono incorporati nelle costruzioni per fornire la consegna rapida del deflusso dell'acqua. Oltre a pregiudicare la ripartizione dei quantitativi d'acqua nei diversi componenti del bilancio idrico, lo sviluppo e l'urbanizzazione hanno impatti negativi sulla qualità della pioggia che entra in contatto con la superficie del terreno.

Quando il deflusso delle acque piovane viaggia attraverso tetti, prati, parcheggi, siti commerciali ed industriali, una grande varietà d'inquinanti vengono assorbiti, accumulati, ed infine convogliati. Gli inquinanti solubili possono infiltrarsi nel terreno e raggiungere i sistemi acquiferi sottostanti. La perdita della vegetazione originale e del terriccio elimina un meccanismo di filtrazione prezioso per il deflusso delle acque piovane.

Gli esempi hanno dimostrato che il deflusso superficiale può aumentare del 250% a spese di importanti riduzioni sia per l'infiltrazione che per l'evapotraspirazione.

Gli impatti dello sviluppo urbano hanno conseguenze sistemiche sia dirette che indirette. Modelli recenti di ricerca indicano una soglia del 10% come livello al di sopra del quale i sistemi acquatici cominciano a mostrare sintomi di degrado, instabilità, erosione, perdita di struttura, e abbassamento della biodiversità.

“La manifestazione della modifiche del bilancio idrico dell'acqua a causa dello sviluppo urbano può essere suddivisa in quattro categorie: modifiche dello scorrimento del torrente, alterazioni della geometria del canale, degrado dell'habitat acquatico; e deterioramento della qualità dell'acqua.

Modifica dello scorrimento del torrente

- Aumento dei picchi di flusso
- Velocità di flusso più elevate
- Aumento delle inondazioni
- Aumento della frequenza di straripamenti
- Aumento dei volumi di deflusso
- Riduzione ricarica degli acquiferi & flussi di base

Alterazione alla geometria del canale

- Cambiamento della forma del piano
- Ampliamento ed erosione
- Alterazione del flusso
- Sedimentazione alveo
- Perdita di copertura ripariale

Qualità delle acque compromessa

- Arricchimento eccessivo di nutrienti
- Idrocarburi e metalli
- Contaminazione microbica

Habitat acquatico degradato

- Distruzione della struttura dell'habitat
- Perdita di struttura del canale
- Flussi di base ridotti
- Riduzione della biodiversità

L'impermeabilizzazione dei suoli è ad oggi un'enorme problema soprattutto in Italia, nazione densamente abitata e con il tasso di cementificazione fra i più alti al mondo. Basti pensare che negli ultimi 40 anni la superficie agricola in Italia è passata da 18 a 3 milioni di ettari, abbiamo quindi cementificato un territorio equivalente a Lombardia, Liguria ed Emilia Romagna". (Energy Hunters. 2012. Recupero acqua piovana, una scelta conveniente e di obbligata sostenibilità).

L'adozione di cisterne per acqua piovana è una mossa verso il riallineamento del sistema naturale: come la terra conserva l'acqua nel sottosuolo nel normale ciclo idrogeologico così, l'uomo può fare altrettanto, soprattutto laddove il suolo lo ha già occupato, costruendosi il suo personale deposito d'acqua. Ancora una volta è la logica e il ragionamento che devono spingere al cambiamento, la cultura di integrazione naturale e non di sfruttamento.

E' dimostrato come interessi naturali e perfino economici siano conciliabili anche nella gestione dell'acqua. Si può quindi scegliere di rimanere nel vecchio sistema, prelevando milioni di metri cubi d'acqua e impoverendo progressivamente le falde acquifere, i fiumi e i bacini naturali per poi pomparla, spreco grandi quantità di energia, nelle case dove essa viene sprecata, utilizzata per usi impropri. Dopo averne abusato essa viene di nuovo, con grande spreco di energia elettrica, purificata solo in parte per poi essere rigettata nei fiumi, nei laghi, sottraendola al ciclo idrogeologico che la vedrebbe passare nei terreni per fertilizzare le piante e magari inquinando interi territori. Si può invece oggi allinearsi con la natura, accumulando in loco l'acqua che ci serve, risparmiandola, coltivando verde vicino alle abitazioni, utilizzando l'acqua pubblica per il minimo indispensabile, gestendo quella di scarto con innumerevoli vantaggi. La scelta è prima di tutto culturale fra essere sfruttatori di risorse naturali e invece passare a essere solo un anello degli utilizzatori del ciclo naturale i cui scarti alimentano altre forme di vita. La scelta è quindi quella di rispettare la natura che ci ha dato la vita o di distruggerla progressivamente, con disastrose conseguenze, insistendo nell'utilizzo dei

cicli aperti. Il benessere e il vero progresso mondiale non è quello di aumentare la producibilità, il PIL, il consumo, è bensì la riduzione dell'impatto dell'uomo sulla natura, a tutti i livelli, per rispettare la biodiversità, gli altri esseri viventi e l'ambiente naturale stesso.

1.6 La politica dell'acqua: gestione, privatizzazione e partecipazione per un corretto valore

L'acqua è stata sempre un classico esempio di bene gratuito, ma da quando il problema della scarsità si è diffuso, si è iniziato ad attribuirle un valore economico.

Il buon senso vorrebbe che in una situazione di crescente crisi idrica l'acqua sfuggisse a logiche economiche e fosse gestita nell'interesse collettivo con tutte le attenzioni e le forme di controllo pubblico necessarie. In realtà sta avvenendo l'esatto opposto.

Il valore economico dell'acqua è legato ai costi necessari a captarla, distribuirla e, sempre più spesso, depurarla. Proprio perché l'acqua è un bene essenziale, parte di questi costi sono stati ripartiti sulla collettività attraverso la fiscalità generale. Alcuni ritengono che questo sistema sia la causa di enormi sprechi, che l'acqua debba essere considerata e gestita al pari di un qualunque altro bene sul mercato, con un prezzo di vendita determinato dai costi di produzione e dalla legge della domanda e dell'offerta. I limiti del libero mercato sono ormai evidenti a tutti, ma nel caso dell'acqua le conseguenze possono diventare disastrose.

Il diritto all'acqua, almeno nella nostra società, era garantito a tutti, anche ai meno abbienti. Nel mercato vengono prima gli interessi economici e poi i diritti delle persone, così saranno tagliati fuori dal servizio le famiglie meno abbienti e quelle comunità che possono richiedere investimenti maggiori (perché residenti in centri abitati isolati e non serviti da rete idrica).

Altro rischio è che le imprese private che andranno a gestire l'acqua di una comunità si trovino in una situazione di monopolio, e quindi possano determinare i prezzi a loro piacimento.

Senza alcun fondamento reale si è cominciata a diffondere la convinzione che le imprese gestite dallo Stato o dagli enti locali fossero inefficienti e corrotte, mentre il libero mercato garantisce sempre e comunque le migliori prestazioni al minor costo. Nel giro di pochi anni, lo Stato ha messo in vendita gran parte del suo patrimonio. I servizi pubblici locali sono stati trascinati alla privatizzazione.

“Questa corsa alla privatizzazione è stata incoraggiata anche da studi che stimano gli investimenti necessari nel settore idrico in Italia attorno ai 50 miliardi di euro, affermando che siccome gli enti locali non potranno farvi fronte, dovranno ricorrere ad investimenti privati.

Una volta affidato il servizio ad un soggetto privato, i rapporti sono regolati da contratti

di servizio. All'ente pubblico resta il compito di controllare il rispetto di questo contratto, ma il rischio è che la necessità di ridurre i costi porti proprio ad una riduzione dei controlli, sia sul servizio che sulla qualità dell'acqua". (Accadueò - Lupus in Fabula. 2002). A questo si aggiunge un altro problema tanto importante quanto sottovalutato. In questi anni di gestione pubblica le amministrazioni hanno accumulato una serie di competenze tecniche e di conoscenze che sono un patrimonio della collettività. Affidando la gestione all'esterno queste competenze sono destinate a perdersi e a diventare patrimonio privato, e l'ente pubblico sarà sempre meno capace anche di programmare e indirizzare, lasciando al gestore privato anche questo delicato compito. La privatizzazione del servizio idrico viene indicata come un processo di modernizzazione, ma la gestione da parte di enti privati, agli inizi del 900 era molto diffusa. In seguito per garantire un equo accesso all'acqua ai cittadini era stato avviato un processo di municipalizzazione. Ora si sta tornando al passato, consegnando un servizio così delicato ed indispensabile per la vita ad imprese private motivate solo dalla volontà di fare profitto.

“In Francia già nel 1996 un'inchiesta rivelava che i prezzi praticati dagli operatori privati erano più alti in media del 28% rispetto a quelli praticati del settore pubblico.

Le esperienze dimostrano anche il fallimento della tariffa come incentivo al risparmio idrico. Infatti dalla tariffa derivano i profitti dei gestori, che hanno tutto l'interesse a vendere più acqua possibile e nessun interesse a promuovere il risparmio idrico. Il colpo di grazia alla libertà di scelta degli enti locali arriva con la legge finanziaria del 2002 (448/01), il cui art. 35 modifica nuovamente le norme sui servizi pubblici. Prevede che la proprietà degli impianti sia separata dalla loro gestione e affidata a società di capitali a maggioranza pubblica, mentre il servizio deve essere affidato ad una diversa società per azioni. Quest'affidamento, per un periodo transitorio, può avvenire anche senza gara, purché i comuni procedano alla vendita di una parte delle azioni. Successivamente la gara è resa obbligatoria. In questo modo si è introdotto per legge, e l'Italia in questo è l'unico paese al mondo, l'obbligo di privatizzare il servizio idrico, a scapito dell'autonomia locale e dell'autogoverno democratico delle realtà locali.

Cinque regioni hanno deciso di impugnare questa norma di fronte alla Corte Costituzionale in quanto sarebbe in contrasto con le nuove norme sul federalismo.

Contro L'art. 35, per altri motivi, si è espressa anche l'Unione Europea, e questo ha spinto il governo italiano a dichiarare la norma non applicabile. La norma è inapplicabile anche perché non è stato emanato il previsto regolamento attuativo.

Spesso i sindaci hanno giustificato la trasformazione in SpA delle aziende richiamandosi a fantomatiche direttive europee. In realtà non esistono direttive europee che impongono agli enti pubblici di affidare la gestione dei servizi locali a società di capitali. Tant'è vero che in Francia gli affidamenti diretti sono la maggioranza e in Svezia e Danimarca sono praticamente l'unica modalità". (Accadueò - Lupus in Fabula. 2002).

A questo processo di privatizzazione è necessario porre un freno. In primo luogo occorre contestare, con dati reali, la dilagante cultura della privatizzazione del mondo. In questa ottica difendere la gestione pubblica dei servizi è solo un primo passo, una forma di resistenza. Allo stesso tempo bisogna essere capaci di ripensarla da cima a fondo. Alla gestione pubblica burocratica e clientelare che abbiamo spesso conosciuto in questi anni va contrapposta un'idea di gestione pubblica partecipativa che coinvolga insieme lavoratori e utenti, che preveda dunque il controllo, la verifica, ma anche la pianificazione da parte di chi lavora a un servizio e di chi usufruisce dello stesso. La gestione statale dei servizi, infatti, non garantisce che una serie di diritti siano sanciti una volta per tutte. Non ci si può nascondere che lo Stato non solo non è un ente benefico, ma è spesso uno strumento nelle mani di chi detiene il potere economico. Per questo è necessario che i cittadini tornino ad esercitare il loro ruolo, attraverso la partecipazione ed il controllo democratico.

CAPITOLO 2 – Recuperare l’acqua piovana in materia sostenibile

2.1. Utilizzo dell’acqua piovana

Il progresso tecnologico ha permesso all’uomo di sviluppare importanti scoperte sfruttando le risorse provenienti dalla natura; ne sono un esempio, il calore del sole e la forza del vento, mentre ha ancora poca rilevanza l’acqua piovana.

I nostri antenati, grandi conoscitori del recupero dell’acqua piovana, l’hanno raccolta bevendola, conservandola, utilizzandola in moltissimi modi. Sicuramente oggi si è più titubanti nell’utilizzare l’acqua come allora per paura dell’inquinamento atmosferico: infatti, non è più quella che gli antichi romani raccoglievano nei loro impluvi, negli atri maestosi delle case patrizie. Bisogna ricordare che attualmente, si ha il modo di filtrare e depurare l’acqua piovana raccolta, con caratteristiche paragonabili a quella distillata.

In Italia, fino alla metà del Novecento, la pratica della raccolta della pioggia era diffusa in tutto il Sud del paese, come dimostrano ad esempio le tecniche per l’accumulo di acque meteoriche utilizzate nella città di Matera, eppure sembra che questa grande esperienza sia andata rapidamente perduta. Alla fine degli anni ’70, dopo la realizzazione del sistema acquedottistico nazionale, le cisterne antiche vennero abbandonate e con loro anche la conoscenza che ne permetteva l’uso. Oggi non è più possibile rinunciare alle risorse idriche messe a disposizione dal sistema d’accumulo centralizzato.

Tuttavia in alcuni stati del mondo la raccolta dell’acqua piovana è ampiamente conosciuta per far fronte ai consumi domestici; ad esempio in Australia, negli U.S.A., in Germania e Inghilterra ci sono numerose strutture pubbliche o associazioni private che promuovono e diffondono la cultura, la tecnica della raccolta della pioggia, con molte aziende impegnate con successo nel settore. In Italia invece, solo recentemente si sono registrate le prime esperienze e anche la politica inizia a favorire la raccolta delle acque meteoriche.

In base alle valutazioni svolte sui consumi idrici domestici, si può affermare che circa il 50% del fabbisogno giornaliero d’acqua può essere fornito da quella non potabile.

Ad esempio per il bucato, gli impianti di utilizzo dell’acqua piovana assicurano la necessaria purezza batteriologica e forniscono acqua dolce, al contrario di quella erogata dall’acquedotto che è relativamente dura per la presenza di carbonati.

Un sistema di raccolta dell’acqua piovana è costituito tipicamente da grondaie o condotti

che convogliano la pioggia da un'area drenante, ad esempio un tetto o un'area pavimentata, ad una cisterna per la conservazione e l'utilizzo futuro. L'acqua che fuoriesce dalla cisterna può essere deviata verso una fossa di raccolta degli scarichi idrici o verso un'area di vegetazione per la ricarica delle falde acquifere oppure in una rete fognaria comunale.

Alcuni dei *vantaggi dell'acqua piovana raccolta e riutilizzata* possono essere:

- conservazione dell'acqua nella falda acquifera;
- risparmio energetico e riduzione dei costi per il minor uso d'acqua comunale trattata;
- riduzione del volume di deflusso delle acque piovane che aiuta a prevenire le inondazioni e l'erosione dei canali;
- non contiene cloro, quindi la si può utilizzare per irrigare le piante;
- riduzione del sovraccarico della rete fognaria in occasione delle piogge intense;
- non contiene carbonati così riduce i problemi di formazione di calcare nelle lavatrici, ferro da stiro e altri elettrodomestici che fanno uso d'acqua.

Non esistono particolari problemi igienici per l'utilizzo dell'acqua meteorica raccolta con impianti idonei per i seguenti usi:

- lavori di pulizia,
- sciacquo dei servizi igienici,
- lavaggio della biancheria,
- irrigazione di orti e giardini,
- acqua di raffreddamento.

Dal punto di vista igienico bisogna garantire che non ci siano collegamenti tra la rete di distribuzione dell'acqua potabile e quella piovana. Importante è che per l'acqua meteorica sia indicato chiaramente che si tratta d'acqua non potabile. Considerando gli usi nell'ambito domestico, la capacità di regimazione idrica dei diversi sistemi e anche le caratteristiche pluviometriche dei siti considerati si può ipotizzare un risparmio d'acqua potabile notevole.

2.2. Gestione dell'acqua piovana

Le acque piovane vengono intese come le precipitazioni sotto forma di pioggia e neve sciolta. Quest'acqua scorre attraverso i prati, i marciapiedi e i tetti, raccoglie sedimenti, sali stradali, metalli, oli, batteri, pesticidi e altri inquinanti nocivi. L'assenza d'impianti di trattamento e di gestione delle acque piovane che trattengono gli inquinanti presenti nell'acqua, provoca che questi sono rapidamente trasportati attraverso le fogne comunali in fiumi, laghi e zone umide.

Gli impatti negativi di deflusso delle acque piovane, nelle aree urbane, sono principalmente il risultato dell'effetto negativo, di una maggiore copertura impermeabile.

Di solito, in natura, una piccola parte dell'acqua meteorica defluisce superficialmente. La maggior parte dell'acqua evapora o viene assorbita dallo strato superficiale del suolo, dove poi s'infiltra contribuendo all'alimentazione della falda acquifera. Questo insieme di fenomeni costituisce il *ciclo dell'acqua in condizioni naturali*. Si calcola che nel caso di superfici non pavimentate, con copertura vegetale, il deflusso superficiale è di regola, compreso fra lo 0% e il 20% del totale della precipitazione.

Nel caso invece di superfici impermeabilizzate, come ad esempio tetti, pavimentazioni in asfalto o calcestruzzo, defluiscono superficialmente oltre il 90% della pioggia. Rimane, dunque, una minima parte di evaporazione e alimentazione della falda. Si parla pertanto di un *ciclo dell'acqua nelle aree impermeabilizzate* con conseguente minore evapotraspirazione, infiltrazione superficiale e profonda, ricarica delle falde acquifere ma aumento del deflusso superficiale di grandi volumi d'acqua.

La pratica di gestione dell'acqua piovana tenta di limitare gli impatti negativi dell'urbanizzazione sui corsi d'acqua e relative infrastrutture per:

- preservare il naturale equilibrio idrologico nelle aree di nuovo sviluppo e di ristabilirlo, dove possibile, in aree già sviluppate;
- tutelare e migliorare la qualità delle acque meteoriche scaricate in fiumi, laghi e zone umide, riducendo le portate molto elevate e di breve durata con carichi inquinanti notevoli;
- ridurre il volume e la frequenza di sovraccarico delle fognature con rischi di rigurgito e allagamenti;
- ridurre il rischio di erosione dei canali;

- ridurre le alterazioni del microclima;

Il mezzo più efficace per raggiungere questi obiettivi si verifica tramite un approccio che imita l'equilibrio idrico naturale, concentrandosi sulla maggiore infiltrazione ed evaporazione, nonché sui minori volumi di deflusso superficiale. Un gran numero di differenti pratiche di gestione delle acque piovane è stato studiato per affrontare l'impatto dell'urbanizzazione e sono in genere indicate come *treni di gestione*. Queste utilizzano tecniche di drenaggio in serie per ridurre l'inquinamento, per controllare portate e volumi d'acqua. Ogni parte del meccanismo di gestione, riduce l'impatto, mediante la diminuzione della quantità di deflusso e il suo miglioramento qualitativo, prima che questo sia rilasciato nell'ambiente.

Gli esempi includono: aumento della copertura permeabile, disconnessione di zone impervie del sistema di raccolta dell'acqua piovana, cisterne per la raccolta del deflusso dal tetto, depressioni erbose, tetti verdi e aree di bioritenzione.

Affinché un sistema di gestione sostenibile dell'acqua piovana sia economico e realmente applicabile, la progettazione dovrebbe considerare: la superficie del tetto, i collegamenti di questo con i punti di raccolta, la domanda d'acqua, il livello di pretrattamento richiesto, le dimensioni di vaso/immagazzinamento necessarie, l'ubicazione degli impianti, la dimensione delle superfici e l'aspetto delle strutture di raccolta. In base alla natura del sito si possono diversificare le misure da adottare per la raccolta dell'acqua piovana.

L'acqua piovana è tradizionalmente raccolta dai tetti, ma può anche essere raccolta da altre superfici. L'acqua piovana dai tetti non richiede alcun trattamento se utilizzata per scopi non potabili, come innaffiare un giardino, ma se viene raccolta da superfici che si trovano a una quota inferiore, rispetto a quella del suo utilizzo finale, potrebbe essere necessario il suo pompaggio. L'acqua piovana raccolta dal suolo, può essere più inquinata e richiedere pertanto un trattamento prima del riutilizzo. Il trattamento delle acque piovane dovrebbe, sempre considerare le sostanze chimiche e gli altri inquinanti che entrano in contatto con il deflusso.

Una volta raccolta in serbatoi di accumulo e trattata, l'acqua può essere riutilizzata attraverso tre tipi di sistemi di distribuzione:

- pompata direttamente ai punti di utilizzo;
- alimentata dalla gravità dei punti di utilizzo;
- pompata verso una cisterna elevata ed alimentata per gravità nei punti d'interesse.

I sistemi di raccolta dell'acqua piovana possono essere combinati con sistemi di riciclo delle acque grigie per formare un processo integrato. Tuttavia, dati i problemi e le spese di miscelazione dell'acqua, questi dovrebbero essere considerati solamente quando la sorgente non fornisce acqua sufficiente.

I sistemi di raccolta sono relativamente facili da gestire. Per l'acqua raccolta dai tetti, ci sarà la necessità di pulire le grondaie. Per mantenere la qualità dell'acqua si richiede pretrattamento, manutenzione, e disinfezione delle infrastrutture

2.3. Gestione del suolo

Un suolo sano fornisce importanti funzioni di gestione delle acque piovane, tra cui l'infiltrazione efficiente dell'acqua e lo stoccaggio, l'assorbimento di nutrienti in eccesso, la filtrazione dei sedimenti, la decomposizione biologica degli inquinanti, e la moderazione dei picchi dei flussi e della temperatura. Inoltre, i suoli sani rafforzano le piante vigorose e la crescita degli alberi perché intercettano le precipitazioni, restituendone gran parte nell'atmosfera attraverso l'evaporazione e la traspirazione e sostiene la copertura arborea in città. La salute del suolo, la vegetazione e le acque recipienti (ad esempio, fiumi, laghi e zone umide) sono intrinsecamente correlati e devono essere riconosciuti nella pianificazione dello sviluppo del territorio e nei processi di costruzione urbana al fine di produrre aree verdi funzionali. Per essere in funzione, il terreno sano, deve avere sufficiente spazio poroso, per consentire il trasporto e lo stoccaggio di aria e acqua.

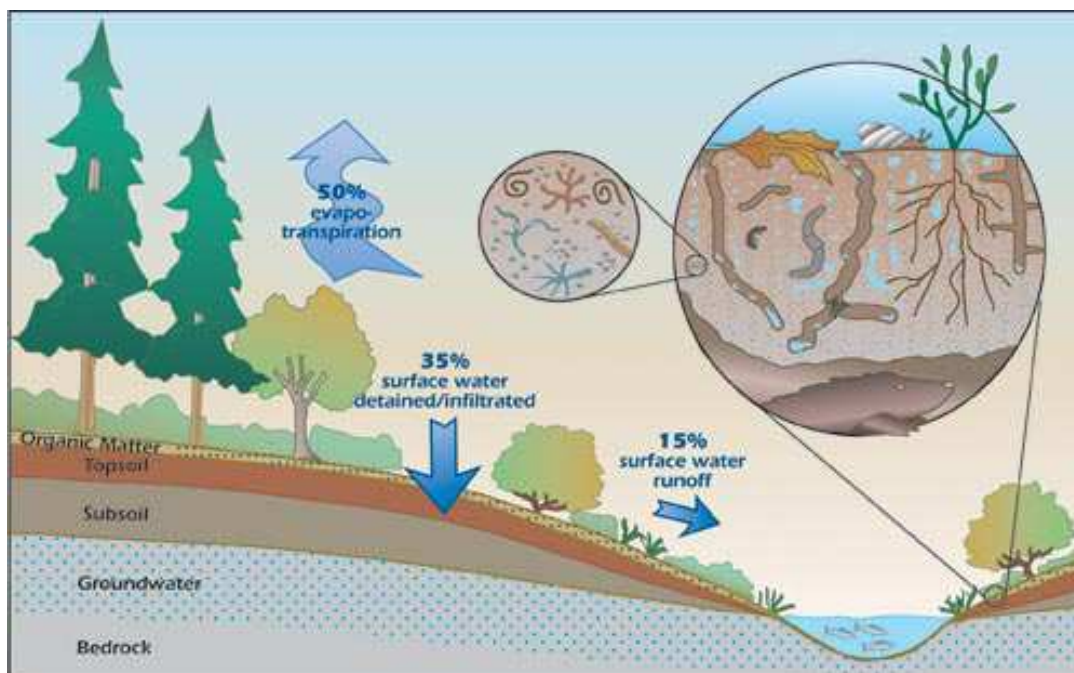


Fig. 1.1. Funzioni di un suolo sano naturale (Fonte: Soils for Salmon – The Urban Environment. 2010).

Invece le pratiche costruttive standard prevedono la rimozione e lo stoccaggio temporaneo del terreno vegetale durante la compensazione, la classificazione, la compattazione del sottosuolo e la sostituzione di uno strato di terriccio accumulatosi sullo strato superficiale, in genere da 10 a 15 cm di profondità.

Si produce un ambiente di crescita con scarsa qualità che richiede eccessive applicazioni di irrigazioni e fertilizzanti, aumentando il potenziale per queste aree permeabili di essere una fonte di scolo contaminate.

Una pratica di gestione delle acque piovane di notevole importanza è l'applicazione di uno strato più profondo di terriccio in aree permeabili verdi, in particolare quelle che riceveranno dal tetto i deflussi pluviali. L'applicazione di uno strato più profondo di terriccio e l'aumento del contenuto di sostanza organica hanno il potenziale di ridurre i costi associati nel doverlo portare via. Inoltre aumenta il potenziale di assorbimento, infiltrazione ed evapotraspirazione di una maggiore quantità di precipitazioni rispetto alle pratiche del paesaggio standard, fornendo in tal modo benefici idrologici. Oltre ai vantaggi di gestione delle acque piovane, questa pratica consente anche un ambiente migliore per la crescita dell'erba, di arbusti e piantagioni degli alberi, richiedendo meno irrigazione e fertilizzanti, per stabilirsi in impianti con maggiore superficie e terriccio, per il sovrastante sottosuolo compattato.

Lo sviluppo urbano altera i modi in cui l'acqua scorre attraverso l'ambiente locale (cioè, il ciclo idrologico), come risultato di minore vegetazione, della compattazione del sottosuolo durante la costruzione, della creazione di superfici impermeabili e sistemi di drenaggio avanzati (ad esempio, marciapiede e fabbricati) e (ad esempio, fossati, grondaie, bacini di raccolta, fogne). *Le funzioni del suolo sono spesso compromesse:*

- si riduce la superficie d'infiltrazione d'acqua e di stoccaggio;
- aumenta la superficie di deflusso delle acque e la contaminazione di strade e cortili;
- aumentano l'erosione e le inondazioni;
- si riduce la vita utile del suolo;
- la crescita delle piante, la resistenza ai parassiti e alle malattie sono ostacolate;
- aumenta così il paesaggio che ha bisogno d'irrigazione, fertilizzanti e pesticidi, con l'ulteriore incremento dell'inquinamento delle acque di superficie;
- vengono forniti bassi tassi d'infiltrazione dell'acqua e ritenzione;
- sedimenti, metalli pesanti, sostanze nutritive in eccesso e contaminanti chimici non biodegradati;
- si impedisce la crescita vigorosa della vegetazione;
- diminuisce la durata della vita degli alberi nelle città;
- si limita la biodiversità degli organismi del suolo, l'assorbimento dei nutrienti dalla

- vegetazione e si impedisce la crescita delle radici;
- i terreni compatti presentano un minore trasferimento di ossigeno, temperature estive estreme, e funghi meno micorrizici;
 - le radici degli alberi piantati nel sottosuolo compattato spesso non possono penetrare in profondità, ma si estendono in orizzontale ed incidono negativamente sulla salute della pianta e possono danneggiare i cordoli e i marciapiedi adiacenti che portano a inutili costi di riparazione per i comuni;
 - le funzioni sono spesso compromesse attraverso la perdita di terreno vegetale e la compattazione;
 - riduce l'infiltrazione dell'acqua e lo stoccaggio ed aumenta il deflusso e carichi di contaminanti nelle acque recipienti;
 - aumenta l'erosione e il rischio d'inondazioni;
 - riduce i microrganismi benefici del suolo, compromette la crescita delle piante e la resistenza dei parassiti / malattia;
 - aumenta il potenzialmente necessario d'irrigazione, fertilizzanti e pesticidi, contribuendo all'inquinamento delle acque di superficie.

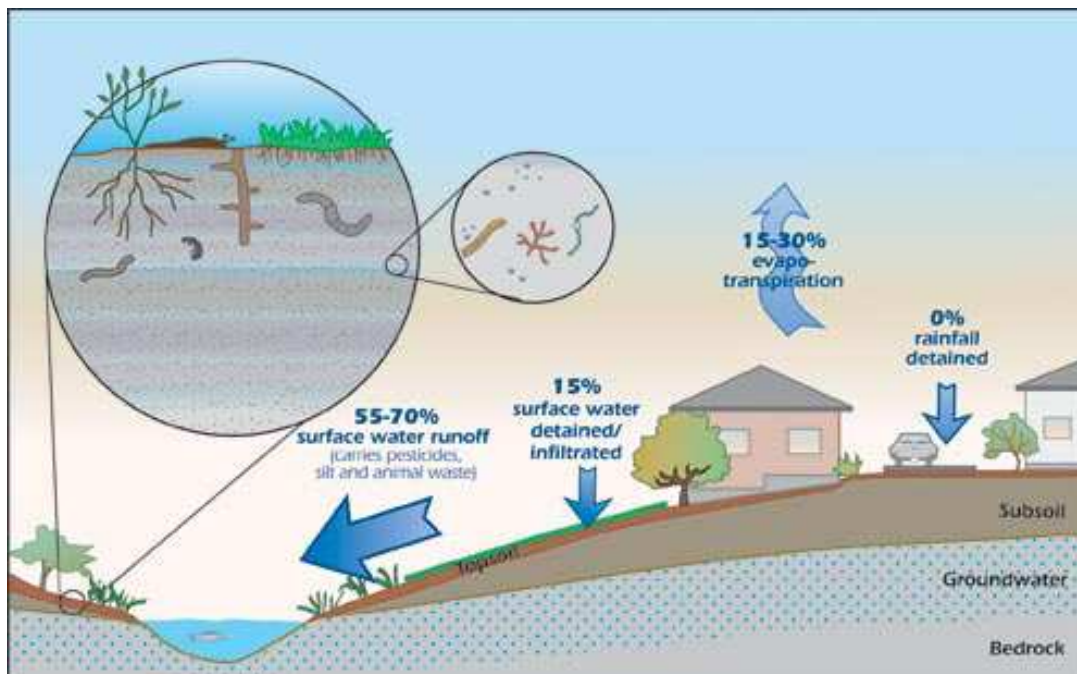


Fig. 1.2. Funzioni del suolo compromesse dall'urbanizzazione (Fonte: Soils for Salmon – The Urban Environment. 2010).

Un approccio per ridurre gli impatti dell'urbanizzazione sul ciclo idrologico, è quello di adottare pratiche di gestione del suolo, durante la costruzione, che aiutano a mantenere la capacità delle aree verdi, di assorbire pioggia e nevicata, evitando così il deflusso diretto da superfici impermeabili adiacenti. I prati, i giardini, i campi sportivi, i parchi e i componenti di spazi aperti dei nostri ambienti urbani contribuiscono ad assorbire le piogge e le nevicata, oltre a rendere le nostre città bellissimi e sani luoghi in cui vivere. Si può ridurre il deflusso delle acque piovane e il suo utilizzo all'aperto, mediante aree verdi che sono più facili, meno costose da mantenere e fornisce all'ambiente e agli alberi urbani un crescente rifornimento per raggiungere la maturità.

Esempi di gestione in maniera corretta del suolo per l'edilizia urbana sono:

- lasciare gli alberi esistenti, la vegetazione e il suolo inalterati nella massima misura possibile;
- rimozione, stoccaggio e conservazione del terriccio esistente in loco, per la ri-applicazione in aree paesaggistiche;
- ripristino dei terreni post-costruzione in aree paesaggistiche per soddisfare gli standard minimi di qualità del suolo e di profondità.

2.4. Conservazione e ripristino di funzioni del suolo attraverso pratiche corrette: STEP, LID, BMP e in particolare i SUDS

Lo scopo di diversi approcci, per evitare impatti negativi sulle funzioni del suolo e sulle acque riceventi, attraverso il processo di pianificazione dello sviluppo del territorio, è quello di ridurre al minimo la parte del sito coperta da superfici impermeabili. Nelle pagine seguenti vengono illustrati come in diversi paesi sono utilizzati questi approcci. Ad esempio ridurre le zone ripide associate allo sviluppo della progettazione del sito e della gestione delle acque piovane, è un principio degli approcci Low Impact Development. Un altro modo è quello di applicare le migliori pratiche di gestione del suolo BMP che preservano o restituiscono le funzioni del suolo in aree sane per rimanere permeabili (cioè aree verdi) durante la compensazione, la classificazione e la costruzione.

Il programma STEP (Sustainable Technologies) si pone come obiettivo quello di ricercare ed analizzare l'uso di tecnologie e pratiche sostenibili nel rispetto della natura. Infine attraverso i SUDS, argomento maggiormente analizzato, si supporta il drenaggio urbano sostenibile e la gestione delle acque meteoriche, che vengono trattate ed infiltrate limitando così le alterazioni del ciclo idrico, generalmente prodotte dai processi di urbanizzazione.

Sono tecniche provenienti da paesi, con nomi e caratteristiche diverse, che però hanno un fine comune: recuperare l'acqua piovana in maniera sostenibile, mantenendo i cicli idrologici naturali, riducendo gli effetti negativi dell'urbanizzazione sull'ambiente.

2.4.1. STEP: programma di valutazione delle tecnologie sostenibili

Il programma di valutazione Sustainable Technologies (STEP) è sostenuto e realizzato da diverse agenzie, guidate dal Toronto and Region Conservation Authority (TRCA). Il programma aiuta a fornire i dati e gli strumenti analitici, necessari per sostenere il più ampio uso di tecnologie e pratiche sostenibili nel contesto canadese. I principali *obiettivi del programma* sono:

- monitorare e valutare le tecnologie per l'acqua pulita, l'aria e l'energia;
- valutare gli ostacoli e le opportunità per l'applicazione delle tecnologie;
- sviluppare strumenti di supporto e linee guida;

- promuovere un uso più ampio delle tecnologie efficaci attraverso la ricerca e l'istruzione.

Le tecnologie valutate sotto il programma STEP non sono limitate a prodotti fisici o a dispositivi, ma possono anche includere misure preventive, progetti alternativi del sito urbano, e altre pratiche innovative che contribuiscono a creare comunità più sostenibili e vivibili.

Queste pratiche aiutano a ridurre il volume di deflusso, mantenere i livelli delle acque sotterranee e sostenere i flussi della corrente durante i periodi secchi. Inoltre riducono i carichi inquinanti nelle acque recipienti. L'obiettivo primario della componente acqua, nella programmazione STEP è quello di promuovere la conoscenza e la pratica della gestione dei flussi di pioggia, attraverso il monitoraggio e la valutazione degli stessi. Altre aree generali in cui vengono condotte le valutazioni tecnologiche, comprendono il ripristino del flusso, il risparmio idrico e il trattamento delle acque reflue della comunità.

La componente di aria pulita del programma, riguarda le tecnologie che aiutano a ridurre le emissioni di gas serra, inquinanti per l'atmosfera, e la prevenzione dell'accumulo di calore legato allo smog in ambienti urbani. Nuove ed emergenti tecnologie sono in fase di studio nelle tematiche dell'energia verde, della bioedilizia e del risparmio energetico.

2.4.2. LID: gestione dello sviluppo a basso impatto delle acque piovane

Lo sviluppo a basso impatto (LID) delle acque piovane, è un'iniziativa congiunta della città di Toronto e dell'autorità di conservazione di Credit Valley, che è stata sviluppata in consultazione con i rappresentanti del Ministero dell'Ambiente, della Pesca e degli Oceani del Canada, i comuni GTA e del settore per lo sviluppo.

Diverse attività di monitoraggio ambientale, hanno rivelato che la salute di molti bacini idrografici continua a diminuire con l'aumento dell'urbanizzazione. Questo deterioramento si è verificato nonostante l'attuazione diffusa di pianificazione e progettazione nella gestione delle acque piovane e in pratiche convenzionali. Documenti e piani di lavoro sulla strategia di gestione delle acque e dei fiumi, hanno concluso che un allontanamento dagli approcci convenzionali e uno sviluppo a basso impatto, sono essenziali per la tutela della salute dei bacini idrografici e viene migliorata la capacità di recupero dei bacini, condizionata da alcuni impatti idrologici del cambiamento

climatico.

E' stata sviluppata una guida, per fornire aggiornamenti ed informazioni tramite una pianificazione basata sulla gestione del paesaggio, delle acque piovane e sullo sviluppo dell'impatto delle pratiche a bassa gestione; e quindi contribuire a garantire il mantenimento della salute dei torrenti, fiumi, laghi e habitat terrestri nei bacini. La guida è altresì destinata a contribuire, a snellire e mettere a fuoco il processo di progettazione e revisione, nonché a garantire che le finalità, gli obiettivi e i traguardi delineati nel bacino sono stati raggiunti.

Le pratiche LID che migliorano la gestione del deflusso delle acque piovane possono essere:

- minimizzare le superfici impermeabili;
- conservazione del suolo e vegetazione nativa;
- stabilire standard minimi di qualità del suolo; ed estensione nelle aree verdi;
- Modificare i terreni, quando necessario, con compost o altri materiali organici in grado di ripristinare le funzioni del suolo come ad esempio:
 - ripristino delle capacità del suolo d'infiltrazione d'acqua e di stoccaggio;
 - diminuzione della superficie di deflusso delle acque e dell'erosione;
 - trappole di sedimenti, metalli pesanti, sostanze nutritive in eccesso e biodegradazione di contaminanti chimici;
 - ricostruzione della vita del suolo che combatte i parassiti e malattie, fornisce alle piante acqua e sostanze nutritive;
 - migliora la salute delle piante, con una ridotta necessità d'acqua, fertilizzanti e pesticidi;
 - profonda crescita delle radici delle piante e vigorosa copertura vegetativa.

2.4.3. BMP: migliori pratiche per la gestione integrata sostenibile delle acque in aree urbane

Un approccio di tipo integrato, nella gestione delle acque piovane, dovrebbe prevedere la realizzazione di sistemi perfettamente inseriti all'interno del tessuto urbano, che consentano:

- riduzione dei volumi di run-off creando condizioni favorevoli all'infiltrazione nel terreno e contribuendo nello stesso tempo alla ricarica della falda;

- riduzione del carico inquinante;
- recupero e riutilizzo delle acque meteoriche.

Queste tipologie d'interventi rientrano fra le BMP, le migliori tecnologie disponibili per la gestione delle acque di drenaggio di superfici urbane, studiate negli Stati Uniti da una circa vent'anni.

Le acque piovane sono da sempre considerate un problema, per cui si è cercato in vari modi di provvedere ad una loro rapida e completa raccolta con la rimozione dai centri abitati. Sfortunatamente quest'approccio, ha causato una serie di alterazioni al ciclo idrogeologico nelle aree interessate, che hanno portato modifiche negative ai corpi recettori in quantità, con portate eccessive e concentrate; e in qualità con acque sempre più inquinate. Tutto ciò ha insinuato negli abitanti, l'idea dell'acqua come nemica del benessere e della salute. Infatti, la maggior parte della popolazione, non accetta benevolmente la presenza di un ristagno d'acqua in vicinanza della propria casa dopo la pioggia.

Esistono le possibilità di un approccio diverso alla gestione delle acque meteoriche, un approccio di tipo integrato, che vede le strutture di contenimento e trattamento delle acque, inserite nell'ambiente urbano in modo da valorizzarlo. Infatti, dove tali sistemi sono stati realizzati, questi sono presto diventati motivo di aggregazione e rivitalizzazione dell'area, mentre nelle regioni più secche, con tali accorgimenti, le acque possono diventare una fonte potenziale di buona qualità.

Mentre l'approccio di tipo convenzionale, è finalizzato ad allontanare il più rapidamente possibile le acque meteoriche dai centri urbani, le BMP hanno come obiettivo di trattare in loco tali acque, il più vicino possibile al punto di origine, con sistemi che possono diventare fruibili ed essere quindi sfruttati per molteplici scopi, compreso il miglioramento dell'ambiente urbano.

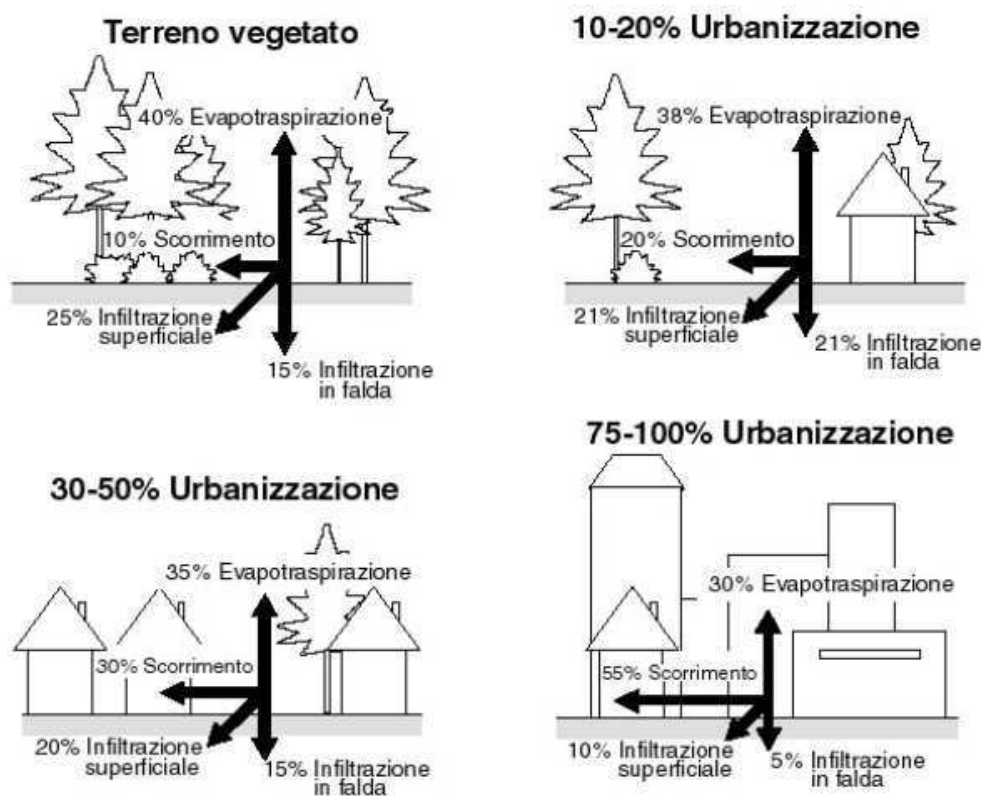


Fig. 1.3. Confronto fra il ciclo dell'acqua in aree urbanizzate e non (Fonte: ENEA "Il ciclo dell'acqua nella pianificazione del territorio")

	Sistemi Tradizionali	BMPs
Costi di realizzazione	possono ritenersi sostanzialmente equivalenti; in molti casi in realtà con le BMPs si riesce a ridurre l'adozione di grossi diametri nelle fognature di raccolta, con costi complessivi minori.	
Controllo degli allagamenti su scala locale	Sì	Sì
Controllo dell'erosione e delle piene a valle	No	Sì
Possibilità di riuso dell'acqua	No	Sì
Rimozione degli inquinanti	Bassa	Elevata
Miglioramento del tessuto urbano	No	Sì

Tab. 1.1. Confronto fra i metodi tradizionali di gestione delle acque meteoriche e le BMP (Fonte: ENEA "Il ciclo dell'acqua nella pianificazione del territorio")

I benefici dell'applicazione di tali interventi sono:

- miglioramento della qualità delle acque;
- diminuzione della perdita d'acqua;
- smaltimento nell'ambiente superficiale delle acque di buona qualità durante gli eventi meteorici;
- integrazione con il design di verde dei nuovi luoghi urbani;
- realizzazione di fognature meno complesse, con risparmi sia in fase di realizzazione che di gestione.

I possibili interventi per la gestione sostenibile delle acque meteoriche possono essere così suddivisi:

- 1) contenere i deflussi delle acque meteoriche;
- 2) infiltrazione delle acque meteoriche;
- 3) raccolta, trattamento e riutilizzo delle acque meteoriche;
- 4) immissione in corpi idrici superficiali.

Ogni misura di BMP non deve essere pensata come a sé stante ma inserita all'interno di un sistema di gestione delle acque meteoriche, finalizzato al raggiungimento del livello di trattamento desiderato. Il trattamento ottimale dipende da diversi aspetti, fra cui:

- il tipo di area urbanizzata e le specie inquinanti presenti;
- il grado di depurazione desiderato;
- caratteristiche dell'area: pendenza, tipo di suolo, permeabilità del terreno, posizione della falda;
- considerazioni di carattere gestionale e di manutenzione.

La scelta, il dimensionamento e l'applicabilità delle BMP dipendono, da molti fattori legati alle caratteristiche proprie dell'area d'intervento. Un fattore molto importante da considerare è legato ad esempio alle particolarità del terreno, in termini di permeabilità e profondità della falda; in terreni fortemente argillosi la componente d'infiltrazione nel terreno è ridotta; in casi invece di situazioni riconducibili al carsismo, di estrema vicinanza della falda superficiale o a punti di approvvigionamento idropotabile, deve essere considerata l'ipotesi di impermeabilizzare il fondo dei sistemi di trattamento.

2.5. SUDS: sistemi di drenaggio urbano sostenibile

In Inghilterra gli interventi per il drenaggio urbano sostenibile e la gestione delle acque meteoriche, che vengono in parte recuperate e in parte smaltite, sono chiamate tecniche SUDS (sustainable urban drainage system), e permettono di trattare e infiltrare le acque di dilavamento di strade interne, piazzali, parcheggi, limitando così le alterazioni del ciclo idrico generalmente prodotte dai processi di urbanizzazione. Inoltre, limitano la formazione dei deflussi superficiali e le portate eccessive:

- nelle reti di drenaggio artificiali (fognature) prevenendo l'instaurarsi di situazioni critiche;
- nelle reti di drenaggio naturali (corsi d'acqua) prevenendo il rischio di erosione ed inquinamento dei corpi idrici ricettori.

I SUDS trattano i volumi d'acqua in un modo diverso dal drenaggio convenzionale. In un sistema convenzionale il deflusso dell'acqua di superficie viene convogliato alla fine del bacino. Il deflusso raccolto contiene anche materiale inquinante causato dai primi volumi d'acqua ed eventualmente con volumi aggiuntivi a seconda dell'intensità e della durata della tempesta.

E' sempre più riconosciuto che i SUDS sono in grado di fornire molteplici benefici ambientali, sociali ed economici. Oltre alla gestione dei flussi, dei volumi e dell'inquinamento diffuso alcuni componenti possono avere un impatto positivo sulla qualità dell'aria, sulla riduzione del carbonio ed altri elementi di salute della comunità che hanno un valore sociale monetario o immateriale.

Ci sono diversi *vantaggi e risultati* nell'utilizzo dei SUDS, che gestiscono l'acqua in superficie:

- la manutenzione dei SUDS può essere inserita come parte di una specifica cura del paesaggio;
- è possibile creare una serie di habitat;
- ostacoli e blocchi sono più facilmente individuabili;
- crea visivamente un paesaggio complesso e variabile;
- potenzialmente può ridurre i costi di costruzione;
- rende il ciclo dell'acqua visibile e offre opportunità di contatto con la natura;
- può essere organizzato con caratteristiche che migliorino la progettazione urbana;
- porta a conoscenza di pratiche e tecniche di drenaggio innovative ed

economicamente efficaci, sia per sviluppi a bassa che ad alta densità;

- miglioramento sostanziale della biodiversità, dell'ecologia e della qualità della vita;
- i fossi inverditi e i bacini di detenzione creano un paesaggio visivamente migliore così da fornire una maggiore comodità e un valore sociale per i residenti e le comunità locali;
- miglioramento della qualità delle acque rispetto ai sistemi di drenaggio di convogliamento tradizionale;
- molti aspetti possono essere installati e mantenuti ad un costo inferiore rispetto alle forme più tradizionali di drenaggio;
- necessità di mantenere SUDS semplici, in quanto riducono i costi di manutenzione ed aumentano la probabilità di conservare la struttura in futuro;
- in sviluppi ad alta densità, i SUDS sono importanti sui trattamenti particolari di zone dure con costi potenzialmente più elevati e diverse caratteristiche di manutenzione;
- i SUDS possono essere incorporati in qualsiasi terreno in quanto non dipendono necessariamente dall'infiltrazione negli strati porosi;
- i SUDS dovrebbero essere inseriti ed integrati fin dall'inizio nella fase di progettazione;
- specifiche di alta qualità e controllo in fase di costruzione sono importanti per ridurre i costi globali e i problemi futuri;
- i SUDS chiedono che vi sia una stretta collaborazione tra tutte le parti interessate alla loro costruzione.

Vale la pena sottolineare, che la pianificazione e la progettazione dei SUDS dovrebbero cercare di controllare le acque di superficie il più vicino possibile all'origine; esempi come i tetti verdi, i giardini a pioggia, le fosse di drenaggio e le pavimentazioni permeabili trattano e immagazzinano l'acqua dove cade. Queste tecniche riducono i volumi di stoccaggio, le portate e le fasi di trattamento.

2.5.1. Imitare il drenaggio naturale

Uno dei principi di base dei SUDS è che essi dovrebbero imitare i processi naturali e privilegiare i sistemi che evitano l'uso di tubazioni o serbatoi. Allo stato attuale, la

pioggia dai tetti, strade, parcheggi e altre superfici dure viene raccolta in canali, canali e tubazioni prima di essere rilasciata direttamente nei torrenti, nei fiumi e nei liquidi assorbiti, o nelle aree urbane, dal sistema fognario.

Ciò può causare:

- *inondazioni ed erosione* perché il deflusso delle acque di superficie è convogliato direttamente ai corsi d'acqua, prima che abbia la possibilità di penetrare nel terreno e immettersi nel sistema di drenaggio naturale;
- *l'inquinamento da limo, olii e altre sostanze* trasportati direttamente nell'ambiente naturale prima di essere rimossi o ripartiti in modo naturale. Inoltre, le zone umide, i corsi d'acqua e altri habitat sono danneggiati a seguito di prassi di drenaggio corrente.

Alla vegetazione, di solito dovrebbe essere data la priorità su soluzioni d'ingegneria pura, in quanto il loro funzionamento è più facile da osservare e da mantenere. Tecniche sotto terra non sono sostenibili nel lungo periodo, in quanto non sono facilmente mantenibili e hanno una vita limitata in confronto ai sistemi erbosi più naturali. Sono da evitare i sistemi SUDS, questi fanno affidamento sull'energia elettrica o qualsiasi tipo di sistema di pompaggio che richiede manutenzione specializzata.

Quindi i SUDS gestiscono gli aspetti delle inondazioni e dell'inquinamento provenienti dal drenaggio e garantiscono che la comunità e la fauna selvatica siano considerati nella loro progettazione.

I SUDS lavorano in modo efficiente ed efficace attraverso quattro criteri fondamentali:

- *quantità* i SUDS riducono il rischio d'inondazioni e di erosione attraverso il controllo dei volumi di flusso e della frequenza di deflusso delle acque di superficie;
- *qualità* i SUDS prevengono e trattano l'inquinamento nelle acque di ruscellamento di superficie per proteggere l'ambiente;
- *servizio* i SUDS offrono vantaggi visivi e di socialità per le persone;
- *biodiversità* i SUDS migliorano e creano habitat per la fauna selvatica;

I SUDS utilizzano una *serie di tecniche*, in genere sulla base di caratteristiche di drenaggio naturali, per raccogliere, trattare, conservare e poi rilasciare lentamente l'acqua piovana nell'ambiente:

- le trincee e le fosse d'infiltrazione utilizzano la vegetazione per filtrare e controllare i flussi,

- i drenaggi, bacini d'infiltrazione, le superfici permeabili, i tetti verdi, le aree bioretention e altre strutture permeabili permettono all'acqua di filtrare nel terreno,
- i bacini, gli stagni e le zone umide raccolgono, puliscono ed immagazzinano l'acqua in modo naturale e sono in grado di fornire attrattività la fauna selvatica e benefici per la comunità,
- strutture di stoccaggio serbatoi e tubi di grandi dimensioni, sono in grado di aumentare la capacità di attenuazione, ma non puliscono le acque del deflusso di superficie,
- Ingressi, uscite e strutture di controllo gestiscono il flusso d'acqua attraverso i SUDS.

2.5.2. Salute e sicurezza

Garantire che i SUDS rimangano sicuri e accessibili per tutta la durata della loro vita, è il principio fondamentale durante la progettazione. Inoltre la salute e la sicurezza devono essere prese in considerazione nella fase di pre-costruzione, saranno approvati e adottati solamente SUDS che tengono conto, delle future esigenze di comodità e di manutenzione.

Inoltre i SUDS offrono l'opportunità di creare una grande varietà di habitat per la fauna selvatica, in quanto possono modificare la morfologia del terreno, fornire acqua per molteplici tipi di piante; tutto ciò può creare nuove nidificazioni, opportunità di alimentazione per gli uccelli, anfibi, rettili, mammiferi ed invertebrati.

L'obiettivo dell'impianto SUDS è di stabilire una copertura solida della vegetazione autoctona, il più presto possibile per assistere alla funzione di drenaggio e sviluppare la biodiversità. Le superfici che ricevono i flussi diretti, devono essere stabilizzate prima di inserire i SUDS con l'uso del tappeto erboso, ma se non può essere posato, si utilizza una coperta di cocco completamente biodegradabile per ridurre il rischio di mobilitazione di limo e riduzione dell'inquinamento per l'ambiente.

E' importante non piantare specie invasive e colonizzatrici che impediscono la biodiversità. Le proposte di impianti devono comprendere, specie comuni che sono robuste, facilmente stabili e danno interesse visivo alle popolazioni locali. In seguito la colonizzazione da parte di specie locali, stabilizza l'habitat in pochi anni e contribuisce alla biodiversità locale.

Il progetto deve:

- garantire una protezione adeguata da eventi alluvionali, per gli habitat acquatici esistenti;
- individuare caratteristiche SUDS simili, ma non direttamente collegate in zone umide esistenti, così le piante e gli animali possono naturalmente colonizzare i nuovi stagni SUDS;
- creare baie poco profonde e ben vegetate;
- garantire che solo la semina di piante autoctone sia utilizzata;
- assicurare forti collegamenti per la fauna selvatica, tra caratteristiche SUDS e gli habitat esistenti;
- per suoli a bassa produttività bisogna incoraggiare una vegetazione diversificata e terriccio ricco di sostanze nutritive;
- fornire l'obiettivo per la successione continua della fioritura e periodi di fruttificazione per tutto l'anno in tutta l'area;
- le considerazioni chiave sulla progettazione *all'interno del sito* includono:
 - le depressioni, l'infiltrazione e i bacini di detenzione sono in grado di fornire un eccellente habitat per invertebrati e uccelli;
 - può essere seminato con specie ricche di erba e diverse varietà di fiori per il taglio del fieno;
 - in combinazione con il foraggiamento e l'alimentazione, la micro-topografia può essere manipolata per creare aree dove la fauna può crogiolarsi, scavare fori, nidi e avere riparo dai venti;
 - versanti a sud e terreni friabili rendono l'habitat ideale;
 - aree boschive possono essere incluse nella progettazione di grande bacini d'infiltrazione.

Le considerazioni chiavi sulla progettazione *all'esterno del sito* includono:

- progettare l'estensione delle caratteristiche SUDS a valle del sito può includere importanti tipi di habitat locali e nazionali come le paludi, i boschi umidi e i canneti;
- progettazione accurata della zona per inserire le aree di ricreazione e le aree che sono di disturbo per la fauna selvatica;
- evitare di piantare ma consentire la colonizzazione naturale.

I SUDS non dovrebbero essere inclusi in zone dove l'acqua scorre regolarmente o è immagazzinata.

2.5.3. Attenta progettazione per assicurare il funzionamento previsto

I SUDS dovrebbero essere progettati per tener conto delle attuali e future necessità per le collettività. La canalizzazione sotterranea è un modo utile per proteggere le caratteristiche dei SUDS da un'interruzione potenziale, ed è particolarmente utile nel caso in cui vengano utilizzati materiali non standard, come marciapiedi permeabili.

L'attenta progettazione, la costruzione di livelli, e la selezione di materiali di ingressi e di uscite è fondamentale per garantire la funzione dei SUDS come previsto. L'attenzione al dettaglio per le funzionalità dei SUDS può anche contribuire al senso di sviluppo del luogo.

I SUDS devono essere progettati per garantire che gli edifici e gli abitanti siano protetti dalle inondazioni, e che al rischio di queste ultime non aumenti.

Il livello d'inquinamento trovato all'interno del deflusso dell'acqua di superficie, dipende in primo luogo dal modo in cui nasce, successivamente dal tempo trascorso dall'ultimo evento di precipitazione e dalla durata ed intensità delle piogge.

Una serie di componenti SUDS (chiamati "treatment train") devono essere installati per ridurre il rischio di inquinamento del deflusso nei corsi d'acqua dai siti. Il progetto dovrebbe considerare un sistema in cui l'inquinamento è progressivamente ridotto. Le possibilità di trattamento per affrontare i problemi d'inquinamento sono:

- infiltrazione;
- filtrazione;
- bacini di detenzione;
- stagni permanenti.

Queste alternative riducono l'inquinamento, filtrando gli inquinanti o abbassando le portate per favorire la deposizione di eventuali contaminanti. Il deflusso delle acque inquinate di superficie non dovrebbe scorrere direttamente in stagni permanenti, al fine di tutelare la biodiversità, i servizi, e per evitare problemi di manutenzione causati da limi pesanti e olio.

Il numero di fasi di trattamento necessarie nel "SUDS treatment train" dipenderà dalla natura del sito.

Inoltre gli stagni SUDS e le zone umide non sono progettati solamente per immagazzinare e trattare il deflusso, ma anche per migliorare la cornice paesaggistica e per fornire l'habitat per la fauna selvatica.

A differenza del drenaggio convogliato convenzionalmente, i SUDS archiviano e trattano grandi volumi d'acqua all'interno del confine della zona e in superficie. Pertanto, questi sistemi vanno in sovraccarico solo con eventi che si verificano nel corso di un periodo più lungo. Il rischio d'inondazione è gestito dai SUDS riducendo il volume, la frequenza e la portata del deflusso delle acque di superficie durante gli eventi meteorologici di grande portata.

Le particolarità dei SUDS devono essere integrati con le strade, i parcheggi, gli edifici, gli spazi aperti, l'orientamento della progettazione urbana e i requisiti di salute e sicurezza.

Le caratteristiche del luogo e la natura dello sviluppo devono essere attentamente valutate ed influenzeranno la complessità di progettazione di un sistema SUDS. Una bassa densità di popolazione residente in un'area con leggera pendenza, con terreni sabbiosi porrà vincoli meno fisici rispetto ad un regime SUDS in un sistema ad alta densità su terreni argillosi abbandonati.

In pratica, conciliare questi parametri può essere molto impegnativo, ma la gamma di tecniche SUDS è vasta e diverse soluzioni possono essere trovate.

2.5.4. Programma di manutenzione

I sistemi di drenaggio sostenibili, utilizzano elementi del paesaggio per gestire il deflusso delle acque di superficie. Il design di ogni caratteristica dei SUDS deve tener conto dei requisiti giorno dopo giorno per la manutenzione, per le attività occasionali e per gli elementi progettuali a lungo termine di ciascuna struttura. Inoltre dovrebbero essere semplici da gestire. Le tecniche SUDS sono di solito parte integrante del paesaggio, e pertanto, devono utilizzare stabilite pratiche di manutenzione. Per una comprensione corretta della cura del paesaggio, si dovrà informare come le caratteristiche dei SUDS sono state progettate.

La manutenzione del paesaggio assicura che le caratteristiche dei SUDS continuino a drenare efficacemente e che l'aspetto del paesaggio circostante sia piacevole in ogni momento dello sviluppo.

La manutenzione dei SUDS comprende:

- la presenza regolare nel sito di raccolta dei rifiuti, taglio dell'erba e verifica della presenza d'insenature e strutture di controllo;
- visite occasionali per spazzolare la pavimentazione permeabile, rimuovere il limo e gestire la vegetazione delle zone umide;
- lavori di riparazione che possono essere richiesti a causa di danni o atti vandalici.

Un piano di gestione sarà fornito come parte delle proposte progettuali dettagliate che includono:

- una panoramica dei SUDS;
- una dichiarazione di controllo per descrivere il regime dei SUDS ed impostare la gestione corretta per la zona. Si deve considerare come saranno usati i SUDS e come si svilupperanno nel tempo anticipando i compiti della manutenzione aggiuntiva, per assicurare al sistema di funzionare con continuità come previsto;
- Note specifiche che descrivono come il lavoro deve essere intrapreso ed i materiali da utilizzare;
- Un programma di manutenzione che descrive quando e cosa deve essere fatto secondo i requisiti di frequenza e a seconda dei casi;
- Una planimetria che mostra le aree di manutenzione, punti di controllo e scarichi;
- L'ispezione finale del regime SUDS.

2.5.5. Il processo di approvazione

Il processo di approvazione dei SUDS è indipendente da altri processi. C'è un maggiore costo per le applicazioni SUDS oltre ai normali costi di progettazione, e varierà a seconda delle dimensioni del sito di sviluppo. Un rifiuto significa che lo sviluppo non può andare avanti, anche se il permesso di pianificazione viene concesso.

Spesso è riconosciuto che i migliori e più vantaggiosi risultati dei SUDS si ottengono se essi sono considerati nella fase iniziale della formulazione del progetto di sviluppo e del layout.

La *documentazione richiesta* per l'approvazione comprende:

- un esame dei modelli di drenaggio attuali e storici all'interno e adiacente al sito, per garantire proposte di drenaggio che si integrino e non compromettano la funzione dei sistemi di drenaggio naturale;

- una valutazione d'idoneità per l'infiltrazione, sulla base dei vari tipi di suolo e della geologia, che dovrebbe tenere conto della presenza di vincoli che devono essere considerati prima di pianificare l'infiltrazione SUDS, il potenziale di drenaggio del terreno; il potenziale di instabilità del suolo quando l'acqua è infiltrata e il rischio di peggioramento della qualità delle acque sotterranee a causa di infiltrazioni;
- strategia di gestione del deflusso delle acque superficiali;
- una valutazione dettagliata di quali tecniche SUDS utilizzare;
- disposizione dei SUDS e dimensionamento indicativo all'interno dell'area;
- integrazione con la progettazione del paesaggio;
- deve essere presentato un piano graduale per le aree di sviluppo e per i SUDS associati dei siti principali;
- spiegazione della decisione di come il drenaggio viene influenzato ed usato nel suolo;
- Piano di *SUDS Management*, che prevede:
 - una dichiarazione di gestione che delinea gli obiettivi per il sito e la sua manutenzione necessaria;
 - un programma di manutenzione e un piano della zona, che raccolga punti di accesso e di scarico;
 - descrizione del programma di manutenzione, dei materiali e degli strumenti necessari.

L'applicazione dei SUDS dovrà essere accompagnata da un modulo di domanda.

Dopo aver ricevuto la domanda, l'organo competente esaminerà se le informazioni fornite sono sufficienti per iniziare a determinare la correttezza dell'applicazione oppure chiedere ulteriori informazioni al richiedente, inoltre può recarsi sul posto per ispezionare il sito e valutare l'idoneità delle proposte. In seguito verrà comunicata all'Autorità di pianificazione locale il consenso dell'applicazione dei SUDS.

L'approvazione dei SUDS può contenere condizioni riguardanti:

- costruzione del sistema di drenaggio - devono essere conformi ai piani approvati,
- approvazione subordinata alla ricezione delle informazioni prima dell'inizio della costruzione,
- necessità di notificare all'organo competente, l'intenzione di iniziare la costruzione incluso il programma dei lavori,

- obbligo pagamento di tasse per il lavoro svolto in connessione, con l'approvazione e la costruzione.

Il progettista dovrebbe inoltre confermare che i permessi e gli accordi necessari sono stati ottenuti dall'Agenzia per l'ambiente, dal Consiglio Interno per il drenaggio o dai proprietari delle rive dei fiumi.

A seguito del completamento della costruzione dei SUDS secondo standard corretti, sarà richiesto un periodo di un anno di manutenzione con tutte le modalità che il progettista dovrà perseguire, compresi eventuali lavori di riparazione. Al termine di questo periodo ci sarà un controllo finale e gli eventuali difetti saranno corretti dallo stesso.

CAPITOLO 3. Tecniche per la depurazione delle acque meteoriche

3.1. Acque meteoriche e inquinamento diffuso

Negli ultimi anni la gestione del ciclo dell'acqua si è rapidamente evoluta assumendo i principi della sostenibilità, basati su un uso delle risorse che non pregiudichi le possibilità di beneficio da parte delle generazioni future. Se si considera l'acqua in quest'ottica, è evidente che essa non deve più essere vista esclusivamente come un bene da sfruttare, bensì come una risorsa da tutelare sotto l'aspetto quantitativo-qualitativo, sottraendone la minor quantità alla circolazione naturale, consumandone la minima parte e restituendola il più vicino possibile al punto di prelievo, con caratteristiche qualitative simili a quelle di partenza.

Al fine di applicare questi principi e di rendere consapevoli gli utenti che una risorsa idrica di elevata qualità non è inesauribile si cerca di sostituire alla prassi consolidata, secondo cui la disponibilità idrica rappresenta un diritto che deve essere soddisfatto comunque, e a spese della collettività, un nuovo principio di tutela, basato sul concetto che chiunque usa o inquina l'acqua deve anche *sostenerne i costi relativi*. Si favorisce il riutilizzo dell'acqua sottolineando il ruolo dei processi naturali di abbattimento dell'inquinamento. L'inquinamento diffuso, in molti casi, è più complesso e difficile da gestire e produce carichi inquinanti superiori a quello puntiforme, ma non può essere gestito con gli stessi strumenti.

Il termine *inquinamento diffuso* nasce nei primi anni '70 quando attraverso i primi modelli di calcolo della qualità delle acque emergeva che esistevano delle fonti d'inquinamento diverse dalle sorgenti normalmente conosciute. Maggiori esigenze della qualità delle acque richiedono quindi un maggiore intervento sugli aspetti legati all'inquinamento diffuso, che è normalmente più complesso e difficile rispetto alla gestione dell'inquinamento da fonti ben circoscritte. Infatti, invece di intervenire direttamente sulle emissioni di inquinanti diffusi è possibile intervenire direttamente soltanto sulle attività responsabili dell'inquinamento nell'ambito del bacino.

Luoghi ricoperti dalla vegetazione, quali alberi, prati o campi agricoli normalmente presentano delle ottime capacità di ricarica, bassi fenomeni d'insediamento ed elevate traspirazioni a differenza delle aree urbanizzate che esibiscono al contrario superfici di cemento ed asfalto altamente impermeabilizzate.

In zone intensamente popolate l'acqua piovana già nel percorso attraverso l'atmosfera si

arricchisce di varie sostanze inquinanti derivanti dall'attività industriale e artigianale, dagli impianti di riscaldamento, dal traffico.

Si riscontra prevalentemente la presenza di cloruri, solfati, sodio, potassio, ammoniaca, calcio, magnesio e in concentrazioni minori anche di piombo e zinco. Ulteriori contaminazioni si hanno poi al contatto con la superficie dei tetti e del suolo.

Al fine di permettere una soluzione al problema dello smaltimento delle acque meteoriche, è necessario differenziare le acque in base al possibile grado d'inquinamento e definire per i vari tipi di acque i possibili tipi di smaltimento.

Inoltre durante gli eventi meteorici, l'acqua di pioggia scorre sulle superfici impermeabili e opera il dilavamento e il trasporto delle sostanze inquinanti, che si depositano nei periodi secchi: principalmente solidi sedimentabili, nutrienti, oli e metalli pesanti. Nell'ambito del processo di dilavamento operato dalle acque meteoriche particolare rilevanza assumono le cosiddette acque di prima pioggia: esse sono costituite dal volume d'acqua meteorica di scorrimento defluito durante la prima parte della precipitazione e caratterizzato da elevate concentrazioni di sostanze inquinanti, spesso superiori a quelle che caratterizzano le acque reflue di tempo asciutto. Il fenomeno che determina il *dilavamento*, e il trasporto della maggior quantità di carico inquinante durante la prima parte dell'evento piovoso è denominato *first flash*. “Vengono definite acque di prima pioggia, quelle acque corrispondenti, per ogni evento meteorico preceduto da un tempo asciutto di almeno 48 ore, ad una precipitazione di 5 minuti uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio (escluse superfici coltivate) avvenuta nel tempo di 15 minuti.” (Abram P. – Giardini Pensili. 2011)

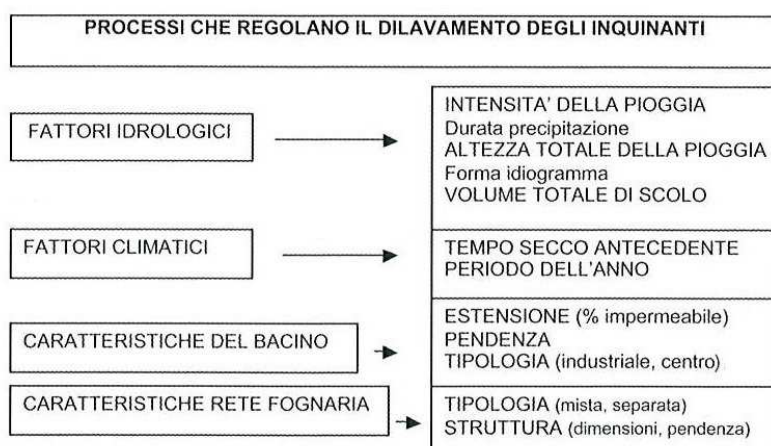


Fig. 3.1. Processi che regolano il dilavamento degli inquinanti delle superfici urbane (Fonte. Abram P. – Giardini Pensili. 2011).

Le acque di pioggia raccolte in fognature miste sono tra le maggiori cause di degrado dei corsi d'acqua o bacini urbani. I solidi che si depositano nelle fogne miste nei periodi secchi sono causa d'inquinamento qualora esse aumentino velocemente le portate per gli eventi atmosferici e scarichino direttamente, attraverso gli sfioratori, nei corsi d'acqua. Questo succede soprattutto quando le pendenze sono esigue e le velocità di scorrimento molto basse. L'accumulo di solidi sul fondo dei tubi inoltre riduce la portata effettiva e può creare dei problemi di corrosione e di cattivi odori. Considerando che in una fogna mista si deposita dal 5 al 30% del carico inquinante, calcolando che una pioggia intensa di due ore può ripulire completamente la fogna, è possibile stimare che dopo 4 giorni di periodo secco, in due ore di pioggia si scarichi l'equivalente di un giorno di carico inquinante sul corpo recettore piuttosto che all'impianto di depurazione.

La qualità delle acque di prima pioggia presenta una forte variabilità connessa alle differenti destinazioni delle aree drenate, ma anche alle aleatorie dinamiche degli inquinanti sul bacino e nella rete di drenaggio. Gli inquinanti presenti in un'analisi tipo sono soprattutto solidi sospesi e carica organica espressa come BOD e COD, idrocarburi e metalli come zinco, piombo e rame.

Le acque di pioggia sono da sempre considerate un problema, per cui si è cercato in tutte le maniere di provvedere ad una loro rapida e completa raccolta e rimozione dai centri abitati. Sfortunatamente questo approccio ha causato una serie di alterazioni al ciclo idrogeologico nelle aree interessate, che hanno comportato modificazioni negative ai corpi recettori come quantità (portate eccessive e concentrate) e come qualità (acque sempre più inquinate da inquinamento diffuso).

3.1.1. Prevenzione contro l'inquinamento

Negli Stati Uniti e in Inghilterra sono stati studiati sistemi denominati BMP (Best Management Practice) o SUDS (Sustainable Urban Drainage System) che comprendono diverse misure per contrastare e ridurre il rischio idraulico d'inquinamento derivante dalle acque di pioggia. Le BMP hanno lo scopo di prevenire, o ridurre l'inquinamento delle acque di origine diffusa attraverso i mezzi più idonei ed efficienti per produrre un'acqua di qualità. Le BMP comprendono, ma non si limitano a questo, analisi di controllo, sistemi strutturati e non, pratiche di gestione e manutenzione. Essenzialmente possiamo distinguere due tipi di approccio. Uno, di tipo preventivo, è costituito da

sistemi non strutturati, mentre l'altro è costituito da sistemi di controllo di tipo strutturato, cioè installazioni, più o meno complesse, in grado di regimare i flussi e ridurre il carico inquinante delle acque drenanti.

Per misure preventive possono intendersi quelle misure che sono atte a controllare l'eventuale fonte contaminante: sono perciò quelle tecniche gestionali atte a ridurre l'esposizione alla pioggia, limitando di conseguenza la quantità d'inquinanti trasportabili dell'acqua. Tali pratiche implicano l'utilizzo di procedure di gestione innovative, l'educazione del personale tecnico e gestionale o la riprogettazione di strutture al fine di ridurre il potenziale d'inquinamento. Tali misure preventive presentano un elevato rapporto costi/ benefici, perché normalmente non richiedono un impegno supplementare di superficie e di costi di costruzione e possono essere adottate con un modico sforzo.

Le pratiche seguenti possono essere interpretate come *misure preventive*:

- rimozione di detriti da aree impermeabilizzate;
- programmi di educazione, del personale impiegato in lavori di immagazzinamento;
- riduzione dell'esposizione alle piogge di materiali stoccati in piazzali;
- riduzione e conversione dei potenziali inquinanti chimici utilizzati in varie applicazioni industriali e agricole;
- pulizia delle strade e delle aree di parcheggio con macchine spazzatrici;
- sistemi secondari per la deviazione e la raccolta provvisoria delle acque di pioggia.

La riduzione delle fonti d'inquinamento è la tipica pratica non strutturale per controllare il rilascio di inquinanti attraverso le acque di ruscellamento. La rimozione di questi inquinanti dal territorio urbano prima che avvengano le precipitazioni può effettivamente limitare la quantità di inquinanti contenuti nelle acque. La riduzione di tali fonti può essere realizzata utilizzando diversi processi quali: controllo nello spargimento di fertilizzanti, pesticidi o diserbanti; pulizia delle strade; raccolta degli sfalci; controllo degli scarichi abusivi di oli usati, detersivi, vernici nei collettori delle acque chiare; controllo dei possibili passaggi o infiltrazioni dalle fognature.

La scelta e l'applicabilità di queste misure di controllo della qualità dell'acqua sono intimamente legate alle caratteristiche di qualità che si vogliono raggiungere e alla natura e localizzazione del sito stesso. La pendenza, il tipo di terreno e la sua profondità, uniti alla disponibilità prevista d'acqua, sono determinanti nella scelta del sistema da applicare. Nel caso di fognature miste normalmente i reflui civili vengono

raccolti, trasportati e trattati attraverso infrastrutture collettive. Queste possono essere costituite da fogne di tipo misto, dove il refluo viene raccolto assieme alle acque di pioggia nelle medesime condutture e immesso in un depuratore previo passaggio in uno sfioratore di piena che controlla le portate scaricando in parte i liquami qualora le portate eccedano le capacità dell'impianto o delle condutture stesse.

Nel caso invece di fognature separate i reflui e le acque di pioggia vengono gestiti separatamente. In questo caso le acque di pioggia vengono escluse dal trattamento pur essendo comunque veicolo d'inquinamento diffuso.

Se si considera il sistema di trattamento delle acque costituito non solo dall'impianto vero e proprio ma anche dal sistema di collettamento e trasporto, si possono studiare delle eventuali soluzioni per migliorare le capacità depurative del sistema. A volte semplici ed economiche soluzioni possono migliorare la capacità e la qualità del trattamento riducendo nel contempo i costi operativi.

Le soluzioni migliorative applicabili alle fognature e agli impianti sono:

- sistemi in grado di equalizzare i flussi;
- creazione di bacini di laminazione;
- trattamenti chimici aggiuntivi;
- controlli in tempo reale;
- conversione di impianti dismessi in sistemi di accumulo e controllo delle portate.

Ci sono poi accorgimenti che possono essere adottati nelle singole abitazioni o condomini per ridurre la produzione di runoff da acque meteoriche e trattenerle il più possibile nel sito in cui si producono. Questi accorgimenti devono essere adottati in fase di progettazione e riguardano in particolare anche la creazione di un paesaggio in cui vengono ridotte le superfici inclinate, vengono mantenuti o ricreati il drenaggio naturale e la vegetazione arborea esistente, oltre all'utilizzo di sistemi innovativi per grondaie, parcheggi, raccolta e riuso di acque piovane.

L'urbanizzazione, si è detto, altera considerevolmente l'idrologia di un bacino: riducendo la permeabilità del suolo si aumenta il volume delle acque di ruscellamento e nello stesso tempo si riduce il tempo di percorrenza delle stesse. Ovviamente tali fenomeni sono influenzati da numerosi fattori legati alle caratteristiche delle piogge, dei terreni e delle superfici interessate. In aree in corso di urbanizzazione la progettazione cercherà soprattutto di limitare la conversione di acque di pioggia in acque di runoff con strutture in grado di raccogliere l'acqua o di favorirne l'infiltrazione.

Le aree urbane esportano una grande quantità di inquinanti durante gli eventi di pioggia. Gli inquinanti che si accumulano sulle strade, i tetti e i piazzali vengono mobilizzati e trasportati nei sistemi di raccolta delle acque e scaricati infine nei canali. Occorre quindi provvedere con dei sistemi BMP affinché gli inquinanti contenuti nelle acque di gronda vengano, ridotti prima del loro arrivo al corpo recettore. I meccanismi che occorre sfruttare al fine di ottenere tale risultato sono:

- sedimentazione,
- flottazione,
- filtrazione,
- infiltrazione,
- assorbimento,
- assimilazione,
- conversione biologica,
- degradazione.

3.1.2. Principali parametri che caratterizzano un'acqua reflua

Il grado d'inquinamento delle acque può essere valutato attraverso l'analisi di alcuni parametri ottenuti attraverso metodiche standard di laboratorio.

Per caratterizzare un'acqua reflua oltre a colore e odore si vanno ad indagare una serie di parametri fisici, chimici e biologici tenendo conto delle indicazioni fornite dalla normativa vigente in materia di scarichi.

- pH

Il pH rivela l'acidità o la basicità di una sostanza liquida. L'intervallo" di PH più idoneo alla vita acquatica e compreso tra 7 e 8. Valori inferiori o superiori indicano la presenza d'inquinamento da acidi o basi forti.

- Alcalinità

L'alcalinità è la capacità di un'acqua di neutralizzare gli acidi e pertanto di tamponare un calo del pH grazie alla presenza di carbonati, bicarbonati e idrati.

- Temperatura

La temperatura può agire sia modificando le caratteristiche ambientali dell'acqua sia condizionando molte delle funzioni fisiologiche degli microrganismi acquatici.

- *Ossigeno disciolto*

La concentrazione di ossigeno è un parametro molto importante perché condiziona la vita di tutti gli organismi acquatici e in particolare di quelli coinvolti nella depurazione biologica. La carenza di ossigeno è indice d'inquinamento di un corpo idrico, ovvero della presenza di sostanze ossidabili che sottraggono ossigeno all'acqua. Il fatto che l'ossigeno abbia una scarsa solubilità in acqua rispetto ad altri gas lo rende un fattore limitante negli ecosistemi acquatici.

- *Sostanza organica (BQH, COD)*

Il BOD è la richiesta biochimica di ossigeno ed esprime la quantità di ossigeno richiesta dai batteri aerobici per degradare e assimilare la sostanza organica presente nei liquami. Il COD è la richiesta di ossigeno per ossidare "chimicamente" le sostanze organiche e inorganiche presenti nel campione d'acqua prelevato.

- *Nutrienti*

I nutrienti sono sostanze necessarie ai microrganismi per crescere e riprodursi (carbonio, azoto, fosforo, zolfo e tracce di calcio, potassio, zinco, ecc.). Nelle acque reflue azoto e fosforo sono i due elementi che si trovano in concentrazioni maggiori e che, se rilasciati nei corpi idrici, possono creare gravi squilibri d'inquinamento ed eutrofizzazione. Per questo motivo sono un importante parametro da monitorare.

- *Fosforo*

La presenza di fosfati nelle acque superficiali è dovuta principalmente agli scarichi urbani, al dilavamento dei terreni agricoli trattati con fertilizzanti e agli effluenti zootecnici.

- *Conducibilità*

E' legata alla quantità totale e al tipo di sali disciolti nell'acqua. Un rilevante aumento può essere dovuto alla presenza di scarichi inquinanti che determinano l'innalzamento della concentrazione dei sali.

- *Solidi e torbidità*

I solidi sospesi insieme alle sostanze colloidali sono la principale causa della torbidità dell'acqua.

- *Detergenti*

I detersivi sono spesso causa di fenomeni d'inquinamento delle acque portando alla formazione di schiume che ostacolano lo scambio di ossigeno con l'atmosfera. I moderni detergenti non rappresentando una minaccia come altri inquinanti, le normative di tutti gli stati membri dell'Unione Europea si stanno aggiornando per

imporre l'utilizzo di detersivi sempre più biodegradabili poveri o privi di fosfati per contrastare il fenomeno dell'eutrofizzazione. Tali prodotti contengono dei composti chimici che, se presenti in grande concentrazione, possono essere pericolosi per la salute e alterare gli equilibri degli ecosistemi, a causa della loro tossicità intrinseca, della loro permanenza nell'ambiente e dell'alto potenziale di bio-accumulo. Per questi motivi sono nati negli ultimi quindici anni detersivi che utilizzano componenti di origine vegetale completamente biodegradabili.

- *Tensioattivi*

La componente che maggiormente crea problemi d'inquinamento dei corpi idrici che svolge anche un ruolo importante nelle attività di rimozione dello sporco. I tensioattivi sono composti organici costituiti da una parte idrofila (fase polare), che si lega all'acqua, e una parte idrofoba (fase apolare), che tende a legarsi alla fase grassa dello sporco e a solubilizzarlo. Possiedono inoltre la capacità di ridurre la "tensione superficiale" nelle soluzioni acquose, cioè permettono all'acqua di penetrare meglio nelle fessure, nelle trame dei tessuti, veicolare lo sporco e quindi aumentare il potere detergente.

3.2. Raccolta e trattamenti di depurazione delle acque meteoriche per il riutilizzo

Le acque meteoriche rappresentano una fonte rinnovabile e locale e richiedono trattamenti semplici ed economici per un loro utilizzo per applicazioni che richiedono acque di minor pregio. In generale, gli impieghi che si prestano al riutilizzo delle acque meteoriche riguardano usi esterni, come:

- l'irrigazione di aree a verde, prati, giardini, orti;
- il lavaggio di aree pavimentate (strade, piazzali, parcheggi);
- il lavaggio di autovetture;
- usi tecnologici (ad esempio acque di raffreddamento);
- alimentazione di vasche antincendio e usi interni agli organismi edilizi, come:
- alimentazione delle cassette di risciacquo dei WC, di lavatrici, usi tecnologici relativi, come ad esempio sistemi di climatizzazione passiva/attiva.

Da un punto di vista impiantistico un intervento di recupero di acque meteoriche è costituito da una rete di raccolta, adduzione e successiva distribuzione delle acque recuperate, da un sistema di trattamento adeguato delle acque raccolte, da un serbatoio di accumulo e infine da un sistema di pompaggio per il riuso.

Le acque meteoriche richiedono un trattamento adeguato che dipende prevalentemente dalla destinazione d'uso del loro riutilizzo, in funzione del quale vengono definiti gli obiettivi depurativi, ma anche dalla durata del periodo secco antecedente all'evento piovoso: è proprio durante tale periodo, infatti, che si verifica il deposito di materiali solidi e di inquinanti sulle superfici impermeabilizzate che vengono dilavate dalle acque meteoriche.

Le attività umane sociali, produttive e ricreative richiedono e utilizzano una grande quantità d'acqua. Questo comporta la produzione di scarichi che, per essere restituiti all'ambiente, devono necessariamente essere sottoposti ad un trattamento depurativo. Le acque reflue presentano importanti problemi di smaltimento a causa della presenza sempre più ampia di composti chimici di origine sintetica, impiegati prevalentemente nel settore industriale. Anche le acque meteoriche di prima pioggia nel caso in cui dilavino superfici impermeabili venute a contatto con agenti inquinanti si arricchiscono di sostanze che devono essere rimosse tramite processi depurativi. Non è possibile per mari, fiumi e laghi ricevere una quantità di sostanze inquinanti superiore alla propria

capacità auto depurativa senza che venga compromessa la qualità delle acque e l'equilibrio dell'ecosistema.

Il *trattamento di depurazione* consiste in una serie di processi durante i quali dall'acqua reflua vengono rimosse le sostanze indesiderate. Le diverse fasi prevedono: trattamenti preliminari, primari, secondari e terziari.

I trattamenti preliminari sono di tipo meccanico e hanno la funzione di eliminare materiali di dimensioni grossolane, sabbie e oli attraverso grigliatura, dissabbiamento e disoleatura dal refluo.

I trattamenti primari hanno lo scopo principale di rimuovere le sostanze sedimentabili. I più comuni per piccole comunità fino a cento abitanti sono rappresentati da fosse settiche.

I trattamenti secondari possono essere di tipo biologico o di tipo chimico, rimuovendo i primi la frazione disciolta e colloidale delle sostanze organiche e i secondi per precipitazione le sostanze colloidali ed inorganiche. Tra i trattamenti biologici si distinguono da quelli a biomassa sospesa come i fanghi attivi e i sistemi di fitodepurazione a flusso superficiale in cui i batteri si sviluppano formando colonie di microrganismi oppure sistemi a biomassa adesa dove i batteri si sviluppano aderendo a un materiale di supporto (ad esempio ghiaia) come i filtri percolatori, i biodischi e i sistemi fitodepurazione a flusso sommerso.

I trattamenti terziari sono utilizzati se necessario come finissaggio per l'abbattimento spinto di azoto e fosforo e della carica batterica per rendere lo scarico compatibile con il corpo idrico recettore e con i limiti previsti dalla legge.

La depurazione può avvenire tramite *tecniche naturali e tecniche impiantistiche*. I sistemi naturali di depurazione riproducono in un ambiente più controllato e costruito artificialmente i meccanismi di autodepurazione tipici degli ambienti acquatici. Hanno un impatto positivo sul paesaggio creando aree verdi o zone umide anche di pregio naturalistico. I sistemi di depurazione impiantistici riproducono solo in parte ciò che avviene in natura nei processi biologici e pur occupando spazi inferiori sono molto più energivori, necessitano di macchinari specifici e opere in cemento armato. In definitiva si può affermare che entrambi i sistemi debbano essere presi in considerazione ogniqualvolta si debba risolvere un problema di inquinamento di reflui valutando di volta in volta i pregi e i difetti della tipologia considerata.

Sistemi naturali	Tecniche impiantistiche
Estensivi (disponibilità di terreno)	Intensivi
Trattamento primario presente	Trattamento primario presente
Bassa tecnologia	Media/alta tecnologia
Bassi costi di gestione	Costi di gestione annuale legati all'uso costante di energia elettrica e allo spurgo dei fanghi prodotti dal processo e all'utilizzo di reagenti chimici se necessari
Assenza di fanghi da smaltire	Produzione di fanghi da smaltire in discarica
Manutenzione parti elettromeccaniche se presenti	Manutenzione parti elettromeccaniche quasi sempre presenti
Impatto ambientale nullo (al contrario, aumento della naturalità e del valore paesaggistico dell'area)	Impatto ambientale a volte considerevole dato dall'odore sgradevole e da manufatti di calcestruzzo che possono essere anche fuori terra

Tab. 3.1. Confronto tra i sistemi naturali e le principali tecniche impiantistiche (Fonte Abram P. – Giradini Pensili. 2011).

3.3. Esempi di sistemi naturali di depurazione delle acque

3.3.1 Sistemi di filtrazione vegetati

In tali sistemi si prevede la percolazione delle acque meteoriche all'interno di un mezzo filtrante (sabbia e ghiaia), piantumato con appropriate essenze vegetali: i meccanismi depurativi che avvengono al suo interno sono sia di tipo meccanico (filtrazione) che biologico (simile a quelli che avvengono per la fitodepurazione). Il sistema viene dimensionato per assicurare la percolazione del volume di prima pioggia; può essere realizzata sia un'unica vasca che più vasche di dimensioni più piccole, sia interrate che fuori terra (in quest'ultimo caso può richiedere però un sistema di pompaggio). La forma, le modalità realizzative, i materiali impiegati per il supporto e le essenze vegetali da inserire possono essere scelti di volta in volta, di modo che il sistema nella sua configurazione finale, oltre a svolgere la sua funzione impiantistica, possa essere considerato come elemento di arredo di piazze o corti interne.

Lagunaggio

In Italia questo sistema ha trovato applicazione soprattutto nel campo delle industrie di lavorazioni alimentari stagionali, in zone dove è relativamente facile trovare gli ampi spazi che il sistema richiede.

I sistemi a lagunaggio sono costituiti da vasti bacini al cui interno viene immesso periodicamente il liquame da trattare; questo subisce nel corso del tempo una biodegradazione da parte di una comunità microbica la cui composizione dipende principalmente dal sistema adottato.

Ci possono essere diverse tipologie di lagune:

- aerobiche: nelle quali l'ossigeno atmosferico viene immesso artificialmente tramite turbine o compressori
- anaerobiche: nelle quali si instaura un metabolismo di tipo anaerobico
- ossidative: nelle quali l'ossigeno necessario per la biomassa chemiotrofa è prodotto da alghe e altri microrganismi fotosintetici.



Fig. 3.2. Impianto di lagunaggio aerobico (fonte: www.centrovenetoservizi.it)

Il lagunaggio si avvale quindi di bacini idrici controllati e non contempla né l'adattamento alle condizioni locali né l'aggiunta di nuovi elementi che possano accrescere la qualità ambientale dal punto di vista naturalistico, ecosistemico e paesaggistico.

Evaporazione con salici

I willow systems sono impianti di origine anglosassone ad evapotraspirazione totale con scarico nullo. Trovano applicazione per reflui domestici per pochi abitanti in ambienti rurali richiedendo ampie superfici.

3.3.2. Vassoi assorbenti

Sono sistemi che hanno l'obiettivo primario non di depurare ma di eliminare in parte o totalmente il refluo per evapotraspirazione fogliare. Alle latitudini italiane ciò non si verifica a causa della scarsa insolazione e perché bisognerebbe utilizzare una superficie molto estesa.

Il vassoio assorbente è costituito da una vasca a tenuta stagna che può essere in muratura, in calcestruzzo o in materiale plastico prefabbricato con il fondo orizzontale situato a circa 70-80 cm sotto il livello del piano campagna. Il contenitore viene riempito dal fondo con uno strato di ghiaione lavato (40/70) per uno spessore di 15-20 cm e successivamente uno strato di ghiaietto lavato (10/20) dello spessore di 15 cm. Sopra lo strato di ghiaietto sono posti un telo di tessuto non tessuto e 40-50 cm di una

miscela costituita dal 50% di terreno vegetale e 50% di torba su cui saranno messe a dimora le piante terrestri o igrofile di tipo ornamentale (bambù, lauro ceraso, ecc.).

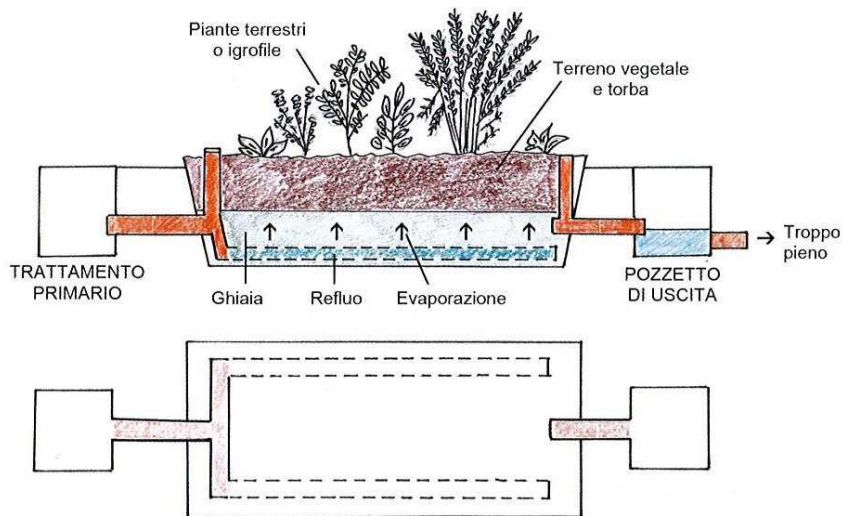


Fig. 3.3. Schema esemplificativo di un vasoio assorbente (fonte: www.boerdepurazioni.it)



Fig. 3.4. Vassoi assorbenti in materiale plastico prefabbricato (Fonte www.edilporlale.com - ISEA country)

3.3.3. Fasce tampone

Con il termine fasce tampone si identificano in genere le formazioni lineari di vegetazione erbacea, arborea o arbustiva frapposte fra le coltivazioni e i corsi d'acqua, di larghezza pari a 5 metri. Tale ampiezza può essere ridotta a 3 metri se previsto da apposite norme regionali o delle Province autonome applicabili qualora lo stato del corpo idrico adiacente sia classificato come buono o sufficiente ai sensi del Piano di gestione del distretto idrografico; nel caso lo stato del corpo idrico sia ottimo, invece, la fascia tampone può non essere realizzata.

Poste principalmente, ma non solo, lungo il reticolo idrografico minore, le fasce tampone hanno la possibilità di intercettare i deflussi superficiali e sub-superficiali di acque direzionate dalla fonte d'inquinamento verso il corpo idrico accettore. Quando queste condizioni si verificano sono in grado di agire efficacemente da filtro nei confronti degli inquinanti veicolati.

Nei casi in cui l'azione filtro o tampone sia trascurabile, per definire le formazioni vegetate lineari è preferibile utilizzare altri termini quali in particolare siepi, fasce vegetate, fasce o bande boscate o fasce di vegetazione riparia. Le fasce tampone boscate incrementano la capacità auto depurativa del territorio agendo sui carichi diffusi veicolati ai corpi idrici prima che questi vengano raggiunti; si utilizzano per la riduzione dell'inquinamento diffuso in ambito agricolo. Esse riproducono le funzioni filtro per nutrienti, sedimenti e inquinanti svolte dalle fasce di vegetazione riparia in una strategia complessiva di miglioramento della qualità delle acque fluviali.

Sono costituite da fasce di vegetazione collocate all'interfaccia tra il corso d'acqua e il territorio agricolo o urbano circostante con la funzione di intercettare le acque di dilavamento.

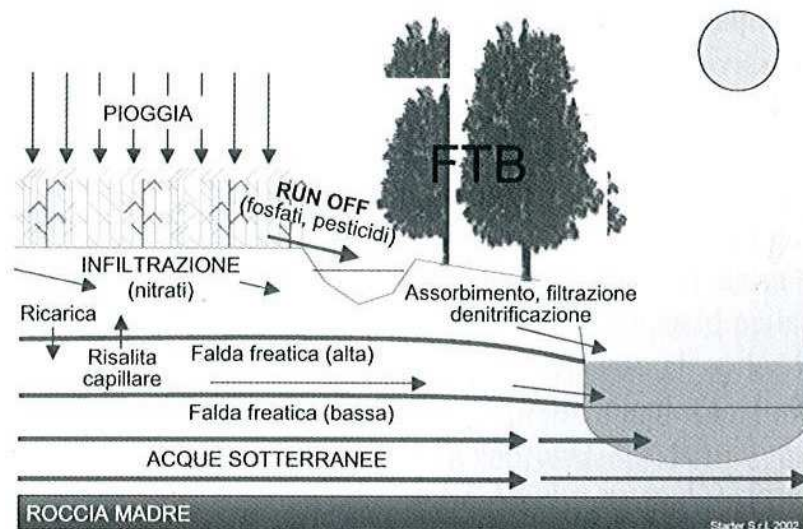


Fig. 3.5. Schema di funzionamento di una Fascia Tampone (Fonte Abram P. – Giardini Pensili. 2011).

3.3.4. La fitodepurazione

Un impianto di fitodepurazione può essere visto a tutti gli effetti come un ecosistema naturale. Esso è costituito da elementi biotici (microrganismi, piante) e abiotici (substrato, acqua, nutrienti) che sono in stretta relazione fra loro. Queste relazioni non

sono però ovunque uguali ma dipendono dalle condizioni del luogo e dalla presenza degli elementi chimici e fisici che lo caratterizzano. Inoltre anche un impianto di fitodepurazione è un sistema aperto poiché risente dell'influenza esterna della radiazione solare.

In questi biotopi gli inquinanti vengono naturalmente rimossi attraverso processi fisici, chimici e biologici tra i quali filtrazione, adsorbimento, assimilazione da parte degli organismi vegetali, degradazione batterica e antibiosi sono quelli maggiormente efficaci.

I trattamenti di fitodepurazione sono trattamenti biologici secondari, che necessitano di un trattamento primario di sedimentazione a monte come una fossa settica, ma che possono anche essere utilizzati come stadio di affinamento a valle di un depuratore a fanghi attivi.

Gli impianti di fitodepurazione presentano numerose caratteristiche tali da renderli ottime soluzioni a basso costo e ad elevato potere depurante:

- una ridotta e facile manutenzione che può essere eseguita da personale non specializzato;
- la formazione di un'area verde perennemente irrigata e di piacevole aspetto;
- la possibilità di poter riutilizzare l'acqua depurata.

Essi sono conformi alla definizione di trattamento appropriato per il quale s'intende un sistema che, dopo lo scarico, garantisca la conformità dei corpi idrici recettori ai relativi obiettivi di qualità.

I trattamenti appropriati devono essere individuati con l'obiettivo di:

- sopportare adeguatamente forti variazioni orarie del carico idraulico ed organico,
- semplificare la manutenzione e la gestione,
- minimizzare i costi gestionali.

Le tre tipologie di impianti di fitodepurazione

Gli impianti di fitodepurazione possono essere progettati in modo diverso a seconda del cammino idraulico dei reflui al loro interno e all'ecologia delle macrofite acquatiche utilizzate. Allo stadio attuale di sviluppo di questa tecnologia le tipologie più diffuse in Italia e nel mondo sono le seguenti:

sistemi a flusso superficiale (Free Water Surface - FWS)

sistemi a flusso sommerso orizzontale (Horizontal Flow - HF)

sistemi a flusso sommerso verticale (Vertical Flow - VF)

sistemi estensivi a flusso libero, meno utilizzato.

Sistemi a flusso sommerso orizzontale (HF)

I sistemi a flusso sommerso orizzontale consistono in bacini impermeabilizzati con manti plastici riempiti di ghiaia di granulometria opportuna in cui vengono messe a dimora piante acquatiche. Il refluo scorre in senso orizzontale grazie a una leggera pendenza del fondo del letto di circa 10 cm sotto la superficie del medium di riempimento; è immesso da un lato del bacino nella parte superiore del medium di riempimento e raccolto sul fondo dal lato opposto. I livelli idrici all'interno del bacino sono garantiti da un dispositivo di regolazione idraulica (figura 4.2).

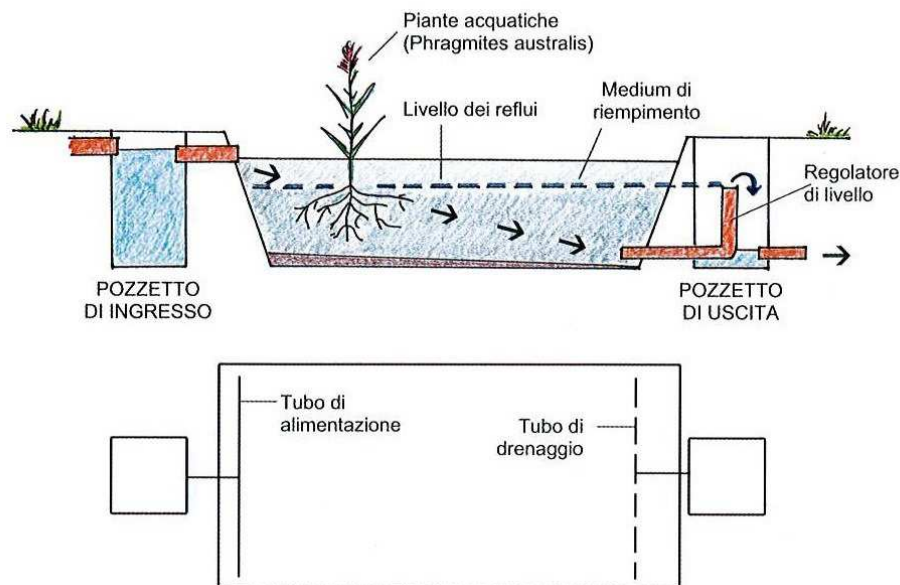


Fig. 3.6. Sistema a flusso sommerso orizzontale (sez.) (Fonte Abram P. – Giardini Pensili. 2011).

Come in tutti i sistemi a flusso sommerso, dal momento che l'acqua non è a contatto diretto con l'atmosfera il rischio associato all'esposizione verso i patogeni per animali ed esseri umani è praticamente nullo; inoltre non è un habitat idoneo alla proliferazione di zanzare.

I sistemi di fitodepurazione a flusso sommerso orizzontale non devono essere confusi con i vassoi assorbenti i quali non svolgono un trattamento secondario di depurazione ma uno smaltimento di reflui. La differenza importante tra i due sistemi è proprio nella capacità di depurazione: il primo è in grado di raggiungere abbattimenti dell'ordine dell'80-90% dei principali inquinanti presenti nei reflui mentre il secondo raggiunge a

stento il 20-30% di abbattimento della carica organica mentre non è per niente efficace su ammoniaca, fosforo, tensioattivi e carica microbiologica. Inoltre nei vassoi assorbenti lo strato di ghiaia è ricoperto con 40 cm di terra rendendoli molto simili a una sub-irrigazione.

Sistemi a flusso sommerso verticale (VF)

Come gli impianti a flusso sommerso orizzontale, quelli a flusso verticale sono costituiti da bacini impermeabilizzati con manti plastici riempiti di ghiaia e/o sabbia di granulometria opportuna in cui vengono messe a dimora piante acquatiche. Il refluo da trattare è immesso in modo discontinuo sulla superficie del bacino e scorre attraverso il medium di riempimento in senso verticale venendo poi raccolto da una tubazione posta sul fondo (figura 3.7).

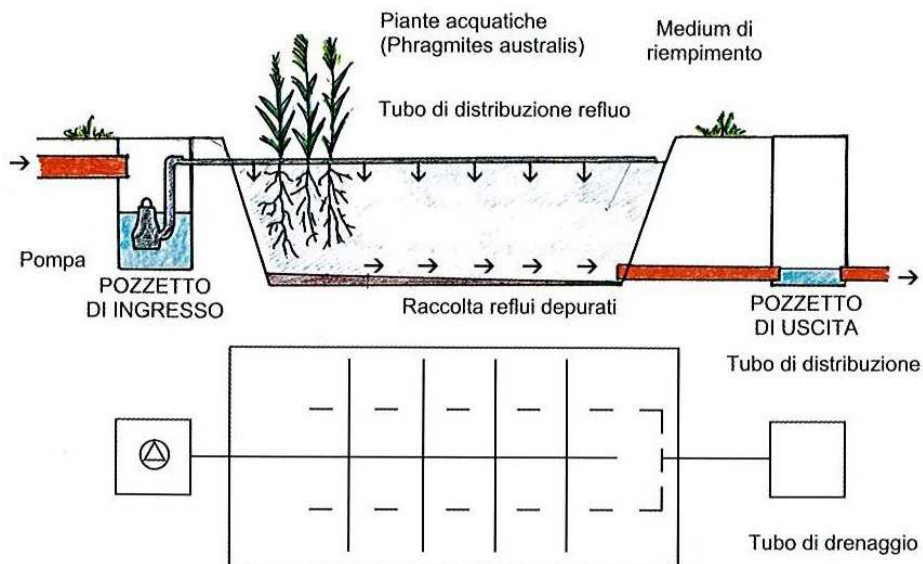


Fig. 3.7. Sistema a flusso sommerso verticale (planimetria e sezione) (Fonte Abram P. – Giardini Pensili. 2011).

L'alimentazione intermittente, garantita attraverso l'uso di una pompa sommersa o di un sifone, permette una forte aerazione del letto che incrementa processi aerobici come la rimozione della sostanza organica e la nitrificazione.

L'adeguato sviluppo della vegetazione e un'alimentazione discontinua inferiore al carico idraulico massimo prevengono fenomeni di intasamento del medium.

Sistemi a flusso superficiale (FWS)

I sistemi a flusso superficiale sono costituiti da bacini impermeabilizzati di forma

variabile per simulare un'area umida naturale. Il refluo è mantenuto a un livello costante sempre sopra il medium di riempimento da manufatti di regolazione posti all'uscita. La variazione dei battenti idrici all'interno è data variando il fondo del bacino: saranno presenti quindi specchi d'acqua profonda, zone vegetate d'acqua bassa, isole e zone di filtrazione. Le zone vegetate assumono i nutrienti e gli inquinanti disciolti dall'acqua per poi utilizzarli per la creazione di nuova biomassa. I nutrienti e gli inquinanti vengono trasferiti dal corpo della pianta agli organi di stoccaggio sotterranei per poi passare al sedimento attraverso l'accrescimento della lettiera quando la pianta muore.

I microrganismi, inclusi batteri e funghi, rimuovono la materia organica decomponendola in molecole più semplici utilizzando ossigeno.

Tutti i processi biologici sono fortemente influenzati dalla temperatura al cui crescere si riscontra normalmente un aumento della velocità di reazione.

Comunemente i sistemi a flusso superficiale vengono utilizzati in Italia come stadio di affinamento di effluenti provenienti da trattamenti biologici come i fanghi attivi o gli impianti di fitodepurazione a flusso sommerso, con l'obiettivo di completare la depurazione per restituire il refluo al corpo recettore o riusarlo a scopo irriguo. La progettazione dovrà essere finalizzata ad obiettivi precisi come la denitrificazione e la sedimentazione, la disinfezione del refluo, la creazione di habitat acquatici per aumentare la biodiversità dell'area. Vengono utilizzati anche per il trattamento di acque di pioggia di origine urbana, agricola o industriale per la loro capacità di gestire i flussi intermittenti e le variazioni di livello dell'acqua.

Nei FWS le rigide temperature invernali diminuiscono l'efficienza di alcuni processi come la rimozione dell'azoto.

Sistemi estensivi a flusso libero

Un sistema estensivo a flusso libero (*constructed wetlands*) è un sistema di fitodepurazione a flusso libero superficiale, finalizzato al trattamento delle acque di pioggia urbane e al controllo dei volumi di runoff. Il sistema è costituito da un bacino in cui vengono riprodotti gli habitat caratteristici di un'area umida e in cui si possono riconoscere varie zone caratterizzate da diverse profondità e da diversi regimi idraulici, in modo da favorire l'attecchimento di diverse essenze vegetali acquatiche e il naturale sviluppo di una biodiversità che consenta di ottenere le migliori rese depurative. Questi sistemi richiedono il mantenimento di una portata minima di base tale da garantire il sostentamento della vita acquatica.

Sono indicati per il trattamento di acque di pioggia urbane, ma sconsigliati in aree ad alta densità abitativa a causa dell'ampio territorio occupato.

In ambito urbano e nei tratti ad alta valenza turistica e naturalistica (ad esempio le zone costiere) la zona umida può essere vista come elemento di arredo e riqualificazione ambientale, magari prevedendo percorsi naturalistici, zone di sosta ecc.

Vantaggi

- miglioramento dell'inserimento paesaggistico e riqualificazione ambientale;
- ricreazione di habitat acquatici naturali;
- bassi costi di manutenzione.

Svantaggi

- richiede aree relativamente grandi;
- necessità di un flusso minimo per il mantenimento vitale del sistema;
- necessità di controllo sulla quantità di sedimenti depositata.

3.3.5. Sistemi a flusso sommerso subsuperficiale (SFS-h)

Le acque meteoriche provenienti dalle superfici impermeabilizzate, come ad esempio piazzali o parcheggi, possono essere trattate tramite un sistema di fitodepurazione a flusso sommerso sub-superficiale.

Questi sistemi sono costituiti da vasche impermeabilizzate, riempiti con materiale ghiaioso, all'interno delle quali vengono fatte sviluppare le radici delle macrofite emergenti. "Le celle sono progettate in modo da mantenere il flusso d'acqua costantemente sotto alla superficie; in tal modo si crea un ambiente prevalentemente anossico, ricco tuttavia di micrositi aerobici sulle radici delle piante. Sulla superficie del materiale di riempimento e sull'apparato radicale delle macrofite, si sviluppa un'ampia e diversificata popolazione microbica, grazie all'alternanza di zone aerobiche, anossiche e anaerobiche. In queste condizioni, si ottiene la scomparsa pressoché totale dei patogeni, particolarmente sensibili ai rapidi cambiamenti nel tenore di ossigeno disciolto". (Abram P. – Giardini Pensili. 2011).

I sistemi a flusso subsuperficiale sono costituiti da:

- un sistema di pretrattamento per la rimozione dei sedimenti;
- un sistema di alimentazione dotato di pozzetto d'ingresso;
- una vasca impermeabilizzata riempita con materiale ghiaioso;

- un sistema di uscita realizzato con una tubazione drenante collegata ad un pozzetto, in cui è alloggiato un dispositivo che garantisce la regolazione del livello idrico all'interno del sistema. Possono essere utilizzati per il trattamento di acque di scolo di aree urbanizzate e industrializzate, con elevate superfici impermeabili: parcheggi, strade, stazioni di rifornimento, aeroporti, aree di carico/scarico merci.

Vantaggi

- elevata capacità di rimozione degli inquinanti;
- miglioramento paesaggistico e riqualificazione ambientale;
- miglior protezione termica delle acque da trattare durante i periodi invernali.

Svantaggi

- necessità di un flusso minimo per il mantenimento vitale del sistema.

3.3.6. Filtri a sabbia sotterranei

Le acque meteoriche provenienti dalle superfici impermeabilizzate, possono essere trattate, in mancanza di superfici disponibili, con filtri a sabbia sotterranei.

Questi sistemi risultano applicabili in aree densamente urbanizzate, dove manchi lo spazio per altre tecniche di trattamento. Possono essere inseriti lungo il margine di una superficie impermeabile, come ad esempio un parcheggio.

Si tratta di filtri a sabbia a tre camere; la prima camera assolve la funzione di pretrattamento per la rimozione dei sedimenti; in essa è presente un livello d'acqua permanente. Tra la camera di sedimentazione e quella di filtrazione viene inserito un diaframma per proteggere il filtro da oli e altri materiali di rifiuto. Il letto filtrante ha una profondità variabile tra 45 e 60 cm; per limitarne l'intasamento è opportuno prevedere uno strato protettivo di ghiaia o di materiale geotessile permeabile. Questa camera è dotata di accessi per la manutenzione e di un sistema di tubazioni di drenaggio, che raccoglie le acque filtrate. I volumi superiori a quelli di progetto del filtro vengono deviati nella camera di "overflow".

Poiché si tratta di una struttura sotterranea, devono essere effettuate frequenti ispezioni e manutenzioni.

L'applicazione di questi sistemi è sconsigliata in zone in cui le acque di scolo contengano un elevato tenore di sedimenti.

Vantaggi

- inseribili in contesti in cui vi sia mancanza di spazi liberi superficiali;
- elevata capacità di rimozione degli inquinanti;

Svantaggi

- richiedono un'elevata manutenzione, altrimenti è frequente il rischio di intasamenti;
- possono generare cattivi odori.

3.4. Principali tecniche impiantistiche di depurazione

Con il termine tecniche impiantistiche si intendono quei sistemi che utilizzano tecnologia e soprattutto energia per aumentare le rese depurative; la depurazione avviene in spazi ridotti, con elevate concentrazioni di batteri e microrganismi o con continuo uso di reagenti chimici. Le costruzioni sono in genere di cemento armato e viene impiegata molta energia elettrica nella gestione. Indispensabili per i grandi centri urbanizzati possono essere utilizzate anche nelle piccole comunità laddove non sono disponibili aree sufficienti per applicare i sistemi di tipo naturale.

3.4.1. Sistemi a biomassa adesa

Alcuni esempi di tecniche impiantistiche per sistemi a biomassa adesa, nei quali la biomassa batterica cresce restando adesa ad una superficie, comprendono:

- filtri percolatori,
- biodischi,
- reattori biologici,

Filtri percolatori

“I filtri percolatori sono da annoverarsi tra i primi impianti di depurazione costruiti in Inghilterra agli inizi del secolo scorso. Essi sono costituiti da vasche di cemento armato riempite con inerti di vario genere sulla cui superficie viene distribuito il refluo chiarificato (dopo fasi di grigliatura, dissabbiatura, sedimentazione primaria, disoleatimi) che percola con un movimento in senso verticale. Sul materiale di riempimento si crea in circa 2-3 settimane la pellicola biologica costituita da batteri, protozoi e in larga misura funghi che depura, con processi biologici principalmente aerobi, il liquame. Raggiunto un certo spessore la membrana biologica si distacca e viene raccolta periodicamente nella fase successiva di sedimentazione secondaria. Risentono delle variazioni di temperatura stagionali. E' previsto un eventuale ricircolo per evitare condizioni favorevoli allo sviluppo di insetti”. (Abram P. – Giardini Pensili. 2011).

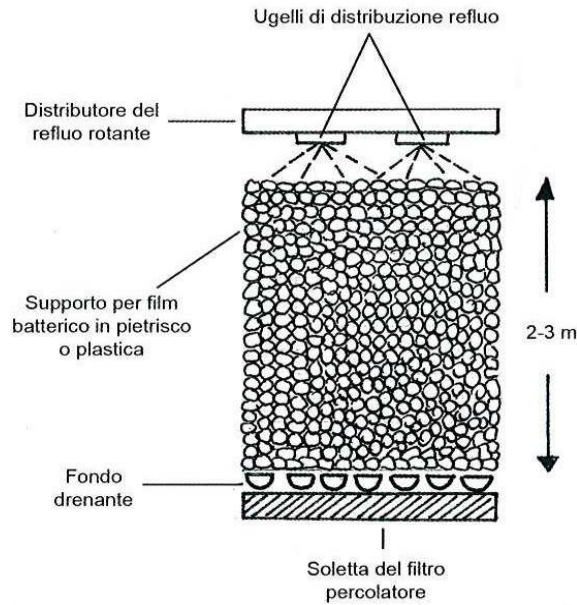


Fig. 3.8. Letto percolatore aerobico (fonte: Masotti et al., 2005, modificato)

Biodischi

I biodischi sono costituiti da dischi di materiale plastico immersi in senso parallelo l'uno all'altro in un contenitore contenente il liquame, e impernati su un asse di sostegno posto in rotazione da un motore elettrico (figura 2.2). Il liquame entra nei biodischi dopo i trattamenti preliminari e una sedimentazione primaria e viene mantenuto in agitazione dal movimento dei dischi.

I biodischi hanno maggior successo rispetto ai filtri percolatori poiché dal momento che il processo avviene in un ambiente chiuso ma facilmente controllabile si evitano problemi quali diffusione di cattivi odori, presenza di insetti, minor influenza dalla temperatura esterna, presenza di aerosol e di macchinari rumorosi.

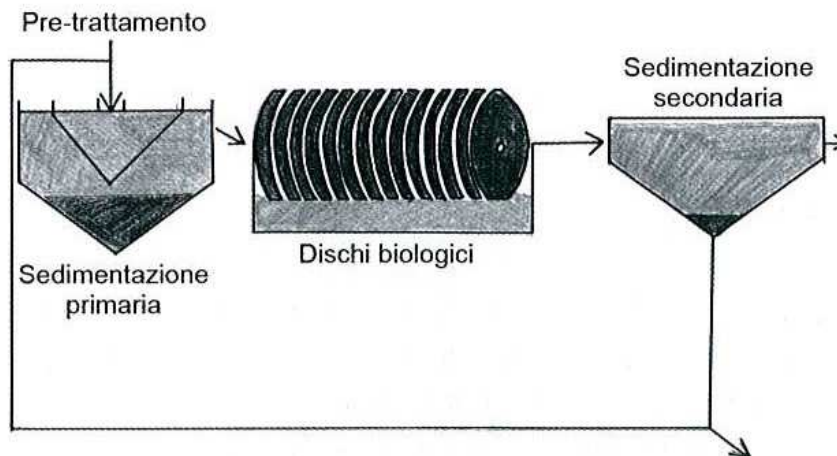


Fig. 3.9. Biodischi (Fonte Abram P. – Giardini Pensili. 2011).

Reattori biologici

I reattori sono i sistemi a biomassa adesa più evoluti. Molto compatti, sono utilizzati in genere per grandi comunità sopra i 2000 abitanti equivalenti, anche se non mancano applicazioni anche per 500 abitanti equivalenti. Possono essere di tipo ossidativo, anossico o anaerobico e costituiti da letti fissi (filtri biologici aerati), mobili oppure fluidizzati.

3.4.2. Sistemi a biomassa sospesa: fanghi attivi, SBR, MBR

Alcune tecniche impiantistiche per i sistemi a biomassa sospesa, caratterizzati dalla presenza di fiocchi liberi di muoversi all'interno della massa liquida, comprendono:

- fanghi attivi
- SBR (Sequencing Batch Reactors)
- sistemi a membrana (MBR, Membrane Biological Reactor).

“I sistemi a fanghi attivi sono i primi sistemi a biomassa sospesa ad essere stati costruiti nei primi anni del '900. Il processo si basava su un'aerazione prolungata effettuata su reflui precedentemente sedimentati e chiarificati a cui faceva seguito una fase di sedimentazione in cui il fango si ispessiva. Questo fango venne chiamato attivo dal momento che è costituito da batteri attivi nella degradazione degli inquinanti. Negli impianti a fanghi attivi si sviluppano concentrazioni molto elevate di batteri aerobici, insieme ad altri microrganismi come protozoi e rotiferi, la cui caratteristica è quella di aggregarsi in colonie dette *fiocchi* attraverso biopolimeri extracellulari. Per contenere gli spazi il processo si è poi evoluto facendo ricircolare di continuo il fango raccolto nella sedimentazione finale.

I sistemi a fanghi attivi sono utilizzabili con buone prestazioni per grandi utenze in genere superiori a 500 abitanti e con un refluo caratterizzato da una buona presenza di nutrienti, carico organico e idraulico costante nel tempo. In questi casi si usano distinguere una linea liquame e una linea fango. La linea liquame prevede dopo i trattamenti preliminari una sedimentazione primaria, l'ossidazione biologica (fanghi attivi), una sedimentazione secondaria e uno stadio finale di disinfezione: dopo la sedimentazione secondaria una porzione di fango viene immessa nuovamente nello stadio di ossidazione biologica mentre il fango di supero ritorna alla sedimentazione primaria. La linea fango riguarda la porzione di fanghi non più necessaria al processo che viene smaltita previo ispessimento, digestione anaerobica e disidratazione. Per

impianti inferiori a 2000 abitanti si utilizzano in genere schemi semplificati ad aerazione prolungata (o ossidazione totale) in cui la linea fanghi è assente o consiste semplicemente in un accumulo e nella linea acque sono presenti i trattamenti preliminari, l'ossidazione biologica e la sedimentazione finale che porta al ricircolo del fango. La disinfezione può anche non essere presente.

Dagli anni '70 si sono perfezionati sistemi con schema discontinuo o *batch* denominati SBR (*Sequencing Batch Reactors*)". (Fonte Abram P. – Giradini Pensili. 2011).

3.5. Pretrattamenti per acque meteoriche derivanti da altre superfici

Si riportano alcuni esempi di pre-trattamenti da utilizzare a monte di sistemi di trattamento e recupero delle acque meteoriche.

3.5.1. Separatore olii/grassi

I separatori a gravità sono progettati per rimuovere per sedimentazione dalle acque meteoriche sabbie, sedimenti pesanti, oli e grassi, materiale flottante.

Generalmente sono impiegati come pretrattamento in aree densamente urbanizzate con spazi limitati a disposizione, come ad esempio aree di sosta, stazioni di rifornimento o comunque luoghi caratterizzati da un'elevata presenza di veicoli.

Il separatore è un manufatto in cemento armato contenente un livello d'acqua permanente ed è costituito tipicamente da una camera d'ingresso, da una di accumulo, da una camera di by-pass e da un accesso per consentire le operazioni di manutenzione.

Il funzionamento si basa sul differente peso specifico dei composti oleosi rispetto all'acqua e non consente la rimozione di altri inquinanti come solventi o detergenti.

Nella camera di separazione sono presenti tre distinti volumi di accumulo:

- un volume per l'accumulo degli oli, nella parte superiore;
- un volume per l'accumulo dei solidi sedimentati sul fondo;
- una parte dimensionata per ottenere un tempo di detenzione adeguato.

Vantaggi

- salvaguardia dei trattamenti successivi;
- essendo sotto la superficie del terreno, non danno luogo a problemi di inserimento paesaggistico e i rischi legati alla sicurezza pubblica sono bassi;
- facilità di accesso per la manutenzione;
- semplicità di realizzazione e installazione.

Svantaggi

- bassa rimozione degli inquinanti;
- necessitano di frequente manutenzione;
- richiedono periodiche operazioni di smaltimento dei sedimenti, degli oli e dei grassi trattenuti;

- non rimuovono oli disciolti o emulsionati come refrigeranti, lubrificanti solubili e alcool;
- non adatti per aree drenate particolarmente grandi.

3.5.2. Sistema di grigliatura indiretta

Si tratta di un sistema di trattamento delle acque meteoriche, che controlla il flusso idraulico consentendo al contempo la separazione dei solidi trasportati. Il sistema viene installato sulle condotte di adduzione delle acque meteoriche. Questa tecnologia si differenzia dalla grigliatura tradizionale poiché l'afflusso non è diretto sul corpo grigliante, ma è mantenuto in movimento tangenzialmente allo stesso. Ciò produce una continua circolazione del fluido lungo la parete grigliante, impedendo così ai solidi di creare alcun tipo di ostruzione. Tale sistema presenta numerosi vantaggi rispetto ad una grigliatura di tipo tradizionale in quanto riduce i rischi di intasamento, mantiene un'elevata efficienza sia per piccole che grandi portate e controlla il flusso idraulico, consentendo al tempo stesso una separazione naturale dell'acqua dai solidi trasportati.

“L'unità di trattamento è costituita da un separatore cilindrico e da una camera di diversione. All'interno del cilindro è inserito un cestello circolare in rete, all'interno del quale è introdotto l'affluente.

Quando le acque da trattare fluiscono entro la camera di separazione, si genera un moto circolare del fluido che viene forzato ad attraversare la griglia cilindrica, mentre i solidi, soggetti a movimento a spirale, si raccolgono verso il centro della camera. Il movimento vorticoso dell'acqua viene regolato in modo tale che il flusso tangenziale intorno alla camera risulti maggiore dell'azione radiale che tende a spingere i solidi verso l'esterno.

In tal modo viene minimizzato l'accumulo di solidi sulla griglia; questi sedimentano entro la camera centrale inferiore, da dove possono essere successivamente rimossi. Il materiale flottante rimane invece intrappolato nella camera di separazione fino a quando non cessa il flusso idraulico”. (Comune di Firenze e Iridra - Linee Guida per un regolamento del verde. 2008.)

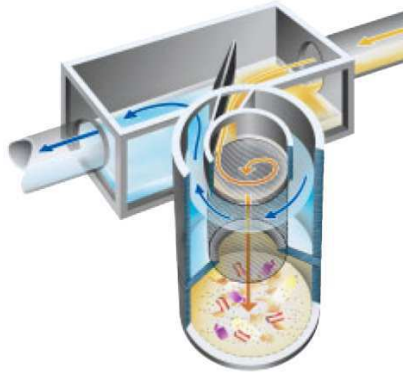


Fig. 3.10. Schema di funzionamento del sistema di grigliatura indiretta (Fonte Comune di Firenze e Iridra - Linee Guida per un regolamento del verde. 2008.)

3.5.3. Vasche di prima pioggia

Le vasche di prima pioggia più che un sistema di trattamento vero e proprio delle acque meteoriche costituiscono un comparto di accumulo e pre-trattamento della frazione più inquinata delle acque di pioggia, con la possibilità alla fine dell'evento di inviarle verso trattamenti successivi oppure in fognatura nera o mista (se la potenzialità del depuratore a valle lo consente). All'interno delle vasche, le acque meteoriche subiscono per lo più un processo di sedimentazione dei solidi sospesi.

Le vasche di prima pioggia sono realizzate mediante serbatoi interrati in cemento armato e sono idonee per il volume di acque meteoriche corrispondente alle acque di prima pioggia, con possibilità di svuotamento differito nella rete di fognatura o di invio al trattamento successivo mediante sistema di pompaggio incorporato.

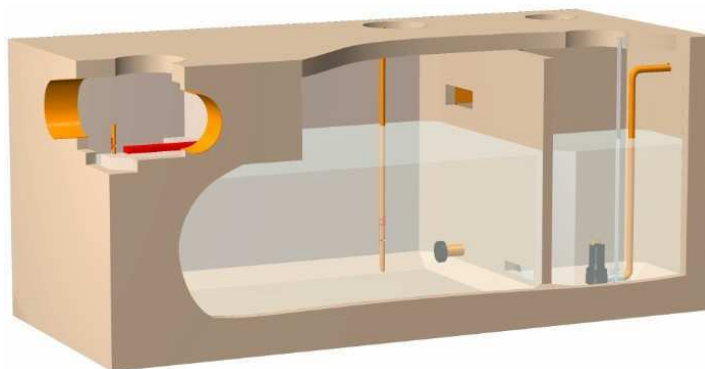


Fig. 3.11. Sezione di vasche di prima pioggia (Fonte Comune di Firenze e Iridra - Linee Guida per un regolamento del verde. 2008.)

Tali manufatti devono rispettare le seguenti prescrizioni minime:

- capacità di accumulo fino al volume calcolato per le acque di prima pioggia;
- sfioro continuo e indisturbato delle acque di seconda pioggia che possono essere direttamente inviate al corpo ricettore;
- svuotamento in fognatura entro 48 - 72 ore dalla fine della precipitazione, mediante pompaggio o a gravità, oppure invio al trattamento e successivamente al corpo idrico ricettore.

E' necessario realizzare un pozzetto selezionatore, a monte della vasca di accumulo, che abbia la funzione di convogliare le acque di prima pioggia nella vasca di accumulo e, in seguito, le rimanenti direttamente nel recapito finale. Dopo un certo tempo dalla fine dell'evento meteorico, le acque di prima pioggia sono rilanciate, con portata controllata e utilizzando elettropompe sommerse, alla fognatura o alla sezione di trattamento.

Vantaggi

- possibilità di installazione interrata;
- facilità di accesso per la manutenzione;
- semplicità di realizzazione e installazione;

Svantaggi

- bassa rimozione degli inquinanti;
- richiedono periodiche operazioni di smaltimento dei sedimenti;
- intervenendo diffusamente con vasche di prima pioggia e pompando in fognatura si rischia di dover rivedere le potenzialità dei depuratori.

CAPITOLO 4. Normativa per la gestione dell'acqua

4.1. Le principali leggi per la gestione dell'acqua in Italia

La prima legge ad occuparsi in maniera sistematica d'acqua è il Regio Decreto n. 1775 del 1933 che sancisce la proprietà pubblica di tutte le acque e la necessità dell'intervento della Pubblica Amministrazione nel regolare le concessioni per garantire gli interessi pubblici. L'acqua è ancora vista come una risorsa illimitata da sfruttare, senza porsi alcun problema di tutela, infatti, la struttura tariffaria non tiene conto della necessità di risparmiare o non inquinare l'acqua.

Nel 1942, il Codice Civile specifica meglio il principio che le acque sono beni inalienabili del demanio pubblico.

Il primo processo di cambiamento è stato avviato dalla L. 319/76, prima legge italiana sull'inquinamento idrico (*legge Merli*), che ha dettato una disciplina degli scarichi degli insediamenti produttivi e demandato alle Regioni le attività più propriamente legate agli aspetti pianificatori, con particolare riguardo alla predisposizione del Piano Regionale di Risanamento delle Acque (P.R.R.A.). I compiti che la legge assegnava alle Regioni, se da un lato hanno consentito l'affermazione del ruolo essenziale inerente, la realizzazione delle funzioni di pianificazione, programmazione e coordinamento, dall'altro hanno messo in luce l'inadeguatezza dei contenuti dello strumento Piano, che si traduceva sostanzialmente in una programmazione degli adeguamenti delle reti di fognatura e degli impianti di depurazione. Un anno dopo l'emanazione della legge Merli venne pubblicata una norma tecnica, ancora in uso, nota come Delibera C.I.T.A.I. del 4 Febbraio 1977 – criteri, tecniche e metodologie generali per la tutela delle acque dall'inquinamento. Tale norma stabilisce le linee guida per disciplinare:

- l'installazione e l'esercizio di impianti di acquedotto, fognatura e depurazione;
- lo smaltimento dei liquami sul suolo, anche adibito ad uso agricolo, purché le immissioni siano utili alla produzione, e nel sottosuolo esclusi i casi in cui possano essere danneggiate le falde acquifere;
- lo smaltimento dei fanghi residui dei cicli di lavorazione e dei processi di depurazione;
- la natura e consistenza d'impianti di smaltimento su suolo e sottosuolo d'insediamenti civili di consistenza inferiore a 5000 metri cubi, con eventuali più

restrittive disposizioni dettate dagli strumenti urbanistici adottati secondo le disposizioni previste dalle leggi vigenti.

Il processo di cambiamento, ormai avviato, viene ribadito, dieci anni dopo, nel 1985, anno in cui nasce il Ministero dell'ambiente e in cui viene emanata la *legge Galasso* (L. 431/1985) a difesa dell'ambiente e del paesaggio.

Da una visione puramente estetica delle leggi degli anni trenta si arriva ad una maggiore sensibilizzazione del legislatore verso l'ambiente e la sua protezione. Si sente "la necessita di salvaguardare le risorse non facilmente riproducibili presenti sul territorio e di coniugare la protezione del relativo valore ambientale con la possibilità di una loro utilizzazione economica secondo il principio dello sviluppo sostenibile" (Ferrucci N. 2006. *Lezioni di diritto forestale e ambientale*. Cleup Casa Editrice. Padova). L'oggetto da porre a tutela non è più la bellezza naturale ma viene invece specificato dal legislatore che si preoccupa di inserire nel testo di legge una serie di categorie di aree di grande interesse ambientale da sottoporre a vincolo paesaggistico.

4.1.1. Legge 18 Maggio 1989, n. 183

Solo con le successive modifiche della legge Merli sono state introdotte disposizioni anche riferite alla pianificazione, come quella sulla difesa del suolo, la *Legge 18 Maggio 1989, n. 183* – Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo – che è stata varata dal Parlamento italiano alla fine degli anni ottanta, a seguito di un periodo caratterizzato dal verificarsi di catastrofi naturali di particolare gravità.

Le finalità della legge sono alquanto ambiziose, in quanto questa si prefigge di assicurare:

- protezione durevole dalle alluvioni;
- la difesa del suolo;
- il risanamento delle acque;
- una fruizione del patrimonio idrico conforme ad uno sviluppo socioeconomico sostenibile;
- la tutela degli aspetti ambientali connessi a tali usi.

La legge ha previsto l'istituzione dell'Autorità di Bacino, un ente con funzioni di pianificazione e programmazione all'interno del bacino idrografico. Si cerca in tal modo di superare gli ostacoli connessi alle suddivisioni amministrative, allo scopo di garantire

un approccio oggettivo nella gestione delle acque e nella tutela del territorio. *L'Autorità di Bacino* è un organismo misto, composto da Stato, Regioni e Province, il cui compito, oltre alla pianificazione, consiste nel garantire l'attività di coordinamento tra i diversi soggetti istituzionali chiamati a contribuire al raggiungimento degli obiettivi previsti dalla legge.

La Legge 183/1989 ha previsto che, per ogni bacino idrografico, venga redatto un *Piano di Bacino*, un complesso e organico strumento di pianificazione finalizzato al raggiungimento degli obiettivi da essa previsti. Ai sensi dell'art. 17 della legge, il Piano di Bacino ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e la corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato.

Inoltre, in considerazione della molteplicità degli interventi da predisporre e attuare attraverso i Piani di Bacino e della diversità dei soggetti istituzionali chiamati a collaborare alla loro stesura, si è formato un orientamento generale indirizzato ad affrontare il compito della pianificazione tramite l'elaborazione di *piani stralcio*. Si tratta di piani finalizzati all'individuazione di principi e strumenti relativi a singoli settori funzionali di cui il Piano di Bacino, nel suo complesso, deve occuparsi. I due principali *piani di settore* previsti sono i seguenti:

- il piano stralcio per l'assetto idrogeologico; esso contiene la localizzazione delle aree a rischio, l'indicazione delle opere previste per la mitigazione del rischio nonché le misure di salvaguardia ritenute necessarie;
- il piano stralcio per la tutela delle acque; esso definisce gli obiettivi di qualità ambientale su scala di bacino, i piani di tutela e le priorità d'intervento.

4.1.2. Legge Galli 1994 n. 36

Nel 1994 la legge n. 36 (legge Galli) ha introdotto il principio di salvaguardia del bene acqua per le generazioni future, indirizzando gli usi al risparmio e al rinnovo delle risorse per non pregiudicare il patrimonio idrico, visto in forma complessiva e integrata. L'art. 1 della legge afferma che l'acqua è un bene pubblico. Tutte le acque superficiali e sotterranee sono pubbliche e rappresentano una risorsa che va salvaguardata ed

utilizzata secondo criteri di solidarietà, anche a beneficio delle generazioni future. Si stabilisce come priorità l'uso dell'acqua per il consumo umano, e si afferma la necessità del risparmio e del rinnovo delle risorse per salvaguardare gli equilibri ecologici mantenendo il patrimonio ambientale integro.

Uno degli obiettivi più importanti della legge è ricondurre ad unità la gestione del “servizio idrico integrato”, cioè l'insieme dei servizi connessi all'acqua (captazione, trattamento, distribuzione, sistema fognario e depurazione). Questa gestione unitaria deve avvenire attraverso *Ambiti Territoriali Ottimali* (A.T.O.) definiti in base all'idrografia e alla demografia. All'interno degli ambiti la gestione deve essere affidata ad un unico soggetto. Il compito di individuare gli A.T.O. e fissare le regole che disciplinano i rapporti tra i diversi enti locali presenti in uno stesso bacino è affidato alle Regioni.

L'art. 2 della legge stabilisce che l'uso dell'acqua per consumo umano è prioritario. Gli altri tipi di utilizzo sono ammessi solo quando la risorsa è sufficiente e a condizione che non pregiudichino la qualità dell'acqua destinata a uso potabile.

L'art. 28 stabilisce che nei periodi di siccità, e comunque in caso di scarsità di risorse idriche, deve essere assicurata, dopo il consumo umano, la priorità dell'uso agricolo.

L'art. 5 afferma che tutti gli usi vanno effettuati nel rispetto del principio del risparmio e del rinnovo della risorsa, in modo tale da non pregiudicare il patrimonio idrico, la qualità ambientale, l'agricoltura e gli equilibri idrologici e geomorfologici. In esso sono pertanto indicate le norme attraverso le quali è possibile raggiungere il risparmio idrico.

Una sostanziale innovazione introdotta dalla Legge Galli è costituita dalla separazione tra titolarità e gestione del servizio idrico. In base alla Legge 36/1994, la titolarità del servizio è affidata a Regioni e Province, che devono affidarne la gestione operativa a società pubbliche, private o miste, mediante gara. Il compito fondamentale della Pubblica Amministrazione viene quindi a essere rappresentato dalla salvaguardia dei diritti dei consumatori, sia in merito alla qualità del servizio, sia per quanto riguarda il suo prezzo.

Un ulteriore elemento individuato dalla Legge Galli per la riorganizzazione del settore idrico è rappresentato dal riordino della politica tariffaria, con l'obiettivo di assicurare l'equilibrio economico della gestione mediante la copertura dei costi d'investimento e di esercizio, riconoscendo quindi la natura imprenditoriale della produzione dei servizi

idrici e istituendo la tariffa d'ambito.

La politica delle risorse idriche oggi è ormai stabilmente inserita nel quadro, più generale, della politica ambientale sostenibile.

4.1.3. Decreto Legislativo 1999 n.152

Il *D.Lgs. 152/99* (Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE, concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE, relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole) definisce la disciplina generale per la tutela delle acque superficiali e sotterranee attraverso la riduzione dell'inquinamento e il perseguimento di usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche.

Nella legislazione Italiana si è avviato un processo di riforma centrato sull'individuazione di nuovi livelli di coordinamento che superano i confini amministrativi tradizionali. Tale impianto costituisce il nuovo sistema di pianificazione e di governo delle risorse idriche. Le linee strategiche assunte dall'Autorità di bacino tengono conto delle norme vigenti a livello nazionale e regionale in tema di risorse idriche e uso del suolo, in cui gli obiettivi fissati sono raggiunti attraverso l'individuazione di standard di qualità ambientale per i corpi idrici, il rispetto dei valori limite allo scarico, le misure di prevenzione e d'intervento per le aree sensibili e le zone vulnerabili, un adeguato sistema di controlli e sanzioni. Rispetto alla legislazione precedente (L. 319/76), il D.Lgs. 152/99 introduce importanti nuovi elementi in linea con l'evoluzione normativa sia nazionale che comunitaria in materia di risorse idriche. Infatti, la legge Merli, se da un lato ha rappresentato la prima normativa organica per la tutela dei corpi idrici, ha tuttavia affrontato, solo parzialmente, il problema dell'inquinamento idrico: essa valutava la contaminazione dei corpi idrici recettori basandosi unicamente sui valori limite d'emissione, senza tenere conto delle caratteristiche quali-quantitative degli stessi. Con il nuovo testo unico sulle acque (D.L. 152/99) vengono, invece, fissati obiettivi di qualità riferiti alle caratteristiche idro-morfologiche, fisiche, chimiche e biologiche dei corpi idrici che sono:

- prevenire e ridurre l'inquinamento dei corpi idrici;
- attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
- conseguire il miglioramento dello stato delle acque, con adeguata protezione di

quelle destinate a particolari utilizzi;

- perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili;
- mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici, nonché la capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

In relazione agli aspetti quantitativi nei Piani di Tutela delle Acque (PTA) sono indicate le misure per assicurare l'equilibrio del bilancio idrico, così come definito dall'Autorità di bacino, nel rispetto delle priorità della legge Galli e tenuto conto dei fabbisogni, delle disponibilità, del minimo deflusso vitale, della capacità d'innalzamento della falda, delle destinazioni d'uso della risorsa.

Gli elementi innovatori del D.Lgs. 11 Maggio 1999, n. 152

Nell'accorpate le precedenti norme di legge in materia di tutela delle acque, il decreto ha introdotto una serie di elementi d'innovazione.

Il primo di tali elementi riguarda l'approccio per obiettivi di qualità, con l'indicazione di tempi e modi per il loro raggiungimento. All'art. 4 del decreto sono definiti gli obiettivi minimi di qualità ambientale che occorre garantire per i corpi idrici significativi o per quelli a specifica destinazione, vale a dire per le acque destinate alla produzione d'acqua potabile, alla balneazione, alla vita dei pesci e dei molluschi. Tali obiettivi sono definiti in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere adeguati processi naturali di autodepurazione.

Il secondo di tali elementi riguarda la definizione, all'art. 44, di un Piano regionale di tutela delle acque. Tale piano contiene le misure e gli interventi volti a garantire il raggiungimento, o il mantenimento degli obiettivi di qualità necessari alla tutela qualitativa e quantitativa del sistema idrico.

Per quanto riguarda la prima fase, consistente in un'attività di tipo conoscitivo, essa prevede l'elaborazione di programmi finalizzati alla conoscenza dello *stato qualitativo e quantitativo dei corpi idrici*. Prevede inoltre l'acquisizione di informazioni sulle caratteristiche fisiche, naturali e socio-economiche dei bacini idrografici, al fine di valutare pressioni e impatti antropici di cui essi sono soggetti.

La seconda fase, vale a dire l'attività di programmazione, si compone dei seguenti momenti:

- individuazione di obiettivi di qualità ambientale per i corpi idrici;
- stesura di un elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti

specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento;

- definizione, per ogni singolo bacino idrografico, di misure di tutela di tipo qualitativo e quantitativo, tra loro integrate e coordinate;
- indicazione della cadenza temporale degli interventi e delle relative priorità.

Occorre rilevare, al riguardo, il ruolo di assoluto rilievo attribuito dal decreto alle Amministrazioni regionali e alle Province autonome nella definizione degli obiettivi del piano di tutela delle acque e delle attività da svolgere per il loro raggiungimento.

Il terzo elemento d'innovazione introdotto dal decreto è costituito dal principio in base al quale la tutela quantitativa dei corpi idrici concorre al raggiungimento degli obiettivi di qualità degli stessi. Il decreto pone dunque in evidenza la necessità di pianificare utilizzazioni delle acque tali da non dare luogo a ripercussioni negative sul loro stato di qualità. Sono previste, al riguardo, specifiche misure di tutela, volte ad assicurare l'equilibrio del bilancio idrico. Tra queste, particolare importanza assume la verifica della compatibilità ambientale degli impianti di derivazione.

Un quarto elemento innovativo è infine costituito dalla programmazione di una serie di controlli finalizzata a verificare l'applicazione delle varie misure previste nell'ambito dei piani di tutela delle acque. Sono previste, a riguardo, l'introduzione di sanzioni di tipo amministrativo e una ridefinizione delle misure di natura penale.

4.1.4. La Direttiva del 2000 n. 60 del Consiglio Europeo

La Direttiva 2000/60/CE del Parlamento e del Consiglio Europeo del 23 Ottobre 2000, denominata "Direttiva Acque", costituisce il riferimento generale per l'azione comunitaria in materia di acque. Scopo della Direttiva è di istituire un quadro per la protezione delle acque che ne impedisca un ulteriore deterioramento, protegga e migliori lo stato degli ecosistemi acquatici e promuova un indirizzo idrico sostenibile fondato sulla conservazione delle risorse idriche disponibili. Anche la Direttiva prevede all'art. 13 e all'allegato VII l'elaborazione di piani di gestione per i singoli bacini e distretti idrografici. La Direttiva prevede che tali piani di gestione siano pubblicati entro nove anni dalla sua entrata in vigore. A livello nazionale, vengono definiti 8 distretti idrografici. L'Alto Adige e Distretto delle Alpi Orientali, che comprende i bacini idrografici nazionali Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, Adige, i bacini interregionali Lemene e Fissaro-Tartaro-Canalbiano, nonché i bacini regionali

del Friuli Venezia Giulia e del Veneto.

La direttiva rappresenta un approccio ambizioso e innovativo alla gestione delle risorse idriche, definendo i seguenti *principi gestionali*:

- regime generale di tutela di tutti i corpi idrici;
- definizione di obiettivi ambiziosi, finalizzati a garantire che tutte le acque raggiungano la condizione di “buono stato” entro il 2015;
- definizione di un sistema di gestione dei bacini fluviali che riconosca che, in tale ambito, non è possibile tenere conto di confini amministrativi e politici;
- richiesta di una collaborazione a livello internazionale tra gli Stati membri, con il coinvolgimento delle rispettive parti interessate;
- assicurazione della partecipazione attiva di tutti i fiduciari e degli enti locali nella gestione delle risorse idriche;
- assicurazione della riduzione, e del conseguente relativo controllo, dell'inquinamento causato da ogni tipo di fonte, come agricoltura, attività industriali, aree urbane;
- richiesta di una politica dei prezzi e garanzia del pagamento dei danni da parte di chi inquina.

Gli *obiettivi chiave* della direttiva, come riportato nell'Articolo 1, sono:

- prevenire l'ulteriore deterioramento, proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici e delle zone umide associate;
- promuovere un utilizzo sostenibile dell'acqua basato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili;
- assicurare la progressiva riduzione dell'inquinamento delle acque sotterranee e prevenire il loro ulteriore inquinamento;
- contribuire a mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità.

Ci sono due cambiamenti principali introdotti dalla direttiva riguardo alla *gestione degli ambienti acquatici*:

- un'inversione di tendenza poiché le precedenti legislazioni europee miravano a proteggere particolari usi dell'ambiente acquatico dagli effetti dell'inquinamento e l'ambiente acquatico stesso soprattutto da sostanze chimiche dannose; mentre la direttiva introduce degli obiettivi ecologici per proteggere e, dove necessario, risanare la struttura e la funzione degli ecosistemi acquatici, e di conseguenza

salvaguardare l'utilizzo sostenibile delle risorse idriche;

- l'introduzione di un sistema integrato di gestione del bacino fluviale che rappresenta il meccanismo chiave per assicurare la gestione integrata di acque sotterranee (falda acquifera), acque superficiali (fiumi, canali, laghi, bacini artificiali), acque di transizione (estuari, zone umide).

Il raggiungimento di questi fini è affidato principalmente al sistema di monitoraggio volto a definire lo stato delle acque e mirato a fornire le indicazioni per il risanamento e il conseguente raggiungimento degli obiettivi di qualità.

I programmi di misure (di cui all'art. 11) da effettuare per raggiungere gli obiettivi ambientali, definiti all'articolo 4, devono essere specificati nei piani di gestione dei bacini idrografici, la cui pubblicazione è prevista entro 9 anni dall'entrata in vigore della presente Direttiva (art. 13, comma 6), mentre la revisione avviene entro 15 anni e successivamente di 6 anni in 6 anni. Per le acque superficiali e sotterranee deve essere raggiunto un buono stato, in base alle disposizioni dell'allegato V, riguardante gli elementi qualitativi per la classificazione dello stato ecologico, entro 15 anni dall'entrata in vigore della medesima Direttiva.

La realizzazione degli obiettivi richiede una stretta collaborazione all'interno e tra le strutture organizzative ed amministrative degli Stati ed un efficace coordinamento a livello europeo; per questo motivo in molti Stati sono attivi gruppi di lavoro nazionali per definire le condizioni, le metodologie, la richiesta e la raccolta di dati, tutti elementi necessari allo sviluppo di opportuni sistemi di classificazione ecologica dei corpi idrici. A livello europeo è stata sviluppata una Strategia Comunitaria di Implementazione (CIS) della direttiva, il cui scopo principale è stato ed è tuttora quello di fornire supporto all'implementazione della direttiva stessa mediante lo sviluppo di linee guida sugli elementi chiave.

4.1.5. Decreto Legislativo n.152 del 2006

Il recente Codice dell'Ambiente (D.L. 152/06), che tratta, nella Parte III, la disciplina delle acque, ha abrogato il Decreto Legislativo 152/99. Esso introduce, come elemento di novità (art. 73), in recepimento di quanto previsto dalla direttiva quadro 2000/60/CE, la necessità di moderare gli effetti delle inondazioni e della siccità e di migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici contribuendo a:

- garantire una fornitura sufficiente di acque superficiali e sotterranee di buona qualità per un utilizzo idrico sostenibile, equilibrato ed equo;
- ridurre in modo significativo l'inquinamento delle acque sotterranee;
- proteggere le acque territoriali e marine e realizzare gli obiettivi degli accordi internazionali in materia, compresi quelli miranti a impedire ed eliminare l'inquinamento dell'ambiente marino, allo scopo di arrestare o eliminare gradualmente gli scarichi, le emissioni e le perdite di sostanze pericolose. Altra finalità del D.L. 152/06 è quella di proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici e delle zone umide e di impedirne un ulteriore deterioramento. Gli strumenti per il raggiungimento degli obiettivi, in materia di tutela e gestione della qualità delle acque, riguardano l'adozione delle misure volte al controllo degli scarichi e delle emissioni nelle acque superficiali, secondo un approccio combinato.

4.1.6. Il Decreto Legislativo n. 85 del 28/05/2010

Il Decreto Legislativo n. 85 del 28/05/2010, all'articolo 3, definisce il trasferimento alle Regioni, previa domanda ed opportuno Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, dei beni, delle pertinenze, degli accessori, degli oneri del demanio idrico e delle opere idrauliche ad eccezione dei fiumi e dei laghi di ambito sovraregionale, mentre trasferisce alle Province i beni limitatamente ai laghi chiusi privi di emissari di superficie che insistono sul territorio di un'unica Provincia.

Stabilisce inoltre che le Regioni destinino alle Province, previo opportuno accordo, una quota dei proventi dei canoni ricavati dall'utilizzo del demanio idrico, proporzionalmente all'entità delle risorse localizzate sul territorio provinciale e alle funzioni amministrative esercitate.

La Legge n. 96 del 04/06/2010 contiene le disposizioni generali per recepire le ultime direttive europee emanate. In particolare l'articolo 1, comma 3, stabilisce che i decreti di recepimento sono emanati dopo quaranta giorni dalla data di trasmissione ai due rami del Parlamento, anche in mancanza di parere espresso.

4.2. Disciplina degli scarichi nel Codice dell'Ambiente secondo il Decreto Legislativo n. 152 del 2006

Per quanto riguarda la disciplina degli scarichi e delle autorizzazioni, la normativa è sostanzialmente invariata rispetto all'impostazione del D.Lgs. 152/99. All'art. 101 del D.Lgs. 152/06 viene sancito il principio secondo cui tutti gli scarichi devono essere autorizzati e disciplinati in funzione del rispetto degli obiettivi di qualità dei corpi idrici e devono, comunque, rispettare i valori limite di emissione previsti nell'allegato 5. Le tipologie di scarico ammissibili sono in acque superficiali o in rete fognaria. Per lo scarico sul suolo viene sancito il divieto generale, salvo i casi previsti al comma 1, dell'art. 103 così come per lo scarico nel sottosuolo e in acque sotterranee. Per quanto riguarda le acque superficiali, sono ammessi gli scarichi di acque urbane e industriali, nel rispetto dei valori-limite di emissione fissati all'art. 101, commi 1 e 2.

Le acque reflue urbane, controllate nelle reti fognarie, devono essere sottoposte a un trattamento appropriato in conformità alle indicazioni dell'Allegato 5 alla parte terza del D.Lgs. 152/06. Se però queste ultime provengono da agglomerati a forte fluttuazione stagionale degli abitanti, è compito delle Regioni dettare specifica disciplina, fermo restando il conseguimento degli obiettivi di qualità. Se invece gli scarichi di acque reflue urbane provengono da zone d'alta montagna, ossia al di sopra dei 1500 metri sul livello del mare, dove, a causa delle basse temperature, è difficile effettuare un trattamento biologico efficace, possono essere sottoposti a un trattamento meno incisivo di quello previsto al comma 3 dell'art. 101, purché appositi studi comprovino che i suddetti scarichi non avranno ripercussioni negative sull'ambiente.

Ulteriori cautele vengono prescritte all'art. 116 per gli scarichi in aree sensibili: in questo caso infatti, fatto salvo il rispetto degli obiettivi di qualità e dei valori limite di emissione, le acque reflue urbane devono essere sottoposte ad un trattamento più incisivo di quello normalmente previsto dalla legge nel rispetto dei requisiti specifici indicati nell'Allegato 5. Per insediamenti, installazioni o edifici isolati che producono acque reflue domestiche, le Regioni individuano sistemi individuali o altri sistemi pubblici o privati adeguati che raggiungano lo stesso livello di protezione ambientale, indicando i tempi per l'adeguamento degli scarichi a detti sistemi (art. 100, comma 3). In questo caso viene ammesso, con deroga, lo scarico sul suolo che altrimenti è sempre vietato.

Il D.Lgs. 152/06, all'art. 113, demanda le competenze sulle acque meteoriche di dilavamento e le acque di prima pioggia alle regioni prevedendo, in determinati casi, l'obbligo di autorizzazione per gli scarichi di acque meteoriche, la separazione e lo specifico trattamento delle acque di prima pioggia derivanti da superfici potenzialmente contaminate.

L'articolo 124 fornisce i criteri generali per l'autorizzazione allo scarico che viene rilasciata al titolare dell'attività che origina lo scarico. La domanda di autorizzazione è presentata in Provincia o all'Autorità d'ambito nel caso di recapito in fognatura. L'autorizzazione ha validità quattro anni dal momento del rilascio e un anno prima della scadenza ne deve essere richiesto il rinnovo.

Il controllo degli scarichi è effettuato dall'autorità competente che è l'*Agenzia Regionale Protezione Ambiente (ARPA)* per lo scarico in acque superficiali. Il gestore del servizio idrico integrato organizza il controllo secondo le modalità previste nella convenzione di gestione per lo scarico in fognatura.

“Sono previste sanzioni amministrative per chi effettui uno scarico superando i valori di emissione fissati nelle tabelle dell'Allegato 5, del D.Lgs. 152/06 o da quelli più restrittivi previsti dalle regioni da 3000 a 30.000 euro. Per chi effettui uno scarico di acque reflue domestiche o di reti fognarie senza autorizzazione da 6000 a 60.000 euro. Per chi non osservi le prescrizioni indicate nel provvedimento autorizzatorio da 1500 a 15.000 euro. La competenza in materia di accertamento degli illeciti amministrativi è della regione nel cui territorio è stata commessa la violazione.

Sono previste sanzioni penali per chiunque effettui nuovi scarichi di acque reflue industriali senza autorizzazione o mantenga gli scarichi dopo che l'autorizzazione è stata sospesa: arresto da 2 mesi a due anni, più l'ammenda da 1500 a 10.000 euro. È prevista una sanzione penale per l'utilizzazione agronomica di effluenti di allevamento, acque di vegetazione di frantoi oleari, reflui provenienti da piccole aziende agricole e agroalimentari con ammenda da 1500-10.000 euro o l'arresto fino a un anno.” (Abram P. 2011. Giardini Pensili)

4.2.1. Il decreto ministeriale sul riuso delle acque

Una delle finalità pregnanti della disciplina delle acque è quella del risparmio idrico. *Il D.M. 185 del 12 Giugno 2003* regola il recupero e il riutilizzo delle acque reflue

domestiche, urbane e industriali, predisponendo una serie di misure atte a garantire un'adeguata sicurezza ambientale e a scongiurare eventuali rischi igienico-sanitari. Le acque reflue, recuperate a seconda del ciclo da cui provengono, possono essere destinate ai seguenti usi:

- *irriguo*: per l'irrigazione di colture destinate o meno all'alimentazione, per aree a verde o ad attività ricreative o sportive;
- *civile*: destinate ad esempio al lavaggio delle strade e all'alimentazione dei sistemi di riscaldamento e raffreddamento;
- *industriale*: per l'utilizzo antincendio o in fasi di processi industriali.

La disciplina del D.M. 185/2003 deve essere ora coordinata con gli art. 98 e 99 del D.Lgs. 152/06. L'articolo 98 stabilisce l'obbligo per coloro che gestiscono o utilizzano la risorsa idrica di adottare le misure necessarie all'eliminazione degli sprechi e alla riduzione dei consumi e ad incrementare il riciclo e il riutilizzo anche mediante l'uso delle migliori tecniche disponibili. È riconosciuta alle Regioni, sentite le Autorità di bacino, la possibilità di approvare specifiche norme. L'articolo 99 del Codice dell'ambiente ha assegnato al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio il compito di dettare, con proprio decreto, le norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue. Anche le Regioni sono state chiamate ad adottare norme particolari allo scopo di fronteggiare le situazioni permanenti di scarsità d'acqua: tali norme vanno ad integrare piani di tutela delle acque (articolo 121 del Codice dell'ambiente).

4.2.2. La fitodepurazione nel quadro normativo italiano

Nella normativa nazionale, il termine fitodepurazione compare per la prima volta nel D.Lgs. 152/99, in seguito aggiornato dal D.Lgs. 152/06: "Per tutti gli agglomerati con popolazione equivalente compresa tra 50 e 2000 a.e., si ritiene auspicabile il ricorso a tecnologie di depurazione naturale quali il lagunaggio o la fitodepurazione, o tecnologie come i filtri percolatori o impianti ad ossidazione totale. Peraltro tali trattamenti possono essere considerati adatti se opportunamente dimensionati, al fine del raggiungimento dei limiti imposti, anche per tutti gli agglomerati in cui la popolazione equivalente fluttuante sia superiore al 30% della popolazione residente e laddove le caratteristiche territoriali e climatiche lo consentano. Tali trattamenti si prestano, per gli agglomerati di maggiori dimensioni con popolazione equivalente compresa tra i 2000 e

i 25000 a. e, anche a soluzioni integrate con impianti a fanghi attivi o a biomassa adesa, a valle del trattamento, con funzione di affinamento".

4.3. Principi gestionali e quadro legislativo di riferimento per la Provincia Autonoma di Bolzano

In Alto Adige vigono al momento le seguenti leggi provinciali che regolano l'istruttoria sulle derivazioni d'acqua:

LP. n. 7/05 del 30/09/2005, Norme in materia di utilizzazione di acque pubbliche e di impianti elettrici: istruttoria per la derivazione d'acqua, acque minerali, emergenza idrica.

Legge provinciale del 18 Giugno 2002, n. 8

Disposizioni sulle acque: regolamento sul servizio idropotabile, istituzione di zone di tutela per l'acqua potabile, nuovo regolamento relativo a scavi e prelievi d'acqua sotterranea.

Per la costruzione di un acquedotto necessita, oltre alla Concessione Edilizia comunale al termine dell'iter procedurale, il parere sulla valutazione dell'impatto ambientale e la concessione per la derivazione dell'acqua. Inoltre sono richieste autorizzazioni speciali per l'attraversamento e l'occupazione di terreno del demanio idrico pubblico ed altre infrastrutture.

La L.P. n. 8 del 18/06/2002 prevede decreti d'attuazione per le seguenti tematiche: Aree di tutela per l'acqua potabile, servizio idrico potabile e direttive tecniche per la costruzione di pozzi:

- D.P.P. n. 12/06 del 20/03/2006: Regolamento sul servizio idrico potabile;
- D.P.P. n. 35/06 del 24/07/2006: Regolamento sulle aree di tutela dell'acqua potabile;
- Delibera della Giunta Provinciale n.2320 del 30/06/2008: Linee guida tecniche per la costruzione, l'esercizio e la manutenzione di pozzi verticali e orizzontali e la posa in opera di perforazioni;
- Delibera della Giunta Provinciale n.333 del 04/02/2008: Servizio idropotabile - Linee guida per lo svolgimento di controlli di qualità interni;

Capo IV del DPP 6/2008: prescrizioni

All'articolo 46 della LP 8/02 sono fissati i principi fondamentali per la gestione sostenibile delle acque meteoriche:

Per le acque meteoriche non inquinate deve essere previsto il riutilizzo ed in subordine la dispersione nel sottosuolo. Qualora ciò non sia possibile o opportuno in rapporto alla

situazione locale, tali acque possono essere scaricate in acque superficiali. Le impermeabilizzazioni del suolo devono essere ridotte al minimo.

Il capo IV del regolamento di esecuzione della LP 8/02 prevede prescrizioni dettagliate per favorire la gestione sostenibile delle acque meteoriche. I deflussi meteorici sono classificati in funzione delle superfici di provenienza in quattro categorie d'inquinamento:

1. acque meteoriche non inquinate;
2. acque meteoriche moderatamente inquinate;
3. acque meteoriche inquinate;
4. acque meteoriche sistematicamente inquinate.

Art. 1 (Finalità) della Legge provinciale del 18 Giugno 2002, n. 8 - Disposizioni sulle acque

“(1) La presente legge disciplina l'utilizzazione e la tutela delle acque della provincia di Bolzano, al fine di conseguire i seguenti *obiettivi*:

1. prevenire e ridurre l'inquinamento e attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati;
2. conseguire il miglioramento dello stato delle acque ed adeguate protezioni di quelle destinate a particolari usi;
3. perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche, con priorità per quelle potabili;
4. mantenere la capacità naturale di autodepurazione dei corpi idrici nonché la loro capacità di sostenere comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate.

(2) Gli obiettivi di cui al comma 1 vengono perseguiti attraverso i seguenti *strumenti*:

1. individuazione degli obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione dei corpi idrici;
2. tutela integrata degli aspetti qualitativi e quantitativi nell'ambito di ciascun bacino idrografico e adeguato sistema di controlli e di sanzioni;
3. rispetto dei valori limite di emissione agli scarichi previsti dalla presente legge;
4. adeguamento delle reti fognarie e degli impianti di depurazione delle acque reflue urbane alle disposizioni della presente legge;
5. individuazione di misure per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento;
6. individuazione di misure tese alla conservazione, al riciclo, al riutilizzo e al risparmio delle risorse idriche.

Art. 46 (Acque meteoriche e di lavaggio di aree esterne)

(1) Per le acque meteoriche non inquinate deve essere previsto il riutilizzo ed in subordine la dispersione nel sottosuolo. Qualora ciò non sia possibile o opportuno in rapporto alla situazione locale, tali acque possono essere scaricate in acque superficiali. Le impermeabilizzazioni del suolo devono essere ridotte al minimo.

(2) Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, con regolamento di esecuzione vengono disciplinati i casi in cui può essere prescritto che:

1. le immissioni di acque meteoriche raccolte tramite reti fognarie con sistemi di convogliamento separati siano sottoposte a particolari prescrizioni;
2. le immissioni di acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni;
3. le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne non recapitanti in reti fognarie siano convogliate ed opportunamente trattate in impianti di depurazione, per particolari casi nei quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento dalle superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.

(3) Per l'approvazione dei progetti e l'autorizzazione degli impianti di cui al comma 2 si applicano le procedure di cui agli articoli 38 e 39.

(4) L'immissione diretta delle acque di cui al comma 2 nelle acque sotterranee è vietata”.

(Legge provinciale 18 Giugno 2002, n. 8 – Disposizioni sulle acque. Lexbrowser - Provincia Autonoma di Bolzano).

4.3.1. Procedura R.I.E. (Riduzione dell'Impatto Edilizio) utilizzata in Alto Adige

Il R.I.E. (Riduzione dell'Impatto Edilizio) è un indice di qualità ambientale che serve per certificare la qualità dell'intervento edilizio rispetto alla permeabilità del suolo e del verde.

Una parte dei processi di degradazione macro e microclimatica del nostro ambiente è causata ed alimentata dalla sigillatura e impermeabilizzazione dei suoli. Le superfici impermeabilizzate e sigillate provocano un riscaldamento della massa d'aria sovrastante e i moti convettivi portano al ricircolo delle polveri. Il calore del sole accumulato e

irradiato ha, come diretta conseguenza, un aumento delle temperature nelle nostre città, venendo a mancare il naturale effetto mitigatorio dato dal processo di evapotraspirazione della vegetazione. Il veloce deflusso delle precipitazioni nei corsi d'acqua, essendo stata eliminata o fortemente ridotta la naturale infiltrazione attraverso gli orizzonti del suolo, porta disordine nella regimazione delle acque meteoriche sottratte al naturale ciclo di captazione e restituzione all'ambiente mediante l'infiltrazione, l'evaporazione e l'evapotraspirazione.

In questo quadro, utili strumenti di mitigazione e compensazione ambientale sono rappresentati dall'applicazione integrata delle tecnologie di gestione e recupero delle acque meteoriche: infiltrazione e smaltimento in superficie, tecnologie per il verde pensile, tecnologie di ingegneria naturalistica e ovviamente, ove ancora possibile, del verde tradizionale.

“L'art. 19 bis del Regolamento Edilizio del Comune di Bolzano, introdotto con deliberazione di C.C. n. 11 del 10/02/2004, rende obbligatoria l'adozione della procedura RIE per tutti gli interventi di nuova costruzione e per gli interventi su edifici esistenti ai sensi dell'art. 59 lett. d) della L.P. 13/97, nonché per gli interventi di qualsiasi natura - su fondi e/o edifici esistenti - che incidano sulle superfici esterne esposte alle acque meteoriche (coperture, terrazze, sistemazioni esterne, cortili, aree verdi, aree pavimentate, ecc.)” (Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche).

4.3.2. Piano di utilizzazione delle acque pubbliche

“Il Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche ha il compito di programmare l'utilizzazione delle acque per i diversi usi e di contenere le linee fondamentali per una sistematica regolazione dei corsi d'acqua. La sua elaborazione è prevista dallo Statuto speciale di Autonomia. L'art. 9 del D.P.R. 31 Agosto 1972, n. 670 attribuisce alle Province autonome di Trento e Bolzano competenza legislativa in materia di “utilizzazione delle acque pubbliche”. L'art. 14 del D.P.R. 281/1974 specifica, tuttavia, che l'utilizzazione delle acque pubbliche da parte dello Stato e della Provincia, nell'ambito delle rispettive competenze, ha luogo in base a un piano generale stabilito d'intesa tra i rappresentanti dello Stato e della Provincia in seno a un apposito comitato”.

(Carmignola G. 2010. piano di utilizzazione delle acque pubbliche per la Provincia Autonoma di Bolzano).

Il Piano Generale per l'Utilizzazione delle Acque Pubbliche attualmente vigente per la provincia di Bolzano è stato approvato con D.P.R. 11 Aprile 1986, n. 748.

Nel 2004 è stata necessaria una revisione di questo documento di pianificazione, sia per la necessità di considerare i vari cambiamenti di natura socio-economica intervenuti nel frattempo, sia per adeguare il precedente Piano alle modifiche apportate negli ultimi due decenni al quadro normativo di riferimento.

Da un lato, il *D.Lgs. 463/1999*, trasferendo alla Provincia autonoma di Bolzano le competenze relative al demanio idrico, alle opere idrauliche di prima e seconda categoria e alle concessioni di grandi derivazioni a scopo idroelettrico e di produzione e distribuzione di energia elettrica, ha completato il quadro autonomistico in materia, ampliando le competenze dell'Amministrazione provinciale e rendendo di conseguenza necessario un adeguamento del Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche.

Dall'altro lato, diverse norme di legge emanate negli ultimi due decenni, sia a livello nazionale, sia a livello comunitario, hanno modificato in modo sostanziale alcuni principi di gestione delle acque e richiesto nuovi elementi di pianificazione.

Ai sensi del Decreto Legislativo 463/1999, la pianificazione di bacino, prevista dalla Legge quadro 183/1989, avviene nei territori delle Province autonome di Trento e Bolzano nell'ambito dell'elaborazione del Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche. Come previsto dalla legge, esso assume dunque il valore di un piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso volte alla corretta utilizzazione delle acque e alla prevenzione dal rischio idrogeologico, sulla base delle caratteristiche del territorio.

Il Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche, ai sensi del quadro normativo, deve quindi raccordarsi con il Piano di bacino del Fiume Adige per una gestione coordinata della tutela qualitativa e quantitativa della risorsa idrica, nonché per la salvaguardia dal rischio idrogeologico.

La valenza, per le Province autonome di Trento e Bolzano, del *Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche anche quale Piano di bacino*, come previsto dal *D.Lgs. 463/1999*, è stata confermata dalla Corte Costituzionale con sentenza n. 353 del 6-7 Novembre 2001 a fronte di un ricorso promosso dalla Regione Veneto che riteneva

incostituzionale tale norma.

“La Corte Costituzionale ha tuttavia riconosciuto alla Regione Veneto il diritto a una maggiore partecipazione all’elaborazione del Piano, al fine di rendere compatibili gli interessi comuni a più regioni e province autonome il cui territorio ricade all’interno di bacini idrografici di rilievo nazionale. La Corte, infatti, ha dichiarato incostituzionale il passaggio del D.Lgs. 463/1999 in cui si limitava alla sola fase di approvazione del Piano il coinvolgimento delle altre regioni interessate. Con la sentenza n. 353 del 6-7 Novembre 2001, la Corte Costituzionale ha dunque previsto che, sulla base della metodologia già sperimentata dalla Provincia autonoma di Trento, il Piano per l’Utilizzazione delle Acque Pubbliche per la provincia di Bolzano viene sottoposto alla valutazione tecnica congiunta dei rappresentanti della Provincia autonoma di Trento, della Regione Veneto e del Segretario generale dell’Autorità di bacino del Fiume Adige. Assolta questa fase di verifica tecnica, il Piano verrà trasmesso – unitamente agli esiti della valutazione tecnica congiunta e dei pareri delle istituzioni regionali e provinciali – al comitato paritetico di cui all’art. 8 del D.P.R n. 381 del 1974.

Il Piano Generale concorre alla formazione del Piano di bacino distrettuale, di cui all’art. 65 del D.Lgs. 152/2006, e alla formazione del Piano di gestione per il distretto idrografico delle Alpi orientali, di cui all’art. 117 del D.Lgs. 152/2006. Il Piano Generale ottempera, a livello provinciale, agli obblighi derivanti dalla Direttiva 2000/60/CE” (Carmignola G. 2010. Piano di utilizzazione delle acque pubbliche per la Provincia Autonoma di Bolzano).

4.3.3. Sintesi non tecnica del Rapporto ambientale

La sintesi non tecnica espone, in forma breve, i motivi dell’elaborazione del rapporto ambientale ed il relativo contenuto, in relazione alla procedura di adozione del Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche.

Il significato della *valutazione ambientale strategica (VAS)*

La Direttiva comunitaria 2001/42/CE obbliga gli Stati membri ad eseguire una valutazione degli effetti sull’ambiente, che hanno determinate categorie di piani e programmi. Tale obbligo persegue l’obiettivo di contribuire all’integrazione di considerazioni ambientali, all’atto dell’elaborazione e dell’adozione di tali piani e programmi, al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile.

In Provincia di Bolzano, la Direttiva comunitaria 2001/42/CE è stata recepita con la L.P. 2/2007, che prevede espressamente che, tra i vari piani e programmi che devono essere sottoposti a valutazione ambientale strategica (VAS), rientrino anche quelli della gestione delle acque.

La valutazione ambientale strategica verifica la coerenza delle proposte programmatiche e pianificatorie con gli obiettivi di sostenibilità e deve essere quindi inclusa, alla pari delle considerazioni di ordine economico e sociale, nel processo decisionale.

L'autorità competente per l'adozione di piani da sottoporre a VAS redige un rapporto ambientale in cui sono individuati, descritti e valutati gli effetti significativi che l'attuazione del piano potrebbe avere sull'ambiente.

4.3.4. Principali applicazioni in provincia di Bolzano riguardanti le principali norme di legge

Applicazione in Alto Adige della Legge 183/1989

La Legge 183/1989, in quanto legge quadro, ha fornito solo indicazioni di carattere generale in relazione alla stesura dei Piani di Bacino. Essa dunque, in considerazione delle peculiarità di ogni singolo bacino idrografico, non ha emanato prescrizioni di natura vincolante.

L'entrata in vigore del D.Lgs. 463/1999 ha completato il quadro autonomistico in materia di risorse idriche per la Regione Trentino – Alto Adige. Tale decreto condiziona in modo sostanziale la stesura del Piano di Bacino del Fiume Adige per quanto riguarda i territori delle Province autonome di Trento e Bolzano.

Esso prevede infatti che la pianificazione di bacino, prevista dalla Legge quadro 183/1989, avvenga in tali territori nell'ambito dell'elaborazione del Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche, la cui stesura è di competenza provinciale.

A tale proposito la Corte Costituzionale, con sentenza n. 353 del 6-7 Novembre 2001, ha confermato la valenza del Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche anche quale Piano di Bacino e quindi la legittimità di pianificazioni di bacino anche per ambiti più ristretti, come già previsto dalla Legge 463/1999.

Contemporaneamente, la Corte Costituzionale ha sottolineato la necessità di ricondurre tali pianificazioni per ambiti territoriali più ristretti al principio di unitarietà di bacino di rilievo nazionale e di individuare un meccanismo di coordinamento che assicuri

un'effettiva paritaria partecipazione di tutti gli enti territoriali coinvolti, a tutela dei rispettivi legittimi interessi.

L'applicazione in Alto Adige della Legge Galli

La Legge 36/1994, nella sua parte operativa, non trova applicazione nelle Province autonome di Trento e Bolzano. Essa, nel tentativo di superare la frammentazione gestionale che caratterizza il settore dei servizi idrici in Italia, richiede l'identificazione di *ambiti territoriali ottimali* (A.T.O.) – che normalmente comprendono il territorio di un'intera provincia - all'interno dei quali pervenire a una gestione unitaria e integrata del ciclo idrico, inteso come l'insieme dei servizi di intercettazione, adduzione e distribuzione d'acqua per usi civili, di fognatura e di depurazione delle acque reflue.

Tale obbligo, di seguire criteri specifici per una nuova articolazione territoriale della fornitura dei servizi idrici, contrasta con le competenze specifiche in materia attribuite dallo Statuto di Autonomia, come legittimato dalla sentenza della Corte Costituzionale n. 412/1994. Nella provincia di Bolzano sono stati individuati diversi A.T.O. a cui è delegato il compito di gestire i servizi di fognatura e depurazione delle acque, ma non quelli di captazione.

Applicazione in Alto Adige del Decreto Legislativo 152/1999

Il D.Lgs. 11 Maggio 1999, n. 152 ha riunito diverse norme in materia di tutela delle acque già presenti nella legislazione italiana, riconducendo il tutto a unità dal punto di vista legislativo.

Il decreto ha recepito, inoltre due direttive comunitarie, la Direttiva 91/271/CE e la Direttiva 91/676/CE. La Direttiva 91/271/CE riguarda il trattamento delle acque reflue urbane. Essa prevede un trattamento più spinto per gli impianti di depurazione che servono agglomerati urbani superiori ai 10.000 abitanti equivalenti ricadenti in aree sensibili all'eutrofizzazione.

La Direttiva 91/676/CE riguarda la protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole. Essa vincola gli Stati membri a individuare le zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola e a sottoporle a particolari misure di tutela e rigidi controlli periodici. Per tali zone è inoltre richiesta l'elaborazione di norme tecniche per l'utilizzo agricolo dei liquami di allevamenti.

Tale decreto delega alle Regioni la disciplina delle acque meteoriche di dilavamento ai fini della prevenzione di rischi idraulici e ambientali.

L'art. 39 (*Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia*), infatti, recita:

“Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le Regioni disciplinano: a) le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate; b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l’eventuale autorizzazione.

Le Regioni disciplinano altresì i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari casi nei quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento dalle superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici”. (Papiri S., Todeschini S. 2005. Gestione delle acque meteoriche di dilavamento e impianti di depurazione urbani).

4.4. Principi gestionali e quadro legislativo di riferimento per la Provincia Autonoma di Trento

La Provincia autonoma di Trento ha da sempre prestato attenzione alle problematiche ambientali, agendo inizialmente in maniera più incisiva sul versante della sicurezza del territorio, per affrontare successivamente l'aspetto qualitativo. L'approccio alla qualità delle acque ha in particolare subito una svolta con l'istituzione alla fine degli anni settanta del Servizio protezione ambiente, oggi divenuto parte dell'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente (APPA), che ne rappresenta la struttura tecnica provinciale di riferimento, istituita con la legge provinciale 11 Settembre 1995, n. 11, ha rappresentato, dal momento della sua istituzione, un significativo punto di riferimento a livello provinciale, coniugando una efficace attività volta alla raccolta ed all'elaborazione dei dati in materia ambientale con l'esercizio di funzioni e compiti di consulenza tecnico-scientifica e di controllo tecnico.

Le normative europee in campo ambientale, entrate in vigore nell'ultimo decennio, hanno determinato un nuovo approccio nella gestione delle acque mirato ad integrare aspetti qualitativi, quantitativi e di protezione del territorio. Più recenti esiti di questa integrazione in provincia di Trento sono rappresentati dal *Piano generale di utilizzazione delle acque Pubbliche (PGUAP)* e dal *Piano di tutela della qualità delle acque (PTA)*, il compito del quale è quello di approfondire gli aspetti qualitativi della risorsa idrica, con l'obiettivo di conciliare la qualità con le utilizzazioni e contribuire quindi a definire le linee sostenibili per lo sviluppo.

Il Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche, è stato approvato con il Decreto del Presidente della Repubblica del 15/02/2006 e modificato con la delibera della Giunta provinciale n. 2049 del 21/09/2007. L'articolo 36 stabilisce che la Provincia autonoma di Trento è autorizzata a promuovere accordi con le Regioni confinanti e con la Provincia autonoma di Bolzano per la regolazione delle procedure di coordinamento e di gestione e degli aspetti tecnici, gestionali, di vigilanza, patrimoniali e finanziari relativi alle derivazioni che interessino più Enti territoriali. Se necessario potranno essere consultate congiuntamente l'Autorità di bacino nazionale e le rispettive Agenzie per la protezione ambientale.

Gli accordi hanno come obiettivi principali:

1. tutela dell'ambiente;

2. tutela del patrimonio idrico;
3. interessi delle popolazioni coinvolte;
4. sicurezza delle popolazioni coinvolte;
5. unitarietà dell'azione amministrativa;
6. armonizzazione degli interessi territoriali;

La Provincia esercita le funzioni in materia di concessioni di derivazioni d'acqua nel caso queste interessino significativamente il regime dei corsi d'acqua o dei laghi a carattere interregionale, nel caso i corpi idrici siano soggetti a numerose derivazioni oppure nel caso sia necessaria una speciale attività di regolazione dei livelli di invaso o di ricambio dei volumi idrici.

Il PTA si configura come uno strumento di pianificazione innovativo che analizza la qualità delle acque, non solo attraverso il loro monitoraggio, ma anche con la stima dei quantitativi di inquinanti in esse contenuti e l'individuazione delle relative fonti. Le azioni di mitigazione dei carichi inquinanti diventano quindi indirizzabili e monitorabili. Per la prima volta la protezione delle acque dagli inquinamenti parte dall'analisi degli stessi corpi idrici e delle loro esigenze, sotto il profilo chimico, microbiologico, biologico e quantitativo.

La legge-quadro per la tutela delle acque in Italia (d.lgs. n. 152/1999) non si limita più alla regolamentazione degli scarichi, come era richiesto dalla precedente normativa sulle acque oggi abrogata (legge n. 319/1976 nota come legge "Merli"), ma guarda anche alla vita negli alvei ed all'equilibrio degli ecosistemi acquatici, chiudendo quel percorso conoscitivo che prima risultava incompleto.

Il d.lgs. n. 152/1999, che istituisce i PTA, postula l'esigenza di valutare gli effetti sinergici delle diverse fonti d'inquinamento e di porre puntuale attenzione alla tutela dei corpi idrici recettori, adottando un approccio integrato che combini limiti agli scarichi con obiettivi di qualità per i corpi idrici.

La dinamicità del Piano di tutela consente inoltre la verifica della correttezza delle azioni intraprese rispetto agli obiettivi di qualità fissati e l'inserimento del Piano nel contesto generale della pianificazione nazionale di bacino.

"Con riferimento allo statuto speciale per il Trentino-Alto Adige (D.P.R. 31 Agosto 1972, n. 670) e alle sue principali norme di attuazione (d.lgs. 11 Novembre 1999, n. 463), il PGUAP deve programmare l'utilizzazione delle acque per i diversi usi e contenere le linee fondamentali per una sistematica regolazione dei corsi d'acqua, con

particolare riguardo alle esigenze di difesa del suolo, nel reciproco rispetto delle competenze dello Stato e della Provincia interessata. Il progetto di piano, predisposto da un apposito comitato paritario Stato-Provincia, è stato adottato dal comitato medesimo in data 24 Settembre 2004 e pubblicato nella Gazzetta ufficiale della Repubblica e nel Bollettino ufficiale della Regione ai fini di pubblicità.

Il Piano generale si configura come lo strumento principale per il governo generale delle acque sotto tutti i profili: della quantità, della qualità, della difesa del suolo e delle utilizzazioni. Esso rappresenta un piano di gestione del sistema idrico realmente integrato e rispondente agli indirizzi della legge n. 183/1989, della legge n. 36/1994, del d.lgs. n. 152/1999 e della direttiva quadro nel settore delle acque 2000/60/CEE" (Dipartimento urbanistica e ambiente, Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente. 2005).

Il Piano generale tratta diffusamente gli aspetti relativi la tutela della qualità e definisce espressamente gli obiettivi e i criteri cui dovrà attenersi il Piano di tutela. Quest'ultimo rappresenta, da un lato, un adeguamento della pianificazione provinciale in materia di tutela della qualità (ma anche della quantità) delle acque ai principi stabiliti dall'art. 44 del d.lgs. n. 152/1999, dall'altro, il resoconto dei principi ispiratori del PGUAP sul fronte della qualità delle acque. Su delega del PGUAP, il Piano di tutela porta, in particolare, la disciplina specifica per il rilascio del Deflusso Minimo Vitale (DMV). Il Piano di tutela delle acque si configura come uno strumento di pianificazione di rilievo provinciale.

Al Piano di tutela è attribuita la stessa natura ed efficacia del PGUAP. Esso quindi influirà, per finalità e prescrizioni, su piani territoriali, programmi regionali, piani di gestione dei rifiuti, piani paesistici, piani di disinquinamento delle aree ad alto rischio di crisi ambientale, piani generali di bonifica e piani urbanistici.

Nell'ambito dell'adeguamento normativo provinciale, la Provincia autonoma di Trento assimila il Piano di tutela delle acque al Piano provinciale di risanamento delle acque. In particolare l'art. 55 della legge provinciale 19 Febbraio 2002, n. 1 stabilisce che il Piano provinciale di risanamento è adeguato, ai sensi dell'articolo 44 del d.lgs. 11 Maggio 1999, n. 152, al Piano di tutela, tenendo in considerazione sia le indicazioni del PGUAP che le direttive europee.

Il PTA è stato approvato con deliberazione della Giunta provinciale n. 3233 del 30

Dicembre 2004 ed è in vigore dal 9 Febbraio 2005. Con riferimento ai contenuti il PTA può essere suddiviso in quattro fondamentali tematiche:

- la classificazione delle acque, che riguarda i corpi idrici significativi (corsi d'acqua, laghi e acque sotterranee) e i corpi idrici a specifica destinazione;
- l'individuazione delle aree sensibili e delle zone vulnerabili, con riferimento alla sensibilità agli scarichi civili e industriali e alla vulnerabilità da nitrati di origine agricola e da prodotti fitosanitari;
- l'individuazione delle pressioni antropiche sul territorio, attraverso la stima dei carichi conferiti da fonte diffusa e puntuale e dei carichi inquinanti transitanti nei corsi d'acqua significativi;
- le azioni per il raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità, che riguardano i comportamenti per la riduzione dei carichi conferiti, la disciplina del Deflusso Minimo Vitale ed i monitoraggi di verifica.

“La provincia di Trento è suddivisa, ai fini dell'analisi, in bacini di primo livello, necessari ad una razionalizzazione delle dinamiche del ciclo dell'acqua coerentemente con i fenomeni di scorrimento e ad un'appropriata strutturazione dei dati e degli obiettivi di qualità. In particolare il Piano individua undici ambiti di indagine:

- I° Qualità dei corsi d'acqua superficiali
- II° Qualità dei laghi
- III° Qualità delle acque sotterranee
- IV° Quantità delle acque sotterranee
- V° Inquinamenti puntuali
- VI° Inquinamenti diffusi
- VII° Quantità delle acque superficiali
- VIII° Aree sensibili
- IX° Zone vulnerabili
- X° Situazioni particolari

I°+II° Acque a specifica destinazione

Per ogni ambito d'indagine il PTA organizza dati e informazioni raccolte mediante il rilevamento ed il monitoraggio delle caratteristiche dei bacini idrografici principali e dell'impatto antropico esercitato su di essi e, successivamente, attua un confronto critico tra gli stessi al fine di valutare correttamente lo stato qualitativo dei corpi idrici,

consentirne la classificazione ed infine porre le basi necessarie al raggiungimento degli obiettivi di qualità.” (Dipartimento urbanistica e ambiente, Agenzia provinciale per la protezione dell’ambiente. 2005).

Definito lo stato qualitativo di partenza, si procede ad individuare programmi per raggiungere o mantenere gli obiettivi di qualità, le cadenze temporali degli interventi e la loro priorità. Al fine di verificare l’efficacia degli interventi, è definito inoltre un programma specifico di controllo attuato attraverso i monitoraggi quali-quantitativi. Il piano è inoltre sottoposto ad un continuo aggiornamento con la conseguente rivisitazione degli obiettivi di qualità. Il fine è quello di dotare l’amministrazione di uno strumento capace di adattarsi al cambiamento del territorio mediante una struttura ed un’operatività in stretta relazione con i catasti informatici e le basi dati informative della Provincia.

“L’azione conoscitiva del Piano conferma come in Trentino lo stato qualitativo dei corpi idrici sia intimamente legato agli aspetti quantitativi della risorsa. Tale considerazione è legata al nuovo approccio normativo che, oltre alla fissazione dei limiti agli scarichi, misura il grado di qualità delle acque attraverso il loro stato chimico-biologico e la stima dei carichi inquinanti in essi conferiti. Le esigenze conoscitive devono però essere sostenute da adeguati sistemi informativi in grado di aggiornarsi rapidamente e da modelli previsionali e di simulazione a supporto delle scelte di governo del territorio. Il Piano fornisce un quadro completo dello stato qualitativo dei corpi idrici provinciali, individua le fonti e le cause dell’alterazione della qualità delle acque e definisce linee guida d’intervento per il raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale e per specifica finalità stabilita dal d.lgs. n. 152/1999 e in accordo con la direttiva 2000/60 CE.

Le prospettive future sono quelle di un continuo miglioramento del Piano in osservanza ai nuovi concetti introdotti dalla 2000/60 CE, in armonia con gli indirizzi di Sviluppo sostenibile definiti dalla Giunta Provinciale” (Dipartimento urbanistica e ambiente, Agenzia provinciale per la protezione dell’ambiente 2005).

CAPITOLO 5. I sistemi di gestione sostenibile delle acque piovane

5.1. Introduzione

Il drenaggio delle acque meteoriche di dilavamento troppo spesso è sottovaluto o affrontato senza la necessaria pianificazione, con il risultato che, a fronte della crescente urbanizzazione ed impermeabilizzazione dei suoli, i picchi di piena delle fognature si raggiungono molto velocemente con conseguenze anche catastrofiche dovute allo straripamento dei corpi idrici in cui le reti scaricano, o reflussi ed allagamenti dovuti a sezioni di fognatura non sufficienti a smaltire le portate che si generano anche per eventi di pioggia non eccezionali.

Accanto ai problemi idraulici, si accompagnano problemi legati agli impatti delle fognature miste e bianche sulla qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei, dovuti al trascinarsi nelle acque di dilavamento di sostanze solide e di vari tipi di sostanze inquinanti che si depositano sulle superfici drenate nei periodi di tempo secco. Tutto ciò deve prevedere il ricorso a sistemi di trattamento delle acque di prima pioggia.

Le soluzioni con sistemi naturali presentano i seguenti vantaggi:

- si inseriscono piacevolmente nel paesaggio e non determinano impatti ambientali rilevanti;
- permettono una riqualificazione ambientale ed urbanistica e la ricostruzione di ecosistemi naturali e corridoi ecologici;
- richiedono una gestione semplice ed economica;
- permettono di migliorare la qualità delle acque e restituirle subito alla circolazione naturale e/o alle falde sotterranee;
- permettono il trattamento spinto delle acque di prima pioggia, depurando volumi maggiori e bloccando una maggiore quantità di inquinanti;
- realizzazione di fognature meno complesse, con risparmi sia in fase di realizzazione che di gestione;

e come svantaggi:

- occupano superfici ampie ma se si considera che le aree impegnate vanno ad incrementare la superficie urbana a verde rimanendo tra l'altro fruibili è lecito chiedersi se si tratti proprio di uno svantaggio.

La gestione sostenibile comprende un insieme di possibili interventi dalla cui

combinazione possono emergere, in dipendenza dalle rispettive esigenze e dalle condizioni locali, scenari particolari di gestione. Segue la presentazione di principi chiave della gestione integrata con descrizione della loro realizzabilità tecnica. I principi chiave sono:

- 1) contenere i deflussi delle acque meteoriche*
- 2) recupero ed utilizzo delle acque meteoriche*
- 3) infiltrazione delle acque meteoriche*
- 4) immissione delle acque meteoriche in acque superficiali*

5.2. Contenere i deflussi delle acque meteoriche

5.2.1. Pavimentazioni permeabili

Con la dispersione superficiale l'acqua meteorica può infiltrare nel suolo attraverso pavimentazioni o superfici permeabili limitrofe.

Tale sistema di infiltrazione risulta particolarmente favorevole in rapporto alla tutela delle acque, in quanto si utilizza il potere di depurazione degli strati superficiali del suolo microbiologicamente attivo.

Non sono ammissibili rilevanti ristagni d'acqua, e pertanto la permeabilità deve essere tale da permettere l'infiltrazione di tutta l'acqua della pioggia.

“Le pavimentazioni permeabili sono costituite da elementi modulari, come blocchi in cemento o stuoie di plastica rinforzata, caratterizzati dalla presenza di vuoti che vengono riempiti con materiale permeabile (sabbia o ghiaia), in modo da permettere l’infiltrazione delle acque di runoff. Le pavimentazioni permeabili consentono, quindi, la riduzione della superficie impermeabile di un sito e di conseguenza del volume delle acque di dilavamento. Sono particolarmente indicate per parcheggi, aree pedonali e ciclabili, viali residenziali.” ((Fonte: Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche) Possono essere impiegate sia nel caso di nuove urbanizzazioni, sia nel caso di interventi di ampliamento o manutenzione in sostituzione di vecchie pavimentazioni impermeabili. L’applicabilità di questo tipo di copertura dipende dalla permeabilità del suolo di sottofondo, che deve avere un contenuto di argilla inferiore al 30%.

Vantaggi

- bassi costi di investimento e manutenzione;
- lunga durata;
- buon inserimento in zone verdi esistenti;
- le superfici possono essere utilizzate.

Svantaggi

- necessità di notevoli superfici a disposizione;
- possibile solo per terreni a buona permeabilità;
- possibilità di ristagni d'acqua in caso di precipitazioni eccezionali;
- scarsa infiltrazione in caso di terreno ghiacciato.

Aspetti manutentivi

Mensilmente:

- Controllo che la superficie del pavimento sia libera da sedimenti;
- Assicurarsi che il sistema si prosciughi fra due eventi consecutivi.

Se necessario:

- Controllare che la superficie drenata e la pavimentazione siano libere da detriti;
- Adeguata manutenzione nel caso di malfunzionamenti.

Annualmente:

- Ispezione per individuare eventuali danneggiamenti.

Ogni 3-4 anni:

- Pulizia del pavimento per aspirazione, per liberare la superficie dai sedimenti.

Possibili inconvenienti

In generale se i parcheggi sono utilizzati frequentemente e nelle fasce diurne, a causa della mancanza di luce e della propagazione di calore dalla parte inferiore delle autovetture, non si riesce a mantenere il manto erboso. In questi casi si deve ricorrere all'utilizzo di ghiaia per il riempimento dei monoblocchi, facendo attenzione ad usare inerti con diametri di almeno 0,8-1 cm per evitare che la pressione delle auto, gli olii e le intemperie possano favorire una riduzione significativa della capacità di filtrazione.



Fig. 5.1. – 5.2. Esempi di pavimentazioni permeabili (Fonte: Georgia Stormwater Management Manual)



Fig. 5.3. Cubettature di vario tipo presso il percorso educativo della Scuola professionale per la frutticoltura, viticoltura, orto e floricoltura Laimburg (Fonte: Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche)



Fig. 5.4. Parcheggi sterrati ad Egna (Fonte: Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche)

Tecniche utilizzabili

Le pavimentazioni permeabili possono essere realizzate con:

Prati

La superficie è costituita da uno strato di terreno organico rinverdito a prato che viene costipata prima del rinverdimento. La percentuale a verde è pari al 100%.

Sterrati inerbiti

La superficie è costituita da uno strato di terreno organico mescolato con ghiaia senza leganti e viene seminata a prato prima della compattazione. La percentuale a verde raggiunge il 30%.

Grigliati in calcestruzzo inerbiti

Sono blocchi in calcestruzzo con aperture a nido d'ape riempite con terreno organico e inerbite. La percentuale a verde supera il 40%.

Cubetti o masselli con fughe larghe inerbite

La cubettatura viene realizzata con fughe larghe con l'ausilio di distanziatori. La percentuale a verde raggiunge il 35%.

Sterrati

La superficie viene realizzata con ghiaia di granulometria uniforme senza leganti.

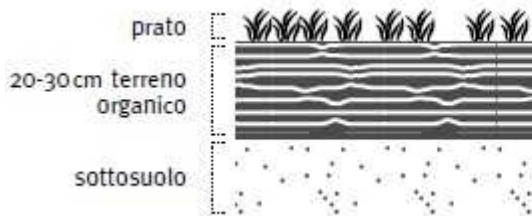
Masselli porosi

La pavimentazione avviene con masselli porosi. Il riempimento delle fughe avviene con sabbia.

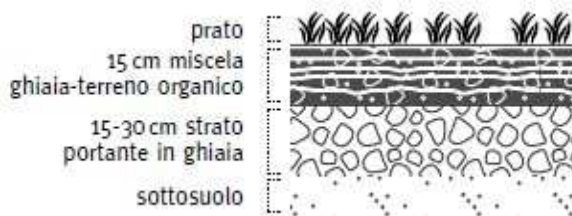
Cubetti o masselli a fughe strette

I cubetti vengono posati con fughe strette riempite con sabbia.

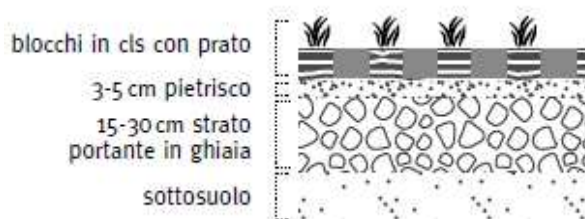
Prati



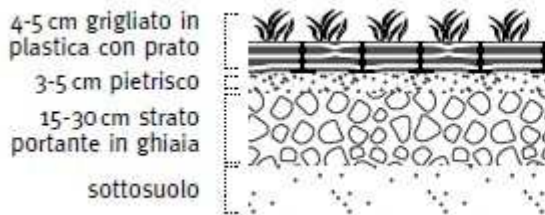
Sterrati inerbiti



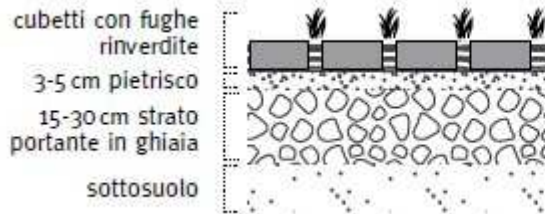
Grigliati in calcestruzzo inerbiti



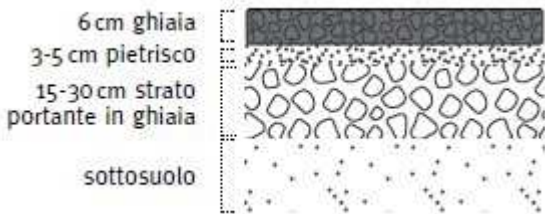
Grigliati plastici inerbiti



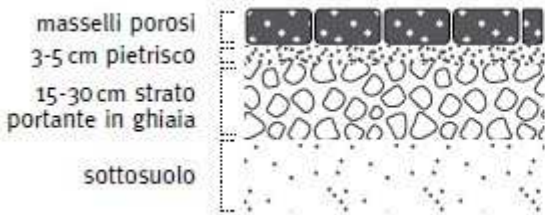
Cubetti o masselli con fughe larghe inerbite



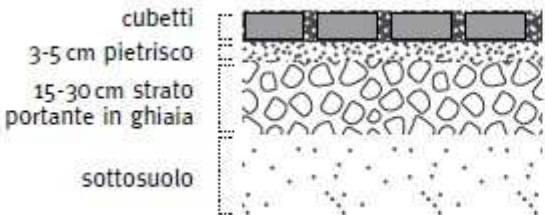
Sterrati



Masselli porosi



Cubetti o masselli a fughe strette



Tab. 5.1. Esempi di pavimentazioni permeabili (Fonte: Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche)

5.2.2. Tetti verdi

I tetti verdi sono delle installazioni, applicabili sia a piccole abitazioni che a grandi complessi civili e industriali, che contribuiscono alla gestione delle acque di pioggia, riproducendo una varietà di processi idrologici associabili ai terreni naturali. Le piante

catturano la pioggia, l'assorbono attraverso l'apparato radicale e favoriscono i processi di evapotraspirazione, riducendo così i volumi di runoff.

I tetti verdi si rivelano particolarmente efficaci nel caso di eventi intensi di breve durata; è stato dimostrato che, in climi temperati, determinano un dimezzamento annuale dei volumi di dilavamento.

A seconda della stratigrafia del tetto verde si possono trattenere fra il 30 ed il 90% delle acque meteoriche. Considerato l'effetto depurativo del verde pensile, l'acqua meteorica in eccesso può essere immessa senza problemi in un impianto d'infiltrazione oppure in una canalizzazione. Il verde pensile inoltre comporta ancora ulteriori vantaggi:

- laminazione, evaporazione e depurazione delle acque meteoriche;
- miglioramento dell'isolamento termico;
- miglioramento del microclima;
- assorbimento e filtraggio delle polveri atmosferiche;
- miglioramento della qualità della vita e della qualità del lavoro.

Al giorno d'oggi esistono svariate possibilità di realizzazione del rinverdimento di coperture piane, coperture inclinate, garage e parcheggi sotterranei.

I tetti verdi sono costituiti da strati sovrapposti; essenzialmente un'impermeabilizzazione resistente alle radici, uno strato di separazione e protezione, uno strato filtrante ed un substrato. Il substrato, di spessore almeno pari a 8 cm, può essere rinverdito in modo vario. Si può distinguere a seconda della cure necessarie tra inverdimento estensivo e intensivo.

Nell'inverdimento estensivo vengono impiegate vegetazioni molto resistenti che si adattano anche a condizioni locali difficili. Lo spessore totale degli strati è pari a 10-20 cm. Inverdimenti estensivi si possono realizzare sia su coperture piane che su quelle inclinate. La manutenzione si effettua 1-2 volte l'anno. L'irrigazione è di regola necessaria solamente nella fase d'inverdimento.



Fig. 5.5. Inverdimento estensivo sul tetto dell'Istituto per l'edilizia sociale in Via Druso, Bolzano (Fonte: Diego del Monego)

I tetti verdi di tipo intensivo hanno coperture vegetali molto esigenti che necessitano di molta cura. Gli strati hanno uno spessore complessivo maggiore, compreso tra 25 e 150 cm. Considerate le molteplici possibilità di realizzazione e d'utilizzo i tetti verdi intensivi sono paragonabili alle aree verdi a livello del suolo. Deve essere garantito l'approvvigionamento regolare d'acqua e di sostanze nutrienti per mantenere nel tempo questa tipologia d'inverdimento.



Fig. 5.6. Inverdimento intensivo sul tetto dell'ospedale di Silandro (Fonte: Helga Salchegger)

5.3. Recupero ed utilizzo delle acque meteoriche

“La raccolta e l'utilizzo dell'acqua meteorica consentono un risparmio d'acqua potabile pregiata. L'acqua meteorica è adatta soprattutto per innaffiare il verde e per gli sciacquoni dei servizi igienici. Inoltre è utilizzabile per la lavatrice, per la pulizia della casa o come acqua di raffreddamento. In questo modo sarebbe possibile utilizzare circa 75 litri d'acqua meteorica per persona al giorno al posto d'altrettanta acqua potabile. Così si ha un risparmio d'acqua potabile che può raggiungere il 50%.” (Fonte: Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche)

Generalmente vengono raccolte solamente le acque dei tetti. Alcune tipologie di copertura non sono però del tutto idonee per la raccolta e l'utilizzo a scopo irriguo (ad es. coperture in rame, zinco o piombo, senza trattamenti protettivi). Per un recupero a basso costo può essere sufficiente un piccolo serbatoio per la raccolta delle acque meteoriche, ma quest'applicazione è limitata all'utilizzo a scopo irriguo a causa della mancanza di filtro e pompa. Ormai sul mercato molte ditte offrono una vasta gamma di sistemi modulari pronte all'uso.

Un impianto d'utilizzo dell'acqua meteorica è costituito dai seguenti componenti base:

- serbatoio;
- filtro;
- pompa;
- integrazione con acqua potabile e seconda rete di condotte;
- scarico di troppo pieno.

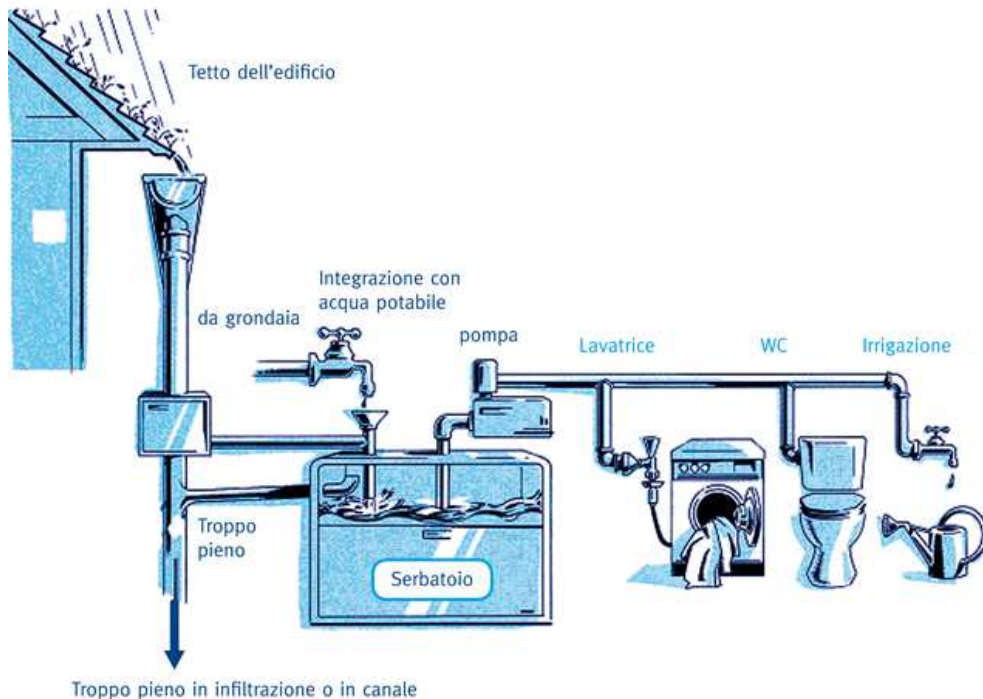


Fig. 5.7. Schema di raccolta e utilizzo delle acque meteoriche (Fonte: Hafner. E. 2000. Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung, Hydro Press)

Serbatoio

I serbatoi per l'acqua meteorica ne permettono l'accumulo e la decantazione. Generalmente sono realizzati in calcestruzzo o in materiale plastico e possono essere collocati fuori terra, in cantina o interrati in modo da garantire un'adeguata protezione dell'acqua accumulata dagli effetti del calore, del gelo e della luce.

Il serbatoio dovrebbe avere una capacità d'accumulo di 20-50 litri per metro quadrato di tetto in funzione della piovosità del luogo. Il volume d'acqua del serbatoio dovrà bastare per un periodo senza piogge di tre settimane.

Filtro

Il filtro separa le particelle sospese dall'acqua meteorica, può essere installato direttamente nel pluviale, nel serbatoio oppure in una centralina di filtraggio.

Pompa

La pompa garantisce continuamente una pressione sufficiente per i diversi utilizzi. Vengono impiegate prevalentemente pompe centrifughe.

Integrazione con acqua potabile e seconda rete di condotte

Per il trasporto dell'acqua meteorica ai vari utilizzi è necessaria una seconda rete

dedicata all'acqua meteorica, che deve essere rigorosamente separata dalla rete dell'acqua potabile. Tutte le condotte dell'acqua meteorica devono essere ben segnalate per evitare scambi di condotte durante lavori di risanamento o ristrutturazione.

Inoltre ad ogni rubinetto d'acqua meteorica dovrà essere affissa una targhetta riportante acqua non potabile. Un impianto d'utilizzo dell'acqua meteorica non garantisce il totale approvvigionamento idrico della seconda rete e quindi è necessario prevedere l'integrazione con acqua potabile.

Scarico di troppo pieno

“In caso di piogge intense il serbatoio si riempie rapidamente, l'acqua in eccesso dovrebbe preferibilmente essere smaltita collegando la condotta di scarico di troppo pieno ad un fosso d'infiltrazione, ad un pozzo perdente o ad una trincea d'infiltrazione. Quando queste soluzioni non sono attuabili lo scarico di troppo pieno può essere collegato alla fognatura mista o alla fognatura delle acque meteoriche. In ogni caso, lo sbocco del troppo pieno deve essere protetto con una rete per evitare l'ingresso di piccoli animali. Il troppo pieno collegato alla fognatura deve essere provvisto di un sifone affinché i gas fognari non risalgano al serbatoio. Il sifone consiste in un pezzo di tubo piegato a forma di U nel quale rimane sempre acqua. Per escludere il ritorno d'acqua dalla fognatura piovana o mista deve essere installata una valvola di non ritorno a seconda della quota del troppo pieno. La valvola permette il passaggio dell'acqua solamente verso la fognatura ed impedisce invece il flusso in direzione contraria.”
(Fonte: Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche)

Manutenzione degli impianti d'utilizzo delle acque meteoriche

Nella progettazione degli impianti bisogna fare attenzione affinché non vengano installati componenti che necessitano di eccessiva manutenzione o siano sensibili a guasti. La pulizia dei filtri dovrebbe essere effettuata almeno due volte l'anno. La pulizia del serbatoio è necessaria solo se l'acqua diviene maleodorante oppure se lo strato dei sedimenti sul fondo del serbatoio è troppo spesso.

5.4. Infiltrazione delle acque meteoriche

Nel caso in cui non sia possibile il recupero, si può ricorrere all'infiltrazione delle acque meteoriche nel terreno: la progettazione degli impianti d'infiltrazione deve tener conto soprattutto della permeabilità del terreno presente, delle caratteristiche della falda e dell'eventuale inquinamento delle acque meteoriche.

Un sistema d'infiltrazione è progettato per trattenere un certo volume d'acqua di pioggia e rilasciarla poi lentamente nel sottosuolo. La pratica dell'infiltrazione presenta sia vantaggi sia svantaggi. Tra i vantaggi si deve considerare il fatto che è una pratica che al controllo della quantità unisce pure quello della qualità. Il controllo della quantità viene esercitato raccogliendo le acque superficiali e infiltrandole nel sottosuolo. Questo riduce le portate che vengono scaricate nei corpi recettori riducendo alcuni dei potenziali impatti causati da un flusso eccessivo. I sistemi d'infiltrazione possono essere progettati per raccogliere le acque ed infiltrarle in falda con tempi che vanno da alcune ore ad alcuni giorni a seconda della capacità drenante del suolo. La pratica dell'infiltrazione presenta poi anche dei vantaggi secondari quali la ricarica delle falde sotterranee e il conseguente aumento dei flussi di portata minimi dei corsi d'acqua. Inoltre la percolazione dell'acqua nel suolo causa una rimozione degli inquinanti presenti: le sostanze particolate vengono intrappolate dal terreno mentre i microrganismi in esso presenti contribuiscono alla rimozione delle sostanze organiche. Ai già citati benefici bisogna però affiancare anche alcuni svantaggi. La pratica dell'infiltrazione non è utilizzabile se le acque di pioggia provengono da aree commerciali o industriali ricche di sostanze inquinanti quali metalli pesanti o composti organici. Inoltre tale pratica non può essere applicata in presenza di terreni scarsamente permeabili.

Esistono diverse possibilità tecniche per realizzare impianti d'infiltrazione per acque meteoriche. Si distingue tra impianti d'infiltrazione superficiale e impianti sotterranei d'infiltrazione.

L'infiltrazione superficiale avviene tramite immissione superficiale delle acque meteoriche in superfici piane, in fossi o in bacini. In questi casi di regola l'infiltrazione avviene attraverso uno strato superficiale di terreno organico rinverdito che assicura una buona depurazione delle acque meteoriche.

Nei sistemi sotterranei d'infiltrazione l'acqua meteorica viene immessa in trincee d'infiltrazione o in pozzi perdenti. Questi sistemi hanno il vantaggio di avere un minore

fabbisogno di superficie filtrante, però si perdono quasi tutti gli effetti depurativi perché non viene attraversato lo strato superficiale del terreno. Per questo motivo questi sistemi dovrebbero essere impiegati solamente per acque meteoriche poco inquinate, altrimenti dovrebbe essere previsto un pretrattamento delle stesse.

Inoltre possono essere realizzati sistemi combinati d'infiltrazione accoppiando i sistemi d'infiltrazione superficiale ai sistemi sotterranei d'infiltrazione.

5.4.1. Superfici d'infiltrazione

Le acque meteoriche s'infiltrano su superfici piane in maniera omogenea senza possibilità d'accumulo.

Impieghi:

- infiltrazione attraverso terreno rinverdito;
- infiltrazione attraverso una superficie con pavimentazione permeabile;
- infiltrazione in superfici limitrofe ad aree impermeabilizzate;

Vantaggi

- buon rendimento depurativo, soprattutto nel caso di superfici a verde o con pavimentazioni permeabili rinverdate;
- buon inserimento ambientale;
- possibilità d'utilizzo polifunzionale delle superfici;
- possibilità di svariate tecniche di realizzazione;
- di facile realizzazione;
- manutenzione e cura agevolate.

Svantaggi

- elevato fabbisogno di superficie (di regola 25%-70% della superficie impermeabile allacciata);
- nessuna capacità d'accumulo;
- è necessaria una buona permeabilità della superficie e del sottosuolo.

Note

- deve essere evitata la costipazione eccessiva della superficie di dispersione durante la fase costruttiva;
- le superfici a prato dovrebbero essere sfalciate almeno annualmente, asportando poi il materiale sfalciato;

- nel caso di superfici con pavimentazioni permeabili (p.e. grigliati o cubettature inerbite) i muschi dovrebbero essere rimossi perché riducono la permeabilità.

5.4.2. Fossi d'infiltrazione

Le acque meteoriche derivanti da superfici pavimentate vengono immesse in fossi rinverditi e poco profondi, raggiungendo un livello d'acqua massimo pari a 30 cm. Le acque meteoriche vengono accumulate per breve tempo e s'infiltrano nel sottosuolo. Il fosso rinverdito viene realizzato con uno strato superficiale di terreno organico di spessore compreso fra 20 e 30 cm. Il fosso è generalmente asciutto; dopo la pioggia si svuota generalmente entro poche ore o al massimo entro due giorni.

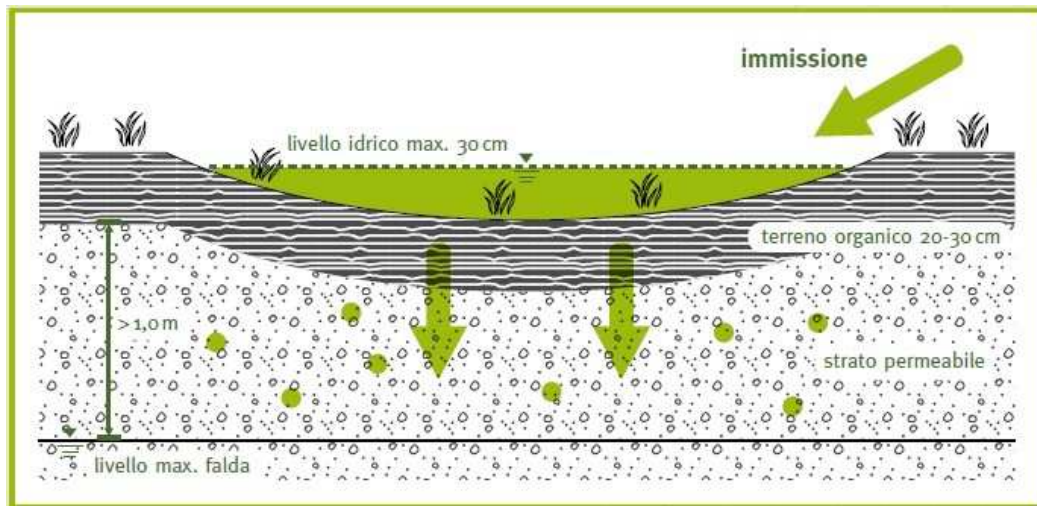


Fig. 5.8. Sezione fosso d'infiltrazione (Fonte: Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche)



Fig. 5.9. Fosso d'infiltrazione (Fonte: Pittner C., Allerton G. 2010. Suds for roads. Scots - Suds Working Party – WSP. Scotland)

Impiego: infiltrazione a fianco di superfici impermeabilizzate

Vantaggi

- rendimento depurativo molto buono;
- buona capacità d'accumulo;
- buon inserimento ambientale;
- rispetto al sistema con superfici d'infiltrazione piane può essere usato anche in terreni con minore permeabilità;
- di facile realizzazione;
- agevole cura e manutenzione;

Svantaggi

- fabbisogno di superficie;
- rischio di abusi per smaltimento illegale di rifiuti;

Note

- deve essere evitata la costipazione delle superfici (ad es. prevedendo la piantagione d'alberature oppure l'inserimento di massi o paracarri);
- le superfici dovrebbero essere sfalciate almeno annualmente asportando poi il materiale sfalciato;
- nel caso di fossi lunghi e pendenti è opportuno l'inserimento di dossi;
- nel caso di fossi accessibili, il livello massimo d'acqua non deve superare 30 cm per il rischio d'incidenti a bambini.

5.4.3. Trincee d'infiltrazione

Le trincee filtranti sono costituite da scavi riempiti con materiale ghiaioso e sabbia, realizzate con lo scopo di favorire l'infiltrazione dei volumi di runoff (attraverso la superficie superiore della trincea) e la loro successiva filtrazione nel sottosuolo (attraverso i lati e il fondo della trincea).

Le acque filtrate nella trincea si infiltrano nel terreno sottostante: la trincea viene dimensionata in modo da ottenere uno svuotamento completo dalle 12 alle 24 h successive alla fine dell'evento di pioggia e quindi in funzione dei terreni esistenti nel sito di intervento. Una trincea filtrante non ha, quindi, solo la funzione di trattenere i volumi di runoff, ma contribuisce anche al mantenimento del bilancio idrico di un sito e alla ricarica delle falde sotterranee. È bene prevedere a monte di una trincea filtrante un

dispositivo in grado di effettuare il pretrattamento delle acque di pioggia, quale ad esempio una trappola per sedimenti o una griglia, al fine di evitare che l'afflusso di sedimenti e materiale grossolano causi l'intasamento della trincea. “Le trincee filtranti sono in grado di rimuovere un'ampia varietà di inquinanti dalle acque di pioggia, attraverso meccanismi di assorbimento, precipitazione, filtrazione, degradazione chimica e batterica. Sono particolarmente adatte in zone sia commerciali che residenziali a medio-alta densità, in cui l'area drenata sia inferiore a 2 ha e il tipo di suolo presente sia abbastanza permeabile da garantire una sufficiente velocità di infiltrazione. Tale soluzione è invece inadatta in terreni caratterizzati da carsismo, a meno di eseguire accurate indagini geologiche e geotecniche, così come in terreni molto argillosi.” (Fonte: Abram P. 2011. Giardini Pensili)

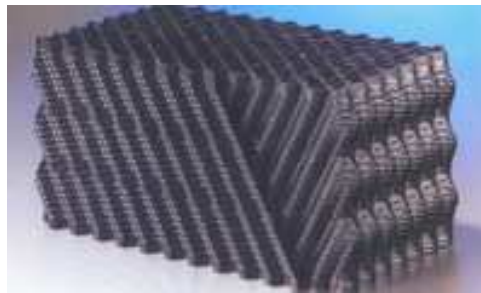


Fig. 5.10. Elemento in plastica per trincea d'infiltrazione (Fonte: Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche)

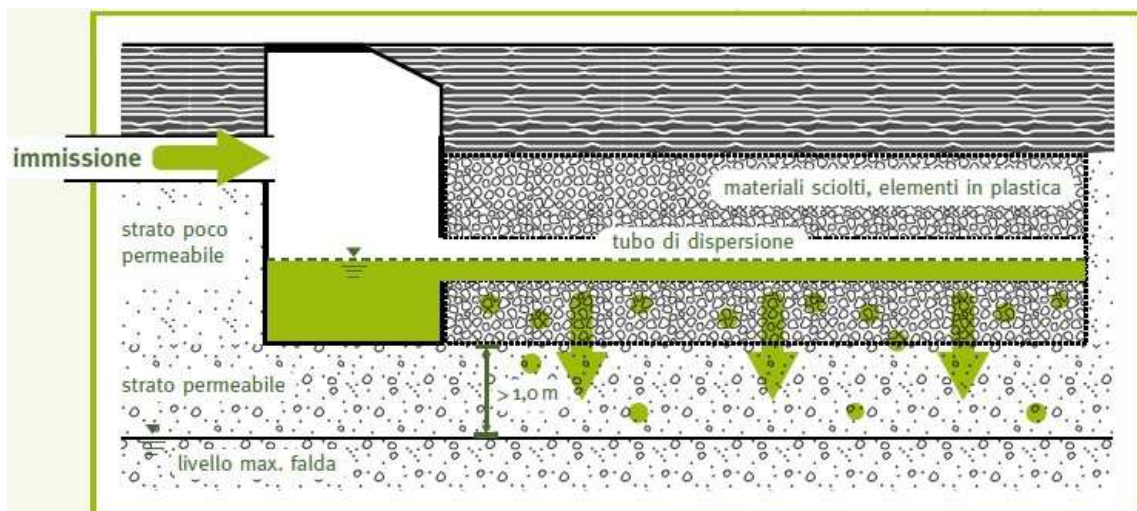


Fig. 5.11. Sezione trincea d'infiltrazione (Fonte: Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche)



Fig. 5.12 e 5.13. Trincee filtranti applicate a strade e parcheggi (Fonte: Iridra S.r.l. 2012. Gestione sostenibile delle acque di pioggia)

Impieghi

- per superare uno strato superficiale di suolo poco permeabile e raggiungere uno strato più permeabile;
- per sottosuoli con permeabilità mediocre.

Vantaggi

- basso fabbisogno di superficie;
- buona capacità d'accumulo;
- non vi sono particolari restrizioni per la destinazione d'uso delle superfici al di sopra della trincea.

Svantaggi

- rendimento depurativo molto basso;
- difficoltà per l'ispezione e la manutenzione;
- è necessario un pretrattamento delle acque meteoriche, almeno con sedimentazione;

Note

- è opportuno posare un geotessuto, ai lati e sopra la trincea per evitare l'intasamento della stessa da parte delle particelle fini;
- i fanghi devono essere estratti regolarmente dal pozzetto di sedimentazione.

5.4.4. Pozzi perdenti

Sono un'alternativa alle trincee d'infiltrazione; in questo caso l'acqua meteorica s'infiltra

nel sottosuolo in modo concentrato, mediante pozzo perdente. Questa tipologia è adatta per centri abitati con limitata superficie a disposizione, perché ha un minimo fabbisogno di superficie. Dato che l'infiltrazione dell'acqua meteorica avviene negli strati superficiali del sottosuolo, non si ha l'effetto di filtrazione attraverso gli strati microbiologicamente attivi. Pertanto è possibile utilizzare questo sistema solo per l'infiltrazione di acque che non contengano sostanze inquinanti. Eventuali sostanze sedimentabili inquinanti vanno trattate prima della dispersione con idonee vasche di sedimentazione o filtrazione. I pozzi perdenti vanno dotati di idonea copertura rialzata rispetto al terreno circostante, al fine di evitare l'infiltrazione di sostanze e materiali indesiderati.

Impieghi

Sono idonei soprattutto per case singole o in situazioni con limitata superficie a disposizione. Con una serie di pozzi perdenti collegati tra loro è possibile disperdere anche quantità d'acqua rilevanti.

Tecniche e materiali

I pozzi perdenti vengono realizzati normalmente con elementi prefabbricati in calcestruzzo. Sul fondo di questi va inserito uno strato filtrante in sabbia dello spessore di almeno 50 cm. Il fondo del pozzo perdente deve essere posto almeno 1,50 m sopra il livello massimo della falda acquifera.

Vantaggi

- impianti compatti con elevata capacità di dispersione;
- facilità di controllo della funzionalità;
- ridotti costi di realizzazione.

Svantaggi

- nessuna filtrazione attraverso gli strati del suolo attivo e pertanto scarsa tutela delle acque sotterranee.

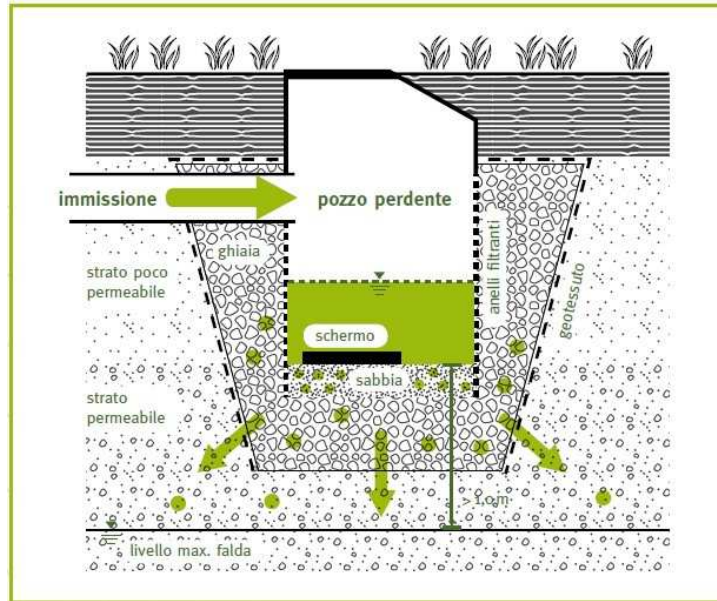


Fig. 5.14. Sezione pozzo perdente (Fonte: Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche)

5.4.5. Sistema combinati d'infiltrazione: Fossi d'infiltrazione con trincea d'infiltrazione

Questa tipologia prevede la realizzazione di fossi rinverditi abbinati a sottostanti trincee d'infiltrazione. I fossi assicurano un rendimento depurativo molto buono, mentre le trincee sotterranee aumentano la capacità d'accumulo. Questi sistemi combinati sono particolarmente idonei nel caso di suoli poco permeabili.

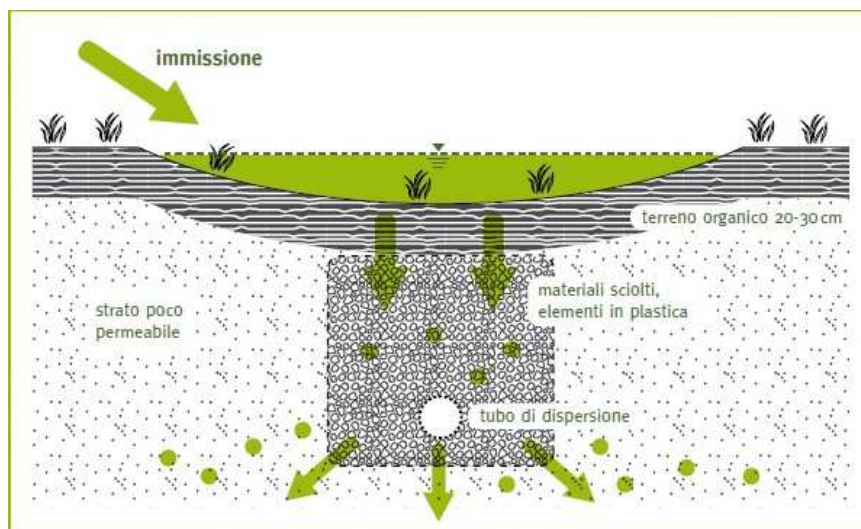


Fig. 5.15. Sezione fosso di infiltrazione con trincea d'infiltrazione (Fonte: Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche)

5.4.6 Drenaggi

Sono tubi drenanti per la dispersione diretta nel suolo delle acque meteoriche.

Con questo sistema non si ottiene la filtrazione dell'acqua attraverso lo strato attivo del suolo e, pertanto, è necessario prevedere un'adeguata sedimentazione prima della dispersione.

Impieghi

- Vengono utilizzati soprattutto con terreni poco permeabili e limitato spazio a disposizione;

Tecniche e materiali

- sono composti da un volume drenante in ghiaia 16/32 mm con un tubo drenante collocato nella parte inferiore e un geotessile di separazione;

Vantaggi

- utilizzabili anche con poco spazio a disposizione;
- utilizzabili anche con terreni poco adatti poiché è possibile realizzare volumi di ritenzione;
- facilmente realizzabili anche sotto superfici stradali;

Svantaggi

- nessuna filtrazione attraverso gli strati del suolo attivo;

5.4.7. Bacini di infiltrazione e di ritenzione

Bacini d'infiltrazione

La dispersione in bacini è particolarmente indicata per l'infiltrazione di acque meteoriche raccolte da superfici estese (oltre 1 ha). Funzionano come dei fossi ma sono più estesi e più profondi e vengono realizzati su un fondo permeabile con uno strato superficiale di terreno organico di spessore compreso fra 20 e 30 cm. Sono generalmente asciutti; dopo la pioggia si svuotano generalmente entro poche ore o al massimo entro due giorni. Vengono progettati con una limitata pendenza longitudinale (< 4%), in modo che il flusso mantenga una velocità tale da consentire la sedimentazione dei solidi sospesi e da non provocare fenomeni erosivi.

I bacini di infiltrazione esercitano un'azione di ricarica della falda sotterranea, che in alcuni casi può risultare effettivamente necessaria per correggere l'alterazione,

determinata dall'urbanizzazione, del ciclo naturale dell'acqua.

Essi esercitano anche un'azione di controllo della qualità: la percolazione attraverso l'eventuale strato vegetato e gli strati di terreno sottostanti consentono la parziale rimozione di alcuni inquinanti (in particolare: solidi sospesi, batteri, BOD). Tuttavia, altri inquinanti, come i solventi e gli idrocarburi, potrebbero raggiungere la falda. Spesso, in questi impianti si verifica una progressiva diminuzione della permeabilità del suolo per via della occlusione delle porosità operata dai sedimenti trascinati dall'acqua.

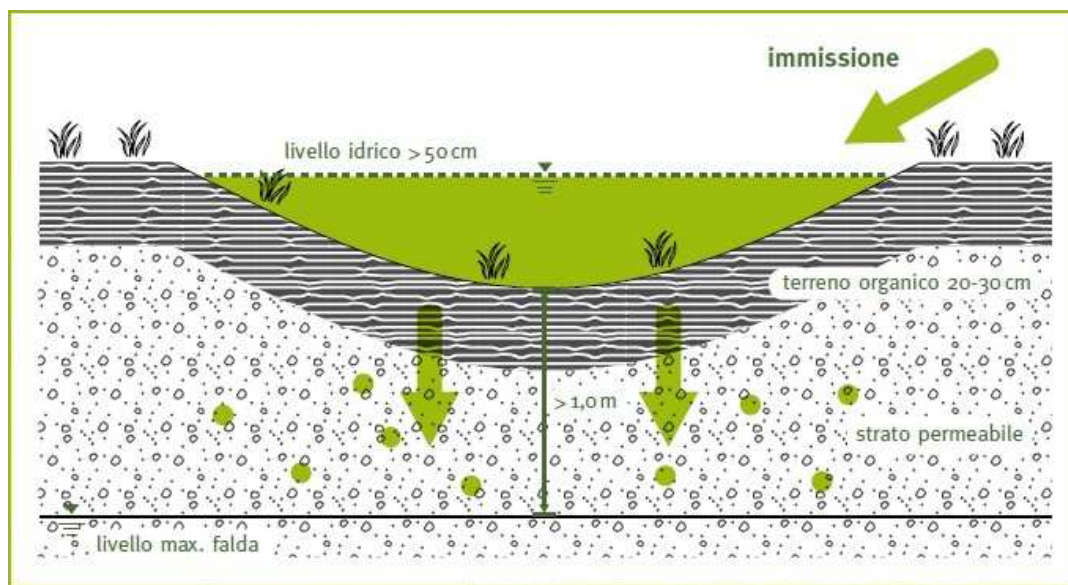


Fig. 5.16. Sezione fosso bacino d'infiltrazione (Fonte: Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche)



Fig. 5.17 e 5.18. Bacini d'infiltrazione a Bolzano (Fonte: Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche)

I *bacini di ritenzione* sono strutture progettate per intercettare le acque di pioggia, contenerle temporaneamente per poi rilasciarle lentamente al termine dell'evento meteorico. Il principale obiettivo di questi bacini è il controllo quantitativo attraverso la

riduzione dei picchi di piena provocati dalle piogge. “Possono essere progettati per mantenere permanentemente all’interno un certo volume di acque (detention basin) oppure in modo da svuotarsi completamente nel giro di 24 - 48 ore (dry detention basin). La capacità di rimozione degli inquinanti normalmente si limita alla rimozione dei solidi sospesi associata alla sedimentazione all’interno del bacino. L’efficienza di rimozione può essere migliorata inserendo uno stagno di sedimentazione primaria all’ingresso del bacino che favorisca l’accumulo dei solidi più grossolani. I bacini di ritenzione vengono normalmente utilizzati per rimuovere sostanze inquinanti e nel contempo ridurre le portate di runoff delle acque verso il corpo recettore finale. La qualità delle acque è migliorata dalla rimozione delle sostanze sedimentabili e galleggianti e delle sostanze inquinanti ad esse associate. Il controllo delle portate di runoff serve a ridurre le portate dei canali di drenaggio diminuendo i fenomeni di erosione e le possibili esondazioni.” (Fonte: Abram P. 2011. Giardini Pensili)



Fig. 5.19. Bacino di detenzione (Fonte: CIRIA - Susdrain.org. 2012 Filtration Overview)

5.4.8. Stagni

Gli stagni per le acque meteoriche sono dei bacini che rimangono sempre pieni d’acqua che vengono dimensionati e configurati per permettere una significativa rimozione di inquinanti provenienti da acque di prima pioggia. La capacità del bacino viene calcolata in funzione della concentrazione di solidi che si vogliono rimuovere e della superficie del bacino di raccolta delle acque.

Possono essere di vario tipo e progettati per trattenere in modo permanente o

temporaneo le acque di pioggia.

“Uno stagno permanente è un sistema per il controllo delle acque di pioggia costituito da un bacino permanentemente allagato soprattutto nei periodi piovosi. Il volume di questo bacino viene dimensionato in base alla capacità di ritenzione dei particolati inquinanti richiesta. Qualora si voglia provvedere a una rimozione aggiuntiva di sostanze inquinanti, si prevede un’area umida all’interno del bacino stesso. Gli stagni temporanei sono quei bacini che non hanno una vasca per la ritenzione permanente ma ricevono le acque di pioggia e le trattengono per un breve periodo per poi rilasciarle lentamente. Questi bacini possono avere diverse sistemazioni in quanto, non essendo permanenti, possono essere inclusi in aree adibite per altre soluzioni quali parcheggi, campi sportivi o spazi aperti.

Questa soluzione ha soprattutto un significato idraulico, in quanto lo stoccaggio temporaneo delle acque di prima pioggia limita i flussi di piena. D’altra parte questi stagni hanno la tendenza a risospendere i solidi depositatisi all’interno con le piene e quindi non sono la soluzione migliore per quanto riguarda l’abbattimento degli inquinanti. Se si vuole migliorare anche questo aspetto occorre utilizzare altre soluzioni quali i bacini a ritenzione prolungata.” (Fonte: Abram P. 2011. Giardini Pensili)

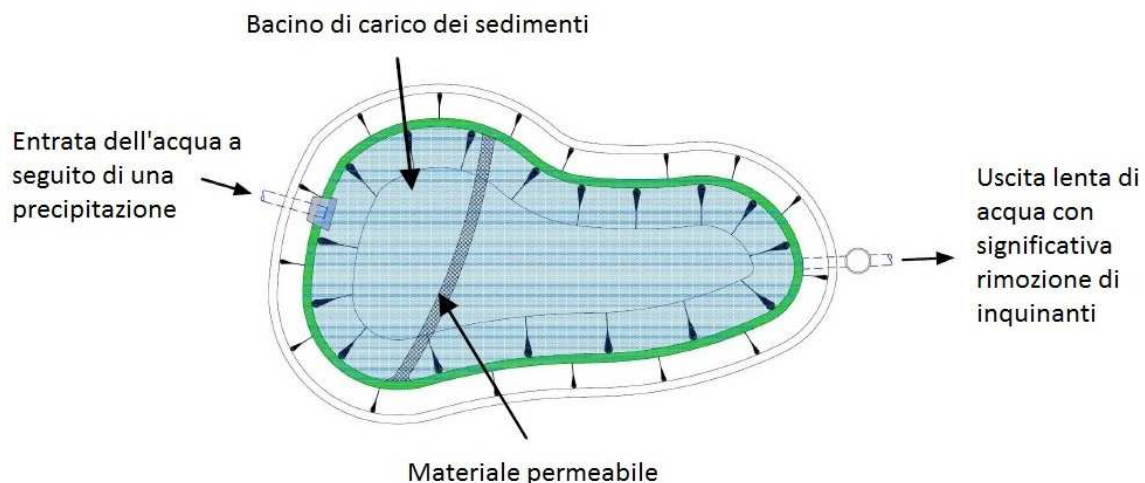


Fig. 5.20. Schematizzazione di uno stagno (Fonte: Pittner C., Allerton G. 2010. Suds for roads. Scots - Suds Working Party – WSP. Scotland)



Fig. 5.21. e 5.22 Stagni (Fonte: Iridra S.r.l. 2012. Gestione sostenibile delle acque di pioggia)

5.4.9. Zone umide

Se la morfologia del terreno (depressioni evidenti) e lo spazio disponibile lo consentono, è possibile integrare lo smaltimento delle acque meteoriche con la creazione di zone umide. Le zone umide con la loro particolare flora e fauna possono rappresentare una valorizzazione per le superfici limitrofe ad aree edificate.

L'acqua meteorica raccolta con opportune canalizzazioni superficiali o sotterranee viene convogliata alla zona umida in cui, in rapporto alle varie situazioni climatiche e di permeabilità del sottosuolo, l'acqua può evaporare o infiltrare nel sottosuolo. Deve essere scelta un tipo di vegetazione idonea a sopportare periodi con ristagno d'acqua e periodi siccitosi. Per le situazioni estreme va previsto uno scarico di troppopieno in un sistema di infiltrazione, in fognatura bianca o in acque superficiali.

Inoltre le zone umide possono avere un controllo quantitativo attraverso lo stoccaggio temporaneo dell'evento di piena, ma la sedimentazione e un'intensa attività biologica all'interno del bacino sono in grado di rimuovere una considerevole quota di sostanze nutrienti.

Vantaggi

- ottimi rendimenti di depurazione per solidi sospesi e particolato;
- parametri microbiologici;
- riduzione dei picchi di piena;
- habitat naturali in ambito urbano;

- costi di manutenzione contenuti.

Svantaggi

- consumo dell'area;
- necessità di un minimo battente idrico per la vegetazione acquatica;
- progettazione attenta che consenta un buon sviluppo della vegetazione ed elimini il rischio di proliferazione di zanzare.



Figura 5.23. Esempio di zona Umida (Fonte: Iridra S.r.l. 2012. Gestione sostenibile delle acque di pioggia)

5.5. Immissione delle acque meteoriche in acque superficiali

“L'immissione delle acque meteoriche nelle acque superficiali dovrebbe, in linea generale, essere limitata al caso delle acque meteoriche con un grado d'inquinamento considerevole. In tutti gli altri casi, l'immissione in acque superficiali dovrebbe avvenire solamente in casi eccezionali e alle seguenti condizioni:

- sono state considerate tutte le possibilità per contenere il deflusso di acque meteoriche;
- non è possibile il recupero e l'utilizzo delle acque meteoriche;
- l'infiltrazione delle acque meteoriche non è realizzabile tecnicamente oppure non è sufficiente. Seguendo questi principi si può ottenere un carico idraulico sensibilmente inferiore sulle reti fognarie e nel caso di nuove reti possono essere sufficienti fognature di dimensioni più ridotte.” (Fonte: Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche.)

5.5.1. Sistemi di pretrattamento naturali

I sistemi precedentemente visti raggiungono livelli di funzionamento migliori e richiedono minore impegno manutentivo se preceduti da pre-trattamenti in grado di bloccare parte dei solidi trascinati dalle acque di dilavamento.

Prima dell'infiltrazione, oppure prima dell'immissione in acque superficiali, le acque meteoriche vanno sottoposte ad un eventuale pretrattamento in relazione al grado d'inquinamento tramite pretrattamenti fisici, biologici o combinati.

Nel caso dei pretrattamenti fisici le sostanze inquinanti pesanti si depositano sul fondo, nei cosiddetti manufatti di sedimentazione. Questi impianti possono inoltre essere dotati di dispositivi per trattenere anche le sostanze più leggere dell'acqua come ad es. olio o benzina.

Se sono necessari trattamenti di depurazione più spinti possono essere realizzati impianti di depurazione per le acque meteoriche. Questi manufatti hanno un fabbisogno maggiore di superficie e soprattutto un fabbisogno di manutenzione più elevato. Nel caso dei pretrattamenti biologici le acque meteoriche vengono depurate tramite il passaggio attraverso uno strato di suolo rinverdito e vegetato. Per questo motivo, questa tipologia d'impianto è denominata suolo o terra filtrante. Possono essere raggiunti rendimenti depurativi molto buoni.

5.5.2. Sistemi vegetati

Una soluzione che assicura un livello di trattamento piuttosto elevato è costituita dall'impiego di aree di ritenzione vegetate. Tali sistemi sono utilizzati per il drenaggio di superfici ridotte (< 2 ha) e possono essere facilmente inseriti all'interno del tessuto urbano. Tra le applicazioni più diffuse si contano l'inserimento lungo i margini delle carreggiate stradali, all'interno di parcheggi o soluzioni al servizio di singoli edifici.

“Un'area di ritenzione vegetata è un'area a verde strutturata artificialmente al fine di raccogliere e trattare le acque meteoriche drenate da una superficie impermeabilizzata (es. piazzali, tetti, parcheggi). Tipicamente questi sistemi sono costituiti da una fascia con copertura erbosa disposta tra la superficie drenata e la zona di ristagno, un'area avvallata vegetata, nella quale si ha il ristagno temporaneo delle acque meteoriche, un sistema di drenaggio, disposto sul fondo. Le acque di dilavamento sono convogliate tramite deflusso superficiale all'area di ritenzione vegetata. La fascia con copertura erbosa effettua un'azione di filtraggio del materiale più grossolano e di rallentamento della velocità di deflusso. Nell'area di ristagno si ha un accumulo temporaneo e un'ulteriore deposizione di materiale trasportato. Lo strato di materiale organico effettua una prima filtrazione delle acque meteoriche e favorisce la crescita di microrganismi che provvedono ad una degradazione della materia organica trasportata. Lo spessore di suolo vegetativo svolge la funzione di sistema di filtrazione; le particelle argillose del suolo forniscono siti per l'adsorbimento di inquinanti. La vegetazione garantisce la stabilità del suolo e partecipa all'azione di trattenimento degli inquinanti.” (Comune di Firenze e Iridra. 2008. Linee Guida per un regolamento del verde)

Aspetti manutentivi

Pulizia e il taglio delle specie erbacee presenti nel canale filtrante e sulle sponde del canale vegetato minimo una volta l'anno e la pulizia dei canali drenanti.

Vantaggi

- elevata flessibilità;
- ottimo inserimento ambientale;
- discrete rese depurative soprattutto dovute a meccanismi di filtrazione e adsorbimento;
- scarsa manutenzione.

Svantaggi

- Richiede superfici piuttosto elevate.

Tra i sistemi vegetati rientrano le fasce filtro, le aree tampone e i canali inerbiti.

Le fasce filtro sono sezioni di terreno densamente vegetate progettate per convogliare le acque di pioggia in maniera laminale da un'area urbanizzata adiacente attraverso superfici alberate o solamente inerbite. La riduzione della velocità di flusso risultante dal passaggio attraverso una superficie densamente vegetata determina la rimozione delle sostanze particolate inquinanti attraverso la sedimentazione, favorisce l'infiltrazione nel suolo e riduce la potenziale erosione dei canali. Per tale motivo le fasce filtro possono contribuire anche alla riduzione dei volumi delle acque di pioggia e alla ricarica delle falde. I migliori risultati in termini di qualità delle acque vengono ottenuti con fasce che contengono vegetazione autoctona sviluppatasi in maniera naturale. Essenzialmente provvedono al miglioramento della qualità delle acque e non hanno alcuna funzione di ritenzione o infiltrazione al fine di ridurre i picchi di portata.



Figura 5.24. Schema di fascia filtro (Fonte: Clemson Cooperative Extension. 1999. Vegetated Buffer Strips)

Le aree tampone sono delle barriere naturali o artificiali costituite da una vegetazione perenne e gestite in modo da ridurre l'impatto di aree potenzialmente inquinanti sulla qualità delle acque in aree adiacenti.

Sono utili nel separare modalità di utilizzo del territorio incompatibili tra loro e nel ridurre l'impatto di attività che rappresentano una potenziale fonte d'inquinamento per corpi recettori vicini. Le superfici possono essere costituite da strisce lineari oppure avere forme libere che seguono il territorio.

Le aree tampone servono soprattutto a migliorare la qualità delle acque e normalmente

non provvedono a un'adeguata ritenzione in grado di ridurre i picchi di flusso. Sono in grado invece di ridurre le velocità di scorrimento delle acque e favorirne l'infiltrazione nel terreno. La riduzione delle velocità di flusso contribuisce alla rimozione di particolato inquinante attraverso la sedimentazione e riduce nel frattempo la potenziale erosione o degradazione dei canali. Le aree tampone, inoltre, contribuiscono alla ricarica delle falde.

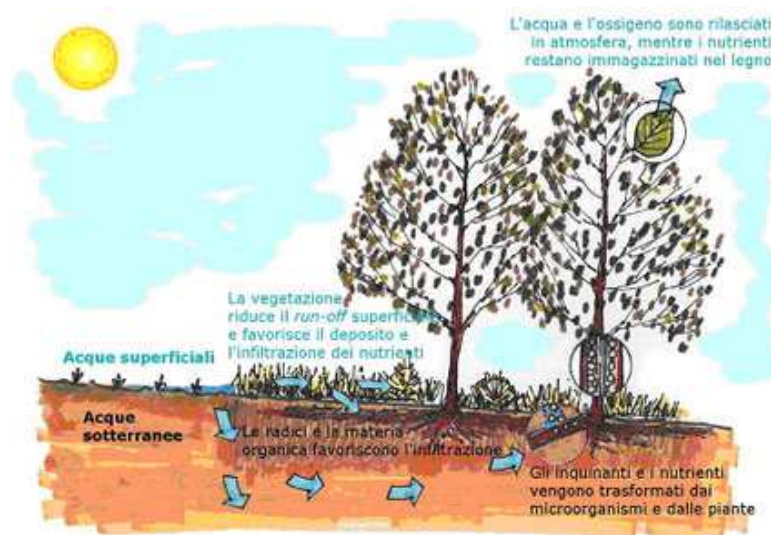


Fig. 5.25 Schema di area tampone (Fonte: ATS - Progetto Sardegna Sostenibile. 2008. La depurazione delle acque: l'inquinamento di origine diffusa)

I canali inerbiti sono canali rivestiti da erba o piante resistenti all'erosione, costruiti per far defluire le acque di pioggia in maniera regolare, sfruttando la capacità della vegetazione di ridurre la velocità di flusso. Non vengono di norma progettati per controllare i picchi di portata; per fare questo vengono spesso utilizzati in combinazione con altri sistemi BMP. "In applicazioni con pendenze eccessive, i canali inerbiti possono presentare sul fondo del letto delle depressioni o delle piccole paratoie in grado di rallentare ulteriormente i flussi e aumentare la capacità di ritenzione idraulica. I canali inerbiti sono comunque soprattutto dei sistemi di convogliamento delle acque di prima pioggia studiati per trasportare le acque senza associare quei fenomeni di erosione presenti con elevate velocità di flusso. La riduzione dei flussi risultante dalla laminazione su una vegetazione compatta comporta una riduzione nei picchi in uscita. Gli inquinanti possono essere rimossi dalle acque attraverso processi di filtrazione legati alla vegetazione, per deposizione, oppure in alcuni casi per infiltrazione nel terreno dei nutrienti in forma solubile. Il grado di depurazione raggiungibile dipende soprattutto dal

tempo di residenza delle acque nel canale e dal grado di contatto con la vegetazione e con la superficie del terreno.” (Fonte: Abram P. 2011. Giardini Pensili)

Aspetti manutentivi

- taglio dell'erba;
- rimozione dei sedimenti;
- ispezione delle sponde e del letto per individuare eventuali processi erosivi;
- ripulitura del canale da rifiuti e detriti;
- possono ridurre i volumi di runoff attraverso l'infiltrazione su suoli permeabili.

Svantaggi

- rischio di risospensione ed erosione;
- nelle zone residenziali, possono creare problemi a causa dell'acqua stagnante.



Fig. 5.26 Esempio di canale inerbito (Comune di Firenze e Iridra. 2008. Linee Guida per un regolamento del verde)

5.5.3. Sistemi filtranti

I filtri naturali vegetati (bioritention) sono studiati per simulare l'ecosistema di un bosco con una combinazione di filtrazione del suolo e assorbimento da parte della vegetazione. La superficie vegetata nel sottosuolo comprende un sistema di drenaggio per la raccolta delle acque che hanno attraversato il terreno e lo strato radicale ed è progettata per apparire il più naturale possibile. Questo conferisce all'area un aspetto estremamente attraente. “L'acqua di pioggia penetra nel sistema e viene momentaneamente stoccata in uno stagno poco profondo posto all'interno dell'area. Da questo stagno l'acqua in parte filtra lentamente attraverso il terreno e in parte viene assorbita dalle piante. Durante l'evento meteorico le sole acque di prima pioggia si

raccogliono nel sistema mentre le restanti, se il fenomeno è molto intenso, vengono bypassate e indirizzate direttamente al sistema di drenaggio. La pioggia intrappolata filtra attraverso il substrato per poi drenare nello stormwater system". (Fonte: Abram P. 2011. Giardini Pensili).

Tali sistemi sono in genere utilizzati in siti urbanizzati per aree non troppo estese come piazzali e parcheggi. I pre-trattamenti possono essere canali inerbiti, fasce filtro. Devono essere progettati per drenare il 5-10% dell'area ed accumulare non più di 20 cm d'acqua sopra il letto drenante.

Aspetti manutentivi

- taglio dell'erba periodico;
- ispezione della vegetazione per evitare la formazione di vie di scorrimento preferenziali.

Vantaggi

- favoriscono la ricarica delle falde sotterranee;
- contenuti costi di costruzione.

Svantaggi

- richiedono ampi spazi;
- generalmente possono essere impiegati solo come pretrattamento.

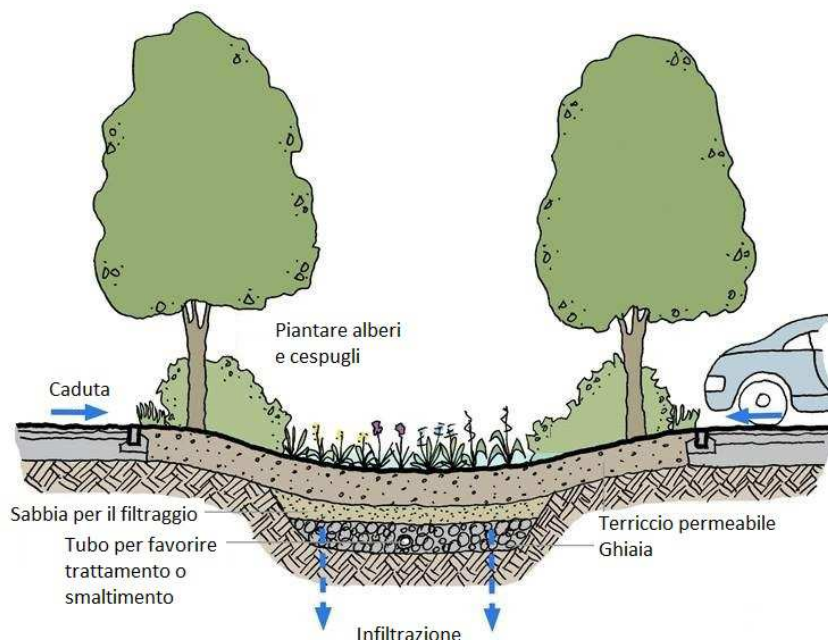


Fig. 5.27 Schema di Bioretention (Fonte: CIRIA - Susdrain.org. 2012 Filtration Overview)



Fig. 5.28 Bioretention (Fonte: Pittner C., Allerton G. 2010. Suds for roads. Scots - Suds Working Party – WSP. Scotland)

CAPITOLO 6. I tetti verdi

6.1. Aspetti tecnici per la realizzazione dei tetti verdi

Nelle prossime pagine, si è posta particolare attenzione agli aspetti tecnici per la realizzazione dei tetti verdi sia per quanto riguarda gli elementi della progettazione come ad esempio la stratigrafia, la pendenza, i materiali utilizzati, i drenaggi, la manutenzione, sia per quanto riguarda le diverse soluzioni progettuali che possono essere adottate.

Le informazioni sono state raccolte grazie al contributo dell'azienda Climagrün di Bolzano che ha costruito alcuni tetti verdi nel quartiere Casanova di Bolzano, in particolare i condomini EA6, EA7 ed EA8. Nata nel 2002 è un'azienda di commercio e servizi nel settore delle costruzioni a verde, specializzata nella realizzazione di prodotti e servizi d'innovazione e punto di riferimento per qualsiasi tipo di spazi verdi associati agli edifici.

6.1.1. Elementi di controllo al momento della progettazione:

Impermeabilizzazione e strato anti-radice

- impermeabilizzazione anti-radice: uno strato anti-radice addizionale non è necessario;
- impermeabilizzazione senza funzione anti-radice: uno strato anti-radice è tassativo.

Pendenza

- tetto piano da 0° a 5°: è possibile qualsiasi tipo di inverdimento;
- tetto spiovente da 5° a 50°: bisogna considerare le forze di spinta e l'erosione.

Carico statico

- tenere conto del peso proprio dell'inverdimento con la massima saturazione idrica, nonché del carico della neve, del vento e di carichi accidentali;
- portata elevata della copertura: sono possibili sistemi di inverdimento di peso e altezza considerevole;
- portata ridotta della copertura: sono possibili sistemi di inverdimento di poco spessore nonché delle soluzioni speciali come soluzioni leggere.

Drenaggio

- numero sufficiente di scarichi;
- strati drenanti idonei.

Sintonia con altri elementi costruttivi

- il verde pensile in combinazione con impianti fotovoltaici, cupole, verde vicino a impianti tecnici.

Condizioni sul tetto

- tener conto della radiazione solare, esposizione al vento, ombra, inquinamento.

Allacciamento d'acqua sul tetto

- per permettere l'irrigazione degli inverdimenti intensivi;
- per permettere l'irrigazione iniziale degli inverdimenti estensivi.

Forma, varietà ecologica e costi

- esigente: giardino pensile o prato naturale per l' utilizzo intensivo;
- poco esigente: inverdimento estensivo con spessore ridotto;
- meno esigente è il progetto, più basso è l'investimento.

Manutenzione

- tenere conto della manutenzione della rispettiva soluzione di inverdimento;
- manutenzione periodica per gli inverdimenti intensivi, manutenzione ridotta per le coperture estensive.

Accessibilità al tetto

- per usufruire del giardino pensile;
- ai fini di manutenzione e cura.

6.1.2. Elementi di costruzione dei tetti verdi

1. Impermeabilizzazione e antiradice

Per la realizzazione di membrane impermeabilizzanti si possono impiegare materiali bituminosi, sintetici o di caucciù. Per coperture a verde lo strato impermeabilizzante deve comprendere obbligatoriamente una funzione antiradice che può essere direttamente integrata nel manto impermeabile e formerebbe lo strato superiore, o in alternativa, è possibile aggiungere uno strato antiradice sopra un manto che non dispone

di tale funzione. Per quanto riguarda la resistenza dello strato antiradice, si consiglia di non scegliere lo spessore minimo consentito, ma di basarsi sulla destinazione d'uso. L'impermeabilizzazione e la funzione antiradice occupano un ruolo importante nella realizzazione di tetti verdi e richiedono perciò speciale attenzione. Per questo motivo è importante tener presente che:

- il manto impermeabile deve essere privo di giunture (manto saldato o manto incollato) e deve coprire tutta la superficie;
- la resistenza alle radici deve essere garantita dal fornitore;
- i risvolti verticali del manto impermeabile devono raggiungere una quota maggiore di 10 cm ovvero 15 cm sulla struttura di inverdimento;
- in caso ad esempio di camini, areazioni, lucernari, parapetti, scarichi sono necessarie soluzioni specifiche;
- le piante rizomatose sono da evitare.



Fig. 6.1. Sistema d'impermeabilizzazione e antiradice (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

2. Pendenza e struttura del tetto

Generalmente è possibile realizzare coperture verdi su tetti di qualsiasi forma e struttura. Al momento della scelta del sistema di inverdimento bisogna tener conto di alcuni criteri, come la protezione dall'erosione e le forze di spinta nel caso di tetti inclinati, l'acqua stagnante per i tetti a 0° o la statica. Per un tetto verde la struttura portante non è di prima importanza. Generalmente la realizzazione di tetti verdi è possibile sia su strutture leggere sia su coperture in calcestruzzo. La scelta del tipo di

vegetazione e quindi del sistema d'inverdimento, dipende del tutto dalla portata del terreno. Nel calcolo statico è sempre necessario tenere conto del peso del sistema d'inverdimento utilizzato e si deve sempre includere il peso supplementare del tetto verde. È importante integrare nel calcolo il peso proprio dell'inverdimento in stato di massima saturazione idrica, il carico neve, il carico accidentale e il carico di vento. Il peso di un tetto verde dipende dal tipo di vegetazione e dalla corrispondente altezza della struttura. Di conseguenza, l'inverdimento estensivo avrà sempre un peso ridotto rispetto all'inverdimento intensivo. In generale si può calcolare il peso con la massima saturazione idrica per ogni cm con ca. 12 - 17 kg/m² ed il peso della vegetazione deve essere calcolato a parte.

I tetti più comuni sono quelli piani, i quali dovrebbero essere provvisti di una pendenza minima di 1° in direzione degli scarichi, in modo da evitare acqua stagnante e la formazione di pozzanghere.

Esistono diverse modalità per la realizzazione delle pendenze da 1° a 2°:

- pendenza creata al di sotto del manto impermeabile;
- pendenza creata con l'isolamento (pannelli a spessore variabile).
- pendenza creata con la struttura portante.

Alcuni esempi di morfologia dei tetti sono: tetti piani, tetti inclinati a una o due falde, tetti a botte e tetti a cupola.



Tetto a due falde Tetto a una falda Tetto piatto Tetto a botte Tetto a cupola

Tab. 6.1. Tipologie di tetti (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

3. Drenaggio

Nonostante i tetti verdi trattengono buona parte delle acque piovane, una quantità più o meno grande d'acqua in eccesso si accumula nel corso dell'anno. Per un drenaggio impeccabile è quindi fondamentale il calcolo del deflusso idrico di un tetto verde. Generalmente gli elementi di drenaggio vengono posati sulla superficie intera per

garantire un veloce ed efficace smaltimento dell'acqua eccedente verso gli scarichi. A seconda delle esigenze, si differenziano nei loro valori tecnici come la capacità di riempimento, capacità di drenaggio, resistenza alla compressione ed altezza strutturale e svolgono pertanto funzioni di accumulo idrico, di protezione e di compensazione in caso d'acqua stagnante.

E' consigliabile l'impiego di un dispositivo di riscaldamento nelle zone di scarico, al fine di prevenire la formazione di ghiaccio. Tale riscaldamento sarà regolato attraverso un termostato in funzione alla temperatura esterna.



Fig. 6.2. Elemento di drenaggio e accumulo idrico posata sulla superficie (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

Le tre principali soluzioni per il drenaggio sono: drenaggio attraverso scarichi interni, drenaggio attraverso canalette di drenaggio, drenaggio attraverso le grondaie.

- *Drenaggio attraverso scarichi interni*

Il percorso dell'acqua verso gli scarichi deve essere il più corto possibile. È importante che gli scarichi siano resi impermeabili e che esista una pendenza minima di 1°-2° in direzione di questi ultimi. La normativa italiana per i tetti verdi, richiede la completa accessibilità e ispezionabilità degli scarichi senza dover agire sulla struttura del tetto verde. Per questo motivo la norma UNI 11235 richiede l'utilizzo dei pozzetti d'ispezione.

Particolari pozzetti d'ispezione sono adatti sia per l'inverdimento estensivo che per l'inverdimento intensivo e possono essere installati fino ad un'altezza di un metro. Attraverso le fessurazioni laterali a forma di alveare, il pozzetto è più leggero rispetto ad

altri prodotti, senza perdere la sua resistenza. Inoltre, le aperture laterali del pozzetto permettono un drenaggio efficace e la connessione con tubi drenanti di diverse misure.

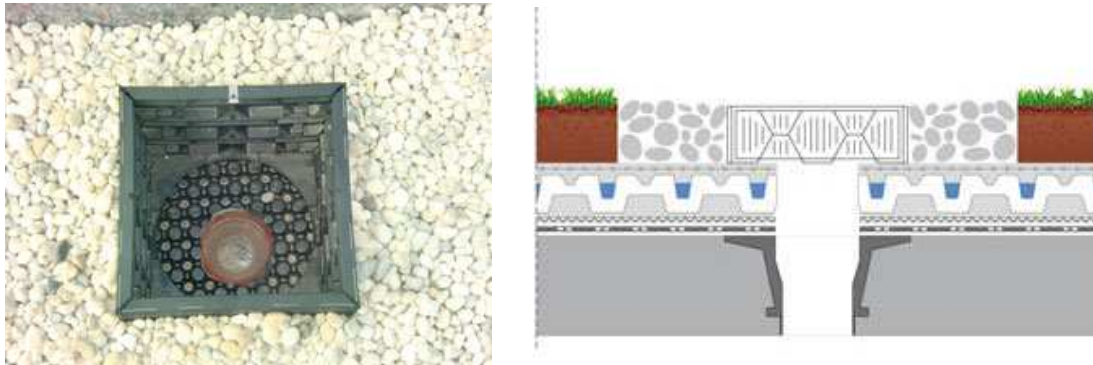


Fig. 6.3. e 6.4. Pozzetto d'ispezione e sezione pozzetto d'ispezione sopra lo scarico (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

- *Drenaggio attraverso canalette di drenaggio*

In prossimità di facciate, superfici pavimentate e altre strutture verticali bisogna considerare una quantità di deflusso idrico più elevata e prendere provvedimenti per captare e convogliare le acque di scorrimento superficiali. Le canalette di drenaggio garantiscono il rapido allontanamento delle acque meteoriche e possono essere utilizzate su terrazzi, in prossimità di facciate ed altre strutture verticali. Le canalette possono essere realizzate in acciaio zincato o acciaio inossidabile. Un'ulteriore fascia libera di vegetazione (bordo in ghiaia, lastre o simile) di ca. 50 cm, protegge la vegetazione dalle acque provenienti dalle facciate.

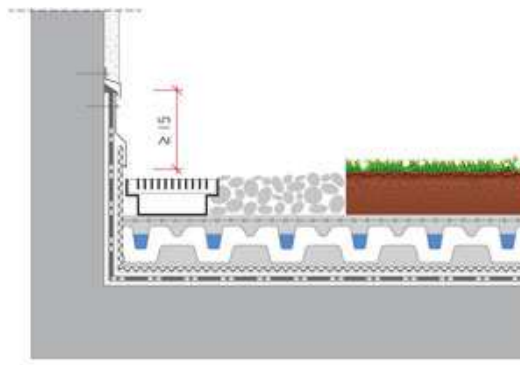
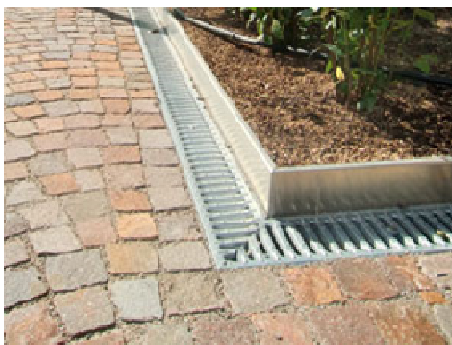


Fig. 6.5. – 6.6. Drenaggio attraverso canalette di drenaggio (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

- *Drenaggio attraverso le grondaie*

Per garantire il deflusso delle acque piovane è necessario che le grondaie restino libere

da particelle fini come sabbia o humus. L'applicazione di una chiusura appropriata del tetto verde è perciò indispensabile. Gli elementi di chiusura sono la soluzione ideale e permettono un drenaggio efficace. Vengono sistemati sul bordo del tetto, al di sopra della gronda, in modo da evitare l'infiltrazione di sporcizia proveniente dalla struttura d'inverdimento.



Fig. 6.7. Drenaggio attraverso la grondaia (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

4. Bordo in ghiaia

Si raccomanda in genere la posa di una fascia in ghiaia di ca. 50 cm sui perimetri e raccordi. Le fasce in ghiaia svolgono infatti molteplici funzioni:

- costituiscono una protezione antincendio per superfici di larga estensione;
- proteggono contro il risucchio del vento per edifici di una certa altezza;
- proteggono facciate contro gli schizzi d'acqua;
- migliorano il drenaggio vicino a raccordi e risvolti verticali;
- creano una distanza di sicurezza senza vegetazione, proteggendo così i risvolti verticali;
- proteggono la vegetazione dalle acque provenienti dalle facciate;
- come materiale di riempimento sotto le tettoie dove la crescita di vegetazione è impossibile.

Per la protezione del manto impermeabile, la norma italiana per tetti verdi UNI 11235, prescrive l'utilizzo di "ghiaia tonda lavata".



Fig. 6.8. Bordo di ghiaia con elemento di separazione in alluminio (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

5. Substrato

L'elemento cruciale per un buon inverdimento è costituito dall'impiego di substrati speciali per tetti verdi. Composti da materie prime naturali come lava e pomice e le distanze ridotte di trasporto, sono le caratteristiche che rispecchiano perfettamente l'impegno per la sostenibilità, proprio delle costruzioni a verde.

Lo spessore dei substrati dipende dal tipo di vegetazione desiderata ed è definito dalla norma italiana per tetti verdi UNI 11235. La tabella sottostante indica lo spessore a seconda della tipologia di vegetazione.

Tipo di vegetazione	Profondità in cm							
	8	10	15	20	30	50	80	100
Sedum	✕							
Graminacee e erbe		✕						
Grandi cespugli/tappezzanti			✕					
Prato			✕					
Boscaglia piccola/arbusti				✕				
Boscaglia grande/alberi piccoli					✕			
Alberi di III ^a cat.						✕		
Alberi II ^a cat.							✕	
Alberi I ^a cat.								✕

Tab. 6.2. Spessore substrato a seconda della vegetazione (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

6. Protezione anti-risucchio e resistenza al vento

Il vento può provocare delle sollecitazioni molto rilevanti sulla copertura, sia in modo diretto ma anche attraverso vortici che possono aggredire il manto impermeabile e la struttura d'inverdimento. La protezione anti-risucchio ha la funzione di garantire la stabilità del manto impermeabile e degli strati appartenenti, evitando che vengano sollecitati dalle forze del vento. Esistono i seguenti modi di protezione:

- attraverso il carico del tetto verde o tetto zavorrato;
- attraverso il fissaggio meccanico dell'impermeabilizzazione;
- attraverso aderenza totale dell'impermeabilizzazione.

L'azione del vento e il risultante carico necessario, dipende da vari fattori e viene determinato da un calcolo specifico.

Per resistenza al vento si intendono i provvedimenti che hanno l'obiettivo di proteggere gli strati della struttura d'inverdimento dal vento e sono tali a partire dal momento in cui presentano un manto erboso sviluppato. È comunque consigliabile prendere delle precauzioni, quali:

- disporre di fasce di ghiaia vicino a bordi, angoli e raccordi;
- utilizzare coperchi richiudibili per i pozzetti d'ispezione;
- eseguire una manutenzione periodica.

Tetti verdi ad alta esposizione al vento necessitano di alcuni provvedimenti speciali come:

- l'utilizzo di stuoie pre-coltivate di sedum per garantire la protezione immediata dalla forza del vento grazie alle piante completamente sviluppate;
- idro-semina per evitare l'azione del vento sulla vegetazione e sul substrato;
- griglie in calcestruzzo o lastre in prossimità di bordi, angoli e raccordi per incrementare il peso della struttura d'inverdimento;
- dispositivi di ancoraggio per alberature su tetti verdi intensivi.



Fig. 6.9. Esecuzione resistente al vento attraverso griglie in calcestruzzo sul perimetro della copertura (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

7. Irrigazione

Tutti i sistemi che hanno un peso contenuto sono in grado di accumulare una notevole quantità d'acqua. Di conseguenza, gli inverdimenti estensivi sono autosufficienti nelle regioni settentrionali dell'Italia, in quanto approfittano delle naturali precipitazioni. È buona norma prevedere comunque un allacciamento d'acqua munito di pressione sufficiente, permettendo le irrigazioni iniziali durante lo stadio di crescita nonché delle eventuali irrigazioni di soccorso in caso di lunghi periodi di siccità. Gli inverdimenti intensivi, caratterizzati da un'alta varietà di vegetazione, sono paragonabili a dei giardini legati al suolo e richiedono sempre un approvvigionamento idrico artificiale.

8. Piante – Vegetazione

Per far sì che gli inverdimenti possano essere praticamente autosufficienti dopo l'avvenuto attecchimento, è necessario che le tipologie di vegetazione utilizzate dispongano di capacità adattive e rigeneratrici. Un ampio assortimento riguarda piante succulenti, graminacee ed erbe che possiedono tali caratteristiche e sono disponibili sotto forma di miscugli di sementi, germogli di sedum, microzolle di sedum e stuoie precoltivate di sedum. La scelta di una di queste possibilità condiziona il costo e la velocità della crescita del tetto verde. Il periodo ideale per l'inverdimento sono i mesi da Aprile a Giugno e da Settembre a Ottobre. La qualità della crescita della vegetazione è determinata dalla situazione climatica e dall'intensità della manutenzione.

Lo spargimento della semina per l'inverdimento può avvenire in quattro modi:

Semina di miscugli di sementi o germogli di sedum

I germogli di sedum (80gr/m²) o il miscuglio di sementi (2gr/m²) vengono distribuiti uniformemente sul substrato. Dopodiché vengono rastrellate leggermente in modo da creare un contatto diretto con il substrato. Caratteristiche:

- modalità economica d'inverdimento;
- comprende un'alta qualità di specie e varietà;
- raggiungimento del grado di copertura al 60-80% ca. dopo 1 anno.

Piantumazione di microzolle di sedum

Le microzolle di sedum vengono piantate nel substrato (12-15 microzolle/m²).

Caratteristiche:

- permette creatività nella disposizione;
- comprende un'alta qualità di specie e varietà;
- raggiungimento del grado di copertura al 60-80% ca. dopo 1 anno;
- modalità d'inverdimento più costosa rispetto alla semina di germogli.

Stuoie precoltivate di sedum

Le stuoie precoltivate di sedum sono stuoie completamente sviluppate e vengono posate sul substrato.

Caratteristiche:

- inverdimento con pronto effetto (con grado di copertura al 80-90%);
- come protezione dal vento per inverdimenti estensivi;
- come protezione dall'erosione per tetti verdi spioventi;
- modalità d'inverdimento costoso;
- comprende una qualità limitata di specie e varietà.

Idrosemina

Una miscela di sementi, adesivo, acqua e substrato di germinazione viene sparso sul substrato e copre i germogli di sedum distribuiti in precedenza.

Caratteristiche:

- modalità relativamente economica d'inverdimento in caso di protezione necessaria dal vento;
- protezione dall'erosione;
- raggiungimento del grado di copertura al 60-80% ca. dopo 1 anno.



Fig. 6.10. Vegetazione ottenuta da semina di miscugli di sementi o germogli di sedum (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

9. Manutenzione e cura

Nulla prospera senza cura, lo stesso vale anche per i tetti verdi. Gli inverdimenti intensivi richiedono una manutenzione periodica, mentre nei tetti estensivi la manutenzione è ridotta, una volta che la vegetazione ha raggiunto lo stato funzionale, tuttavia non è assente. Generalmente sono necessari da 1 a 2 interventi all'anno per i tetti estensivi, e da 4 a 10 interventi all'anno per i tetti intensivi. Non bisogna dimenticare che un tetto verde è comunque parte della natura e come tale si evolve in funzione della struttura degli strati, dell'esposizione della copertura, nonché del contesto regionale.

Gli interventi di manutenzione sono composti da misure, che variano a seconda della necessità, dell'intensità e dello sviluppo della piantumazione.

Queste misure sono:

- irrigazione (prioritario nella fase iniziale);
- eliminazione di piante infestanti;
- applicazione di concime biologico/organico a lenta cessione;
- risemina o reimpianto;
- controllo dello spessore del substrato;
- liberare le fasce di bordo e di sicurezza dalla vegetazione;
- pulizia delle canalette, dei pozzetti d'ispezione e degli scarichi.

6.2. Sistemi d'inverdimento

Di fondamentale importanza è la struttura base dei sistemi d'inverdimento per poter costruire un tetto verde in maniera corretta. L'azienda Climagrün individua quattro soluzioni possibili d'inverdimento con casi particolari per i tetti verdi estensivi ed intensivi.

I diversi strati del tetto verde riproducono la struttura del suolo naturale. Per garantire la funzionalità durevole di questi strati è necessaria la collocazione di prodotti certificati di alta qualità e l'osservanza di procedimenti prescritti. Nonostante la distinzione tra soluzioni standard e soluzioni speciali, tutti i sistemi dispongono della stessa *struttura base*.

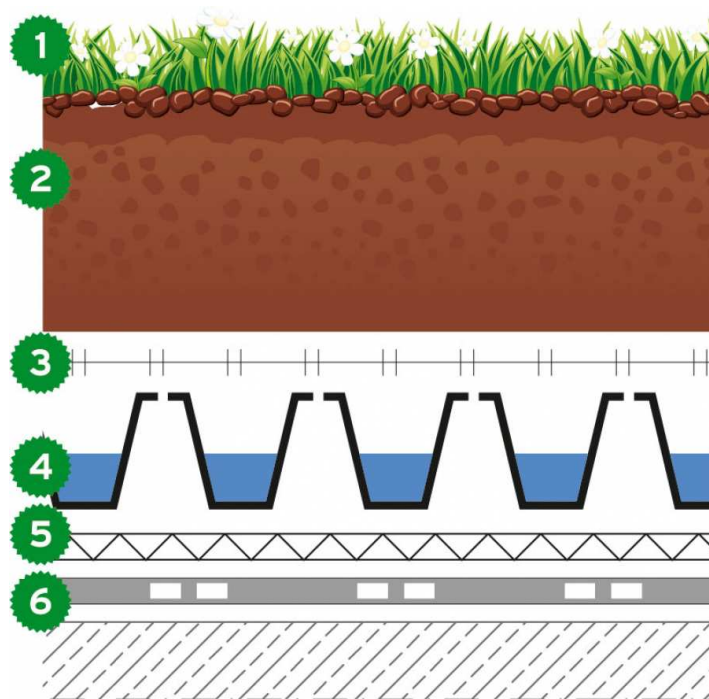


Fig. 6.11. Struttura base dei sistemi d'inverdimento (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

Struttura base dei sistemi d'inverdimento Climagrün (Climagrün)

1. Strato di vegetazione

inverdimento secondo la destinazione d'uso

2. Substrato

habitat per lo stoccaggio di sostanze nutritive e acqua per le piante

3. Strato filtrante

strato che separa il substrato dallo strato drenante; impedisce alle particelle fini del substrato di scendere nello strato drenante

4. Strato drenante

smaltimento dell'acqua in eccesso e accumulo idrico

5. Strato di protezione

protezione meccanica del manto impermeabile

6. Manto impermeabile

impermeabilizzazione antiradice o strato antiradice

6.2.1. Soluzioni a inverdimento estensivo

I tetti verdi estensivi non sono realizzati per l'uso regolare dell'uomo e nemmeno per essere visitati periodicamente. Se le strutture dello stabile sottostante lo consentono, possono essere incorporati anche spazi con percorsi e bacini di raccolta dell'acqua. Sono visti come più ecologici e sostenibili in termini di limitata richiesta d'input (acqua e lavoro) rispetto ai tetti tradizionali. La profondità del substrato è minima, compresa tra 2 e 15 cm, che riduce l'ammontare di peso inserito nella costruzione del tetto. Sono generalmente progettati per subire una minima manutenzione e tendono ad essere più economici rispetto agli intensivi, sia come costruzione sia come manutenzione.

È un sistema particolarmente adatto alle coperture di grandi dimensioni e a tutte quelle coperture che a causa della difficile accessibilità richiedono un sistema semplice, senza impianti di irrigazione e con vegetazione adattabile alle condizioni climatiche del luogo, con un'elevata capacità di resistere a periodi di siccità, in grado di rigenerarsi ed auto propagarsi in maniera rapida e autosufficiente, tale da non richiedere interventi manutentivi frequenti.

E' una soluzione adatta a tutte le superfici piane, presenta spessore limitato, peso ridotto, elevato accumulo idrico, vegetazione a basse esigenze e a sviluppo contenuto, manutenzione ridotta a pochi interventi all'anno. Il costo al m² per l'inverdimento intensivo fornito e posato parte da 30 fino a 35 €/m² per superfici più grandi di 250 m².

Soluzioni specifiche di inverdimento estensivo

- **Soluzione inverdimento estensivo con Climadrain 55**

Peso saturo d'acqua: ca. da 130 a 170 kg/m²

Spessore: ca. da 14 a 18 cm

Pendenza: da 0° a 5°

Accumulo idrico: da ca. 40 l/m²

Vegetazione: Sedum, graminacee, erbacee

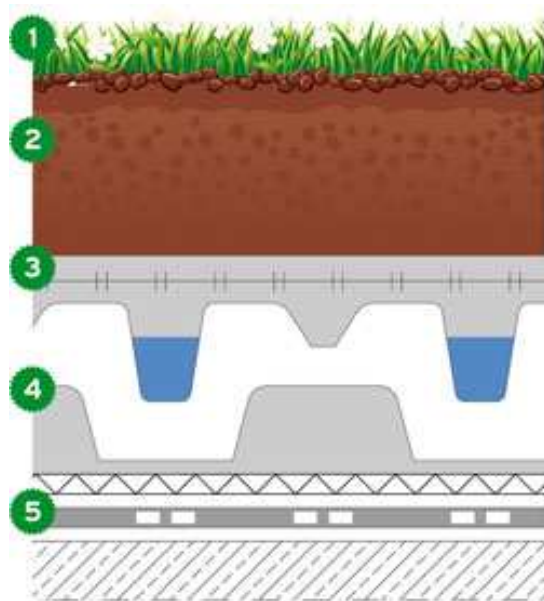
Manutenzione: ridotta

Campo di applicazione: soluzione adatta per tutti i tipi di tetti, dai capannoni ai parcheggi privati. È usata in situazioni dove si vogliono mantenere contenuti sia il peso sia i costi per la manutenzione.

Particolarità: variante economica, peso ridotto, alto accumulo idrico, ideale per tetti con possibili formazioni di pozzanghere, vegetazione resistente, inverdimento duraturo e manutenzione ridotta.

Stratificazione:

-   **Vegetazione (sedum/erbacee/graminacee)**
Miscuglio di sementi selezionati, composto di germogli di sedum, erbacee e graminacee o microzolle di sedum
-   **Substrato estensivo E**
Speciale substrato per inverdimenti estensivi con composizione granulometrica speciale e alta capacità di accumulo idrico
-   **Stuoia filtrante 105**
Separazione tra strato drenante e substrato, impedisce alle particelle fini di scendere nello strato drenante
-   **Elemento di drenaggio e accumulo idrico Climadrain 55**
Drenaggio efficiente, impedisce la formazione di ristagno e alta capacità di accumulo idrico
-   **Stuoia di protezione e accumulo idrico PECT 300**
Protegge l'impermeabilizzazione dai danni meccanici e accumula acqua.



Tab. 6.3. Rappresentazione dei materiali che compongono l'inverdimento estensivo con Climadrain 55 (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)



Fig. 6.12. Inverdimento estensivo Condominio EA7 Casanova con Climadrain 55 (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

- **Soluzione a inverdimento estensivo con FKD 25**

Peso saturo d'acqua: ca. da 120 a 160 kg/m²

Spessore: ca. da 11 a 15 cm

Pendenza: da 1° a 5°

Accumulo idrico: da ca. 30 l/m²

Vegetazione: Sedum, graminacee, erbacee

Manutenzione: ridotta

Campo di applicazione: questa soluzione è adatta per tutti i tipi di tetti, dai capannoni ai carport. È usata innanzitutto in situazioni, dove c'è necessità di mantenere contenuti sia il peso sia lo spessore della struttura.

Particolarità: variante economica del verde pensile, peso ridotto, spessore ridotto, vegetazione resistente, inverdimento duraturo e manutenzione ridotta.

Stratificazione: Vegetazione (sedum/erbacee/graminacee), substrato estensivo E, Stuoia filtrante 105, Elemento di drenaggio e accumulo idrico Climadrain 55, Stuoia di protezione e accumulo idrico PECT 300.



Fig. 6.13. Soluzione Inverdimento estensivo con FKD 25 (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

- **Soluzione speciale Estensivo leggero**

Peso saturo d'acqua: ca. 70 kg/m²

Spessore: ca. 11 cm

Pendenza: 0° - 5°

Vegetazione: Sedum

Manutenzione: ridotta

Campo di applicazione: soluzione particolarmente leggera per uso estensivo, impiegata innanzitutto per coprire carport o tettoie. Ideale su coperture con problemi di natura statica. A causa dello spessore ridotto del substrato bisogna, a seconda del sito della costruzione, prevedere un impianto di irrigazione automatico.

Stratificazione: Vegetazione (sedum/erbacee/graminacee), Substrato estensivo E,

Elemento di drenaggio e accumulo idrico Climadrain 55, Stuoia di protezione e accumulo idrico PECT 300



Fig. 6.14. Soluzione speciale Estensivo leggero (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

- **Soluzione Tetto spiovente da 5°-20°**

Peso saturo d'acqua: ca. 120 kg/m²

Spessore: ca. 14 cm

Pendenza: 5° - 20°

Accumulo: ca. 25 l/m²

Vegetazione: sedum, graminacee, erbacee

Manutenzione: ridotta

Campo di applicazione: questa soluzione può essere impiegata su qualsiasi tetto con una pendenza fino a 20°, dal capannone al carport. L'elemento di drenaggio e accumulo idrico Climadrain 55 protegge la struttura dall'erosione; oltre i 15° di pendenza viene applicata in più una juta antierosione.

Particolarità: variante economica per tetti spioventi, con peso ridotto, vegetazione resistente, inverdimento duraturo e manutenzione ridotta.

Stratificazione: Vegetazione (sedum/erbacee/graminacee), Stuoia antierosione in juta (da 15° di pendenza), Substrato estensivo E, Elemento di drenaggio e accumulo idrico Climadrain 55, Stuoia di protezione e accumulo idrico PECT 300



Fig. 6.15. Soluzione Tetto spiovente da 5°-20° (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

- **Soluzione Tetto spiovente da 20°-35°**

Saturo d'acqua: ca. 120 kg/m²

Spessore: ca. 14 cm

Pendenza: 20° - 35°

Accumulo idrico: ca. 25 l/m²

Vegetazione: sedum

Manutenzione: ridotta

Campo di applicazione: soluzione impiegata per l'inverdimento di tetti con pendenza da 20° a 35°. Grazie a GeoWeb si garantisce stabilità e la protezione della struttura dall'erosione.

Particolarità: variante speciale per tetti spioventi, con peso ridotto, vegetazione resistente, inverdimento duraturo e manutenzione ridotta.

Stratificazione: stuoia precoltivata SM, Substrato estensivo E, GeoWeb, Elemento di drenaggio Climadrain 55 (verso contrario), Stuoia di protezione e accumulo idrico PECT 300



Fig. 6.16. Soluzione Tetto spiovente da 20°-35° (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

6.2.2. Soluzioni a inverdimento intensivo

I tetti verdi intensivi sono simili a quelli costruiti in antichità il cui utilizzo si assimila a quello di un giardino convenzionale. Le piante tendono ad essere mantenute nello stesso modo in cui vengono trattate in un giardino a terra. La profondità del terreno è di almeno 15 cm. Sono coperti con prato o piante tappezzanti che richiedono comunque una regolare manutenzione, ma, allo stesso tempo, contengono i costi grazie alla possibilità di essere adagiati su di un substrato più sottile. Questa tipologia può supportare qualsiasi tipo di vegetazione, dagli alberi ai cespugli passando per piante erbacee e tappeto erboso. Essendo veri e propri giardini, sono totalmente vivibili e quindi possono anche contenere giochi d'acqua e piscine. Per questo motivo richiedono una maggiore manutenzione con:

- potature di contenimento;
- eventuale protezione invernale;
- eliminazione di dispositivi di ancoraggio per arbusti;
- lavori di arieggiatura per i prati;
- controllo dell'efficienza dell'impianto di irrigazione;
- trattamenti fitosanitari.

Il costo al m² per l'inverdimento intensivo fornito e posato parte da 45 fino a 60 €/m² per superfici più grandi di 250 m².

Soluzioni specifiche di inverdimento intensivo

- **Soluzione Tetto giardino**

Saturo d'acqua: ca. da 210 fino 630 kg/m² (senza vegetazione)

Spessore: ca. da 20 fino 50 cm

Pendenza: 0° - 5°

Accumulo idrico: da ca. 65 l/m²

Vegetazione: prato, erbacee, cespugli, arbusti di piccola taglia

Manutenzione: intensa

Campo di applicazione:

La soluzione Tetto giardino è paragonabile a un vero e proprio giardino. Grazie al suo spessore più alto e all'elevato accumulo idrico questo sistema è adatto per prati e cespugli nonché per arbusti ed alberi di piccola taglia. Per questa soluzione è sempre

necessario l'installazione di un impianto d'irrigazione artificiale.

Particolarità:

Ampliamento della superficie utile, spazi di utilizzo diverso, ampia varietà di vegetazione, paesaggio naturale sulla copertura, creazione di ulteriori spazi.



Fig. 6.17. Soluzione Tetto giardino (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

- **Soluzione Garage**

Saturo d'acqua: ca. da 950 a 1.900 kg/m² (senza vegetazione)

Spessore: ca. da 60 a 100 cm

Pendenza: 0° - 5°

Accumulo idrico: da ca. 180 l/m²

Vegetazione: prato, erbacee, cespugli, arbusti

Manutenzione: intensiva

Campo di applicazione: questa soluzione è ideale sopra garage interrati che permettono carichi statici elevati. Grazie al suo spessore considerevole e all'elevato accumulo idrico questo sistema è adatto per prati, cespugli, arbusti e alberi grandi. La soluzione richiede l'installazione di un impianto d'irrigazione artificiale.

Particolarità: struttura ideale per inverdimenti sopra garage interrati, ampia varietà di vegetazione.



Fig. 6.18. Soluzione Garage (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

- **Soluzione speciale Garage leggero.**

Saturo d'acqua: da ca. 300 kg/m² (senza vegetazione)

Spessore: ca. 50 a 100 cm

Pendenza: 0° - 5°

Vegetazione: prato, erbacee, cespugli, arbusti

Manutenzione: intensiva

Campo di applicazione: lo strato drenante „Optipor“, molto leggero ma resistente, rende possibile l'impiego su coperture di garage che permettono un basso carico statico. Per l'inverdimento di garage si utilizzano in generale delle strutture abbastanza alte, a causa di riempimenti o ricostruzioni di spazi. Dato che il carico aggiuntivo può facilmente essere troppo elevato, uno strato drenante di composizione leggera costituisce un grandissimo vantaggio.



Fig. 6.19. Soluzione speciale Garage leggero (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

- **Soluzione Carrabile**

Peso: ca. da 450 a 2.200 kg/m² (senza vegetazione)

Spessore: ca. da 25 a 100 cm

Pendenza: 0° - 5°

Vegetazione: prato, erbacce, cespugli, arbusti

Manutenzione: buona

Campo di applicazione: soluzione impiegata per zone pedonali e superfici carrabili su garage interrati e coperture con alta capacità di carico statico.

Particolarità: struttura ideale per superfici transitabili da pedoni e veicoli, possibile combinazione con spazi verdi.



Fig. 6.20. Soluzione Carrabile (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

6.2.3. Soluzione Campo fiorito

Saturo d'acqua: ca. 165 kg/m²

Spessore: ca. 18 cm

Pendenza: 0° - 5°

Accumulo idrico: ca. 45 l/m²

Vegetazione: miscuglio di sementi speciale tipo campo fiorito

Manutenzione: intermedia

Trattandosi di una soluzione innovativa, il Campo fiorito è capace di unire i vantaggi dell'inverdimento estensivo con quelli dell'inverdimento intensivo. La particolare struttura degli strati permette, insieme alla speciale vegetazione, la scelta tra un tipo di

inverdimento molto naturale, pieno di colori che richiede una manutenzione ridotta (estensivo) e tra un inverdimento robusto, simile ad un prato che richiede maggiore manutenzione (intensivo).

In base alla frequenza con cui si compiono potature e concimazioni è possibile ottenere una flora ricca di specie e fioriture di svariati colori, come si possono vedere appunto sui campi, da una parte, e una superficie tipo prato che potrà essere sfruttata intensivamente, dall'altra. A differenza di spiazzi erbosi, il miscuglio di sementi, richiede una quantità contenuta d'acqua e uno spessore di substrato ridotto.

Due grandi vantaggi risultano da questo sistema, grazie agli incavi per l'accumulo idrico di Almodrain 55 e al sistema innovativo d'irrigazione sotterraneo: contrariamente a metodi d'irrigazione abituali, il bilancio idrico è ottimizzato e il manto vegetale rimane asciutto. L'acqua rifornisce direttamente l'ambiente vitale e l'apparato radicale, e viene distribuita velocemente e uniformemente attraverso la stuoia capillare.

Campo di applicazione: soluzione adatta per tutti i tipi di tetti, dai capannoni ai carport, copertura utilizzabile sia in senso estensivo che intensivo.

Particolarità: manutenzione secondo la destinazione d'uso, possibilità di scelta tra prato fiorito o prato verde, possibilità di sfruttamento intensivo, irrigazione sotterranea, vegetazione con effetto naturale, risparmio idrico.

Stratificazione: Vegetazione (Miscuglio di sementi per campo fiorito), Substrato intensivo I, Stuoia capillare K 600, Pomice 6/14, Elemento di drenaggio e accumulo idrico Almodrain 55 con tubi irrigui, Stuoia di protezione e accumulo idrico PECT 300



Fig. 6.21. Soluzione Campo fiorito (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

6.2.4. Soluzione Verde solare

Peso saturo d'acqua: ca. 180 kg/m²

Spessore: ca. 12 cm

Pendenza: 1° - 5°

Accumulo idrico: ca. 30 l/m²

Vegetazione: sedum

Manutenzione: ridotta

La combinazione di verde pensile con un impianto fotovoltaico unisce i rispettivi vantaggi e crea inoltre delle sinergie importanti. Già nella fase di montaggio dei supporti per pannelli fotovoltaici, la struttura dell'inverdimento sottostante è di utilità essenziale. Il peso del tetto verde assicura la stabilità dei supporti per i pannelli fotovoltaici e garantisce in maniera duratura la protezione dall'azione del vento. Il montaggio è veloce e avviene senza intervenire sul manto impermeabile. Questo tipo d'installazione evita infiltrazioni e ponti termici. Il tetto verde rispetto a tetti nudi o in ghiaia abbassa la temperatura dell'ambiente circostante. Dato che la produttività dei pannelli fotovoltaici dipende dalla temperatura operativa, la combinazione con il tetto verde porta a una maggiore efficienza dell'impianto.

La realizzazione di una copertura verde in combinazione con un impianto fotovoltaico richiede l'armonizzazione delle diverse strutture già in fase di progettazione.

Campo di applicazione: soluzione adatta per tutti i tipi di tetti, dai capannoni ai carport.

Particolarità: combinazione di verde pensile con impianto fotovoltaico, i supporti dei pannelli sono autoportanti, sistemi installabili senza perforazione dell'impermeabilizzazione, capacità produttiva incrementata dal raffreddamento derivato dall'evaporazione, manutenzione ridotta.



Fig. 6.22. Soluzione Verde solare (Fonte Climagrün Srl - coperture a verde)

6.3. Benefici e vantaggi dei tetti verdi

I tetti verdi costituiscono un elemento fondamentale nelle costruzioni sostenibili e nell'architettura urbana. La possibilità di ottimizzare le superfici e quella di aumentare la qualità di vita sono solo alcuni dei numerosi effetti positivi del verde pensile. Di seguito si riassumono i principali benefici e vantaggi:

Ottimizzazione della superficie

Un tetto verde permette la realizzazione di uno spazio fruibile per svariati utilizzi. Tutto è possibile da biotopi a giardini rilassanti o aree per attività sportive e ricreative. Evitando costi elevati per l'acquisto di terreni nuovi, si realizzano spazi supplementari aumentando il valore economico dell'immobile.

Aumento della qualità di vita

Il verde pensile valorizza notevolmente l'immagine delle nostre città e l'ambiente abitativo e lavorativo viene percepito con una sensazione di maggiore benessere. L'architettura urbanistica e paesaggistica impiega le tecnologie del verde pensile proprio per questo come elemento creativo.

Miglioramento del clima

Il processo di evaporazione sui tetti verdi rende l'aria più umida e contribuisce al raffreddamento delle temperature nell'area circostante. Questo effetto, oltre a favorire le abitazioni contigue, migliora il microclima dei centri urbani.

Considerevole ritenzione idrica

Il tetto verde evapora più della metà delle precipitazioni annue. Secondo il tipo di struttura di tetto verde si riduce la dispersione idrica del 50% - 90%, decongestionando ad esempio impianti di depurazione, canalizzazioni comunali, impianti di scarico.

Filtrazione di polveri e sostanze inquinanti

La vegetazione filtra fino al 20% delle polveri nell'aria. Le sostanze nocive come i nitrati vengono smaltiti grazie alla copertura a verde, contribuendo alla diminuzione delle polveri e particelle di smog nelle zone urbane.

Protezione del manto impermeabile

Un tetto verde protegge il manto impermeabile da agenti atmosferici come raggi UV, dagli sbalzi termici e intemperie come la grandine. Aumenta in questo modo la durata del manto impermeabile, allungando in tal modo anche la durata della costruzione.

Riduzione dell'inquinamento acustico

I tetti verdi riducono la riflessione acustica e proteggono sia dall'immissione sia dall'emissione di onde sonore. Il miglioramento dell'isolamento acustico risulta dall'ammortizzazione di vibrazioni della superficie a verde da un lato e la proprietà di assorbimento acustico della vegetazione dall'altro.

Isolamento termico aggiuntivo

Il verde pensile migliora l'isolamento termico sia in estate sia in inverno. A ciò contribuiscono sia l'effetto d'isolamento termico sia l'effetto di raffreddamento delle temperature.

La nascita di ecosistemi

I tetti verdi sono spazi di compensazione ambientale e creano nuovi habitat per piante e animali aumentando la biodiversità nelle zone urbane.

CAPITOLO 7. Esempio applicazione tetti verdi e gestione delle acque a Bolzano

7.1. Principali elementi di eco sostenibilità del nuovo quartiere CasaNova a Bolzano

Da alcuni anni il Comune di Bolzano si è dotato di strumenti normativi, pianificatori, totalmente innovativi ed anticipatori rispetto alle buone pratiche che è possibile e necessario adottare nella gestione dei processi edilizi e in data 15.01.2004 con delibera nr. 2/2668 il Consiglio Comunale ha approvato il piano di attuazione del nuovo quartiere CasaNova secondo standard vincolanti di eccellenza ambientale. Esteso su circa 350.000 metri quadrati, con 950 appartamenti per un totale di circa 3.000 abitanti, commissionato dall'Istituto per l'Edilizia sociale della Provincia Autonoma di Bolzano (IPES), il Comune di Bolzano ha voluto realizzare un quartiere sostenibile, attraverso elevate prestazioni energetiche, lo studio della mobilità, la gestione dell'acqua e la creazione di zone verdi. Nel quartiere Casanova sono stati utilizzati in maniera intensiva sistemi di tetti verdi su tutti gli edifici in stretta correlazione con il recupero dell'acqua, come segno di qualità e con numerosi vantaggi economici, ecologici e costruttivi.

L'approccio utilizzato include diverse azioni a più livelli: dal concetto urbanistico, al concetto energetico, alle competizioni architettoniche per i singoli lotti.

L'idea di fondo del progetto richiama i castelli dell'Alto Adige, con alcuni edifici disposti attorno ad una corte centrale aperta e verde, dalla quale è possibile percepire gli altri spazi del quartiere ed il paesaggio circostante. L'interpretazione morfologica dell'architettura del castello permette di costruire un luogo che funzioni socialmente come una piccola comunità.

L'altezza degli edifici varia a seconda della loro posizione, limitando così gli effetti di ombreggiamento: infatti, gli edifici a nord sono più elevati di quelli a sud.

Il concetto energetico include sia un sistema di teleriscaldamento al servizio dell'intero quartiere con recupero di calore da un inceneritore, sia linee guida energetiche per i singoli lotti. I limiti di fabbisogno energetico per il riscaldamento sono tra 30 e 50 kWh/m²a, in funzione del volume dei singoli edifici. Inoltre viene fatto largo uso di energia rinnovabile attraverso lo sfruttamento di energia solare e geotermica. Tutte queste soluzioni portano a una riduzione dei consumi del 65% rispetto ad un quartiere costruito in modo tradizionale.

La riduzione del traffico automobilistico è perseguito attraverso un pacchetto di misure

quali l'integrazione del sistema pedo-ciclabile del quartiere con quello della città di Bolzano, la realizzazione di una stazione ferroviaria sulla linea che collega Bolzano centro e la città di Merano e la creazione di un capolinea degli autobus nei pressi della nuova stazione ferroviaria. Un ulteriore obiettivo è la raccolta delle acque piovane sia per usi pubblici (irrigazione) sia privati (irrigazione, alimentazione dei WC).

Inoltre nel corso dell'estate 2009 sono state realizzati e rinverditi i *bacini di infiltrazione* cioè zone di dispersione delle acque meteoriche, secondo le linee guida provinciali per la gestione sostenibile delle acque meteoriche. Quindi la superficie di circa 6500 mq. a ridosso della ferrovia è stata destinata all'immissione superficiale delle acque pluviali provenienti dalla rete stradale del quartiere, che attraverso gli strati permeabili rinverditi in superficie, raggiungono il livello medio massimo della falda acquifera. Le zone sono generalmente asciutte, ma in caso di eventi atmosferici particolarmente avversi sono progettate per svuotarsi nell'arco di 48 ore.

È in corso anche il monitoraggio dei consumi energetici come ulteriore azione concreta nell'ambito della partnership attivata con il Ministero dell'Ambiente, nel contesto dell'attuazione della campagna SEE (Sustainable Energy Europe) in Italia. Questa azione permetterà di utilizzare i dati e le esperienze sperimentate nel progetto CasaNova per futuri progetti in Italia e in Europa.

In sostanza il progetto CasaNova costituisce un'iniziativa ad alta priorità politica e strategica per un armonico sviluppo urbano della città ed è un modello insediativo di assoluta eccellenza, capace al tempo stesso di garantire un'alta qualità della vita all'interno del nuovo quartiere e una riconoscibile riqualificazione del contesto urbano periferico.

Per ottenere ottimi risultati sulla qualità del progetto sono stati fissati degli obiettivi specifici.

Obiettivi di qualità insediativa

Il nuovo quartiere deve essere caratterizzato da:

- una struttura urbanistica interna ad elevato standard di qualità residenziale, sia nelle soluzioni tipo-morfologiche dell'insediamento, sia nella dotazione dei servizi, delle attrezzature e del verde, sia nel sistema della mobilità interna a basso tenore di traffico;
- una struttura urbanistica esterna fondata su un sistema infrastrutturale innovativo capace di integrare pienamente il nuovo quartiere con la città, con particolare riferimento al sistema urbano del verde e alla struttura di accessibilità/mobilità che privilegia le infrastrutture forti della mobilità urbana e del trasporto pubblico, con il

dichiarato obiettivo di produrre effetti di mitigazione del traffico automobilistico privato;

- un disegno urbano capace di armonizzarsi con l'intorno paesaggistico, valorizzando la presenza del fiume, il rapporto con la campagna peri-urbana e la vicinanza con Castel Firmiano;

- un esplicito contributo alla riqualificazione urbana della più vasta area periferica in cui esso si colloca e, in particolare, degli insediamenti residenziali più prossimi (Ortles-Similaun),

Obiettivi di qualità ambientale

Il nuovo quartiere deve produrre forme di insediamento ad alto contenuto di eco-sostenibilità, puntando decisamente su usi intensivi delle tecnologie a basso consumo energetico e a minor impatto ambientale. Pertanto il piano di attuazione deve, in particolare:

- individuare soluzioni tecniche di ottimizzazione dei fabbisogni energetici complessivi;
- adottare strumenti di mitigazione e compensazione ambientale che integrino le tecnologie di gestione, recupero, infiltrazione e smaltimento in superficie delle acque meteoriche con le tecnologie del verde pensile, dell'ingegneria naturalistica e del verde tradizionale, al fine di legare lo sviluppo degli edifici alla gestione delle acque perché bene prezioso e di indispensabile tutela;
- prevedere misure specifiche di miglioramento ambientale del sito nel rispetto delle condizioni del microclima locale;
- redigere un bilancio energetico globale, includendo i benefici ambientali determinati dal ridotto utilizzo delle risorse energetiche tradizionali e dal conseguente minore inquinamento;



Fig. 7.1. Vista dall'alto quartiere Casanova a Bolzano (Fonte. Robiglio M. 2012 Il Giornale dell'Architettura)



Fig. 7.2. Vista da Castel Firmiano quartiere Casanova a Bolzano



Fig. 7.3. Verde pensile zona interna quartiere Casanova a Bolzano



Fig. 7.4. Particolare aree verdi parte interna quartiere Casanova a Bolzano



Fig. 7.5. Area verde destinata al gioco per i bambini del quartiere Casanova a Bolzano

7.2. Il progetto Casanova finalizzato al risparmio energetico tramite i tetti verdi ed il recupero delle acque.

Collegati alla rete del teleriscaldamento, alimentati dall'energia solare, e classificati come "Casa Clima A parametrata", i tre corpi di fabbrica del nuovo isolato residenziale di Bolzano, consentono un evidente risparmio economico nella gestione dell'abitazione. I tetti verdi intensivi di copertura delle autorimesse sono stati pensati come giardini pensili, sviluppati a prato e piccoli arbusti, che portano la natura all'interno delle unità abitative: hanno spessori differenziati pari a circa 50 cm per la porzione centrale e di 25 cm per le parti destinate a giardini privati. Sono spazi dove incontrarsi, giocare, stare con gli amici e la famiglia, o più semplicemente riposarsi.

I tetti verdi estensivi inclinati con cui sono coperti tutti gli edifici servono a recuperare superfici permeabili che la costruzione dell'edificio ha innegabilmente consumato. Contribuiscono a controllare il deflusso delle acque meteoriche, all'isolamento termico ed acustico, al miglioramento della qualità dell'aria e del ciclo di evaporazione dell'acqua. Tutte le acque meteoriche non assorbite dalle coperture saranno convogliate in apposite vasche di raccolta poste al secondo piano interrato, e da qui in due pozzi perdenti che restituiranno alle falde l'acqua sottratta, nel rispetto di un corretto ciclo dell'acqua.

Inoltre i tetti verdi vengono utilizzati in combinazione con cisterne per il riutilizzo dell'acqua piovana e per uno smaltimento dell'acqua decentrato, soprattutto nelle zone industriali dell'area. Per progettare una soluzione adeguata tetto verde / cisterna sono da considerare i seguenti punti:

- Riflessione sull'obiettivo che si vuole raggiungere con il recupero dell'acqua.
- Calcolo della quantità di acqua che la copertura verde trattiene e quanta ne rimane nella cisterna
- Quando si decide di utilizzare bacini di ravvenamento per uno smaltimento dell'acqua decentrato si consigliano strutture di coperture verdi atte a garantire un elevato trattenimento dell'acqua. Se invece l'obiettivo è il recupero in cisterna, per il riutilizzo si consigliano spessori bassi, con substrati composti soprattutto di materiali minerali molto drenanti. Più il substrato è minerale (non organico) più alta è la qualità dell'acqua di recupero (meno torbida). A discapito di questo si devono però comunque rispettare le norme per le coperture a verde

UNI 11235 che prescrivono una percentuale di materiale organico all'interno dei substrati.

I tetti verdi e il recupero dell'acqua si conciliano bene solo se in fase di progettazione vengono considerati tutti questi aspetti, dove si possono ottenere vantaggi ed effetti positivi per usufruire al meglio dei due componenti.

7.3. Smaltimento delle acque

Per lo smaltimento delle acque piovane dovranno essere rispettate le relative norme Provinciali di cui alla L.P. 18 Giugno 2002 n.81 e le norme di attuazione della L.P. 6 Settembre 1973 n.63 di cui al D.P.G.P. 29 Settembre 1980 n.31 limitatamente all'art.19. Dovranno essere rispettate anche le norme Comunali per lo smaltimento delle acque di scarico.

Ogni singola unità edilizia dovrà convogliare le acque piovane provenienti dai propri tetti o coperture impermeabili opportunamente filtrate in una o più cisterne o vasche di raccolta della capacità utile non inferiore a 50 m³/1000 m² di superficie impermeabile allacciata.

L'acqua piovana raccolta nelle cisterne dovrà essere usata per l'irrigazione delle aree private delle unità abitative e per l'alimentazione dei WC. Tutte le linee di erogazione dell'acqua non potabile, che dopo l'uso verranno scaricate nella rete delle acque nere e quindi soggette a oneri per la depurazione, dovranno essere dotate di contatore volumetrico.

Per ogni unità edilizia dovrà essere presentato all'autorità competente un progetto esecutivo dettagliato con raffigurazione grafica dei percorsi delle tubazioni e dell'ubicazione delle apparecchiature e delle cisterne o vasche di accumulo con planimetria generale, piante, e sezioni in scala opportuna, relazione tecnica illustrativa con il calcolo delle portate medie e massime previste, descrizione dettagliata e schemi di funzionamento delle apparecchiature di filtrazione ed eventuali sistemi di trattamento chimico o biologico previsti, sistema di distribuzione con numero e tipo delle apparecchiature collegate alla rete di riutilizzo dell'acqua piovana.

Sull'area interessata dal progetto sono presenti due canali a scopo irriguo, la cui amministrazione e manutenzione fanno capo ai Consorzi di Bonifica Fago e Isarco che sono stati mantenuti ed intubati in corrispondenza delle nuove strade di zona. Tali canali, provenienti dalla zona Bivio convogliano l'acqua di irrigazione pompata dal fiume Isarco alle proprietà private con diritto d'acqua presenti all'interno della zona ed esterni alla stessa.

Le acque meteoriche scaricate dalle superfici delle strade principali verranno convogliate nel collettore principale delle acque bianche che ad intervalli sarà collegato con pozzi perdenti e depressioni drenanti per la dispersione in loco opportunamente distribuiti nella zona.

L'acqua in eccesso che i pozzi e le depressioni non saranno in grado di disperdere verrà convogliata attraverso una rete di scarico generale in una stazione di pompaggio centrale e quindi immessa attraverso una tubazione in pressione nel fiume Isarco.

Le acque meteoriche scaricate dalle superfici delle strade secondarie e dai tetti dei centri di servizi, che sono più pulite, verranno convogliate invece in vasche di raccolta e di sedimentazione e verranno usate per l'irrigazione delle aree verdi pubbliche. Il troppo pieno di tali cisterne sarà collegato con diversi pozzi perdenti omogeneamente distribuiti nell'intera zona.

Per quanto riguarda la rete di smaltimento delle acque nere questa viene collocata ai margini della nuova zona di espansione, lungo la Via Ortles e lato fiume Isarco, sono presenti due grossi collettori che convogliano le acque nere di gran parte della città verso il vicino depuratore.

Pertanto sulla base dei vincoli imposti dalla quota di scorrimento dei due suddetti collettori, dalle interferenze con il canale di servizio di zona e con il lotto commerciale C si è resa necessaria la suddivisione della rete di progetto in tre tronconi che scaricano a gravità: due tronconi con recapito verso il collettore di Via Ortles e un tronco che scarica nel collettore verso l'arginalina.

La posa delle condotte, realizzate in grès ceramico, è prevista in corrispondenza dell'asse della corsia stradale, in alcuni tratti di fianco al canale di servizio, in altri al di sopra dello stesso. Tale posizione permette di avere i tombini dei pozzetti d'ispezione (1 ogni 30 – 40 m) al centro della corsia di marcia, evitando così che le macchine transitandovi sopra producano rumore.

A monte dei singoli tratti di rete fognaria sono previste delle zone di espulsione collegate alla rete d'acquedotto.



Fig. 7.6. Vista da Castel Firmiano di tre tetti verdi del quartiere Casanova a Bolzano



Fig. 7.7. Tetto verde posto su centrale elettrica del quartiere Casanova a Bolzano



Fig. 7.8. Tetto verde sistemato su centrale elettrica del quartiere Casanova a Bolzano

FONTI BIBLIOGRAFICHE:

- Abram P. 2011. Giardini Pensili. Pozzuoli: Sistemi Editoriali – Gruppo Editoriale Simone S.p.A
- Accadueò - Lupus in Fabula. 2002. Rivista la Moretta di Fano, Pesaro.
- Anglian Water Services Limited Towards sustainable water stewardship. 2011. Sustainable drainage systems (SUDS) adoption manual. Cambridgeshire
- Carmignola G. 2010. piano di utilizzazione delle acque pubbliche per la Provincia Autonoma di Bolzano. Giunta provinciale, Bolzano
- Castagna M. 2010. CasaNova – Nuova concezione sostenibile dell’abitare. Eurac Research Istituto per le Energie Rinnovabili
- Comune di Firenze e Iridra. 2008. Linee Guida per un regolamento del verde, Migliori pratiche per la gestione integrata sostenibile delle acque in aree urbane. Firenze: 9 Comuni dell’Agenda 21 locale dell’Area Fiorentina.
- Dipartimento urbanistica e ambiente, Agenzia provinciale per la protezione dell’ambiente. 2005. Piano di tutela della qualità delle acque. WSC studio, Trento.
- Energy Hunters. 2012. Recupero acqua piovana, una scelta conveniente e di obbligata sostenibilità. Bologna
- Essex County Council Sustainability & Highways. 2012. Sustainable Drainage Systems – Design and Adoption Guide. Chelmsford
- Ferrucci N. 2006. Lezioni di diritto forestale e ambientale. Cleup Casa Editrice. Padova
- Gruppo Hera - L’Itinerario invisibile. 2013. Il ciclo idrico – materiali di approfondimento. Bologna
- Iridra S.r.l. 2012. Gestione sostenibile delle acque di pioggia. Firenze
- Istat. 2012. Giornata mondiale dell’acqua - Le statistiche dell’Istat. Roma
- Kompatscher P. 2008. Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche. Editore: Agenzia provinciale per l’ambiente, Ufficio tutela acque, Bolzano. Stampa: La Commerciale Borgogno S.r.l.
- Kornprobst Klaus 2002. Climagrün S.r.l. Coperture a verde. Bolzano
- Legge provinciale 18 Giugno 2002, n. 8 – Disposizioni sulle acque. Lexbrowser - Provincia Autonoma di Bolzano

- Papiri S., Todeschini S. 2005. Gestione delle acque meteoriche di dilavamento e impianti di depurazione urbani. Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale, Università degli Studi di Pavia
- Piconese M. 2012. Recupero dell'acqua piovana? Ci piace! Ecco tutti i vantaggi. Pubblicato da Yeslife
- Pledger S. e Cambridgeshire County Council. 2011. Lamb Drove, Residential Suds scheme, Cambourne. Cambridge
- Stenn H. 2012. Building Soil: Guidelines and Resources for Implementing Soil Quality and Depth BMP T5.13 in WDOE Stormwater Management Manual for Western Washington.
- Toronto and Region Conservation (TRCA). 2012. Stormwater Management Criteria. Toronto, Ontario.
- Toronto and Region Conservation (TRCA). 2013. Evaluation of Residential Lot Level Stormwater Management Practices. Toronto, Ontario.
- Van Dongen F. 2004. Progetto Casanova - Piano di Attuazione - Elaborato di piano Doc.A - Aggiornamento e rettifica. Comune di Bolzano.

FONTI WEB

<http://lexbrowser.provinz.bz.it/>

<http://ragazzi.gruppohera.it/>

<http://www.altraofficina.it/>

<http://www.appa.provincia.tn.it/>

<http://www.climagruen.it>

<http://www.comune.bolzano.it>

<http://www.energyhunters.it/>

<http://www.iridra.eu/it>

<http://www.istat.it/>

<http://www.provincia.bz.it/>