

# PIETRE ORIGINALI DELLA BERGAMASCA

## IL PORFIROIDE GRIGIO SCURO di Valleve



Camera di Commercio Industria  
Artigianato e Agricoltura Bergamo

Al servizio dei valori bergamaschi

# LE PIETRE ORIGINALI DELLA BERGAMASCA

## Che cosa è il marchio di origine



La Camera di Commercio di Bergamo, con il supporto di Servitec srl e del CNR-IDPA\*, ha istituito il marchio di origine delle pietre orobiche, che garantisce la provenienza geografica dei materiali lapidei ad uso ornamentale estratti nella provincia di Bergamo.

Si tratta di uno strumento finalizzato alla valorizzazione ed alla promozione della conoscenza del prodotto lapideo Bergamasco, che costituisce non solo una risorsa economica, ma soprattutto una preziosa eredità di tradizioni e cultura inscindibili dalla storia del territorio. Anche a livello locale, sono in gran parte sconosciute le ottime caratteristiche tecniche ed estetiche dei materiali orobici, a cui vengono spesso preferite pietre di altra provenienza e di limitata o sconosciuta tradizione.

Il marchio è stato ideato in modo da fornire un agile riferimento agli addetti ai lavori e non solo, relativamente ad origine, caratteristiche tecniche e varietà commerciali del materiale.

Ogni pietra commercializzata con il marchio rispetta le caratteristiche stabilite nel relativo disciplinare di produzione, un documento strutturato in 6 articoli, mediante i quali vengono fornite sia informazioni geologiche, che indicano l'unicità del materiale da un punto di vista genetico e ambientale, sia informazioni tecniche, che mostrano le proprietà e l'applicabilità del materiale nei vari contesti edilizi.

Nel dettaglio sono indicati:

- formazione geologica di appartenenza
- bacini di estrazione e distribuzione geografica degli affioramenti nell'ambito della provincia di Bergamo
- composizione chimica e mineralogica
- caratteristiche petrografiche
- proprietà meccaniche (valori ottenuti da prove meccaniche eseguite secondo la normativa vigente)
- varietà e formati disponibili in commercio.

\* CNR-IDPA Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali

Tipo di pietre	Massa volumica Kg/m <sup>3</sup>	Resistenza a compressione monoassiale MPa	Resistenza a compressione monoassiale dopo cicli di gelività MPa	Resistenza a flessione MPa	Resistenza all'usura	Dilatazione termica mm/°C E -6	Coefficiente di imbibizione
Arabescato Orobico	2698	143	-	18	0.71	-	0.066
Porfiroide Grigio	2725	268	-	41.5	1.32	11.6	0.19
Porfiroide Grigio Scuro	2751	175	-	51.6	1.04	7.25	0.20
Ceppo di Gré	2478	54	52	6.3	0.32	9.3	2.43
Pietra di Credaro Medolo	2658	172(carico perp.) 165(carico par.)	161.2	23	0.66	8.6	0.61
Pietra di Credaro Berrettino	2579	149(carico perp.) 144(carico par.)	144.1	19	0.53	7.1	1.33

# ZONE DI COLTIVAZIONE DELLE PIETRE BERGAMASCHE



Porfiroide Grigio - Branzi



Porfiroide Grigio Scuro - Valleve



Ceppo di Gré - Solto Collina



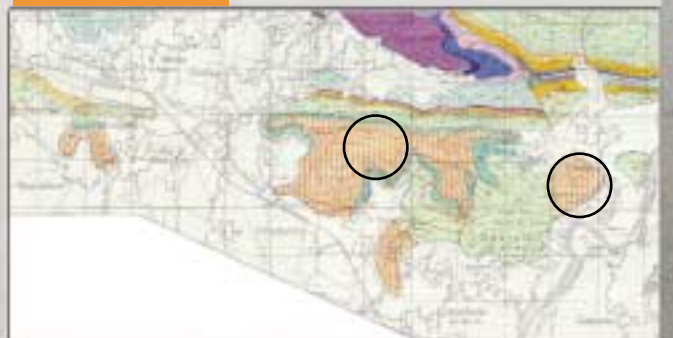
Arabescato Orobico - Camerata Cornello



Pietra Cote - Pradalunga



Pietra di Credaro



## NOTIZIE STORICHE

### La difficoltà nell'estrazione ne ha frenata la diffusione

Il Porfiroide Grigio Scuro, noto anche con il nome di ardesia\* di Valleve, viene estratto in alta Val Brembana, alle pendici del Monte Pegherolo presso la cava Fontanafredda, situata a circa 1700 metri di quota e attualmente la cava attiva a cielo aperto più alta d'Europa.

L'utilizzo a livello locale delle ardesie di Valleve come materiale per coperture si perde nella notte dei tempi, e costituisce una delle esemplari espressioni dell'ingegnosità della gente di montagna.

La malagevole estrazione del materiale, affiorante in aree circoscritte e talora impervie, ha ostacolato in passato la diffusione ad ampio raggio di questa pietra, nonostante già da secoli fossero note le pregevoli proprietà estetiche e di utilizzo. A partire dal XX secolo lo sfruttamento di

questa risorsa ha conosciuto una coltivazione più razionale, pur sempre a fronte di un lavoro faticoso e duro, dei principali siti di affioramento sulle scoscese e boschive pendici del versante nord-orientale del Pegherolo, da cui le piòde (lastre per coperture) venivano inviate al fondovalle con l'ausilio di teleferiche.

Nonostante l'evoluzione delle tecniche di coltivazione e dei mezzi a disposizione, ancora oggi la quota di estrazione pone un forte vincolo alla coltivazione, organizzata su archi stagionali con riposo durante i mesi più rigidi, da settembre a maggio.

\*il termine ardesia indica una roccia costituita da particelle molto piccole (di dimensioni all'incirca millimetriche) e che si può facilmente spaccare in lastre di spessore relativamente sottile.



### La sensibilità di una amministrazione comunale illuminata



\*mediante il Regolamento Edilizio allegato al Piano Regolatore del Comune di Valleve approvato dalla Giunta della Regione Lombardia n° 14306 del 07/02/1978.

Recentemente, una nuova sensibilità verso il territorio porta a cogliere l'importanza dell'unicità delle tradizioni come efficace mezzo per sostenere la salvaguardia dell'ambiente nell'ottica di uno sviluppo sostenibile, soprattutto nel contesto delle aree montane. La tipicità di ciascuna valle e delle sue tradizioni vanno conservate e riconosciute come ricchezze insostituibili e unici mezzi per mantenere i caratteri e l'identità del paesaggio montano: inoltre le bellezze naturali e paesaggistiche costituiscono uno dei fondamentali requisiti per incentivare il turismo e richiamare un numero sempre maggiore di visitatori.

In quest'ottica, un'iniziativa forte e di grande rilevanza, per quanto ristretta ad un'area limitata, è quella intrapresa più di vent'anni fa dal Comune di Valleve\*, nel cui territorio è fatto obbligo di realizzare tetti in pietra utilizzando l'ardesia (Porfiroide Grigio Scuro) escavata nell'ambito comunale.

Da parte sua il Comune si impegna a fornire ad un prezzo di favore il materiale destinato agli edifici costruiti nel territorio comunale.

Come mostra la foto aerea del paese di Valleve, l'obbligo all'utilizzo della pietra locale conferisce all'abitato una propria identità e aspetto caratteristico, fedele alla tradizione della valle.

Interventi urbanistici ed architettonici di questo tipo possono avere forti riscontri sulla economia locale, favorendo da un lato le attività locali legate all'escavazione e incentivando dall'altro uno sviluppo edilizio rispettoso della tradizione locale e a minore impatto



## STORIA GEOLOGICA

### L'origine sedimentaria

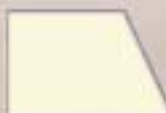
ESEMPIO DI UN BACINO  
DI INTRAPIATTAFORMA



Acque ben ossigenate  
(ricircolo d'acqua)



Esempio di un bacino  
di intrapiattaforma



Piattaforma  
carbonatica



Deposizione di fanghiglie ricche di sostanze organiche in ambiente a scarsa circolazione di ossigeno (sostanze organiche ridotte anziché ossidate: colore scuro dei sedimenti)



Le rocce che oggi chiamiamo Porfiroide Grigio Scuro appartengono al gruppo di rocce che i geologi chiamano Formazione di Wengen, e che si formarono nel Triassico, e più precisamente nel periodo Ladinico, cioè all'incirca 220-215 milioni di anni fa. In questo periodo l'area lombarda era sommersa da un mare poco profondo, chiamato Tetide, che separava il continente europeo da quello africano.

L'Italia si trovava ad una latitudine più vicina all'Equatore rispetto ad ora, ed il clima era più caldo, tropicale.

L'ambiente era quello della piattaforma carbonatica: aree marine profonde pochi metri e caratterizzate dalla deposizione continua di minutissimi cristalli di calcite ( $\text{CaCO}_3$ ) precipitati dalle acque oceaniche.

La piattaforma carbonatica lombarda ladinica, nota fra i geologi con il nome di Formazione di Esino, era molto estesa, alcune centinaia di chilometri quadrati, e diede origine a massicci rocciosi imponenti, come quello del Pegherolo, della cima di Menna, dell'Arera, della Presolana, ecc.

Questa piattaforma carbonatica era localmente interrotta da bacini più profondi, delle fosse o semplicemente delle depressioni, dette bacini di intrapiattaforma, dove il ricambio e l'ossigenazione dell'acqua erano molto limitati e quindi le condizioni ambientali riducenti.

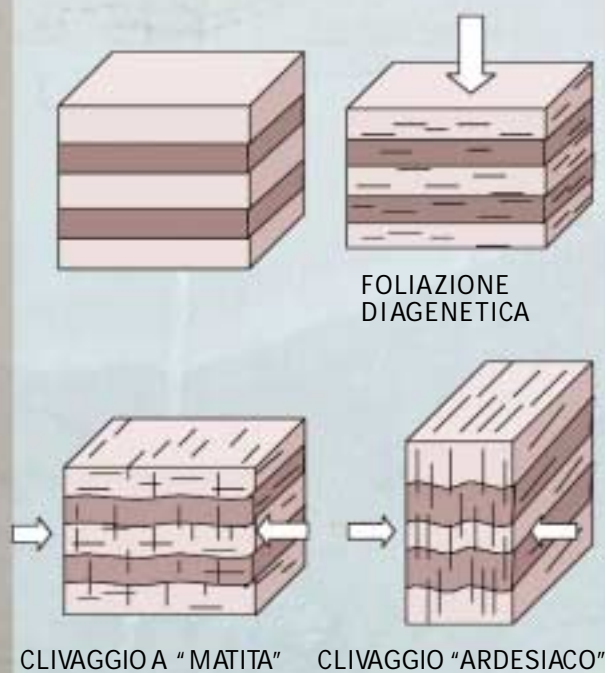
In questi bacini di intrapiattaforma si depositavano i sedimenti che costituiscono ora le rocce chiamate Formazione di Wengen. Si tratta di una formazione che affiora non solo sul versante del Monte Pegherolo, ma anche in numerose aree dell'Italia nord-orientale, come nelle Grigne, in Val di Scalve, nelle Giudicarie e nelle Dolomiti, ecc.

Tuttavia le rocce della Formazione di Wengen presenti sul Pegherolo mostrano caratteri peculiari non comuni alle rocce della Formazione di Wengen di altre aree.

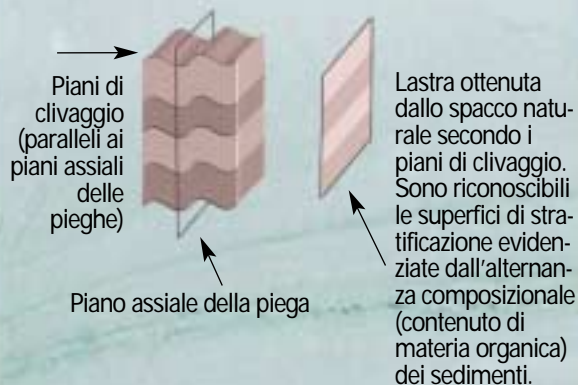
Lo spiccato clivaggio del Porfiroide Grigio Scuro

## STORIA GEOLOGICA

Costituito prevalentemente da quarzo



ESEMPIO DI STRATI PIEGATI, IN CUI SI È FORMATO UN CLIVAGGIO DI PIANO ASSIALE



Porzione del fronte cava: una sottile vena di quarzo mostra il piegamento degli strati da cui si è originato il clivaggio

Nel bacino di intrapiattaforma del Pegherolo infatti si depositavano sia sedimenti di composizione carbonatica, provenienti dalla piattaforma, sia sedimenti di composizione "terrigena", cioè ricchi di silicati, provenienti dal vicino continente.

Il risultato di questo doppio contributo si può riscontrare ora nella composizione chimico-mineralogica del Porfiroide Grigio Scuro, costituito prevalentemente da quarzo ed altri silicati, mentre nelle altre aree la composizione è esclusivamente carbonatica. La scarsa circolazione di ossigeno ha favorito l'instaurarsi di condizioni molto riducenti, a cui consegue la colorazione molto scura della roccia, dovuta all'abbondante presenza di sostanza organica ridotta.

Tuttavia non è questa la sola peculiarità del Porfiroide Grigio Scuro: il carattere principale, che rende questa roccia richiesta nel campo delle pietre ornamentali, è il clivaggio, vale a dire la spiccata predisposizione allo spacco naturale in lastre di spessore ridotto.

Si tratta di variazioni strutturali indotte nella roccia dal regime compressivo innescato dall'orogenesi alpina più di 100 milioni di anni fa. Questo complesso di sforzi di compressione e stiramento ha generato profonde modificazioni nelle rocce, piegandole, frammentandole, spostandole, ecc.

Nel caso della zona dell'alta Val Brembana nei pressi di Cambrembo-San Simone, il sovrascorrimento del Pegherolo - che ha portato rocce carbonatiche triassiche a scorrere sulle rocce del basamento cristallino e alla formazione del Monte Pegherolo -, ha indotto nella roccia più plastica\*, cioè nella Formazione di Wengen, sforzi di stiramento e allungamento da cui risulta ora l'anisotropia planare (clivaggio) sfruttata per la coltivazione.

\*più facilmente deformabile

## PROPRIETÀ TECNICHE

### Non teme il clima rigido ed i carichi eccezionali

Le elevate proprietà tecniche del Porfiroide Grigio Scuro sono testimoniate da antiche costruzioni – baite soprattutto – tuttora in uso e dall'utilizzo secolare in aree di alta montagna, dove le condizioni del clima sono estremamente rigide e sottopongono la pietra a severe prove di resistenza.

Tuttavia, per avere informazioni oggettive e tali da permettere un confronto con altri materiali appartenenti alla medesima categoria commerciale, sono state determinate le proprietà tecniche del materiale secondo la normativa vigente.

Le caratteristiche più rilevanti per le pietre impiegate per coperture e pavimentazioni esterne sono:

- coefficiente di imbibizione (UNI 9724/2): indica la tendenza ad assorbire acqua
- resistenza a compressione e flessione (UNI 9724/3,5): indica la resistenza che un materiale oppone a sollecitazioni per schiacciamento e incurvatura
- resistenza al gelo (L.R. Val d'Aosta, 10/90): indica la resistenza ad escursioni termiche estreme (gelo/disgelo)
- resistenza all'usura (R.D. 2234/5): indica la resistenza all'abrasione o al logoramento per attrito
- resistenza all'alterazione (L.R. Val d'Aosta, 10/90): indica la resistenza all'aggressione chimica e agli agenti atmosferici
- variazione lineare termica (DIN 18155): indica la dilatazione indotta dal riscaldamento.

In riferimento alle altre pietre che occupano la medesima categoria commerciale, il Porfiroide Grigio Scuro mostra elevati valori per ciascuna proprietà; nel dettaglio, sono significativi i valori di resistenza alla flessione, al gelo, ed all'usura, che indicano l'impiego ideale del materiale in esterno, tanto per coperture quanto per pavimentazioni. I modesti valori di usurabilità e alterabilità indicano un'ottima durezza e che il materiale posato non richiede interventi di manutenzione. Le prestazioni in opera del Porfiroide Grigio Scuro sono tali da renderlo uno dei pochi materiali che soddisfano i requisiti richiesti dalla Legge Regionale della Val d'Aosta\*.

\*a fronte di consistenti contributi economici, in Val d'Aosta è fatto obbligo a tutti gli edifici di avere il tetto realizzato in pietra naturale con elevate caratteristiche tecniche (resistenza alla flessione, al gelo, all'alterazione provocata dagli agenti atmosferici)



Tipo di pietre	Massa volumica Kg/m <sup>3</sup>	Coefficiente di imbibizione %	Resistenza a compressione MPa	Resistenza a flessione MPa	Resistenza a flessione dopo cicli di gelo-disgelo MPa	Resistenza all'alterazione	Resistenza all'usura per attrito radente mm	Variazione lineare termica
Ardesia Lavagna	2716	0.39	149	59.5	53	-	13.33	6.0
Serizzo Formazza	2660	0.397	141	13	11.7	-	4.94	6.8
Porfido Albiano	2542	1.241	210	23	20.7	-	2.04	11.1
Quarzite Barge	2579	0.2	300	40	38.8	-	5.97	-
Ardesia Branzi	2725	0.19	268	41.5	39.5	< 0.01	3.03	11.6
Ardesia Valleve	2751	0.20	175	74.9	41.2	< 0.01	3.83	7.25



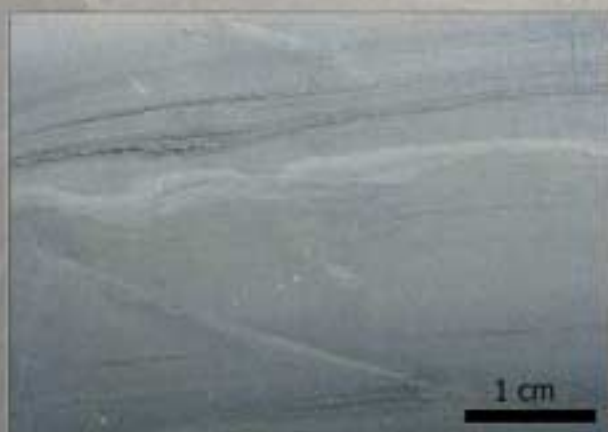
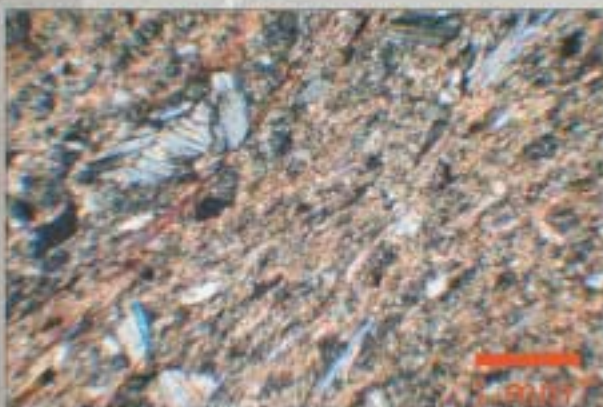
## CARATTERISTICHE PETROGRAFICHE

### Il quarzo gli dona grande resistenza

Composizione chimica	
ossidi	Ardesia di Valleve
SiO <sub>2</sub> (%)	54.8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	14.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	5.8
MgO (%)	3.9
CaO (%)	15.9
Na <sub>2</sub> O (%)	0.6
K <sub>2</sub> O (%)	3.8
altro	0.7

Composizione mineralogica	
Fasi mineralogiche presenti	Quarzo, calcite, clorite, sericite, feldspati, ossidi



#### COMPOSIZIONE CHIMICO-MINERALOGICA

La composizione chimica del Porfiroide Grigio Scuro risulta costituita in buona parte da silice, allumina ed alcali, tra i quali è rilevante il contenuto di CaO.

La composizione mineralogica è caratterizzata da silicati come quarzo, fillosilicati e feldspati e da una componente carbonatica (calcite, CaCO<sub>3</sub>) variabile tra il 15 ed il 20%.

La curabilità della roccia è da ricondurre proprio all'abbondante presenza di silicati, mentre la lavorabilità dipende dal contenuto di carbonati.

#### TESSITURA

La tessitura indica le relazioni che i vari minerali hanno tra loro; si tratta di proprietà ben osservabili su sezioni sottili di roccia al microscopio, come indica la foto qui riportata. Il carattere peculiare della tessitura del Porfiroide Grigio Scuro è la presenza di allineamenti di minerali color bruno arancio, disposti secondo la diagonale della foto. Questi minerali sono dei fillosilicati, e la loro isoorientazione in piani paralleli secondo un'unica direzione marca i piani di clivaggio, vale a dire i piani lungo i quali si sono ricristallizzati i cristalli durante gli eventi di compressione metamorfica verificatisi durante l'orogenesi alpina. Questi allineamenti di minerali sono responsabili della peculiare fissilità della roccia e, all'insaputa forse dei piöder, sono gli elementi che vengono sfruttati dalla lavorazione artigianale, in quanto guidano la sfaldatura dei blocchi in lastre.

#### COLORE

Il colore, come si può osservare nella lastra qui riportata, è grigio-scuro, con toni caldi, variabile da tinte scure a tinte più chiare.

Tuttavia si tratta di bandature cromatiche dai toni molto smorzati, e rese uniformi dalla minuta granulometria delle particelle.

Un'altra proprietà della granulometria molto fine è quella di rendere molto lisce e regolari, apparentemente levigate, le superfici lavorate a spacco.

## ESTRAZIONE

### La cava a cielo aperto più alta d'Europa



Mentre in passato le piode di Porfiroide Grigio Scuro si estraevano in numerose piccole cave disseminate lungo le pendici del Monte Pegherolo, attualmente la cava in attività è quella di Fontanafredda, sul versante nord orientale del Monte Pegherolo, ad una quota di circa 1700 m, fatto che la rende la cava a cielo aperto più alta d'Europa.

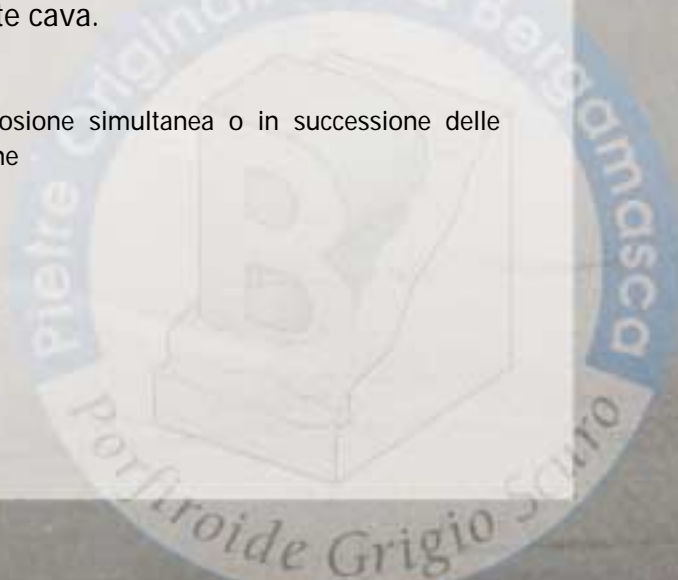
Dato il rigido clima di alta montagna e l'orientazione poco esposta al sole, la coltivazione si concentra su archi stagionali di 5/6 mesi, generalmente da aprile/maggio a settembre/ottobre, in funzione delle temperature e delle precipitazioni nevose.

L'abbattimento del materiale dal fronte cava avviene mediante l'utilizzo di esplosivo a contenuto potere detonante, che permette di sfruttare le discontinuità naturali della roccia come piani preferenziali di distacco senza indurre nei volumi abbattuti un'eccessiva frantumazione.

Inizialmente si praticano dei fori allineati sulla parete, in modo da delimitare le porzioni di roccia da distaccare. All'interno dei fori si colloca l'esplosivo, che viene innescato dalla "volata" \*.

I blocchi così abbattuti hanno forme e dimensioni variabili, generalmente 2x1.8x1 m, e vengono lavorati dai "piöder" nei laboratori siti in prossimità del fronte cava.

\*esplosione simultanea o in successione delle cariche



## LAVORAZIONE

### Eseguita quasi interamente

### à mano



Fenditura del blocco



Sagomatura delle lastre



Rifinitura delle lastre



Foratura delle lastre

La lavorazione del Porfiroide Grigio Scuro è completamente artigianale e viene tuttora eseguita a mano, secondo una gestualità che è rimasta immutata nel corso dei secoli. Si tratta di una sequenza di pochi colpi netti e precisi, che sembrano racchiudere un qualcosa di misteriosamente magico nel trasformare, apparentemente senza sforzo nè studio, un blocco in tante piode sottili e lastriformi. In realtà la perizia di un buon scalpellino consiste non solo nell'abilità e nella precisione del gesto, ma in gran parte anche nel capire e sentire la pietra: osservare la sua forma e, da come "suona", riconoscere la lavorabilità del pezzo e quindi il prodotto finito che si può ottenere.

I blocchi provenienti dal fronte cava vengono ridimensionati in prismi di misura 40x40x25 cm circa con sega a disco diamantato.

Le principali fasi della lavorazione dal blocco al prodotto finito sono:

1. i prismi vengono "aperti" (sfaldati) a mano con l'aiuto di un martello e un cuneo a punta piatta, che guida la fenditura dei piani più facilmente fissili; in questo modo si ottengono lastre a spacco naturale;
2. con sagome metalliche si incide sulle lastre semilavorate la forma della pioda che si intende realizzare (a profilo irregolare, a coda di rondine, quadrate, ecc.) e si rifiniscono a mano lungo i bordi che una volta posati resteranno esposti;
3. Sulle lastre vengono fatti i fori in cui verranno inseriti i chiodi di ancoraggio in fase di posa;
4. le lastre vengono stoccate in pallets.

### Le coperture



Copertura tipo bergamasca

L'utilizzo più tipico del Porfiroide Grigio Scuro è quello per copertura, in cui le pregevoli caratteristiche estetiche vengono coniugate con le ottime proprietà strutturali e meccaniche.

Si tratta di un impiego che richiede elevate proprietà tecniche poiché la posa in esterno pone i materiali in condizioni spesso estreme, caratterizzate da forti escursioni termiche, alternanza di fasi di gelo e disgelo, permanenza per tempi imprecisati di carichi di peso consistente come accumuli di neve.

Sono disponibili in commercio diversi formati di lastre, che permettono la realizzazione di pose diverse in funzione dell'inclinazione delle falde del tetto, delle condizioni climatiche e delle tecniche costruttive peculiari di alcune aree geografiche.



Copertura a squame tipo svizzera



Villa in ambiente montano con copertura tipo svizzera e rivestimenti in Pietra di Credaro



Baita ristrutturata con copertura a squame tipo svizzera

## IMPIEGHI



Tetto con copertura tipo rustica



Particolare di copertura a squame tipo svizzera



Particolare di copertura tipo francese

L'ottima lavorabilità del materiale viene sempre più spesso valorizzata dall'abilità degli artigiani del Porfiroide Grigio, che, su richiesta, possono realizzare lavorazioni e formati personalizzati, come nel caso di questa copertura, caratterizzata da piode irregolari per forma, dimensione, arrotondamento e posate lungo corsi paralleli, a dare un gradevole effetto mosso e dinamico ad una classica falda di abitazione.

I principali tipi di coperture sono:

- copertura alla bergamasca: si realizza posando corsi orizzontali di lastre quadrangolari con bordi smussati; è la tecnica di posa tipica delle valli orobiche
- copertura alla valdostana: le lastre, denominate lose, hanno forma irregolare, grandi dimensioni e spessore maggiore rispetto alle normali lastre; si tratta di una tecnica di posa utilizzata per coperture molto rustiche e robuste, di tradizione secolare nell'ambito dell'architettura alpina.
- copertura alla svizzera: dal caratteristico aspetto a squame, si ottiene mediante la posa di lastre con rifinitura tonda a coda di rondine; viene utilizzata per coperture che richiedono un effetto estetico di pregio ed eleganza.
- copertura alla francese: le lastre quadrate a spigoli vivi vengono posate lungo corsi diagonali paralleli, compatibili con falde anche molto inclinate.
- copertura alla piemontese o tipo montagna: le lastre quadrangolari a spigoli martellinati vengono posate lungo corsi orizzontali paralleli; si realizzano così coperture molto sobrie e robuste.

L'estrema omogeneità cromatica del Porfiroide Grigio Scuro, unita alla buona lavorabilità, che permette di ottenere lastre di spessore molto ridotto, rende il materiale particolarmente indicato per qualsiasi tipo di copertura, non solo nei contesti alpini ma anche in quelli urbani e dei centri cittadini.

## IMPIEGHI



Pavimentazione ad opus incertum

Date le eccezionali proprietà tecniche, come la resistenza all'usura, al gelo e all'alterazione, la resistenza a flessione e compressione, il Porfiroide Grigio Scuro si presta anche ad impieghi di pavimentazione, zoccolatura o rivestimenti esterni, realizzabili sia con masselli di formati standard, sia con piode di forma irregolare che creano disegni ad opus incertum.

La planarità naturale e la robustezza del Porfiroide Grigio Scuro fanno sì che le pavimentazioni e le coperture realizzate richiedano scarsa manutenzione e mantengano i loro caratteri inalterati a lungo nel tempo.



Pavimentazione a lastre quadrate e rettangolari

# Porfiroide Grigio Scuro

## IMPIEGHI



Copertura alla francese con fermaneve



Copertura alla francese



Bovindo alla svizzera



Gazebo con copertura tipo svizzera



Particolare di copertura molto articolata alla francese

La lavorazione artigianale del Porfiroide Grigio Scuro permette di realizzare pregevoli dettagli architettonici, come bovindi e gazebo, a testimonianza della versatilità di impiego di una pietra semplice e rustica, ma elegante.



tria