



Autori

**ING. F. BOCCALARO** – ORDING ROMA Commissione Ingegneria Naturalistica (presidente commissione), AIPIN Lazio (presidente sezione) – federico.boccalaro@libero.it

**ING. G. MENEGAZZI** – ORDING NAPOLI Commissione Ingegneria Naturalistica (componente esperto), AIPIN Lazio (vicepresidente) <https://www.aipin.it>, - gino.menegazzi@gmail.com



Autori

**ING. F. BOCCALARO** – ORDING ROMA Commissione Ingegneria Naturalistica (presidente commissione), AIPIN Lazio (presidente sezione) – federico.boccalaro@libero.it

**ING. G. MENEGAZZI** – ORDING NAPOLI Commissione Ingegneria Naturalistica (componente esperto), AIPIN Lazio (vicepresidente) <https://www.aipin.it>, - gino.menegazzi@gmail.com



# INGEGNERIA NATURALISTICA IN AMBIENTE MEDITERRANEO

## UN APPROCCIO ECOLOGICO

Le tecniche di Ingegneria Naturalistica sono state importanti nelle antiche civiltà rurali mediterranee: le piante hanno protetto il suolo con efficacia e i materiali necessari (piante, legname e pietrame) hanno abbondato nel paesaggio agricolo, spesso in associazione con i terrazzamenti.

Recentemente questa disciplina si è diffusa in diverse aree del bacino del Mediterraneo. Diversi metodi e specie vegetali sono stati sperimentati in territori con clima e vegetazione diversi da quello originario alpino.

Le tecniche di Ingegneria Naturalistica sono state applicate frequentemente in Italia, in particolare nel Vesuvio, nell'Appennino Laziale, Abruzzese e Marchigiano, in Sicilia e in diverse Aree Costiere e Marine Protette, anche mediante sperimentazioni, azioni didattiche e volontaristiche.

Questi sistemi hanno dimostrato che, nei progetti di Ingegneria Naturalistica nel bacino del Mediterraneo, l'uso di piante e di talee di specie xerofile è affidabile per ambienti siccitosi, desertificati e percorsi da incendi boschivi.

L'Ingegneria Naturalistica raggiunge così, sempre più diffusamente in ambito Mediterraneo, gli obiettivi di:

- proteggere contro i rischi naturali;
- ripristinare gli habitat;
- definire le specie ottimali per la loro architettura radicale;
- condividere e diffondere gli interventi.

## Introduzione

Il Bacino del Mediterraneo è il terzo *hot spot* di diversità vegetale più importante in tutto il mondo, con più di 25.000 specie di piante, di cui oltre la metà endemiche e solo una piccola parte esotiche, in seguito divenute naturalizzate.

La tutela della biodiversità attraverso la conservazione delle risorse genetiche non è solo riservata alle amministrazioni pubbliche, ai ricercatori e agli universitari. Arrestare la perdita di biodiversità vegetale nel Mediterraneo può essere possibile anche grazie al contributo di diversi settori professionali. L'uso di specie vegetali autoctone di origine locale nel ripristino di *habitat* e nella progettazione del paesaggio e dei giardini, grazie al-

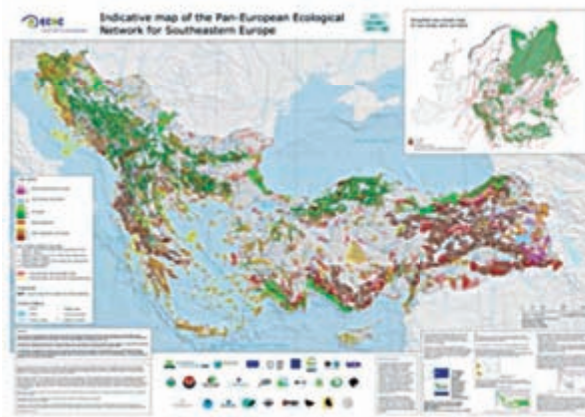


Figura 1: Mappa della Rete Ecologica Pan-Europea per la regione del sudest (da ECNC, 2006).



Figura 2: Ambiente dunale integro protetto alla foce del Coghinas (da F. Boccalaro, 2005)

le tecniche e ai professionisti di Ingegneria Naturalistica capaci di applicarle, non solo può contribuire a fermare il degrado del territorio, ma può anche favorire lo sviluppo di un modello economico sostenibile.

## Ingegneria Naturalistica

L'Ingegneria Naturalistica è una disciplina tecnica che utilizza le piante vive negli interventi antierosivi e di consolidamento, in genere in abbinamento con altri materiali (paglia, legno, pietrame, reti metalliche, biostuoie, geotessuti, etc.).

I campi di applicazione sono vari e spaziano dai problemi classici di erosione dei versanti, delle frane, delle sistemazioni idrauliche in zona montana, a quelli del reinserimento ambientale delle infrastrutture lineari (scarpate stradali e ferroviarie, condotte interrato, canali), a quelli delle cave e discariche, delle sponde dei corsi d'acqua planiziali, degli insediamenti industriali e altre infrastrutture puntuali, dei consolidamenti costieri, a quelli dei semplici interventi di rinaturalizzazione e ricostruzione di elementi delle reti ecologiche.

Gli interventi di I.N. si differenziano da quelli di tipo tradizionale principalmente attraverso le analisi stagionali delle condizioni delle singole superfici di intervento con riferimento ad alcuni parametri fondamentali vegetazionali, la cui conoscenza è condizione prima del successo dell'intervento legato, come si è detto, alla crescita delle piante.

L'uso delle piante locali garantisce l'idoneità generale alle condizioni geo-pedologiche e fitoclimatiche del luogo, fermi restando i problemi legati al periodo stagionale ed alle condizioni microambientali di messa a dimora.

Si tratta chiaramente di una disciplina "trasversale" che fa capo a vari settori tecnico-scientifici di cui si utilizzano, a fini applicativi, dati sintetici di analisi e di calcolo.

A livello mondiale vi è ormai un grosso fermento di acquisizione di strumenti tecnici e normativi nei settori della rinaturalizzazione e dell'ingegneria naturalistica, sia da parte dei professionisti che dei funzionari pubblici e delle imprese. Gli interventi di ingegneria naturalistica infatti rientrano nel filone degli interventi di mitigazione che fanno ormai parte integrante delle progettazioni infrastrutturali e del territorio.

Questa attività è per buona parte legata alla progettazione degli interventi di "ricucitura" del territorio attraversato, in particolare nei settori infrastrutturali e produttivi (strade, ferrovie, cave, discariche, etc.) per i quali i metodi dell'Ingegneria Naturalistica forniscono nuove soluzioni e notevoli possibilità di abbinamento della funzione tecnica (consolidamento di scarpate) con quella naturalistica di ricostruzione del verde. Si parla di verde, ma in realtà è più esatto parlare (come già detto sopra) di ricostruzione di ecosistemi paraturali riferiti agli stadi delle serie dinamiche naturali (potenziali) della vegetazione delle aree di intervento. In ciò l'Ingegneria Naturalistica si differenzia dalle normali pratiche di rinverdimento ornamentale o architettonico legate in genere alle zone urbanizzate.

**Tabella: Caratteristiche dei tre livelli tecnici delle reti ecologiche, degli interventi di miglioramento ambientale, delle tecniche di Ingegneria naturalistica**

	<i>Reti ecologiche</i>	<i>Interventi di miglioramento ambientale</i>	<i>Tecniche di ingegneria naturalistica</i>
<b>Finalità primaria</b>	Ricostruire un ecosistema funzionale su uno scenario di medio periodo	Realizzare neo-ecosistemi in grado di incrementare la qualità ecologica sul territorio	Utilizzare, se dove possibile, elementi naturali nelle opere di nuova realizzazione
<b>Livello preferenziale di azione tecnica</b>	Pianificazione	Programmazione Progettazione Profilazione	Progettazione definitiva-esecutiva
<b>Scala di riferimento</b>	Area vasta	Ecosistema locale	Sezione delle opere di progetto
<b>Esempi tipologici</b>	Sistema di habitat interconnessi Sistema di linee di frangente qualificata Rete ecologica polivalente etc.	Sistemazioni di versante con tecniche di IN Rispetti di carenza Ecosistemi filtro Rinaturazione di corsi d'acqua etc.	Policciata viva Viminata viva Fitodepurazione con <i>Lemna</i> Scala Denti per il passaggio dei pesci Sovrappasso funestico etc.

Tabella 1: Caratteristiche dei tre livelli tecnici delle reti ecologiche, degli interventi di miglioramento ambientale, delle tecniche di Ingegneria Naturalistica (da Linee Guida PROGECON, 2017).



Figura 3: Briglia di fune per tronchi flottanti e sistemazione spondale su fiume Rienza in Val Pusteria (da F. Boccalaro, 2013).

## Esperienza dell'I.N. nel Mediterraneo

Negli ultimi anni questa disciplina ha visto l'ampliamento della sua area di applicazione, arrivando a comprendere diverse aree nel bacino del Mediterraneo. L'ampliamento a territori climaticamente e vegetazionalmente diversi dall'originale campo di applicazione ha portato alla sperimentazione di diverse tecniche ed essenze vegetali.

Le tecniche oggi impiegate nell'ingegneria naturalistica erano conosciute già nell'antichità nel bacino del Mediterraneo. Gli antichi romani possedevano conoscenze approfondite in questo campo, come testimoniato da diversi scritti di Catone, Virgilio e Columella. Nei testi si trovano riferimenti sia alla parte viva che alla parte strutturale delle opere; ciò mette in luce come i principi di base per la realizzazione di queste opere fossero già note ai latini.

Queste tecniche hanno svolto un ruolo importante nelle antiche civiltà rurali, grazie all'efficacia empiricamente dimostrata dalle piante nel soddisfacimento di problemi da dissesti su versante e su corsi d'acqua (vedi anche i terrazzamenti) e all'abbondanza dei materiali necessari (piante, legname e pietrame) nell'ambiente rurale. Ciò dimostra come l'applicazione dell'IN costituisca spesso una riscoperta ed una reinterpretazione in chiave moderna di metodi tradizionali.

Negli ultimi anni c'è stato un interesse crescente verso questa disciplina, testimoniato dalla presenza di diverse esperienze e pubblicazioni in zone non alpine.

Variegata e ricca appare anche l'esperienza di Spagna e Portogallo. Grande attenzione è rivolta soprattutto alla gestione dei bacini idrografici, ma anche alla protezione dei suoli e alla prevenzione del dissesto dei versanti e delle coste.

Per ciò che riguarda le applicazioni di Ingegneria Naturalistica in Francia, diverse sono invece le applicazioni a protezione degli habitat naturali, specialmente fluviali, dove prevalgono interventi di ripristino ecologico-ambientale e limitatamente di Ingegneria Naturalistica. Si citano a titolo di esempio la salvaguardia degli stagni litorali del Languedoc-Roussillon, delle valli alluvionali del nord ed est della Francia ed in generale delle torbiere, e di tratti costieri.



Figura 4: Rigenerazione dune a Cala Mesquida (da F. Boccalaro, 2010).



Figura 5: Valorizzazione dell'alveo e delle sponde della Brenne a Vénarey-les-Laumes (da Biotec, 2002).

Ancora in gran parte da esplorare appare invece l'esperienza dell'I.N. nell'area ellenica e nei paesi in via di sviluppo, con alcuni casi studio per la Grecia e la Tunisia.

### Esperienza Italiana

Rilevante in Italia è il patrimonio dell'esperienza diretta sviluppata sul territorio con applicazioni locali da parte delle Comunità Montane e da parte dei Consorzi di Bonifica. Applicazioni che hanno riguardato il riordino e la sistemazione o la manutenzione dei corsi d'acqua e nell'ambito dei rimboschimenti nei bacini montani.

In Umbria, come in altre regioni italiane, le Comunità Montane, fin dai primi anni '90 hanno applicato alcune tecniche di I.N.. In particolar

modo si sottolineano gli interventi di riqualificazione idraulica e vegetazionale del fiume Nera con la messa in opera di piccole scogliere di pietrame rinverdite con talle vive.

Molte Regioni ormai hanno cercato di inserire tali tecniche a diversi gradi di pianificazione ed intervento cercando nel contempo di normare tali aspetti. In particolare esemplare è stata l'attività della Regione Lazio, con una ricca casistica di interventi in ambito montano, fluviale, costiero anche in aree protette.

Un caso a parte, per la vastità, qualità e innovazione degli interventi di Ingegneria Naturalistica realizzati su un territorio tipicamente mediterraneo è quello del Parco Nazionale del Vesuvio.



Figura 6: Vivaio forestale del PNR dei Monti Aurunci (da F. Boccalaro, 2006).



Figura 7: Sistemazioni dunale al PR di San Rossore (da F. Boccalaro, 2008).

## Esperienze nel Parco del Vesuvio

L'esperienza effettuata nel Parco Nazionale del Vesuvio ha offerto la possibilità di effettuare un grosso passo in avanti nella definizione e nelle specifiche funzionali e tecniche delle opere di Ingegneria Naturalistica in ambito Mediterraneo.

Nel corso dei progetti di manutenzione e restauro delle rete sentieristica del complesso craterico "Somma Vesuvio", divenuto Parco Nazionale il 5 giugno 1995 con la legge istitutiva 394, si sono specializzate le tecniche di Ingegneria Naturalistica e si è rivalutata la storia delle sistemazioni idraulico-forestali perpetuate nel secolo precedente per la gestione delle emergenze vulcaniche, con le eruzioni del 1800 sotto il Regno di Napoli, ad opera di tecnici illuminati. Un esempio è stato la gestione del territorio conseguente alle eruzioni del 1800 (in soli 100 anni il Vesuvio ha manifestato la sua attività vulcanica negli anni dal 1804 al 1806, 1810, 1812, 1817, 1822, 1834, 1839, 1850, 1855, 1858, 1861, 1868, 1872, 1891, 1894).

Le eruzioni nello specifico sono di solito precedute, nei mesi ed anni precedenti, da un'intensa attività effusiva ed esplosiva: il Cono appare così segnato da molte colate. Poco dopo si sviluppa, nelle aree prossime al cratere principale, un'elevata colonna eruttiva che provoca una forte ricaduta di ceneri vulcaniche. Queste ceneri depositandosi al suolo coprono ogni cosa e interrompono il normale funzionamento di qualsivoglia attività. Le piogge seguenti provocano il dilavamento delle superfici, già al limite di equilibrio, e numerose colate di fango.

Le opere di sistemazione diffusa montana e le relative attività di manutenzione, nel corso del tempo, oltre a riattivare la normale vita comune e la riappropriazione dei terreni per la loro gestione, hanno generato una notevole produzione legislativa che riportiamo, evidenziando i riferimenti ed i collegamenti alle opere di Ingegneria Naturalistica.

- Legge 19.07.1906 n. 390 (eruzione dell'aprile 1906).
- Legge 30.05.1909 n. 407 (manutenzione opere).
- Legge 13.04.1911 n. 311 (riparazione dai danni da alluvione a ottobre 1910).
- R. Decreto 21.12.1911 n. 1471 (opere di bonifica e sistemazione).

Fino al più recente D.M. 20 agosto 1912, "Norme per la preparazione dei progetti dei lavori di sistemazione idraulico-forestale nei bacini montani", che impone l'uso di materiali vivi e morti oggi ascrivibili all'Ingegneria Naturalistica.

L'esperienza del Parco Nazionale del Vesuvio, a sua volta, ha diffuso l'uso di tali tecniche a basso impatto ambientale, incoraggiando la legislazione fino alla pubblicazione del D.P.G.R. n. 574 del 22 Luglio 2002, "Emanazione del Regolamento per l'attuazione degli interventi di Ingegneria Naturalistica nel Territorio della Regione Campania", presentato nel Bollettino Ufficiale della Regione Campania del 19 Agosto 2002. Una delle innovazioni di questa norma è l'art. 3 "Relazione sulla



Figura 8: Sentiero attrezzato in quota e muretto a secco (da G. Menegazzi, 2001)



Figura 9: Palificata e palizzata vive in legname e pietrame (da G. Menegazzi, 2001)



Figura 10: Sistemazioni di versante e idraulica tra antichi ruderi a Monte Somma (da G. Menegazzi, 2002)

*applicabilità dell'ingegneria Naturalistica*", che ha lo scopo di formulare un giudizio tecnico di massima applicabilità dell'I.N.. Tale relazione deve essere redatta a cura di un tecnico il cui *curriculum* dimostri una comprovata esperienza nel campo dell'Ingegneria Naturalistica. Le relazioni dovranno prevedere, oltre le finalità progettuali, la definizione dei limiti di applicabilità delle tecniche, la individuazione delle stesse, il giudizio tecnico e il *curriculum* professionale dell'estensore.

### Conclusioni

In sintesi è necessario, per una buona gestione del territorio, disporre di un sistema integrato di risposte operative che combini le tecniche puntuali di Ingegneria Naturalistica (elementi dei singoli progetti definitivi ed esecutivi) con interventi locali di miglioramento ambientale (definiti da programmi di azione, da studi di fattibilità e progetti preliminari, nonché da progetti integrati di inte-

resse locale), con gli scenari più complessivi a livello di area vasta (utilizzabili come riferimento per la pianificazione).

Per conseguire l'obiettivo di un impiego corretto e diffuso il più possibile dell'Ingegneria Naturalistica è quindi necessario:

- redigere normative tecniche sia regionali (completamento) che nazionali (difesa del suolo, ecc.) oltre che un atto di coordinamento ed omogeneizzazione delle normative al riguardo;
- normare la possibilità di reperimento delle materie prime vegetali (prelievo dal selvatico delle talee di salice e di altre piante) con procedura semplificata;
- favorire la creazione di una banca dati 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 materiale per l'Ingegneria Naturalistica;
  - programmare corsi di aggiornamento e di formazione per personale degli enti territoriali, dei comuni, delle comunità montane, dei consorzi di bonifica, ecc. sia a livello di progettisti, sia a livello di capi-cantiere e di operai;
  - favorire la formazione e specializzazione di progettisti (ingegneri, architetti, agronomi, forestali, geologici, biologi, naturalisti, ecc.);
  - riesaminare i tariffari professionali per adeguarli alle prestazioni richieste;
  - garantire attraverso controlli la specializzazione e qualificazione di ditte esecutrici di opere di IN anche a livello di categorie riportate nell'albo nazionale costruttori;
  - censire e monitorare le 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" (in materiali artificiali, senza impiego della componente vegetale).
- È verso questa direzione che si muove anche la Commissione Ingegneria Naturalistica dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma.



### Bibliografia

AA.VV. – PROGECCO: Linee Guida di Ingegneria Naturalistica, Progetto MEDOCC, 2006.  
 AA.VV. – PODIS: Manuale di Ingegneria Naturalistica, MinAmbiente, 2005.  
 BIFULCO C., MENEGAZZI G., CORNELINI P. - Interventi di Ingegneria Naturalistica nel Parco Nazionale del Vesuvio, 2001.  
 BOCCALARO F., Difesa delle Coste e Ingegneria Naturalistica, Dario Flaccovio, Palermo, 2012.

FLORINETH F. – Piante al posto del cemento, Il Verde Editoriale, Milano, 2007.  
 MENEGAZZI G., PALMERI F. - Il dimensionamento delle opere di Ingegneria Naturalistica, Regione Lazio, 2013.  
 SAULI G., CORNELINI P., PRETI F. - Manuale di Ingegneria Naturalistica applicata alle sistemazioni di versante, Regione Lazio, 2006.  
 SCHIECHTL H. M. - Bioingegneria Forestale e Biotecnica Naturalistica, Edizioni Castaldi, Feltre (BL), 1991.