

Gli interventi di Ingegneria Naturalistica sono considerati, nell'ambito dell'attività estrattiva, opere di mitigazione e, quindi, possono trovare una giusta collocazione nelle aree soggette a ripristino ambientale. In particolare, nei settori infrastrutturali e produttivi (cave, discariche, strade, ferrovie) l'applicazione delle varie tecniche di Ingegneria Naturalistica fornisce molteplici possibilità di abbinamento tra la funzione tecnica (consolidamento di scarpate, antirumore) e quella ecologica (per esempio, ricostruzione degli ecosistemi).

Tra le conoscenze necessarie per ottenere questo risultato bisogna considerare:

- ubicazione della zona d'estrazione;
- clima della regione e microclima dell'area;
- pedologia;
- geomorfologia, litologia del substrato e geomeccanica;
- idrogeologia;
- aspetti legati alla vegetazione e alla fauna della zona;
- fitosociologia;
- forma e dimensione della cava.

Il criterio che è necessario seguire per qualsiasi tipo di recupero ambientale – e quindi anche in ambito estrattivo – è legato all'ottenimento della massima diversità biologica e morfologica possibile, al fine di ottimizzarne l'inserimento nel contesto ambientale.

Si consiglia pertanto di diversificare il più possibile i fronti di scavo e seguire, per quanto possibile, le forme naturali del terreno, evitando così le forme geometriche della parete antropizzata, al fine di ottenere un ripristino sia sotto il profilo naturalistico che estetico.

L'applicazione delle tecniche di Ingegneria Naturalistica è riconducibile a due settori principali:

- *infrastrutture*: strade, ferrovie, cave, miniere, discariche, centrali idroelettriche, insediamenti industriali;
- *territorio*: frane, erosioni e sistemazioni idrauliche in zone montane, corsi d'acqua e zone costiere.

Tra i due settori vi è una differenza sia tecnica che amministrativa, in quanto il primo settore è riconducibile alle procedure degli appalti delle opere pubbliche di nuova realizzazione con partecipazione di imprese private, liberi professionisti e fornitori di materiali.

Il secondo ambito è spesso gestito direttamente da Enti competenti (Corpo Forestale, Genio civile, consorzi di bonifica, ecc.) che operano con loro personale o ricorrono a ditte private locali per interventi considerati di manutenzione.

In generale, si può affermare che le tecniche di

Ingegneria Naturalistica applicabili nell'ambito delle cave sono condizionate sia dai fattori morfologici e microambientali, che da fattori economici di attività in gran parte privata.

12.1 L'Ingegneria Naturalistica e le cave

Nel settore estrattivo una delle principali problematiche è il rinverdimento di scarpate in rilevato o in scavo. Per la natura geomorfologica del territorio in Italia, è molto frequente la tipologia delle scarpate in roccia con notevoli problemi di rinverdimento, appunto, legati al substrato, alla pendenza e all'esposizione.

Le cave in roccia, ad esempio, costituiscono una delle grosse problematiche d'impatto paesaggistico con oltre 15.000 cave distribuite su tutto il territorio nazionale.

Le tecniche d'intervento sono molteplici e diversificate in funzione dei parametri precedentemente elencati; per tale motivo è consigliabile effettuare delle prove in aree d'estensione limitata e testare così la buona riuscita dell'intervento.

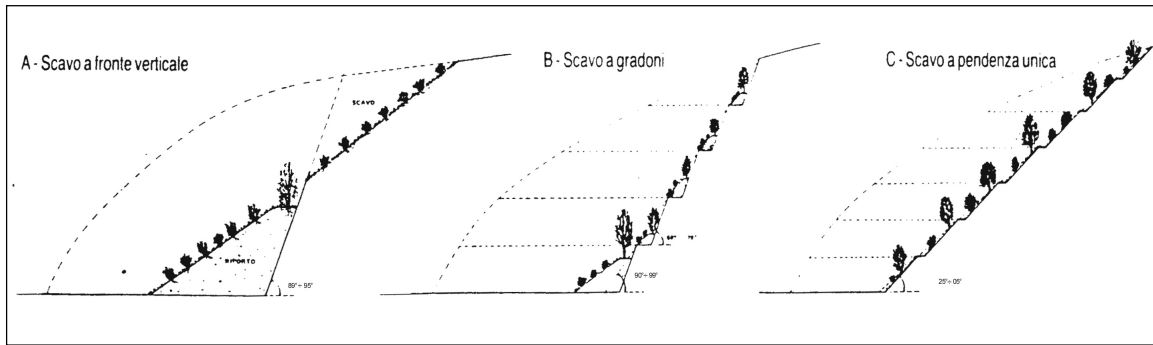
Una delle migliori strategie d'intervento per ricostruire il manto vegetale su una scarpata in roccia (Sauli, 1990) è quella di abbattere la pendenza del versante fino a 35° ÷ 40° sull'orizzontale, in modo da poter intervenire con riporti di terreno, semine e messa a dimora di arbusti. Questa tecnica è possibile sia per scarpate stradali sia per cave in roccia, impiegando come tecnica di scavo quella a pendenza unica e portando i piazzali dall'alto verso il basso, intercalando le berme di un metro (Sauli, 1990) come illustrato nella **figura 12.1**.

Queste soluzioni presentano i seguenti vantaggi:

- riutilizzo immediato dell'*humus* di scotico senza fenomeni di degrado organico e fisico dello stesso;
- economicità e semplificazione della tecnica di semina;
- la possibilità di trapianto dal selvatico di cespi di vegetazione (*ecocelle*) che innescano la successione della vegetazione verso le associazioni naturali;
- la possibilità d'intervento di copertura quasi totale con superfici in roccia nuda esposte, ridotte al minimo.

Si possono adottare anche provvedimenti di rivestimento vegetativo mediante tecniche combinate elencate di seguito:

- *riporto di terreno vegetale*: il terreno vegetale di riporto deve essere movimentato e messo in posto con particolare attenzione per non al-

Fig. 12.1 - Metodi di costruzione del manto vegetale in cava di roccia a seconda della tipologia di scavo adottata

Fonte: Sauli, 1990.

- terarne le sue proprietà fisico-idrologiche ed organiche, additivandolo anche con ammendanti e concimanti organici;
- *idrosemina* e *nero-verde*: le idrosemine vanno eseguite con collanti sintetici od organici o ancora, con semine a paglia e bitume (nero-verde), avendo cura di scegliere la specie più adatta e fresca;
 - *messa a dimora di talee*: si sfrutta la capacità di alcune specie di produrre radici e polloni per semplice inffissione di talee, ossia di rami freschi prelevati dal selvatico;
 - *rivestimento vegetativo a stuoia*: questa tecnica sfrutta l'abbinamento tra la rete zincata a doppia torsione possibilmente plasticata e la georete plasticata tridimensionale. Questa struttura viene impiegata su pendenze comprese tra i 45° ed i 55°. Prima o dopo tale operazione si effettua idrosemina con eventuale riporto di terreno vegetale. Questa struttura consente di trattenere il terreno in condizioni di potenziale dilavamento, consentendo la crescita del cotico erboso e di arbusti pionieri;
 - *rivestimento vegetativo a materasso*: si utilizzano gli stessi materiali del rivestimento vegetativo a stuoia, ma su spessori che variano dai 50 ai 100 cm con riempimento di materiale terroso additivato;
 - *rivestimento vegetativo a tasca*: la struttura è analoga alla precedente; l'unica differenza consiste nella forma della tasca del supporto che viene chiodato alla roccia e legato alla rete principale di copertura della scarpata;
 - *terre armate* o *terre rinforzate verdi*: sono costituite da terrapieni con elementi di rinforzo orizzontali, collegati a griglie metalliche frontali o ripiegati a sacca e realizzati in modo tale da consentire la crescita della vegetazione sulla superficie frontale. Sono considerate strutture di sostegno al piede di scarpate ($\geq 60^\circ$) in riporto o d'interi rilevati di mascheramento o, ancora, per rampe d'accesso molto visibili;
 - *muri cellurari* e *muri verdi*: è una tecnica che combina i muri cellurari (o alveolari), prefabbricati in calcestruzzo, entro i quali vengono inseriti arbusti. I limiti d'applicabilità sono dovuti alla possibile filtrazione dell'acqua per altezze o inclinazioni troppo elevate;

- *gabbionate*: si usano le gabbionate come sostegno al piede delle scarpate di riporto, con possibilità di rivestimento vegetativo frontale mediante impiego di geotessuti e georeti plastiche.

Dato che le possibilità di recupero ambientale in un'area estrattiva dipendono soprattutto dalla morfologia di coltivazione e dallo stato d'abbandono delle scarpate, si possono distinguere i seguenti casi:

- *coltivazioni dall'alto verso il basso a piazzale discendente con scarpate di 35° ÷ 37°*: in questo caso il recupero può essere effettuato con semplice riporto di terra vegetale e la messa a dimora di arbusti preferibilmente autoctoni; questa è una modalità di gestione delle cave in roccia abbastanza recente;
- *coltivazioni a gradoni*: sono le più frequenti e permettono diverse forme di recupero a seconda dei casi seguenti:
 - nel caso in cui il rapporto tra altezza e pedata (dei gradoni) è tale da non superare la pendenza media complessiva di 45°, è possibile:
 - § riportare su gradoni materiali inerti di scavo e, ricostruire nuove superfici di scarpata;
 - § abbattere in fase di abbandono finale, le teste di scarpa dei gradoni per riempire la parte sottostante ed ottenere l'effetto sopra citato.
 - nel caso in cui la pendenza complessiva supera i 50° ÷ 55°, gli interventi di recupero possibili sono dati da semplici riporti di terreno vegetale e messa a dimora di arbusti; si ottiene però un frammentario strato di copertura influenzato dalla morfologia e dalla pendenza dei gradoni;
 - nei casi estremi di pareti subverticali, spesso inaccessibili dall'alto le possibilità di intervento a verde sono quasi nulle; recenti interventi sperimentali come materassi vegetati hanno dato risultati circoscritti a fronte di notevoli costi di messa in opera;
- *coltivazioni a microgradoni*: questo tipo di coltivazione si può effettuare secondo le seguenti modalità (Piselli, 2001):
 - il fronte di cava sarà delimitato in alto da un piazzale, dal quale si procederà all'estra-

zione del materiale verso valle, secondo un piano suborizzontale, fino a raggiungere la quota del gradone intermedio. L'estrazione procederà per lotti successivi e comporterà la formazione, a monte, di un fronte di scavo continuo ed uniforme con pendenze comprese tra 25° - 45° , verificate le condizioni di sicurezza del fronte di scavo sia in fase d'escavazione sia di superfici finale;

- con il progredire dell'escavazione verso il basso, il fronte di scavo verrà microgradonato con pendenza dell'alzata del gradone pari a 70° (valore fisso al fine di garantire la massima uniformità nella coltivazione);
- contropendenza della pedata del gradone variabile tra 5° - 10° (in relazione all'inclinazione del versante: nel tratto più acclive (45°) la contropendenza sarà di 10° , mentre in corrispondenza della parte basale del fronte di cava (25°), sarà di 5° ;
- la larghezza della pedata varierà in relazione all'altezza imposta del gradone e delle diverse parti dell'area di cava.

Risultano proponibili interventi *antierosivi* e *stabilizzanti*:

- riporto di terra vegetale;
- idrosemina;
- messa a dimora di arbusti e alberi;
- viminate e fascinate;
- biostuoie;
- rivestimenti in reti zincate abbinati a stuoie sintetiche o in fibra vegetale.

Oppure opere combinate di consolidamento, d'impiego localizzato:

- gabbionate;
- materassi verdi;
- terre rinforzate;
- palificate vive.

Secondo Ginevra e Saralli durante la fase di progettazione, viene attualmente considerato non solo l'aspetto puramente legato all'attività estrattiva, ma soprattutto vengono presi in considerazione gli aspetti attinenti alla ricomposizione ambientale; con il passare del tempo si è verificata infatti un'inversione di tendenza, ovvero tramite le analisi agronomiche, forestali ed ambientali in genere, si esaminano precedentemente le caratteristiche del sito prima dell'intervento, per poi formulare proposte di ricomposizione ambientale in stretta sintonia con le esigenze di compatibilità dell'ambiente.

12.2 Il recupero ambientale in cave di versante

Il concetto generale che sta alla base del recupero ambientale, in qualsiasi condizione morfologica è quello di operare affinché si ottengano quelle condizioni di vita sufficienti per l'insediamento delle componenti vegetali ed animali tipiche della zona.

Uno dei primi ostacoli risulta essere la pendenza del fronte di cava, il quale deve essere mo-

dellato affinché sia possibile accumulare sulla superficie un minimo di sostanza organica, per la formazione di un substrato idoneo alla crescita e allo sviluppo delle specie vegetali "pioniere".

Per ottenere, quindi, nicchie, piazzole o gradoni, si procederà, ad esempio:

- all'impiego di materiale esplosivo in punti ben definiti;
- all'uso di escavatori;
- all'inserimento di reti metalliche o di materiale sintetico.

Aspetto importantissimo è quello relativo al drenaggio delle acque superficiali, tramite apposita rete scolante, che eviti fenomeni di ruscellamento e di erosione, responsabili di asportare terreno fertile e di provocare continui e pericolosi dissesti.

Dopo aver preparato il substrato, si procederà con il riporto in loco di uno strato di terreno vegetale (20 - 30 cm di spessore) e poi si potrà effettuare un primo inerbimento che, se le condizioni stagionali lo permettono, sarà seguito dalla messa a dimora di specie arbustive "pioniere".

Non va dimenticata per gli anni successivi all'intervento, la fase di manutenzione delle specie vegetali, con:

- concimazioni;
- irrigazioni (nei periodi più caldi);
- semina di specie erbacee;
- risarcimento delle fallanze;
- inserimento di nuove e più esigenti specie arbustive.

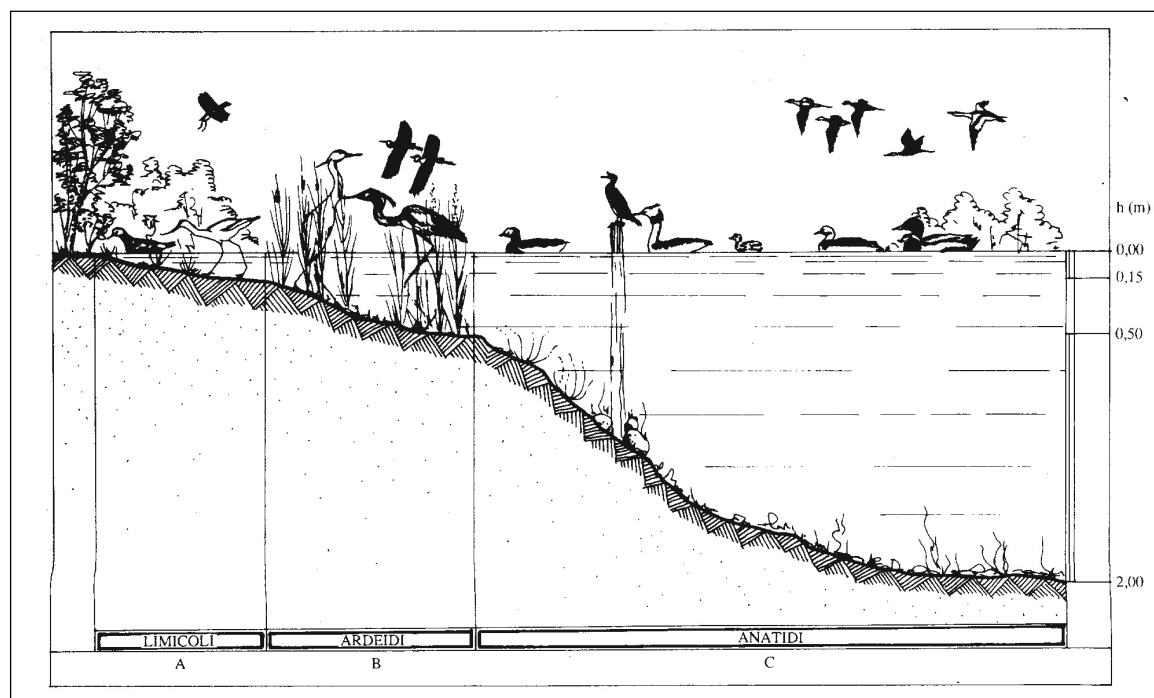
Secondo Baracco (1998) la risistemazione ambientale deve essere integrata con l'attività di escavazione e deve avvenire per fasi, al termine dell'escavazione dei lotti di intervento, dimensionati in funzione degli interventi ambientali. Operando in questo modo il terreno vegetale (*cappellaccio*) asportato dall'azione antropica, può essere riutilizzato nel lotto appena dismesso e, costituire così un prezioso substrato per l'inerbimento e la messa a dimora degli arbusti. Il terreno, se non viene subito utilizzato, deve essere stoccato in cumuli non troppo alti (< 2 m) al fine di evitare l'insorgere di alterazioni fisico-chimiche dovute alla naturale compattazione ed agli agenti naturali esterni.

Nelle cave di montagna il materiale di scarto, viene integralmente utilizzato per la ricomposizione ambientale e considerato nel ciclo di coltivazione a pari dignità del prodotto commerciale, anche se utilizzato per scopi diversi.

12.3 Il recupero ambientale in cave di pianura

Generalmente in ex cave di pianura è maggiore la potenzialità di un recupero ambientale, rispetto a quella in cave di versante, per la morfologia stessa del territorio e la conseguente facilità di raggiungere le zone di sistemazione a verde.

Fig. 12.2 Correlazione tra il livello dell'acqua e la presenza di avifauna



Una delle tipologie di recupero più frequente in zone pianeggianti sotto falda è quella della creazione di un'area umida, con sponde diversamente modellate, con pareti da verticali ad argini dolcemente degradanti verso lo specchio d'acqua. Infatti, una differenza di profondità del livello d'acqua consente o limita la presenza di certe specie di avifauna (fig. 12.2). Inoltre, le sponde ripide possono essere utilizzate da alcune specie di uccelli (martin pescatore, gruccione, topino), come siti di riproduzione. Analoghe considerazioni possono essere fatte anche per la vegetazione: questa sarà più ricca e variegata se la morfologia del terreno non è uniforme. Ad esempio:

- le ninfee gradiscono acque profonde (2 ÷ 3 m);
- i canneti crescono in condizioni di acque più basse (30 ÷ 80 cm);
- sulle sponde si sviluppano bene le siepi ed i boschetti ripariali che costituiscono un elemento fondamentale per ricreare una zona non solo a scopo naturalistico, ma anche ricreativo.

Anche la forma del bacino che si ottiene dalla ex cava è fondamentale per la buona riuscita del recupero. Si eviteranno così forme troppo rigide e geometriche, privilegiando irregolarità e sinuosità del perimetro di bacino stesso.

Un altro fattore da considerare è la dimensione della zona umida, in quanto al di sotto di una determinata estensione, le diverse specie non possono colonizzare; ad esempio:

- limicoli, trampolieri, anatidi: necessitano di almeno 1 ÷ 2 ha di superficie naturale indisturbata da centri ricreativi, turistici o sportivi;
 - ittiofauna: necessitano di almeno 0,2 ÷ 0,3 ha.
- Un ultimo - ma non meno importante - aspet-

to riguarda il giusto bilancio idrico all'interno dell'ecosistema, che consente di ridurre al minimo i fenomeni d'interramento, di prosciugamento e di eutrofizzazione.

Per le cave di ghiaia sopra falda in pianura, in genere, data la notevole quantità di materiale estratto, rispetto alla limitata quantità di materiale di scarto, il sito viene ripristinato generalmente all'uso precedente alla coltivazione e, a volte, con il riempimento di rifiuti (RSU, inerti, ecc.) ed utilizzato come discarica, che in un secondo tempo può essere soggetto a ricomposizione ambientale (aree sportive, zone ricreative, agricole, ecc.).

12.4 Siti degradati in ambito provinciale

Per quanto riguarda i siti degradati si può dire che essi sono legati a diverse attività antropiche ad elevato impatto ambientale tali da determinare un'"alterazione" dell'assetto territoriale od a causa di modificazioni morfologiche (scavi, sbancamenti o riporti) od a causa del rischio di inquinamento del suolo o del sottosuolo.

Tra queste attività si possono annoverare principalmente quelle legate all'attività estrattiva e quelle legate allo smaltimento dei prodotti dell'attività antropica.

Per quanto riguarda l'estrazione di materiali (argilla, sabbia, ghiaia, calcare, ecc.) si può differenziare, per le diverse condizioni geomorfologiche del sito ma anche per le diverse problematiche di coltivazione e quindi di riambientamento, l'attività estrattiva in siti posti all'interno delle aree vallive (in prossimità o direttamente nell'alveo dei corsi d'acqua op-

pure nella piana circostante) dall'attività estrattiva che interessa aree di versante (nei settori montani o collinari).

La morfologia originaria del sito estrattivo condiziona la metodologia di coltivazione e quindi la morfologia che il sito viene ad assumere durante le varie fasi della coltivazione o che ha assunto a fine coltivazione se l'estrazione non ha previsto interventi specifici volti alla riambientazione.

Si possono così individuare, cave caratterizzate da un profilo a gradoni, di varia altezza e pedata, anche in funzione dei parametri geomeccanici del litotipo estratto, cave a fossa con profilo vario che possono essere anche sede di bacini lacustri, a causa della intercettazione di falde acquifere o di limitata infiltrazione delle acque meteoriche, cave in alveo che, essendo ubicate all'interno dell'alveo attuale o comunque del *talweg* del corso d'acqua per permettere l'asportazione dei depositi fluviali, determinano modificazioni dell'alveo stesso e cambiamenti rilevanti della dinamica fluviale del corso d'acqua.

Per quanto riguarda gli smaltimenti legati ai prodotti dell'attività antropica, si possono differenziare alcune situazioni tra le quali smaltimenti di acque reflue (depurazione, fitodepurazione, evapotraspirazione), lo stoccaggio dei rifiuti solidi urbani (discariche di RSU), lo stoccaggio di inerti (discariche di inerti), anche in questo caso la morfologia del sito e la tipologia di smaltimento-stoccaggio determinano un diverso impatto sul territorio circostante e differenti problematiche di bonifica-riambientazione dell'area.

Con riferimento all'ambito provinciale possiamo definire alcune "situazioni geologiche e geomorfologiche tipo", nelle quali l'utilizzo di tecniche di Ingegneria Naturalistica può contribuire sia alla stabilizzazione dei siti che alla mitigazione dell'impatto delle opere.

Tali situazioni-tipo possono essere schematicamente così riassunte:

- *Cava di versante in litotipi competenti.*

La condizione si ritrova nelle aree in cui sono presenti in affioramento litotipi quali calcari e calcari marnosi, marne, piroclastiti, travertini o conglomerati cementati, variamente utilizzati nell'edilizia.

Dal punto di vista geologico, se le modalità di coltivazione non hanno rispettato le caratteristiche geomeccaniche dei terreni, possono essere presenti fenomeni di instabilità di parti del fronte, aree caratterizzate da erosione accelerata concentrata, un'elevata infiltrazione delle acque meteoriche, con la possibilità quindi di innesco di eventi di crollo di porzioni rocciose nonché della potenzialità di infiltrazione di sostanze inquinanti sino alla falda acquifera.

Tali siti sono generalmente vistosi tagli lungo i versanti spesso boscati delle aree collinari o montane, costituendo, dal punto di vista paesaggistico, una profonda "ferita" difficilmente sanabile; inoltre, durante la fase di col-

tivazione e di trasporto del materiale cavato esistono problematiche ambientali legate al rumore ed alla creazione di polveri.

Questa situazione di sito degradato, diventa un problema ambientale se le sua riambientazione viene prevista a ciclo di coltivazione ultimato (cava dismessa) in quanto l'assetto finale potrebbe avere precluso la possibilità di un recupero efficace, oltre a determinare costi elevati per la collettività; si ritiene invece che un piano di coltivazione che preveda anche fasi di riambientamento, permetta di raggiungere un risultato più efficace.

In tali casi è opportuno prevedere dei ripristini in modo da "movimentare" i fronti di cava, tendendo ad ottenere dei pendii il più possibile naturali, con la ricostituzione di aree vegetate che consentano la formazione del suolo e lo proteggano dal dilavamento.

- *Cava di versante in litotipi granulari, più o meno fini, sciolti o scarsamente coesivi.*

La condizione si ritrova nelle aree in cui sono presenti in affioramento litotipi quali sabbie, argille, limi e ghiaie, materiali variamente utilizzati nell'edilizia.

Dal punto di vista geologico, se le modalità di coltivazione non hanno rispettato le caratteristiche geomeccaniche dei terreni, sono maggiormente frequenti i fenomeni di instabilità e di dissesto di porzioni del versante, localmente si possono determinare fenomeni di erosione accelerata diffusa o concentrata.

Le problematiche ambientali sono analoghe al caso precedente, anche se la maggiore trasformabilità dei fronti di cava dovuta alla natura granulare non litoide dei terreni può facilitare il rimodellamento e favorire anche uno spontaneo attecchimento delle specie vegetali.

In tale situazione è bene prevedere dei ripristini in modo da "armonizzare" i fronti di cava, tendendo ad ottenere delle pendenze compatibili con quelle dei pendii naturali, la costituzione di diffuse aree vegetate, arboree, erbacee ed arbustive, che proteggano il terreno dal dilavamento ed una regimentazione delle acque di scorrimento superficiale.

- *Cava di pianura in litotipi granulari, più o meno fini, sciolti o scarsamente coesivi, a fossa od in alveo.*

La condizione si ritrova nelle aree in cui sono presenti in affioramento litotipi quali sabbie, argille, limi e ghiaie, variamente utilizzati nell'edilizia.

Dal punto di vista geologico, se le modalità di coltivazione non hanno rispettato le caratteristiche geomeccaniche dei terreni, possono essere presenti fenomeni di instabilità di parti del fronte, aree caratterizzate da erosione accelerata sia concentrata che areale, lungo i fianchi di coltivazione.

Questa tipologia di cava, per la sua ubicazione in aree pianeggianti di fondovalle, ha una maggiore probabilità di trovarsi in prossimità della superficie piezometrica di falde libere, situazione che può determinare un'elevata

potenzialità di infiltrazione di sostanze inquinanti che potrebbero contaminare la falda acquifera.

Inoltre, l'uso della tecnica del tombamento a fine coltivazione, effettuato con materiale di diversa granulometria (generalmente più fine) provoca una modificazione della circolazione idrica sotterranea.

Nel caso di escavazioni in alveo, l'asportazione di materiale deposto, può determinare un aumento dell'erosione di fondo o di sponda, variazioni di modalità e velocità di deflusso e principalmente un aumento della capacità erosiva del corso d'acqua, tratto di a monte delle zone di escavazione.

Dal punto di vista paesistico-ambientale, la coltivazione in alveo determina la formazione di anse ed allargamenti degli alvei con la creazione di aree depresse che alterano il naturale assetto paesistico delle aree golenali, non ultima la distruzione della vegetazione ripariale; così come la coltivazione di cave a fossa, con l'eventuale formazione di bacini lacustri nel caso di intercettazione di falde acquifere può creare microclimi umidi ed evidenziare problematiche legate alle sponde.

In queste situazioni vi è la possibilità di utilizzare tecniche di rinaturalizzazione, che consentano al termine dell'attività estrattiva, di recuperare l'area come una interessante zona umida ricca di specie vegetali ed animali.

- *Discariche con geometria a rilevato.*

Nello stoccaggio dei materiali inerti di risulta (lavorazioni varie, scavi, demolizioni di manufatti, ecc.) o dei RSU, l'accumulo del materiale è realizzato, tendenzialmente a strati, sovrapposti od affiancati, con forma di rilevato, isolato od appoggiato ad una superficie inclinata preesistente (pendio naturale o piano coltivazione di cava) la cui scarpa presenta pendenze generalmente medio-alte.

Dal punto di vista geologico, se le modalità di messa in posto, rullaggio e compattazione del materiale non rispetta le caratteristiche geomeccaniche del materiale, possono essere presenti fenomeni di instabilità di parti del rilevato nonché aree caratterizzate da erosione accelerata, sia concentrata che areale, aggravati dalla presenza del percolato di dilavamento dei materiali stoccati.

Da un punto di vista paesistico, si ha la creazione di piccole brulle colline difformi rispetto al resto del paesaggio, generalmente agrario.

In queste situazioni vi è la possibilità mediante l'utilizzo di tecniche di Ingegneria Naturalistica di stabilizzare i fianchi dei depositi,

diminuire l'infiltrazione ed il ruscellamento delle acque meteoriche nonché, mediante lo sviluppo delle specie vegetali, favorire un migliore inserimento del deposito stesso nell'area circostante.

- *Bacini per la fitodepurazione di acque reflue o per la decantazione di acque ricche sospensioni.*

Tali impianti vengono spesso a trovarsi in prossimità degli abitati e delle zone produttive.

Per i bacini di fitodepurazione o di decantazione, si hanno sponde di altezza limitata e le problematiche idrogeologiche sono limitate alla stabilità delle sponde che può determinare fuoriuscite lente di acque, anche con in soluzione-sospensione vari tipi di sostanze, ed all'erosione delle sponde a causa della variazione di livello delle acque. Vi è la possibilità di utilizzare le tecniche di Ingegneria naturalistica per lo sviluppo delle specie vegetali, così da favorire un miglior inserimento del bacino stesso nell'area circostante.

Bibliografia



AA.VV., 1993

Manuale tecnico di Ingegneria Naturalistica, Regione Emilia Romagna - Regione Veneto, Tipografia Zanini, Bologna.

AA.VV., 1994.

Tecniche di Ingegneria Naturalistica di uso frequente nelle sistemazioni di cave: progettazione ed esecuzione in Regione Veneto - Dipartimento Foreste, *Corso di formazione professionale in Ingegneria Naturalistica*, atti, Tipografia Piave, Belluno.

Baracco R., 1998

Le attività di recupero ambientale nel Piano Regionale delle attività estrattive della Regione Toscana, Regione Toscana, Ferrara, 6 aprile.

Ginevra M., Saralli M., s.d.

Esempi di recupero ambientale in aree di cava nella Regione Veneto, Regione Veneto.

Sauli G., 1990

Costruzioni a verde verticale, atti del convegno d'Ingegneria Naturalistica, in "Acer" n. 6.

Schiechl H.M., Sauli G., 1989

Nuove tecniche di bioingegneria nei ripristini di cave e miniere, in "Suolosottosuolo", Congresso internazionale di Geingegneria, Torino.