

# Attività estrattiva

*Mauro Proverbio*

Su tutto il territorio provinciale si riscontra come qualsiasi pietra disponibile sia stata utilizzata per costruire, come si può ben vedere percorrendo le contrade del Verbano Cusio Ossola.

Spesso l'arte del costruire ha acquisito nel corso dei secoli particolarità e peculiarità proprio in funzione delle pietre a disposizione. Così, accanto ad esempi di acciottolati, costituiti da pietre rotondeggianti reperite nei greti dei torrenti (le antiche pavimentazioni di Domodossola e di altri centri importanti), si trovano pavimentazioni costituite da pietre di forma lastroide messe di costa (molte mulattiere che portano ad alpeggi una volta rilevanti) reperite sezionando i massi che si incontravano lungo il tracciato; o, ancora, pavimenti in opus incertum fatti di pietre tal quali reperite in vicinanza.

Una maggior cura era riservata alle costruzioni in elevazione, anche se non mancano esempi di manufatti, anche importanti, costruiti con pietre di fiume (per esempio, alcune parti delle mura di Domodossola). In tali casi le pietre erano squadrate e provenivano da cave o da massi di grosse dimensioni (i "trovanti") appositamente lavorati.

Un discorso a parte meritano le coperture dei tetti. Tutti i tetti antichi, sia nelle città e nei centri più importanti, sia nelle vallate, erano costruiti con travi di legno e da lastre di pietra (le cosiddette "piode"). I più fortunati potevano utilizzare la beola, materiale scistoso che si può suddividere in lastre di piccolo spessore presente nella bassa Ossola fino a Crevoladossola, gli altri si dovevano arrabattare utilizzando il serizzo, che solo in particolari zone ha proprietà simili (cave di Trasquera). Di pietra erano, e sono, tutta una serie di opere minori: i marciapiedi, i cordoli stradali, i muretti e le loro copertine, le recinzioni (costituite da schegge infisse verticalmente una accanto all'altra), i sostegni della vite,

le pietre miliari, i paracarri, le panchine, le fontane, gli abbeveratoi, i tubi di scarico dei servizi (ormai rarissimi da vedere), le cappelle dei caratteristici funghi su cui poggiano le case Walser, le macine, le stufe (caratteristica la "fornetta" formazzina), i "laveggi" (pentolame fatto di "laugera", una roccia serpentinoso verde molto tenera), ecc.

Ma anche in tempi più moderni, inizio del 1900, la pietra locale è stata massicciamente utilizzata per grandi opere quali le dighe, sia come inerte per il calcestruzzo, sia per i riempimenti, sia per i rivestimenti, tuttora visibili.

Ha assunto la dignità quasi di opera d'arte nell'impiego come ornamento delle imponenti costruzioni connesse ai grandi impianti idroelettrici progettate dall'arch. Portaluppi: le centrali di Cadarese, Verampio e Crevoladossola sono solo alcuni degli esempi più notevoli e conosciuti.

Anche se con l'andar del tempo la pietra ha assunto sempre più un ruolo ornamentale piuttosto che di materia prima da costruzione, il suo continuo impiego ha dato luogo ad un patrimonio che va ben al di là del semplice patrimonio immobiliare: è diventato un patrimonio culturale di vastità tale da pretendere di essere conservato nel migliore dei modi. E il modo migliore di conservarlo è senza dubbio, innanzitutto, poter disporre delle stesse materie prime con le quali è stato realizzato.

## **Le pietre del VCO nel mondo<sup>1</sup>**

Le pietre del VCO non si fermano nella nostra Provincia. Il marmo di Candoglia è scelto nel 1387 da Gian Galeazzo Visconti, duca di Milano, per la costruzione del Duomo. Ancora oggi si scava per fornire il materiale per la sostituzione o il restauro delle parti rotte o degra-

date. I blocchi di marmo viaggiavano su barconi lungo il Toce (allora navigabile), il lago Maggiore, il Ticino e il Naviglio, attraversando una serie di territori dove ogni merce pagava una tassa di passaggio, il dazio. Non così per i blocchi di marmo, in quanto questi, destinati “ad usum Fabricae” (ovvero occorrenti alla Fabbrica del Duomo), godevano di totale esenzione. Al fine di individuare subito tale materiale su di esso veniva apposta ben visibile la scritta AUF. Tant’è che nella parlata lombarda - e anche in italiano, benché ormai poco usato - il termine “auf” significa gratis, senza spese.

Nello stesso secolo, verso il 1400 (ma pare che tale materiale fosse utilizzato già in epoca romana), la cava di marmo di Crevola (una dolomia cristallina) detta “Baulina” vede come uno dei proprietari la Veneranda Fabbriceria della Chiesa Maggiore di Pavia, come risulta da atto pubblico del notaio Pavesi di quella città. Nel 1662 il marmo di Crevola è utilizzato per la costruzione del Duomo di Pavia e nel primo decennio dell’800 vengono ricavate le 8 colonne monolitiche di 10,78 m di altezza e 1,27 m di diametro ed i monoliti per le quattro statue simboliche dei fiumi Po, Ticino, Mincio e Tagliamento che costituiscono l’Arco della Pace a Milano. Con questo materiale sono state realizzate le gradinate elicoidali del Monumento ai Caduti in guerra a Milano, le colonne esterne del Planetario di Milano, le parti marmoree della chiesa parrocchiale di Castellanza e del Duomo di Monza, il portico bramantesco di S. Ambrogio in Milano, il palazzo “Zentrum” a Zurigo.

In Milano si rileva un utilizzo notevole delle pietre del VCO, sia di quelle meno pregiate (serizzo e beola) sia di quelle più pregiate (marmi e graniti). Il serizzo si ritrova a Porta Nuova, Porta Ticinese, nella costruzione di casa Borromeo, nella parte muraria strutturale del Duomo, nelle torri del castello Sforzesco. Di granito rosa di Baveno sono le colonne del cortile di Brera, quelle del Senato, quelle nel cortile del Seminario di corso Venezia, quelle dell’Ospedale Maggiore (ora sede dell’Università Statale). Il rosa di Baveno è visibile nella parte esterna del Palazzo Serbelloni e nella chiesa di S. Carlo, dove si ritrovano 36 colonne di questo materiale, e come elemento strutturale di facciata al Teatro alla Scala. Si è fatto, invece, uso del granito bianco Montorfano nella chiesa di S. Angelo e nei chiostri del convento di S. Vit-

tore, oggi Museo della Scienza e della Tecnica.

A Roma sono di granito rosa di Baveno alcune colonne esterne della Basilica Lateranense.

Di granito bianco Montorfano sono le ottocentesche colonne (più di duecento) che Carlo Felice, Re di Sardegna, donò per la ricostruzione della romana Basilica di San Paolo fuori le mura - seconda solo a quella di San Pietro - ridotta in rovine da un incendio: 84 le colonne esterne e 136 le colonne del quadriportico antistante la basilica. Le colonne più grandi misurano 1,5 m di diametro e 14 m d’altezza, pesanti ben 60 tonnellate. Il trasporto avveniva via acqua: dalla cava fino ad Ostia e quindi a Roma. Ci vollero più di quattro anni per completare la fornitura. Si dice che una delle colonne arrivate a Roma fu contestata dai tecnici che dirigevano i lavori di ricostruzione e il ragioniere del Re si rifiutò di pagarla. Il fornitore se la fece rimandare e la colonna fa bella mostra di sé sul molo del porto di Intra.

A Torino i porticati stradali più belli sono contrassegnati dalle pietre del VCO: corso Vinzaglio, via Pietro Micca, via Roma (dove troviamo colonne di serizzo, granito rosa e bianco), corso Vittorio Emanuele II, via Sacchi. A Pompei le colonne interne del Santuario della Madonna sono in granito bianco Montorfano.

Da tempo immemorabile con il granito vengono costruite le macine, utilizzate per molteplici usi. Quando non c’erano le macchine utensili, gli specialisti delle mole partivano da un blocco grezzo e in quattro giorni tiravano fuori un pezzo da un metro e mezzo di diametro, spesso mezzo metro, dotato del foro centrale nel quale infilare il perno: una cosina che pesava un paio di tonnellate! Dalla Toscana in giù si ordinavano mole da frantoio per l’olio d’oliva, con diametri sempre superiori al metro, che lavoravano in coppia su basamenti, sempre di granito, da due metri e mezzo. Dalla Liguria, invece, dove le olive sono più piccole, si richiedevano mole dalla forma particolare, più spesse attorno al perno e più sottili verso la circonferenza esterna, con il foro del perno a tronco di cono. Le richieste provenivano anche dall’estero, da Svizzera, Belgio e Inghilterra, e a seconda del prodotto da macinare c’era la appropriata forma della macina (mole per il cacao, per il mais, per l’industria orafa, ecc.). Tali manufatti vengono tuttora prodotti, naturalmente a macchina, in quanto le maci-

ne di granito danno, nonostante la tecnologia, i migliori risultati nell'industria molitoria.

Una certa ditta Remuzzi di Bergamo, poco prima del 1940, fu incaricata di procurare ben 60.000 metri cubi di granito rosa per la Cancelleria del terzo Reich. La Remuzzi subappaltò sia l'escavazione sia la lavorazione del granito ad alcune ditte locali, le quali dovevano produrre parallelepipedi di 2-3 mc con le facce perfettamente levigate. Le forniture si protrassero fino al settembre del 1943, data in cui la Germania non fu più alleata dell'Italia e si rivolse ad altri fornitori. Molti pezzi giacevano ancora nel 1945 sul lungolago tra Baveno e Feriolo di cui si perse ogni traccia.

Ai giorni nostri non mancano esempi eclatanti di impiego delle pietre nostrane. Il serizzo ha trovato largo impiego nelle metropolitane di Milano, Bruxelles e Singapore e negli aeroporti di Malpensa e Francoforte. Per il pavimento dell'aeroporto di Amsterdam è stata impiegata la beola bianca. Il celebre monumento a Cristoforo Colombo a New York e il Palazzo Reale di Bangkok sono in granito rosa di Baveno mentre le facciate di alcuni grattacieli di Manhattan sono in serizzo. Con 27 tonnellate di marmo di Crevola (del tipo commercialmente denominato "Palissandro") è stata realizzata una importante scultura per l'UNICEF intitolata "L'Uovo della Pace".

### **Caratterizzazione geologica dei giacimenti<sup>2</sup>**

La geologia del territorio della provincia del VCO, nel quadro geologico-strutturale delle Alpi Occidentali, è un argomento troppo vasto e complesso perché se ne possa fornire qui una visione soddisfacente. Ci si limiterà pertanto a fornire alcuni elementi, inevitabilmente lacunosi e molto sommari, che hanno lo scopo di inquadrare in modo semplificato il significato e la pertinenza geologico-strutturale dei bacini estrattivi e le essenziali caratteristiche geolitologiche e strutturali dei materiali lapidei estratti.

Le rocce e le complesse architetture della catena alpina occidentale, osservate lungo la sezione strutturale Oso-la-Verbano, consentono di ricostruire i principali processi geologici avvenuti nella regione alpina in centinaia di milioni di anni, dall'orogenesi<sup>3</sup> paleozoica allo sviluppo delle Alpi, iniziato con l'apertura dell'oceano me-

sozoico (Tetide) ed evoluto con la sua progressiva chiusura fino alla collisione, ancora in atto, tra il continente europeo e quello africano. Non a caso la regione osolana ha svolto un ruolo decisivo, tra la fine del '800 e i primi del '900, nello sviluppo del pensiero geologico moderno e nella definitiva affermazione delle teorie mobiliste<sup>4</sup>: qui, oltre che nell'intero settore alpino occidentale, furono infatti ideati i primi modelli di una catena a falde di ricoprimento e furono poste le basi metodologiche per l'analisi cinematica e le ricostruzioni degli ambienti paleogeografici. In tempi più recenti il territorio del VCO ha rappresentato il laboratorio naturale per gli ulteriori progressi delle Scienze della Terra, dalle applicazioni alla catena alpina della tettonica delle placche<sup>1</sup>, allo sviluppo di più avanzate ricostruzioni cinematiche e geodinamiche basate sull'interpretazione integrata dei nuovi dati geologico-geofisici, petrologici, geochimici e chimico-fisici.

Non è semplice parlare della geologia della zona in esame vista la complessità della sovrapposizione dei processi nel tempo.

A partire da circa 400 milioni di anni fa (dal Devoniano, un periodo dell'era Paleozoica) inizia la storia ercinica (cfr. tabella) in senso stretto (o varisica), con l'orogenesi collisionale, tettonica a falde, ispessimento crostale e metamorfismo<sup>5</sup> regionale a più fasi, passando da condizioni iniziali di pressione relativamente elevata (relitti cianite<sup>6</sup>) verso condizioni di bassa pressione (andalusite<sup>7</sup>).

Nel tardo Paleozoico (da circa 300 a 250 milioni di anni fa) si registra una complessa attività magmatica, con manifestazioni vulcaniche, subvulcaniche e plutoniche<sup>8</sup>. Nel complesso esse si protraggono dal Carbonifero superiore al Permiano o sono di esclusiva età permiana e ad affinità calcicalina<sup>9</sup>; quest'ultimo è il caso dei Graniti di Baveno-Mottarone-Montorfano, o Graniti dei Laghi, incassati in un basamento cristallino preesistente (Scisti dei Laghi), metamorfosato e strutturato durante il ciclo ercinico. Essi, così come gli scisti<sup>10</sup> in cui sono incassati, non sono stati più ripresi dal metamorfismo e dalla deformazione duttile successivi, occupando, durante lo sviluppo degli elevati gradienti termo-deformativi alpini, un livello strutturale superficiale e una posizione non assiale e non metamorfica nel-

l'ambito della catena alpina.

Il sollevamento e l'erosione finale della catena paleozoica producono, a partire dal Carbonifero superiore, una diffusa superficie di erosione. La successiva distensione crostale permo-mesozoica e l'impostazione di un margine continentale divergente hanno condotto all'apertura dell'oceano ligure-piemontese (paleogeografia giurassica), sino ad arrivare alla formazione della catena alpina attuale come prodotto dell'evoluzione – nel periodo compreso dal Cretaceo (130 milioni di anni fa) all'era nostra - del margine convergente compressivo Europa/microplacca Adria<sup>11</sup>.

Proprio nella zona aostana e piemontese si raggiunsero, dal Cretaceo all'Oligocene Inferiore (30 milioni di anni fa), durante l'acme della fase orogenetica alpina, le massime temperature e pressioni le quali, oltre a provocare la trasformazione metamorfica di rocce preesistenti, hanno generato deformazioni dei litotipi<sup>12</sup>, rovesciamenti e ripiegamenti dei materiali esistenti, nonché la messa in posto di una serie di plutoni<sup>13</sup>.

Dal Cretaceo l'evoluzione dell'orogene alpino nel settore occidentale è quella che ha condotto alla struttura deformativa e al sollevamento osservabili attualmente.

Il risultato di questa evoluzione e degli avvenimenti ad essa connessi comporta una grande difficoltà di lettura della situazione geologica esistente, che, ai fini di un inquadramento dei bacini estrattivi lapidei, può essere semplificata suddividendo la zona analizzata in due domini strutturali principali che da sud verso nord sono:

1) La zona del Basamento Cristallino Sudalpino, o Serie dei Laghi, caratterizzata da metasedimenti<sup>14</sup> di crosta superiore interessati da intrusioni calcocalcine<sup>15</sup> acido-intermedie tardo-varisiche di età permiana a chimismo<sup>16</sup> variabile da granodioritico a granitico (Graniti dei Laghi della bassa Ossola, del Verbano e del Cusio); verso nord, ancora nell'ambito dell'orogene Sudalpino SE-vergente<sup>17</sup>, affiora una sezione di crosta profonda della Zona Ivrea-Verbano (bassa Ossola, da Candoglia a Vogogna), in contatto con la Serie dei Laghi attraverso la Linea del Pogallo (presso Mergozzo); tale zona è costituita dal cosiddetto Complesso Kinzigitico (metasedimenti ad alto grado metamorfico) e da abbondanti rocce basiche con locali peridotiti di mantello.

2) La zona dell'Edificio Alpino a Falde o Sistema Oro-

genico a Vergenza Europea, esposto, nel settore media-alta Ossola, ai livelli strutturali più profondi e radicali di quelli della Valsesia e della val d'Aosta e con livello strutturale via via più profondo da sud verso nord. Come già detto, tale zona è separata verso sud dal Sudalpino attraverso la Linea del Canavese (Insubrica), un sistema di faglie<sup>18</sup> regionali che attraversano la val d'Ossola all'altezza dell'allineamento Vogogna-Loro. In sezione verticale, dall'alto verso il basso della struttura, lungo il versante sinistro della val d'Ossola ritroviamo: da Vogogna a Cardezza, le unità Austroalpine<sup>19</sup> di pertinenza continentale africana (unità Sesia-Lanzo); da Cardezza alla località Quarata (poco a nord di Beura) il dominio Pennidico<sup>20</sup> Superiore (falda Monte Rosa) e il Pennidico Medio (unità Camughera-Moncucco-Orselina), separati da un livello assottigliato delle Ofioliti mesozoiche di Antrona, rocce di fondo oceanico; a nord di Domodossola il Pennidico Inferiore, costituito, a sua volta, dall'alto verso il basso, dalle falde gneissiche<sup>21</sup> Monte Leone, Lebendun, Antigorio sovrascorse sulla "cupola di Verampio" e separate, le une dalle altre, dalle "sinclinali<sup>22</sup> mesozoiche", così definite da Argand, costituite da metasedimenti; la cupola di Verampio, affiorante poco a nord di Crodo, è l'elemento strutturale più profondo di tutta la catena alpina. A NW di Domodossola, la falda Monte Leone del sistema Pennidico Inferiore viene a contatto verso sud con la zona Camughera-Moncucco-Orselina (Pennidico Medio) attraverso il sistema di faglie duttili/fragili della Linea del Sempione, la quale prosegue verso est nella linea delle Centovalli. Il suo movimento distensivo recente ha facilitato la denudazione tettonica della zona Pennidica Inferiore in fase di sollevamento. Le falde pennidico-inferiori sono costituite da prevalenti ortogneiss<sup>23</sup> granitici (protoliti<sup>24</sup> tardo paleozoici a metamorfismo alpino) e sono caratterizzate da grandi pieghe isoclinali<sup>25</sup>, a tratti coricate, formate dopo la fase di accavallamento eoalpino<sup>26</sup>.

Questa complessa situazione macroscopica si può tradurre di fatto nella suddivisione del comparto estrattivo in tre aree: l'area meridionale dei graniti e dei marmi paleozoici (Sudalpino), l'area centrale delle beole (Pennidico Medio-Inferiore) e l'area settentrionale del serizzo e dei marmi mesozoici (Pennidico Inferiore).

ERE	PERIODI	EVENTI FONDAMENTALI	OROGENESI	MILIONI DI ANNI
QUATERNARIO	OLOCENE	Flora e fauna moderne		1,8
	PLEISTOCENE	Grandi glaciazioni - Sviluppo e diffusione dell'uomo		
CENOZOICO	PLIOCENE	Evoluzione degli ominidi	Orogenesi alpina	65
	MIOCENE	Sollevamento delle Ande		
	OLIGOCENE	Inizia il sollevamento di Alpi e Appennini		
	EOCENE	Foreste di tipo moderno Inizia il sollevamento della Himalaya		
	PALEOCENE	Sviluppo dei mammiferi Si forma l'Atlantico settentrionale Separazione della Australia dall'Antartide		
MESOZOICO	CRETACEO	Diffusione delle Angiosperme Alla fine del periodo si estinguono i dinosauri, le ammoniti e numerose altre specie	Orogenesi ercinica	230
	GIURASSICO	Culmine dell'evoluzione dei rettili Compaiono i primi uccelli La Pangea inizia a fratturarsi Si forma l'Atlantico meridionale		
	TRIASSICO	Comparsa dei primi mammiferi		
PALEOZOICO	PERMIANO	Prime conifere Sviluppo dei rettili e prime ammoniti I continenti sono riuniti in un solo blocco, la Pangea	Orogenesi caledoniana	570
	CARBONIFERO	Grandi foreste, sviluppo degli insetti alati, primi rettili		
	DEVONIANO	Sviluppo dei pesci - Comparsa degli anfibi - Diffusione delle felci		
	SILURIANO	Primi animali in grado di respirare aria		
	ORDOVICIANO	Primi vertebrati e pesci		
	CAMBRIANO	Diffusione di invertebrati marini forniti di guscio		
PRECAMBRIANO	PROTEROZOICO	L'ossigeno contenuto nell'atmosfera supera il 3% Rapida evoluzione organica – Grande glaciazione "eocambriana" Evoluzione degli invertebrati - Eucarioti macroscopici Prime forme di vita pluricellulari (sviluppo della riproduzione sessuata)	1.000	
		L'ossigeno nell'atmosfera raggiunge l'1% della sua concentrazione attuale Comparsa di cellule eucariote - Diversificazione dei procarioti Produzione di ossigeno fotosintetico e formazione dello strato di ozono	2.000	
		Le maggiori formazioni ferrifere a bande - I più antichi episodi glaciali conosciuti Sviluppo di cellule procariote aerobie	2.600	
		Sviluppo di ossigeno libero nell'atmosfera – Indizi più antichi di attività fotosintetica		
PRECAMBRIANO	ARCHEOZOICO	Prime stomatoliti Sviluppo di cellule procariote anaerobie	3.000	
		Prime rocce sedimentarie Prime microstrutture di probabile origine organica Sviluppo degli oceani - Prime rocce magmatiche note	3.500	
		Consolidamento della prima crosta terrestre	4.000	
		FORMAZIONE DELLA TERRA	4.600	

Nell'area meridionale, tra il Cusio, il Verbano e l'estremità sud-orientale dell'Ossola, sono coltivati i plutoni di Mottarone-Baveno e Montorfano, corpi granitoidi calcicalini a struttura generalmente equigranulare, caratterizzati da grana media o medio-fine. Essi, unitamente agli altri corpi granitici dell'area, appartengono ad un batolite<sup>27</sup> composito di età permiana (275÷283 milioni di anni fa), allungato in direzione NE-SW ed esposto per circa 30 kmq da Biella al Lago Maggiore.

Essi sono intrusi, con contatto netto e discordante, negli Scisti dei Laghi, l'unità di basamento paleozoico che si estende sino alle linee Cossato-Mergozzo-Brissago e del Pogallo.

Poco a nord di tale zona si estraggono i marmi calcitici di Candoglia costituiti da lenti e bancate di limitato spessore, variabile tra gli 8 ed i 30 metri, e ad andamento trasversale rispetto l'asse vallivo; sono formati da sedimenti metamorfosati di età paleozoica intercalati ai paragneiss<sup>28</sup> del Complesso Kinzigitico Ivrea-Verbano. Dalla media val d'Ossola fino a Crevoladossola provengono gli ortogneiss più o meno compatti e più o meno anfibolici utilizzati per rivestimenti e coperture (beole). Vengono estratti dalla Falda Monte Rosa (Pennidico Superiore), nel territorio dei comuni di Beura e Vialadossola, e dalle falde Camughera e Orselina-Moncucco e Monte Leone (Pennidico Medio-Inferiore) nei comuni di Trontano, Crevola e Montecrestese.

L'area più settentrionale è invece quella caratterizzata dalla presenza di falde di ricoprimento pennidico-inferiori che definiscono la geologia strutturale alpina dell'Ossola Superiore. Il serizzo, ortogneiss biotitico localmente ad anfiboli, proviene dalla struttura denominata Falda Ortogneissica di Antigorio a composizione granodioritica-granitica e avente spessore di 1.200-1.300 metri. Il materiale ha colore grigio più o meno chiaro, foliato con locali presenze di minerali feldspatici di notevoli dimensioni. Può essere compatto, nel qual caso viene coltivato in blocchi e successivamente segato in lastre, oppure, se caratterizzato da elevata fissilità<sup>29</sup>, può essere lavorato a spacco.

Intercalati tra le falde ortogneissiche di Antigorio (strutturalmente sottostante) e del Monte Leone (sovrastante), che rappresentano lembi deformati e impilati di basamento paleozoico, si rilevano e si estraggono, poco a

nord di Domodossola, i marmi dolomitici di Crevoladossola, appartenenti ad un insieme di copertura costituito da sedimenti calcarei e calcareo-silicei metamorfosati in età alpina e risalenti al mesozoico.

### **Le cave di pietra ornamentale**

Le cave di pietra ornamentale si ritrovano ubicate per la maggior parte lungo la direttrice nord-sud che segue, grosso modo, l'asta del fiume Toce.

In numero molto minore si trovano poi lungo la valle del torrente Devero e Diveria. Qualche cava singola è ubicata in altre valli.

Dal punto di vista dei litotipi, si hanno:

- a nord gli gneiss massicci (serizzi), le cui cave sono concentrate per lo più nelle valli Antigorio, Formazza, Devero e Divedro;
- nella parte centrale del territorio provinciale (da Crevoladossola a Vogogna) gli gneiss tabulari (beole), con notevoli concentrazioni di cave a Trontano e Beura;
- ancora nella parte centrale e a sud i marmi (dolomia a Crevoladossola; marmo grigio Boden e rosa Valtoce a Ornavasso);
- a sud, nel Verbano (Mergozzo, Baveno), i graniti (rosa, bianco, verde).

Si discosta dal panorama tracciato una cava di gneiss (serizzo Monte Rosa) ubicata, unica, in valle Anzasca.

Le cave attualmente in attività (anno 2004) sono 81 mentre 34 sono inattive.

Pur essendo in numero notevole (115 in totale), il territorio effettivamente occupato da questa attività (zona di escavazione vera e propria, discarica e piazzali di servizio) è di 2.401.806 mq.

Paragonandolo alla estensione totale del territorio provinciale, che è di 2.262 Km<sup>2</sup> (2.262 x 10<sup>6</sup> mq), esso rappresenta solo l'1,1 per mille o, se si vuole, lo 0,11%!

Anche togliendo tutta la superficie di territorio sopra i 1.600 m di quota, che si può definire montana a tutti gli effetti e in cui diventa problematico, per vari aspetti, aprire una cava, restano 1.250 Km<sup>2</sup>, a confronto dei quali l'area autorizzata per le cave rappresenta ancora solamente l'1,9 per mille (0,19%).

In termini di metri cubi estraibili (cioè i volumi che possono essere estratti in funzione di autorizzazioni vi-

genti), nel 2004 si può stimare una quantità totale di 899.000 mc così suddivisa:

- 1) 670.000 mc di serizzo;
- 2) 132.000 mc di beola;
- 3) 36.000 mc di granito bianco;
- 4) 5.000 mc di granito rosa;
- 5) 56.000 mc di marmo.

Naturalmente tali quantità sono destinate a variare con il mutare delle condizioni autorizzative.

### **Caratteristiche delle cave del VCO**

Nella Provincia del VCO le cave sono praticamente tutte di pietra ornamentale. Questa circostanza già fa intuire che le differenze tra cava e cava non possono essere sostanziali. Ed in effetti le differenze più evidenti si riscontrano per lo più nella loro ubicazione che non per altre peculiarità (le diverse tecniche di estrazione, che pure sono caratteristiche dei litotipi estratti, non si discostano in effetti così tanto l'una dall'altra).

Ormai in tutte le cave la tecnica di coltivazione abbina l'estrazione con l'esplosivo e con il filo diamantato<sup>30</sup>. Le doti di quest'ultimo vengono sempre più esaltate, soprattutto laddove si impone silenziosità e scarsa emissione di polveri, anche in considerazione degli enormi progressi che i costruttori hanno fatto nel fabbricare perline adatte ai materiali silicei (si ricorda che questa tecnologia è derivata dalla cave di marmo, materiale molto più tenero dello gneiss e del granito).

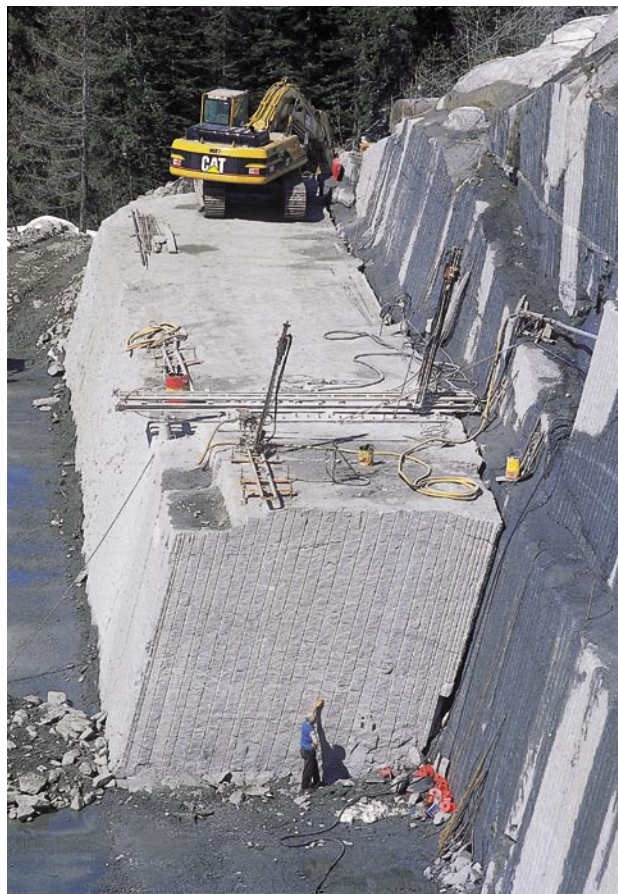
Sostanzialmente le cave si possono suddividere in: cave a fossa, a mezza costa, di culmine, pedemontane.

#### **Le cave a fossa**

Si definisce cava a fossa quell'unità estrattiva dove il materiale viene scavato dall'alto verso il basso, abbassando conseguentemente il tetto del giacimento.

Si presentano come trincee, contornate su tre lati da pareti e si ritrovano usualmente nella coltivazione della beola (cave del Croppo di Trontano, alcune cave del bacino di Beura, cava Favalle a Crevoladossola).

Presentano il vantaggio di poter lavorare agevolmente su piani orizzontali e verticali nonché facilitare gli interventi di recupero ambientale; per contro, si possono avere spazi di manovra limitati e occorre una attenta e periodica perlustrazione delle pareti circostanti.



*Attività estrattiva*

#### **Le cave a mezza costa**

La maggioranza delle cave è a mezza costa, cioè inserita ad una certa quota nel versante. E' il caso ricorrente delle cave di serizzo, nelle quali si sfrutta la pendenza naturale della pioda<sup>31</sup> per far scivolare sul piazzale le bancate<sup>32</sup> staccate dall'ammasso roccioso. Spesso presentano il vantaggio di avere due lati liberi, una pendenza della pioda che aiuta lo stacco delle bancate, un ampio piazzale di servizio. Di contro, le operazioni di perforazione e taglio possono essere malagevoli e spesso, per rispettare le geometrie di coltivazione, si creano fronti in aggetto che devono successivamente essere profilati. Le operazioni di recupero ambientale al di fuori dei piazzali possono essere difficoltose. Anche la maggioranza delle cave di granito sono a mezza costa (cave del Montorfano). A differenza delle cave di serizzo, però, la coltivazione avviene su piani orizzontali e verticali, non avendo il granito piani di pioda e trincante. La coltivazione è quindi, normalmente, facilitata ed i vantaggi sono evidenti.

### **Le cave di culmine**

Si definiscono cave di culmine quelle poste alla sommità di rilievi. Se ne riscontrano pochissime (cave di granito rosa del Monte Camoscio, un paio di cave di serizzo a Formazza).

Sono sicuramente quelle nelle condizioni migliori di coltivazione, avendo ampi spazi di manovra, i lati liberi, assenza o quasi di pareti incumbenti.

Alla facilità di coltivazione si contrappone la grande visibilità, con i relativi problemi di recupero ambientale.

### **Le cave pedemontane**

Sono quelle che si trovano ubicate in corrispondenza del piede del versante.

Si rilevano sia nella estrazione del serizzo (bacini di Crodo e Premio) che della beola (bacini di Beura e Villadosola). Pur presentando i vantaggi e gli svantaggi caratteristici delle cave illustrate ai paragrafi precedenti, a seconda della inclinazione della pioda, della stratificazione, ecc., presentano l'innegabile vantaggio di essere più facilmente accessibili, facilitando quindi anche i lavori di recupero ambientale. Per contro, possono essere più visibili di quelle a fossa o a mezza costa.

### **Le imprese estrattive<sup>33</sup>**

Sebbene ci siano documenti che riportano che scalpellini bavenesi erano operativi sin dal 1460 – tale Giovanni Bartolomeo esercitava in quel di S. Pietro a Roma – e che da una lista del 3 Aprile 1643 risulta che le due professioni di gran lunga prevalenti a Baveno erano quella di “cavagnaro” (cavatore) e “pichapreda” (scalpellino), il che dimostra la plurisecolare dedizione alla lavorazione della pietra locale, è necessario risalire almeno fino alla fine del '700 per trovare tracce di vere e proprie imprese lapidee. Dal 1800, cominciano ad essere disponibili documenti che parlano di cave sfruttate con criteri industriali, soprattutto per quanto riguarda i graniti, materiali più pregiati. Nel 1823 Giovanni Battista Galli affittò una cava di granito bianco dalla comunità bavenese e le ditte Adami e Croppi, che avevano rispettivamente una cava di “granito rosso”, risultano attive almeno dal 1836. Intorno a quegli anni lo sfruttamento cominciò a crescere e le ditte si moltiplicarono. Nel 1865 risultano attive nell'Ossola 7 cave di beola con 35

operai cavatori e 200 scalpellini; tra Baveno e Mergozzo sono attive 4 cave di granito rosa con 24 cavatori e 400 scalpellini e 6 cave di granito bianco con 50 cavatori e 600 scalpellini. Le cronache riportano che le suddette cave di granito sono in grado di fornire blocchi da 20 a 50 mc e ogni anno si estraggono da 1.500 a 2.000 mc di materiale.

Nella seconda metà dell'ottocento diventa di uso corrente l'esplosivo, sebbene il suo utilizzo per mine da parete risalga almeno al '700.

Le prime due grandi mine eseguite in cunicolo di cui si abbia notizia risalgono al 1863, a Montorfano, e al 1865, a Baveno; sebbene non fossero state coronate da completo successo, servirono sicuramente per affinare la tecnica, tanto che la mina fatta brillare il 3 Dicembre 1866 rispettò e anzi sorpassò le aspettative.

La tecnica delle mine in galleria (atta a staccare, con il contributo dei piani di discontinuità naturali, grandi quantità di materiale che si abbattano sul versante sottostante) prese piede e “La Voce del Lago Maggiore” riporta, il 9 Luglio 1886, del brillamento nella cava di granito della Casa di una mina effettuata con 150 quintali di polvere nera, seguita, il 20.03.1887, da un'altra mina preparata con 70 quintali di polvere nera. Una mina analoga venne fatta brillare il 1° Novembre 1890 nella cava di granito della ditta Pirovano e Adami fratelli. Un vero record deve essere stata quella fatta brillare il 17 Agosto 1886 dal Della Casa nella propria cava di granito: costata un lavoro durato due anni, alle tre pomeridiane furono innescate 17 tonnellate di polvere nera e dinamite! Lo spettacolo fu visto da una gran quantità di spettatori e riportato sui giornali.

Sempre con tale tecnica, nella cava Seula (di granito) dei fratelli Adami nel 1909 fu fatta brillare una mina che procurò ben 90.000 mc di granito, disseminato sul versante e successivamente (nel giro di qualche anno) lavorato.

Anche la cave di gneiss proliferano, sebbene si abbiano minori testimonianze dirette, forse perché molti produttori di serizzo e beola lavoravano su commissione delle imprese che commerciavano il granito (e che avevano probabilmente una più vasta e organizzata rete commerciale), che comunque fornivano manufatti anche di altri materiali. Dal 1904 al 1909 (secondo “Eco-



nomia e sviluppo industriale” di Umberto Chiaramonte) le cave di gneiss (serizzo e beola) avevano raggiunto il ragguardevole numero di 347 e la produzione era passata da 76.400 a 106.500 tonnellate, impiegando 1.875 addetti (di cui 98 ragazzi). Significativo il fatto che nel 1912, per ridurre gli effetti della concorrenza, le ditte sentirono il bisogno di costituire un consorzio, che, si riscontrò, fece sentire i suoi benefici effetti.

Fin verso la fine dell’800 tutte le lavorazioni erano fatte a mano, raggiungendo comunque traguardi eccezionali, come dimostrano, per esempio, le 10 colonne di granito prodotte nel 1868 dalle cave Cardini-Pirovano, delle dimensioni di 10,40 m di altezza per un diametro di 1,30 m. Dall’inizio del ’900 ci fu un vero e proprio salto di qualità causato dall’inizio della meccanizzazione di alcuni processi di lavorazione. Fecero la loro prima comparsa torni e “resighe” (prime seghe per materiali lapidei, antesignane dei moderni telai), che sfruttavano la forza motrice dell’acqua e del vapore.

Nel corso del XX secolo, soprattutto nella sua seconda parte, si sono affermate tutte le maggiori imprese estrattive tuttora in attività.

Inevitabilmente la meccanizzazione, sia in cava, unita a tecniche di coltivazione innovative, che nei laboratori ha ridotto di molto la manodopera impiegata, pur aumentando incredibilmente le produzioni.

Nelle cave la tecnica delle mine in galleria è stata soppiantata a favore di interventi molto meno dirompenti che salvaguardano il giacimento; oggi all’esplosivo - che viene utilizzato con molta parsimonia, si pensi che usualmente non sono necessari più di 25-60 grammi di esplosivo per metro cubo di banco staccato, a seconda della giacitura, delle geometrie e dei volumi in gioco - è affiancata la tecnica del taglio al monte con il filo diamantato. I laboratori sono dotati di macchine all’avanguardia per la segazione dei blocchi (i telai raggiungono ormai i 4 m di larghezza, che permettono di segare anche tre blocchi appaiati in 48 ore); hanno frese in grado di tagliare in qualsiasi piano; le lucidatrici lucidano i pacchi di lastre, in modo completamente automatico, appena uscite dai telai; possiedono macchine a controllo numerico in grado di riprodurre qualsiasi disegno.

La Provincia del VCO copre, con le sue 300.000 tonnellate di prodotti commerciati, circa il 60% del quan-

titativo di pietre ornamentali di tutto il Piemonte. Se si pensa che il Piemonte è quotato come produttore del 1% della produzione mondiale, la nostra Provincia si attesta sicuramente come una delle più importanti in Italia. Sono 73 le aziende di estrazione, che occupano direttamente circa 300 addetti (tra personale di cava e impiegatizio), e una cinquantina le aziende che si occupano della lavorazione dei materiali estratti, nelle quali sono impiegati dai 350 ai 450 addetti.

Se a ciò si aggiunge l’occupazione indotta (addetti alle officine, alla fornitura di macchine specialistiche e movimento materiali, alla fornitura di esplosivo e materiale di consumo, trasportatori, ecc.) si arriva con facilità a parlare di almeno 1.000 addetti nel settore lapideo.

Tali dati contribuiscono egregiamente a far sì che l’Italia mantenga la leadership mondiale di Paese produttore e trasformatore della pietra e giustificano il dovere di mantenere e incentivare questa attività, che va peraltro gestita in maniera compatibile con l’ambiente di alto pregio proprio del VCO.

E’ anche doveroso evidenziare l’abilità raggiunta dalle imprese nella escavazione. Tutti i visitatori, addetti ai lavori e non, restano meravigliati dalla perizia con la quale i nostri cavaatori riescono ad estrarre in maniera ordinata e precisa la pietra in luoghi e situazioni oggettivamente molto difficili (cave con piode molto inclinate o abbarbicate su pareti vertiginose nelle quali sono pure stati installati gli immancabili derrick<sup>34</sup>). Ciò ha fatto sì che siano stati chiamati in diverse parti del mondo (Spagna, Portogallo, Brasile, Sudafrica, India, Corea, Russia, Cina, ecc.) a valutare i giacimenti e ad impostare le coltivazioni. Alcune ditte hanno aperto e coltivano tuttora cave di materiali pregiati in Canada, Sudafrica, Brasile.

Sull’indotto, invece, si deve evidenziare che imprenditori locali (ad esempio le Officine Meccaniche Marini di Villadossola) hanno avuto un ruolo di primo piano nella costruzione di macchine utensili, sia da utilizzare direttamente in cava (tagliablocchi<sup>35</sup>, aspiratori per le polveri, perforatori silenziati, filo diamantato, ecc.), sia da utilizzare nei laboratori di lavorazione (dischi diamantati<sup>36</sup> e macchine utensili complete). Diversi sono i brevetti detenuti e le macchine sono esportate in tutto il mondo.



*Deposito blocchi di granito.*

### **Importanza dell'attività estrattiva**

Come si è capito nei paragrafi precedenti, la ricchezza mineraria del territorio del VCO è costituita dalle pietre ornamentali, presenti con una varietà estetica veramente notevole.

La atavica cultura della pietra e la tecnologia sviluppata proprio in questa area, che mette in grado gli operatori di estrarre la roccia nelle condizioni più difficili, unita alle varietà di pietre e alla capacità di lavorazione fa sì che le nostre pietre siano conosciute e richieste in tutto il mondo.

L'estrazione della materia prima e la sua successiva lavorazione hanno creato un tessuto socio economico sul quale oggi è in larga misura basato il benessere della Provincia. E ciò è un valore determinante se si pensa che in quelle vallate dove risiedono le cave, e dove per conseguenza sono sorti i laboratori, non esiste praticamente altra ricchezza.

Quanto possa contare questa attività in termini economici è facilmente desumibile, seppure sia necessario

adottare una certa cautela poichè le quantità di materiale disponibile (cfr. paragrafo 4) non sono quelle effettivamente cavate ma quelle estraibili; si ha cioè il computo di una ricchezza potenziale. L'ordine di grandezza di questa ricchezza, riferita al 2004, si ha moltiplicando le quantità annue dei vari materiali estraibili per il prezzo medio di vendita. Non è facile valutare il prezzo medio, dato che si parla di quantità estraibili, quindi comprensive di percentuali di scarto, di materiale di 1<sup>a</sup> scelta, di 2<sup>a</sup> scelta, etc. In base all'esperienza e ai prezzi di mercato correnti dei vari materiali, si può ragionevolmente stimare che tale citata ricchezza potenziale sia dell'ordine di circa 110-120 milioni di Euro. E' doveroso puntualizzare che, dimostrato dalla esperienza di tanti anni, il materiale veramente estratto annualmente rispetto a quello estraibile è di circa il 50%; la ricchezza reale potrebbe quindi aggirarsi sui 55-60 milioni di Euro.

A questa cifra va inoltre sommato il valore aggiunto prodotto dalle lavorazioni, capace di aumentare da 3 a 5 volte (a seconda del prodotto finale) il valore iniziale

del materiale. Benché i concetti sopraesposti non possano sicuramente definirsi una analisi di mercato, tuttavia dimostrano che le cifre in gioco sono di tutto rispetto, soprattutto se rapportate alla superficie del territorio provinciale e alle popolazioni dei Comuni con vocazione estrattiva.

## Conclusioni

La cultura del “sasso”, la grande varietà e bellezza delle nostre pietre ornamentali, la perizia raggiunta nella loro escavazione, la loro importanza socio economica sono caratteristiche che di primo acchito porterebbero a pensare ad un facile mantenimento e ad un incremento dell’attività estrattiva e di lavorazione. In realtà, invece, sono parecchi e non di poco conto gli ostacoli che si debbono superare anche solo per mantenere questa importante attività ai livelli attuali.

In primo luogo bisogna tenere presente che ormai il mercato è diventato veramente globale. Tale vocabolo, del cui uso si è spesso abusato, negli ultimi anni ha assunto il suo vero valore: oggi chiunque, dalla grande azienda al privato cittadino, è in grado, stando seduto nel proprio ufficio o nella propria casa, di sapere quali sono i materiali offerti da tutti i Paesi produttori, per che cosa possono essere utilizzati, quanto costano, da dove vengono, dove si possono reperire, ecc.; tutto ciò grazie a quella meravigliosa invenzione che si chiama Internet. In queste circostanze non esistono più, o si stanno rapidamente esaurendo, quelle nicchie di mercato alle quali era abituata la maggioranza delle aziende del settore. La concorrenza, dunque, non è più interna (a livello regionale o tutt’al più nazionale) ma è a livello di pianeta, globale appunto.

A ciò si deve aggiungere che molti dei concorrenti sono in grado di offrire materiali anche molto belli a prezzi assolutamente inferiori dei nostri. Basti pensare ai cosiddetti Paesi emergenti (la Cina innanzitutto, se ancora si può definire emergente, il Brasile, i Paesi dell’Est europeo) che hanno un costo del lavoro molto basso e hanno, almeno per ora, costi legati alla sicurezza e all’ambiente molto meno elevati dei nostri.

A livello europeo l’introduzione dell’Euro ha tolto le facilitazioni di vendita che la svalutazione della Lira periodicamente determinava nei confronti delle valute

forti (soprattutto il marco tedesco). Sul fronte amministrativo sicuramente le leggi non aiutano. Sono tante, faragginose, poco chiare, tra loro sovrapposte. Gli iter per ottenere le autorizzazioni per coltivare cave raccontati dagli imprenditori che le hanno aperte in altri Paesi (non del terzo mondo ma in Spagna, Portogallo, Canada) paiono veramente racconti di fantascienza! Senza contare che per utilizzare l’esplosivo, insostituibile ferro del mestiere, si devono rispettare rigide procedure con risvolti spesso penali.

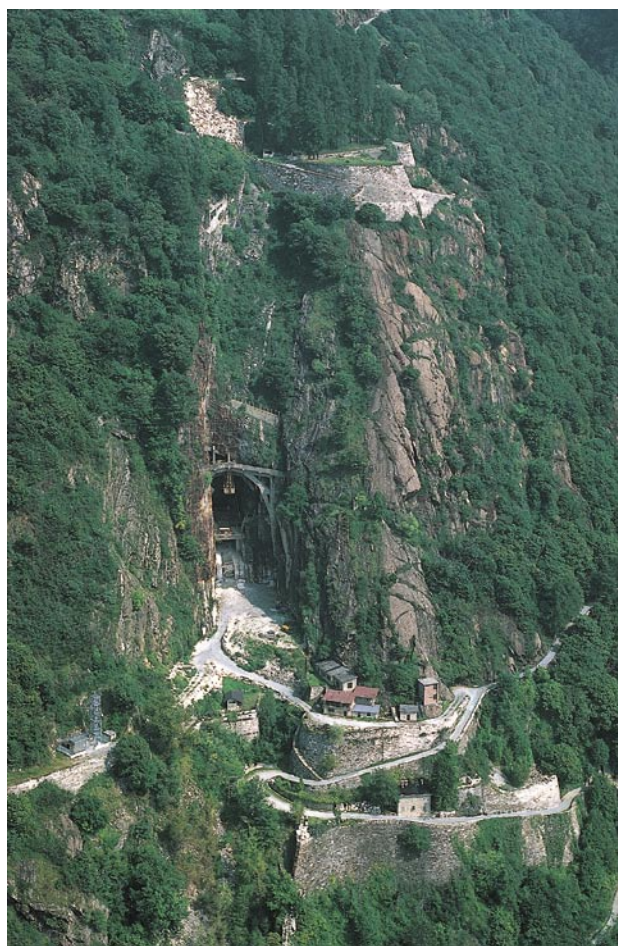
Gli imprenditori locali, pur avendo costituito l’Assocave un trentennio fa (correva l’anno 1974) e più recentemente, nel 2001, l’Assograniti, associazioni di cavaatori e lavoratori della pietra, per fronteggiare alcune problematiche comuni (ottimo il metodo studiato e adottato per la distribuzione quotidiana dell’esplosivo in tutte le cave a prezzi vantaggiosi, ancora oggi utilizzato) non hanno quello “spirito di corpo” che contraddistingue, invece, altri distretti della pietra (Carrara e Verona). Ciò si traduce in almeno due svantaggi:

- Difficilmente si riesce a concorrere per le forniture più importanti e remunerative, che presuppongono uno sforzo comune di diverse aziende temporaneamente consorziate di produttori di materia prima (cave) e di laboratori.
  - Non si riesce a fare “lobby”, cioè a creare un soggetto che ha chiare le proprie esigenze e si muove in tutte le direzioni per salvaguardare le proprie legittime rendite (in Italia tale termine evoca qualcosa di disdicevole, mentre nel mondo anglosassone è assolutamente normale che una categoria di imprenditori si adoperi, ovviamente in modo lecito, per difendere i propri interessi). Così non solo non si riesce a condizionare, almeno per quanto possibile, il mercato, le scelte politiche, i prezzi, la valorizzazione dei prodotti, ecc., ma neppure si ottengono nelle negoziazioni i vantaggi determinati dal potere contrattuale derivante dalle grandi quantità di merce che si devono acquistare; si pensi a tutti i materiali di consumo che necessitano in cava (come esempio ci si può riferire ai fioretti<sup>37</sup>, di cui se ne consumano ingenti quantità) e nei laboratori (si pensi solamente a quanti dischi diamantati vengono utilizzati).
- Non è facile rispondere efficacemente alle problematiche prospettate. Alla spietata concorrenza cinese (e non

solo) non si può senz'altro pensare di far fronte con l'abbassamento dei prezzi, bensì con identificazioni certe dei nostri materiali e con la loro ripetibilità (ovvero la possibilità di fornire materiale di uguali caratteristiche anche a distanza di tempo) e con la qualità di produzione e lavorazione. In tal senso bisogna dire che le istituzioni e gli imprenditori si sono già mossi. La Provincia del VCO ha finanziato borse di studio universitarie per la caratterizzazione dei nostri materiali e per trovare una formulazione di "marchio d'origine". Con fondi provinciali e contributo regionale è in fase di costituzione a Crevoladossola il "Centro per la qualificazione dei materiali lapidei del VCO", società pubblico-privata (formata da Provincia, Comune di Crevoladossola, CCIAA, associazioni di categoria, imprese e Università) che ha per fine la marchiatura CE sui prodotti lapidei nonché lo sviluppo di tutte quelle iniziative tese alla valorizzazione dei materiali (marketing, ricerca applicata, studi di settore, sviluppo della filiera del lapideo, ecc.). Siamo certi che anche le aziende sapranno superare le incomprensioni e le particolarità a vantaggio del bene comune.

Se tutti faranno la loro parte, e non ne dubitiamo, questo affascinante mondo continuerà a vivere permettendo a tutti di godere delle bellezze che con la pietra si possono creare e potrà essere conservato quel patrimonio culturale e di conoscenze acquisite in secoli di esperienze. Perderlo anche solo per un attimo potrebbe voler dire perderlo per sempre, perché il frettoloso mon-

do odierno, con i frenetici ritmi che impone, non permetterebbe recuperi.



Candoglia, la Cava del Duomo.

## Note

<sup>1</sup> M. Braga, Dizionario dei picass, inedito – A.G. Roggiani, Apunti per una mineralogia dell'Ossola, La dolomia di Creola alla cava Baulina, Domodossola 1968 – Pietre ornamentali del Piemonte, pubblicazione ICE (Istituto Nazionale per il Commercio Estero) e Regione Piemonte, 1ª edizione Gennaio 2000.

<sup>2</sup> Pietre ornamentali del Piemonte, pubblicazione ICE (Istituto Nazionale per il Commercio Estero) e Regione Piemonte, 1ª edizione Gennaio 2000.

<sup>3</sup> E' la formazione dei rilievi terrestri. Tra le molte teorie, attualmente è ritenuta valida l'ipotesi della *tettonica a zolle (o a placche)*, interpretazione moderna e controllata della teoria di Wegener o della *deriva dei continenti*, secondo la quale parti di crosta terrestre, muo-

vendosi, si scontrano sollevandosi.

<sup>4</sup> Si riferiscono alla teoria della deriva dei continenti di cui alla nota 1.

<sup>5</sup> Complesso di trasformazioni di struttura e costituzione mineralogica e di composizione chimica che le rocce subiscono dopo o durante il loro processo di formazione.

<sup>6</sup> Minerale di colore azzurro pallido costituito da silicato di alluminio che cristallizza nel sistema triclino.

<sup>7</sup> Minerale di colore rossiccio-grigiastro a lucentezza vitrea costituito da silicato di alluminio, strutturalmente appartenente ai neosilicati, che cristallizza nel sistema rombico.

<sup>8</sup> Con attività plutonica si intende il fenomeno di parziale o totale fusione di porzioni della crosta terrestre *sialica* (dove vi è prevalenza di silicio e alluminio) e successiva risolidificazione.

<sup>9</sup> I fenomeni di questo periodo rendono le rocce generalmente so-

vrasature (la saturazione si intende nei confronti della silice [SiO<sub>2</sub>]) e caratterizzate da valori bassi del rapporto ferro magnesio [FeOtot/MgO].

<sup>10</sup> Rocce metamorfiche formate da minerali lamellari e fibrosi a stratificazione parallela. Tenendo conto della loro composizione chimica e mineralogica si distinguono: gli *gneiss*, che sono rocce scisto-cristalline costituite prevalentemente da quarzo, ortosio e mica; i *micascisti*, costituiti da quarzo e mica; le *quarziti*, costituite essenzialmente da quarzo.

<sup>11</sup> Vedi nota 1.

<sup>12</sup> Diversi tipi di rocce.

<sup>13</sup> Enormi masse rocciose della crosta sialica che, dopo una parziale o totale fusione dovuta a fenomeni di *palingenesi* (rifusione di rocce in zone profonde dovuta a penetrazione di magma o all'azione combinata del calore e di gas dei magmi sottostanti), ritornano allo stato solido.

<sup>14</sup> Sedimenti o rocce sedimentarie che mostrano evidenze di essere state soggette a processi metamorfici (evidenze metamorfiche poco accentuate che rendono riconoscibile la struttura originaria della roccia).

<sup>15</sup> Intrusioni all'interno della crosta terrestre a carattere calcalciano (vedi nota 7).

<sup>16</sup> E' l'insieme dei caratteri chimici delle rocce eruttive che permettono di distinguerle.

<sup>17</sup> Si definisce *vergenza* di una piega l'inclinazione o il coricamento del suo piano assiale verso un determinato punto cardinale. Nella fattispecie la piega è vergente a sud est.

<sup>18</sup> Si definisce *faglia* la frattura di masse rocciose accompagnata dallo spostamento relativo degli strati lungo il piano di frattura stesso (*piano di faglia*).

<sup>19</sup> Il risultato dello scontro continentale ha dato luogo a una struttura a *falde di ricoprimento*. Lo schema classico di Argand (1924) mette in evidenza, a nord delle Alpi Meridionali, i gruppi di falde Pennidi, Austridi, Elvediti e Ultraelvetidi. Le *unità Austroalpine* sono un sistema composito di falde appartenenti a quelle Austridi che, nel loro spostamento verso l'esterno della catena, si sono sovrapposte alle Pennidi.

<sup>20</sup> Il dominio Pennidico è quello delle falde Pennidi, che si estende nelle Alpi occidentali dal mar Ligure fino al passo dello Spluga e al gruppo del Bernina.

<sup>21</sup> Con il termine *gneiss* si indicano le rocce metamorfiche (cioè che si sono trasformate) olocristalline contenenti uno o più feldspati come costituenti essenziali e altri minerali diversi che li distinguono, per es., in gneiss anfibolici, biotitici, ecc..

<sup>22</sup> Strato geologico piegato con la convessità verso il basso.

<sup>23</sup> Gneiss derivante da roccia eruttiva.

<sup>24</sup> Rocce arcaiche.

<sup>25</sup> Sono quelle che hanno i fianchi della piega tra loro paralleli, cioè formanti un angolo pari a 0 gradi con l'asse della piega stessa. Sono pieghe molto accentuate con forma ad "U".

<sup>26</sup> L'*evento eoalpino*, verificatosi tra 130 e 50 milioni di anni fa, fa parte della complessa evoluzione dell'orogene alpino e ne costituisce

la prima fase. Le altre fasi sono l'*evento mesoalpino* (da 50 a 30 milioni di anni fa) e l'*evento neoalpino* (da 30 milioni di anni fa ad oggi).

<sup>27</sup> Grande massa di roccia intrusiva a struttura olocristallina dai contorni irregolari posta a profondità inaccessibile all'indagine diretta.

<sup>28</sup> Gneiss derivante da rocce sedimentarie.

<sup>29</sup> E' la proprietà di sfaldarsi facilmente lungo piani preferenziali, *piode*, in lastre di piccolo spessore.

<sup>30</sup> E' costituito da un cavo di acciaio sul quale sono montate le *perlino*, cilindretti di diamante sintetico, tenute ferme nella loro posizione dai *distanziatori*, cilindretti di plastica posti tra una perlina e l'altra. Il filo è chiuso ad anello tra la macchina che gli imprime il movimento e la roccia, provocando così il taglio.

<sup>31</sup> E' il piano di discontinuità principale, che si ripete con regolarità nell'ammasso roccioso.

<sup>32</sup> Si intende la porzione isolata, con i vari tagli, dall'ammasso roccioso che sarà successivamente sezionata in blocchi di dimensioni commerciali.

<sup>33</sup> G. Margarini e C.A. Pisoni, Il granito di Baveno. Un pioniere: Nicola Della Casa, Alberti Libraio Editore, Verbania Intra 1995 – U. Chiaramonte, Economia e sviluppo industriale – ECOSP (European Conference on Stone product Protection) Conference, Carrara 30 Maggio 2004.

<sup>34</sup> Gru a struttura a traliccio costituita da una colonna (spesso alta più di 30 m), un braccio in grado di inclinarsi e brandeggiare per 270°, due tiranti formanti tra loro un angolo di 90°, di lunghezza opportuna a seconda delle condizioni morfologiche, spesso ancorati direttamente sulla roccia. La lunghezza del braccio può arrivare ad oltre 70 m e la portata a 30 t (dipende dalla inclinazione del braccio: più ci si avvicina all'orizzontale più la portata diminuisce, e viceversa).

<sup>35</sup> Slitte costituite da profilati metallici che permettono la traslazione orizzontale e verticale dei perforatori su di esse montati. Permettono di eseguire perforazioni perfettamente allineate lungo direzioni predefinite.

<sup>36</sup> Dischi sulla cui circonferenza sono riportati degli inserti diamantati (prodotti artificialmente) che, girando velocemente, sono capaci di tagliare i blocchi di roccia. Hanno diametri che vanno da 300-400 mm (per le frese) a 3.600 mm (per il taglio di blocchi da telaio). Possono essere montati singolarmente o a pacchi con determinato interasse tra loro (nei tagliablocchi sono montati 30-40 dischi per volta).

<sup>37</sup> Aste a sezione esagonale di acciaio molto resistente con punta in "widia" (acciaio speciale) a forma di scalpello, forate all'interno per consentire il passaggio dell'aria compressa e dell'acqua. I fioretti sono montati su perforatrici che gli imprimono un moto rotatorio e una forza assiale e quindi consentono la perforazione della roccia. Le lunghezze dei fioretti vanno da 60 cm a circa 12 m ed hanno diametri variabili, a partire da 32 mm (normalmente usato). Per fori più lunghi si possono, con speciali manicotti, congiungere più aste fino a raggiungere la lunghezza voluta (più il foro è lungo e più aumenta il diametro).

