REGIONE LIGURIA

PROVINCIA DI IMPERIA

COMUNE DI DIANO ARENTINO

PIANO URBANISTICO COMUNALE

(PROGETTO PRELIMINARE)

LINEE GUIDA PER GLI INTERVENTI AMBIENTALI

Progetto urbanistico: Dott. Arch. Erminia Airenti

Consulenza scientifico-metodologica: Dott. Arch. Giampiero Lombardini

Indagini geologiche: Dott. Giorgio Ligorini

Aspetti agro-forestali e Relazione di Incidenza: Dott. Laura Ragozza



“La terra adunque, per nove decimi, non è opera della natura: è opera delle nostre mani...”

C.Cattaneo

INTERVENTI 1 . SISTEMAZIONE DEI VERSANTI

INT1_TEC1 TECNICHE E STRUMENTI PER IL CONTROLLO DELL'EROSIONE SUPERFICIALE

PREMESSA	Le opere per il controllo dell'erosione superficiale creano condizioni ambientali e di stabilità necessarie all'attecchimento e alla crescita della vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea impiantata sulle scarpate e sui pendii in terra o in situazioni particolari di rocce molto alterate. La copertura vegetale, così realizzata, consente un efficace controllo e mitigazione dei fenomeni d'erosione, proteggendo il terreno dall'azione aggressiva delle acque meteoriche e superficiali, del vento e delle escursioni termiche. Le tecniche costruttive ed i materiali impiegati sono differenti in relazione alle caratteristiche litologiche, pedologiche, morfologiche e climatiche della zona d'intervento.
TECNICHE: 1 Rivestimenti antierosivi biodegradabili	I rivestimenti antierosivi biodegradabili sono usati, quasi sempre in associazione con idrosemina o con l'impianto di talee e piantine, negli interventi di sistemazione e consolidamento di pendii o scarpate o di altre opere di ingegneria. La loro realizzazione assicura al terreno trattato un controllo dei fenomeni erosivi per il tempo necessario all'attecchimento ed allo sviluppo di un efficace copertura vegetale. I rivestimenti biodegradabili sono prodotti costituiti in genere da fibre di paglia, cocco, juta, sisal (fibra tessile ricavata dalle foglie di una specie di Agave), trucioli di legno o altre fibre vegetali, caratterizzati da una biodegradabilità pressoché totale che si realizza in un arco di tempo di 1/5 anni, da permeabilità e capacità di ritenzione idrica elevate e da spiccata azione protettiva superficiale del terreno. In funzione del materiale, della struttura e delle tecniche costruttive, possono essere classificati in: Biotessili Bioreti Biofeltri Biostuoie. I rivestimenti antierosivi, rappresentano una soluzione ideale sia dal punto di vista tecnico-funzionale che dal punto di vista dell'inserimento estetico-paesaggistico ed ecologico dell'intervento. La biodegradabilità e la non tossicità dei materiali utilizzati e la capacità di favorire una rapida copertura vegetale, garantiscono il loro inserimento completo e naturale nell'ambiente circostante.

ASPETTI AMBIENTALI

Questi prodotti hanno trovato recentemente una vasta applicazione in numerosi interventi di sistemazione idraulico-forestale, di consolidamento dei pendii instabili ed in numerose opere di ingegneria tra i quali si menzionano:

- rivestimento di pendii o scarpate naturali ed artificiali per il controllo dell'erosione e la protezione delle sementi dal dilavamento e creazione di condizioni microclimatiche più favorevoli all'attecchimento ed alla crescita della vegetazione;

- rivestimento e protezione delle scarpate e delle sponde fluviali dall'erosione;

- protezione, sostegno e contenimento del terreno seminato per favorire il rinverdimento di opere in terre rinforzate o di altro tipo.

Esempi di materiali antierosivi:

Sinistra: biostuoia in fibre di paglia;
Centro: biostuoia in fibre miste di cocco e paglia,
Destra: biorete in fibre di juta, tessuta a maglia aperta (detta "geojuta")





TECNICHE: 2

Inerbimenti

La realizzazione di rivestimenti vegetali è di norma sufficiente a proteggere gli strati più superficiali del terreno dall'azione aggressiva delle acque correnti meteoriche e superficiali, del vento e delle escursioni termiche. In molti casi lo sviluppo di una copertura vegetale naturale è ostacolato dall'instabilità dello strato superficiale del suolo o dalla scarsità di terreno vegetale ed humus, specie sui pendii rocciosi, e dall'aridità del clima e dai processi di erosione accelerata.

Per vincere la sterilità biologica dei pendii in terra, sono impiegate varie tecniche di semina o di rivestimenti vegetativi (con zolle o tappeti erbosi e/o con materassi e tasche vegetative).

Le tecniche costruttive ed i materiali impiegati sono differenti in relazione alle caratteristiche litologiche, pedologiche, morfologiche e climatiche della zona d'intervento. Generalmente l'inerbimento è abbinato a strutture ausiliarie, che hanno la funzione di ricoprire e fissare la superficie del terreno instabile da trattare. Le tecniche più comuni di inerbimento per semina o per posa in opera di rivestimenti vegetali comprendono:

- semina a spaglio;

- coperture di zolle erbose;

- sistema nero-verde;

- idrosemina.

ASPETTI AMBIENTALI

I rivestimenti antierosivi di pendii e scarpate realizzati con le tecniche d'inerbimento, hanno un ridotto impatto ambientale. Questi sistemi rappresentano una delle soluzioni più indicate nelle zone di particolare pregio ambientale, dove occorre garantire, oltre all'efficacia tecnico-funzionale anche gli aspetti ecologici, estetico paesaggistici e naturalistici, ad esso connessi. Queste tecniche infatti, se opportunamente realizzate, consentono un ottimo recupero naturale delle aree degradate, favorendo il consolidamento dei pendii, lo sviluppo successivo della copertura vegetale e/o il ripristino degli ecosistemi naturali danneggiati.



TECNICHE 3:

Idrosemina

L'inerbimento ed il consolidamento mediante idrosemina consistono nello spruzzare ad alta pressione, sul terreno preventivamente preparato, una soluzione di acqua, semi, collante ed altri eventuali componenti. La possibilità di variare in molti modi la composizione delle miscele, rende l'idrosemina adatta alla soluzione di quasi tutti i problemi di rinverdimento. L'efficacia di questo sistema sarà però assicurata generalmente solo se esso verrà utilizzato in abbinamento ad altre tecniche sia di protezione che di regimazione delle acque meteoriche. Questa tecnica è adatta a coprire grandi e medie superfici anche a elevata pendenza e scarpate con scarsa copertura.

Un componente spesso presente nelle idrosemine è il mulch, termine con cui ci si riferisce a tutti quei materiali che aggiunti alla miscela conferiscono una maggiore resistenza meccanica e capacità di ritenzione idrica. In relazione alla composizione della miscela si distingue tra:

Idrosemina di base e Idrosemina con mulch





TECNICHE 4:

Piantumazione arbustive

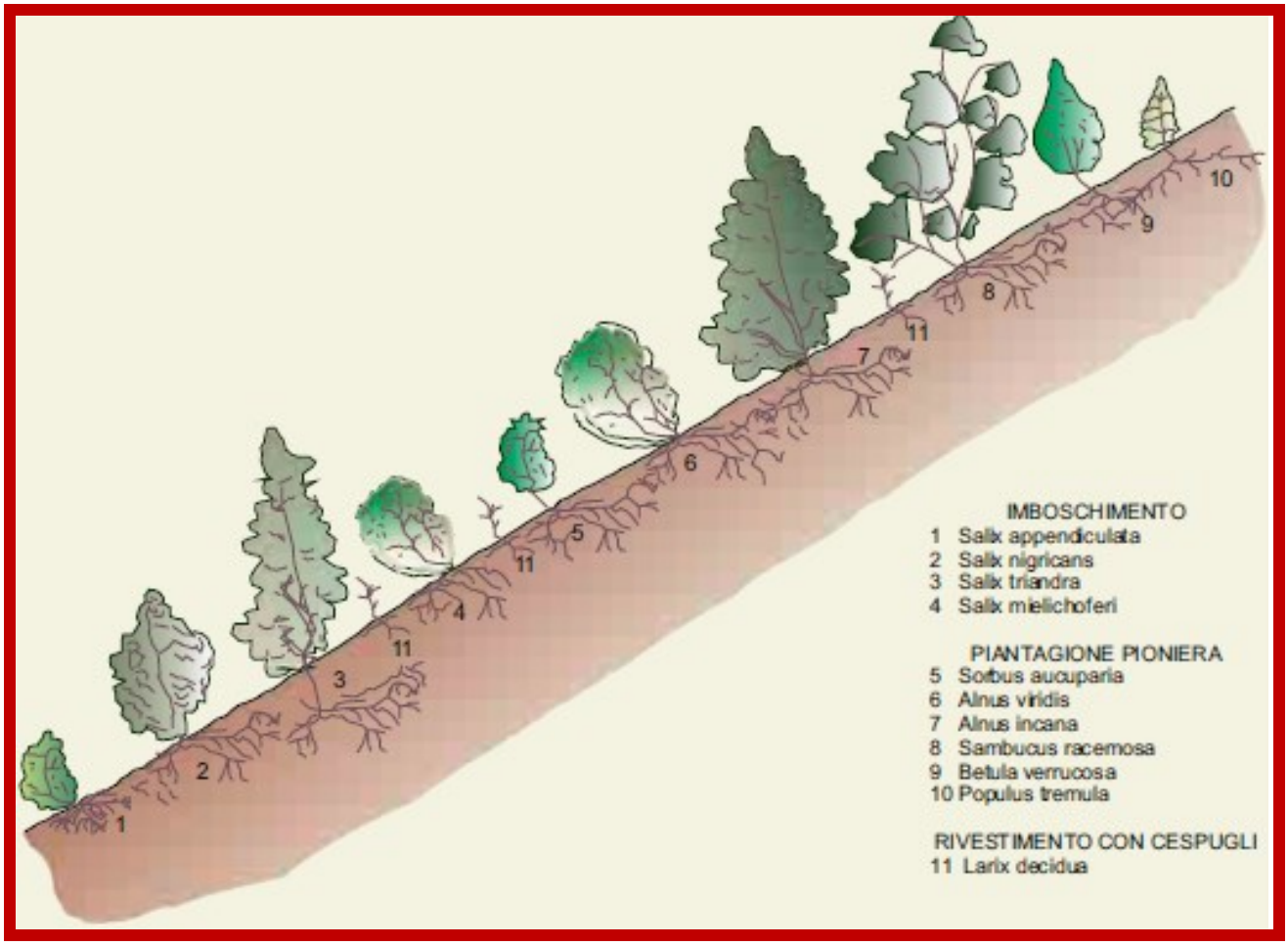
La tecnica d'impianto mediante la messa a dimora di piantine arboree ed arbustive e/o il trapianto di rizomi o cespi selvatici, avviene di solito in zone dove le caratteristiche di pendenza ed il terreno lo consentono, e dove si richiede un rapido sviluppo della copertura vegetale. Questa tecnica di stabilizzazione dei versanti sfrutta la capacità degli apparati radicali delle piante di legare e consolidare le particelle di terreno sciolto e le capacità di regimazione idrologica derivanti dalla intercettazione delle acque meteoriche e dal prosciugamento dell'acqua superficiale.

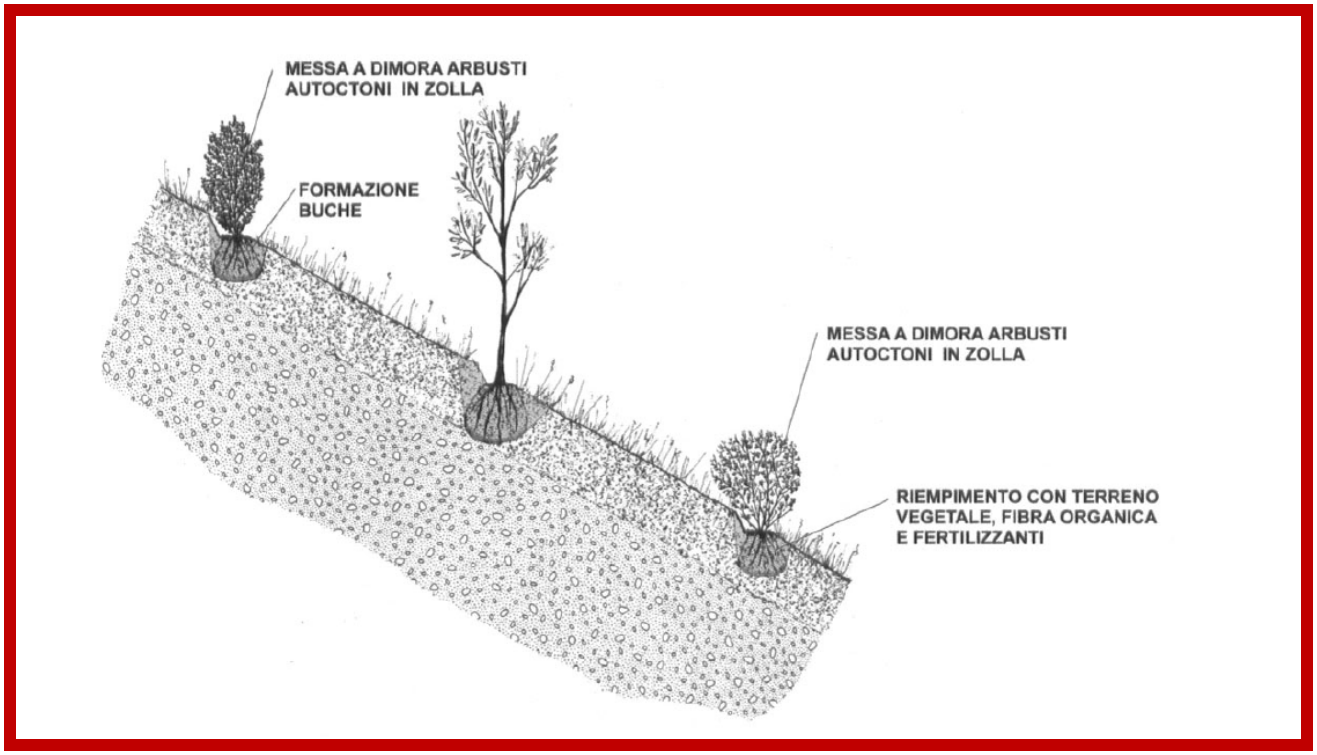
L'impianto di specie arbustive ed arboree comprende le due seguenti tecniche.

Messa a dimora di talee di salici, tamerici ed altre specie. Le talee devono essere di specie arbustive idonee a questa modalità di trapianto vegetativo, prelevate dal selvatico di 2-3 anni d'età, e messe a dimora nel verso della crescita previo taglio a punta e con disposizione perpendicolare o leggermente inclinata rispetto alla superficie del pendio. L'infissione nel terreno avviene mediante battitura con mazza di legno, previa apertura di un foro con un'apposita punta metallica. La densità d'impianto varia tra 2 e 10 talee per mq. Particolare attenzione va posta nelle modalità di prelievo, trasporto e stoccaggio al fine di preservare le capacità vegetative delle piante.

Piantagione di semenziali o trapianti di arbusti, di alberi e/o di specie pioniere La messa a dimora avviene entro delle buche, scavate con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume dell'apparato radicale, se si impiegano piantine a radice nuda, o maggiore, se si utilizzano piantine in fitocella o con vasetti o in pani di terra. La preparazione delle buche deve tenere conto delle condizioni pedoclimatiche: nelle zone aride è bene che il livello della buca, dopo aver eseguito il riempimento risulti inferiore al terreno circostante; al contrario in zone con ristagni d'acqua è preferibile realizzare un drenaggio centrifugo.

Le piantumazioni sono particolarmente indicate nelle zone collinari e montane o su terreni aridi, quando si vuole ottenere in tempi brevi un'efficace copertura vegetale per il consolidamento e la protezione dall'erosione superficiale di pendii e scarpate o il rinverdimento e consolidamento di opere strutturali.


IMBOSCHIMENTO
1 Salix appendiculata
2 Salix nigricans
3 Salix triandra
4 Salix mielichoferi
PIANTAGIONE PIONIERA
5 Sorbus aucuparia
6 Alnus viridis
7 Alnus incana
8 Sambucus racemosa
9 Betula verrucosa
10 Populus tremula
RIVESTIMENTO CON CESPUGLI
11 Larix decidua


MESSA A DIMORA ARBUSTI AUTOCTONI IN ZOLLA
FORMAZIONE BUCHE
MESSA A DIMORA ARBUSTI AUTOCTONI IN ZOLLA
RIEMPIMENTO CON TERRENO VEGETALE, FIBRA ORGANICA E FERTILIZZANTI

TECNICHE 4:

Fascinate vive

Le fascinate vive sono utilizzate negli interventi di sistemazione dei versanti con pendenza non superiore ai 30°-35°. Con questo sistema si ottiene il rinverdimento ed il drenaggio superficiale dei pendii mediante la formazione di file di gradoni, disposti parallelamente alle curve di livello, nei quali sono sistemati delle fascine di astoni o ramaglia, possibilmente lunghi e diritti, prelevati da piante legnose con elevata capacità di diffusione vegetativa.

Le fascinate vive comprendono due tipologie costruttive differenziate in base al materiale vegetale impiegato:

- fascinate vive con ramaglia;

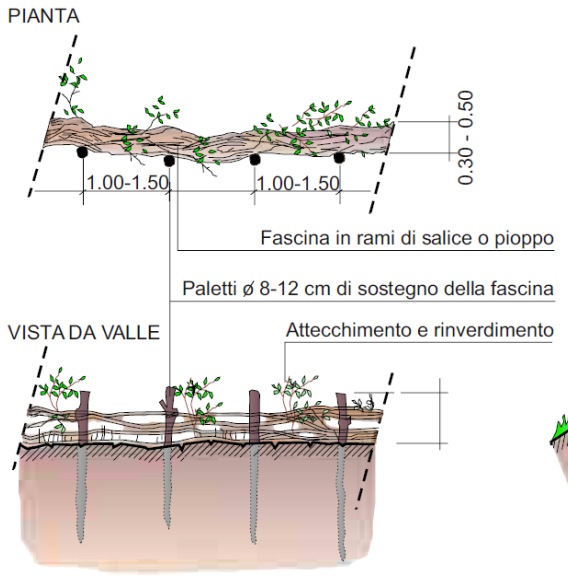
- fascinate vive con piantine.

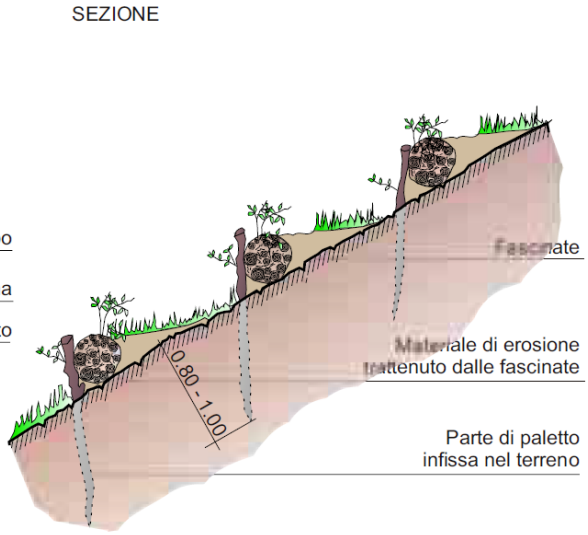
Fascinate vive con ramaglia. La loro realizzazione comporta un ridotto movimento di terra e comprende l'escavazione di solchi profondi da 0,3 a 0,5 m ed altrettanto larghi, ove vengono sistemate orizzontalmente le fascine di ramaglia, prelevate da specie legnose con buona capacità di propagazione vegetativa. E' sufficiente che in ogni sezione trasversale della fascina siano presenti 5 verghe di almeno 1 cm di diametro, con punti di legatura distanti 70 cm uno dall'altro.

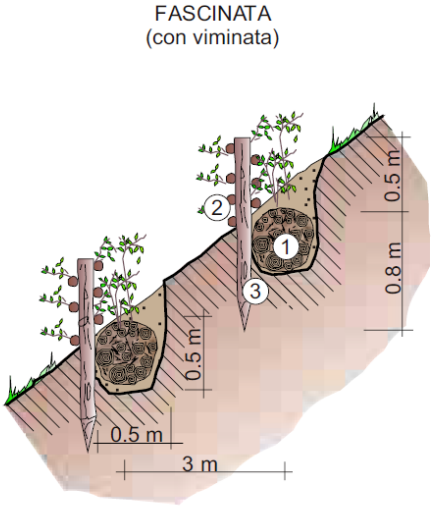
Fascinata viva con piantine

Nella variante con piantine radicate di specie arbustive, l'esecuzione dell'intervento comporta alcuni accorgimenti e procedure diverse da quelle della tecnica precedente. Infatti le fascine di ramaglia sono più leggere e con meno verghe (3-6), i solchi sono più larghi di circa 10-15 cm e le piantine radicate sono messe a dimora in numero di circa 1 -2 esemplari per metro. Il solco, dopo la messa a dimora delle fascine e delle piantine, è riempito con il terreno, eventualmente ammendato, proveniente dagli scavi.

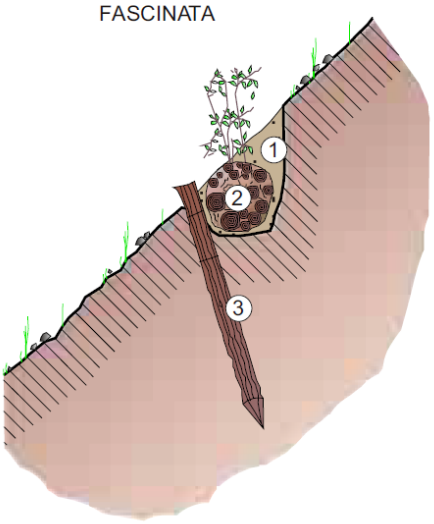
La fascinata è un sistema di stabilizzazione non indicato negli interventi di sistemazione dei versanti in materiali poco coesivi, in quanto presenta un modesto effetto consolidante in profondità, che avviene solo dopo la radicazione delle verghe e l'attecchimento delle piantine. Inoltre, questa tecnica può essere usata solo su pendii con inclinazioni non elevate (minori di 30°-35°) e in condizioni climatiche non estreme.







1 - Fascine con almeno 5 rami di diametro > 1 cm
2 - Verghe di salice di diametro: 2-3 cm
3 - Paletti di legno di diametro 4-7 cm



1 - Fosso profondo 30-50 cm e largo altrettanto.
2 - Fascine con almeno 5 rami di diametro > 1 cm.
3 - Paletti di legno di lunghezza > 60 cm.

TECNICHE 5:

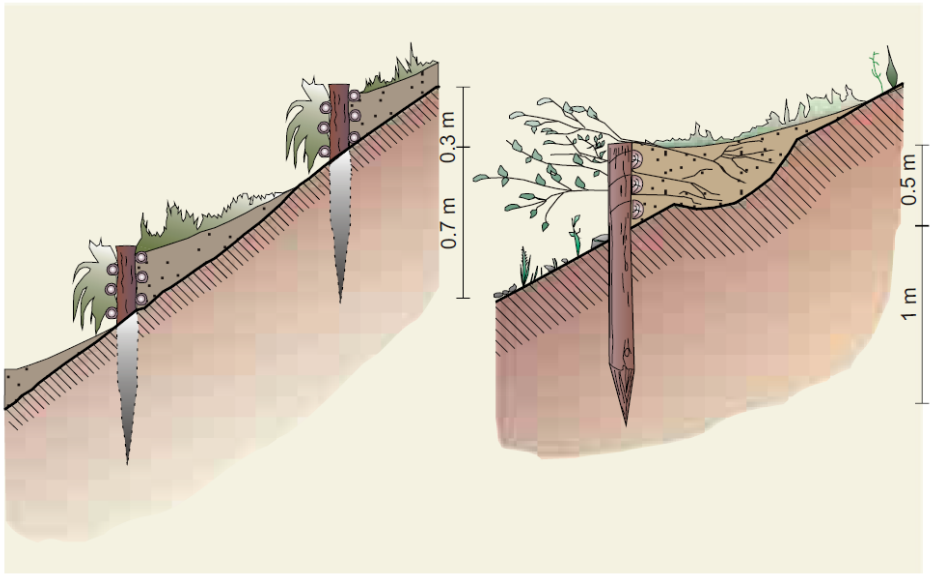
Viminate e palizzate vive

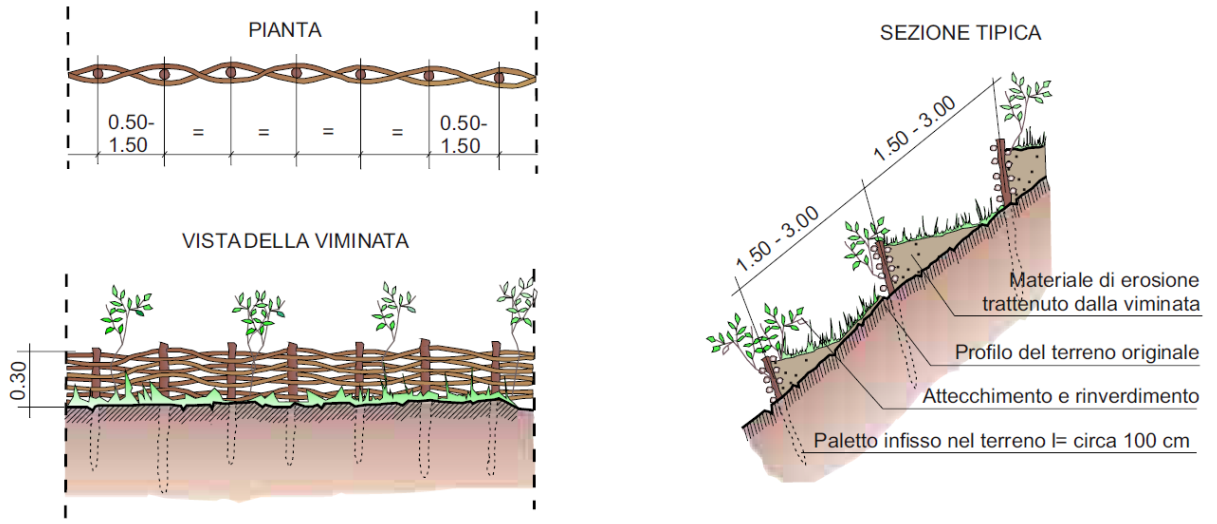
La viminata viva ha la funzione di consolidamento superficiale per mezzo delle piante ed un immediato effetto di regimazione delle acque meteoriche. Questo sistema comporta un tecnica mista tra materiali vivi (astoni e talee) e materiali morti. Un tempo largamente impiegate per il consolidamento di piccole frane, oggi le viminate sono sostituite da sistemi stabilizzanti più efficaci e meno costosi La viminata è costituita da paletti di legno (castagno, larice, salice o altro) lunghi circa 100 cm, infissi nel terreno per 70 cm, con un interasse di circa 100 cm. A questi paletti vengono collegati, intrecciandoli, 3 - 8 rami lunghi e flessibili di salice disposti longitudinalmente e legati con filo di ferro zincato. La parte terminale di questa deve essere interrata al fine di ridurre i rischi di scalzamento della struttura e di favorire il radicamento delle talee. L'altezza fuori terra delle viminate è di circa 30 cm. L'impianto è posizionato lungo le curve di livello, a valle ed a monte delle zone dissestate. Le viminate possono essere disposte sui pendii a file parallele distanti da 1,5 a 3 metri, o a file diagonali a formare una disposizione a forma di rombo, o di quadrato, a sviluppo orizzontale e verticale in modo da trattenere il terreno. Una variante è rappresentata dalla disposizione seminterrata in piccoli solchi di 20 cm circa al fine di aumentare la percentuale di attecchimento. Un limite di questo sistema, oltre alla complessa laboriosità dell'impianto, è la difficoltà di reperire materiale vegetale molto lungo e nel contempo ad alta capacità radicante, che implica costi relativamente alti in rapporto all'efficacia dell'intervento.

Per ottenere la massima efficacia di consolidamento del terreno è necessario eseguire le viminate durante il periodo di riposo vegetativo. In tal caso le talee radicano ed hanno la possibilità di ritenere immediatamente il terreno sul pendio, formando solidi gradoni. In casi particolari si può combinare la tecnica delle viminate (anche morte) con quella della gradonata con talee, ottenendo in tal modo un immediato consolidamento del terreno dal punto di vista meccanico ed un rapido rinverdimento grazie alle talee.

Le viminate e le palizzate sono impiegate in generale, negli interventi di sistemazione e consolidamento dei pendii in materiali sciolti, interessati da frane di tipo superficiali e da fenomeni erosivi. Inoltre è applicato con successo anche per la sistemazione ed il consolidamento di alte scarpate artificiali (ad esempio rilevati stradali o argini).

Sezioni tipo di una viminata (a sinistra) e di una palizzata semplice con talee e piantine (a destra). Le viminate sono strutture in legname analoghe alle palizzate, ma caratterizzate da una durabilità e resistenza molto minore, dovuta alla necessità di utilizzare verghe di piccole dimensioni per realizzare l'intreccio. Le palizzate sono strutture con una maggiore efficacia consolidante e stabilizzante e di più semplice e rapida realizzazione.





Esempio di schema d'impianto di viminata viva visto in pianta, prospetto e sezione.
Rimodellata la superficie del pendio da stabilizzare, si infiggono nel terreno paletti di legno appuntiti, lunghi circa 100 cm e con diametro di 4- 8 cm, per circa 2/3 della loro lunghezza. L'interasse tra i paletti varia tra 50- 150 cm, tra questi si pongono a distanza di circa 30 cm paletti più corti costituiti da talee vive. Ai paletti s'intrecciano le verghe in numero sufficiente a formare un intreccio d'altezza pari a circa 30 cm.

TECNICHE 6:

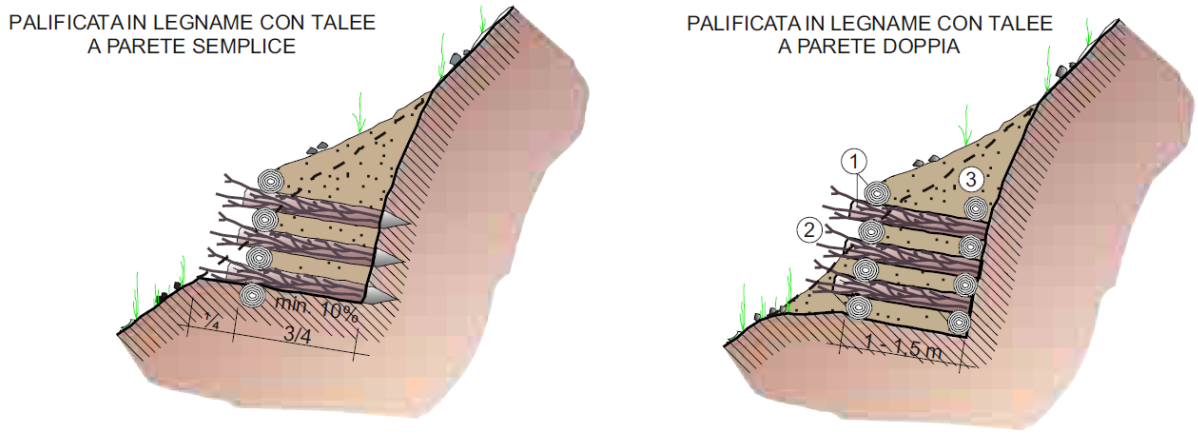
Palificate vive

Le palificate vive con talee e/o con piantine sono impiegate con successo negli interventi di stabilizzazione di pendii e scarpate, naturali o artificiali, in dissesto. Questo sistema favorisce il rinverdimento di pendii attraverso la formazione di strutture fisse in legname, che hanno la funzione di formare delle piccole gradonate a monte delle quali si raccoglie il terreno. In questo modo si crea lungo le curve di livello una struttura più resistente delle viminate, in cui si interrano dei fitti "pettini" di talee e/o di piantine radicate. Lo sviluppo dell'apparato radicale garantisce il consolidamento del terreno, mentre la parte aerea contribuisce a contenere l'erosione superficiale. In funzione della modalità costruttive si distinguono palificate vive in legname o con piantine: a parete semplice; a parete doppia;

Palificata a parete semplice: In questo sistema i tronchi longitudinali sono disposti su di unica fila orizzontale esterna, mentre i tronchi trasversali appoggiano con la parte terminale nella parete dello scavo;

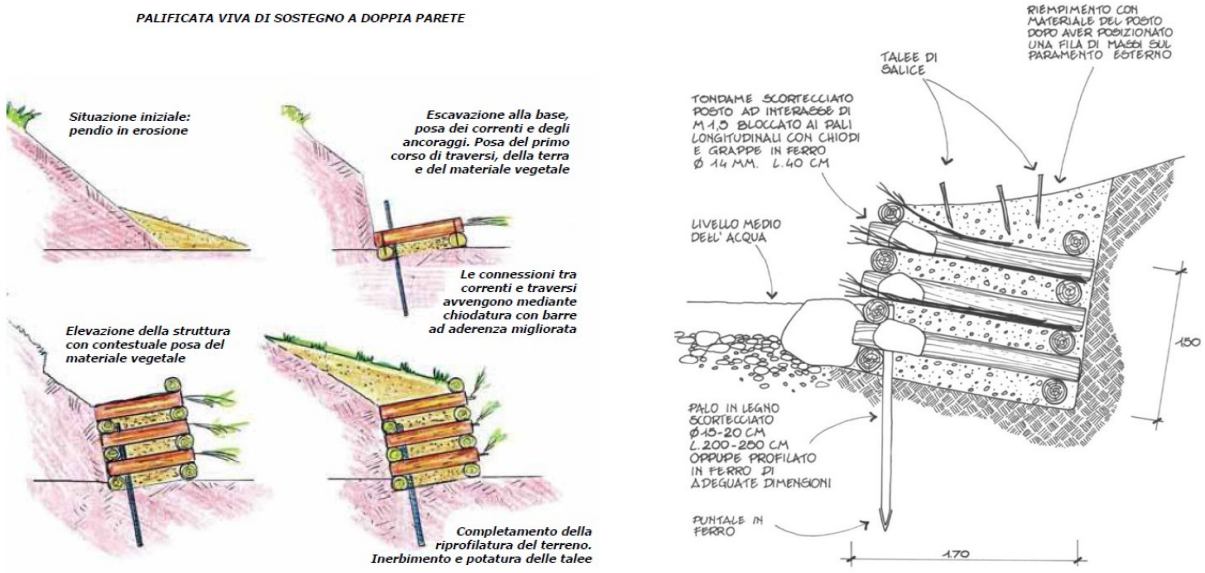
Palificata a parete doppia: Con questo sistema la palificata è realizzata disponendo i tronchi longitudinali su due file orizzontali sia all'esterno che all'interno della struttura. La palificata a due pareti necessita di uno scavo di maggiori dimensioni, compensato, però, dalla capacità di resistere a spinte del terreno maggiori, e dalla possibilità di realizzare strutture aventi un'altezza superiore.

La tecnica d'esecuzione delle palificate comprende le seguenti fasi: nel versante si esegue una serie di scassi a forma di "L", in modo da formare la base d'appoggio della palificata in legname, con una contropendenza trasversale dello scavo pari almeno al 10 - 15%, mentre il paramento a valle deve avere una pendenza di circa il 30-50% per garantire la migliore crescita delle piante. La profondità massima dello scavo, generalmente di circa 2 - 2,5 m, è legata alla lunghezza delle talee, che devono sempre raggiungere la parete. Per altezze superiori a 2,5 m si possono costruire serie di palificate a gradoni. Preparata la base d'appoggio, la palificata è realizzata ponendo in opera il tondame scortecciato o legname squadrato di conifere e/o di castagno (diametro 20-30 cm) alternativamente in senso longitudinale ed in senso trasversale (L = 1,50-2,00 m), in modo da formare una specie di castello in legname. I tronchi sono fissati con chiodi, tondini, graffe metalliche o fili di ferro. Completata la posa di ogni elemento longitudinale ed il riempimento della struttura con il terreno di risulta dello scavo, si procede alla messa a dimora di talee e/o di piantine radicate di specie pioniere, disposte a pettine una accanto all'altra, con un numero variabile, secondo le condizioni pedoclimatiche e della tipologia dell'impianto, da 5 a 10 per metro lineare.



Sinistra. Schema d'impianto di una palificata in legname con talee e piantine a parete semplice. I tronchi in legname sono posti nello scavo a "L", alternativamente in senso longitudinale ed in senso trasversale, formando una specie di castello di legno. I tronchi sono fissati tra loro con chiodi o fili di ferro. La struttura è riempita con il materiale di risulta dello scavo, procedendo alla messa in opera delle talee e delle piantine radicate.

Destra. Schema d'impianto di una palificata in legname con talee e piantine a parete doppia. In questa variante la palificata è realizzata disponendo i tronchi su due file orizzontali sia all'esterno sia all'interno della struttura, appoggiata alla parete dello scavo.
1 - Tondame scortecciato o legname squadrato (diametro: 10-25 cm).
2 - Ramaglia viva o talee.
3 - Terreno di riporto.





TECNICHE 7:

Gradonate vive

La tecnica delle gradonate vive con talee e/o con piantine è un sistema impiegato con successo negli interventi di stabilizzazione di pendii e scarpate, naturali o artificiali, in materiali sciolti. La realizzazione di gradonate permette di rinverdire le scarpate attraverso la formazione di piccoli gradoni lineari, che corrono lungo le curve di livello del pendio, in cui si interrano dei fitti "pettini" di talee e/o di piantine radicate. Lo sviluppo dell'apparato radicale garantisce il consolidamento del terreno, mentre la parte aerea contribuisce a contenere l'erosione superficiale. Nell'ambito delle gradonate si possono distinguere tre tipologie costruttive:

Gradonata con talee (sistemazione a cespuglio secondo Schiechtl);

Gradonata con piantine (sistemazione a siepe secondo Schiechtl);

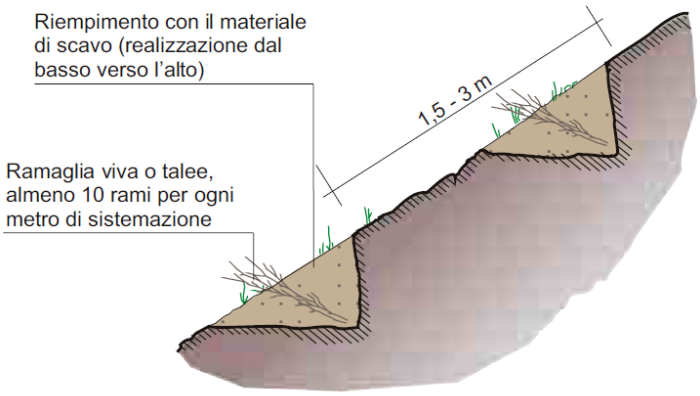
Gradonata mista con talee e piantine (sistemazione a siepe - cespuglio);

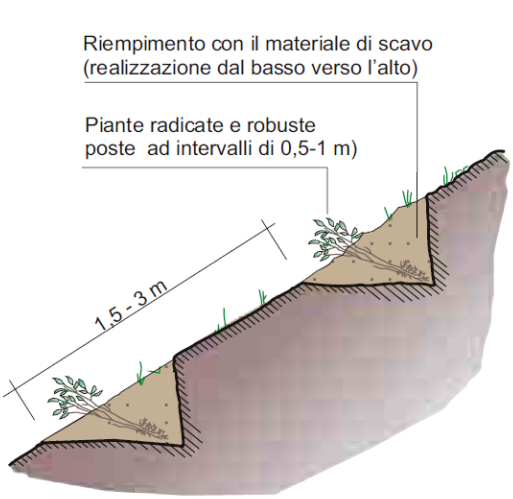
La tecnica d'esecuzione delle gradonate, indipendentemente dal tipo d'intervento, è sostanzialmente la stessa: nel versante si eseguono una serie di scassi orizzontali con leggera contropendenza, a forma di "L", nei quali si impiantano talee o piantine radicate. Il tutto è poi ricoperto con materiale proveniente dallo scavo del gradone superiore. In particolare la realizzazione delle gradonate prevede le seguenti fasi d'esecuzione:

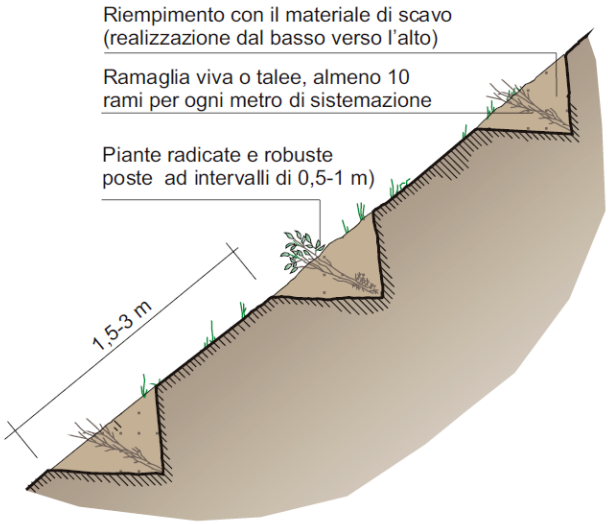
- scavo e costruzione dei gradoni o terrazzamenti, iniziando dal piede della scarpata e procedendo per file parallele verso l'alto, eseguito a mano o con l'ausilio mezzi meccanici di piccole dimensioni (apripista, scavatrici idrauliche, o ragno). Il materiale di sterro del gradone superiore è utilizzato per il riempimento di quello inferiore. La profondità (o larghezza) dei gradoni varia da 0,5 fino a 2,0 m, in funzione della pendenza della scarpata e della tipologia costruttiva, con una contropendenza trasversale dello scavo pari almeno al 10%. La distanza tra gradoni successivi varia da 1,5 a 3 metri, in funzione della pendenza, delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e della tipologia costruttiva.

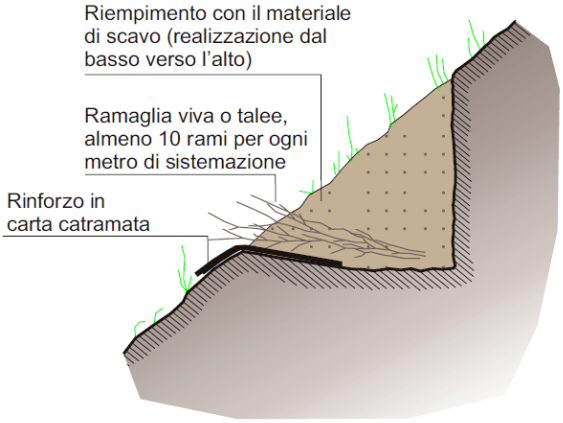
- messa a dimora, sul fondo dello scavo, di talee e/o di piantine radicate disposte a pettine una accanto all'altra in numero variabile, a seconda delle condizioni pedoclimatiche, del tipo di pianta e della tipologia dell'impianto, da 5 - 10 a 30 piante per metro lineare. Queste sono interrate per buona parte della loro lunghezza (per 3/4 le talee, e per circa 2/3-3/4 le piantine) con il terreno dello scavo di riporto del gradone superiore.

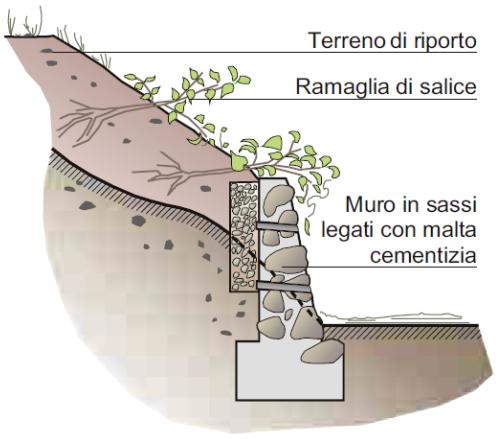
Gradonata con talee; le talee di specie pioniere (salici o altro tipo) sono appoggiate sul fondo dello scavo, a forma di "L", con disposizioni a pettine ed interrate col materiale di sterro del gradone successivo per circa 1/4 della loro lunghezza. L'interasse tra gradoni successivi varia da 1,5 a 3 m.











TECNICHE 8:

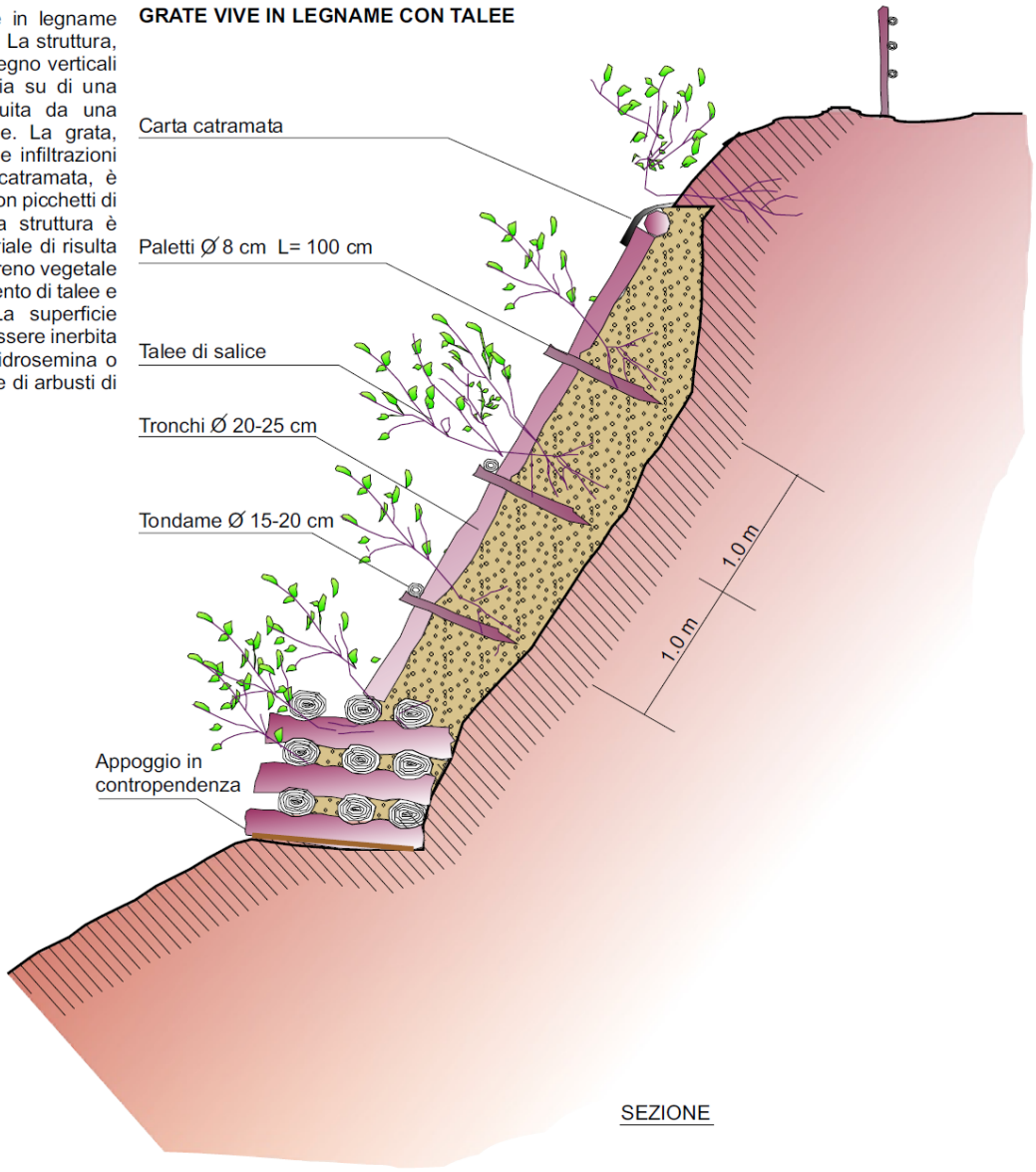
Grate vive

La tecnica della grata viva con talee e/o con piantine è una tipologia d'intervento più complessa rispetto ad altri sistemi d'ingegneria naturalistica, ma molto efficace negli interventi di sistemazione, stabilizzazione e rinverdimento di versanti e di scarpate anche con elevata acclività. La grata può essere semplice o doppia in funzione della geometria del corpo di frana. La tecnica d'esecuzione prevede fasi di lavorazione descritte nel seguito. Al piede del versante si esegue lo scavo di una piccola trincea sul terreno stabile, in modo da formare la base d'appoggio della grata. Questa può essere anche realizzata mediante la posa di tronchi longitudinali di sostegno, o attraverso la costruzione di una palificata in legname con talee. Al disopra della base si costruisce una specie di spalliera a maglie regolari, formata da elementi verticali ed orizzontali (tondi di legno), con una lunghezza di circa 2-5 m, e diametro di 15-25 cm. Gli elementi verticali sono quelli portanti con distanza di 1-2 m, mentre gli elementi orizzontali, fissati con chiodi o altro ai primi e con interdistanza di 0,40 1,00 m, possono avere dimensioni minori, e densità maggiore (in funzione dell'inclinazione del pendio) rispetto a quelli verticali. La struttura è fissata al substrato stabile mediante l'infissione di picchetti di legno lunghi 1 metro circa. Si procede, poi, al riempimento dei riquadri con materiale inerte e terreno vegetale ed alla messa a dimora di talee, ramaglia disposta a strati e/o piantine radicate di specie pioniere, con l'eventuale supporto di rete metallica elettrosaldata per il contenimento del terreno fine. La superficie esterna della struttura può essere inerbita per una migliore resistenza all'erosione. L'altezza massima che è possibile raggiungere non supera in genere i 15-20 m. La struttura può essere realizzata in legno vivo (salice) per pendii di altezza limitata, oppure con filagne di legname resistente alla decomposizione (larice, castagno) negli altri casi. Al fine di prevenire eventuali infiltrazioni di acqua da monte, che potrebbero creare problemi di erosione e portare allo scalzamento della struttura, è necessario realizzare una canalizzazione o una impermeabilizzazione della testa della grata con carta incatramata opportunamente ancorata.

La grata viva è un sistema utilizzato con successo negli interventi di sistemazione e stabilizzazione di pendii in erosione o in frana, caratterizzati da inclinazione molto elevata (anche maggiore di 45°), dove non è possibile ridurre la pendenza con il modellamento dei versanti. Questo sistema garantisce, al tempo stesso, un'efficace azione di sostegno ed una protezione dall'erosione superficiale.

Grata viva semplice in legname con talee e piantine. La struttura, formata da tondi di legno verticali ed orizzontali, poggia su di una base stabile, costituita da una palificata in legname. La grata, protetta in testa dalle infiltrazioni d'acqua con carta catramata, è fissata al substrato con picchetti di legno o di ferro. La struttura è riempita con il materiale di risulta dello scavo e con terreno vegetale idoneo all'attecchimento di talee e piantine radicate. La superficie esterna può anche essere inerbita con le tecniche dell'idrosemina o con la piantumazione di arbusti di specie autoctone.

GRATE VIVE IN LEGNAME CON TALEE



INT1_TEC2 TERRAZZAMENTI - MURETTI A SECCO

(Questa sezione riprende alcune considerazioni dal "Manuale per la costruzione dei muri a secco", progetto del Parco delle Cinque Terre, cui si rinvia:
http://www.parconazionale5terre.it/files/ManualeMuriSecco.pdf)

PREMESSA

La scelta di terrazzare un terreno viene presa quando si è in presenza di pendenze tali da rendere difficoltose le operazioni manuali di coltivazione del terreno sia di colture erbacee (cereali e orticole) sia arboree (frutteti e vigneti). Terrazzare un versante vuol dire:

- diminuire la pendenza di un terreno, spostando cumuli di terra da una parte all'altra;

- spietrare il terreno e accumulare le pietre;

- realizzare muri che sostengano il terreno accumulato per rendere il più possibile pianeggianti le superfici da coltivare.

I terrazzamenti sono testimonianza di un uso cosciente del territorio, basato sulla valutazione accurata delle colture da praticare in relazione alla quota, all'orientamento e all'esposizione dell'area da terrazzare, alla pendenza da assegnare al piano, alla permeabilità del suolo, allo scorrimento delle acque ecc.

I terrazzi rivestono diverse funzioni:

- controllo e gestione idraulica, per l'incanalamento delle acque pluviali, lo smaltimento delle acque in eccesso, l'irrigazione;

- lotta contro l'erosione, per la diminuzione della pendenza dei terreni e per la moltiplicazione degli ostacoli in caso di eccesso di precipitazioni;

- formazione e mantenimento di un substrato coltivabile dove la pendenza eccessiva lo renderebbe difficile;

- mantenimento di una certa umidità del suolo;

- creazione di un microclima favorevole alle radici grazie al calore immagazzinato dalle pietre che facilita la maturazione precoce delle colture.

I terrazzamenti, frutto di un sapiente lavoro di cui sono diretta testimonianza, possiedono una notevole valenza paesaggistico-culturale, tale da marcare in maniera significativa interi territori. I muri a secco hanno profondamente segnato il paesaggio delle valli, disegnando orizzontalmente

VALORI DEL TERRAZZAMENTO

Valore idrogeologico

Il terrazzamento costituisce una pratica di stabilizzazione del versante contro le potenziali erosioni dovute all'eccessivo deflusso delle acque. Essi infatti consentono di conservare il suolo e svolgono le funzioni di regolazione del deflusso e del drenaggio oltre che di cattura dell'acqua meteorica. La loro manutenzione risulta necessaria per la buona regimazione delle acque del versante.

Valore agronomico ed economico

I muri nelle zone impervie sono parte delle infrastrutture necessarie per l'effettuazione dell'attività agricola e, proprio per questo, rappresentano, anche, un elemento indispensabile per la permanenza delle altre infrastrutture e per la salvaguardia del territorio. Essi consentono di ottenere una migliore regimazione delle acque che scendono dai versanti e che potrebbero causare eventi franosi così come consentono di coltivare terreni altrimenti inagibili.

Valore ecologico

I muri di sostegno rappresentano un luogo di proliferazione della flora spontanea e della piccola fauna selvatica: offrono in tal senso un habitat per molte specie; offrono un'azione frangivento, accumulano calore, sono collettori di rugiada notturna e umidità. In un muro con giunti sigillati da cemento o malta, animali e vegetali non potrebbero vivere.

Valore culturale

I terrazzamenti rappresentano un segno evidente della presenza dell'uomo in un determinato territorio e dei tentativi da lui fatti per renderlo idoneo alla coltivazione. Sono parte della cultura delle regioni montane e delle zone caratterizzate da terreni scoscesi. Sono testimonianze delle tecniche costruttive tradizionali che sono patrimonio di conoscenza tecnica, materica e dei caratteri naturali dei luoghi: il loro studio può fornire delle risposte ad attuali problemi costruttivi.

Valore storico e di identità

Costituiscono un patrimonio poiché appartengono alla storia sociale delle valli e dei versanti e sono riconosciuti dalla popolazione come un bene comune, quando negli abitanti attuali rimane memoria dell'enorme sforzo profuso nel corso dei secoli per realizzarli e mantenerli.

TIPOLOGIE DI TERRAZZAMENTO

Terrazzamenti con muri di contenimento in “pietra a secco”

La dicitura “pietra a secco” è posta ad indicare come gli elementi che costituiscono il muro di sostegno siano sistemati l’uno vicino all’altro senza l’uso di malte che facciano da legante. I muri realizzati in questo modo possono avere altezze variabili in funzione della pendenza dei versanti su cui sono costruiti, e lunghezze altrettanto variabili in funzione, oltre che delle caratteristiche dei versanti, anche della parcellazione del territorio.

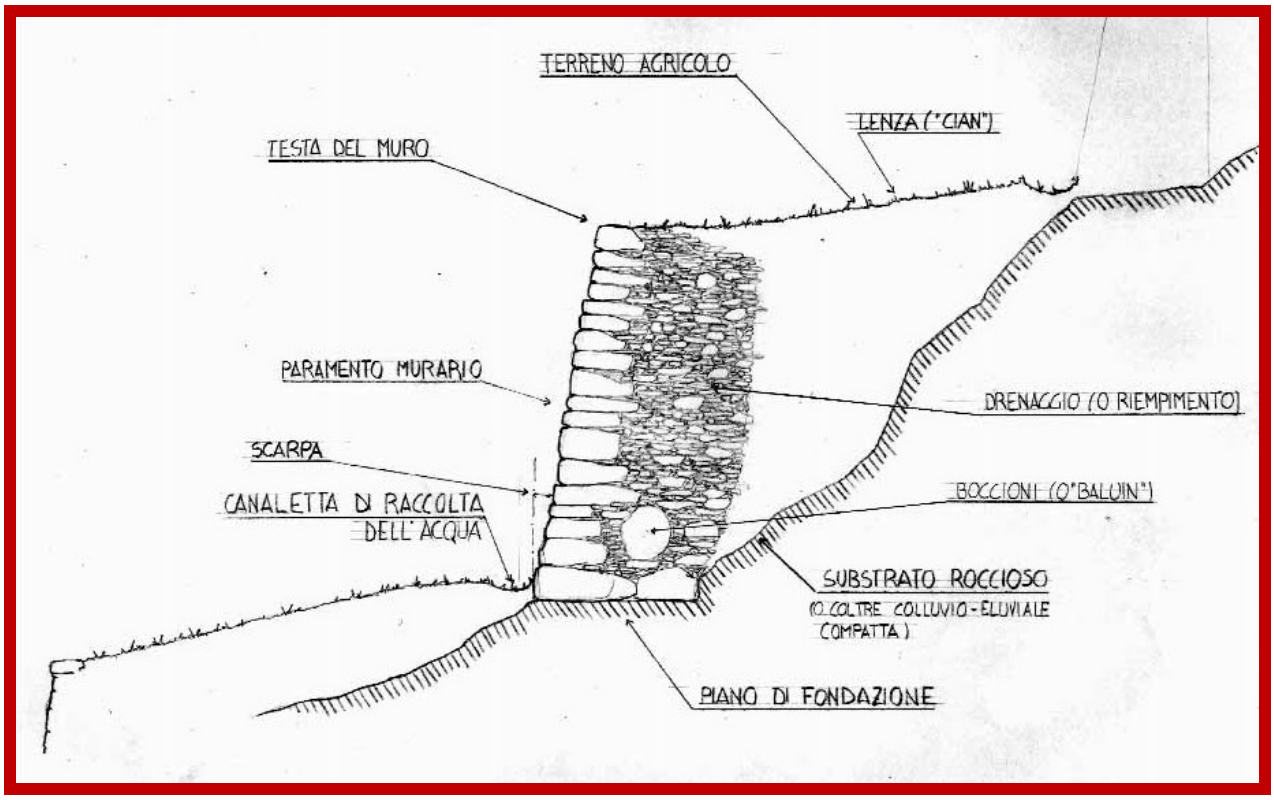
In generale i muri a secco, pur essendo accomunati da regole costruttive di base, presentano differenze dovute al tipo di materiale litico impiegato e a regole costruttive di limitata portata territoriale, quali ad esempio l’uso della terra per regolarizzare i letti di posa delle pietre

Terrazzamenti con muri di contenimento in pietra legata da malta di calce

Sono realizzati con materiale litico di buona qualità (talvolta anche di cava) che – contrariamente a quanto avviene nei muri in pietra a secco - viene tenuto assieme con della malta di calce. Questa tecnica consente di realizzare muri più duraturi, con minore necessità di manutenzione, e con altezze superiori rispetto a quelle delle opere in pietra a secco.

Cigli erbosi

Tale sistemazione può essere adottata solo dove vi sono terreni eminentemente argillosi (o comunque dotati di buona coesione), e con una pendenza non troppo elevata, ove oltretutto vi è una scarsa disponibilità di materiale litico per la costruzione di muri. La stabilità del terrazzamento in questi casi è, infatti, garantita dalla realizzazione di una scarpata con terreno costipato e frammisto a pietre informi ove si favorisce lo sviluppo di una cotica erbosa a zolle che impedisce l’erosione ed il dilavamento superficiale lungo la scarpata stessa.


TERRENO AGRICOLO
LENZA ("CIAN")
TESTA DEL MURO
PARAMENTO MURARIO
DRENAGGIO (O RIEMPIMENTO)
SCARPA
CANALETTA DI RACCOLTA DELL'ACQUA
BOCCIONI (O "BALUIN")
SUBSTRATO ROCCIOSO
(O COLTRE COLLUVIO-ELUVIALE COMPATTA)
PIANO DI FONDAZIONE









SOLLECITAZIONI DEI TERRAZZAMENTI

Le spinte del terreno

Il muro di sostegno viene costruito per contrastare le spinte che sono date dai vari strati di terreno:

- la spinta della coltre detritica superficiale incisa al momento della creazione del sistema terrazzato e quella del substrato sul quale generalmente è fondato il muro;

- la spinta del materiale riportato, in genere ottenuto dallo scavo eseguito per la fascia soprastante, ed il terreno vegetale superficiale che ai fini della verifica statica può essere assimilato al riempimento.





Il sovraccarico del piano di posa

La pendenza del piano di fascia, che risulta spesso rilevante specialmente nelle zone più acclivi, comporta un aumento della spinta, infatti, la maggiore quantità di terreno determina un sovraccarico in testa, che amplifica l'effetto della spinta del terreno pianeggiante a tergo del muro.

La spinta dell'acqua

Un ulteriore parametro per la determinazione della spinta, fondamentale nell'interpretazione dei fenomeni di dissesto osservati, è la presenza dell'acqua. In concomitanza degli eventi meteorici di una certa intensità si forma infatti uno strato superficiale di terreno imbibito, il cui spessore è determinato oltre che dall'intensità e dalla persistenza delle piogge anche dalla permeabilità e dallo stato di copertura del terreno. Questa imbibizione determina una spinta idrostatica proporzionale alla profondità di impregnazione del terreno, che può raggiungere anche valori notevoli.

DEGRADO DEI TERRAZZAMENTI

Le modalità di sviluppo della deformazione possono essere differenti a seconda che gli elementi sottoposti all'azione diretta delle forze esterne siano in grado di scorrere sui loro piani di posa, o meno. Nel caso in cui l'azione delle forze esterne dia origine ad uno scorrimento degli elementi sui piani di posa, il muro spanciato sarà caratterizzato da una deformazione discontinua (profilo del muro spezzato) in cui una parte di muratura è aggettante rispetto al piede del muro stesso che, invece, non sembra subire modificazioni rispetto alla geometria originaria.

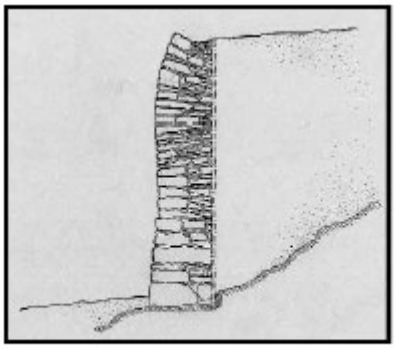
Deformazioni

deformazione muro; ("spanciamento") della parte superiore del muro;

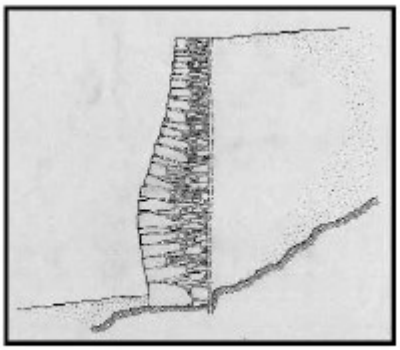
deformazione ("spanciamento") della parte inferiore del muro. In questo caso la parte superiore del muro può anche subire un arretramento rispetto alla posizione originaria

deformazione ("spanciamento") della parte mediana del muro;

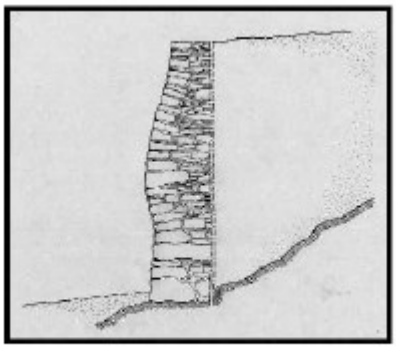
deformazione ("spanciamento") del muro per tutta la sua altezza.



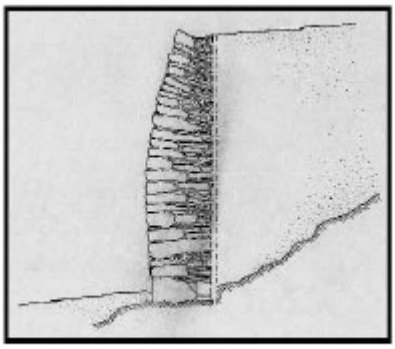
"spanciamento" della parte superiore



"spanciamento" della parte inferiore



"spanciamento" della parte mediana

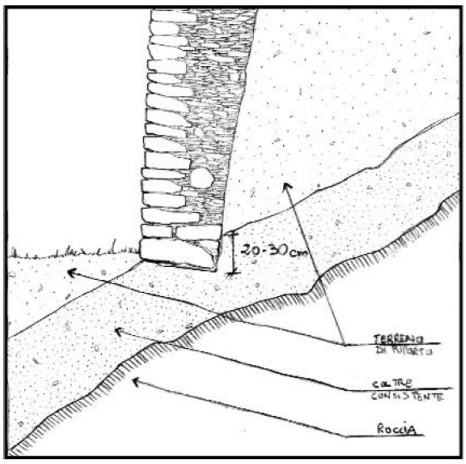


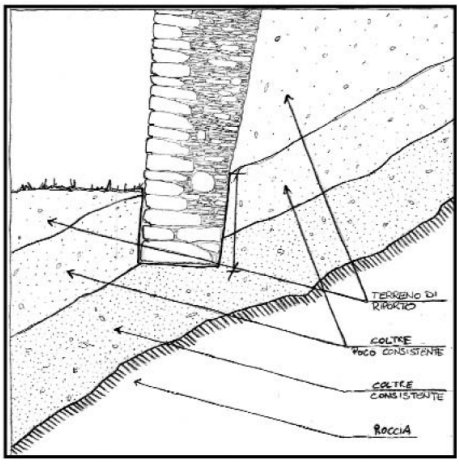
"spanciamento" di tutta la superficie

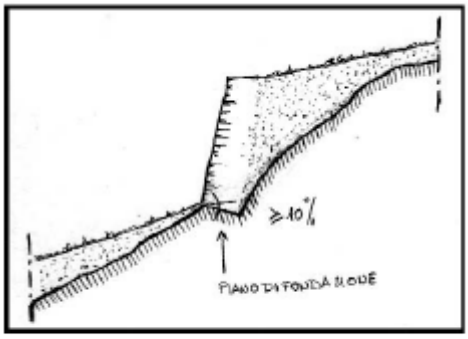
MANUTENZIONE / RICOSTRUZIONE DEI TERRAZZAMENTI

Fondazione

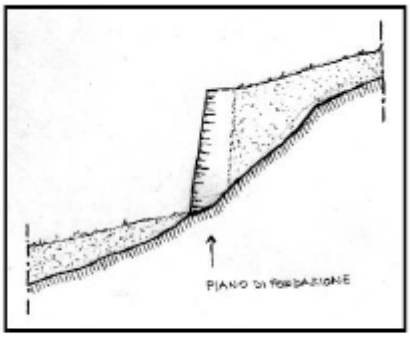
Se costituito da terra, il piano di fondazione deve essere costituito da una superficie orizzontale o leggermente inclinata verso monte con una pendenza di circa il 10%. Nel caso in cui il terreno presenti una buona consistenza, la profondità dello scavo può anche essere limitata a soli 20 - 30 centimetri circa (disegno A); diversamente è necessario approfondire lo scavo fino a trovare uno strato di terreno più compatto.



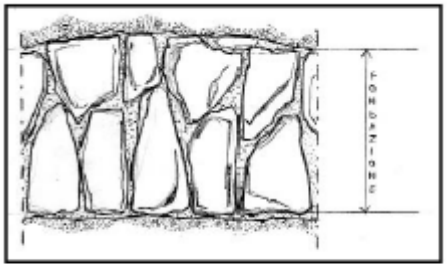




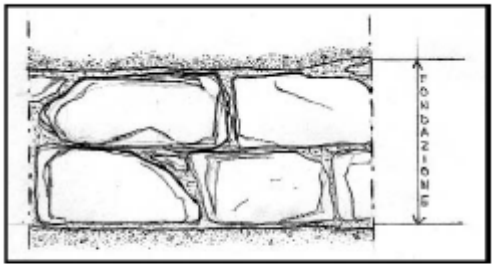
CORRETTO



ERRATO



CORRETTO

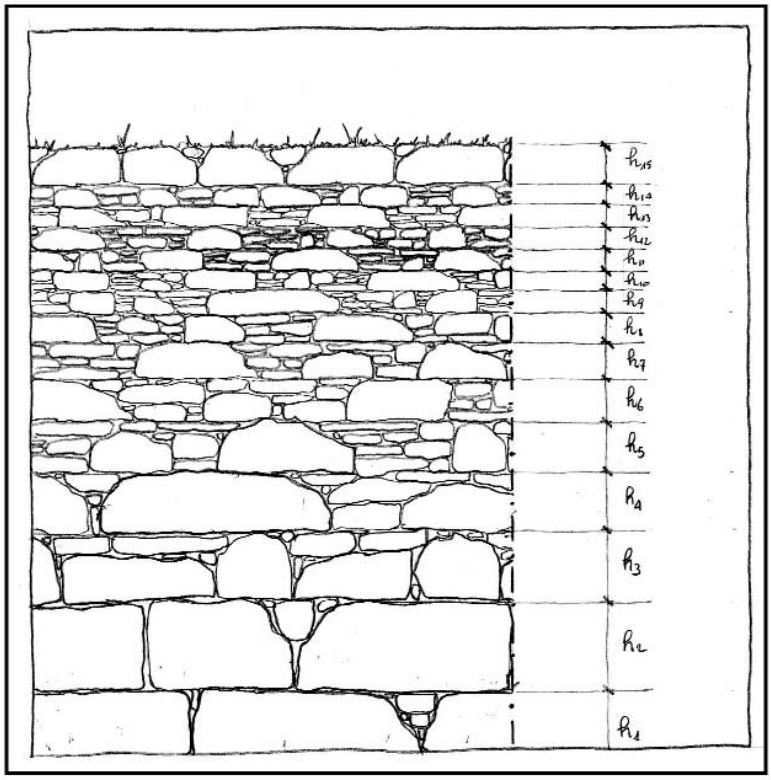


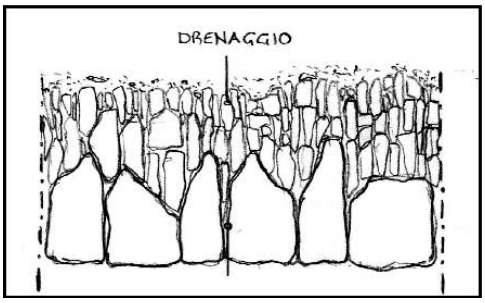
ERRATO

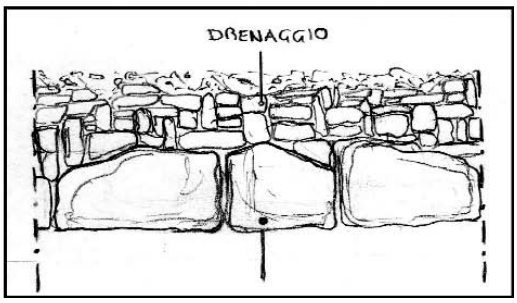
MANUTENZIONE / RICOSTRUZIONE DEI TERRAZZAMENTI

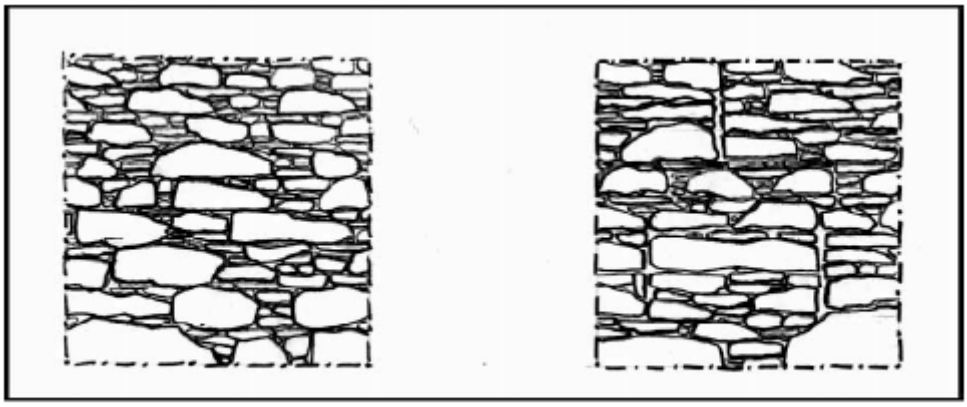
Corsi del muro

Gli elementi andranno disposti di punta con le facce di maggiore sviluppo disposte normalmente al paramento esterno ed in modo da sfalsare i giunti verticali che si formano tra una pietra e l'altra nei diversi corsi;









CORRETTO ERRATO

INT1_TEC3 DRENAGGI SUPERFICIALI

PREMESSA

Gli interventi di drenaggio hanno lo scopo di allontanare e di raccogliere le acque superficiali e sotterranee in corrispondenza di pendii instabili o di terreni di fondazione da bonificare e consolidare, in modo da diminuire le pressioni interstiziali e conseguentemente le spinte del terreno. In termini più generali i drenaggi comprendono anche gli interventi diretti ad esercitare un'azione regolatrice delle acque correnti superficiali non incanalate e di quelle stagnanti in depressioni. Negli interventi di sistemazione e consolidamento dei versanti in frana e nelle realizzazione delle opere di ingegneria civile sono utilizzati vari metodi e strumenti per il drenaggio, applicati sia per un effetto temporaneo che per un azione drenante permanente.

Gli interventi di drenaggio si possono suddividere in due gruppi principali:

-opere di drenaggio di tipo superficiale;

-opere di drenaggio di tipo profondo.

I drenaggi di tipo superficiale, comprendenti le opere di regimazione e drenaggio delle acque superficiali e di sistemazione del pendio di primo intervento, sono quelli di più rapida e facile installazione e manutenzione, ma sono anche quelli che più facilmente si danneggiano e necessitano di manutenzione continua. I drenaggi profondi, che in genere hanno un carattere definitivo, necessitano di opere e di attrezzature più complesse per la loro installazione e sono più costosi. A fronte di questi svantaggi assicurano però una maggiore efficacia nella stabilizzazione di versanti in frana.

I tipi di opere di drenaggio superficiali e profondi più comunemente usati sono rappresentati da :

-Opere di drenaggio superficiali.
-Speroni drenanti.
-Cuneo drenanti.
-Paratie drenanti.
-Dreni suborizzontali
-Pozzi drenanti.
-Trincee drenanti.
-Gallerie drenanti.

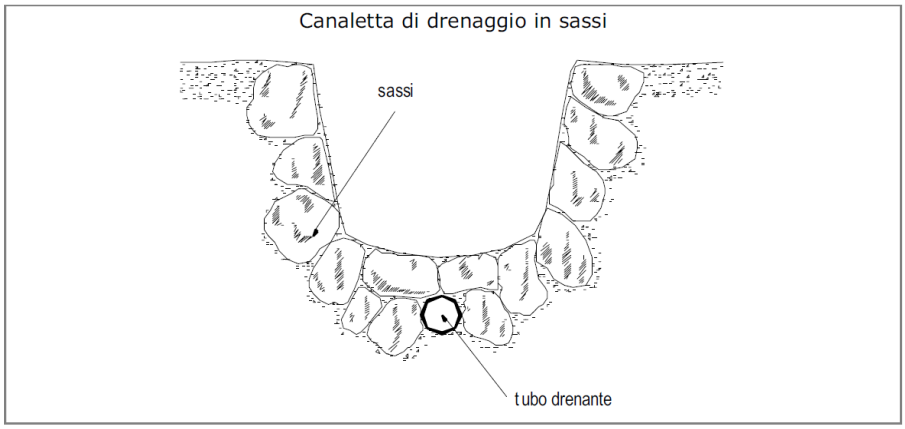
TECNICHE 1:

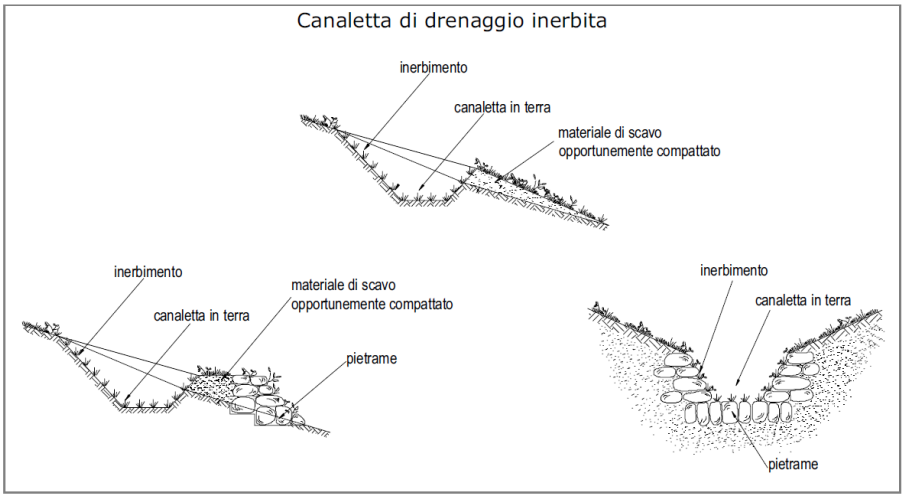
DRENAGGI SUPERFICIALI

Canalette superficiali: sono fra le opere di drenaggio più frequentemente utilizzate negli interventi di sistemazione di aree dissestate con l'obiettivo di captare e allontanare le acque superficiali, non solo quelle provenienti dalle precipitazioni o dalle emergenze idriche ma anche quelle stagnanti entro eventuali depressioni. La disposizione delle canalette superficiali, realizzate sia all'interno che all'esterno dell'area dissestata, può essere trasversale o longitudinale rispetto al pendio. In funzione delle modalità costruttive e del materiale di costruzione si possono avere vari tipi di canalette quali quelli descritti nel seguito.

Canalette in terra: sono realizzate eseguendo uno scavo a sezione trapezoidale e possono essere presidiate o non presidiate. In genere le opere di presidio sono necessarie laddove la pendenza è elevata e le caratteristiche del terreno non garantiscono la funzionalità delle stesse (erosione, interrimento ecc.).

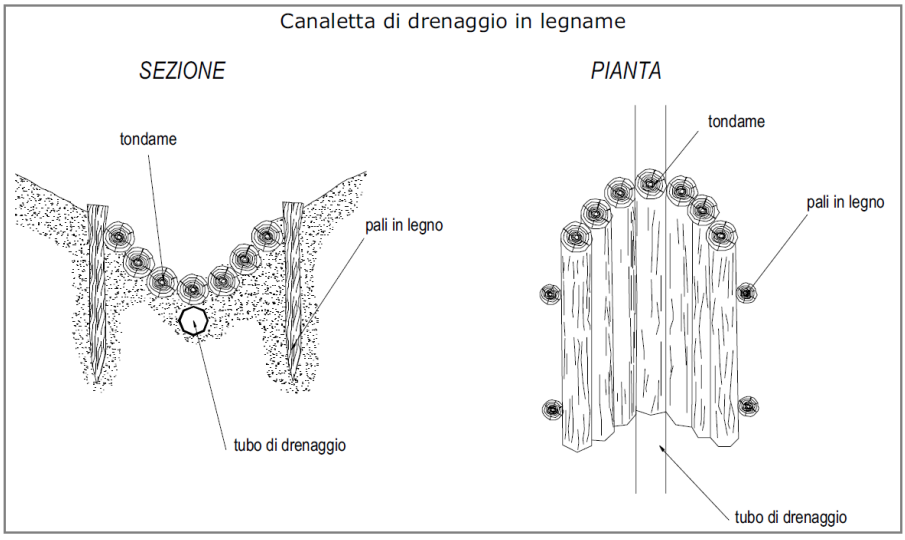
Canalette in legname e pietrame: a sezione trapezoidale, sono realizzate con un intelaiatura di pali di legname idoneo e rivestendo il fondo con uno strato di pietrame posto a mano, di circa 20 cm di spessore. Anche per questo tipo di opera è necessario eseguire adeguate opere di presidio.



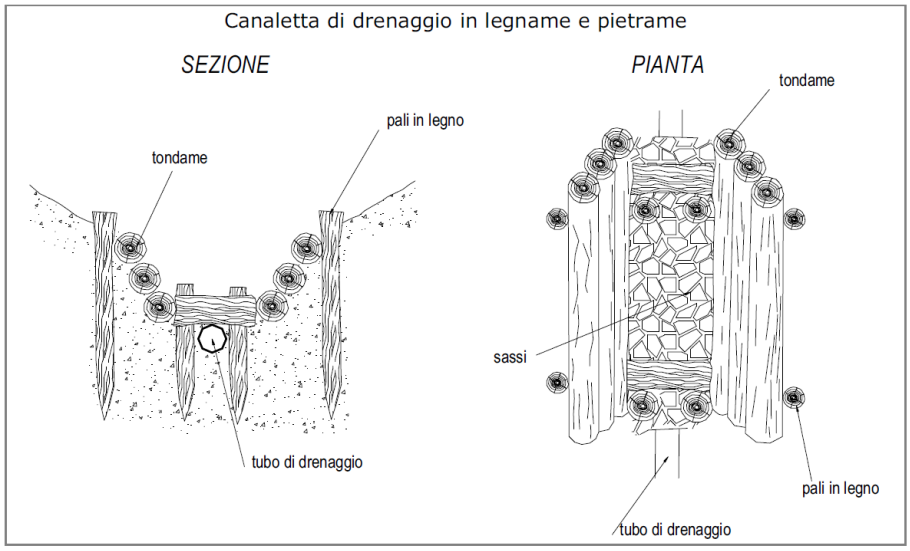


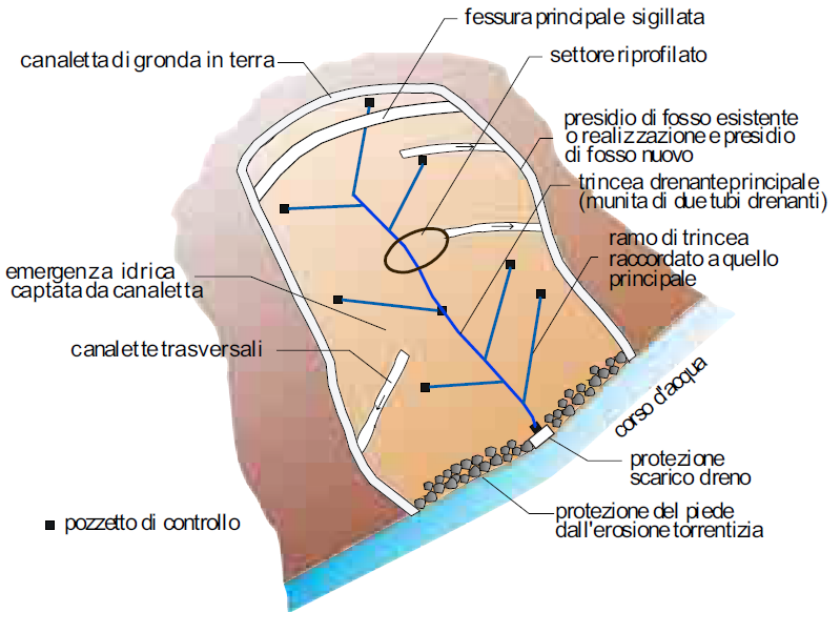
TECNICHE 1:

DRENAGGI SUPERFICIALI



G

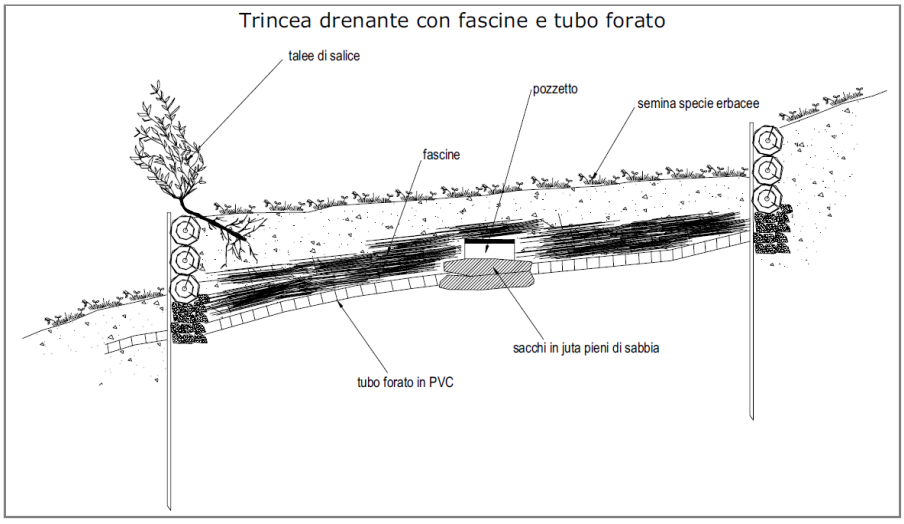




TECNICHE 2:

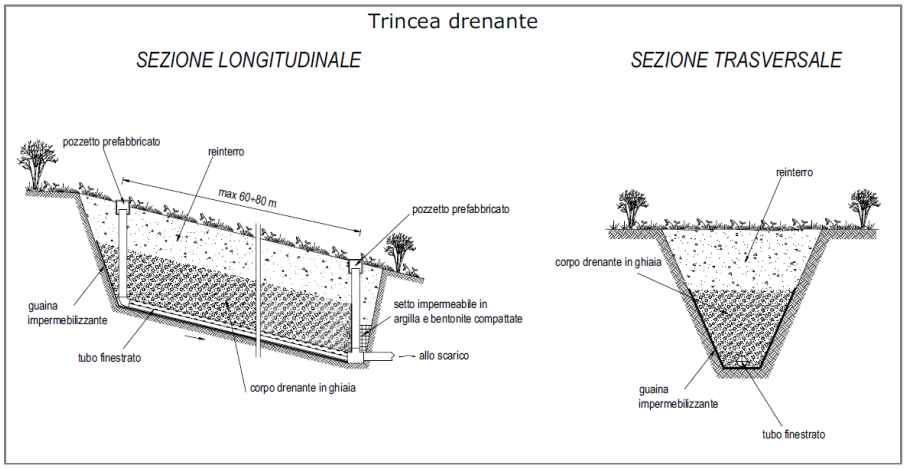
TRINCEE DRENANTI

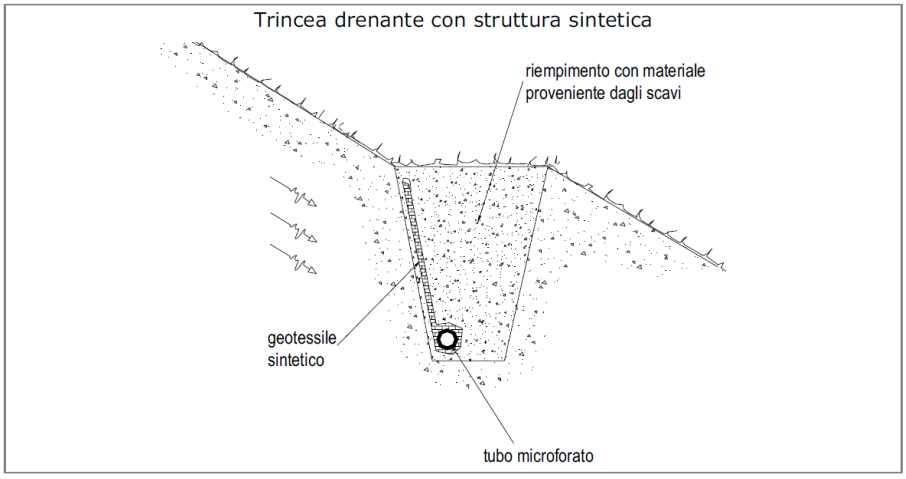
Le trincee drenanti sono delle strutture allungate disposte in genere parallelamente alla linea di massima pendenza del versante, con profondità limitate, possono raggiungere i 4-6 m, e larghezze di poco inferiori o superiori al metro (0.80 - 1.20). L'impiego di questo sistema di drenaggio è stato, ed è tuttora, molto diffuso, avendo notizie del suo utilizzo fin dall'antichità. Cunicoli, trincee riempite con materiale drenante, misto talora a fascine, sono state realizzate sia dai Romani sia, in epoche più antiche, dai Babilonesi, Egiziani, Greci ed Etruschi. In epoca più recente l'aspetto innovativo di questa tecnica è rappresentato soprattutto dalla possibilità di raggiungere profondità di drenaggio maggiori, anche fino a 10 - 12 m, senza dover ricorrere a scavi di cunicoli e gallerie, dalla rapidità di esecuzione e dal perfezionamento delle tecniche costruttive, volte a garantire l'efficienza e la durata nel tempo dell'azione drenante e consolidante di queste strutture. Le modalità di esecuzione delle trincee drenanti sono diverse in funzione della profondità e delle diverse situazioni litologiche ed idrogeologiche locali. Le trincee devono essere scavate con attenzione, a piccoli tratti, procedendo da valle verso monte in modo che, anche se costruite parzialmente, esse possano esercitare la loro azione drenante già in fase di costruzione. Il fondo dello scavo può avere una pendenza uniforme in caso di versanti poco inclinati (10°-15°), mentre nel caso di pendii maggiormente inclinati o di trincee molto estese in lunghezza, si procede alla gradonatura del fondo scavo. Sul fondo della trincea può essere installata una canaletta in calcestruzzo sopra la quale è posto un tubo (PVC, PE, metallico o in cemento).

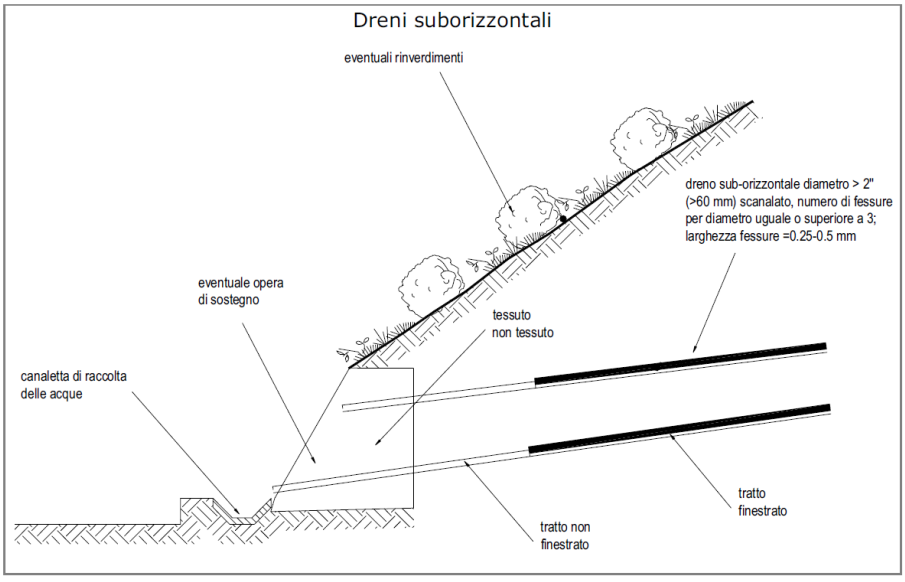


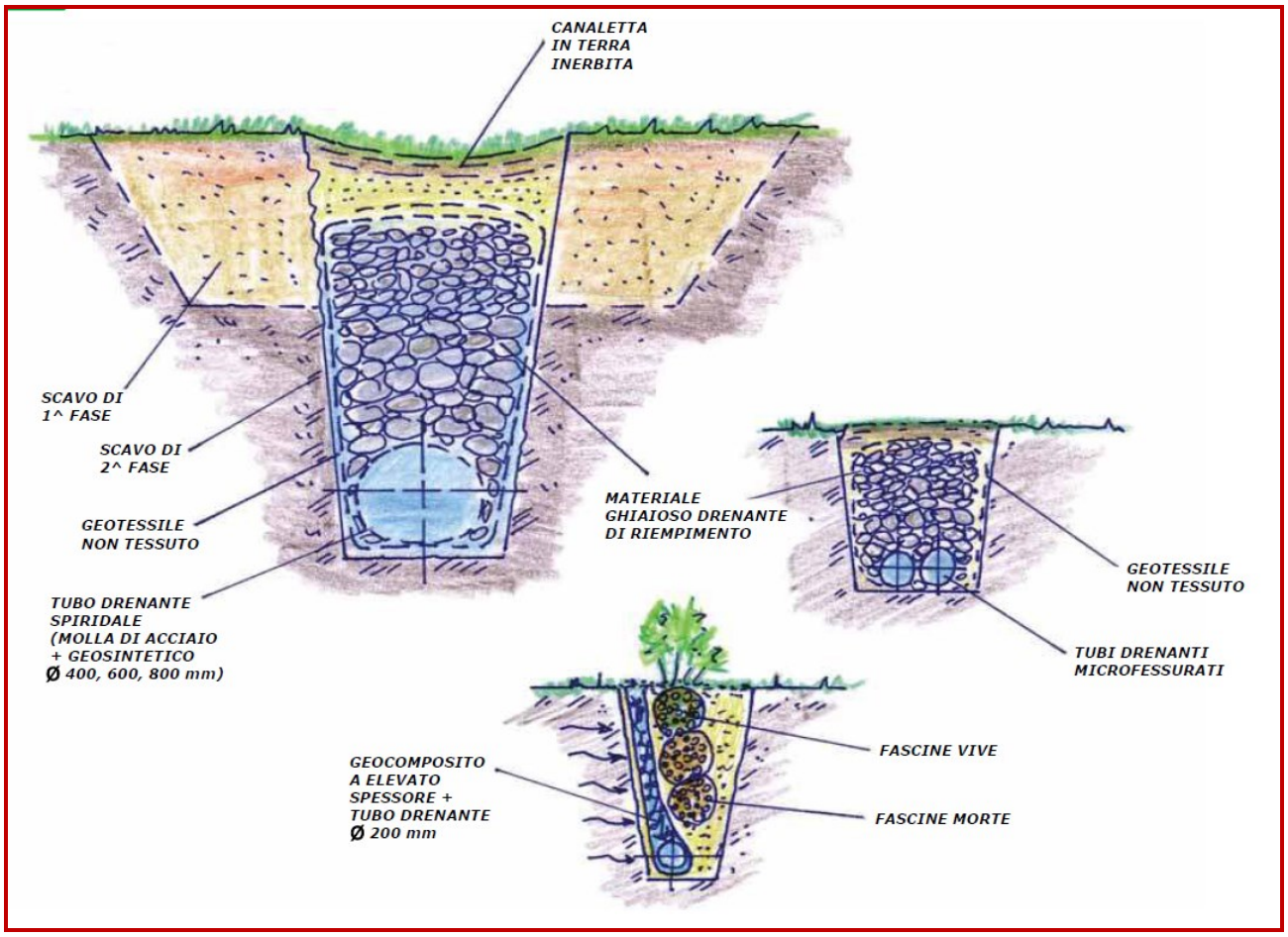
TECNICHE 2:

TRINCEE DRENANTI








CANALETTA
IN TERRA
INERBITA
SCAVO DI
1^ FASE
SCAVO DI
2^ FASE
GEOTESSILE
NON TESSUTO
TUBO DRENANTE
SPIRIDALE
(MOLLA DI ACCIAIO
+ GEOSINTETICO
Ø 400, 600, 800 mm)
MATERIALE
GHIAIOSO DRENANTE
DI RIEMPIMENTO
GEOTESSILE
NON TESSUTO
TUBI DRENANTI
MICROFESSURATI
FASCINE VIVE
GEOCOMPOSITO
A ELEVATO
SPESSORE +
TUBO DRENANTE
Ø 200 mm
FASCINE MORTE



INTERVENTI 2 . RIGENERAZIONE DEL SUOLO

INT2_TEC1 RIGENERAZIONE SUOLO

PREMESSA

Un suolo in condizioni naturali ha porosità, permeabilità e umidità tali da trattenere una grande quantità di acqua e quindi contribuisce a regolare il deflusso superficiale anche durante le precipitazioni atmosferiche. In un ambiente antropizzato, il suolo è spesso degradato e perde le sue tipiche funzionalità perché è stato ricoperto da superfici impermeabili, ha subito l'asportazione dello strato superficiale, cioè quello ricco di sostanze organiche, oppure viene sottoposto a fenomeni di compattazione. Questi tipi di degradazione comportano una diminuzione nella capacità di assorbimento delle acque da parte del suolo, generano un aumento dello scorrimento superficiale con conseguente crescita dei fenomeni erosivi e di trasporto di grandi quantità di sedimento.

Una revisione della gestione del suolo che porti ad una sua rigenerazione e successiva sostenibilità risulta estremamente importante ed attuale.

Ove possibile e compatibilmente con l'analisi di rischio, ci si indirizza verso la cosiddetta "attenuazione naturale". Quando, invece, e necessario prevedere un intervento di bonifica si cerca di applicare approcci di biorisanamento "in-situ" che in genere consistono nel creare condizioni favorevoli (ventilazione, aggiunta di nutrienti, correzione del pH, ecc.) per stimolare la microflora microbica indigena a degradare i contaminati. Un approccio "in-situ" che e ancor più ecosostenibile e il cosiddetto "fitorimedio" o "fitorimedio assistito" che prevede l'impiego di piante da sole o in associazione con microrganismi che contribuiscono a livello della rizosfera.

Il biorisanamento o bioremediation è un insieme di tecnologie di depurazione del suolo che utilizzano microorganismi naturali o ricombinanti per abbattere sostanze tossiche e pericolose attraverso processi aerobici e anaerobici. Tali processi possono essere applicati in situ, sfruttando i microorganismi residenti o attraverso l'introduzione di ceppi batterici o fungini, oppure ex situ in bioreattori, e possono essere mediati da batteri (consorzi o ceppi microbici puri), da piante (fitorisanamento) o anche per attenuazione naturale (natural attenuation).

PRINCIPI DI INTERVENTO

Biorisanamento (bioremediazione/fitorimediazione)

Applicazione dei trattamenti biologici volti al recupero ed alla bonifica del suolo, sottosuolo e acque sotterranee inquinati basato sull'accelerazione o l'attivazione dell'attività microbica mediante controllo della concentrazione di nutrienti (N, P) e l'aggiunta di altri reagenti per ottenere la mineralizzazione accelerata (rispetto ai processi naturali) del suolo o la sua trasformazione in composti organici diversi ed ecologicamente più ricchi.

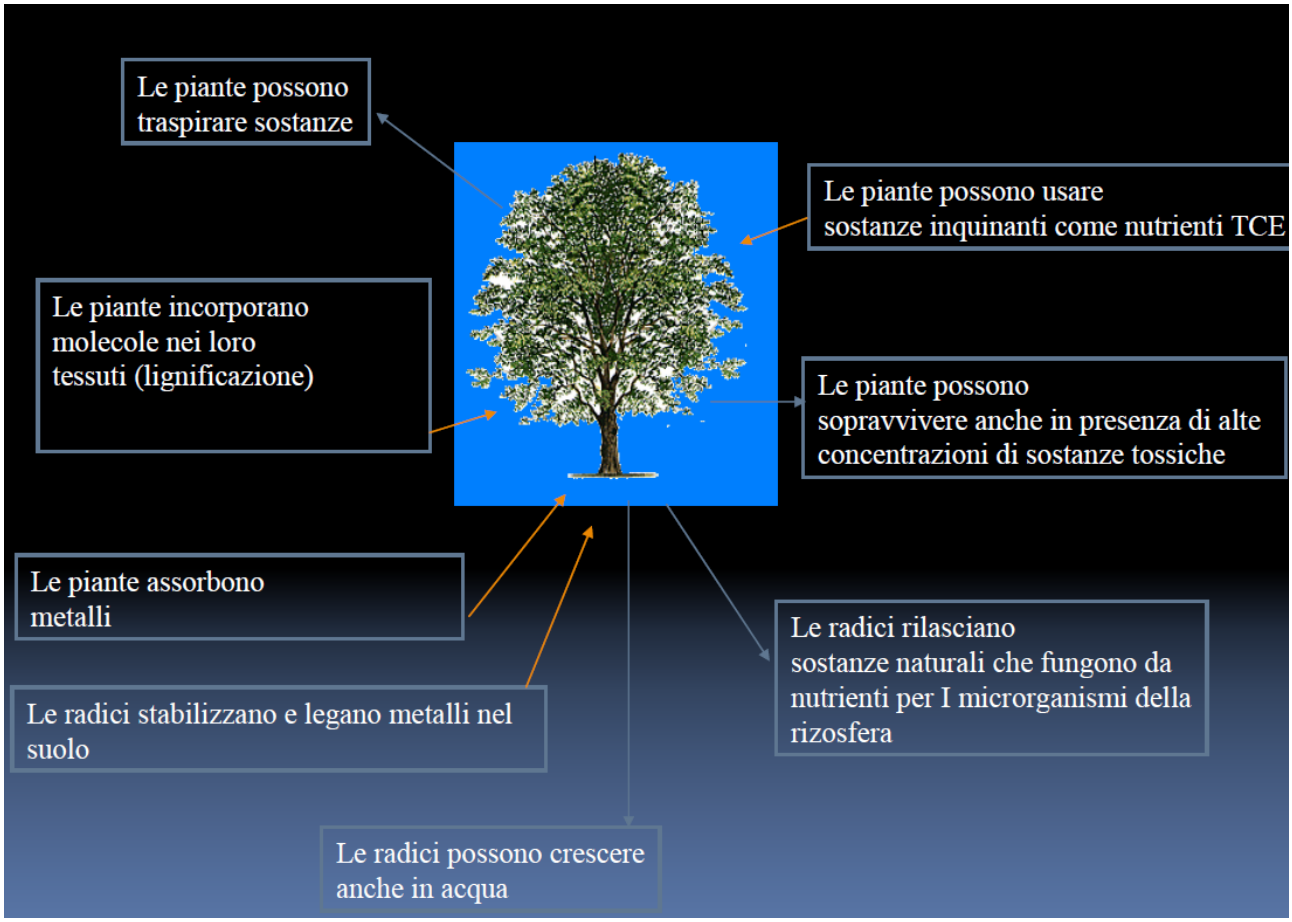


Fiito-risanamentto

Sfrutta la capacità delle piante di rimuovere, immobilizzare o trasformare composti inorganici ed organici.

Le specie vegetali possono essere selezionate per la loro capacità di:

- Estrarre dal suolo e accumulare sostanze inorganiche nei loro tessuti
- Modificare le caratteristiche del suolo riducendo la mobilità degli inquinanti
- Creare nel terreno un ambiente favorevole alla degradazione dei contaminanti con processi biochimici naturali.


Le piante possono traspirare sostanze
Le piante possono usare sostanze inquinanti come nutrienti TCE
Le piante incorporano molecole nei loro tessuti (lignificazione)
Le piante possono sopravvivere anche in presenza di alte concentrazioni di sostanze tossiche
Le piante assorbono metalli
Le radici rilasciano sostanze naturali che fungono da nutrienti per I microrganismi della rizosfera
Le radici stabilizzano e legano metalli nel suolo
Le radici possono crescere anche in acqua

INTERVENTI 3 . GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

PROBLEMA

La gestione sostenibile delle acque meteoriche comporta evidenti vantaggi:

• il ciclo naturale dell'acqua può essere mantenuto quasi inalterato oppure essere ristabilito;

• la qualità di vita nelle zone urbanizzate può essere influenzata positivamente.

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.

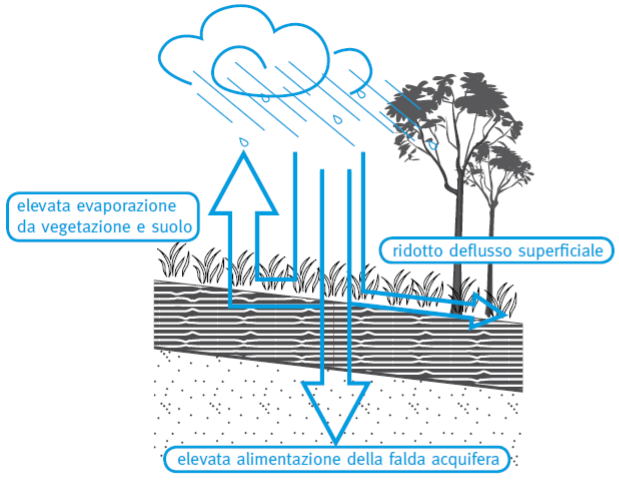
I principi chiave sono:

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



superficie non impermeabilizzata

superficie impermeabilizzata

INT3_TEC1 PAVIMENTAZIONI PERMEABILI

TECNICHE 1:

PAVIMENTAZIONI PERMABILI

E' possibile evitare o ridurre l'impermeabilizzazione del suolo impiegando pavimentazioni permeabili, soprattutto quando l'uso delle superfici non necessita di rivestimenti molto resistenti. Ormai sono disponibili per molti impieghi idonei materiali permeabili per la pavimentazione delle superfici. Deve però essere verificato che il sottofondo e il sottosuolo abbiano una permeabilità sufficiente.

Le pavimentazioni permeabili sono particolarmente indicate per cortili, spiazzi, stradine, piste pedonali e ciclabili, strade d'accesso e parcheggi.

L'impiego di pavimentazioni permeabili non va limitato alle nuove costruzioni. In caso di risanamenti, manutenzioni o ampliamenti si può ottenere una ripermeabilizzazione del suolo sostituendo rivestimenti impermeabili come ad es. asfalto, calcestruzzo o lastricati con giunti cementati con pavimentazioni permeabili.

Parcheggio presso i Giardini di Castel Trauttmansdorff a Merano
(Strade in masselli, parcheggi con grigliati in calcestruzzo inerbiti)





Parcheggi sterrati ad Egna



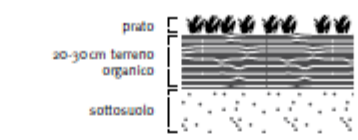
Cubettature di vario tipo presso il percorso educativo della Scuola professionale per la frutti-, viti-, orto- e floricoltura Laimburg



Passeggiata del Lungotalvera a Bolzano

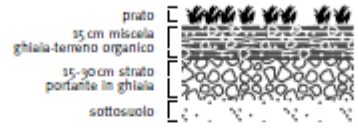
1 a) Esempi di pavimentazioni permeabili

Prati
La superficie è costituita da uno strato di terreno organico rinverdito a prato. La superficie viene costipata prima del rinverdimento. La percentuale a verde è pari al 100%.
adatti per: superfici che non necessitano di particolare resistenza come ad es. campi gioco, percorsi pedonali o parcheggi per automobili utilizzati saltuariamente



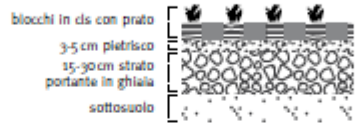


Sterrati inerbiti
La superficie è costituita da uno strato di terreno organico mescolato con ghiaia senza leganti. La superficie viene seminata a prato prima del costipamento. La percentuale a verde raggiunge il 30%.
adatti per: parcheggi, piste ciclabili e pedonali, cortili, stradine



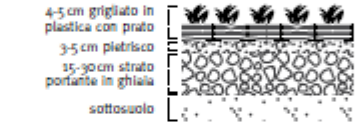


Grigliati in calcestruzzo inerbiti
Sono blocchi in calcestruzzo con aperture a nido d'ape riempite con terreno organico e inerbite. La percentuale a verde supera il 40%.
adatti per: parcheggi, strade d'accesso



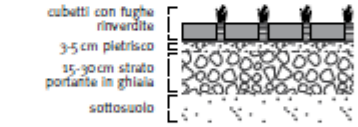


Grigliati plastici inerbiti
Sono grigliati in materie plastiche riempiti con terreno organico e inerbiti. La percentuale a verde supera il 90%.
adatti per: parcheggi, strade d'accesso



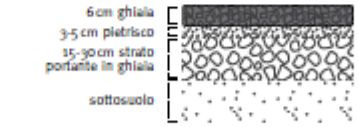


Cubetti o masselli con fughe larghe inerbite
La cubettatura viene realizzata con fughe larghe con l'ausilio di distanziatori. La percentuale a verde raggiunge il 35%.
adatti per: parcheggi, piste ciclabili e pedonali, cortili, spiazzi, strade d'accesso, stradine



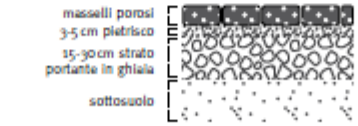


Sterrati
La superficie viene realizzata con ghiaia di granulometria uniforme senza leganti.
adatti per: parcheggi, piste ciclabili e pedonali, cortili, spiazzi, strade d'accesso, stradine



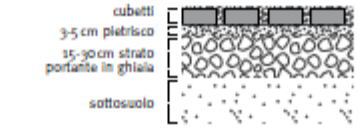


Masselli porosi
La pavimentazione avviene con masselli porosi.
Il riempimento delle fughe avviene con sabbia.
adatti per: stradine, strade e piazzali poco trafficati, piazzali di mercato, parcheggi, piste ciclabili e pedonali, cortili, terrazze, strade d'accesso, stradine





Cubetti o masselli a fughe strette
I cubetti vengono posati con fughe strette riempite con sabbia.
adatti per: stradine, strade e piazzali poco trafficati, piazzali dei mercati, parcheggi, piste ciclabili e pedonali, cortili, terrazze, strade d'accesso, stradine





INT3_TEC2 TETTI VERDI

TECNICHE 2:

TETTI VERDI

I tetti verdi forniscono un utile contributo per mantenere il ciclo naturale dell'acqua. 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.

Inverdimento estensivo



Inverdimento estensivo sul tetto dell'Istituto per l'edilizia sociale in Via Druso, Bolzano (foto geom. Diego del Monego)

Nell'inverdimento estensivo vengono impiegate vegetazioni molto resistenti che si adattano anche a condizioni locali difficili. Vengono ad es. utilizzati sedum, piante aromatiche e graminacee. 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.

Inverdimento intensivo

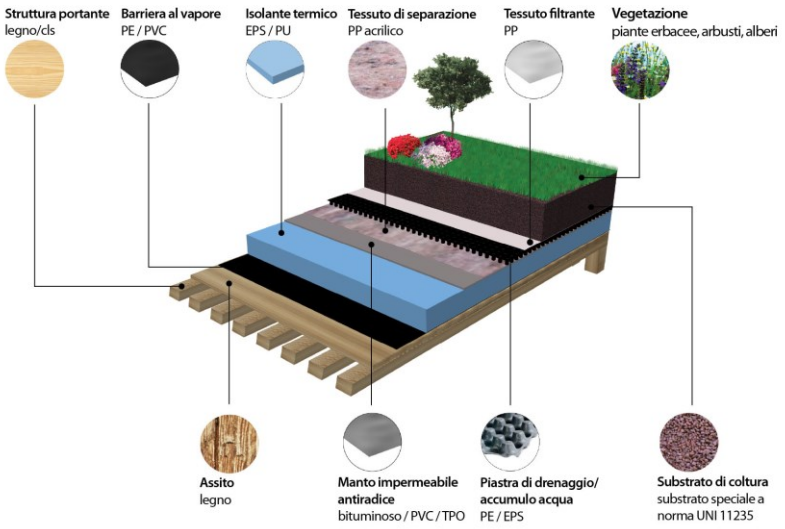
I tetti verdi di tipo intensivo hanno coperture vegetali molto esigenti che necessitano di molta cura. Oltre a sedum, piante perenni e graminacee vengono piantati anche cespugli e perfino alberi. Gli strati hanno uno spessore complessivo maggiore, compreso tra 25 e 150 cm. Considerate le molteplici possibilità 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.



Inverdimento intensivo sul tetto dell'ospedale di Silandro (foto Dl Helga Salchegger)

TECNICHE 2:

TETTI VERDI







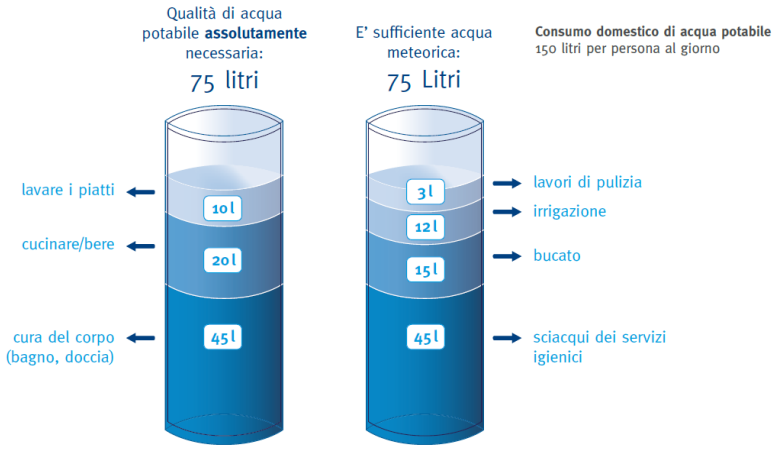
INT3_TEC3 ACQUE METEORICHE

TECNICHE 3:

RECUPERO ACQUE METEORICHE

In media il consumo giornaliero d'acqua potabile dei nuclei familiari è ca. pari a 150 litri per persona. Di questi ca. 45 litri sono consumati negli sciacquoni dei servizi igienici. Per la cura del corpo (bagno, doccia) si utilizzano ca. 45 litri. Per cucinare e bere servono ca. 20 litri. La lavatrice consuma ca. 15 litri. Per lavare le stoviglie il consumo d'acqua è di ca. 10 litri. Per l'irrigazione d'orti e giardini si può ipotizzare un consumo medio di ca. 12 litri, per lavori di pulizia servono ca. 3 litri.

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 ca. 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%.



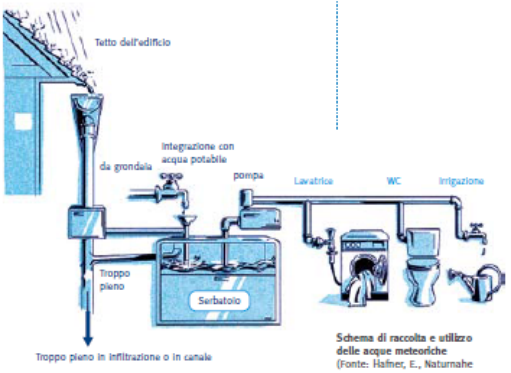
TECNICHE 3:

RECUPERO ACQUE METEORICHE

Componenti di un impianto di recupero ed utilizzo 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 "chiavi in mano". 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



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

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; per un tetto di 100 m² il serbatoio dovrà avere una capacità di ca. 2.000-5.000 litri. Il volume d'acqua del serbatoio dovrà bastare per un periodo senza piogge di tre settimane. Quasi tutti i costruttori forniscono sul loro siti internet il dimensionamento corretto del serbatoio in base alla normativa sull'utilizzo dell'acqua meteorica DIN 1989.

Filtro

Il filtro separa le particelle sospese dall'acqua meteorica. I filtri possono essere installati direttamente nel pluviale, nel serbatoio oppure in una centralina di filtraggio. Sono preferibili i filtri autopulenti installati a monte del serbatoio.

Pompa

La pompa garantisce continuamente una pressione sufficiente presso 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". I rubinetti devono anche essere dotati di manopola asportabile affinché bambini o estranei non bevano inavvertitamente l'acqua meteorica. 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 (depressione del terreno) 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 come ad es. topi. 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.

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 (primavera e autunno). 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.

11

INT3_TEC4 INFILTRAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE

TECNICHE 4:

INFILTRAZIONE ACQUE METEORICHE

La progettazione degli impianti d'infiltrazione deve tener conto soprattutto delle condizioni locali e dell'eventuale inquinamento delle acque meteoriche. Il suolo deve avere una permeabilità sufficiente. Deve essere garantito uno spessore di filtrazione almeno pari a 1 m prima che le acque raggiungano il livello medio massimo della falda acquifera (valore medio dei valori massimi relativi a più anni). La realizzazione degli impianti per l'infiltrazione delle acque meteoriche è vietata nelle zone di tutela dell'acqua potabile I e nei siti inquinati.

Nelle zone di tutela dell'acqua potabile II l'infiltrazione è consentita ma è soggetta a particolari restrizioni. Inoltre in alcuni casi è necessario mantenere una distanza di sicurezza da edifici vicini aventi muri interrati non impermeabilizzati. Il dimensionamento degli impianti d'infiltrazione deve avvenire secondo normative tecniche riconosciute.

Realizzabilità tecnica

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 (terreno rinverdito) che assicura una buona depurazione delle acque meteoriche. Per questo motivo dovrebbero essere impiegati, quanto possibile, sistemi d'infiltrazione superficiale attraverso terreno rinverdito. 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.

TECNICHE 4:

INFILTRAZIONE ACQUE METEORICHE

Superfici d'infiltrazione

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



Impieghi:
- infiltrazione attraverso terreno rinverdito (prati, prati con piante perenni)
- infiltrazione attraverso una superficie con pavimentazione permeabile (sterrati inerbiti, grigliati inerbiti, cubettature con fughe larghe inerbite, sterrati, blocchi porosi, cubettature con fughe in sabbia, asfalti e calcestruzzi drenanti)
- infiltrazione in superfici limitrofe ad aree impermeabilizzate (ad es. infiltrazione d'acque meteoriche stradali in scarpate rinverdite)



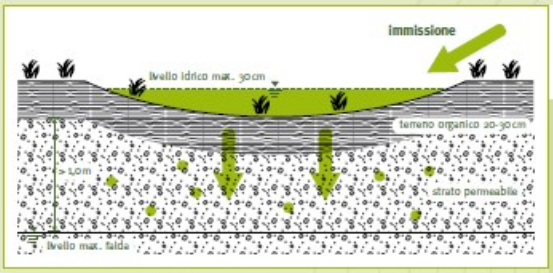
Vantaggi:
- buon rendimento depurativo, soprattutto nel caso di superfici a verde o con pavimentazioni permeabili rinverdite
- buon inserimento ambientale
- possibilità d'utilizzo polifunzionale delle superfici
- possibilità di svariate tecniche di realizzazione
- di facile realizzazione
- manutenzione e cura agevolate (facile ispezionabilità)

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 perchè riducono la permeabilità.

Fossi (o cunette) d'infiltrazione

Le acque meteoriche derivanti da superfici pavimentate vengono immesse in fossi (depressioni superficiali del terreno) 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.



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 (facile ispezionabilità)

Svantaggi:
- fabbisogno di superficie (di regola 5% -25% della superficie impermeabile allacciata)
- rischio di abusi per smaltimento illegale di rifiuti



Fosso d'infiltrazione lungo via Brennero a Varna



Fosso d'infiltrazione lungo l'Autobrennero a Campo di Trens

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.



INTERVENTI 4 . INVARIANZA IDRAULICA

PROBLEMA

Le principali criticità ambientali e idrauliche indotte dall'urbanizzazione (ancorché sparsa o diffusa come nel caso del territorio di Diano Arentino) e dalla conseguente impermeabilizzazione dei suoli sono costituite da:

- inadeguatezza della capacità di deflusso dei corsi d'acqua con conseguenti incremento del rischio d'inondazione, anche in presenza di precipitazioni di tempo di ritorno non particolarmente elevato;
- pericolosità delle canalizzazioni sia a cielo aperto sia intubate;
- pessima qualità chimico-fisica delle acque;
- pessima qualità biologica dei corpi idrici ricettori;
- banalizzazione e impoverimento dell'ecosistema e degli habitat fluviali;
- pessima qualità idromorfologica degli ambienti fluviali;
- perdita di funzione estetico-paesaggistica dei corpi idrici;
- perdita di funzione ricreativa dei corpi idrici.

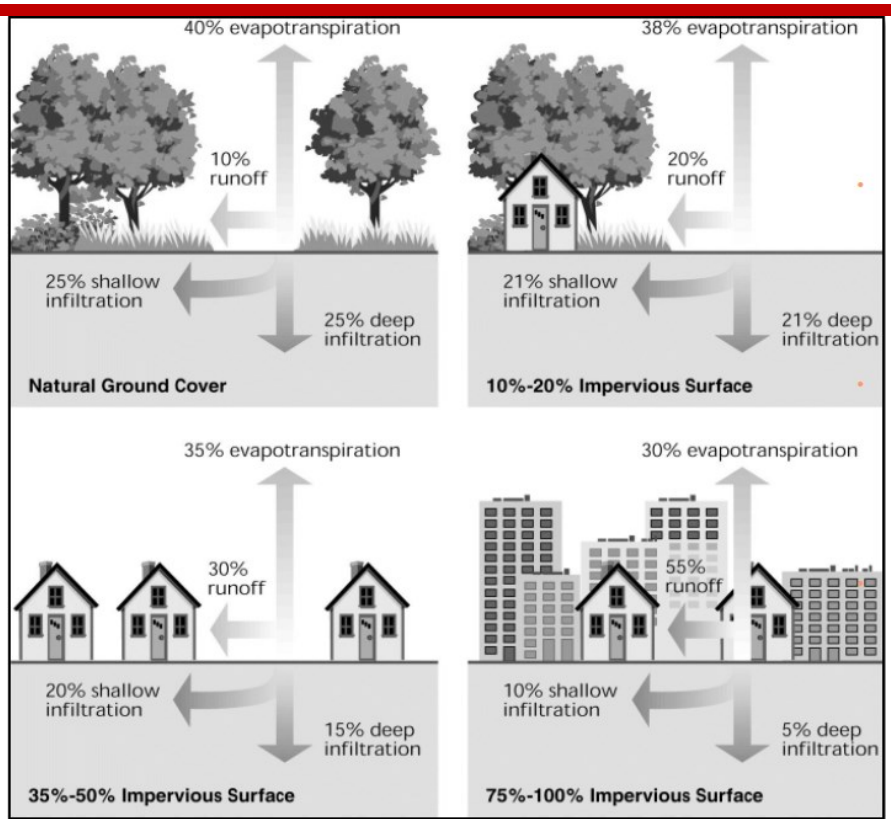
Occorrono quindi nuove politiche di gestione delle acque per

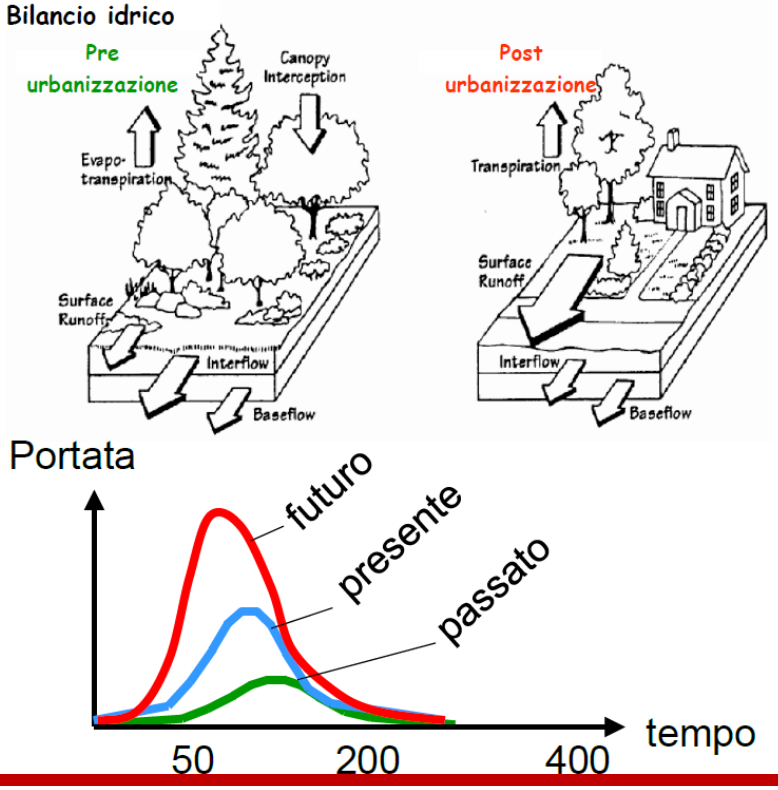
- riequilibrare il regime idrologico;
- ripristinare una buona od ottima qualità ecologica, chimica, ambientale delle acque superficiali e sotterrane.

DEFINIZIONE

"Trasformazione del territorio ad Invarianza Idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico, ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa"

EFFETTI DEL CONSUMO DI SUOLO SUL REGIME IDROLOGICO LOCALE



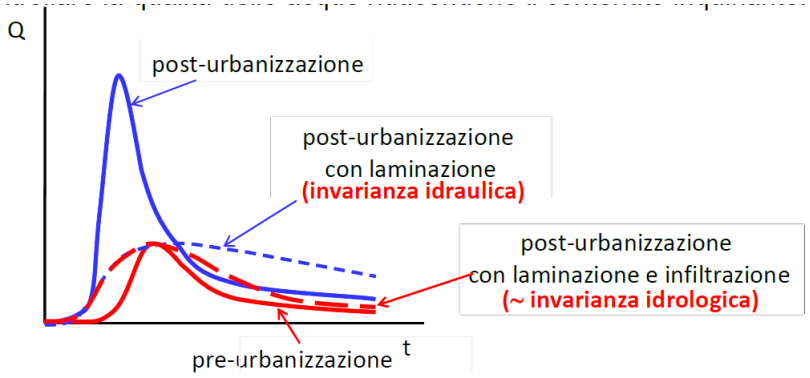


- **Aumento della portata al colmo e del volume di deflusso**
- **Diminuzione del tempo di corrivazione**
- **Riduzione della ricarica della falda**
- **Aumento della frequenza e della intensità delle piene fluviali**
- **Diminuzione delle portate di magra nei corpi idrici ricettori**

OBIETTIVI

Definizione d'invarianza idraulica e d'invarianza idrologica, rispetto alla situazione antecedente l'urbanizzazione:

- invarianza idraulica si definisce l'invarianza della portata di picco;
- invarianza idrologica si definisce l'invarianza del volume di piena.
- Obiettivo delle strategie dintervento:
- ottenere l'invarianza idraulica e possibilmente anche quella idrologica;
- controllare la qualità delle acque riducendone il contenuto inquinante.

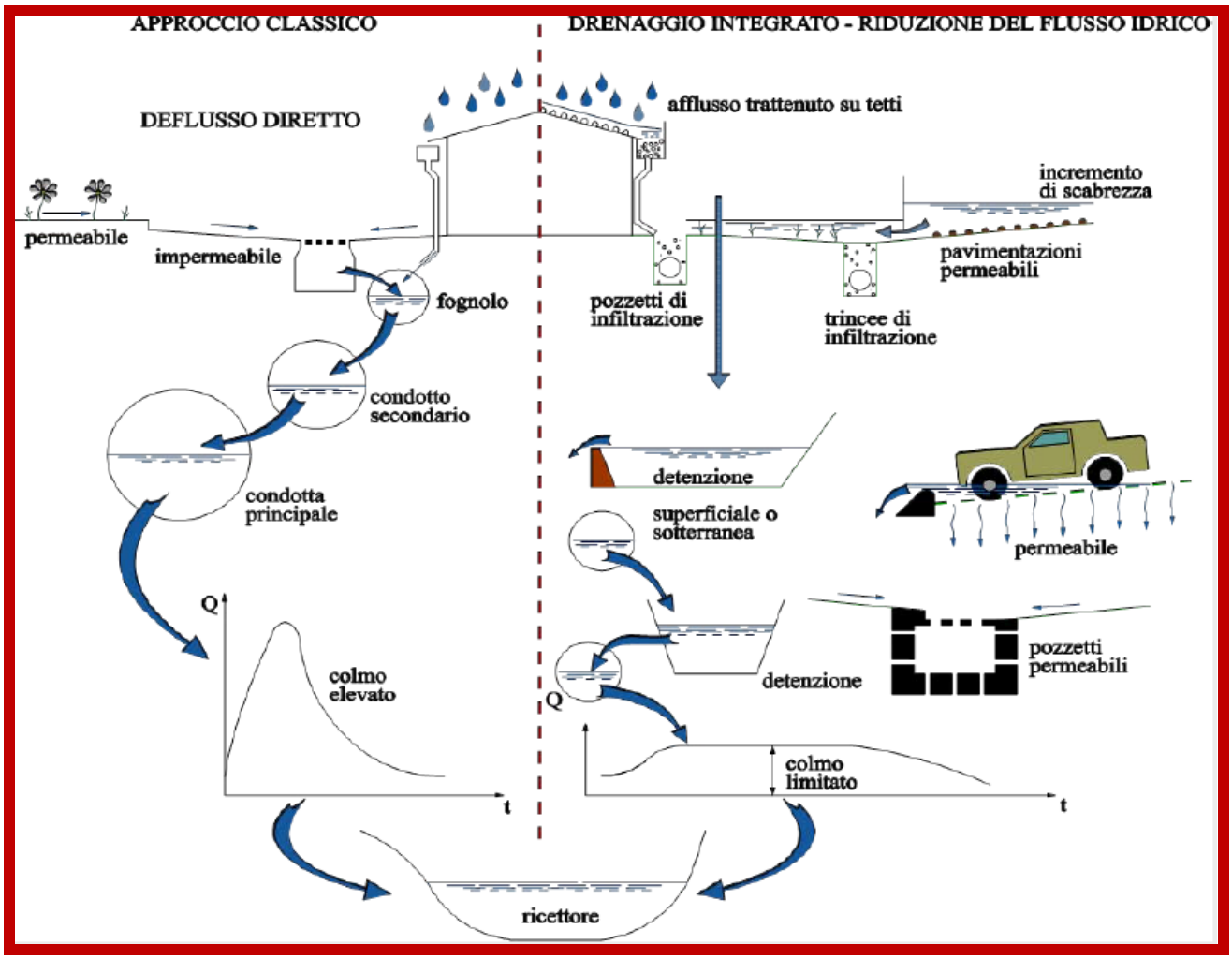


INTERVENTI

- invaso in terra posto a monte del punto di scarico (sia in serie, sia in parallelo; in quest'ultimo caso, è richiesto uno studio idraulico)
- depressione in area verde o in piazzale posta a monte del punto di scarico
- dimensionamento con "strozzatura" delle caditoie in modo da consentire un invaso su strade e piazzali.
- mantenimento di aree allagabili (es. verde, piazzali) con "strozzatura" adeguata degli scarichi
- scarico a dispersione in terreni agricoli senza afflusso diretto alle reti di drenaggio sia superficiale, sia tubolare sotterraneo

Per quanto riguarda il principio dell'invarianza idraulica in linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene.

Potrà essere preso in considerazione il reperimento di nuove superfici atte a favorire l'infiltrazione dell'acqua, solamente come misura complementare in zone non a rischio di inquinamento della falda e ovviamente dove tale ipotesi possa essere efficace.



BMPs	EFFETTO SUI DEFLUSSI
Pozzi e trincee di infiltrazione Pavimentazioni porose Disconnessione aree imp.	Riduzione della percentuale di area impermeabile connessa alla rete drenante
Vasche di laminazione Controllo degli organi di intercettazione	Aumento del tempo di corrivazione del bacino; riduzione della portata al picco
Serbatoi di accumulo delle acque piovane Vasche di ritenzione Lagune	Separazione delle prime acque di pioggia Riduzione dell'impatto inquinante dei deflussi meteorici
Cunette erbose Filtri vegetali	Riduzione dell'impatto inquinante dei deflussi meteorici Aumento del tempo di corrivazione del bacino

ESEMPI





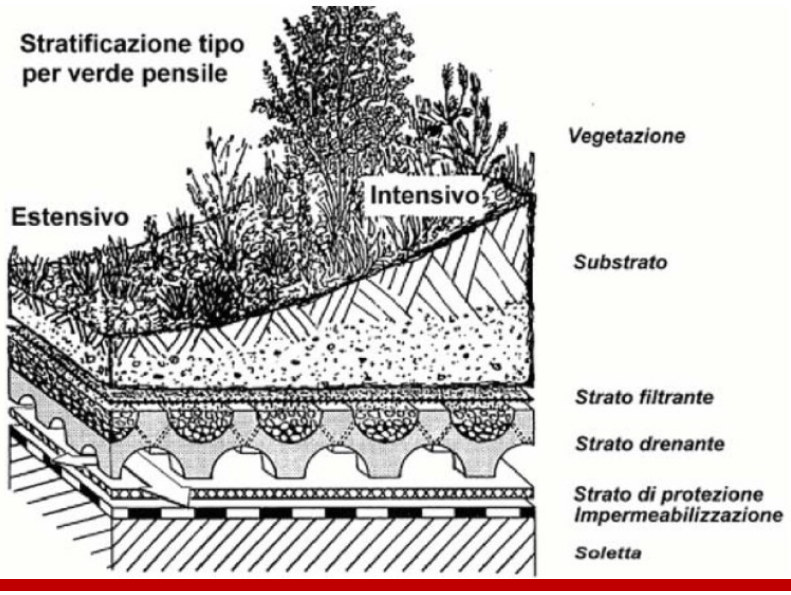






Pavimentazioni permeabili

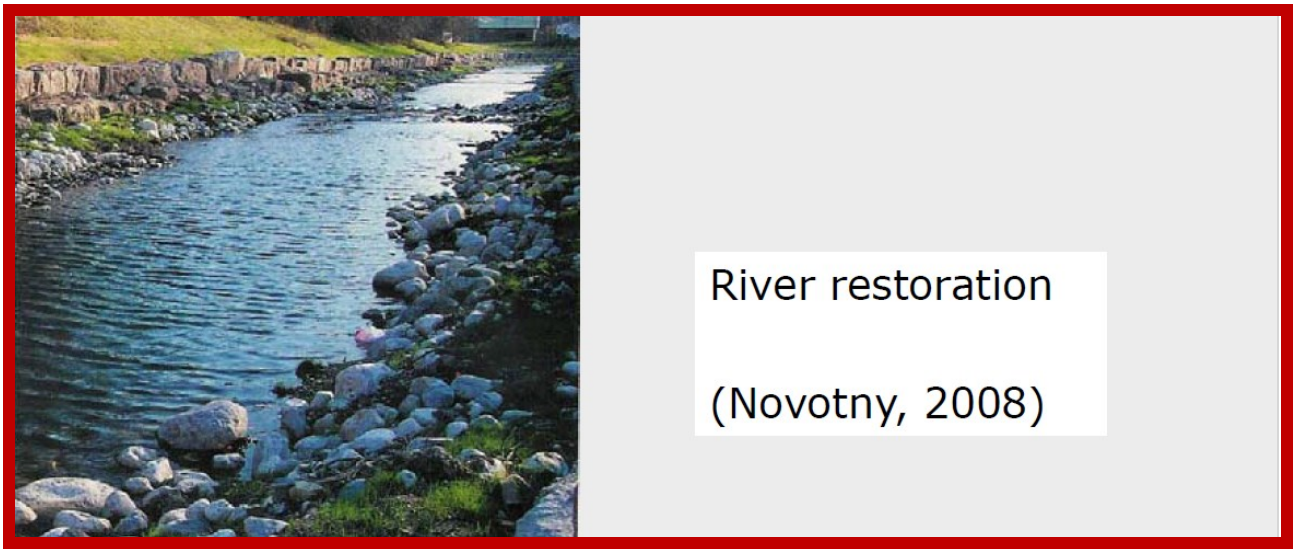
- Le coperture a verde sono di solito realizzate utilizzando uno schema di inverdimento multistrato:
  - strato di protezione meccanica
  - substrato drenante
  - strato filtrante
  - substrato colturale
  - strato di vegetazione



60

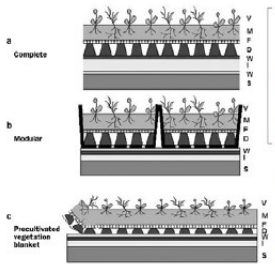




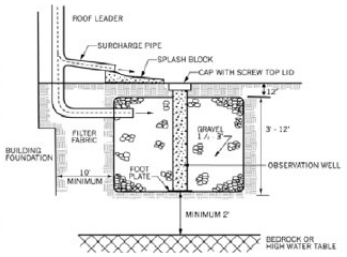


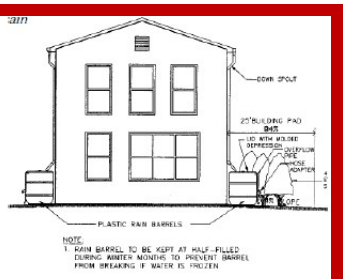
River restoration

(Novotny, 2008)


a
Complete
b
Modular
c
Precultivated vegetation blanket

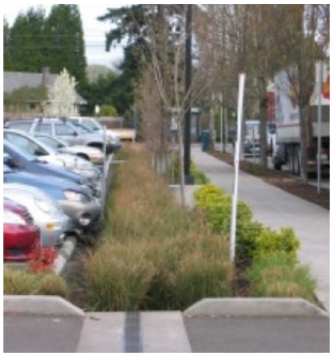


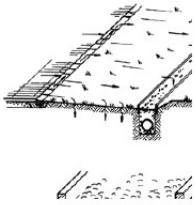

ROOF LEADER
SURCHARGE PIPE
SPLASH BLOCK
CAP WITH SCREW TOP LID
FILTER FABRIC
GRAVEL
BUILDING FOUNDATION
FOOT PLATE
OBSERVATION WELL
MINIMUM 2'
BEDROCK OR HIGH WATER TABLE


PLASTIC RAIN BARRELS









INTERVENTI 5 . RECUPERO DELLE AREE PERCORSE DAL FUOCO

PROBLEMA

Il fenomeno degli incendi ha assunto ormai da tempo una drammatica importanza in relazione, non solo, agli aspetti di impatto visivo in aree di elevato pregio ambientale, di protezione degli ambiti naturali del territorio e di sicurezza pubblica, ma anche in relazione alle problematiche indotte sull'assetto idrogeologico del territorio, inquadrandosi in aspetti di difesa del suolo sempre piu sentiti sia dagli addetti ai lavori sia dall'opinione pubblica in generale.

Il passaggio del fuoco incide sull'assetto del territorio in tutti gli aspetti funzionali della copertura forestale, ma in particolare nei riguardi della salvaguardia idrogeologica indotta dalla copertura boschiva e vegetazionale in generale.

Gli incendi, tramite la riduzione della funzione meccanica ed idrogeologica della copertura vegetale e le alterazioni chimico-fisiche del suolo, nelle situazioni geomorfologiche e climatiche sfavorevoli determinano fenomeni erosivi. Questi possono evolvere in frane e comportare modifiche nel bilancio idrologico dei bacini idrografici con la diminuzione della capacità di infiltrazione, la riduzione dei tempi di corrivazione e l' aumento delle portate di piena.

Gli effetti del fuoco sul suolo consistono nell'alterazione delle sue caratteristiche chimico-fisiche e biologiche e sembrano essere funzione del calore sviluppatosi:

- Per temperature fino a 220° si hanno modifiche positive per la crescita delle piante, grazie alla mobilitazione dei nutrienti nel suolo

- Per temperature tra 220° e 460° avviene la ricristillazione dei composti di ferro e alluminio, con indu rimento degli aggregati e perdita di plasticita e elasticita; tuttavia, in pochi anni, l'attivita delle piante e dei microrganismi del suolo consente il ripristino delle condizioni originarie

- Per temperature oltre i 460° si hanno danni a carico della struttura cristallina e spaziale dei minerali del suolo con la tendenza alla scomparsa della coesione e della struttura e l'innesto dei fenomeni erosivi.

PROBLEMA

Le caratteristiche fisiche dei suoli sono profondamente modificate; il suolo perde plasticità, si riduce la porosità, la capacita di ritenzione idrica e si perde la coesione; in definitiva, vengono favorite le condizioni di erosione del suolo stesso. Dal punto di vista chimico, e vero che l'incendio, nel breve periodo, rende disponibili elementi inorganici facilmente solubili ed assimilabili da parte del terreno, aumentandone sostanzialmente la fertilità, ma occorre sottolineare che tali elementi sono anche molto più facilmente erodibili con le prime piogge; infatti prima dell'incendio erano presenti in composti organici legati al suolo, risultando più difficilmente asportabili dalle piogge.

I danni ambientali conseguenti al passaggio del fuoco sono quindi riferibili a :

- erosione superficiale dei suoli
- alterazioni chimico-fisiche dei suoli
- diminuzione della capacità di infiltrazione
- aumento dei coefficienti di deflusso
- riduzione dei tempi di corrivazione ed aumento delle portate di piena
- erosione accelerata incanalata ed aumento del rischio di frana.



INTERVENTI

Data la grande capacita di recupero spontaneo delle fitocenosi mediterranee va valutata sempre l'ipotesi del non intervento, come peraltro previsto dalla legge quadro del 21.11.2000.

Uno studio da parte di tecnici qualificati dovrà verificare tale ipotesi in funzione della tipologia vegetazionale preesistente, delle forme biologiche dominanti e del tipo di capacità riproduttiva, valutando il dinamismo vegetazionale in atto. Considerate le difficoltà di recupero di aree totalmente distrutte dal fuoco, dovrà essere accuratamente studiata e predisposta la fase di progettazione e direzione lavori degli interventi, che si configurano prioritariamente come interventi di sistemazione idraulico-forestale e di recupero ambientale.

Dal momento che i fenomeni principali di degrado sono legati agli incendi ripetuti, andranno previsti alcuni interventi per evitarli, ad esempio :

- tracciati tagliafuoco
- torri di avvistamento
- situazioni naturali di interruzione del fuoco quali prati o colture erbacee.

Per l'impianto della vegetazione ex-novo, valgono i seguenti criteri generali (Bruschini et.al., 2002):

- utilizzare prevalentemente arbusti ricostruttori autoctoni, impostando il recupero della vegetazione dagli stadi iniziali, in relazione sempre allo stato di degrado dell'area
- impostare l'impianto di arbusti in misura pari ad almeno il 70-90 % della composizione specifica del nuovo impianto di vegetazione
- nel miscuglio delle specie arbustive, riservare una quota del 30-40 % alle leguminose (come le ginestre) che consentono buone garanzie di attecchimento ed ottime qualita di miglioramento del suolo, a vantaggio anche delle altre specie
- riservare una quota del 10-30 % alle specie arboree, che, in ogni caso, dovranno essere scelte tra quelle pioniere, proprie degli stadi di transizione tra gli arbusteti ed il bosco.

INTERVENTI	▪ evitare l'impiego di specie climaciche (le specie che costituiscono lo stadio finale del soprassuolo, in assenza di disturbi), come ad es. il leccio, che potrebbero incontrare serie difficolta in aree molto esposte e degradate, sia nel suolo che nella copertura vegetazionale • nella scelta del miscuglio di sementi per le idrosemine e le semine manuali, usare sempre miscugli molto diversificati, purche di specie adatte ai siti di intervento • nel miscuglio per le semine inserire sempre leguminose arbustive (ginestre) ed erbacee (ginestrino, trifoglie, erba medica, ecc.), purche compatibili con il sito, in misura pari ad almeno il 25-35 % del miscuglio • per quanto riguarda il materiale vegetale di impianto, privilegiare la fornitura di vivai esistenti in loco • utilizzare sempre, salvo casi particolari, piantine con pane di terra (fitocella, paper pot, ecc.) per ridurre gli stress di impianto • utilizzare sempre piante giovani (1-2 anni) che meglio si adattano alle difficili condizioni dei siti di intervento • non utilizzare talee di salici nelle opere di ingegneria naturalistica in aree litoranee, salvo casi specifici valutati dal tecnico (in zone di ristagno idrico, impluvi, ecc.) • utilizzare chips legnosi per la pacciamatura intorno alle piantine, per il mantenimento dell'umidità.

INTERVENTI 6 . IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE

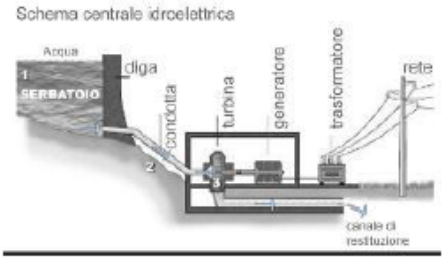
INT6_TEC1 IDROELETTRICO

TECNICHE 1:

IDROELETRTICO

L'energia idroelettrica è storicamente una fra le prime fonti rinnovabili ad essere utilizzata su larga scala e rappresenta ad oggi quasi il 20% della produzione mondiale di elettricità. Si ottiene sfruttando la caduta dell'acqua presente all'interno di un bacino ad una determinata quota che, per gravità, trasforma la sua energia potenziale in energia cinetica azionando una turbina posta a valle. Quindi una centrale idroelettrica è costituita schematicamente da tre elementi principali:

1. Un **sistema di captazione ed accumulo** dell'acqua ad una quota elevata;
2. **Condotte e canali di adduzione** per il trasporto dell'acqua dal sistema di captazione alla turbina;
3. Una **turbina** che, azionata dall'acqua in movimento, trasforma l'energia idraulica in energia meccanica e poi in energia elettrica.



TIPOLOGIE DÌ IMPIANTO

In funzione delle diverse tipologie di impianto si può fare un ulteriore classificazione degli stessi:

- Ad **acqua fluente**: impianti installati in prossimità dei corsi d'acqua di una certa rilevanza e non stagionali con il vantaggio di non necessitare di bacini d'accumulo e di funzionare in maniera continuativa. La produzione di energia è in funzione della portata del corso d'acqua. L'acqua utilizzata per produrre l'energia viene restituita, a valle della turbina, al suo alveo naturale attraverso un canale di restituzione. È di fondamentale importanza conoscere approfonditamente le peculiarità del corso d'acqua, al fine di dimensionare al meglio l'impianto per ottimizzarne la produzione e garantire un deflusso minimo vitale, necessario per salvaguardare gli ecosistemi legati al corso d'acqua stesso.
- A **bacino**: le centrali a bacino, ovvero la maggior parte delle centrali esistenti, sono caratterizzate da un serbatoio idrico naturale o più sovente un bacino con sbarramento artificiale (diga). Tra il bacino a monte e la turbina deve essere presente un salto altimetrico funzione delle specifiche caratteristiche della potenza e del sito. Tali centrali possono essere messe in esercizio o arrestate attraverso dei sistemi di paratoie mobili.
- Ad **accumulo con sistemi di pompaggio**: analoghe a quelle a bacino con la differenza che il bacino funge da serbatoio in quota che viene ricaricato d'acqua non da monte ma mediante il sollevamento elettromeccanico dell'acqua a valle. Semplificando lo schema si tratta di un impianto con due serbatoi collocati a quote differenti, collegati tra loro da una condotta, a valle della quale si trova la turbina. Nei momenti in cui la richiesta elettrica è elevata o massima (carichi di punta) l'acqua nel serbatoio superiore viene rilasciata a valle per produrre l'energia elettrica richiesta; nei periodi di minor richiesta (notte) l'acqua, dal serbatoio a valle, viene ripompata al serbatoio superiore per essere riutilizzata nel momento di carichi elevati.
- Entro i **condotti di adduzione dell'acqua potabile**: alcune tipologie di turbina possono anche essere inserite entro i condotti principali di adduzione dell'acqua potabile per produrre energia elettrica. Questa soluzione consente un minore impatto sull'ambiente, sia a livello visivo (assenza di particolari opere civili) che in termini di salvaguardia degli ecosistemi collegati a bacini naturali e corsi d'acqua.

TECNICHE 1:

IDROELETRTICO

IMPIANTI MINI-IDRO

Le maggiori possibilità di nuove installazioni idroelettriche sono attualmente su piccola scala, attraverso il ricorso a impianti classificabili come mini-idro, cioè con taglia inferiore a 10 MW. Il mini-idro è considerato uno dei settori dove è possibile operare maggiori sviluppi in quanto garantiscono:

- **Copertura della domanda elettrica nazionale**. Pur essendo di limitata potenza unitaria, possono diventare complessivamente molto numerosi, e quindi apportare un contributo non trascurabile;
- **Salvaguardia dell'ambiente**. Gli impianti idroelettrici di piccola taglia sono caratterizzati da modalità costruttive e organizzative di scarso impatto sul territorio; inoltre possono essere gestiti, almeno per l'ordinario funzionamento, anche da piccole comunità ed anche integrati in un uso plurimo ed equilibrato della risorsa acqua;
- **Tutela del territorio**: la presenza di piccoli impianti sul territorio induce all'osservazione e manutenzione del territorio;
- **Tecnologia:** nel caso delle taglie "micro" le tecnologie sono più innovative e stanno mostrando ampi margini di sviluppo;
- **Costi di installazione e tempi di ritorno di investimento competitivi** rispetto ad altre fonti di energia rinnovabili, grazie anche alle forme di incentivazione.





INT6_TEC2 MICRO-EOLICO

TECNICHE 2:

MICRO-EOLICO

MINI E MICRO-EOLICO

Anche nel settore eolico, a fronte della ricerca tecnologica e dell'installazione di grossi impianti di potenza, si diffonde sempre più capillarmente anche nel nostro paese, in virtù dei recenti incentivi nazionali, la generazione distribuita: esiste infatti sul mercato un sempre maggior numero di produttori che propone il micro eolico, con generatori fino a 3 kW (un rotore della potenza di 500 W ha un diametro di poco più di 1 metro) e il mini eolico con generatori fino a 30 kW (torre sui 20 metri e pale da 10 metri di diametro); si tratta di piccole macchine in grado di coprire i fabbisogni elettrici di piccole utenze (aziende agricole, insediamenti turistici, strutture ricettive, imprese artigianali, utenze domestiche, ecc.) con potenze, dimensioni costi ed impatti più ridotti.

0	3KW	30KW
MICROEOLICO	MINIEOLICO	EOLICO INDUSTRIALE

Il punto di forza del piccolo eolico è proprio quello di sfruttare quell'energia che altrimenti andrebbe sprecata: in questo senso vanno rivalutate e valorizzate anche le turbine ad asse verticale che permettono di essere installate in zone anche con ventosità ridotte o con problemi di turbolenza, spesso caratteristiche dei contesti urbani. Gli aerogeneratori possono essere collegati alla rete (greed-connected) o direttamente alle utenze isolate (stand alone) nel caso in cui risultasse antieconomico creare una rete elettrica dedicata di raccordo con quella principale; in quest'ultimo caso l'energia prodotta e non consumata viene immagazzinata in un sistema di accumulo o batteria. Le macchine eoliche allacciate alla rete di bassa tensione possono invece integrare l'energia prodotta con l'energia della rete elettrica oppure vendere alla rete l'energia prodotta. Gli impianti per autoconsumo possono risultare economicamente convenienti per alimentare utenze isolate in zone ventose. Gli impianti molto più grandi riescono a sfruttare economie di scala e incentivi alla produzione di energia elettrica che ne fanno la tecnologia più competitiva rispetto alle fonti tradizionali. La Sardegna è tra le regioni maggiormente dotate di potenzialità nel settore eolico, come evidenziato dalle diverse campagne anemometriche, dagli atlanti del vento e dal sempre crescente numero di progetti approvati. È comunque auspicabile che oltre ad i grossi impianti di potenza vengano proposti numerosi progetti atti a favorire la diffusione di mini e microeolico.

COSTI E BENEFICI

I costi di installazione di un aerogeneratore sono in funzione delle sue dimensioni e variano significativamente da paese a paese e da impianto a impianto. La concorrenza presente sul mercato e la ricerca tecnologica sui materiali tuttavia favoriscono un continuo ribasso dei prezzi. Oggi, il costo di un kWh di energia elettrica prodotto da eolico è ben 5 volte inferiore rispetto a quello prodotto dalle prime centrali negli anni '80. È quindi probabile che nel prossimo futuro tenda ulteriormente a diminuire. I costi di gestione e manutenzione crescono con il tempo dal 2% dell'investimento per i primi 10 anni al 3% per i successivi 10. La produzione di energia elettrica attraverso i generatori eolici consente di evitare l'utilizzo di qualsiasi combustibile fossile azzerando le emissioni in atmosfera di gas a effetto serra e di altri inquinanti. L'energia impiegata durante la vita utile di un impianto viene recuperata in pochi anni di funzionamento. Il micro-eolico, a differenza dell'eolico tradizionale che può avere un forte impatto visivo, ha dimensioni contenute e non interferisce col paesaggio. E' tuttavia opportuno procedere con una valutazione progettuale che tenga presente le caratteristiche del sito di istallazione.

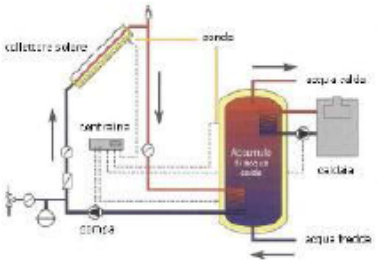


INT6_TEC3 SOLARE TERMICO

TECNICHE 3:

SOLARE TERMICO

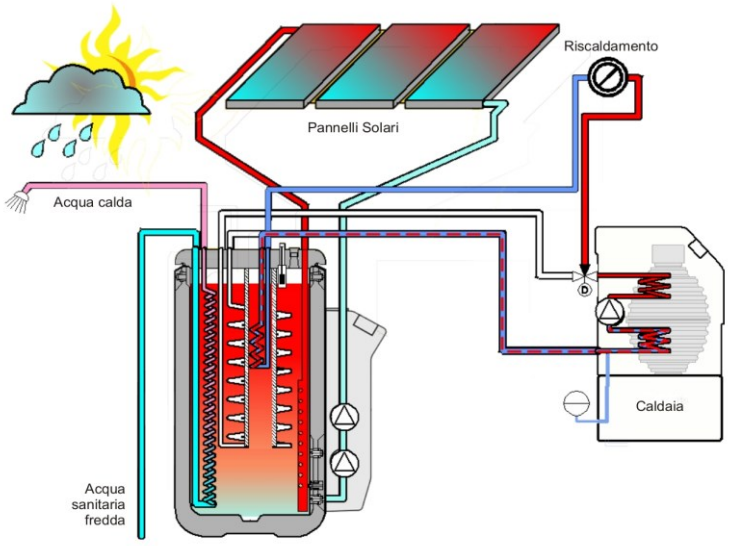
Il solare termico è una tecnologia che permette la conversione diretta dell'energia solare in energia termica che può essere utilizzata proficuamente sia per la produzione di acqua calda sanitaria che per la climatizzazione degli ambienti confinati. Si possono individuare tre elementi principali che costituiscono un impianto solate termico:



- il collettore solare che rappresenta un particolare scambiatore di calore in grado di trasferire l'energia proveniente dal sole al liquido che circola al suo interno. Il fluido circolante al suo interno è generalmente acqua, miscele di acqua e sostanze antigelo, olio o aria. Non tutta la radiazione incidente sul pannello può essere raccolta, una parte viene persa, per creare collettori sempre più efficienti si interviene sulle superfici (scure e poco riflettenti) e sul gas all'interno (pannelli sottovuoto).
- il serbatoio: l'acqua via via scaldata confluisce in un serbatoio di accumulo, adeguatamente coibentato, in cui viene temporaneamente immagazzinata prima di essere utilizzata, la circolazione da e verso il serbatoio può essere naturale (serbatoio posizionato al di sopra del pannello) o forzata (tramite una pompa, in questo caso il serbatoio può essere posizionato in qualunque punto.
- il circuito dell'impianto: trasferisce il calore assorbito dal collettore solare all'utenza finale per gli usi preposti, solitamente sono presenti delle valvole che dirigono l'acqua prodotta o direttamente all'impianto idricosanitario (nei mesi estivi) o alla caldaia, se presente, per preriscaldare l'acqua nei mesi invernali.

IL RENDIMENTO DELL'IMPIANTO

Il collettore assorbe, nell'arco dell'anno, la radiazione solare massima se orientato a sud. L'angolo di inclinazione va invece scelto in funzione del tipo di necessità che si intende soddisfare e della località. Un importante elemento che migliora il rendimento globale dell'impianto solare termico è un serbatoio con adeguato spessore e qualità di isolamento che deve essere dimensionato in funzione delle reali esigenze di utilizzo dell'utenza. Per quanto riguarda i collettori sono disponibili, oltre ai classici cosiddetti "in aria", collettori sottovuoto ad alta efficienza in cui non essendo presente aria, ci sono meno dispersioni termiche, questo tipo di collettori, più costosi dei precedenti, sono consigliabili laddove vi siano basse temperature e /o si voglia utilizzare l'impianto anche per il riscaldamento dell'edificio, in tutti gli altri casi possono sorgere dei problemi dovuti alle alte temperature in periodo estivo che devono essere ovviati con raffreddatori od ombreggiamenti sul pannello.



INT6_TEC4 FOTOVOLTAICO

TECNICHE 3:

SOLARE TERMICO

- silicio cristallino
- silicio amorfo (film sottile)



Il **silicio cristallino** si presenta come una superficie rigida, perfettamente piana, viene prodotto con tecnologie molto sofisticate, simili a quelle utilizzate per produrre i chip dei computer.

PRO

È attualmente quello più utilizzato in virtù del fatto che presenta rendimenti più elevati rispetto alle altre tecnologie (fino al 17%) con conseguente minor ingombro di superficie a parità di potenza installata.



CONTRO

Ha anche costi elevati legati alla complessità del processo produttivo. La produzione si suddivide in silicio monocristallino e policristallino: il primo ha rese migliori ma costi superiori, anche se le attuali politiche di mercato stanno sempre più riducendo queste differenze. L'elemento base del pannello è la cella fotovoltaica in grado di produrre una potenza di circa 1,5 Watt in condizioni standard. Un modulo fotovoltaico - tipo è generalmente costituito da 36 o 72 celle ed eroga, in condizioni standard, circa 50W (modulo a 36 celle).

Il silicio amorfo e i film sottili sono realizzati depositando materiale a comportamento fotovoltaico su superfici che possono essere piane, curve, irregolari o addirittura flessibili.

PRO

Viene sfruttata per applicazioni più particolari (es. tegole fotovoltaiche) o allorquando non vi sia una esposizione ottimale e si abbiano a disposizione ampie superfici. Ha pertanto una maggiore versatilità e permette soluzioni architettoniche più variegate.

CONTRO

Si tratta di una tecnologia a efficienza più bassa.



SOMMARIO

INTERVENTI 1 . SISTEMAZIONE DEI VERSANTI 3

INT1_TEC1 TECNICHE E STRUMENTI PER IL CONTROLLO DELL'EROSIONE SUPERFICIALE 3

INT1_TEC2 TERRAZZAMENTI - MURETTI A SECCO 20

INT1_TEC3 DRENAGGI SUPERFICIALI 28

INTERVENTI 2 . RIGENERAZIONE DEL SUOLO 34

INT2_TEC1 RIGENERAZIONE SUOLO 34

INTERVENTI 3 . GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE 37

INT3_TEC1 PAVIMENTAZIONI PERMEABILI 38

INT3_TEC2 TETTI VERDI 40

INT3_TEC3 ACQUE METEORICHE 42

INT3_TEC4 INFILTRAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE 44

INTERVENTI 4 . INVARIANZA IDRAULICA 46

INTERVENTI 5 . RECUPERO DELLE AREE PERCORSE DAL FUOCO 55

INTERVENTI 6 . IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE 59

INT6_TEC1 IDROELETTRICO 59

INT6_TEC2 MICRO-EOLICO 61

INT6_TEC3 SOLARE TERMICO 62

INT6_TEC4 FOTOVOLTAICO 63

Sommario 64