

## **TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA NELLA DIFESA E STABILIZZAZIONE DEL SUOLO A LIVELLO DI BACINO**

**Giuliano Sauli, Paolo Cornelini**

*Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica - Via Del Monte 2 - 34121 Trieste (aipin@aipin.it)*

### **1. INTRODUZIONE**

I fenomeni naturali di degrado del territorio italiano, a causa delle sue caratteristiche geomorfologiche, risultano esaltati da interventi dell'uomo a scarsa o nulla compatibilità ambientale che si inseriscono in un contesto aggravato dall'abbandono o dalla scarsità di manutenzione del territorio, nel quale sono comunque carenti le opere di prevenzione a largo raggio.

Esiste ormai da molti anni anche in Italia una domanda sociale di pianificazione del territorio a compatibilità ambientale con la necessità di affinare sempre più gli strumenti a disposizione degli amministratori e dei progettisti per la prevenzione del dissesto idrogeologico e per realizzare azioni di trasformazione a minimo impatto ambientale; tali accorgimenti valgono ancor più per porzioni di territorio con particolari valenze ambientali quali le aree collinari e montane, ove l'utilizzo di tecniche alternative a quelle tradizionali si impone per motivi naturalistici e paesaggistici, con positive ricadute in termini occupazionali.

**Le tecniche di ingegneria naturalistica (I.N.)**, che utilizzano notoriamente le piante vive autoctone combinate con altri materiali a fini antierosivi, di stabilizzazione e di consolidamento, rispondono a questa esigenza e rappresentano lo strumento operativo per il raggiungimento dell'obiettivo di una manutenzione diffusa del territorio a compatibilità ambientale, nell'ottica della prevenzione del rischio idrogeologico.

L'uso di tali tecniche risale agli anni '50 nei distretti alpini del centro - Europa (Austria, Germania, Svizzera).

In Italia l'applicazione sistematica è iniziata negli anni '70 in alcune regioni del nord - Italia (Alto-Adige, Trentino, Bellunese) si sono poi via via estese ad altre zone alpine (Piemonte, Lombardia, Friuli) fino ad arrivare alla data odierna dove si possono già contare numerose esperienze in ambito mediterraneo (Liguria, Toscana, Lazio, Campania, Sicilia, Sardegna, etc.).

Le principali ricadute delle tecniche di I.N. sono:

- Azioni antierosive, di stabilizzazione e di consolidamento di versanti franosi e sponde in erosione;

- Limitazione dei fenomeni di trasporto solido e liquido;
- aumento della biodiversità del territorio;
- miglioramento delle condizioni microclimatiche a carico del processo di evapotraspirazione delle piante;
- minore impatto ambientale in genere delle opere;
- riqualificazione paesaggistica ed ambientale delle aree in erosione;
- riscontro socio - economico diminuendo lo spolamento delle aree montane in quanto ad alto impiego di manodopera.

Va detto che vi sono precisi limiti tecnici nell'uso di tali tecniche, al di là dei quali vanno impiegate le tecniche dell'ingegneria tradizionale.

### **2. COLLOCAZIONE DELLE TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA NEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE DEL TERRITORIO**

La sistemazione dei bacini idrografici nelle aree montane, collinari e di pianura, secondo la legge sulla difesa del suolo (L.183/89), prevede un intervento unitario da affrontare con un approccio sistematico, con la coscienza del legame tra le condizioni del bacino superiore di raccolta, del torrente e del corso d'acqua a valle e quindi del reciproco condizionamento degli interventi nei vari tratti.

Un approccio basato sull'emergenza ha privilegiato negli ultimi decenni la realizzazione di opere intensive per la riduzione del rischio nella parte inferiore del bacino ove più elevato si presenta il livello di urbanizzazione, trascurando spesso un approccio al problema basato sull'intervento a lungo termine con opere estensive ed intensive nella parte superiore del bacino, ove il fenomeno erosivo inizia a manifestarsi ed ove la sistemazione agisce sulle cause del dissesto.

Ne consegue la necessità di intervenire particolarmente nelle zone montane e collinari, ove più estese ed intense sono le azioni erosive, con la coscienza che la sistemazione della parte superiore dei bacini idrografici non assume solo un valore intrinseco, ma comporta il miglioramento delle condizioni idrauliche della pianura che ospita la mag-



gioranza della popolazione e del patrimonio pubblico e privato.

Con interventi di tipo diffuso sul territorio si può ottenere una maggiore efficacia delle misure di riduzione del rischio idrogeologico, poiché si agisce sulla riduzione della probabilità di accadimento dell'evento calamitoso e sulla riduzione dell'intensità dello stesso; il perdurare dell'abbandono della montagna e della collina, invece, ha come conseguenza un aumento della vulnerabilità e della pericolosità del territorio anche a valle con conseguente richiesta di aumento delle difese passive (argini, casse d'espansione, etc.) e notevole aumento dei costi diretti ed indiretti.

I vantaggi derivanti da un **programma di manutenzione del territorio** con interventi diffusi ed estensivi sono:

- la **diminuzione di interventi strutturali** per la riduzione del rischio, in quanto gli interventi estensivi ed intensivi, diffusi nella parte superiore del bacino, contrastano il fenomeno erosivo laddove inizia a manifestarsi con azioni di piccola entità, ma comunque efficaci a risolvere il problema all'origine;
- il **miglioramento dell'efficienza** delle sistemazioni idraulico-agrarie e idraulico-forestali, anche con la manutenzione di quelle realizzate in passato, con la riqualificazione di un patrimonio esistente ormai inserito nel contesto socio-economico e paesaggistico del territorio;
- la **riqualificazione ambientale** delle aree in erosione con le **tecniche di ingegneria naturalistica**, la rinaturazione dei territori di pianura, con l'aumento della biodiversità tramite la realizzazione di fitocenosi arboree, arbustive ed erbacee; ne risulta incrementato anche il valore delle risorse idriche tramite la ricarica delle falde;
- un contributo degli interventi di rivegetazione dei versanti e dei corsi d'acqua alla lotta **contro la desertificazione** con effetti benefici di tipo climatico;
- **riduzione della CO<sup>2</sup>** immagazzinata nella biomassa vegetale e quindi contributo al protocollo di Kyoto;
- il **miglioramento delle condizioni socioeconomiche** delle aree interne della montagna e della collina, attuando le finalità della legge della montagna in quanto le azioni di manutenzione tutelano e promuovono le risorse ambientali e sviluppano le attività economiche nelle aree depresse;
- la **realizzazione di nuovi posti di lavoro** diffusi sul territorio, in quanto si crea occupazione in zone in fase di spopolamento per l'utilizzo di tecniche semplici quali quelle dell'ingegneria naturalistica che sono ad alto impiego di manodopera.

### 3. POTENZIALITÀ DELL'INGEGNERIA NATURALISTICA NEL RISANAMENTO DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO IN ITALIA

Nell'ambito degli interventi di risanamento del dissesto idrogeologico le tecniche di ingegneria naturalistica trovano il loro campo di applicazione non tanto nelle emergenze catastrofiche o negli interventi immediati di sistemazione dei danni, bensì nelle sistemazioni a medio e lungo termine, nonché nella prevenzione tramite la manutenzione del territorio.

In tali fasi è possibile intervenire con efficacia tramite:

sistemazioni di tipo intensivo (palificate vive, terre rinforzate rinverdite, grate vive, etc.);

sistemazioni di tipo estensivo (inerbimenti, piantagione di arbusti, gradonate vive, limitate sistemazioni idrauliche, etc.);

misure accessorie (casse di espansione, fitodepurazione, opere di mitigazione degli impatti, etc.).

Come già detto, quale esempio di attività trentennale in cui si sono applicate sistematicamente le tecniche di I.N. su tutti i bacini montani si può citare la provincia di Bolzano, la cui esperienza dimostra una notevole ricaduta positiva in termini soprattutto di contenimento del trasporto solido grazie all'azione antierosiva e stabilizzante a carico di migliaia di interventi di I.N. realizzati nelle periferie dei bacini.

Viene presentata una casistica esemplificativa di interventi di cui si riportano di seguito alcuni esempi (vedi Foto 1, 2, 3 e 4).

### 4. STIMA DI MASSIMA DELL'INDOTTO OCCUPAZIONALE DELL'APPLICAZIONE DELLE TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Ipotizzando, con un calcolo di larga massima che le tecniche di ingegneria naturalistica possano essere impiegate per sanare solo il 20% delle tipologie del dissesto del territorio, rispetto ad un investimento di circa **200 milioni di Euro** di interventi per la difesa del suolo previsto per il 2007 si può stimare un indotto occupazionale diretto di circa **4000 posti di lavoro all'anno**, più l'indotto indiretto. Ciò in quanto negli interventi di ingegneria



Foto 1 - Gradonate vive, canaletta con graticciata - Metanodotto Malborghetto-Bordano (UD), 2002



Foto 2 - Particolare gradonate vive, canaletta con graticciata - Metanodotto Malborghetto-Bordano (UD), 2002

naturalistica il costo della manodopera è stimabile nel 50% del costo dei lavori.

## 5. PROPOSTE OPERATIVE

Per conseguire l'obiettivo di un impiego corretto (molto spesso infatti si assiste a errata progettazione ed esecuzione degli interventi di I.N.), e diffuso il più possibile dell'ingegneria naturalistica è indispensabile il verificarsi su tutto il territorio nazionale di una sinergia virtuosa tra il miglioramento del quadro istituzionale di riferimento, della capacità progettuale e realizzativa dei soggetti pubblici e privati e delle funzioni di controllo, ricerca e monitoraggio.

E' quindi necessario favorire i seguenti processi:

- completare la redazione di **normative tecniche** sia regionali che nazionali inserendo l'inge-

gneria naturalistica in tutti i provvedimenti di difesa del suolo oltre che un atto di coordinamento ed omogeneizzazione delle normative al riguardo;

- redigere una raccolta di **normative, manuali tecnici e di schemi** tipo di tipologie d'opera da consegnare alle Regioni ed alle Autorità di Bacino
- predisporre delle **linee guida** per l'inserimento delle tecniche di IN nell'ambito degli stralci dei Piani di Bacino;
- normare la possibilità di **reperimento delle materie prime vegetali** (prelievo dal selvatico delle talee di salice e di altre piante) con procedura semplificata come adottato dalla Regione Lombardia
- favorire la creazione di una **banca dati botanica**



Foto 3 - Gradonate vive, canaletta con graticciata – Metanodotto Malborghetto–Bordano (UD), 2006



Foto 4 - Fascinata viva di tamerici e messa a dimora di arbusti mediterranei su scarpata in trincea - Fregene (RM)

sulla consistenza delle formazioni arboree ed arbustive impiegabili per il reperimento del materiale vegetale dal selvatico

- favorire la creazione di **vivai specializzati** nella produzione di piante arbustive ed arboree e materiali da propagazione in genere per l'ingegneria naturalistica;
- favorire i **corsi di aggiornamento** e formazione anche mediante **cantieri scuola** per personale degli enti territoriali, dei comuni, delle comunità montane, dei consorzi di bonifica, ecc
- nel settore degli interventi di ingegneria naturalistica e delle opere a verde in genere, il risultato dell'investimento è spesso scadente per carenza di professionalità dei progettisti e delle imprese, in assenza di chiari requisiti di qualità. Va quindi favorita la **formazione e specializzazione dei progettisti** (ingegneri, architetti, agronomi, forestali, geologici, biologi, naturalisti, ecc.) e delle imprese
- dare prospettive professionali, secondo criteri meritocratici, a quanti si impegnano a conseguire una **qualificazione professionale** in merito alla progettazione
- garantire attraverso controlli la **specializzazione e qualificazione di imprese esecutrici** di opere di IN anche a livello dei nuovi meccanismi di certificazione sostitutivi dell'albo nazionale costruttori
- prevedere **finanziamenti per la manutenzione** degli interventi realizzati
- effettuare il **censimento ed il monitoraggio** delle opere di ingegneria naturalistica già realizzate



- sviluppare settori di **ricerca e sperimentazione** per questa disciplina
- **normare il collaudo** di tali opere, separato dal collaudo delle opere tradizionali in “grigio”
- riesaminare i **tariffari professionali** per adeguarli alle prestazioni richieste
- aggiornare i **prezziari regionali e provinciali** inserendo le tecniche di I.N.
- estendere ulteriormente **l'insegnamento dell'ingegneria naturalistica nelle università** (a tutt'oggi l'AIPIN ha censito 20 corsi in varie università italiane in cui si insegna a vario titolo l'ingegneria naturalistica).

## BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (1993) - *Manuale tecnico di ingegneria naturalistica*. Regione Emilia Romagna, Regione Veneto.

AA.VV. (1995) - *Opere e tecniche di ingegneria naturalistica e recupero ambientale*. Regione Liguria, Ass. edilizia, energia e difesa del suolo.

AA.VV. (1996) - *Dictionar of soil bioengineering*. Verein Für Ingenieurbiologie VDF Hochschulverlag Ag An Der Eth Zürich B.G. Teubner Stuttgart.

AA.VV. (2000) - *Principi e linee guida per l'Ingegneria Naturalistica*. Vol. 1 e 2. Regione Toscana

AA.VV. (2001) - *Interventi di Ingegneria Naturalistica nel Parco Nazionale del Vesuvio*. Ente Parco Nazionale del Vesuvio; Fondo Europeo di Sviluppo Regionale.

AA.VV. (2003) *Interventi di sistemazione del territorio con tecniche di Ingegneria Naturalistica*. Regione Piemonte - Direzione tutela e risanamento ambientale, programmazione gestione rifiuti; Direzione opere pubbliche.

AA.VV. (2003) - *Manuale tecnico di Ingegneria Naturalistica della Provincia di Terni. Applicabilità delle tecniche, limiti e soluzioni*. PTCP Provincia di Terni.

AA.VV. (2006) - *Problemi e tecniche negli Studi di Impatto Ambientale delle grandi opere*. Formazione Professionale Ed. Colombo.

ANPA (2001) - *Atlante delle opere di sistemazione dei versanti*.

BEGEMANN W., SCHIECHTL H.M. (1986) - *Ingenieur Biologie. Handbuch Zum Ökologischen Wasser – Und Erdbau*. Bauverlag GMBH. Weisbaden und Berlin.

CARBONARI A., MEZZANOTTE M. (1993) - *Tecniche naturalistiche nella sistemazione del territorio*. Prov. Autonoma di Trento.

CORNELINI P., SAULI G. (2006) - *Manuale di indi-*

*rizzo delle scelte progettuali per interventi di difesa del suolo con tecniche di Ingegneria Naturalistica*. PODIS Ministero dell' Ambiente.

MINISTERO DELL'AMBIENTE (1997) - *Linee guida per capitolati speciali per interventi di Ingegneria Naturalistica e lavori di opere a verde*. Roma.

PAIERO P., SEMENZATO P., URSO T. (1997) - *Biologia vegetale applicata alla tutela del territorio*. Regione Autonoma FVG, Dir. reg. foreste, Dip. territorio e sistemi agro-forestali Univ. Padova. Ed. Progetto Padova.

SAULI G. (1998) - *Soil biological engineering works in the road sector and their applications in different climatic conditions*. In the environment in road location and design. AIPCR (Associazione mondiale della strada). Helsinki, 14-15 maggio 1998.

SAULI G. (1998) - *Utilisation du genie vegetal pour la protection des berges en Italie*. Seminaire transnational «au fil de l'eau» berdes et rivieres d'Europe Valence (F) 30/09 – 2/10 1998.

SAULI G. (1999) - *Casistica di interventi di Ingegneria Naturalistica: costi e risultanze*. Atti del convegno transnazionale “Efficacia e costi degli interventi di ingegneria naturalistica” EFIB - AIPIN. Trieste 25-27 novembre 1999.

SAULI G. (1999) - *The transfer of soil bioengineering into new climatic, edaphic and floristic zones*. Atti della Conferenza 1999 «Ground and water bioengineering for erosion control and slope stabilization» IECA - FIRST Asia Pacific Conference and Exhibition Manila – Filippine 19-21 aprile 1999.

SAULI G. (2003) - *Linee guida con documentazione grafica e fotografica proposta di direttiva tecnica sugli interventi di mitigazione e compensazione ambientale, mediante opere in verde, delle grosse opere infrastrutturali soggette a procedura di V.I.A.*. Commissione V.I.A., Ministero Ambiente e Tutela del Territorio.

SAULI G., CORNELINI P., PRETI F. (2002) - *Manuale di ingegneria naturalistica applicabile al settore idraulico*. Regione Lazio. Assessorato per l'Ambiente Dipartimento Ambiente e Protezione Civile.

SAULI G., CORNELINI P., PRETI F. (2003) - *Manuale di Ingegneria Naturalistica applicabile ai settori delle strade, cave, discariche e coste sabbiose*. Regione Lazio. Assessorato per l'Ambiente Dipartimento Ambiente e Protezione Civile.

SAULI G., CORNELINI P., PRETI F. (2006) - *Manuale di Ingegneria Naturalistica sistemazione dei versanti*. Regione Lazio Assessorato all'Am-



biente e Cooperazione tra i Popoli. Direzione Regionale Ambiente e Cooperazione tra i Popoli.

SAULI G. ET AL. (2006) - *Linee guida per capitolati speciali per interventi di Ingegneria Naturalistica Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio*. Ministero dell'Economia e delle Finanze – PODIS Progetto Operativo Difesa Suolo.

SAULI G., SIBEN S. (1995) - *Capitolato AIPIN*. Voci di capitolato opere di Ingegneria Naturalistica dell'AIPIN.

SCHIECHTL H.M. (1992) – *I salici nell'uso pratico*. Ed. Arca.

SCHIECHTL H.M. - *Bioingegneria forestale. Basi - materiali da costruzione vivi – Metodi*. Ed. Castaldi

(Feltre).

SCHIECHTL H.M., STERN R. (1992) – *Ingegneria Naturalistica. Manuale delle opere in terra*. Ed. Castaldi (Feltre).

SOTIR R.B. (1992) - *Soil bioengineering for upland slope protection and erosion reduction*. Cap. 18. United States Department of Agriculture Soil Conservation Service.

ZEH H. (1993) – *Ingenieurbiologische Bauweisen*. Studienbericht nr. 4, 1993.

ZEH H. ET AL. (2007) - *Ingenieurbiologie / génie biologique / Ingegneria naturalistica / Soil bioengineering / Ingegneria biologica*. VDF Hochschul-Verlag Ag An Der et Zürich.