

IMPARARE DALLE RADICI DELLE SISTEMAZIONI DEI BACINI MONTANI

Learning from the roots of mountain watersheds management

A. Hofmann*, E. Guastini**, E. Bresci**, F. Preti**

Sommario

La recente visita in Italia (settembre 2015) del prof. Haruo Nishimoto e di due suoi collaboratori in cerca di informazioni sul prof. Amerigo Hofmann è stata l'occasione per riflettere su alcune evidenze derivate da rilievi in campo nell'ambito delle sistemazioni idraulico-forestali, approfondendo un'indagine storica sulle tecniche utilizzate già iniziata presso l'ateneo fiorentino (Bresci e Preti, 2002 e 2010).

Sono numerosi gli esempi di specie correlate con la stabilità dei versanti (Hofmann, 1936; Hofmann, 1955) che i risultati delle ultime ricerche confermano nella loro importanza (Guastini e Preti, 2013; Walker e Shiels, 2013; Errico et al., 2014; Guastini et al., 2014a e 2014b); in egual modo, le indicazioni per la loro propagazione confermano spesso gli esiti riscontrati in sperimentazioni specifiche.

Più interessante è forse notare come la ricostituzione dell'habitat del bacino montano accomuni le attuali ricerche del dipartimento e l'attività di Hofmann; oggi sono i risultati dei sopralluoghi su opere di ingegneria naturalistica condotti a 10-15 anni dalla messa in opera a mostrarne l'opportunità, per Hofmann tale intento derivava dalla sua doppia formazione di ingegnere idraulico e di selvicoltore: la prima frutto della sua esperienza, sotto la guida di Wang, nell'ambito del dipartimento ministeriale austriaco per l'assestamento dei bacini montani (esperienza culminata nella sua nomina a vicedirettore nel 1918); la seconda consolidata nell'ambito dell'assestamento forestale dei beni demaniali gestiti dall'Azienda speciale dello Stato italiano, di cui divenne direttore generale nel 1926.

Summary

Prof. Haruo Nishimoto recent visit in Italy (September 2015) with two coworkers, searching for information about prof. Amerigo Hofmann, has been the circumstance to further considerations about some facts gathered during in situ surveys in the hydraulic-forestry management field, deepening an historical study regarding developed techniques already done by the University of Firenze (Bresci and Preti, 2002 and 2010).

There are numbers of examples of vegetal species correlated with slope stability (Hofmann, 1936; Hofmann, 1955) confirmed in their role by the latest research results (Guastini and Preti, 2013; Walker and Shields, 2013; Errico et al., 2014; Guastini et al.,

* Osservatorio Foreste e Ambiente – Vallombrosa

** Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università di Firenze, Italia, e-mail: enrico.guastini@unifi.it

2014a and 2014b); in the same way, recommendations about their diffusion uphold the outcomes of new scientific tests.

Maybe is more interesting to note how the mountain watershed habitat restoration combine the current department researches and the Hofmann activities. In the present days, the opportunity of such an approach is shown through the inspection of soil bioengineering structures after 10-15 years since their installation. The Hofmann's view came from his double education in hydraulic engineering and silviculturist: the first from his experience, with Wang as a mentor, in the Austrian ministerial department for mountain watershed management (culminated with the vice director designation in 1918); the latter strengthened during the forestry management of state-owned areas ran by the special Italian State Agency, of which he became general director in 1926.

1. Introduzione

Nel settembre 2015, il prof. Haruo Nishimoto (Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Giappone) e alcuni suoi collaboratori hanno fatto tappa presso la Scuola di Agraria dell'Università degli Studi di Firenze nell'intento di approfondire la figura e l'opera del prof. Kitao Moroto attraverso i lavori del suo amico e mentore prof. Amerigo Hofmann. La visita dei giapponesi ad opere di ingegneria naturalistica, realizzate più di 15 anni fa in Casentino (Toscana), ha rappresentato l'occasione per iniziare una serie di riflessioni sulla vegetazione presente in aree oggetto di sistemazioni con tecniche di ingegneria naturalistica.

Il ruolo assegnato alla vegetazione nella sistemazione e nel consolidamento di frane era già noto fin dai primi del '900 per la peculiarità di incrementare l'efficienza degli interventi con il passare del tempo, grazie allo sviluppo degli apparati radicali (Bresci e Preti, 2002). Hofmann nel 1936 scriveva: «La meta finale è di rivestire il terreno franato, di cui previamente si è arrestato il movimento causato dalle acque sotterranee o dallo scalzamento del piede del versante. Dalla vegetazione in qualsiasi forma, ma in particolar modo da quella legnosa, risulterà la definitiva difesa del terreno; essa segnerà la guarigione completa, la rimarginazione delle ferite inferte alla montagna».

Walker e Del Moral (2009) sostengono che sia necessario imparare dalla successione primaria in ambienti degradati per riqualificare habitat danneggiati. Studi sulla successione hanno esaminato come le piante reagiscono a fonti di disturbo, come le piante crescono accumulando carbonio, come i nutrienti passano dal suolo alle piante, come vengono colonizzate da specie animali e come i fattori precedenti siano in grado di produrre transizioni tra comunità vegetali. La comprensione dei cambiamenti di vegetazione rappresenta una risorsa per la programmazione di interventi di riqualificazione. Da uno studio di Walker et al. (2010) sul monitoraggio di frane in Porto Rico per 18 anni emerge come fattori abiotici, quali la dimensione della frana, la pendenza del versante, l'esposizione, l'altitudine, il substrato e il tipo di suolo abbiano una notevole influenza sulla successione primaria che si instaura, in particolare, sulla densità e la diversità di alberi da seme e felci arboree. La relativa influenza dei parametri abiotici non risulta poi essere costante nel tempo.

Puglisi (2010) sostiene «... che non è possibile vegetalizzare una pendice in preda a dissesto idrogeologico se l'intervento non è preceduto o accompagnato dall'esecuzione di opere costruttive che creino le condizioni di fermezza del suolo indispensabili all'affermazione della vegetazione. Le briglie e le altre opere idrauliche sono da considerarsi delle pròtesi che sostengono il processo di cicatrizzazione delle ferite della montagna e della collina, tanto vero che dette opere da sole favoriscono l'insediamento spontaneo della vegetazione, come insegna l'esperienza e può rilevare chiunque osservi le foto aeree di torrenti sistemati, nelle quali le opere costruttive sono invisibili perché occultate dalla vegetazione dalle medesime indotta».

Gentile et al. (2008) hanno portato avanti una indagine che ha riguardato il censimento di oltre 400 briglie realizzate in 3 bacini del sub-Appennino Dauno nella Puglia settentrionale. L'indagine ha mostrato il forte impulso dato dalle opere sistematorie, spesso briglie, al ritorno della vegetazione arborea ed arbustiva in alveo. L'integrazione delle opere costruttive con la piantagione di specie forestali ha portato una rapida evoluzione vegetazionale verso gruppi floristici più complessi, con l'insediamento di latifoglie nobili, risultato che senza l'uso iniziale di specie pioniere, avrebbe richiesto tempi assai più lunghi.

L'effetto di **rinaturazione** dovuto all'insediamento di vegetazione spontanea una volta creati le condizioni di stabilità ad opera di interventi sistematori porta l'inevitabile attività di manutenzione della vegetazione. Hofmann nel 1936 scriveva infatti: «La vegetazione spontanea tenderà a restringere l'alveo, si dovrà perciò impedirne l'invadenza. Nelle vecchie briglie in muratura a secco si insediano piante legnose, specialmente l'ontano, che oltre ad ostacolare il deflusso sbancano il manufatto. Sarebbe errato di considerare tale connubio di pianta e briglia come l'auspicato binomio della sistemazione montana. Si dovrà piuttosto impedire in tempo l'ingrossamento dell'ontano con ripetuti tagli nella stagione estiva».

1.1 Amerigo Hofmann

Amerigo Hofmann (1875 – 1945), formatosi alla Scuola di Ferdinand Wang, prima alla Hochschule für Bodenkultur, la famosa BoKu di Vienna, poi al Dipartimento per la sistemazione dei bacini montani del Ministero per l'Agricoltura, contribuì alla fondazione dell'Istituto di Idrologia forestale presso la Facoltà di Agraria di Tokyo, dove aveva insegnato dal 1904 al 1909. Gli subentrò nell'insegnamento il prof. Kitao Moroto, soggetto principale della ricerca del prof. Haruo Nishimoto.

Gran parte dei lavori sistematori proposti e in parte attuati da Hofmann in Giappone (e, anni prima, in Carinzia e nel Tarvisiano) rientrano fra le opere che oggi sarebbero classificate come ingegneria naturalistica. Sebbene la sua formazione culturale e professionale giovanile fosse prettamente ingegneristica e volta ad esaltare l'idraulica e le "scienze esatte", progressivamente si acui però la sua attenzione per gli aspetti selvicolturali della sua professione, in particolare quando dedicò il suo lavoro all'assessamento forestale delle foreste passate all'Italia dopo la sconfitta dell'Austria-Ungheria nella Grande Guerra e quando,

successivamente, assunse la direzione generale del demanio forestale dello Stato, dedicando tutta la sua energia al suo miglioramento e, se del caso, alla sua ricostituzione.

Nel consolidamento delle sabbie e delle argille di Seto, balza agli occhi l'ampio ricorso alle piante vive come elemento costruttivo di una migliore stabilità. Nella modalità d'operare di Amerigo Hofmann, così come di altri valenti forestali della sua stessa formazione tecnica, l'utilizzo di piante arboree e arbustive, di parti di esse, di semi o piote di specie erbacee, così come quello di materiali del posto (legname, terra, sassi e massi) non costituiva una distinta disciplina nel campo delle sistemazioni idraulico-forestali, ma semplici soluzioni tecniche che potevano combinarsi con opere intensive più costose, di precisa e strategica collocazione (traverse e pennelli in muratura, anche armata, muri di sponda e altro). Il suggerimento di ricorrere a soluzioni estensive, di minor impatto ambientale o addirittura di ricostruzione e di miglioramento delle caratteristiche biologiche dell'area d'intervento, derivava anche dall'intento di rimediare a quello ch'egli individuava come «disordine montano» con soluzioni non solo tecnicamente efficaci, ma tali da favorire l'assetto ambientale ed anche economico dei bacini d'intervento, in un'epoca di forte pressione per le colture montane della popolazione residente.

Un limite che in passato poteva gravare nel ricorso alle piante vive derivava

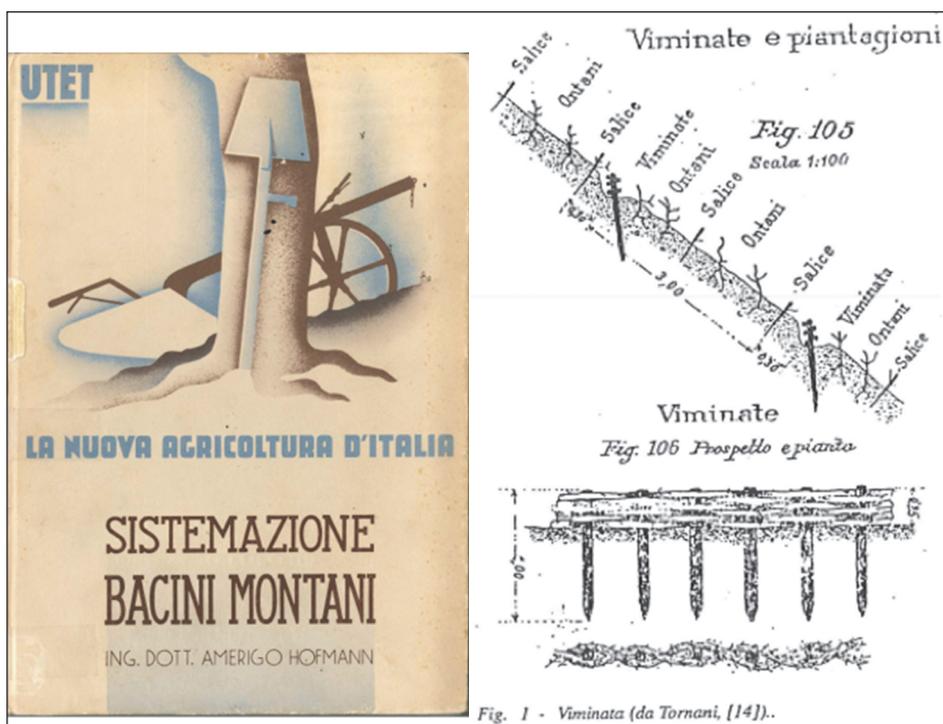


Fig. 1 - Viminata (da Tornani, [14]).

Fig. 1 - A sinistra, la copertina del libro di Amerigo Hofmann del 1936; a destra uno schema di disposizione di talee di salice e piante radicate di ontano tratto da Tornani et al. (1895)

dalla minore attenzione posta alla scelta delle specie. Oggi, forti di più approfonditi studi fitosociologici, riferiti in particolare al dinamismo evolutivo delle associazioni vegetali, abbiamo la possibilità di effettuare scelte più oculate, nell'ambito delle piante autoctone, che portano alla costituzione di soprassuoli arborei e arbustivi, e anche di coperture erbacee, di buona stabilità ed efficace potere regimante. La recente individuazione dei "tipi forestali" su base ecologica, dinamica e colturale elaborata in diverse regioni italiane ha un'applicazione sempre più larga anche nelle sistemazioni idraulico-forestali.

2. Monitoraggi

2.1 Aree di studio

Il Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali ha da alcuni anni iniziato un'estesa campagna di monitoraggio su opere realizzate con tecniche di ingegneria naturalistica, sia verificandone le condizioni della porzione più strettamente ingegneristica, sia valutandone l'evoluzione della copertura vegetale (Fig. 2).

In Casentino, la sperimentazione di materiali (morti e vivi) è iniziata con la ex-Comunità Montana, ed è stato possibile instaurare un rapporto tra l'ente locale (oggi Unione dei Comuni) e il Dipartimento al fine di promuovere ulteriori sperimentazioni e cantieri didattici. Si tratta prevalentemente di sistemazioni di

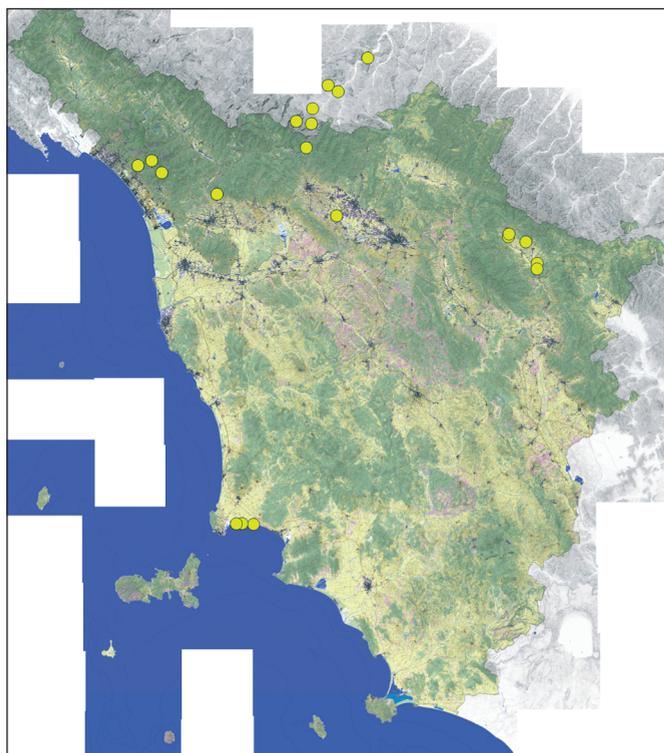


Fig. 2 - Mappa della localizzazione delle aree oggetto di rilievo in campo (carta ottenuta dal dataset geografico del Catasto Terreni dell'Agenzia del Territorio, AdT, della Regione Toscana)

sponda di varia entità su corsi d'acqua diversi: torrente Vessa (Pezzilunghi, Poppi – AR), fosso della Sova (Molino di Lierna, Poppi – AR), torrente Renaccioli (Podere Fiume, Pratovecchio – AR), borro delle Pillozze (Romena, Pratovecchio – AR), torrente Corsalone (loc. Corsalone, Chiusi della Verna – AR).

Altre attività di rilievo sono state condotte in Alta Versilia, su opere di sponda e di versante lungo i corsi del torrente Serra (Azzano e Desiata, Seravezza – LU), canale del Bosco (Terrinca, Stazzema – LU), solco dell'Angelo (Tramonte, Lucca – LU). Studiata più in profondità è stata la sistemazione a Pomezzana (Stazzema – LU) di una delle tante frane dell'alluvione del 1996.

Ancora, sull'Appennino pistoiese-bolognese, monitoraggi sono stati condotti nel bacino del fiume Reno, prevalentemente in seguito a dissesti di versante (fraz. Pracchia, Pistoia – PT; Marano e Rocca Pitigliana, Gaggio Montano – BO; Ca' di Malta, Vergato – BO; Campoferrario e Pian di Favale, Porretta Terme – BO; Pianaccio, Lizzano – BO).

Più recente (e ancora in fase sperimentale) è l'approccio con tecniche di ingegneria naturalistica applicata a zone costiere, ambito in cui il dipartimento è impegnato in una campagna di rilievi presso il parco costiero della Sterpaia (Piombino – LI).

Infine, è in fase di programmazione il monitoraggio dello sviluppo della vegetazione inserita nella cassa di espansione della Querciola (Quarrata – PT) con funzione rinaturalizzante per la creazione di un'area umida.

2.2 Rilievi condotti

In tutte le aree sono stati condotti rilievi vegetazionali ricostruendo le specie presenti in loco in tre momenti successivi: prima del dissesto (sulla base della vegetazione presente sulle aree limitrofe rimaste stabili), al termine dei lavori di sistemazione (sulla base dei dati di progetto relativi a talee e piante radicate inserite nelle opere) e al momento attuale. Occasionalmente si è proceduto con rilievi dendrologici di maggiore dettaglio, eseguendo anche cavallettamento totale e posizionamento GPS delle singole piante, applicando l'indice di Shannon per stimare l'indice di biodiversità lungo transect perpendicolari e ortogonali al pendio. Studi dendrocronologici sono stati condotti su individui sviluppati di *Alnus glutinosa* facenti parte della rinnovazione naturale sia in Casentino che in Versilia.

Analisi dettagliate sullo sviluppo radicale hanno coinvolto tutte le zone analizzate, approfondendo lo studio della porzione ipogea sia delle talee inserite nelle opere sia della rinnovazione spontanea. Nello specifico, sono state utilizzate sia tecniche distruttive (con trincee, scavo e messa a nudo dell'apparato radicale, estrazione di talee nella loro interezza) che non distruttive (georadar, geoelettrica).

3. Risultati e Discussione

In molti casi si è potuto assistere ad un ottimo attecchimento iniziale delle talee di *Salix alba* (utilizzate in maniera ubiquitaria). Specialmente nelle aree

toscane (Casentino, Versilia) tali talee hanno spesso mostrato un tasso di mortalità molto elevato, in alcuni casi attribuibile all'aduggiamento dovuto allo sviluppo della vegetazione spontanea.

Per quanto riguarda lo sviluppo di piante radicate inserite come da progetto, nelle due sistemazioni più ampie (Pomezzana, Pracchia) la mortalità risulta praticamente del 100% indistintamente dalle specie utilizzate (*Crataegus monogyna*, *Euonymus europaeus*, *Cornus* spp., *Prunus spinosa*, *Laburnum anagyroides*, *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Salix viminalis*, *Salix purpurea*, *Ostrya carpinifolia*, *Corylus avellana*, *Fagus sylvatica*, *Acer platanooides*, *Acer pseudoplatanus*). Decisamente migliore la sopravvivenza nell'area bolognese del bacino del Reno, intorno al 70-80%.

Gli apparati radicali delle talee risultano normalmente poco sviluppati; da quanto evidenziato, una maggiore quantità di radici (contorte, brevi) si sviluppa entro i primi 30 cm per talee la cui porzione epigea non risulta particolarmente sviluppata anche dopo diversi anni; talee che si presentano esternamente vigorose tendono invece ad avere un "fittone" robusto (residuo dell'asta inserita nel terreno) da cui si dipartono, per quasi tutta la lunghezza, scarse e filiformi radichette.

Gli apparati radicali di piante sviluppate naturalmente su terreno sistemato mostrano invece una struttura e un'ampiezza paragonabili a quelle di piante nate e cresciute su terreno stabile.

La vegetazione spontanea è sempre presente, e in alcuni casi va a creare un soprassuolo quasi in purezza che sostituisce le specie inserite in fase di sistemazione, come nel caso delle rigogliose ontanete riscontrate in Casentino (fosso della Sova) e Versilia (Pomezzana). Nel caso di Pracchia, solo *Spartium junceum* è riuscita a sopravvivere, affiancando all'inserimento antropico la diffusione naturale dai bordi della sistemazione e formando un arbusteto praticamente monospecifico.

La presenza nella successione secondaria di piante a disseminazione ornitofila (*Ficus carica*, *Pinus* spp., *Rosa canina*, *Sambucus nigra*) è stata riscontrata, in particolare, in concomitanza con la presenza di piante con capacità attrattiva nei confronti dell'avifauna (*Hippophae rhamnoides*, *Cornus* spp., *Sorbus aucuparia*, ...). Questa osservazione riporta a quanto asserito da Hofmann più volte nel testo del 1936: «il bosco è una consociazione viva ed attiva di organismi di ogni genere del regno vegetale e animale»; per citare autori precedenti, con la sistemazione si raggiungono delle «speciali condizioni di equilibrio, le quali consentono un'altra serie di movimenti più composta, e a questa serie ne succedono di nuove sempre più armoniose e complete» (Cablanca e Ferrari, 1913).

Già agli inizi del '900 veniva, quindi, data per accertata l'idea dell'opportunità di ricostituire gli habitat piuttosto che di meramente rinverdire le zone sistemate; questo tipo di approccio, alle volte ignorato in favore di una visione più prettamente ingegneristica, o addirittura completamente travisato quando vengono proposti interventi di rinverdimento con specie o in situazioni inadeguate, viene confermato nella sua validità dai risultati del monitoraggio di opere di ingegneria naturalistica a distanza di 10-15 anni dalla messa in opera.

Ideale l'esempio del genere *Alnus*, che in situazioni differenti (sistemazione di versante a Pomezzana, Alta Versilia – Guastini et al., 2014; sistemazione di sponda, Casentino – Guastini e Preti, 2013; Errico et al., 2014) è stato possibile ravvisare come soprassuolo spontaneo quasi in purezza a seguito delle operazioni di stabilizzazione; sperimentazioni successive hanno portato a sconsigliare l'inserimento di talee e ad ipotizzarne l'inserimento nelle opere di ingegneria naturalistica in forma radicata o all'interno di mescole per semina a spaglio.

Nel testo di Hofmann si trova prescritto l'impiego di ontano in diverse zone: in alta montagna *Alnus viridis* oltre il limite del bosco e *A. incana* a fondovalle; *A. glutinosa* viene indicato per i rimboschimenti in area appenninica; *A. cordifolia* viene prediletto per le sistemazioni nel Mezzogiorno. *Alnus* è riconosciuto come genere ubiquitario nella colonizzazione di habitat disturbati, utile anche per l'ingresso di animali colonizzatori di suolo-lettiera-foglie (Walker e Shiels, 2013). «Comunemente prevale la piantagione», prosegue Hofmann, con l'ontano «piantato con selvaggioni o con piantine allevate nei vivai, di solito mozzate sopra il colletto»; alternativamente «si sradicheranno con la terra gli ontani». «Sotto l'ontano [...] vediamo spuntare, nelle Alpi, le resinose autoctone» in una fase secondaria della successione, mentre negli Appennini sono le latifoglie, prevalentemente aceri (Guastini et al., 2014), che trovano un habitat consono grazie all'azione ammendante del terreno operata dalla simbiosi con il batterio azotofissatore *Frankia* (Hellriegel, 1887; Walker e Shiels, 2013).

L'azione miglioratrice del terreno operato dall'ontano micorrizzato, sia da un punto di vista di nutrienti che di struttura (Guastini e Dani, 2014) si riscontra anche nella copertura ad opera di specie erbacee e suffrutici, quali *Urtica dioica*, *Rubus ulmifolius*, *Pteridium aquilinum*, *Edera helix*. Il terreno risulta quindi più protetto dall'erosione superficiale e più umido, mentre la maggiore presenza di lettiera favorisce lo sviluppo di microrganismi (*Azotobacter* spp., *Clostridium* spp.) azotofissatori (Henry, 1908) e microfauna, utili per lo sviluppo del soprassuolo.

«E il ciclo s'inizia, si perfeziona e retrograda per fasi lente, ingenerando per questa stessa lentezza uno stato di equilibrio» (Cabanca e Ferrari, 1913).

4. Conclusioni

La ricerca condotta dal prof. Nishimoto in merito all'attività del prof. Moroto ha rappresentato l'occasione per rileggere non solo l'opera del prof. Hofmann, ma anche quella di altri professionisti che affrontarono le sistemazioni nell'ottica della rinaturalizzazione, in un'epoca in cui l'ingegneria naturalistica non era ancora una disciplina codificata. Le attuali ricerche confermano in numerosi casi quanto già osservato in passato, e certe cautele relative alle specie vegetali utilizzabili e alle relative modalità di inserimento vengono oggi riscoperte. Ne risulta che la necessità di proseguire con la ricerca e con la tecnica non deve sopraffare l'opportunità di riferirsi a lavori condotti in epoche passate, giustificandosi con la scarsa aderenza di quelli ai canoni scientifici attuali. Come sottolineava Acanfora (2010), se le considerazioni che Alberto Hofmann (figlio del mentore di Moroto) fece nel 1955 in merito al nubifragio di Salerno fossero state

tenute di conto, probabilmente i danni dell'alluvione di Sarno del 1998 sarebbero stati molto più limitati (Fig. 3).

Di Tella (1912) vedeva le sistemazioni (anche le più semplici) come un modo di raggiungere il «vigile obiettivo tattico» di riduzione dell'erosione localizzata. Nella stessa direzione si muoveva Giandotti (1916), quando illustrava con ricchezza di citazioni gli studi condotti da fine '800 circa l'influenza delle diverse consociazioni vegetali sulle acque superficiali e sotterranee, ponendo l'accento sull'efficacia nel limitare l'erosione («sviluppo dei torrenti») piuttosto che nell'evitare le inondazioni. Questa azione della porzione viva delle opere è nota agli addetti al settore ma troppo spesso ignorata nelle semplificazioni di progetto, portando quindi a porsi alcune domande sulla coesistenza ed, in taluni casi, sostituzione della vegetazione oggetto della sistemazione da parte di quella spontanea.

Da rilievi vegetazionali effettuati in varie zone della Toscana è emersa la bassa percentuale di attecchimento di talee e piante radicate utilizzate come materiale vivo nelle opere di ingegneria naturalistica e la presenza invece di vegetazione spontanea che, in alcuni casi, va a creare un soprassuolo quasi in purezza che sostituisce le specie inserite in fase di sistemazione, come nel caso delle rigogliose ontanete riscontrate in Casentino (fosso della Sova) e Versilia (Pomeziana).

Per quanto riguarda l'analisi degli apparati radicali delle talee utilizzate per la sistemazione, è emerso come essi risultino poco sviluppati: in alcuni casi poche radici contorte si sono sviluppate nei primi decimetri di profondità, in altri radici sottili (< 2 mm) sono le sole prodotte a distanza di molti anni, sebbene più uniformemente diffuse lungo l'asta. Al contrario, gli apparati radicali di piante sviluppatesi spontaneamente sul terreno sistemato mostrano una struttura e un'ampiezza paragonabili a quelle di piante nate e cresciute su terreno stabile, confermando quanto già Hofmann nel 1936 scriveva: «I terreni rinsaldati e inerbiti si avviano progressivamente a trasformarsi nel tipo climax della vegetazione spontanea.»



Fig. 3 - L'alluvione di Salerno (25 ottobre 1954) provocò sui Monti Lattari numerose frane classificabili come scorrimenti planari evoluti a colate detritiche. Il fenomeno interessò pendici a forte pendenza costituite da coltri piroclastiche ricoperti rocce carbonatiche, su cui erano radicati cedui castanili. Hofmann (1955), che a quel tempo dirigeva l'Ispettorato Ripartimentale delle Foreste di Salerno, formulò una diagnosi precisa del fenomeno di cui nessuno tenne conto per impedire il suo ripetersi in futuro. (Foto Hofmann).



Fig. 4 - Nicchia di distacco di uno scorrimento planare evoluto a colata detritica nell'area a monte di Sarno, Quindici e comuni limitrofi dopo l'evento del 5 maggio 1998. Il fenomeno è lo stesso descritto da Hofmann. (Foto Puglisi).

Fig. 3 - Scorrimenti planari evoluti in colate detritiche a Salerno nel 1954 (a sinistra) e a Sarno nel 1998 (a destra); fonte: Piussi e Puglisi (2013)

Bibliografia

1. Acanfora F., La difficile lezione di Sarno, *SILVÆ* - Anno VI n. 14, pp. 157-178, (2010).
2. Bischetti G.B., D'Agostino V., Ferro V., Gentile F., Preti F. L'impiego dell'ingegneria naturalistica nella pratica professionale. *Q.I.M.*, 28/3, 201-212, (2008).
3. Bischetti G.B., D'Agostino V., Ferro V., Gentile F., Preti F., Tecniche di Ingegneria naturalistica e Sistemazioni idraulico-forestali. *Q.I.M.*, 2008, 201-212, (2008).
4. Bresci E., Preti F., Un'indagine storica sull'evoluzione di alcune tecniche di sistemazione idraulico-forestale (interventi su versante), *Riv. di Ing. Agr.* 1, 37-46, (2002).
5. Bresci E., Preti F., A historical survey on the evolution of some forest watershed management techniques (part II: stream channel works), *J. of Agr. Eng.* 3, 13-22, (2010).
6. Di Tella G., Il bosco contro il torrente - la redenzione delle terre povere. Touring Club Italiano commissione di propaganda "per il bosco e per il pascolo", tip. Capriolo & Massimino, Milano, (1912).
7. Cabianca S., Ferrari E., Note di restaurazione montana, tip- Pietro Petrongari, Rieti, (1913).
8. Errico A., Giambastiani Y., Guastini E., Dani A., Monitoring of a landslide stabilized with bioengineering techniques in 1997, northern Tuscany. Vegetation development analysis and state of preservation of wood, EGU General Assembly, session SSS2.10/BG9.7/GM4.8/HS8.3.9/NH3.9, 27 April – 02 May 2014, Wien, Austria, (2014).
9. Giandotti M., Boschi e acque, Stabilimento tipo-litografico del Genio Civile, Roma, (1916).
10. Guastini E., Dani A., Soil aggregates in a collapsed chestnut grove and in an instable vineyard in Tuscany, EGU General Assembly, session SSS2.10/BG9.7/GM4.8/HS8.3.9/NH3.9, 27 April – 02 May, Wien, Austria, (2014).
11. Guastini E., Preti F., Dani A., Living part on soil bioengineering structures in Appennino Tosco-emiliano, EGU General Assembly, session SSS2.10/BG9.7/GM4.8/HS8.3.9/NH3.9, 27 April – 02 May 2014, Wien, Austria, (2014).
12. Guastini E., Preti F., Monitoring of live and woody elements, EGU General Assembly, session SSS3.4/B554/PSD18.6, 7-12 April, Wien, Austria, (2013).
13. Hellriegel H., Welche stickstoffquellen stehen der pflanze zu gebote?, *Landw. Vers. Sta.*, 33, 464-465, (1887).
14. Henry E., Les sols forestiers (Forest soils), Berger-Levrault Ed., Paris-Nancy, (1908).
15. Hofmann A., La sistemazione idraulico-forestale dei bacini montani, Unione Tipografico-Editrice Torinese, (1936).
16. Hofmann A., Il nubifragio di Salerno, Monti e boschi, VI, 5-13, (1955).
17. Piussi P., Puglisi S., Copertura forestale e franosità, *Atti dei Convegni Lincei*, 270, incontro sul tema "Cosa non funziona nella difesa dal rischio idrogeologico nel nostro Paese? Analisi e rimedi", Roma, 23 marzo 2012, pp 137-150, (2013).
18. Tornani I., Sanjust di Teulada E., Pasini P., D'Urso F., Sulla correzione dei torrenti nella Svizzera, nella Francia e nella Carinzia, Roma, Tipog. e litog. del Genio civile, (1895).
19. Walker L.R., Del Moral R., Lessons from primary succession for restoration of severely damaged habitats, *Applied Vegetation Science*, Vol. 12, Issue 1, pages 55–67, DOI: 10.1111/j.1654-109X.2009.01002.x, (2009).
20. Walker L.R., Landau F., Velázquez E., Shiels A.B., Sparrow A.D., Early successional woody plants facilitate and ferns inhibit forest development on Puerto Rican landslides, *J. Ecol.* 98, 625–635, (2010).
21. Walker L.R., Shiels A.B., *Landslide ecology*, Cambridge University Press, (2013).