

**REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA**  
**DIPARTIMENTO TERRITORIO ED AMBIENTE**  
**DIREZIONE AMBIENTE**  
**SERVIZIO CAVE MINIERE E SORGENTI**



**VERIFICA ED AGGIORNAMENTO TRIENNALE DEL  
PIANO REGIONALE DELLE ATTIVITA' ESTRATTIVE**

**TIPOLOGIE PRINCIPALI DI COLTIVAZIONE**

**Edizione 2012**



## TIPOLOGIE DI COLTIVAZIONE

### 1. PREMESSA

Il termine coltivazione significa l'asportazione di una massa mineralizzata dalla sua sede originaria e le operazioni tecniche atte a trasformarla in un prodotto utilizzabile dal mercato. Pertanto l'azione, propriamente mineraria, si estende dalla ricerca del bene o risorsa fino al trattamento per renderla disponibile con le caratteristiche di qualità richieste dagli utilizzatori.

Il problema della scelta del metodo di coltivazione più idoneo si impone già al momento della scoperta del giacimento e, man mano che si mettono in conto tutti gli altri elementi acquisiti, per iterazioni successive, forma compiuta e definitiva. Infatti il progetto di coltivazione è condizionato: dall'ubicazione del giacimento rispetto alla superficie topografica ed alla morfologia di questa; dal valore del minerale prodotto; dalla geometria e dimensioni della formazione utile; dalle caratteristiche geomeccaniche della massa mineralizzata e delle rocce o terreni sterili che la racchiudono; dall'area geografica e quindi dalla disponibilità di manodopera qualificata, di attrezzature, di macchine ed impianti; dalla rete di trasporti.

Le metodologie o metodi di coltivazione sono legati anche a: le tecniche applicate per l'abbattimento (con o senza esplosivi); la movimentazione ed asporto del tout venant (mezzi semoventi, nastri trasportatori, pozzi d'estrazione, dumpers, ecc.); i servizi (tipo di forza motrice utilizzata, smaltimento o eduazione delle acque, ventilazione, ecc.); infine, specie per le attività in sotterraneo, alle caratteristiche dell'ambiente di lavoro.

In funzione della distanza tra il giacimento e la superficie topografica, le coltivazioni sono a giorno (giacimenti superficiali) o in sotterraneo.

Va sottolineato che gli schemi tipo di coltivazione debbono essere, di volta in volta, modificati ed adeguati alle particolari caratteristiche che ogni giacimento presenta e che sono sempre irripetibili. Molte volte, il metodo di coltivazione adottato può derivare da un compromesso tra i diversi schemi proposti dalla letteratura specialistica; ma esso può anche variare, in uno stesso giacimento, col progredire della coltivazione, venendo a mutare i fattori che condizionano lo scavo.



## 2. COLTIVAZIONE A CIELO APERTO

Le coltivazioni a cielo aperto vengono applicate quando i giacimenti, orizzontali o poco inclinati, di minerali o di rocce utili sono affioranti oppure ricoperti da alluvioni, sedimenti o coltri di rocce di spessori tali da permettere la rimozione a costi accettabili, nell'ottica della redditività gestionale. Anche giacimenti subverticali o molto inclinati possono essere coltivati a cielo aperto nella loro parte più prossima alla superficie.

I fattori che possono far propendere per una coltivazione a cielo aperto sono:

- una più dettagliata conoscenza, a costi minori, delle zone coltivabili in seno al corpo mineralizzato;
- la non necessità di scavare costose vie di accesso, di collegamento e di servizio sotterranee (pozzi, forneli, gallerie, rampe, discenderie);
- possibilità di abbattimenti più selettivi oppure di cernita in cantiere prima di inviare il prodotto agli impianti;
- sorveglianza più diretta e facile delle lavorazioni;
- riduzione dei costi per eliminazione delle spese fisse che gravano sulle coltivazioni in sotterraneo (eduazione delle acque, ventilazione, armamenti, ecc.) e per la possibilità di sfruttare fronti elementari di grandi dimensioni;
- maggiore facilità di sospensione e ripresa dei lavori.

Gli svantaggi sono:

- minor numero di giornate lavorative annuali, a causa degli agenti atmosferici;
- costi maggiori per oneri di acquisto dei terreni;
- costi maggiori per le opere di risistemazione e ricomposizione ambientale;
- maggiore impatto ambientale da un punto di vista sia paesaggistico che d'inquinamento: acustico (sparo mine, grosse macchine in movimento); polveri; vibrazioni (sparo mine) ecc.

Per le coltivazioni a giorno occorre definire quanto più esattamente possibile la forma e le dimensioni della porzione di giacimento che si intende asportare ed in particolare:

*a) Caratteristiche geologiche e geomeccaniche:*

- giacitura del giacimento (suborizzontale, subverticale, inclinato, massivo);
- struttura e tessitura della roccia (omogenea, isotropa, anisotropa);



- caratteristiche delle eventuali rocce "sterili" di contatto (micro o macrocristallina, ecc.);
- caratteristiche strutturali dell'ammasso (stratiforme, fratturato, caratteristiche dello stato di fratturazione);
- caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso;
- dimensioni dei blocchi ottenibili;
- volume globale estraibile.

*b) Proprietà tecniche dei materiali rocciosi:*

- grado di compattezza;
- permeabilità;
- imbibizione;
- durezza (prove di microdurezza);
- resistenza al logoramento ed all'usura;
- durevolezza;
- gelività;
- dilatabilità;
- resistenza agli agenti chimici;
- caratteristiche meccaniche (resistenza a compressione, trazione e flessione; modulo elastico; ecc.);
- caratteristiche cromatiche e di pigmentazione;
- lavorabilità.



In dipendenza della geomorfologia i metodi di coltivazione possono essere classificati secondo lo schema seguente:

cave di monte:	pedemontana a mezza costa culminali
cave di pianura:	in fossa in depressioni

## 2.1 Coltivazioni di Monte

Interessano i rilievi e sono caratterizzate da una accentuata evidenza, sia a causa del disegno di scavo sia per la posizione generalmente a quota più elevata rispetto al contesto antropico circostante.

Richiedono generalmente piste di accesso ai cantieri e strade di servizio, che intaccano le pendici del rilievo con sbancamenti i quali, anche se di limitate dimensioni, risultano deturpanti. A variare la configurazione originaria del sito contribuisce la creazione di discariche e delle eventuali opere di sostegno in prossimità dei lavori.

L'appartenenza ad una delle tre categorie elencate è determinata dalla posizione dello scavo rispetto alle pendici del rilievo. Le pedemontane sono situate alla sua base; quelle di mezza costa, in una posizione intermedia e le ultime, culminali, in prossimità della vetta.

Il piazzale delle pedemontane così come la viabilità di cantiere sono posti in pianura, mentre le piste di servizio sono inserite nel contesto dello scavo e quindi lungo le falde. La visibilità degli scavi minerari dipende dalle loro dimensioni, dalle quote che essi raggiungono e dalla pendenza delle falde, ma rispetto alle altre due categorie è più facile mascherarli con gli elementi naturali presenti nel paesaggio. L'ubicazione di queste (quasi pianura) dovrebbe richiamare l'attenzione del progettista verso i problemi di stabilità dei versanti e di idrogeologia.

Negli scavi a mezza costa, i cui fronti di abbattimento sovrastano il piazzale ed il territorio prospiciente, il metodo dipende dalla collocazione e dalla morfologia dell'altura. L'impatto paesaggistico risulta in genere assai elevato, tuttavia la collocazione lungo pendii ed inclinazioni decrescenti, con il proseguire della quota, può diminuire od annullare l'estensione dei fronti a vista. All'uopo ben si presta una analisi mediante diagramma polare d'impatto che fornisce elementi sulla visibilità reale (Fig. 1).

Per l'occultamento od il mascheramento dei fronti di lavorazione possono essere lasciate delle quinte o pareti rocciose di schermo (Fig. 2) od essere costruiti argini artificiali (Fig. 3).

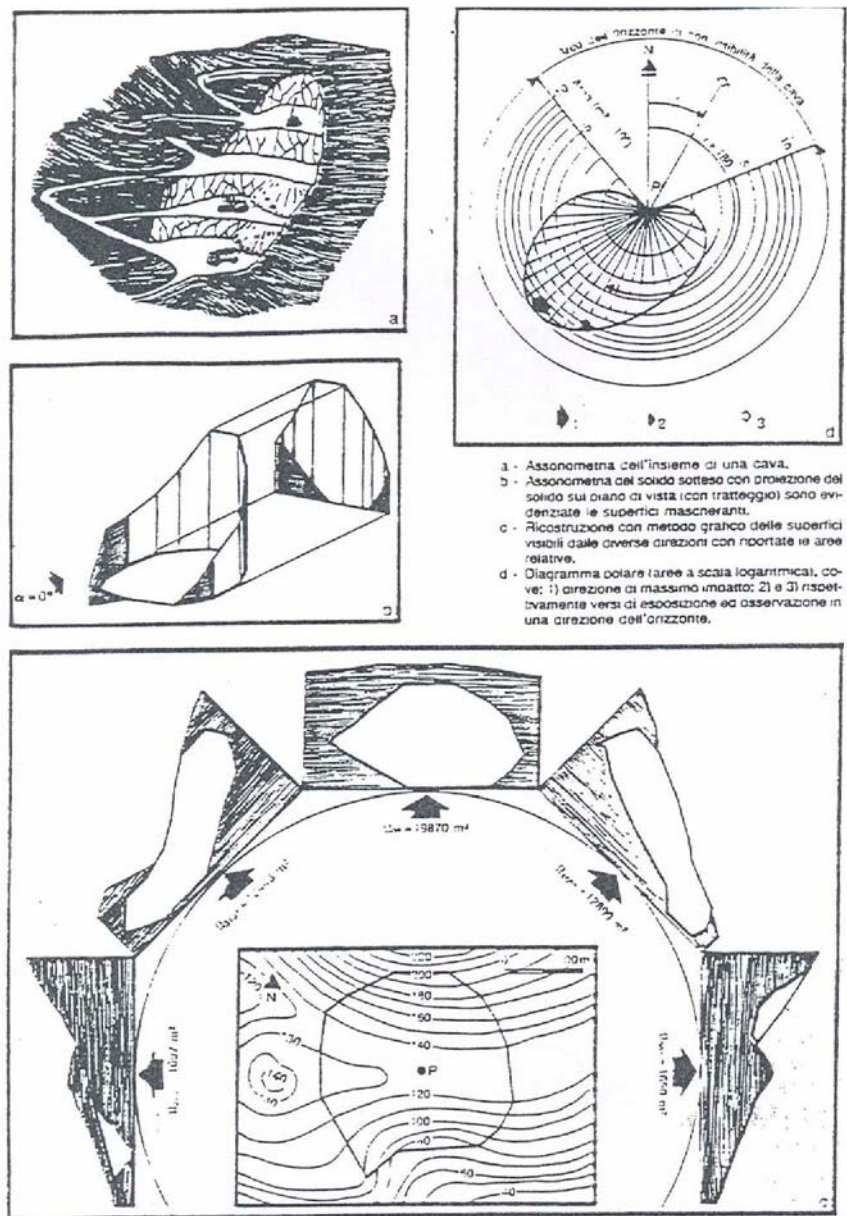


Fig. 1 Impatto di una coltivazione a cielo aperto sul paesaggio

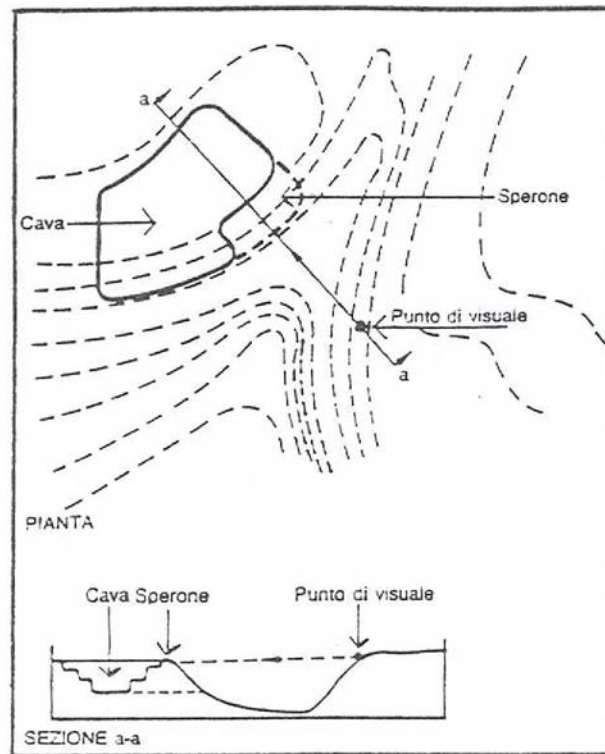


FIGURA 2 PIANTA E SEZIONE DI UNA CAVA CON LA PREVISIONE DI UNO SPERONE PARAVISTA



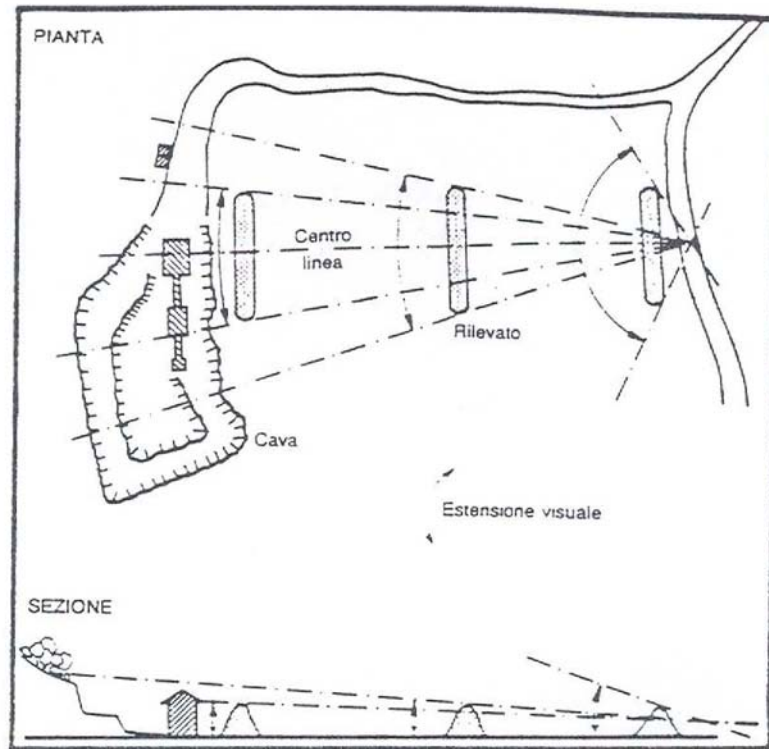


Fig. 3 Schermatura ottica di una cava e dei relativi impianti



Le opere di schermatura sono anche utili per la protezione contro l'inquinamento acustico e da polveri e per protezione da eventuale proiezione di materiale conseguente lo sparo mine.

Le piste di accesso al cantiere minerario e quelle di servizio, importanti ed onerose, nonché le discariche aggravano il degrado e la coltivazione può risultare vincolata ad un metodo che prevede lo sviluppo verticale dei lavori.

Le cave culminali sono poco frequenti ma inducono una profonda modificazione della linea d'orizzonte e sono certamente le più in vista, tanto che i problemi di impatto illustrati precedentemente risultano aggravati. Opportuni metodi (ad esempio quello per splatemento) permettono di diminuire o mantenere costante il livello di visibilità degli scavi durante la coltivazione; la successiva bonifica, dovrebbe essere realizzata rimodellando l'area scavata in modo da seguire, per quanto possibile, l'andamento morfologico della linea d'orizzonte originaria.



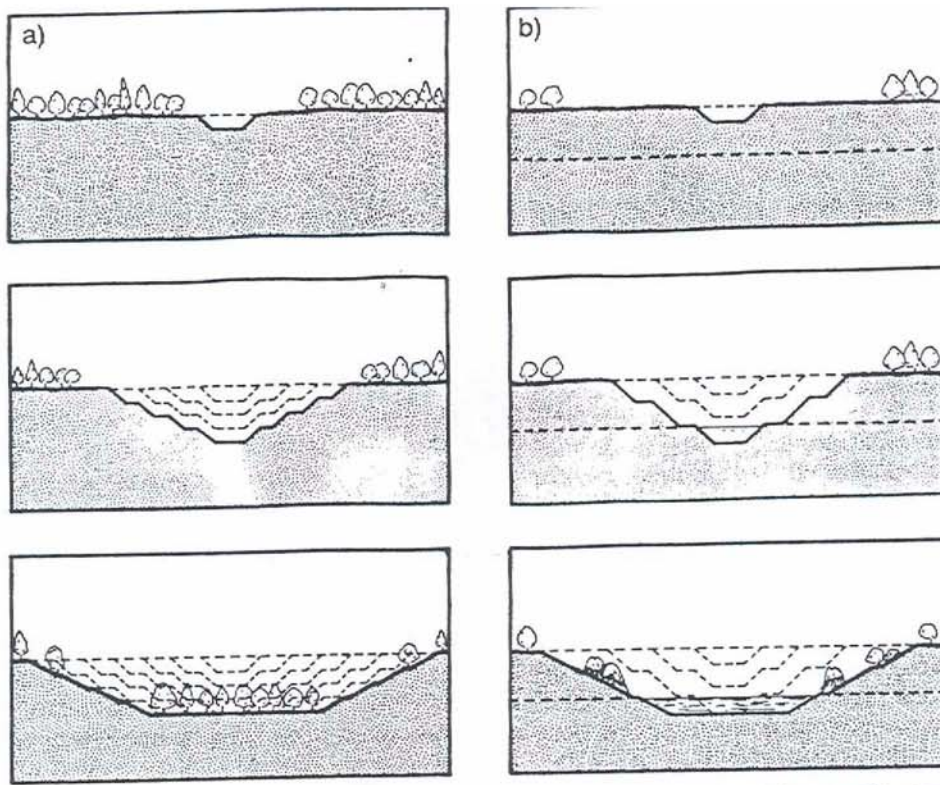
## 2.2 Coltivazioni di Pianura

Le attività di coltivazione sono di pianura se la morfologia pianeggiante è notevolmente più estesa del cantiere d'estrazione ed i lavori si sviluppano a quote che sono inferiori a tutti gli spigoli che delimitano il perimetro di scavo. Agli osservatori in pianura il paesaggio non risulta mutato, mentre è sufficiente guardare da un leggero innalzamento del terreno per percepire l'entità dell'impatto, peraltro facilmente mascherabile con quinte opportunamente dimensionate ed idonee direzioni di avanzamento dei fronti.

Più grave è invece l'impatto per interazione tra scavo ed acquiferi che modifica la geometria di falda (se vi è eduazione) ed eventualmente comporta la presenza di specchi d'acqua stagnante. Si deve far rilevare che, al contrario di quanto facilmente si potrebbe dedurre, la coltivazione di rocce o terreni non comporta l'inquinamento delle falde.

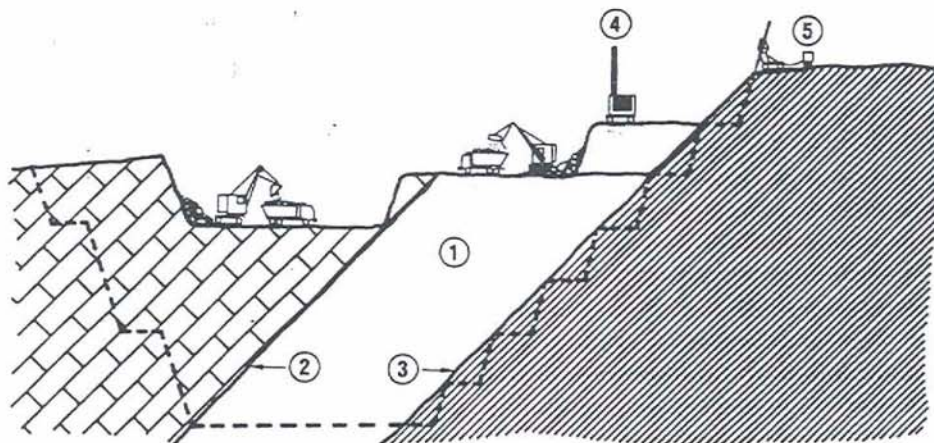
La coltivazione a fossa, adottabile per giacimenti di materiali sciolti o poco coerenti e per materiali lapidei coerenti, è più conveniente nelle aree pianeggianti (Fig. 4).

Il metodo è adottato anche per le cave ove gli strati mineralizzati sono inclinati ed hanno notevole potenza (Fig. 5)



Legenda: a) Coltivazione con assenza di falda idrica. - b) Coltivazione con presenza della falda idrica e sua utilizzazione.

Fig. 4 – Coltivazione a fossa



Legenda: 1. Giacimento. - 2. Tetto. - 3. Letto. - 4. Rotary drill. - 5. Wagon drill.

Fig. 5 – Coltivazione a fossa di un giacimento inclinato



La coltivazione inizia realizzando una trincea, profonda quanto l'altezza dei gradini previsti, e procede con il suo allargamento mantenendo intatta la strada o rampa di accesso. Si eseguono poi, in modo analogo, uno o più ribassi coincidenti con le quote dei successivi gradini, in relazione allo spessore del giacimento da coltivare.

E' buona norma mantenere la coltivazione al di sopra delle falde per evitare il formarsi di zone paludose e di interferire con il regime delle acque sotterranee. In caso contrario si potrà scavare anche sotto falda, dopo uno specifico studio idrogeologico sui rischi di inquinamento da azioni esterne all'attività di coltivazione.

La falda deve rimanere a giorno solo per il tempo necessario al definitivo riempimento dello scavo con materiali inerti (scarti di cava) oppure fino al termine dell'impermeabilizzazione del fondo e dei fianchi con materiali (argille, argille limose, ecc.) aventi permeabilità più basse di  $10^{-666}$  cm/s.

Quando si vuole utilizzare gli invasi per scopi idrici e sociali, non sono necessarie le opere di impermeabilizzazione che sono fondamentali se l'area coltivata si presta ad essere utilizzata quale discarica controllata per rifiuti solidi; in questo caso il suo ripristino viene realizzato alla fine dei lavori.



Con riferimento ai metodi di scavo, alle tecniche impiegate ed ai materiali estratti si individuano i seguenti principali metodi:

<b><u>Coltivazione per escavazione e abbattimento</u></b>		
<b><i>Gradoni</i></b>	platee orizzontali	■ gradone unico
		■ gradoni multipli
	fette verticali	■ splateamento su gradone unico
		■ splateamento su più gradoni
<b><i>Platee</i></b>	platee orizzontali	■ trince discendenti
		■ passate discendenti
	fette verticali	■ trince discendenti
		■ passate discendenti
<b><u>Coltivazione per taglio</u></b>		
<b><i>Rocce ornamentali</i></b>	grandi bancate gradino basso	
<b><i>Blocchetti e cunei</i></b>	pannelli	

Il metodo a gradone unico o fronte unica è utilizzato per la coltivazione di uno strato di minerale o di roccia sub-orizzontale o sub-parallelo all'assetto topografico locale, affiorante o quasi, così da avere un fronte unico di attacco e di abbattimento (Fig. 6).

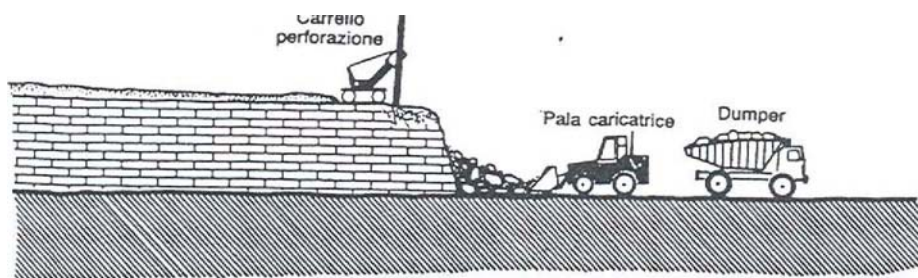


Fig. 6 – Coltivazione a cielo aperto a fronte unico

Esso viene usato anche per la coltivazione di una fetta di "roccia utile" compresa in un grande ammasso sub-orizzontale o concordante con la morfologia del terreno. Negli scavi di monte, induce un impatto medio-basso poiché è modesta l'area in vista ed è costante l'evoluzione degli scavi. E' facile mascherare il cantiere con una quinta rocciosa e la bonifica delle scarpate è tanto meno difficile ed onerosa quanto più elevata è la produzione.

Se lo sviluppo orizzontale del fronte di coltivazione è molto esteso, la restituzione può essere effettuata in stretta connessione con l'avanzamento dei fronti di scavo.

La coltivazione per gradoni multipli è adatta sia per le piccole che per grandi produzioni. Si applica ai giacimenti di materiali litoidi e, se le condizioni di stabilità dei fronti di scavo lo permettono, consente di mantenere elevata l'altezza dei gradoni riducendo, a parità di volume estratto, la superficie orizzontale di coltivazione (Fig. 7 a, b). L'altezza e la pedata di ciascun gradone vanno dimensionate in relazione alla natura del materiale, alle caratteristiche dei mezzi impiegati, alle condizioni di sicurezza, alla redditività ed al progetto di ripristino. Il metodo è idoneo anche: per la coltivazione di giacimenti terrazzati di materiali sciolti o poco coerenti quando, al progressivo avanzamento della fronte, non corrisponde un sensibile aumento della sua altezza; per la coltivazione selettiva di mineralizzazioni intercalate da strati sterili (Fig. 7c).

La particolare giacitura della mineralizzazione permette il rimodellamento, delle aree scavate, contemporaneamente all'estrazione del minerale. Nelle coltivazioni di monte l'impatto è elevato poiché la risistemazione ed il recupero delle aree può essere eseguita solo a coltivazione ultimata; nell'esempio della Fig. 7 a, per mancanza di sterili, la risistemazione è effettuata direttamente sulle fronti e sulle pedate d'abbattimento, mentre nel caso della Fig. 7 b, la notevole quantità di scarti è utilizzata per un rimodellamento della superficie di abbandono. Le pedate del primo esempio, realizzate con pendenze per evitare possibili ristagni d'acqua, sono ricoperte da



uno strato di terreno vegetale, di spessore sufficiente per la messa a dimora dei vegetali più idonei al recupero ambientale. Nel secondo caso il rinverdimento e la piantatura di essenze ha luogo sui materiali di riporto. Durante le fasi di coltivazione deve essere posta la massima cura nell'accantonare il terreno vegetale di copertura rimosso, indispensabile nelle successive operazioni di risistemazione.

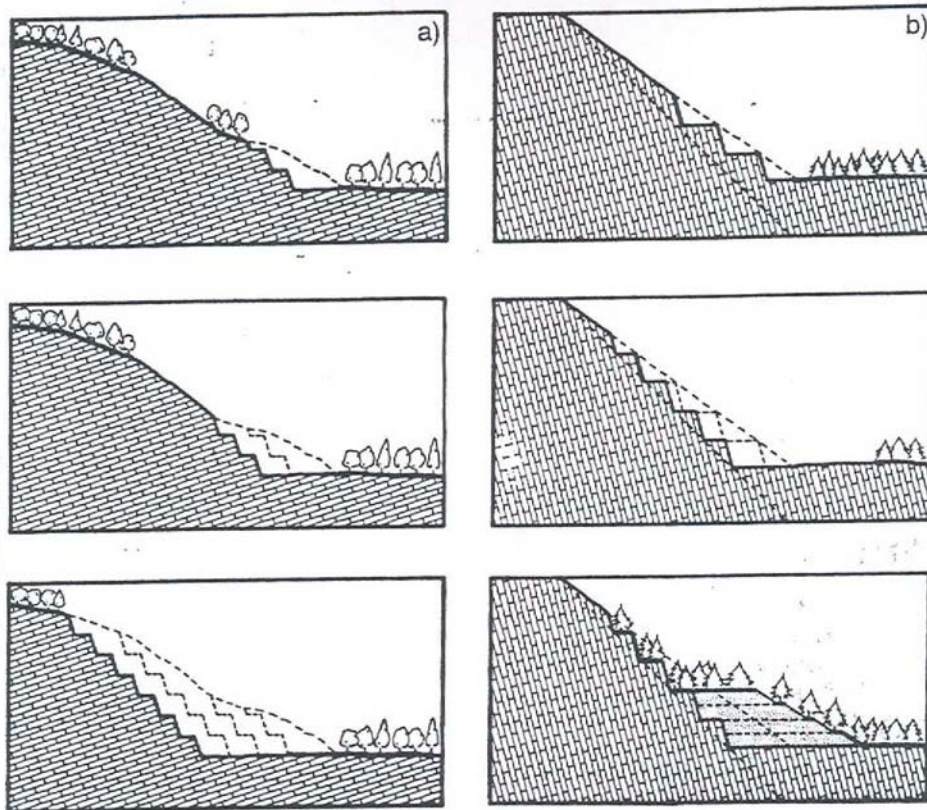


Fig. 7 – Coltivazione a gradoni  
a – Senza formazioni di scarti o sterili  
b – Con formazioni di scarti o sterili da utilizzare per le opere di sistemazione



Nelle coltivazioni per splateamento su gradone unico il progetto suddivide il giacimento in platee o settori orizzontali ma, in questo caso, esse sono asportate in sequenza una alla volta. Nelle cave di monte è tra i metodi che producono il minor impatto, poiché l'asportazione è eseguita platea dopo platea, a partire dall'alto, raggiungendo la parete finale dello scavo al termine o durante la coltivazione di ogni platea e quindi il restauro può essere messo in atto seguendo gli scavi (Fig. 8 a).

Qualora la coltivazione riguardi conoidi di deiezione sensibilmente inclinati, falde detritiche addossate a pareti rocciose o mineralizzazioni delimitate da faglie, si può procedere all'asportazione del materiale fino al contatto con la parete ed il ripristino ha luogo solo in corrispondenza dell'ultimo piazzale al termine della coltivazione (Fig. 8 b).

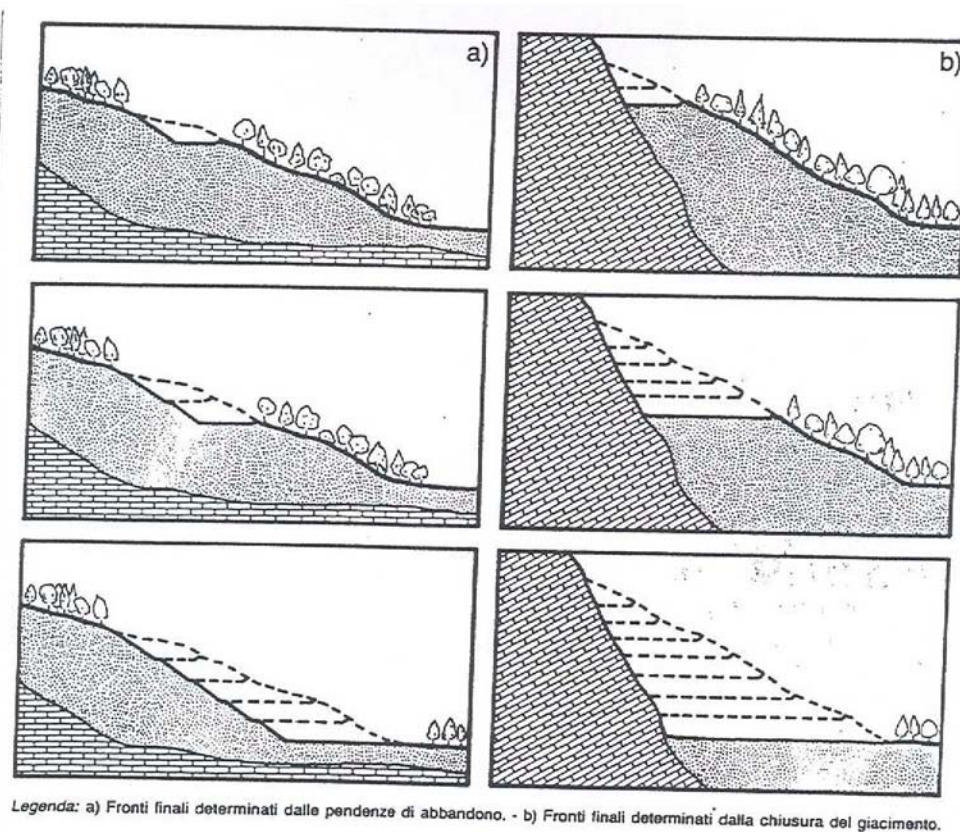


Fig. 8 – Metodo di coltivazione con splateamento su più gradoni



Quando le platee sono molto estese, è conveniente lasciare una quinta rocciosa di mascheramento, da rimuovere una volta terminato lo scavo della platea e completata la bonifica della scarpata corrispondente. Al termine della coltivazione del giacimento non resta che recuperare al paesaggio l'ultimo piazzale. E' opportuno che le pedate in cui rimane suddivisa la scarpata finale (relativa a ciascuna platea) vengano realizzate in leggera contropendenza, per ridurre i fenomeni di ruscellamento e le erosioni ed a garanzia di un idoneo deflusso delle acque del pendio ricostituito. Con platee di altezza notevole è consigliabile asportare il materiale con trincee trasversali in modo da permettere il progressivo ripristino della scarpata finale.

Il metodo si presta non solo per giacimenti di materiali sciolti o poco coerenti, scavabili con mezzi meccanici, ma anche per giacimenti di materiali lapidei, coltivabili con l'ausilio di esplosivo. Esso è consigliabile, ovunque sia possibile, poiché con il corretto dimensionamento delle platee risulta costante il controllo sulla stabilità dei fronti di scavo e del versante che li sormonta ed è possibile rimediare, nelle platee successive, ad eventuali imprevisti.

Lo splateamento su più gradoni contemporanei viene adottato quando prevale lo sviluppo orizzontale del giacimento, asportato contemporaneamente con più platee sovrapposte. Negli scavi di monte promuove un impatto di media entità, mentre in pianura questo è molto elevato per le ampie superfici destinate ai piazzali. Analogamente a quanto illustrato nel metodo precedente, la bonifica può essere realizzata al termine della coltivazione di ogni platea oppure di un lotto di questa.

I metodi che prevedono la suddivisione ideale del giacimento in fette verticali e la coltivazione di ciascuna con trincee discendenti, asportando la mineralizzazione dall'alto verso il basso, inducono un impatto sul paesaggio elevato, quando interessano i versanti di un rilievo. Infatti gli scavi di coltivazione e di servizio restano in vista sino all'esaurimento del giacimento, rendendo impossibile la bonifica contemporanea alla coltivazione. Quando l'avanzamento del fronte generale di cava può seguire la direzione della formazione mineralizzata l'impatto risulta ridotto perché, a scapito della produttività limitata da cicli di produzione discontinui, il lato a monte può essere bonificato seguendo la coltivazione.

Nel caso di materiali resistenti, in condizioni geostrutturali di stabilità e scavabili con mezzi meccanici (formazioni piropastiche o sedimentarie) il giacimento può essere diviso, in fase di progetto, secondo fette verticali o inclinate, asportate a partire dall'alto con passate discendenti.



Il metodo quando è adottato nei rilievi induce un impatto paesaggistico ma, lì dove è possibile far procedere il fronte generale di tutto il cantiere con pendenze simili a quelle di abbandono, permette di realizzare il rinverdimento durante la fase di asportazione del minerale.

Il metodo per platee orizzontali è prevalentemente applicato in pianura, per materiali sciolti o poco coesivi, utilizzando macchine per movimentazione di terreno. Si tratta ancora una volta di platee, aventi però modesto spessore (al massimo 50 cm), coltivate per passate successive affiancate.

In pianura assumono una configurazione a fossa con platee orizzontali e sui rilievi la pendenza può adattarsi alla morfologia delle falde. Sia nelle cave di monte che in pianura, l'impatto paesaggistico è basso poiché si coltiva per lotti ed è quindi possibile restituire le pareti al paesaggio man mano che procede la coltivazione; l'impatto è elevato se si fa riferimento alla vasta area occupata poiché tutto il piazzale è in produzione. Tale inconveniente può essere rimosso asportando materiale lungo pannelli.

Nei giacimenti superficiali di limitato spessore, orizzontale o sub-orizzontale, costituiti da materiale asportabile con l'impiego di mezzi meccanici o anche con l'ausilio di un eventuale preminaggio, i metodi già esaminati possono essere applicati adottando la coltivazione per trincee affiancate (Fig. 9) prese in sequenza secondo la linea di massima pendenza, e procedendo da monte verso valle, dopo aver asportato l'eventuale copertura sterile. La profondità delle trincee dipende dallo spessore del materiale utilizzabile, mentre la loro larghezza, determinante per l'impatto ambientale, deve essere ridotta il più possibile. Completata l'asportazione della prima trancia, si inizia la coltivazione di quella attigua procedendo contemporaneamente alla sistemazione ambientale, almeno parziale, dell'area della trancia precedente.

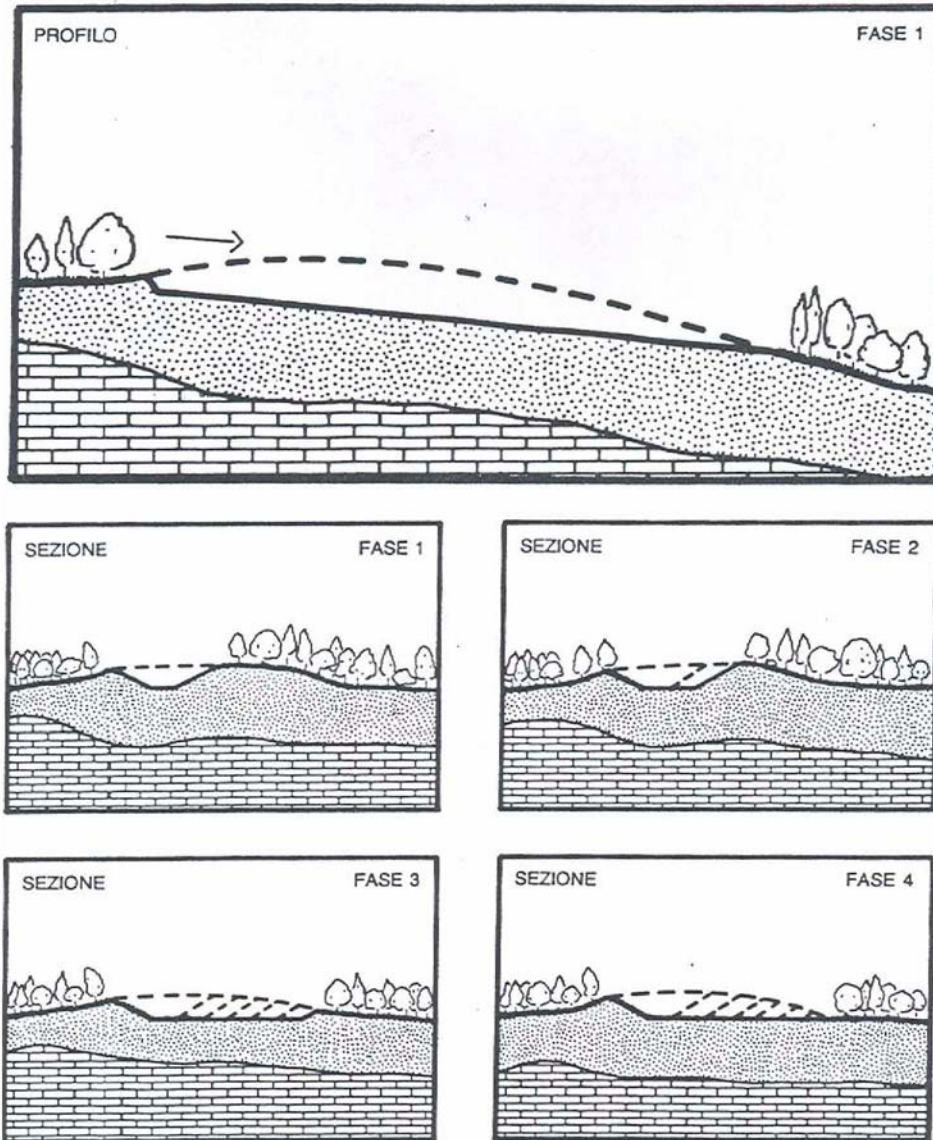
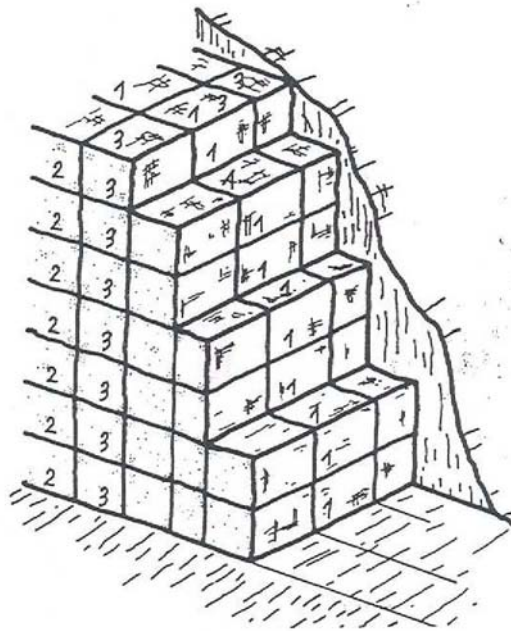


Fig. 9 – Metodo di coltivazione di giacimenti superficiali per trince

Le coltivazioni delle rocce ornamentali con tecniche di taglio sono collocate sia lungo le pendici di rilievi che in pianura e sono impiegati i metodi a gradone unico e lo splateamento su uno o più gradoni. Mentre nelle coltivazioni che prevedono la frantumazione dei materiali da asportare (coltivazioni per granulati, per blocchi da scogliera, ecc.) si hanno ampie possibilità di scelta dei volumi elementari da abbattere e delle tecniche o tecnologie, nel caso che si sta esaminando i limiti sono posti dallo stato di fratturazione e di qualità della roccia. Infatti il progettista deve tenere conto delle tecniche di stacco ed asportazione dei blocchi di lapidei e dei sistemi di fratture presenti nella roccia. Questi facilitano lo stacco del blocco poiché lo delimitano ma possono essere anche causa, quando sono poco percepibili, di lesioni del blocco stesso in fase di lavorazione (Fig. 10).

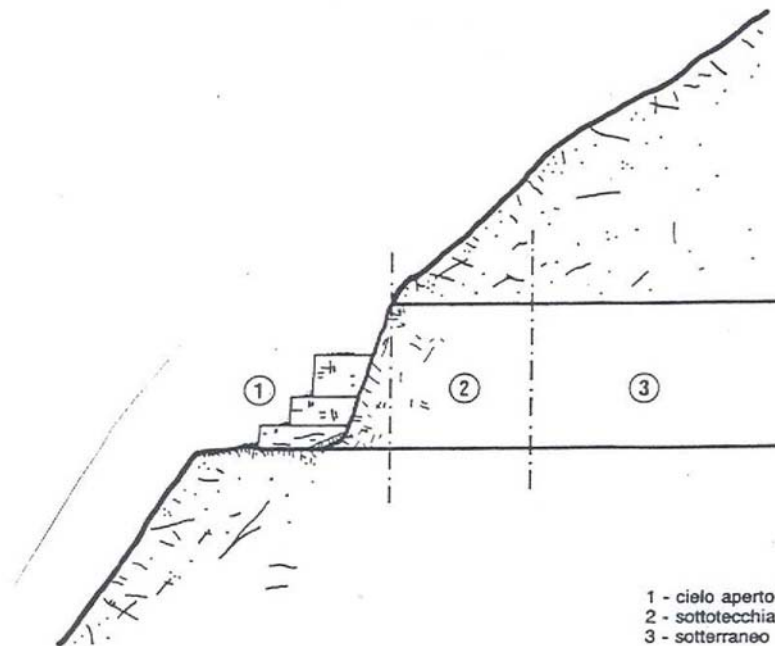
Fig. 10 - Tecniche di Taglio





La coltivazione denominata in sottotecchia prevede l'apertura di uno scavo parzialmente in sotterraneo, limitato ad una profondità tale che la luce naturale è sufficiente ad illuminare il cantiere di abbattimento (Fig. 11).

Fig. 11 – Tipi di coltivazione



Nelle cave di pietre ornamentali, che possono essere coltivate con grandi bancate oppure con gradino basso, l'impatto più marcato deriva dalle discariche il cui volume, per rigonfiamento, può eguagliare il valore di quello coltivato. L'impatto è inferiore nelle cave condotte a gradino basso, poiché la scarpata finale da bonificare è accessibile in tempi più brevi ed il rimodellamento è più agevole perché è possibile sfalsare i fronti, sul piano della platea, tenendo conto della gradonatura della scarpata finale.

La coltivazione delle rocce tenere, per la produzione di blocchetti o conci, è effettuata per pannelli di dimensioni areali molto consistenti, suddivisi in platee orizzontali di piccolo spessore. Usualmente lo scavo lascia pareti verticali di notevole altezza, creando un importante deturpamento del paesaggio; la tecnica di coltivazione tuttavia consente di sfalsare i fronti finali delle platee, in modo da creare un profilo di scarpata di adeguata pendenza. Anche in questo caso, l'impatto ambientale più consistente è costituito dalle discariche di fini e di rottami, i cui volumi sono analoghi a quelli dello scavo prodotto.



### 3. COLTIVAZIONE IN SOTTERRANEO.

I metodi di coltivazione, nelle grandi linee, sono diversi l'uno dall'altro poiché sono condizionati:

- dalla geometria del giacimento (estensione e forma: massivo; filoniano; stratiforme);
- dalla distribuzione del minerale e dei suoi tenori (continuo; disperso; grado di implicazione minerale-sterile);
- dalle caratteristiche geomeccaniche della massa mineralizzata e dall'ammasso roccioso che racchiude il giacimento;
- dalla profondità del giacimento e dal regime idraulico sotterraneo;
- dal valore del minerale e quindi dai volumi che è conveniente o necessario recuperare;
- dalle possibilità di meccanizzazione e dalle tecniche di abbattimento;
- dalla qualificazione e costo della manodopera;
- dall'impatto ambientale.

L'impatto ambientale è fondamentalmente determinato:

- dall'insediamento industriale;
- dallo stoccaggio di minerale;
- dalle discariche per inerti;
- dall'aria esausta di ventilazione (immissione di polvere e gas nell'atmosfera, variazione di temperatura);
- dall'acqua di educazione e degli impianti di trattamento e di lavorazione (ioni metallici in soluzione; trasporto di particelle solide; temperatura);
- dal trasporto del materiale (rumore; polvere; dissesto del manto stradale; condizionamento della viabilità);
- dai dissesti prodotti in superficie (subsidenza; frane; fratturazione; regime idrico delle acque superficiali e delle sorgenti).

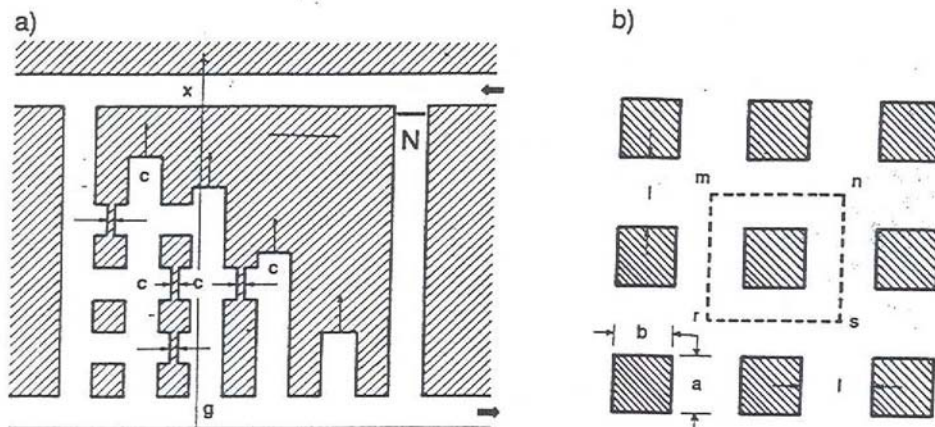
### 3.1 Coltivazione per Vuoti.

Il metodo più ricorrente per la tipologia di materiale presente nella Regione è quello della "coltivazione per vuoti" e prevede che l'asportazione del materiale lasci in sotterraneo dei vuoti la cui ampiezza dipende dalla stabilità delle rocce incassanti, nel caso di filoni verticali o subverticali, e dell'ammasso roccioso che sovrasta i giacimenti massivi o stratiformi (orizzontali o suborizzontali).

Nella coltivazione di questi ultimi, occorre controllare la stabilità del tetto dei cantieri ed impedire che le deformazioni, subite dall'ammasso, si possano ripercuotere fino in superficie. A tale scopo spesso vengono lasciati pilastri o solette che abbassano notevolmente i valori di recupero (Fig. 12 a, b).

Fig. 12 – Coltivazione per vuoti

Legenda: a) Pianta b) Particolare rapporto recupero materiale







## S O M M A R I O

<b>TIPOLOGIE DI COLTIVAZIONE</b> .....	2
<b>1. PREMESSA</b> .....	2
<b>2. COLTIVAZIONE A CIELO APERTO</b> .....	3
<b>2.1 Coltivazioni di Monte</b> .....	6
<b>2.2 Coltivazioni di Pianura</b> .....	11
<b>3. COLTIVAZIONE IN SOTTERRANEO</b> .....	23
<b>3.1 Coltivazione per Vuoti</b> .....	24