6. FREQUENTI TIPI DI ERRORI NELL'ESECUZIONE D'INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Da quasi quindici anni l'ingegneria naturalistica è conosciuta ed applicata in Italia come valida alternativa agli interventi tradizionali nella risoluzione di molteplici situazioni derivanti da problemi di dissesto del territorio.

Fermo restando i limiti di questa disciplina, i risultati ottenuti vanno ben al di là della "sola" stabilizzazione del suolo, innescando processi di rinatura-lizzazione, creando biodiversità e contribuendo alla realizzazione di corridoi ecologici.

Tutto ciò ha portato, in questo breve intervallo di tempo, ad una grande ma soprattutto rapida utilizzazione delle tecniche di ingegneria naturalistica e gli interventi sul territorio italiano sono oramai innumerevoli, coprendo tutti gli ambienti e tutti gli ambiti in cui possono essere applicate le molteplici tipologie della disciplina.

Sebbene il successo sia stato grande e rapido sia a livello di elaborazione che di applicazione, molte delle opere e degli interventi eseguiti non risultano esenti da errori, determinanti per il mancato raggiungimento dell'obiettivo progettuale.

Nonostante l'ormai notevole diffusione di manuali, linee guida, articoli, convegni e corsi specifici, molte opere risultano prive dei requisiti basilari per poter essere classificate come interventi di ingegneria naturalistica: le piante, peculiarità che caratterizza e contraddistingue questa disciplina dalle tecniche tradizionali, sono spesso del tutto assenti o secche o di specie non idonee; le strutture molte volte non risultano costruite seguendo le sperimentate metodologie che ne garantiscono la stabilità e la funzione; i materiali vengono talvolta utilizzati in modo improprio o non corretto.

La idonea esecuzione di un'opera o di un intervento di ingegneria naturalistica si avvale di alcune per altro semplici regole imprescindibili, che però, se non correttamente osservate, ne determinano l'insuccesso.

Considerando il progetto relativo rispondente ai requisiti richiesti dall'ingegneria naturalistica (gli errori progettuali non vengono qui considerati), di seguito vengono riportati alcuni casi di errori comuni riscontrabili frequentemente sia durante la fase di cantiere sia, purtroppo spesso, a lavori ultimati; tali errori sono quasi tutti riconducibili ad un mancanza di conoscenza di base e ad una superficiale pianificazione.

6.1 Errori derivanti dalla non corretta gestione del sito di intervento

La gestione del sito d'intervento all'inizio, durante ed alla fine dei lavori, è di fondamentale importanza per l'evoluzione morfologica e, di conseguenza, biologica che il sito stesso avrà nel tempo:

• "scoronamento" sommitale

La zona sommitale della nicchia, detta *corona*, è fonte continua di erosione e conseguente arretramento ed ampliamento del dissesto. La mancata, parziale o comunque incompleta asportazione della corona (che viene realizzata mediante scavo ed abbattimento della pendenza) non solo consente all'erosione di avanzare, ma mette a rischio la validità dell'intervento a valle.

• adeguamento delle superfici e delle inclinazioni

La superficie oggetto dell'intervento deve essere regolarizzata, per quanto possibile, livellando i dislivelli negativi e positivi, asportando eventuali massi sporgenti e pericolanti (disgaggio e bonifica) e mantenendo o realizzando inclinazioni compatibili con le tipologie da eseguire. Quando questo non viene osservato vengono vanificati i vantaggi sia delle tipologie stesse sia dei materiali, in quanto si creano o si mantengono situazioni favorevoli all'erosione.

• raccordo tra opera e substrato

Le opere, di qualsiasi tipo, hanno bisogno di continuità con il substrato al contorno. Questo raccordo può essere realizzato mediante il proseguimento delle estremità della struttura per una certa profondità nel versante o nella sponda; è comunque sempre consigliabile l'utilizzo di elementi naturali (massi, tronchi, zolle), a disposizione in loco. La mancata esecuzione dei raccordi comporta iniziali infiltrazioni ai margini delle singole opere, che procedono in modo invasivo sino allo svuotamento e smembramento totale delle stesse (foto 6.1, 6.2, 6.3).



Foto 6.1: Mancata esecuzione di un adeguato raccordo tra opera e substrato e scarsa aderenza dei materiali impiegati alla superficie d'intervento: l'erosione è già in atto-Foto R. Ferrari





Foto 6.2, 3: Mancata esecuzione di un adeguato raccordo tra opera e substrato: l'erosione ha creato degli scorrimenti preferenziali che tendono a svuotare la struttura – Foto R. Ferrari

• realizzazione di adeguato drenaggio

Un idoneo sistema di drenaggio sia superficiale che, se necessario, profondo, garantisce la stabilità dei terreni interessati dall'intervento.

Tali drenaggi possono essere realizzati mediante sistemi tradizionali o anche, in taluni casi, mediante tipologie proprie dell'ingegneria naturalistica. Al di là delle metodologie utilizzate, se le acque meteoriche non vengono intercettate ed allontanate dal sito, questo rimane a rischio unitamente alla stabilità e funzionalità delle opere stesse.

• manutenzione

Subito dopo la fine dei lavori, ma talvolta anche durante gli stessi, è necessario prevedere alcuni fondamentali interventi di manutenzione riguardanti soprattutto la componente "viva" dell'intervento quali, ad esempio: irrigazione (puntuale, di soccorso, permanente), falciatura, eliminazione di specie infestanti, potatura, sfoltimento, sostituzione delle fallanze, nonché eventuali apporti di suolo e ripristini delle strutture. La manutenzione viene raramente contemplata ed ancor più raramente effettuata. Quando effettuata lo è, spesso, in modo insufficiente e superficiale se non addirittura completamente errato (manutenzione delle infrastrutture e non degli interventi di ingegneria naturalistica preposti alla loro protezione, che vengono addirittura penalizzati) cosicché si assiste, ad esempio, a diserbamenti chimici generalizzati, potature fuori stagione e/o con mezzi non idonei che danneggiano in modo spesso irreversibile le specie vegetali (foto 6.4, 6.5).



Foto 6.4: 'Manutenzione' (rivolta all'infrastruttura e non all'o pera preposta a sua protezione) effettuata con mezzi inadatti: la componente vegetale risulta irrimediabilmente danneggiata - Foto R. Ferrari



Foto 6.5: 'Manutenzione'' (rivolta all'infrastruttura e non all' opera preposta a sua protezione) effettuata con mezzi inadatti: la stessa struttura (palificata viva doppia) risulta fortemente danneggiata - Foto R. Ferrari

6.2 Errori derivanti dal non corretto utilizzo di materiale naturale vivo

Essendo le piante l'elemento che contraddistingue un intervento di ingegneria naturalistica da uno tradizionale, se queste non vengono inserite come parte strutturale delle opere, non si sviluppano nei modi dovuti o muoiono, l'intervento non è ascrivibile in questa categoria.

Paradossalmente sono proprio queste le principali cause di insuccesso negli interventi a basso impatto: la "novità" rappresentata dal materiale vivo unitamente ad una scarsa conoscenza delle sue esigenze ne determinano, spesso, un errato utilizzo:

• semi, miscele di sementi

I semi di specie erbacee ed arbustive vengono utilizzati mediante spargimento manuale o per mezzo di idrosemina, sia direttamente sul terreno che su vari supporti naturali o sintetici. Gli insuccessi più frequenti derivano soprattutto dall'utilizzo, in stagioni o periodi non idonei, di specie non autoctone o di provenienza diversa dal luogo di impiego, di specie non previste in progetto e quindi non idonee; la quantità, poi, può essere insufficiente relativamente alla superficie d'intervento, le miscele possono essere scadute e, relativamente all'idrosemina, possono impiegarsi apparecchiature non specifiche.

• specie vegetali con capacità di propagazione vegetativa

Le talee sono parti di specie con alta capacità di propagazione vegetativa; possono essere impiegate singolarmente o inserite in strutture di origine naturale o sintetica e queste differenti utilizzazioni ne caratterizzano le dimensioni e le quantità. Il primo rischio di errore, peraltro determinante, è rappresentato dall'utilizzo di specie non aventi la capacità di ripresa vegetativa ma, comunque, le talee sono molto sensibili al periodo di manipolazione (prelievo, eventuale stoccaggio, messa a dimora) e da questo derivano i più frequenti casi di insuccesso. Altri fattori di grande rischio sono rappresentati dal taglio eseguito non in modo netto, dal non rispetto della polarità (verso di crescita) al momento della posa, dalle dimensioni minime (diametro, lunghezza) non sufficienti, da inserimenti traumatici, da porzioni troppo sporgenti fuori terra e da stress di stoccaggio (disidratazione, gelo). Rimane sempre evidente l'errore di utilizzare specie non autoctone o non previste in progetto.

• specie arbustive ed arboree

Possono venir utilizzate piante a radice nuda, in zolla o in fitocella a seconda della necessità o, più spesso, della reperibilità. Gli errori sono dovuti principalmente alla scelta delle specie (non autoctone, non idonee alla stazione, non rispondenti alle finalità progettuali), al periodo di manipolazione e alla mancanza di manutenzione (irrigazione, protezione anti-fauna).

6.3 Errori derivanti dal non corretto utilizzo di materiale naturale morto

Il materiale naturale morto utilizzato in ingegneria naturalistica può avere funzione protettiva (biostuoie s.s.) o strutturale (legname):

• biofeltri, biostuoie, bioreti

A seconda del materiale d'origine (paglia, juta, cocco, miste) hanno diversa durabilità con utilizzazioni diverse a seconda del tipo di dissesto e dell'obiettivo progettuale. A questo si unisce una grandissima varietà per quanto riguarda la tessitura, le dimen-

sioni della maglia e la grammatura che, nei casi limite, influiscono negativamente sia sull'azione protettiva del substrato sia sulla possibilità di sviluppo delle specie vegetali. Possibili errori derivano quindi dal tipo adoperato considerando, oltretutto, che sul mercato esistono innumerevoli possibilità con classificazioni non standardizzate: è molto facile quindi generare equivoci tra le indicazioni di progetto e la realtà operativa. Altro fattore di rischio è dato dalle modalità di posa: questi materiali spesso non risultano ben fissati tra loro né al substrato (che deve essere preventivamente regolato), permettendo il formarsi di vuoti dove l'erosione continua il suo processo e le piante non riescono ad attecchire (foto 6.6).



Foto 6.6: Uso improprio di stuoie s.s. e biostuoie s.s.: la particolare tessitura o la grammatura, in questo caso, non permettono lo sviluppo degli appartati radicali in profondità - Foto G. Sauli

• legname

L'uso di tronchi per la costruzione di strutture pesanti (grata viva, palificata viva, etc.) è molto frequente; elementi di legno di dimensioni minori sono, inoltre, molto utilizzati quali supporti di strutture stabilizzanti (viminata viva, fascinata viva, cordonata, palizzata viva, etc.) o quale elemento di picchettatura in genere. Anche se si tratta di materiali morti, una scelta errata delle specie impiegate, come l'uso di legni "teneri" o "dolci" quali, ad esempio, abete e pioppo, porta a conseguenze negative relativamente alla stabilità e durata dell'opera. Talvolta anche l'utilizzo di specie con caratteristiche apparentemente adatte, quale per esempio la robinia, può portare a conseguenze inaspettate quando il legno non è stagionato bensì appena tagliato, con conseguente emissione di rami e radici. Gli errori classici, purtroppo frequentissimi, riscontrabili in queste tipologie restano comunque legati alle dimensioni (diametro, lunghezza) degli elementi nonché, soprattutto, alle modalità di assemblaggio degli stessi, non sempre corrispondenti alle indicazioni fornite da manuali e linee guida (foto 6.7).

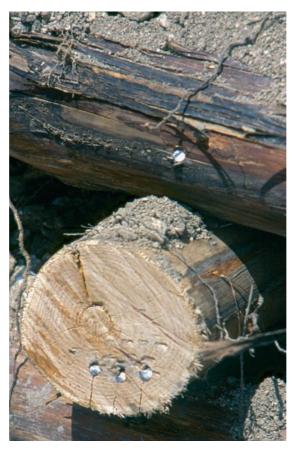


Foto 6.7: Un caso purtroppo frequente: assemblaggio di tronchi di castagno con piccoli chiodi tradizionali che non garantiscono la funzionalità della struttura - Foto R. Ferrari

6.4 Errori derivanti dal non corretto utilizzo di materiale inerte

Gli inerti naturali sono largamente utilizzati per il riempimento delle strutture e/o a protezione delle stesse:

• terreno vegetale

È indispensabile per integrare, arricchire o ricoprire substrati sterili o a granulometria non compatibile alle necessità vitali delle piante. Il costo elevato del terreno vegetale unitamente all'energia necessaria per la posa, molto spesso, ne limitano l'utilizzo determinando situazioni critiche: ghiaioni, detriti di falda, riporti sterili semplicemente ricoperti con biostuoie sono errori frequentissimi. Molto spesso "dimenticato" è anche uno spessore di terreno vegetale tra il paramento esterno di terre rinforzate ed il materiale di riempimento vero proprio oppure, quando presente, non è sufficientemente compattato: nel primo caso la componente vegetale risulta irreparabilmente penalizzata, mentre nel secondo è la struttura a risentirne gli effetti (foto 6.8, 6.9).



Foto 6.8: Mancanza di un adeguato strato di terreno vegetale tra il substrato sterile (detrito di falda) e l'intervento mediante biostuoia in paglia e cocco: la vegetazione è, naturalmente, del tutto assente - Foto R. Ferrari



Foto 6.9: Mancanza di un adeguato strato di terreno vegetale tra il materiale di riempimento costituito da inerte litoide ed il paramento esterno della terra rinforzata: la vegetazione è, naturalmente, del tutto assente - Foto R. Ferrari

• materiale di riempimento

Non devono essere assolutamente utilizzati materiali con scadenti caratteristiche geotecniche: spesso, purtroppo, vengono usati gli stessi materiali collassati o ad alta percentuale argillosa. Anche in questo caso fattori prettamente economici giocano un ruolo decisivo nell'escludere l'impiego di materiali più consoni o nel migliorare quelli disponibili.

• massi in pietra

Questi inerti vengono generalmente utilizzati nelle sistemazioni spondali, sia sciolti sia legati da funi di acciaio, a costituire una struttura elastica. I più comuni errori sono rappresentati dalle inadeguate dimensioni dei singoli elementi (non idonee a contrastare le forze agenti), dai metodi di legatura (D fune, tipo e dimensione dei chiodi ad occhiello, disposizione non lineare della fune), ma, soprattutto, dalla posa dei singoli massi (senza affogamento di parte dell'elemento in alveo). Tutti questi fattori negativi portano, anche singolarmente, al disarticolamento ed allo scalzamento della struttura (foto 6.10, 6.11).



Foto 6.10: Legatura a zig-zag di massi in una scogliera: non ne è garantita la reciproca stabilità - Foto R. Ferrari



Foto 6.11: Posa di massi senza loro affogatura nell'alveo: l'ac qua ha già approfondito ed intaccato il piano di appoggio - Foto R. Ferrari

6.5 Errori derivanti dal non corretto utilizzo di materiale tradizionale e sintetico

In linea di massima vale quanto visto relativamente ai materiali naturali morti ma a differenza di quelli, biodegradabili nel tempo, i materiali tradizionali o sintetici sono molto duraturi e, a fronte di lavorazioni effettuate con poca cura o non correttamente (non aderenza al substrato, insufficiente chiodatura, mancanza di terreno vegetale, insufficiente addensamento, etc.), gli elementi portanti e strutturali risultano visibili in assoluta predominanza su una vegetazione stentata o, più spesso, del tutto assente.

6.6 Errori comuni nella realizzazione generale

Esistono inoltre alcune situazioni d'errore che accomunano gli interventi e che sono riscontrabili in moltissime situazioni:

• mancato sincronismo costruttivo tra struttura e parte viva

Un errore grossolano e frequente, non giustificato dal problema stagionale, è quello di costruire la struttura (riempimento compreso) e rimandare l'inserimento delle talee. Questo modo d'intervenire non solo è antieconomico, ma soprattutto non raggiunge l'obiettivo tecnico preposto. L'inserimento o la posa delle talee, nei casi di coerenza ecologica di impiego, va sempre eseguito contestualmente alle altre operazioni di costruzione (foto 6.12, 6.13).



Foto 6.12: Mancato sincronismo costruttivo; il successo dell'intervento è già compromesso - Foto R. Ferrari



Foto 6.13: Mancato sincronismo costruttivo con errata scelta del materiale di riempimento: ormai l'inserimento della componente vegetale viva è impossibile; da notare inoltre la mancanza di incastri nella paleria e la chiodatura con piccoli chiodi tradizionali. Quale sarà l'evoluzione di questo intervento? - Foto R. Ferrari

• variazioni costruttive

Il dimensionamento e le proporzioni relative di alcune tipologie (grata viva, palificata viva, etc.) non possono essere variate oltre certi limiti: altezza, profondità, inclinazione non devono mai superare i valori prescritti. Questo purtroppo avviene di frequente, mutando le caratteristiche di stabilità e di funzionalità delle strutture nonché inibendo le potenzialità di attecchimento e successiva crescita della componente vegetale viva (foto 6.14, 6.15).

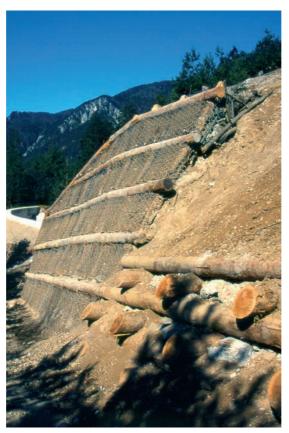


Foto 6.14: Inclinazione molto superiore agli standard della tipologia e totale mancanza della componente vegetale viva: un destino segnato - Foto R. Ferrari

• posizionamento delle opere

È evidente la necessità dell'esatta ubicazione delle opere, non sempre rispettata, riguardo alle caratteristiche fisiche ed ecologiche del sito. Relativamente agli ambiti acquatici, che presentano notevoli dinamismi nei livelli, è indispensabile determinare il livello medio dell'acqua: materiali vegetali vivi sottoposti a prolungata immersione non sopravvivono e, di conseguenza, viene a mancare il loro contributo consolidante nel tempo.

• regolarità e geometrismo

Soprattutto la parte viva (piante o parti di esse), ma anche alcune tipologie e strutture minori, non devono mai essere ubicate con regolarità a formare strutture geometriche ma, al contrario, sistemate con disposizione casuale e disordinata ad imitare il più possibile una situazione naturale. Di tutti gli errori, questo è certamente quello meno grave che non comporta pericoli alle strutture, non limita l'azione consolidante delle piante né compromette lo sviluppo delle stesse; il danno è limitato alla componente estetica.



Foto 6.15: Strutture (viminate vive), originariamente vive, troppo sporgenti fuori terra e rinsecchite. La componente viva superstite è data dai picchetti di salice usati per ancorare la struttura al substrato - Foto R. Ferrari

Gli errori in cui si può incappare durante la realizzazione di un intervento di ingegneria naturalistica sono davvero tanti ma, analizzando il problema, ci si rende conto che sono dovuti esclusivamente alla scarsa conoscenza della materia.

Naturalmente il fatto che questi interventi richiedano conoscenze ed esperienze in diversi campi talora poco conosciuti, aumenta la possibilità di errore ma, con un minimo di disponibilità e di apertura verso questi nuovi temi, i successi non possono mancare. A conferma di ciò basti un'attenta osservazione di ciò che è stato realizzato sul territorio italiano in neanche quindici anni: addirittura sistemazioni spondali tradizionali in calcestruzzo demolite e sostituite con opere di ingegneria naturalistica.

In fin dei conti si tratta di osservare semplici regole naturali, spesso addirittura istintive, e sostituire la fredda abitudine alle cose conosciute con un po' di quella sensibilità che gli organismi vivi richiedono, credendo soprattutto in ciò che si fa.

Errare humanum est, perseverare diabolicum!