

# ASSOCIAZIONE MARMISTI DELLA REGIONE LOMBARDIA

galleria gandhi 15 - 20017 Rho MI - tel 02 939 00 740/750 fax 02 939 00 727 -  
info@assomarmistolombardia.it - www.assomarmistolombardia.it

per gentile concessione dell' Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali del CNR

**CNR**

## **Istituto per la Conservazione e la Valorizzazione dei Beni Culturali**

**ESTRATTO DA: LEZIONI DI PETROGRAFIA APPLICATA**

a cura di

**Roberto BUGINI**

**Luisa FOLLI**

sede di Milano

**Lezioni di petrografia applicata 2005**

**R. Bugini - L. Folli**

# **LAVORAZIONE PREINDUSTRIALE DELLE PIETRE DA COSTRUZIONE**

Fino alla metà dell'Ottocento esisteva solamente la lavorazione manuale. Progressivamente sono stati introdotti macchinari adatti alle diverse operazioni che garantiscono maggior sicurezza nel lavoro e permettono la riduzione dei tempi di esecuzione. Attualmente solo le attività di scultura sono effettuate a mano, mentre le altre attività sono effettuate con macchine a controllo numerico.

### **LAVORAZIONE MANUALE**

Il materiale lapideo veniva cavato in blocchi con sistemi diversi a seconda della natura e della giacitura della roccia. Trascurando le tecniche per la ricerca del materiale adatto e per l'apertura di una cava, si ricordano i due metodi principali di coltivazione: a cielo aperto, in galleria. Nel primo caso la cava si estende e si approfondisce, asportando tutto il materiale e sconvolgendo la morfologia del territorio interessato; nel secondo caso la cava segue un determinato livello o strato nel suo sviluppo e lascia quasi integra la morfologia del territorio. Lo scavo a cielo aperto, applicabile soprattutto alle rocce magmatiche, si appronta quando il materiale da asportare, in quanto inutilizzabile, è di spessore ridotto. Lo scavo in galleria, spesso adoperato per rocce sedimentarie e marmi, si appronta quando il materiale da asportare è in quantità tanto elevata da non rendere conveniente la coltivazione a cielo aperto. La coltivazione in galleria è più impegnativa e laboriosa per i diversi problemi che si devono affrontare quali il sostegno del "tetto" delle gallerie, lo smaltimento delle acque dal fronte di cava, la movimentazione dei blocchi (più difficoltosa ancora se il fronte di cava è ad altezza diversa rispetto all'imbocco della galleria), l'illuminazione.

La separazione dei blocchi "dal monte" dipende dalle condizioni di giacitura della roccia. Nel caso più semplice si sfruttano i giunti naturali (fessure per le rocce magmatiche, stratificazioni per le rocce sedimentarie, scistosità per le rocce metamorfiche) aprendoli con cunei battuti da una mazza; nel caso più complesso si scavano solchi intorno al blocco da cavare, con piccone oppure con mazza e punta ed infine lo si distacca dalla roccia inserendo cunei in apposite fessure praticate lungo l'ultima superficie da staccare. Casi intermedi prevedono l'utilizzo di giunti naturali e di solchi appositamente scavati al "contro" (vedi *infra*).

L'estrazione di grandi blocchi richiede tecniche diverse secondo la natura della roccia. In presenza di rocce tenere si scava una larga trincea fino a raggiungere le dimensioni desiderate del blocco; in presenza di rocce dure, l'estrazione di un grande blocco è preceduta dall'estrazione di blocchi più piccoli ai lati, in tal modo si riducono il lavoro e lo scarto.

Il blocco deve essere diviso in pezzi delle dimensioni desiderate mediante spaccatura o segazione a seconda della natura geologica della roccia. Nella divisione dei blocchi è importante riconoscere il verso, il secondo, il contro (figura 15).



Nelle rocce magmatiche (es. granito) sono evidenti: una direzione (verso) lungo la quale la roccia si divide più facilmente rispetto alle altre direzioni; un'altra (secondo) normale al verso, lungo la quale la divisione è più difficile; una terza (contro) normale alle altre lungo la quale la divisione è nettamente più difficile.

Nelle rocce sedimentarie il verso è identificato dalle superfici di stratificazione. Il secondo e il contro sono individuati di conseguenza.

Nelle rocce metamorfiche il verso è identificabile con i piani di scistosità.

Gli strumenti necessari per dividere i blocchi sono: cunei, battuti da una mazza in file di fori paralleli appositamente scavati (utilizzati per rocce dure - Figura 16 a,b,c) e seghe, a denti oppure senza denti in cui l'azione di taglio è dovuta al trascinamento di granuli di sabbia (utilizzate per rocce tenere).



Figura 16a - Fori d'inserzione dei cunei per la separazione dei blocchi (granito rosso di Assuan, Egitto)



Figura 16b - Fori d'inserzione dei cunei (Uadi Hammamat - Egitto)

Figura 16b - Fori d'inserzione dei cunei (Uadi Hammamat, Egitto)

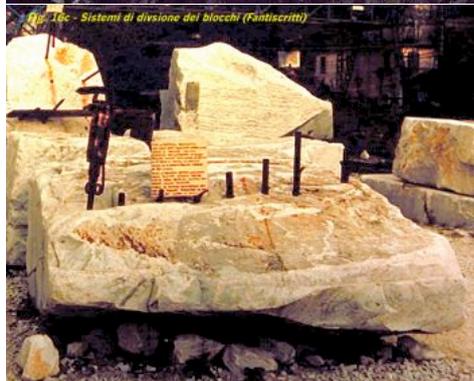


Fig. 16c - Sistemi di divisione dei blocchi (Fantiscritti)

Figura 16c - Sistemi di divisione dei blocchi (Fantiscritti)

I pezzi ottenuti mediante divisione vengono in seguito sbizzati e portati a compimento sia per la forma che per l'aspetto superficiale.

Gli strumenti per lo sbizzo di pietre dure sono: la subbia (o punta), su grandi estensioni; lo scalpello, su piccole superfici piane; la gorbia, per piccole superfici curve. Per lo sbizzo delle pietre tenere si utilizzano: asce; scalpelli a taglio largo o pialle.

Per dare compimento si utilizzano: la subbia fine; la gradina; la martellina, la bocciarda e lo scalpello. In caso di lavori di scultura vengono anche impiegati ugnetti, raschietti, lime e trapani. Subbia, gradina, scalpello, ugnetto e gorbia, detti ferri, necessitano dell'uso di un mazzuolo; gli altri sono strumenti a manico. Nelle figure 17 a,b,c,d sono illustrati alcuni degli strumenti appena citati.

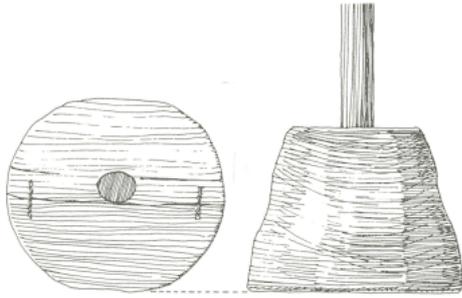


Figura 17a - Mazzuolo in legno

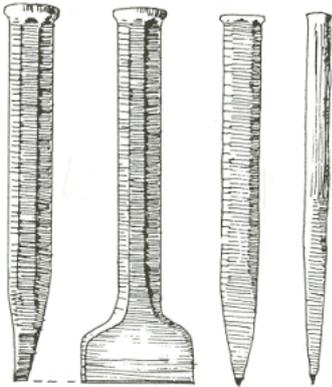


Figura 17b - Scalpello a taglio largo e subbia o punta

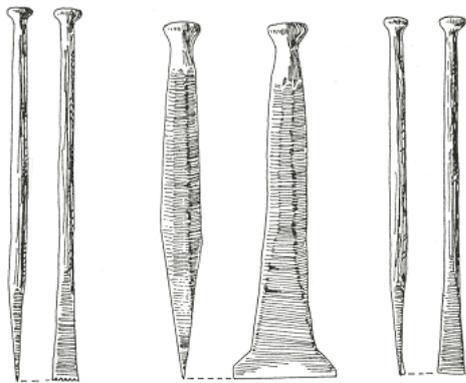


Figura 17c - Gradina e due diversi scalpelli

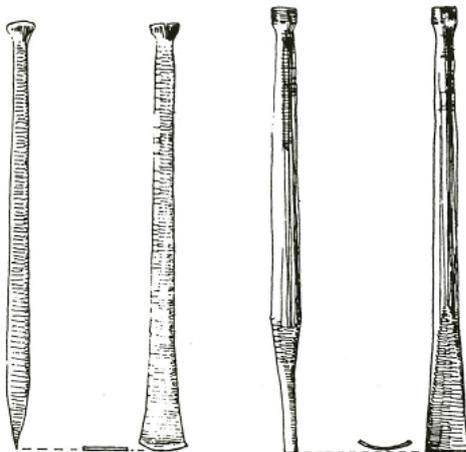


Figura 17d - Ugnetto e sgorbia

La lavorazione delle facce dei conci per muratura deve essere perfetta sulle superfici di appoggio; le superfici laterali sono invece rifinite solo per una ristretta fascia lungo i bordi, il resto viene lasciato grezzo. Un sottile strato di malta favorisce lo scivolamento dei conci facilitandone la messa in opera definitiva.

Come ultima operazione, i graniti, i marmi o alcuni calcari ricevono il cosiddetto pulimento ottenuto attraverso l'azione abrasiva di determinate sostanze che riducono le asperità superficiali. A seconda del grado di pulimento si distinguono: l'arrotatura (con pezzi di arenaria), la levigatura (con la pomice), la lucidatura (con limatura di piombo). La superficie lavorata si definisce pelle (pelle grossolana, mezzana, liscia, levigata, lucidata). Le caratteristiche che contraddistinguono una roccia lucidabile sono: la coesione, l'omogeneità mineralogica, l'uniformità nella durezza dei componenti e la bassa porosità.

Tutte queste lavorazioni necessitano di un continuo controllo e di misurazioni; si utilizzano la riga graduata, la squadra, il compasso, il filo a piombo e l'archipendolo.

#### LAVORAZIONE MECCANICA

Attualmente, il distacco dei blocchi dal monte viene effettuato con il filo diamantato oppure con tagliatrici a nastro. L'allineamento dei tagli è assicurato da laser segnataglio.

Per la trasformazione dei blocchi si procede con seghe a disco diamantato o con telai multilama ottenendo pezzi o lastre grezze di diverso spessore, lastre che possono essere quindi lucidate a nastro continuo.

Finiture speciali, come ad esempio la lucidatura di superfici toriche, si effettuano con utensili appositamente sagomati. Macchine particolari vengono impiegate per incidere lettere o motivi decorativi sulle lastre.

Per opere di decorazione o di scultura si procede allo sbizzo mediante carotatura e fresatura per eliminare il materiale in eccesso. Per lavori delicati, tutte le operazioni successive vengono effettuate con gli utensili tradizionali (subbia, scalpello, gradina, ecc.) mossi da martelli pneumatici.

Per i lavori di commesso (realizzati giustapponendo pietre di colori diversi secondo motivi ornamentali) si utilizzano tagliatrici ad acqua con pressioni di circa 4000 bar e con orifizio di 0,1 mm di diametro.

#### PRODOTTI DELLA LAVORAZIONE

In relazione alla natura geologica e petrografica dei materiali lapidei si possono ottenere diversi tipi di manufatti: blocchi, lastre, ecc.

Blocchi di grandi dimensioni si ricavano da graniti o rocce magmatiche in genere, da rocce sedimentarie in stratificazione massiccia (alcuni calcari - Botticino), da rocce metamorfiche prive di scistosità e venature (quasi tutti i marmi). Sono adatti per fusti di colonne, architravi, statuarie.

Blocchi di piccole dimensioni si ricavano da rocce sedimentarie (calcari, dolomie, arenarie, tufi) in stratificazione media. Sono adatti alla preparazione di conci per muratura.

Blocchi di piccole dimensioni adatti alla preparazione di elementi decorativi ricchi di ornamentazione, si ottengono da rocce sedimentarie tenere (calcari teneri, pietra di Lecce).

Lastre di vario spessore si ricavano, mediante rottura, da rocce sedimentarie a stratificazione sottile (calcari, calcari marnosi). Sono adatte alle murature e alle coperture.

Lastre di grande estensione molto resistenti all'usura e alla flessione si ricavano, mediante fenditura, da rocce metamorfiche di natura silicea con elevata scistosità (gneiss, serpentiniti). Sono adatte alle pavimentazioni esterne ed alle coperture.

Lastre di grandi dimensioni si ricavano, per segazione, da rocce compatte di diversa natura (graniti, calcari, marmi). Sono adatte al rivestimento di pareti ed alle pavimentazioni interne.

#### ANTICHI METODI DI TRASPORTO E DI MESSA IN OPERA

La discesa dei blocchi dal fronte di cava ai laboratori era effettuata o con caduta libera o con "lizzatura" o con carri a trazione animale. Nel primo caso, molto primitivo, si sfruttava semplicemente la forza di gravità facendo rotolare i blocchi sul pendio; nel secondo caso i blocchi, caricati su slitte di legno, scendevano lungo piani inclinati scivolando su traverse di legno trattenuti da squadre di uomini mediante robuste funi; nel terzo caso i carri avevano un assetto particolare (ruote posteriori più piccole delle anteriori) per mantenere il carico orizzontale e non gravare troppo sugli animali.

L'uso dei diversi metodi era dettato dalle particolari condizioni sia del materiale cavato che della morfologia della cava e del territorio circostante.

La preparazione di semilavorati nei laboratori presso le cave permetteva di ridurre il peso dei pezzi da trasportare ai diversi cantieri di messa in opera.

Il trasporto dal laboratorio al cantiere seguiva metodi diversi a seconda dell'ubicazione della cava e delle dimensioni dei semilavorati. Venivano usati carri a trazione animale oppure si utilizzavano vie d'acqua sia naturali che costruite all'uopo (come il Naviglio dal Ticino a Milano). Il caricamento avveniva mediante apposite macchine (vedi *infra*).

In casi particolari (Vitruvio X,2), soprattutto fusti giganteschi di colonne, questi venivano trainati sfruttando la loro possibilità di rotolamento (con opportune ruote fissate alle estremità) oppure, soprattutto per grandi blocchi prismatici, si utilizzava lo spostamento su rulli di legno.

La messa in opera dei conci per la costruzione di un edificio richiedeva l'impiego di macchine più o meno complesse a seconda del peso dei conci stessi. La macchina più semplice, detta *capra*, adatta al solo sollevamento verticale, era costituita (Vitruvio, X, 2) da tre travi in legno, riunite in alto a sostenere il paranco; il sollevamento dei pesi era reso possibile da verricelli mossi a braccia, per pezzi piccoli o da gigantesche ruote (*tamburi*) mosse da uomini che camminavano al loro interno, per pezzi grandi.

L'ancoraggio della pietra era effettuato in diversi modi:



I dieci libri di architettura di M. Vitruvio  
Trad. Daniele Barbaro (Venezia 1567)  
Libro decimo, capitolo secondo, pag. 446

Figura 18 -  
Sistemi di  
sollevamento  
dei blocchi

- con corde che imbracavano il concio sfruttando alcune protuberanze lasciate sulle superfici ed eliminate a messa in opera avvenuta;
- con olivelle, costituite da tre elementi metallici a "coda di rondine", che, agganciate alla fune di sollevamento, si inserivano in apposite cavità, più larghe sul fondo che in superficie, praticate nel concio stesso (Figura 18, in alto);
- con tenaglie che si inserivano in due fori praticati su una superficie del concio o su due superfici opposte, il peso stesso della pietra faceva sì che le tenaglie, tirate dalla corda, si chiudessero consentendo il sollevamento (Figura 18, al centro e in basso).

Macchine più complesse permettevano non solo il sollevamento verticale, ma anche lo spostamento laterale dei conci. Un tipo primitivo consisteva in una trave o in una coppia di travi di legno divaricate (*capra*), sostenute da corde fissate al terreno e inclinate nella direzione voluta (Vitruvio X, 2) alla testata delle travi era fissato il paranco; in seguito furono sviluppate vere e proprie gru costruite con travi di legno che potevano ruotare su una base

fissa. Anche in questi casi il sollevamento dei pesi era reso possibile da funi comandata da verricelli o da ruote.

La costruzione di edifici con conci di pietra poteva richiedere l'applicazione di chiavette metalliche fissate con piombo per rendere più salda la giustapposizione dei conci stessi; la forma delle chiavette poteva essere a doppia coda di rondine o a "U" rovesciata. L'alloggiamento delle chiavette era scavato parte in uno dei conci da accostare e parte nell'altro, il piombo liquefatto veniva versato nello spazio rimasto. Anche le basi ed i fusti delle colonne erano collegati con chiavette disposte verticalmente, il piombo poteva fluire attraverso appositi canalicoli incisi nella base.