



COMUNE DI LUOGOSANO

Provincia di Avellino

Miglioramento delle caratteristiche di stabilità
e di sicurezza delle località Sorriente–Molara

Progetto esecutivo

TAVOLA

A.8

A – ELABORATI E RELAZIONI

– Relazione massima applicabilità
sull'ingegneria naturalistica.

Scala di rappr.:

Il Sindaco

Il R.U.P.

Arch. Franco Archidiacono

I Tecnici

Ing. Angelo Grieci

Geol. Gerardo Cipriano

1 Premessa ▲

L'ingegneria naturalistica è una disciplina tecnica naturalistica che si propone il consolidamento e la sicurezza idraulica di un corso d'acqua cercando di mantenere o di ripristinare la diversità ambientale.

Il termine si compone di due parole: "ingegneria" in quanto vengono utilizzati dati tecnici e scientifici ai fini costruttivi, "naturalistica" in quanto tali funzioni sono legati ad organismi viventi, in prevalenza piante di specie autoctone, con finalità di ricostruzione di ecosistemi tendenti al naturale ad all'aumento della biodiversità. L'Ingegneria Naturalistica è una disciplina relativamente recente.

Il concetto di Bio-engineering (Ingegneria Naturalistica) venne coniato alla fine degli anni '40, e furono in particolare tecnici forestali appartenenti alla Pubblica Amministrazione che, nell'ambito dei loro incarichi iniziarono a sperimentare, valutare e codificare le tipologie e i criteri d'intervento basati sull'impiego di piante e di materiali naturali (pietrame e legname). Nel 1989 veniva fondata a Trieste l'A.I.P.I.N. (Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica), che si è proposta come momento associativo a carattere culturale per la promozione di attività divulgative e informative sulle tecniche di I.N. mediante congressi, corsi di formazione, cantieri didattici, pubblicazioni tecniche, ecc. L'Ingegneria Naturalistica utilizza le piante vive o parti di esse nella realizzazione di interventi particolarmente efficaci per la sistemazione e la rinaturalizzazione dei corsi d'acqua e dei versanti, limitando l'azione erosiva degli agenti meteorici e garantendo, nel contempo, il consolidamento e il reinserimento paesaggistico di scarpate e superfici degradate sia da fattori naturali (dissesto idrogeologico) che antropici (cave, discariche, opere infrastrutturali, ecc.). Si tratta quindi di un migliore inserimento nell'ambiente di certe opere necessarie, diminuendo nel contempo il relativo impatto sia a livello estetico-paesaggistico che ecologico-naturalistico e ottenendo un'efficacia funzionale a minori costi. Tali metodologie d'intervento, sfruttano essenzialmente le particolari caratteristiche biotecniche di alcune specie vegetali (infatti, particolari specie vegetali "pioniere" hanno apparati radicali tali da poter consolidare efficacemente sponde, versanti e scarpate, garantendo, nel contempo, un efficace effetto drenante dovuto alla loro elevata capacità di traspirazione):

- Proprietà biologiche: capacità di riproduzione per via vegetativa; capacità di adattamento all'ambiente; resistenza alla sommersione; capacità di emettere radici avventizie; ecc.
- Proprietà tecniche: formazione del capillizio superficiale nel suolo (forma delle radici, rapporto tra radici e parte epigea); regolazione del bilancio idrologico del terreno (evapotraspirazione, formazione e miglioramento chimico-fisico del suolo); difesa dall'erosione (copertura del terreno e riduzione degli impatti provocati dalle precipitazioni, riduzione della velocità di scorrimento superficiale e della forza di trascinamento dell'acqua); aumento della resistenza alla trazione; aumento della resistenza al taglio; ecc.

Scegliendo oculatamente le specie idonee si riesce ad ottenere una più efficace azione antierosiva (trattenimento delle particelle di terreno, soprattutto le più fini), e una più veloce e diffusa ricolonizzazione vegetale di ambienti degradati dall'intervento umano. Lo scopo dell'ingegneria naturalistica è di fare strutture "ecocompatibili".

1.1 Finalità di intervento

L'ingegneria naturalistica può svolgere importanti funzioni quali:

- funzione idrogeologica: consolidamento del terreno, copertura del terreno, trattenuta delle "acque selvagge", protezione del terreno dall'erosione, drenaggio;
- funzione ecologica: miglioramento delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno e dei corsi d'acqua, recupero di aree degradate, sviluppo di associazioni vegetali autoctone, creazione di macro e microambienti naturali divenuti ormai rari, aumento della biodiversità locale e territoriale;
- funzione estetico-paesaggistica: rimarginazione delle "ferite" del paesaggio, inserimento di opere e costruzioni nel paesaggio, protezione dal rumore;
- funzione economica: risparmio sui costi di costruzione e di manutenzione di alcune opere.

1.2 Ambiti di azione

Le tecniche di ingegneria naturalistica possono essere applicate in diversi ambienti, quali:

- corsi d'acqua: consolidamento di sponde soggette ad erosione con relativo rinverdimento, costruzione di briglie e pennelli, creazione di rampe di risalita per l'ittiofauna;
- zone umide: realizzazione di ambienti idonei alla sosta ed alla riproduzione degli animali;
- coste marine e lacustri: consolidamento dei litorali soggetti ad erosione e assestamento delle dune sabbiose;
- cave: recupero ambientale di aree estrattive;
- versanti: consolidamento ed inerbimento di pendici franose;
- discariche: inerbimento e rinverdimento dei rilevati soggetti ad erosione e degrado;
- infrastrutture viarie e ferroviarie: inerbimento, rinverdimento e consolidamento di scarpate e trincee soggette ad erosione, realizzazione di barriere antirumore.

2 Il sistema fluviale ▲

2.1 L'ambiente fluviale

Caratteristica principale di questo ambiente è la grande quantità d'acqua dotata di notevole energia cinetica, che modella il territorio in modo incessante. I fenomeni naturali legati all'acqua, come le precipitazioni, le infiltrazioni, le percolazioni ed il ruscellamento, agiscono in modo complesso, sia a causa della variabilità dei fattori climatici che li regolano, sia per la natura dei suoli che li subiscono. Per comprendere le origini delle erosioni e delle inondazioni bisogna tenere presente che un corso d'acqua, quando scorre, dissipa una parte della propria energia per attrito che, trasmettendosi al materiale presente nell'alveo, ne determina lo spostamento.

L'erosione ed il conseguente trasporto di materiale, in sintesi dipende principalmente dalle seguenti caratteristiche del corso d'acqua:

- portata idrica; pendenza delle sponde;
- altezza delle sponde;
- pendenza dell'alveo;
- larghezza dell'alveo,
- granulometria del materiale litoide del fondo.

In funzione dei sopracitati parametri si possono verificare, quindi, diverse forme di trasporto:

- per trascinalamento: fenomeno che si verifica nel caso di piene eccezionali durante le quali i materiali inerti di una certa dimensione sono spostati per brevi distanze sul fondo;
- per rotolio: ciò accade soprattutto nei corsi d'acqua a regime torrentizio;
- per salto o reptazione: i ciottoli ed i sassi procedono a balzi successivi (da qualche centimetro a parecchi metri) in funzione della loro dimensione;
- in sospensione: i materiali di dimensioni molto piccole, come le argille, i limi e le sabbie, sono presenti nell'acqua senza esservi disciolti;
- in soluzione: che deriva dalla dissoluzione chimica nel bacino e nel letto, a spese dei materiali rocciosi con cui l'acqua è venuta a contatto.

Tutti i corsi d'acqua assolvono alla funzione di trasporto dei materiali provenienti dal bacino imbrifero e, di conseguenza, ogni intervento eseguito nel loro alveo avrà un'influenza sia sul deflusso idrico sia sul trasporto solido a valle.

2.2 Un delicato e complesso sistema biologico

Le zone umide (torrenti, fiumi, valli, lanche, meandri, canali, ecc.), nonostante le alterazioni e le modifiche operate dall'uomo, costituiscono ambienti di notevole valore ecologico e paesaggistico. In esse, infatti, vi si trovano ancora sufficienti condizioni di vita per numerose specie vegetali ed animali, utilizzando il fiume come area di pabulazione (terreno di caccia), come corridoio di spostamento tra i diversi luoghi naturali. In Italia, come in altri paesi europei, le zone alluvionali sono state spesso oggetto d'intensi interventi antropici, che hanno alterato le precedenti condizioni di vita, semplificando sempre più questi ambienti, e riducendo nello stesso tempo la composizione faunistica e vegetale.

2.3 Regimazioni idrauliche

L'uomo, nel corso dei secoli, ha sempre cercato di sottrarre spazio alle aree fluviali per ottenere terre coltivabili o edificabili, attraverso la realizzazione d'opere idrauliche, con un conseguente danno ambientale, che nel tempo è sempre più elevato. In linea di massima, le motivazioni che stanno alla base della maggior parte degli interventi di regimazione idraulica vertono principalmente su due ordini di problemi: la

riduzione dei rischi d'inondazione e la riduzione dell'erosione dell'alveo e delle sponde.

I danni delle "sistemazioni fluviali" tradizionali

- Retifica dei corsi d'acqua, con riduzione dello spazio disponibile per ogni forma di vita
- Incremento delle oscillazioni di molti parametri chimico-fisici
- Riduzione delle aree di naturale espansione in fase di piena, con minore sicurezza idraulica
- Riduzione della diversità ambientale del fiume, con banalizzazione sia fisica che biologica
- Estinzione di popolazioni e specie vegetali e animali con riduzione della biodiversità
- Riduzione della superficie utile per l'insediamento dei macroinvertebrati, che presiedono alla demolizione della materia organica trasportata dall'acqua (autodepurazione fluviale)
- Sconvolgimento dell'intera rete trofica del corso d'acqua, con minore disponibilità di cibo per i pesci e permanenza nell'acqua di grandi quantità di sostanza organica (eutrofizzazione)
- Eliminazione della flora riparia, che ha grandissima importanza nel ciclo dell'azoto
- Riduzione degli spazi di rifugio e di riproduzione di molte specie ittiche
- Riduzione della produttività ittica del torrente, con effetti negativi sulla pesca
- Complessivo scadimento qualitativo dell'ambiente e dell'acqua, che non può più essere utilizzata per molti scopi primari (potabile, irriguo, industriali e ambientale)

Obiettivi:

- Rinaturazione dell'alveo e delle sponde
- Ripristino della diversità ambientale (diversificazione di substrati, pendenza, velocità di corrente, turbolenza, erosione, luminosità ecc.)
- Incremento dell'interfaccia acqua/substrato (dovuto al recupero della luminosità dell'alveo e della scabrosità del substrato)
- Aumento della diversità di specie del benthos (l'aumento della superficie disponibile per la loro attività biologica e la diversificazione dell'ambiente ne permette il reinserimento spontaneo)
- Ripristino dell'autodepurazione organica (attraverso l'azione dei macroinvertebrati bentonici)
- Ripristino del ciclo dell'azoto (attraverso la rinaturazione e la rivegetazione delle sponde)
- Incremento della produttività ittica (per effetto della migliore qualità delle acque, dell'aumento delle aree riproduttive disponibili e delle risorse alimentari costituite dal benthos)
- Ripristino degli usi più diversi della risorsa idrica

La diversificazione ambientale, come già ricordato, è il presupposto fondamentale per una ricca presenza di specie animali e vegetali in qualsiasi ambiente: acque più o meno profonde, rami e ceppaie affioranti o sommersi, vegetazione acquatica, fondo a diversa granulometria, creano le condizioni ottimali per l'alimentazione, il rifugio e la riproduzione delle diverse specie.

Alcuni studi hanno anche qualificato le conseguenze della riduzione dei microambienti fluviali: nei corsi d'acqua con sponde ricche di vegetazione è stata censita una fauna ittica dieci volte superiore a quella presente in tratti con sponde in calcestruzzo. Un impatto ancora più pesante si è registrato laddove, al fine di acquisire nuovi spazi per l'agricoltura o per l'urbanizzazione, si è addirittura proceduto ad intubare piccoli e grandi ruscelli con la conseguente drastica riduzione di micro e macroambienti naturali. Infine va ricordato che le opere di sistemazione idraulica, le derivazioni e le dighe costituiscono spesso un ostacolo insormontabile per la fauna ittica in quanto suddividono il corso d'acqua in tratti isolati tra loro. In definitiva, si può ritenere che le opere idrauliche in senso lato sono spesso necessarie per motivi di sicurezza, ma debbono essere rese il più possibile compatibili con le esigenze di salvaguardia ambientale.

3 I versanti ▲

3.1 Concetti generali

In Italia, sia la realtà alpina che quella appenninica sono interessate da un elevato grado di instabilità geomorfologica. I fenomeni di dinamicità del territorio si pongono spesso in contrasto con la presenza dell'uomo ed il loro controllo tende innanzi tutto a ridurre complessivamente il problema dell'erosione e del trasporto solido e, in definitiva, al consolidamento delle aree instabili.

Principali cause di instabilità dei versanti:

- erosione al piede del pendio
- circolazione idrica superficiale
- circolazione idrica profonda
- eccessiva pendenza

Gli scopi che ci si propone nell'opera di consolidamento di un versante sono:

- il contenimento dei processi erosivi
- il ripristino di un "ecosistema paranaturale"
- il corretto inserimento degli interventi sotto il profilo estetico-paesaggistico, nonché naturalistico

3.2 Le infrastrutture

L'ingegneria naturalistica è un insieme di tecniche che, come già esposto in precedenza, consentono di mitigare gli impatti negativi causati dai vari interventi antropici sul territorio. Tra le numerose applicazioni di tali metodologie vanno senz'altro ricordate quelle legate al miglioramento dell'inserimento nel paesaggio delle infrastrutture viarie e ferroviarie. Le diverse tipologie di mitigazione di impatto applicabili possono essere ricondotte a quattro principali categorie funzionali:

- funzione di sostegno;
- funzione antierosiva;
- funzione antirumore;
- funzione estetica.

Tali metodologie consentono la realizzazione dei cosiddetti "muri cellulari verdi" che oltre ad avere importanti caratteristiche meccaniche, hanno anche funzioni di fono-assorbimento. Nel contempo, una barriera antirumore costituisce un'efficace protezione dall'inquinamento delle aree urbane situate nelle vicinanze delle vie di comunicazione.

4 Tecniche di intervento ▲

Le tecniche di intervento prevedono l'utilizzo di piante intere o di loro parti, quindi, secondo le diverse combinazioni, si possono avere le seguenti tipologie di intervento:

semina (a spaglio, idrosemina, con colture protettiva);

- messa a dimora di talee (viminate, fascinate, palificate, ecc.);
- piantagione di piantine radicate (erbacee, arbustive o arboree).

Qualora l'impiego di piante o di loro parti non sia sufficiente per ottenere gli obiettivi prefissati, si può fare uso anche di altri materiali quali: pietrame, legnami, reti metalliche, griglie o reti in materiale sintetico o in fibra naturale. In definitiva, le possibili combinazioni dei diversi materiali offrono una vasta gamma di soluzioni per uno specifico problema.

5 I materiali ▲

In funzione dei problemi da risolvere o dei miglioramenti da apportare ad un ecosistema paraturale, le tecniche d'ingegneria naturalistica utilizzano diversi materiali, soprattutto piante, ma anche prodotti di sintesi:

- materiali vegetali vivi;
- materiali organici inerti;
- materiali di sintesi;
- altri materiali

5.1 Materiali vegetali vivi

semi; talee, astoni, talee di rizomi, ecc. (parti vegetali di piante legnose moltiplicabili per via agamica); piantine radicate; zolle erbose (insieme compatte di radici e fusti erbacei). Bisogna rilevare che le piante possiedono delle proprietà biotecniche che possiamo qui brevemente riassumere:

- proprietà biologiche - capacità di rigenerazione; capacità d'adattamento all'ambiente; resistenza alla sommersione anche per periodi prolungati; capacità di emettere radici avventizie; capacità di riproduzione vegetativa;
- proprietà tecniche - difesa dall'erosione; riduzione della velocità di scorrimento superficiale e della forza di trascinamento dell'acqua; funzione di drenaggio; aumento della resistenza al taglio; aumento della resistenza alla trazione; protezione spondale; depurazione delle acque.

Nella fase progettuale, è importante precisare quale ruolo le piante dovranno svolgere in quella situazione, e per fare ciò, sarà opportuno analizzare i seguenti fattori di natura fisica, chimica e biologica:

il suolo (profondità, granulometria, acidità, ecc.);

- il clima (regime pluviometrico, termico, ecc.);
- l'orografia (altitudine, esposizione, pendenza, ecc.);
- le caratteristiche fisiologiche delle piante (capacità di propagazione e di moltiplicazione, velocità di crescita, resistenza agli attacchi parassitari, adattabilità, ecc.);
- le caratteristiche biotecniche delle piante (capacità di consolidamento del terreno, di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, all'erosione, di miglioramento del suolo, di depurazione dell'acqua, ecc.);
- il grado d'inserimento ecologico (sono da preferirsi le piante autoctone);
- il grado d'inserimento estetico-paesaggistico (cromatismo, morfologia, ecc.);
- l'evoluzione spazio-temporale dell'ecosistema (associazioni e successioni vegetali);
- il periodo d'intervento.

Alla base di un'oculata scelta delle modalità d'intervento vanno predisposte, quindi, precise indagini fitosociologiche e stazionali, supportate da paralleli studi geologici ed ingegneristici in un'ottica d'interdisciplinarietà progettuale quale presupposto fondamentale per un corretto approccio a tali problemi. Per ottenere migliori risultati è molto importante utilizzare un gran numero di specie diverse negli interventi naturalistici, per favorire la biodiversità, per garantire l'adattabilità alla stazione e infine per creare quella variabilità di forme e colori che è tipica di molti ambienti naturali.

Un intervento d'ingegneria naturalistica può ritenersi riuscito qualora si siano verificate le seguenti condizioni:

- la copertura vegetale (erbacea, arbustiva ed arborea) è totale e si è affermata un'associazione stabile;
- il substrato sterile si è trasformato in terreno vegetale;
- i fattori predisponenti l'instabilità del versante sono stati neutralizzati;
- la superficie oggetto d'intervento è tutelata e gestita in maniera adeguata.

In sintesi, si può sostenere che è da considerare ben riuscita un'azione di consolidamento o di recupero ambientale, se dopo un certo intervallo di tempo, non è più riconoscibile "la mano dell'uomo" e quindi non è difficilmente individuabile la zona ripristinata.

5.2 Materiali organici inerti (biodegradabili)

I materiali d'origine organica, ma senza capacità vegetativa, sono detti inerti o morti; il loro uso può rendersi necessario, ad esempio, qualora il periodo d'intervento non sia idoneo all'impiego di quelli viventi. Ovviamente è auspicabile, ove tecnicamente possibile, un uso combinato di diversi materiali: legname (tronchi, ramaglia, cippato, trucioli, ecc.); reti di juta o in fibra di cocco (idonee al rivestimento di terreni soggetti ad erosione); stuoie (semplici o in 3D) in fibra di paglia, in fibra di cocco o in trucioli di legno; paglia o fieno; compost; concimi organici.

5.3 Materiali sintetici

Esistono diversi materiali di sintesi che consentono di integrare efficacemente le tecniche biologiche ed assolvere al ruolo di protezione del suolo fornendo una maggiore stabilità al terreno, soprattutto nelle prime delicate fasi d'intervento: griglie, reti o tessuti di materiale sintetico in nylon, polipropilene o polietilene; fertilizzanti chimici; collanti chimici (in caso di fenomeni erosivi di una certa rilevanza).

5.4 Altri materiali

Vi sono altri materiali che spesso sono utilizzati nelle tecniche d'ingegneria naturalistica come il pietrame (impiegato per opere di protezione, consolidamento o di sostegno), il ferro o l'acciaio (normalmente utilizzati quali elementi accessori d'alcune tipologie d'opere), e lo zinco (reti metalliche a doppia torsione).

Luogosano, ____/____/____.

I tecnici incaricati

Ing. Angelo Grieci Geol. Gerardo Cipriano