



ENTE DI SVILUPPO AGRICOLO

TECNICHE AGRONOMICHE FINALIZZATE A
STABILIZZARE UN PENDIO

Metodi di ingegneria naturalistica

Brigida Spataro



INDICE

L'erosione dei pendii.....	pg 3
Il dissesto idrogeologico.....	pg 7
Tecnica delle sistemazioni....	pg 14
Ginestra di spagna.....	pg 43
Vetiver	pg 46
Acero.....	pg 51
Castagno	pg 53
Gelso.....	pg 55
Maggiociondolo.....	pg 58
Noce.....	pg 59
Ontano.....	pg 61
Robinia	pg 63
Quercia.....	pg 68
Salice.....	pg 70
Alloro.....	pg 73
Bibliografia.....	pg 78

L'erosione dei pendii

Un terreno in pendenza è sempre un pericolo se è privo di alberi che con le proprie radici rendono il terreno più compatto e assorbono un'alta percentuale di acqua. Le frane e gli smottamenti, infatti, sono spesso determinati dagli scarsi interventi effettuati dopo gli incendi, spesso dolosi, che lasciano i terreni più vulnerabili, poiché "il bosco esercita la massima azione di difesa nei confronti dell'erosione determinando la diminuzione della portata solida di un bacino e rappresenta la fase definitiva nella sistemazione dei versanti (Benini, 1990) grazie ad un'azione combinata di regimazione delle acque da parte delle fronde e dell'apparato radicale.

L'erosione del suolo, e il suo conseguente smottamento, comportano l'eliminazione dello strato superficiale del

terreno fertile, che frana lasciando le zone in pendio completamente prive di vegetazione, mentre a valle si lamentano piene improvvise dei fiumi con deposito di torbide e conseguente interrimento delle colture e dei campi e modificazione del livello delle scoline; la quantità d'acqua che si infiltra nel terreno non è quella massima, per cui le riserve idriche del suolo sono relativamente meno ricche.

L'entità dei danni dipende dall'intensità degli eventi meteorici e dalle qualità specifiche del terreno (permeabilità, stabilità, pendenza, lunghezza, scabrezza della pendice).

Un suolo sabbioso, in cui le particelle sono incoerenti, ha un'elevata attitudine al distacco ma è difficilmente trasportabile in relazione alle dimensioni, e quindi al peso, delle particelle terrose. Viceversa le particelle dell'argilla, difficilmente distaccabili, sono facilmente trasportabili essendo di piccole dimensioni. Le particelle

argillose risultano di limitata trasportabilità se costituiscono aggregati resistenti alle azioni del distacco. I suoli maggiormente erodibili sono quelli di medio impasto e, particolarmente, quelli limosi. In questi suoli, infatti, il distacco delle particelle risulta più facile per i legami tra le particelle elementari più deboli di quelli di un suolo argilloso, e i sedimenti vengono più facilmente trasportati rispetto a quelli prodotti da un suolo sabbioso (V. Ferro 2008).

Il dissesto idrogeologico può colpire aree di grande superficie collinari e montane, come pure zone in media pendenza quando la struttura del terreno non è stabile come nel caso di scarpate create artificialmente con terra di riporto non adeguatamente modellata o a causa di eventi atmosferici molto intensi.

La Regione siciliana ha una quantità di territorio demaniale forestale al di sotto della media e molti terreni appartengono a privati che non fanno opere di

consolidamento e di drenaggio con canali per far defluire l'acqua.

Per di più da alcuni anni, in luogo dello ioduro d'argento, per generare le precipitazioni piovose e nevose, viene utilizzato il batterio *Pseudomonas syringae* poiché è legato alla formazione dei nuclei di condensazione che sono all'origine di pioggia e neve. Recenti studi hanno suggerito che la specie svolge un ruolo più ampio di quanto si pensasse in precedenza nella produzione di pioggia e neve naturali.

Tra l'altro, questo batterio, grazie ad una proteina in esso contenuta che consente di innalzare la temperatura di congelamento, è adoperato per la neve artificiale, che può così cadere anche con temperature superiori a 0° Celsius. Con le piogge, sia indotte sia naturali, lo *Pseudomonas syringae* si diffonde negli ecosistemi e, oltre a colpire la flora, rende il terreno molle, cedevole, simile alla gelatina,

soggetto sempre più spesso a rovinose frane e a smottamenti (Jay Hardy, scienziato).

Il dissesto idrogeologico nei comuni siciliani

La giunta regionale di governo siciliana ha deliberato la dichiarazione dello stato di calamità per il comune dei Nebrodi e per gran parte del territorio della provincia di Messina. Lo stesso provvedimento riguarda anche parte della provincia di Palermo interessata da fenomeni di dissesto. I dissesti hanno interessato in particolare i seguenti comuni in provincia di Messina: Tusa, Pettineo, Motta D'affermo, Reitano, Santo Stefano di Camastra, Mistretta, Capizzi, Caronia, Acquedolci, San Fratello, Cesaro', S. Teodoro, S Agata Militello, Militello Rosmarino, Alcara Li Fusi, Galati Mamertino, Longi, Frazzano', Mirto, Caprileone, Tortorici, Torrenova, S. Marco D'alunzio, Santa Domenica Vittoria, Floresta, Ucria, Raccuja, Sinagra, Castell'Umberto, S. Salvatore di Fitalia, Capo

D'Orlando, Naso, Gioiosa Marea, Piraino, Patti, Brolo, Sant'Angelo di Brolo, Librizzi, Montalbano Elicona, Ficarra, Tripi, Basico', Falcone, Montagna Reale, Oliveri, San Piero Patti, Castel di Lucio, Antillo.

In provincia di Palermo, i seguenti comuni: Palermo, Altofonte, Monreale, Villabate, Ficarazzi, Altavilla Milicia, Belmonte Mezzagno, S. Cristina Gela, Piana degli Albanesi, S. Cipirello, S. Giuseppe Jato, Partinico, Balestrate, Trappeto, Cinisi, Capaci, Campofelice di Roccella, Collesano, Termini Imerese, Lascari, Cefalu', Alia, Montemaggiore Belsito, Mezzojuso, Campofelice di Fitalia, Villafrati, Castronovo di Sicilia, Bisacquino, Corleone, San Mauro Castelverde, Pollina, Castelbuono, Sclafani Bagni, Caltavuturo, Polizzi Generosa, Gangi, Geraci Siculo, Petralia Soprana, Petralia Sottana, Roccapalumba, Valledolmo e Lercara.

Bernardo De Bernardinis, presidente dell'Ispra (Istituto superiore protezione e ricerca ambientale), nel corso del

Forum mondiale delle frane, alla FAO a Roma, il 3 ottobre 2011, confermava la necessità di garantire il coordinamento.

Ribadiva *"la necessita' di continuare a conservare la cultura geologica nazionale che in questo momento e' in seria difficolta' sia sotto l'aspetto dei finanziamenti che per i riconoscimenti istituzionali. Le frane - spiegava De Bernardinis - sono per "il nostro Paese, come per il resto del mondo, tra le cause maggiori di vittime e danni alle cose, anche se il primato spetta al Giappone, dove le frane sono un problema ancor peggiore rispetto ai terremoti".* "Tutti pensano che il Giappone - chiariva De Bernardinis - sia il Paese piu' esposto al rischio terremoti, invece sono le frane". Secondo quanto emerso nel corso del Forum, il Giappone a causa dei danni provocati dalle frane spende 1.500 mln di euro l'anno. *"La presenza di 77 Paesi del mondo al Forum dimostra la gravita' del tema frane a livello internazionale".* Secondo il presidente del consiglio

nazionale dei geologi, Gian Vito Graziano, a fronte di "un consumo di suolo spaventoso, pari a circa 500 chilometri quadrati all'anno – sulla base di dati forniti da Legambiente – non corrisponderebbe un'azione di prevenzione". Quello che serve – stabiliva Graziano – e' "una legge organica (per assegnazione risorse), un rimodernamento della legge urbanistica, che risale addirittura al 1942, la manutenzione ordinaria dei fiumi, mettere a sistema le competenze del Paese, e creare modelli comportamentali. I fondi nel nostro Paese arrivano solo a fronte di un'emergenza e, a quel punto, la spesa e' 10 volte superiore di quanto servirebbe investire in prevenzione".

Giovedì 1 marzo 2012 alla prefettura di Ragusa si è affrontato il controllo dello stato di avanzamento riguardante le pianificazioni comunali relative al rischio idrogeologico, le cui attività di predisposizione o di aggiornamento – al fine di prevenire situazioni di pericolo

per la popolazione in caso di eventi emergenziali – erano state sollecitate dal prefetto Giovanna Cagliostro. Sono intervenuti il responsabile provinciale del Dipartimento regionale della Protezione civile e i rappresentanti della Provincia e dei Comuni. Il prefetto ha sollecitato le amministrazioni a imprimere ulteriore impulso all'attività in modo da definire la pianificazione a livello provinciale prima dell'avvio della prossima stagione estiva. Il rappresentante del governo ha inoltre invitato i Comuni a procedere all'aggiornamento, ove necessario, dei Piani per il rischio incendi. Prevede di avviare un'attività di monitoraggio dell'attualità dei piani per il rischio sismico, in modo che ogni ente locale possa dotarsi di una pianificazione completa per le diverse tipologie di rischio.

Il 19 marzo 2012 il capo della Protezione Civile, Franco Gabrielli, illustrando la situazione italiana e di fronte ai rischi sempre maggiori di disastri e calamità, suggeriva che i singoli cittadini, i Comuni e i territori debbano

adottare comportamenti e piani di "autoprotezione" per ridurre i danni. Il prefetto Gabrielli – che a Venezia era intervenuto a un convegno sulla capacita' di risposta di fronte ai disastri, organizzato dal Comune in collaborazione con l'agenzia delle Nazioni Unite per la riduzione delle calamita' – riteneva, infatti, che puntare su significativi investimenti pubblici in un momento di grave crisi economica come questo non sia altro che "un alibi". *"Il Ministero dell'Ambiente – ha ricordato – ha calcolato che per mettere in sicurezza il nostro territorio in maniera accettabile nei prossimi anni servirebbero circa 41 miliardi di euro, una cifra assolutamente non all'orizzonte, perche' nella congiuntura economica che il Paese sta vivendo le risorse e le possibilita' di investimento sono sempre piu' limitate".* Poche risorse per fronteggiare *"eventi calamitosi sempre piu' frequenti e piu' dannosi"*. Consigliava l'introduzione di forme assicurative private per i risarcimenti e di usare invece le risorse

pubbliche per rendere le comunità' e i territori più' resilienti, capaci cioè' di affrontare adeguatamente le calamità', se non altro per risparmiare un bene supremo come la vita umana.

Il 6 febbraio 2013 la Conferenza nazionale sul rischio idrogeologico che si è svolta a Roma ha visto confrontarsi associazioni, sindaci, ordini professionali, tecnici ed esperti con l'obiettivo comune di trovare soluzioni su un territorio reso vulnerabile dall'eccessiva antropizzazione e dalla mancanza di manutenzione, con l'obiettivo di sottoporre ai leader politici proposte per un'azione nazionale di difesa del suolo che rilanci, come peraltro previsto dalle direttive europee "Acqua" e "Rischio alluvionale", il bacino idrografico come elemento base per un adeguato governo del territorio e prevedendo la possibilità' di attivare l'intervento anche di addetti del settore agricolo e forestale piuttosto che dell'edilizia con la possibilità' di creare nuova occupazione.

Tecnica delle sistemazioni

Il dissesto idrogeologico può essere affrontato soprattutto con una grande opera di prevenzione e di informazione.

Se in zone collinari dolci non è semplice gestire un declivio, anche accentuato, ancora più complessa diviene la gestione in zone montane.

Il problema maggiore consiste nel fermare l'acqua e la terra che tendono a scivolare verso il basso, cioè il ruscellamento e l'erosione superficiale che impediscono di coltivare.

Per i terreni in pendenza esistono alternative alla semplice scarpata inerbita. Oltre a scegliere alcune specie, soprattutto arbustive, in grado, con il loro apparato radicale, di consolidare il terreno, è possibile adottare alcune contromisure strutturali. Per esempio si possono creare terrazzamenti: prescelta la zona, si scava tutt'intorno una trincea, si inseriscono paletti in legno di abete o castagno per una profondità di almeno 30 cm

(dipende dall'estensione dell'area: la parte frontale rivolta verso la scarpata dovrà trattenere tutto il peso della terra sovrastante) ed emergenti dal suolo per almeno 50 cm.; si assicura la base nella porzione anteriore e agli angoli con grosse pietre e si colma con la terra scavata il dislivello del terrazzamento; infine si piantano arbusti o\er erbacee perenni.

La scelta delle piante dipende dal tipo di area da consolidare:

- per i pendii montani o scarpate di grande estensione, le specie più indicate sono alcune latifoglie caducifoglie, di tipo ornamentale e di medio-grande sviluppo quali noce (*Yuglans regia*), castagno (*Castanea sativa*), ciliegio (*Prunus avium*), alianto (*Aliantus altissima*);
- in zone collinari di ampia estensione si preferiscano: acero campestre (*Acer campestre*), robinia (*Robinia*

pseudoacacia), carpino (*Carpinus betulus*), roverella (*Quercus pubescens*), sorbo (*Sorbus domestica*);

- per consolidare le sponde dei corsi d'acqua o le zone adiacenti si suggeriscono: salice (*Salix alba*), ontano nero (*Alnus glutinosa*), gelso bianco (*Morus alba*), sambuco (*Sambucus nigra*);
- alcuni arbusti a sviluppo più contenuto, sono ugualmente in grado di avere un'ottima azione consolidatrice dei terreni in pendenza: l'abelia (*Abelia grandiflora*), il biancospino (*Crataegus monogyna*), le Callune, i *Cotoneaster adpressus* e *C. microphyllus*, le Dafne, la deuzia (*Deutzia gracilis*), l'evonimo (*Euonymus europaeus*), la fillirea (*Phyllirea angustifolia*), il ginepro (*Juniperus communis*) disponibile anche in varietà prostrate, la ginestra (*Cytisus scoparius*), il lentisco (*Pistacia lentiscus*), il ligustro (*Ligustrum japonicum*), la lonicera (*Lonicera pileata*), la rosa canina (*Rosa*

canina), il rosmarino (*Rosmarinus officinalis*), il sanguinello (*Cornus alba*), il viburno lantana (*Viburnum lantana*).

Gli alberi vengono posti a dimora sotto forma di talea radicata o di giovane pianta di 2-3 anni, in autunno, prima che il terreno geli, oppure in primavera.

Si collocano nell'area in pendenza, oppure nel terreno posto poco al di sopra della scarpata o tra l'intreccio di palificazioni in legno che contengono gli ampi volumi di terra utilizzati quale elemento di sostegno dei suoli in forte pendenza.

Con il tempo, la crescita vigorosa delle piante tende a mascherare le eventuali palizzate e dopo 10-12 anni, quando il legno dei pali non avrà più la funzione di contenimento del terreno, saranno gli apparati radicali delle piante a svolgere completamente la funzione di consolidamento delle pendenze.

La manutenzione successiva alla messa a dimora delle piante è di scarsa entità e si limita, solo per i primi due-tre anni successivi all'impianto, alla sostituzione di esemplari sofferenti o morti e a piccole potature di formazione in grado di meglio indirizzare le chiome dei giovani alberi in crescita. Potrebbero essere necessarie irrigazioni di soccorso nei periodi particolarmente caldi e asciutti.

- Per fermare i movimenti franosi in zone a pendenza lieve si possono impiegare essenze di tipo erbaceo-arbustive perenni a radicazione molto profonda. Tra le piante più adatte troviamo: borsa del pastore (*Thlaspi bursa pasoris*), convallaria (*Convallaria japonica*), *Cerastium*, edera (*Hedera Helix*), geranio (*Geranium macrorrhizum*), iperico (*Hypericum calycinum*), liriopè (*Liriope muscari*), pachisandra (*Pachisandra terminalis*), tarassaco (*Taraxacum officinalis*), la pervinca, le sassifraghe, vinca (*Vinca*

minor), vetiver (*Vetiveria zizanioides*) che viene considerata la più promettente bio-tecnologia contro l'erosione ed è promossa dalla Banca Mondiale attraverso il Vetiver Network International.

- Terreni in pendenza modesta e di piccole dimensioni, possono essere consolidati mediante la tecnica dell'idrosemina: si interviene distribuendo sull'area una miscela formata da acqua, una sostanza collante liquida specifica che fissi il seme sul terreno fino alla germinazione e un miscuglio di essenze vegetali pioniere autoctone e graminacee come le festuche e *Carex*.

Le essenze che formano il tappeto erboso diventano rapidamente folte e, nonostante il modesto sviluppo dei loro apparati radicali (15-20 cm), sono in grado di consolidare lievi pendenze, non soggette a smottamenti e franosità.

Un intervento limitativo dei processi erosivi è, inoltre, quello di ridurre la lunghezza libera della pendice realizzando un'interruzione delle continuità del percorso idraulico.

In questa tipologia di interventi sono classificabili sia particolari metodi colturali come la coltivazione a strisce, sia la realizzazione di manufatti come le graticciate, le fascinate, le cordonate, le fosse livellari e le barriere vegetali.

Tra le sistemazioni il cui elemento tecnico è rappresentato dall'affossatura, grande importanza ha la direzione dei solchi di lavorazione; se questi sono trasversali rispetto alla pendenza lo scorrimento superficiale dell'acqua viene frenato, se invece sono paralleli alla pendenza il ruscellamento è accentuato.

La coltivazione a strisce si effettua alternando lungo la pendice colture a basso potere regimante con colture a buon potere regimante; la larghezza delle strisce è

compresa tra 15 e 45 centimetri, a seconda della pendenza, della permeabilità e dell'erosività del suolo, dell'aggressività della pioggia e del tipo di colture utilizzate (Prof. Vito Ferro).

L'apertura di fosse orizzontali che seguono molto da vicino l'andamento delle linee di livello serve poi ad assicurare uno smaltimento rapido dell'acqua entro fossi di seconda raccolta armandoli con pietre e interrompendoli con brigliette.

Quando la pendenza supera il 30% si può modificare la pendice trasformandola in ripiani orizzontali o quasi, sostenuti da muri a secco (terrazzamento) o da ciglioni o greppi inerbiti (ciglionamento).

Nei casi di media pendenza è possibile intervenire al fine di cercare di recuperare abbastanza velocemente l'assetto naturalistico-ambientale grazie ad interventi di "ingegneria naturalistica" che permettono soprattutto di prevenire i fenomeni di erosione del terreno innescando

processi di rinaturalizzazione e creando biodiversità. A differenza dei sistemi di consolidamento realizzati con tecniche tradizionali (calcestruzzo armato, terrapieni, massicciate) l'impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica porta ad avere una barriera vegetale naturale, quindi compatibile con il rispetto dell'ambiente. Le radici, penetrando nel terreno, ingabbiano porzioni di terra altrimenti soggetta a distacco e trattengono humus e sostanza organica.

Dovendo utilizzare, durante la fase di realizzazione, materiale vegetale vivo, derivato da specie atte alla riproduzione per via vegetativa (talea, verghe, astoni, ramaglie) è categoricamente necessario eseguire i lavori durante il periodo di riposo vegetativo.

Per evitare gravi danni, si può effettuare il consolidamento delle zone soggette ad erosione o a rischio frana attraverso due tipi di soluzioni:

- utilizzo di palificazioni in legno infisse nel terreno che abbiano la funzione di bloccare fisicamente la discesa a valle del materiale terroso;
- impiego di alberi o arbusti a rapida crescita e dotati di apparati radicali robusti e a grande espansione in grado di imbrigliare le masse di terreno impedendone il movimento.

La palificazione in legno viene incastrata lungo il pendio da consolidare posizionando pali di legno intrecciati tra loro trasversalmente, con orientamento secondo le curve di livello, a distanze regolari, per costituire una sorta di palizzata di contenimento che trattenga il terreno posto al di sopra di esso. Nella scelta delle palificazioni occorre:

- usare pali di ottima qualità e durevoli, come quelli di robinia, quercia, castagno, larice, pino trattati con impregnante non tossico;
- scortecciare perfettamente i pali;

- evitare di danneggiare la struttura del legname con inutili perforazioni o incisioni;
- evitare il contatto tra legno e ferro che favorisce lo sviluppo di funghi in grado di aggredire i pali e renderli meno resistenti. È preferibile impiegare chiodi zincati per eventuali interventi di fissaggio tra palo e palo;
- al momento della posa nel terreno utilizzare legname perfettamente asciutto;
- impiegare pali con diametro non inferiore a 20-22 cm.

La conoscenza delle esigenze della vegetazione da impiantare è determinante per il raggiungimento dell'obiettivo; infatti se non vengono inserite come parte strutturale delle opere e se non se ne favorisce lo sviluppo e muoiono, l'intervento fallisce.

Le piante utilizzate per consolidare il terreno devono possedere alcuni requisiti fondamentali:

- radici ramificate e robuste, capaci di consentire il facile insediamento delle piante e di aggregare un esteso volume di terreno;
- rapida crescita della parte aerea, la quale, coprendo il terreno, impedisce che l'effetto battente delle piogge possa causare movimenti del suolo;
- resistenza a malattie;
- scarsa richiesta di cure colturali, in quanto un terreno in pendenza rende più difficili le normali manutenzioni;
- buon adattamento delle piante nell'ambiente ed omogeneità delle stesse con il panorama vegetale esistente.

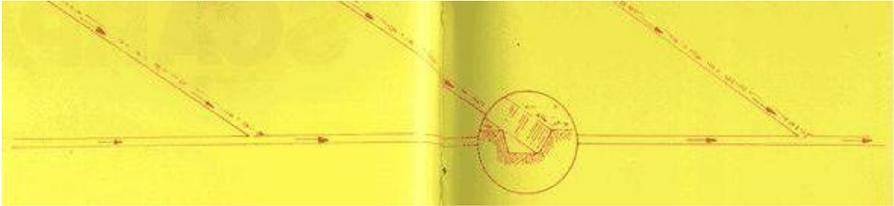


FIG.1

Il disegno rappresenta in modo schematico il primo intervento fondamentale che si deve eseguire sulle scarpate prima della piantumazione. Una volta livellato il terreno, occorre provvedere a incanalare l'acqua piovana, altrimenti questa scorrerà liberamente erodendo in poche ore le superfici e scalzando le piante. L'inclinazione dei fossi laterali, che raccolgono e convogliano verso il basso le acque lungo le pareti delle scarpate, deve essere tale da rallentare al massimo la velocità dell'acqua. A scarpate molto ripide devono

corrispondere fossi laterali poco inclinati, per frenare il più possibile il deflusso. Se la scarpata è su terreno di riporto (scarpata di un terrapieno stradale, ad esempio), è opportuno che i fossi vengano rivestiti con prefabbricati, al fine di ridurre l'erosione provocata dallo scorrimento dell'acqua.

Se la zona è soggetta a piogge frequenti e torrenziali, è opportuno eseguire a questo punto una sistemazione provvisoria a verde utilizzando specie erbacee. In genere, in queste condizioni si eseguono semine con tecniche particolari (spruzzando un manto di sostanza organica triturrata come torba, o paglia, un legante bituminoso e i semi delle erbe). Sarebbe opportuno impiegare sempre semi di specie erbacee pioniere (quelle che nascerebbero spontaneamente sui terreni erosi come sono in genere quelli sulle scarpate) adatte alla zona fitoclimatica e al substrato pedologico.

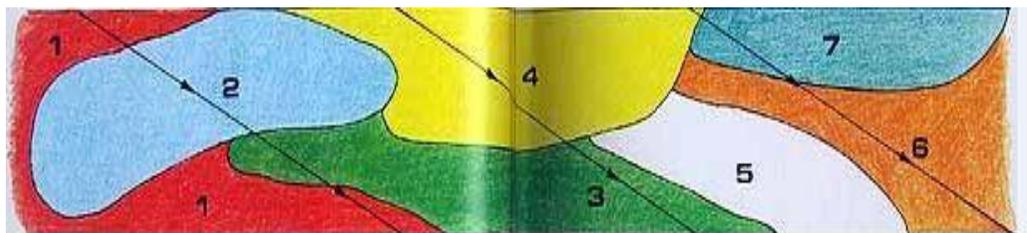


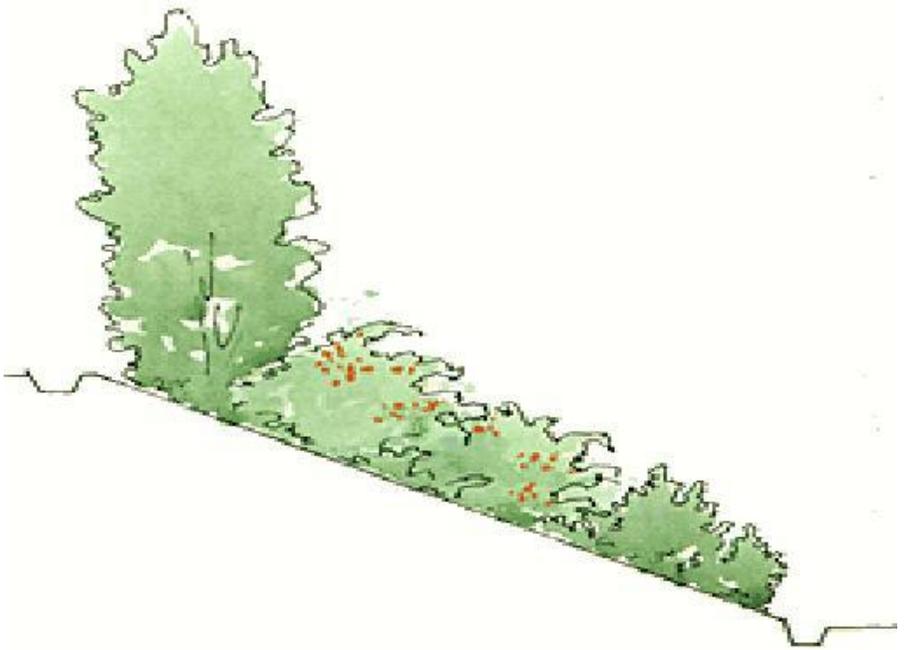
FIG.2

Seconda fase: l'impianto delle specie arbustive. L'esempio è valido per le regioni centro meridionali, dal livello del mare fino a non più di 400 metri di altezza e in zone non soggette a forti gelate dall'autunno alla primavera.

La planimetria rappresenta una scarpata, le frecce indicano i fossi di scolo (vedi FIG. n. 1), i colori e i numeri, le differenti specie arbustive. La quantità di piante da mettere a dimora è indicativa: il numero di piante definitivo, quello da mettere a dimora in cattive condizioni ambientali, può venire incrementato.

Le specie consigliate sono:

- 1) *Nerium oleander* (1 pianta per mq)
- 2) *Rosmarinus officinalis* (4 piante per mq)
- 3) *Pirus pynaster* (4 piante per mq)
- 4) *Rhamnus alaternus* (1 pianta per mq)
- 5) *Pistacia lentiscus* (2 piante per mq)
- 6) *Pyracantha angustifolia* (3 piante per mq)
- 7) *Laurus nobilis* (1 pianta per mq).



Una sezione dopo 4-5 anni dall'impianto.

E' opportuno piantare le specie a maggior sviluppo in altezza, alla maggior distanza dalla strada.



Schizzo prospettico relativo alla FIG. 2.

Impiantando svariate specie, in caso di attacchi parassitari, che in genere colpiscono una sola specie, la scarpata, nel suo complesso, continuerà a essere protetta e rivestita.



Vegetazione su scarpata stradale (Olivo, opunzia, agnocasto e lentisco)



Una scarpata sistemata a giardino roccioso



Una leggera scarpata in un giardino urbano



Scarpata autostradale.

L'impiego di adatte specie arboree, arbustive ed erbacee permette la realizzazione di qualificanti sistemazioni a verde integrate col paesaggio circostante. In quasi tutti i Paesi europei si riscontra un costante impegno nella realizzazione di aree verdi a compimento di tutti i lavori di costruzione o ampliamento di strade ed autostrade. Nel nostro Paese, al contrario, quasi ovunque le sistemazioni sono frutto di improvvisazione.

Se è necessario consolidare aree di grandi dimensioni, sono necessari alberi e arbusti. Questi possono essere messi a dimora su terreno nudo, oppure nello spazio tra i

pali di un'eventuale palizzata di legno. Alberi ideali sono le latifoglie. Si pongono a dimora sotto forma di talea radicata o di giovane pianta di 2-3 anni, agli inizi dell'autunno, o in primavera.

Il primo intervento comprende tutte le operazioni che modificano la morfologia e mettono in sicurezza le aree degradate mediante l'utilizzo dei mezzi meccanici e manuali.



ante-operam del versante da sistemare - ipotetica situazione di dissesto

La struttura è costituita dalla sovrapposizione di 3-4 file di tronchi, lunghi m. 3-4 e del diametro di cm 10-15, in file orizzontali a monte dei tronchi verticali infissi. La variabilità della lunghezza dei tronchi orizzontali

influenza e determina la distanza d'infissione dei tronchi verticali, quindi è consigliabile allineare la prima fila dei tronchi e regolare di conseguenza le distanze di infissione dei tronchi verticali.



Palizzata viva con talee di Salix spp. e piantine inserite a monte

I tronchi verticali, lunghi m.1,5 e del diametro di cm 10-15, vanno conficcati, secondo il tipo di substrato, a distanza di m 1 – 2 uno dall'altro, lasciandoli sporgere dalla superficie per un'altezza pari a quella dell'opera finita.

Tale operazione va fatta mediante l'utilizzo del mezzo meccanico.

I tronchi orizzontali vanno fissati a quelli verticali mediante filo di ferro cotto o zincato (diametro mm 2)

lasciando uno spazio di cm 2-4 per la successiva disposizione delle talee.



Viminata viva con Salix spp

Si esegue il riempimento con materiale di riporto e vengono posizionate le talee di specie autoctone di lunghezza tale da venire a contatto col substrato e sporgere esternamente alla struttura per cm 10-20. La densità ottimale è di 10 talee\m.



Particolare delle talee di Salix spp. inserite all'interno di una palizzata viva

Il prelievo delle talee, private delle foglie e dei fiori, va effettuato durante il riposo vegetativo e dipende sia dalla specie scelta che dalle condizioni microclimatiche.

Per le specie arbustive il taglio deve essere effettuato radente il terreno, evitando di danneggiare la pianta madre e utilizzando la motosega o la sega ad arco per legno onde evitare scortecciamenti e sfibrature.

Le talee*, le verghe* e gli astoni* possono essere posate sul substrato rispettando il verso di crescita e ricoprendole del materiale di riempimento oppure inserite nel substrato e lasciate sporgere all'esterno per pochi centimetri.

Le ramaglie* vanno posate sul substrato disordinatamente e poi ricoperte del materiale di riempimento. Durante il trasporto e nel periodo di stoccaggio in cantiere è essenziale mantenere le talee con la base ricoperta da terra umida, al riparo dal sole, dal

gelo, da eccessiva ventilazione e metterle a dimora prima possibile per evitare essiccamento e disidratazione.

**talea:* porzione di ramo non ramificato lungo cm 60-70 e del diametro di cm 2.

**verga:* getto flessibile lungo cm150 e del diametro di cm 2-4.

**astone:* getto poco o non ramificato, diritto, della lunghezza massima disponibile e del diametro di cm 4-5.

**ramaglia:* parte terminale del ramo completo delle ramificazioni secondarie, generalmente derivanti dalla lavorazione per ottenere i tipi precedenti.

Con il tempo la crescita vigorosa delle piante tenderà a mascherare le palizzate e dopo alcuni anni, quando il legno dei pali non avrà più la funzione di sostegno, saranno gli apparati radicali delle piante a svolgere completamente la funzione di sostegno del terreno.



La funzione stabilizzante della struttura è immediata e garantita nella prima fase dagli elementi lignei e lapidei la cui funzionalità viene sostituita da quella delle piante che crescendo fanno migliorare le caratteristiche geomeccaniche del terreno e fanno sviluppare un'ottima copertura vegetale.



*Versante sistemato con opere di
Ingegneria Naturalistica ad un anno dall'ultimazione dei lavori*



Viminata viva con talee di Salix spp e piantine radicate a monte

La manutenzione successiva alla messa a dimora delle piante è generalmente scarsa e si limita, solo per i primi due-tre anni successivi all'impianto, alla sostituzione di esemplari sofferenti o morti ed a piccole puliture di formazione in grado di meglio indirizzare le chiome dei giovani alberi in crescita.

Potrebbero essere necessarie anche irrigazioni di soccorso nei periodi molto asciutti.

La struttura, alla fine dei lavori, è in grado di risolvere i principali problemi di erosione: abbassamento della pendenza del pendio e stabilizzazione del substrato.

Subito dopo il periodo di riposo, se sono state rispettate le necessità vitali del materiale vegetale vivo, inizia lo sviluppo radicale e delle parti aeree, avviando il processo di continuo consolidamento e di interconnessione della struttura al substrato.

GINESTRA DI SPAGNA (*Spartium junceum*)



I terreni argillosi sono più difficili; in tali condizioni pedologiche è preferibile diffondere anche la ginestra *Spartium junceum* per i seguenti motivi:

- produce un miglioramento microbiologico (effetto rizobio) e chimico (fissazione dell'azoto atmosferico) del suolo, rendendo superflua l'utilizzazione di fertilizzanti

azotati e di diserbanti e quindi riducendo notevolmente gli imput energetici in rapporto ad altre colture annuali o poliennali di piante che richiedono invece ingenti apporti di azoto e di acqua;

- è di grande effetto paesaggistico;
- è capace di favorire il consolidamento del terreno, grazie al notevole apparato radicale fascicolato;
- fornisce una fibra naturale che le industrie automobilistiche utilizzano come componente dei cosiddetti “materiali compositi”, impiegati per fabbricare parti di carrozzeria e di interni delle autovetture (Centro di Ricerche Fiat);
- la possibilità di coprire diverse applicazioni assicura flessibilità per i produttori e possibilità di previsioni di impiego a lungo termine, evitando i pericoli di una sola utilizzazione finale che può essere penalizzata da situazioni specifiche sfavorevoli;

- la diffusione della ginestra potrebbe in parte ovviare ai problemi italiani, almeno a livello di assorbimento gas serra secondo il protocollo di Kyoto; infatti possiede caratteristiche fotosintetiche che la pongono al massimo livello, dal punto di vista di assorbimento CO₂. Essa, infatti, permette grandi assorbimenti di CO₂ con produzione di notevoli quantità di materia prima ad alta valenza energetica per il filone biomassa per energia (10 – 15 ton\ha di materia secca per anno) o fibra per industria.

VETIVER (*Vetiveria zizanioides*)



Le radici del Vetiver, profonde fino a 5 metri, imbrigliano qualsiasi terreno



Ha aspetto cespitoso ed è dotata di foglie e culmi di notevole sviluppo, che determinano velocemente una grande crescita in altezza, in media 150-300 centimetri, capace di rallentare il flusso dell'acqua, del fango e dei detriti lungo le pendici di monti e colline, nel caso di piogge intense e prolungate, o di proteggere gli argini di fiumi e torrenti a rischio di esondazione, grazie anche alla notevole resistenza delle piante

all'allettamento. L'apparato radicale è molto fitto, di tipo fascicolato, quindi privo di fittone principale; si sviluppa quasi esclusivamente in modo verticale ed è in grado di raggiungere anche quattro-cinque metri di profondità.

Non emette stoloni né rizomi, garantendo il pieno controllo dello sviluppo laterale della pianta. Le prove tecniche effettuate sull'apparato radicale hanno messo in evidenza proprio l'eccezionale resistenza alla trazione delle singole radici, paragonabile a $1/6$ di quella di un cavo di acciaio di media qualità (non esiste altra pianta conosciuta che abbia le medesime caratteristiche). La specie è perenne e capace di vivere 30-40 anni rinnovandosi continuamente con l'accestimento.

Le varietà selezionate e coltivate producono infiorescenze sterili; questa caratteristica porta la pianta a non essere infestante, cioè soggetta a uno

sviluppo incontrollato. L'unico metodo di propagazione consiste nella moltiplicazione per via vegetativa, con la separazione dei germogli che spuntano nella tarda primavera ai lati della madre adulta.

Il vetiver è una pianta molto rustica, richiede condizioni di piena luminosità, anche l'insolazione diretta. Una volta ben insediata la pianta ha un'alta resistenza alla siccità, anche prolungata, proprio grazie all'espansione in profondità dell'apparato radicale. Tollera bene i terreni sommersi d'acqua fino a 6-8 giorni.

Si adatta a qualsiasi terreno persino con elevato contenuto di salsedine, addirittura con particolari elementi a concentrazione tossica per i vegetali, come cromo, manganese, cadmio, nichel, piombo e zinco. In questi casi il vetiver diventa una pianta disinquinante al pari del girasole o del giacinto d'acqua, poiché è in

grado di assorbire i metalli nocivi e di metabolizzarli all'interno.

Resiste a temperature che variano da $-5\text{ }\backslash\text{-}7^{\circ}$ a $+40\text{ }\backslash\text{+}45^{\circ}$; la crescita più veloce e vigorosa si ha però con temperature medie di $+25\text{ }\backslash\text{+}35^{\circ}$, mentre è ridotta intorno a $+10\text{ }\backslash\text{+}13^{\circ}$.

Non è suscettibile ad alcuna patologia.

ACERO (*Acer campestre*)



L'acero campestre
predilige i climi

temperati umidi, però ha un buon sviluppo sia negli ambienti freddi che in quelli caldi non troppo secchi, sopporta i valori termici di alcuni gradi al di sotto dello zero e le alte temperature. In fatto di terreno l'acero oppio è una pianta adattabile, vegeta bene anche sui terreni

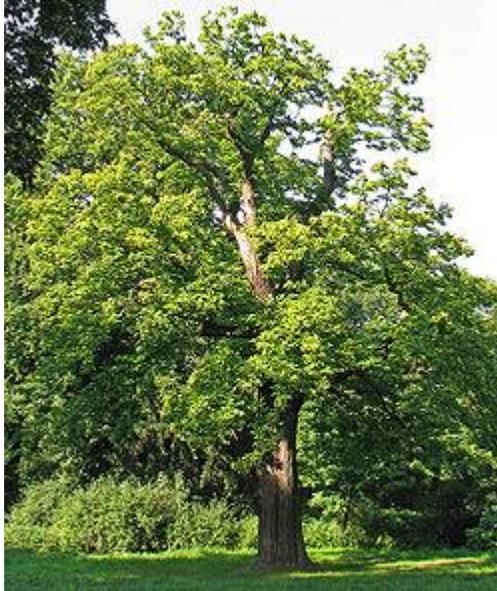
compatti e soggetti ai ristagni idrici, meglio se sciolti, freschi, calcarei e ben drenati.

Le irrigazioni sono necessarie soprattutto se le piante sono state messe a dimora da poco, però bisogna intervenire anche nel caso di esemplari adulti qualora si manifestassero condizioni di siccità prolungata in quanto l'acero oppio non si sviluppa bene su terreni completamente asciutti.

L'acero campestre è una pianta mellifera.

Le sue foglie vengono utilizzate come foraggio.

CASTAGNO (*Castanea sativa*)



Predilige i terreni ben dotati di potassio, di fosforo e di humus. Le condizioni ottimali si verificano nei terreni neutri o moderatamente acidi; si adatta anche ad un'acidità più spinta, mentre rifugge in genere dai suoli basici, in quanto il calcare è moderatamente tollerato solo nei climi umidi. Sotto l'aspetto granulometrico predilige i suoli sciolti o tendenzialmente sciolti, mentre non sono tollerati i suoli argillosi o, comunque, facilmente soggetti ai ristagni. In generale sono preferiti i suoli derivati da

rocce vulcaniche (tufi, trachiti, andesiti, ecc.), ma vegeta bene anche nei suoli prettamente silicei derivati da graniti, arenarie quarzose, ecc., purché sufficientemente dotati di humus. I suoli calcarei sono tollerati solo nelle stazioni più settentrionali, abbastanza piovose, mentre sono mal tollerate le marne.

GELSO (*Morus nigra* e *M. alba*)



Piuttosto resistente alle intemperie, all'inquinamento, all'aria salmastra, alle malattie e senza particolari esigenze, è tuttavia una pianta in via di estinzione.

Esistono due specie di gelso: il gelso nero (*Morus nigra*) e il gelso bianco (*Morus alba* L.). Il primo produce frutti di colore nero-violoacei piu' saporiti dolci e aciduli, il secondo dà, in giugno luglio, frutti bianco-rosati, molto

dolci.



Le due specie si possono riconoscere dalle foglie che nel gelso bianco sono verde chiaro, lucenti e lisce, mentre nel gelso nero sono scure e ruvide sopra, più chiare e ricoperte da peluria abbondante sul lato inferiore. La corteccia del gelso nero è più scura.

Le due specie si possono riconoscere dalle foglie che nel gelso bianco sono verde chiaro, lucenti e lisce, mentre nel gelso nero sono scure e ruvide sopra, più chiare e

ricoperte da peluria abbondante sul lato inferiore. La corteccia del gelso nero è più scura

I fiori sono unisessuali (pianta monoica), raramente bisessuali, quelli maschili sono disposti in spighe cilindriche di 2-4 cm, peduncolate, quelli femminili in glomeruli ovoidali, nascono presso l'ascella della foglia in aprile., matura in giugno luglio.

Il gelso non ama gli ambienti umidi che possono anche favorire lo sviluppo di alcune malattie fungine e le brinate che possono provocare gravi danni.

L'esposizione deve garantire la massima luce possibile: nelle zone semi-ombrose, soprattutto nella bella stagione, il gelso non ha uno sviluppo ottimale.

MAGGIOCIONDOLO O AVORNIELLO (*Laburnum
anagyroides*)



Ama posizioni soleggiate e terreni calcarei a reazione sub-alcalina, pur tollerando anche quelli tendenzialmente acidi, sabbiosi, profondi e umidi. Mediamente eliofilo, predilige climi continentali, relativamente freschi e terreno calcareo. Il maggiociondolo, in tutte le sue parti, è ricco di citisina, un alcaloide estremamente tossico e velenoso.

NOCE (*Juglans regia*)



Il noce vegeta su terreno profondo, da moderatamente secco a umido, mediamente sciolto e ben areato, piuttosto ricco di sostanze nutritive, con buona

frazione di humus; può vegetare anche su suoli leggermente acidi, ma preferibilmente basici. Il noce non va consociato con altre specie, a causa della secrezione, da parte delle sue radici, di sostanze tossiche. Le sostanze che pervadono la fitta rete di radici, come anche foglie e frutti, sono infatti sgradite agli altri vegetali, ma utilissime all'uomo.

In agricoltura biologica è usato come pianta repellente.

ONTANO (*Alnus glutinosa*)



Molti ontani stabiliscono simbiosi radicali con attinobatteri azotofissatori della specie *Frankiella alni* che portano alla formazione di tipiche radici laterali chiamate actinorrize. Questo rapporto consente di rendere disponibile l'azoto atmosferico che viene trasformato in ammine utilizzabili dalle piante.

La rapidità di crescita degli ontani e la loro resistenza a condizioni sfavorevoli ne hanno fatto apprezzare l'uso

anche come essenze nella *bioremediation* (es. recuperi di cave, siti minerari, aree incendiate).

In arboricoltura da legno, grazie alla già citata azotofissazione, è utilizzato come specie accessoria per facilitare l'accrescimento delle altre specie presenti nell'impianto.

ROBINIA (*Robinia pseudoacacia*)



La robinia pseudoacacia è una pianta eliofila, trova l'ottimo nei suoli sciolti e ben drenati, anche poveri di nutrienti ed a reazione subacida, mal si adatta ai terreni molto argillosi. Come tutte le leguminose, è in simbiosi radicale con microrganismi azotofissatori e quindi può arricchire il suolo di azoto. Nel complesso, la robinia è una specie pioniera, che però (almeno al

di fuori del suo areale di vegetazione naturale)
presenta una limitata longevità (60-70 anni)

I vantaggi di questa specie sono molteplici:

- **Protezione:** in Europa questa pianta si è diffusa velocemente e oggi è possibile trovarla ovunque, soprattutto lungo le ferrovie e scarpate perché è una pianta a crescita veloce e con un apparato radicale molto sviluppato che permette di rafforzare le scarpate evitando che franino. Essendo inoltre dotata di elevata capacità pollonifera, la sua diffusione viene favorita dal taglio a cui la sottopongono gli agricoltori per ricavarne legname.
- **Ornamentale:** per i suoi fiori a grappolo, bianchi e profumati.
- **Mellifero:** dai suoi fiori le api producono un ottimo miele molto apprezzato (infatti il classico miele di acacia è in realtà di *R. pseudoacacia*).

- Legname: il legno è di colore giallo, ad anelli ben distinti, duro e pesante (p.s. 0,75).
- È inoltre un ottimo combustibile (superiore a tutti i legnami europei) e viene usato per lavori di falegnameria pesante, per puntoni da miniera, per paleria (i tronchi lasciati in acqua per alcuni mesi in autunno e inverno acquisiscono una particolare tenacia), per mobili da esterno e per parquet.
- Miglioratrice del terreno: come tutte le leguminose è inoltre una pianta che si avvale dei benefici dell'azotofissazione simbiotica.



- I fiori sono commestibili; ma il resto della pianta (fusti e foglie) contiene una sostanza tossica per l'uomo. La sua tossicità non è universale e alcuni animali se ne cibano (Le

capre ne sono ghiotte e ne consumano in
quantità senza alcuna conseguenza negativa).



QUERCIA (*Quercus pubescens*, *Q. robur*, *Q. petraea*)



La roverella (*Quercus pubescens*) è resistente all'aridità e facilmente riconoscibile d'inverno in quanto mantiene le foglie secche attaccate ai rami a differenza delle altre specie di querce. Il principale carattere diagnostico per identificare la specie è quello di sentire al tatto le foglie o le gemme: sono ricoperte da una fine peluria che si può facilmente apprezzare.

Questa pianta cresce bene nelle località più assolate, nei versanti esposti a Sud ad un'altitudine compresa tra il livello del mare e i 1000 m s.l.m.

Nel genere *Quercus* L. si riscontra una notevole variabilità nelle tipologie dell'apparato radicale. In *Q.*

robur L. la radice è fittonante allo stadio di plantula ed in età avanzata le radici secondarie prendono il sopravvento. In *Q. petrea* Liebl. l'apparato radicale è fittonante anche in età adulta anche se si sviluppano robuste radici laterali. Un analogo andamento si riscontra nella roverella (*Q. pubesens*).

SALICE

(*Salix purpurea*, *S. alba*, *S. eleagnos*, *S. daphnoides*, *S. pentandra*, *S. cinerea*, *S. appennina*)



Tipica dei suoli alluvionali, vive lungo i corsi d'acqua e nei terreni periodicamente inondati. Spesso lo si trova coltivato in pianura in corrispondenza di fossi e canali.

Alle piante di salice è riconosciuta un'elevata capacità rizogenetica.

Nella realizzazione di palizzate vive, bisogna evitare o perlomeno limitare l'utilizzo, tra quelle compatibili, di *Salix alba* (salice bianco) che raggiunge con la crescita dimensioni notevoli, influenzando negativamente la statica e gli equilibri della struttura.



ALLORO (*Laurus nobilis*)



L'alloro è una pianta molto diffusa, soprattutto nei paesi a clima temperato sia in pianura che in collina e cresce spontaneo in tutti i Paesi del Mediterraneo, nelle macchie e nei boschi ed è molto utilizzato nei giardini e nei parchi

come pianta ornamentale oltre che apprezzato per la sua fragranza aromatica.



Il Lauro è una pianta perenne a portamento arbustivo e può assumere la forma di un cespuglio o di un albero tanto che se trova le condizioni ideali può raggiungere anche i 10-12 m di altezza.

Il tronco è normalmente liscio con corteccia nerastra con rami sottili e molto fitti. Il frutto è una bacca, simile ad

una piccola oliva che diviene nero-bluastro con la maturazione.

Le bacche contengono un solo seme e maturano nei mesi di ottobre e novembre e sono molto aromatiche. Il frutto è una bacca, simile ad una piccola oliva che diviene nero-bluastro con la maturazione.

Le bacche contengono un solo seme e maturano nei mesi di ottobre e novembre e sono molto aromatiche.

E' una pianta ricca di oli essenziali sia nelle foglie (dall'1 al 3%) che nelle bacche (dall'1 al 10%) quali: geraniolo, cineolo, eugenolo, terpineolo, fellandrene, eucaliptolo, pinene, ecc.

Le foglie si possono raccogliere tutto l'anno anche se, raccolte a luglio - agosto, hanno una maggiore concentrazione di essenze aromatiche. I frutti si raccolgono in autunno, quando sono maturi.



Le foglie si possono consumare per uso culinario fresche o secche. Per l'essiccazione si sistemano all'ombra, in un luogo aerato e una volta secche durano circa un anno. Dopo tale periodo perdono gran parte del loro aroma e assumono un sapore amarognolo.



Le bacche si fanno essiccare al forno a bassa temperatura e si conservano poi dentro barattoli di vetro ed hanno un sapore molto più forte e robusto delle foglie.

BIBLIOGRAFIA

Ferro Vito (2008). Sistemazione dei bacini montani e difesa del suolo.

NUOVA BIOS

Polelli Mario (1989). Valutazione di impatto ambientale. REDA

Benini (1990). Sistemazioni idraulico-forestali. UTET

Questo manuale è stato realizzato a cura
della Dr.ssa Brigida Spataro, Capo Ufficio Studi e Progetti del
Servizio Bonifica ed infrastrutture,
con il finanziamento dell'Ente di Sviluppo Agricolo della Sicilia e
grazie al sostegno
del Direttore Generale Ing. Maurizio Cimino e
del Dott. Giuseppe Greco responsabile del
Servizio Speciale Assistenza Tecnica.

Ideatore grafico e impaginatore

Geom. Marcello Scalici

Stampa:

