

Comune di Bergamo



PIANO DEL COLORE DI BERGAMO

Individuazione materiali lapidei



a cura di:

Hattusas s.r.l.

consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente

Sede legale: Via Roma, 37 - 24060 Tagliuno (Castelli Calepio, BG)

Sede operativa: Via Vespucci, 47 - 24050 - Grassobbio (BG)

Tel. e Fax. 035.4425112

info@hattusas.it



sikkens

INDICE

<i>PREMESSA</i>	2
<i>I MATERIALI LAPIDEI: UN PERCORSO FRA STORIA, SPAZIO E TEMPO</i>	4
ROCCE E COLORI	4
CENNI GEOLOGICI E LITOLOGICI	11
<i>CONTESTO STORICO-ECONOMICO E SOCIALE DEI MATERIALI LAPIDEI E DELL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA BERGAMASCA</i> .	15
LE PIETRE E LA CITTÀ DI BERGAMO	20
<i>PIANO DEL COLORE DI BERGAMO ALTA E INDIVIDUAZIONE DEI MATERIALI LAPIDEI</i>	33
MATERIALI E METODI DESCRITTIVI	33
CARTELLA COLORI MATERIALI LAPIDEI	34
<i>INTONACI, MALTE E TERRE COLORANTI NATURALI</i>	51
SCHEMA DELLA COMPOSIZIONE DELLE MALTE	55
TRADIZIONE LOCALE BERGAMASCA	56
AMBITI DI PROVENIENZA DELLE MATERIE PRIME	57
PIETRA ARTIFICIALE - CEMENTO DECORATIVO	59
COMPONENTI, FORMULE E RICETTE RICAVATE DALLA LETTERATURA TECNICA COEVA	60
COMPONENTI - VERIFICHE SPERIMENTALI	61
<i>CONCLUSIONI</i>	62
<i>BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA</i>	63



PREMESSA

Le elaborazioni per la definizione del Piano del Colore della “Città Bassa” hanno riguardato anche l’approfondimento degli elementi litoidi che connotano la cortina edilizia, studiando inoltre i caratteri e la provenienza delle malte e terre naturali utilizzate nella coloritura murale e come aggregati: a tal proposito è stato privilegiato l’impiego di materiali di provenienza locale, anche attraverso percorsi di riscoperta legati al cambio delle esigenze e delle velleità della progettazione architettonica.

Il quadro che ne è emerso conferma la straordinaria varietà delle pietre ornamentali bergamasche che, accanto ad impieghi tradizionali dal carattere più sobrio e contenuto, hanno assecondato la realizzazione di importati edifici del centro a carattere monumentale.

La nostra città dunque predilige le pietre da costruzione di provenienza locale, tra cui: le Arenarie (Arenaria di Sarnico), le calcareniti (Flysch), i calcari (Maiolica), ma anche i conglomerati del periodo quaternario.

Queste rocce costituiscono l’elemento cromatico dominante della “Città Bassa”, utilizzate come elementi costitutivi delle murature e rappresentative di una composizione policroma dai toni tenui, variabili tra una gamma di colori compresa tra il grigio-azzurrognolo, il giallo ocraceo ed il verdastro”.

Si aggiungono ad esse ulteriori particolarità legate sempre ai materiali impiegati in relazione allo sviluppo edilizio che a partire dal ‘900 ha riguardato le trasformazioni urbanistiche del centro.

Mentre nei borghi l’impiego dei lapidei ha per certi versi seguito i medesimi impieghi tipici di Città Alta, per il Centro Città la trasformazione novecentesca dell’area fiera durante il ventennio aggiunge un’impronta significativa alle



evidenze cromatiche della cortina edilizia, con nuove peculiarità dovute alla riscoperta ed all'utilizzo di materiali lapidei locali fino ad allora per certi versi trascurati.

La politica autarchica dell'epoca ma anche l'impronta architettonica del Piacentini incentivarono l'utilizzo di marmi e pietre locali provenienti dai colli e delle valli bergamasche. Viene riscoperto il cosiddetto "Bianco di Zandobbio", una dolomia cristallina bianca di aspetto saccaroide con la quale, oltre a rivestire i principali edifici, alla fine degli anni '30 viene realizzata la Casa Littoria, oggi Casa della Libertà. Il Ceppo dai toni grigi ed austeri, proveniente dalle Località di Poltragno, Castro, Brembate, viene impiegato per il rivestimento delle facciate del teatro Donizetti, della Banca d'Italia e della sede della Camera di Commercio, mentre come elemento decorativo di assoluto pregio viene poi introdotto il Marmo di San Benedetto, proveniente dalle cave albinesi di Abbazia, utilizzato per le zoccolature degli edifici prospicienti Piazza della Libertà, caratterizzato da un cromatismo grigio tortora con venature bianche.

Dott.ri Andrea Gritti e Fabio Plebani

Hattusas S.r.l.



I MATERIALI LAPIDEI: UN PERCORSO FRA STORIA, SPAZIO E TEMPO

ROCCE E COLORI

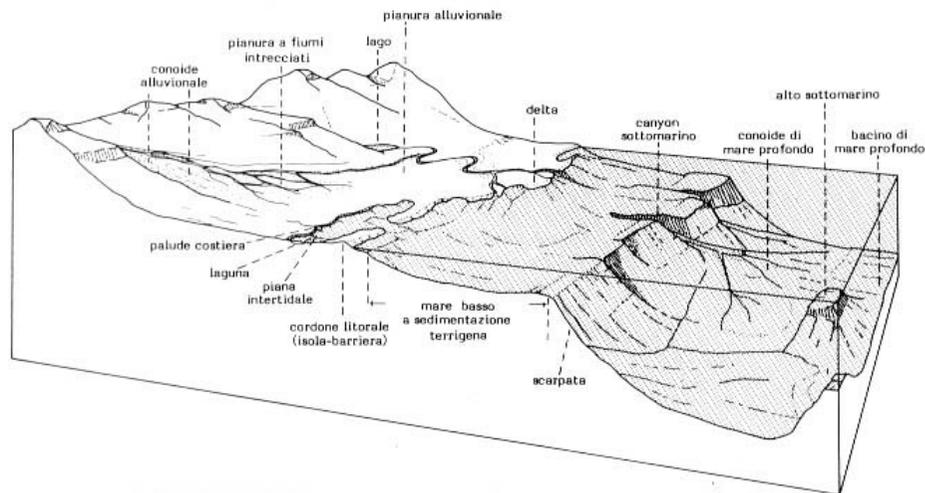
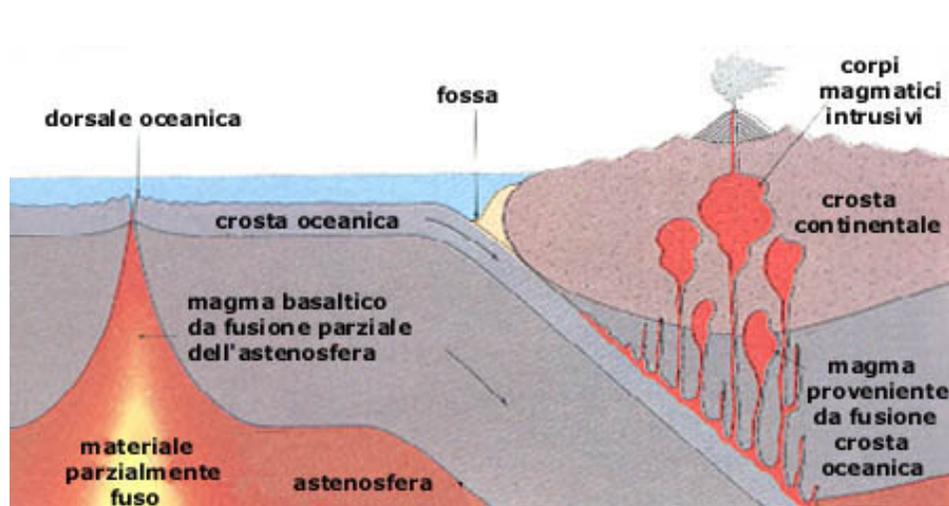
Le rocce, materiali storicamente estratti ed impiegati nella Provincia di Bergamo nell'ambito del costruito, dal punto di vista scientifico possono essere definite come un aggregato naturale di minerali, cristallini e/o amorfi, particelle e solidi di vario tipo; le rocce sono sostanze non esprimibili con una formula chimica e generalmente formano masse ben individuabili.

A seconda del processo che dà loro origine le rocce vengono distinte in tre grandi categorie:

- le **rocce magmatiche**, dette anche ignee, sono le rocce generate per raffreddamento del magma, una massa silicatica fusa, contenente elementi volatili (acqua, anidride carbonica, acidi, idrogeno, ecc...) che conferiscono ad essa fluidità e accelerano le reazioni chimiche. Queste rocce vengono a loro volta suddivise, in base alla velocità e al luogo di raffreddamento del magma, in rocce magmatiche intrusive o plutoniche, effusive o vulcaniche, ipoabissali o filoniane: le prime si formano all'interno della crosta terrestre o nella parte più alta del mantello e sono caratterizzate da un lento raffreddamento che favorisce la crescita dei cristalli al loro interno (all'incirca 150 mila anni), tipiche rocce di questo tipo sono i graniti e le quarzo-dioriti; le seconde invece si formano in seguito ad un'eruzione o a una colata lavica e pertanto subiscono un raffreddamento rapidissimo (un anno circa) che "congela" parte della roccia in uno stato amorfo. Sono formate da pasta di fondo microcristallina; la loro struttura è vetrosa. Esempi sono il basalto, il porfido e la pomice. Ci sono poi le rocce filoniane o ipoabissali, che, solidificando sotto la superficie terrestre, ma in piccole cavità, hanno un raffreddamento abbastanza veloce. Le rocce magmatiche costituiscono la quasi totalità della crosta e del mantello terrestre. Esempi ne sono il basalto, il granito, la diorite;
- le **rocce sedimentarie** sono le rocce generate per sedimentazione di detriti inorganici, organici e sali minerali, consolidati dalla successiva o contemporanea deposizione di una sostanza cementante. Si tratta in sostanza di antichi sedimenti litificati a seguito di fasi di degradazione meteorica, erosione, trasporto e sedimentazione. Sono le rocce più diffuse sulla superficie terrestre in quanto coprono oltre l'80% delle terre emerse. Alcuni esempi sono l'arenaria, il calcare, la dolomia.



- le **rocce metamorfiche** sono rocce magmatiche o sedimentarie che sono state portate in condizioni di pressione e temperatura diverse da quelle presenti al momento della litificazione della roccia. In seguito a questi cambiamenti la roccia subisce trasformazioni chimiche e fisiche che ne alterano ad esempio la composizione mineralogica. Alcuni esempi sono l'alabastro e il marmo.



Ambienti formazionali e deposizionali delle rocce

Le pietre e le rocce contengono la storia della Terra, la nostra stessa storia: dai tempi preistorici gli uomini hanno sempre avuto uno stretto legame con le pietre. Qualcosa di magico e di irrazionale c'è sempre stato (e ancora c'è) nel rapporto degli uomini con le pietre...

Pietre per scrivere, da incidere e da disegnare...

Pietre come armi per la caccia e per la difesa...

Pietre come arnesi da lavoro e da cucina...



Pietre per cuocere i cibi e per conservare l'acqua...

Pietre come ornamenti, per collane, ciondoli e bracciali...

Pietre per tracciare i confini e per costruire le strade...

Pietre come altari per pregare...

Pietre per accendere il fuoco...

Pietre per convogliare e trasportare l'acqua...

Pietre per la sepoltura...

Pietre come monumenti e come statue...

Pietre per costruire le case, le mura e le città...

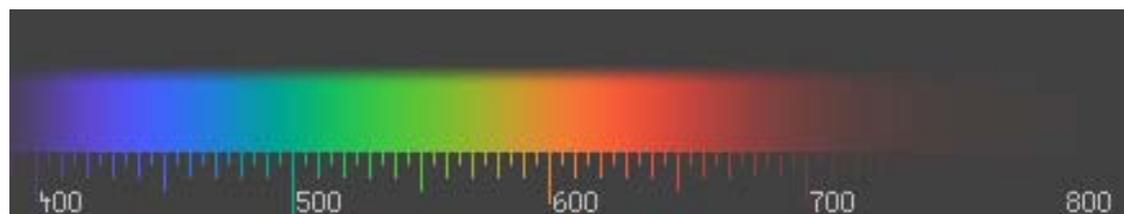
La capacità di riconoscere i caratteri potenzialmente utili presenti nelle pietre era sviluppatissima nei nostri più lontani antenati che sceglievano accuratamente i materiali con cui realizzare utensili e oggetti come lame, asce, punte di freccia, mazze, macine, monili, ecc. Poi scoprendo la fusione dei metalli si è scatenata la ricerca dei minerali da cui ricavare questa importante risorsa che ha contrassegnato una forte accelerazione nel dominio sulla natura.

Ma ogni pietra può essere definita anche in base al **colore** che essa esprime. In biofisica il colore è la percezione visiva generata dai segnali nervosi che i fotorecettori della retina inviano al cervello quando assorbono radiazioni elettromagnetiche di determinate lunghezze d'onda e intensità nel cosiddetto spettro visibile o luce.

La luce visibile è complessivamente bianca in quanto somma di tutte le frequenze dello spettro visibile. A ciascuna frequenza del visibile è associato un determinato colore. In particolare la diversità di colore o semplicemente il colore dei corpi, percepito poi dall'occhio umano, deriva dal fatto che un certo corpo assorbe tutte le frequenze o lunghezze d'onda dello spettro visibile, ma riemette o riflette una o più componenti o frequenze della luce bianca che, mischiate tra loro, danno vita al colore percepito dall'occhio umano. In particolare nei due casi estremi un corpo appare bianco quando assorbe tutte le



frequenze riemettendole a sua volta tutte, viceversa un corpo appare nero quando assorbe tutte le frequenze e non ne riemette alcuna; in tutti gli altri casi intermedi si avrà la percezione tipica di un altro colore.



Matite colorate e spettro ottico

La formazione della percezione del colore da parte dell'occhio avviene in tre distinte fasi: nella prima fase un gruppo di fotoni (stimolo visivo) arriva all'occhio, attraversa cornea, umore acqueo, pupilla, cristallino, umore vitreo e raggiunge i fotorecettori della retina (bastoncelli e coni), dai quali viene assorbito. Come risultato dell'assorbimento, i fotorecettori generano (in un processo detto trasduzione) tre segnali nervosi, che sono segnali elettrici in modulazione di ampiezza.

La seconda fase avviene ancora a livello retinico e consiste nella elaborazione e compressione dei tre segnali nervosi, e termina con la creazione dei segnali opposti, segnali elettrici in modulazione di frequenza, e la loro trasmissione al cervello lungo il nervo ottico.

La terza fase consiste nell'interpretazione dei segnali opposti da parte del cervello e nella percezione del colore.

Berlin e Kay studiarono il numero di nomi dedicati ai colori nelle diverse culture stabilendo che si può passare da un minimo di 2, chiaro e scuro ad un massimo di 11. Dimostrarono inoltre che man mano che si procede con la definizione di più colori lo sviluppo è omogeneo in tutte le culture, ad esempio dopo il chiaro e lo scuro si indica come colore il rosso, poi il verde e il giallo e così via fino a giungere all'arancione che è il colore definito in meno culture. La teoria dei due antropologi era che il numero di colori dipendesse dalla complessità della cultura, ma questa teoria venne criticata in quanto essi non consideravano che alla percezioni colore erano legate delle sensazioni emotive e quindi la percezione del colore è legata alla cultura stessa. Al termine si lega quindi una connotazione, un alone di significati a seconda del contesto. Inoltre alcuni colori non vengono definiti se non associandoli al colore di un elemento naturale (es. "verde" diviene "foglia") così come accade quando noi definiamo un rosso come "ruggine". Inoltre dal rapporto fra colore e materia nascono due modi di interpretazione del colore, quali il "colore-qualità" nel quale il colore consente di qualificare la realtà, e di "colore-materia", nel quale l'artista è impegnato a creare un avvenimento nuovo.

Nella cultura orientale "i colori sono inebrianti, magnifici; ma le forme sono meschine e brutte, volutamente meschine e brutte, e cattive". La cultura occidentale precristiana era invece molto attenta alla forma e all'uso, ma poverissima di colore: in greco antico e in latino le poche parole che definiscono un colore si riferiscono in realtà al suo grado di opacità, oppure sono associate a un elemento naturale. Addirittura, le sculture e le pitture erano compiute con colori eccessivamente sgargianti ai nostri occhi, ma sotto-percepiti come normali dagli antichi greci. Solo con l'avvento del vangelo avviene l'integrazione della forma e del colore; tuttavia, vi sono zone, quali l'Europa settentrionale, in cui il cristianesimo si diffonde solo in forma idealistica, che mantengono perciò un forte squilibrio a favore della forma, determinato dal substrato germanico. Le civiltà tendenzialmente irrazionalistiche prediligono l'uso del colore, basti pensare ai mosaici bizantini, dove il colore assume il valore di materia in sé già preziosa, mentre nel tipo di atteggiamento opposto il colore risulta subordinato al disegno e quindi alla forma.

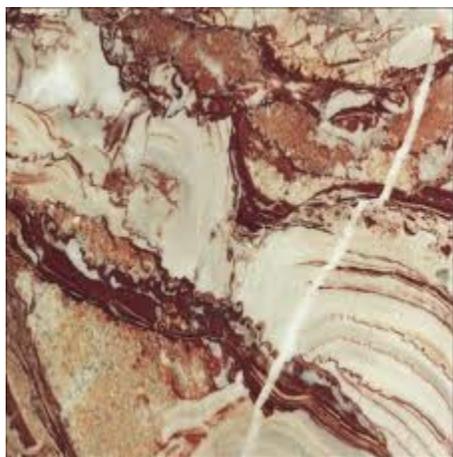
Se con gli Impressionisti si instaura un nuovo rapporto tra l'immagine e la pittura e quindi nasce l'antitesi fra il colore e l'immagine, entrambi sfumati e non completati, i Puntinisti e i Divisionisti utilizzano le scoperte della scienza positivista e con Van Gogh la tensione cromatica corrisponde simbolicamente allo stato psicologico da descrivere; infine i pittori "gestuali" e "informali" spingono verso l'idea del colore-oggetto come informazione naturale.



Per quanto riguarda l'indagine dell'utilizzo del colore nell'arte, assumono grande importanza i riflessi emotivi, quali il calore e la profondità, dato che abitualmente i colori "caldi" avanzano verso l'osservatore, all'opposto di quelli "freddi".

La percezione del colore nell'arte dipende da un fattore soggettivo. Per la sua semplicità e universalità il colore è ritenuto uno degli strumenti più efficaci della comunicazione visiva. La visione dell'immagine viene elaborata dall'esperienza soggettiva che la compara istantaneamente con le esperienze culturali e le sollecitazioni affettive ed emotive.

Si capisce come ciascun colore rimanda all'inconscio, agisce sulla sua emotività, esprime preferenza o rifiuto, offre un linguaggio che riflette l'individuo e la sua immagine del mondo. Quello della luce e dell'uso del colore è un nodo tra i tanti che gli artisti si sono trovati a sciogliere, in trapassi ardui tra memorie storiche della pittura e approdi extrapittorici dell'arte contemporanea. La luce, i colori, come valori simbolici e al contempo soluzioni espressive sempre aperte, costituiscono dunque una sorta di filo rosso che attraversa tutta la storia artistica.



Il colore, nelle pietre naturali, può essere definito dalla presenza di minerali cosiddetti **idiocromatici**, oppure a causa di pigmentazioni varie di natura inorganica e organica. I minerali idiocromatici presentano sempre lo stesso colore pur contenendo alcune impurezze: così la calcite, la dolomite e in parte il quarzo (che in realtà è un minerale allocromatico) danno alla pietra una colorazione bianca o leggermente grigiastro; la clorite e l'antigorite portano un colore verde-verdastro; anfiboli, pirosseni e miche caratterizzano le rocce con prevalenza di questi minerali con colore nero.

Il discorso relativo alle pigmentazioni è complesso, poiché si deve tenere conto della genesi delle rocce.

Nelle rocce di origine sedimentaria i pigmenti inorganici sono generalmente associati alla componente argillosa della roccia stessa: i più diffusi sono gli ossidi di ferro, che danno colorazioni sul giallo se il pigmento è limonitico (FeOOH), come in diversi calcari, oppure portano la roccia su una colorazione tendente al rosso se il pigmento è ematitico (Fe_2O_3); è possibile trovare pigmentazione limonitica-ematitica, ottenendo come risultato un colore rosato.

Pigmenti misti, ferrifero-manganesiferi, causano sfumature violacee, come nei cosiddetti Fior di Pesco (termine usato in Italia per almeno sette tipi di calcare rosa-violaceo, provenienti da diverse località). Ossidi e idrossidi di ferro, dolomite e ceneri vulcaniche caratterizza anche la colorazione del noto Arabescato Orobico (foto precedente), calcare venato o laminato triassico molto particolare che attraversa la Val Brembana e la Val Seriana.

I pigmenti di origine organica possono essere di natura carboniosa o bituminosa: quelli carboniosi sono costituiti da resti vegetali ridotti in particelle microscopiche, carbonificati, che in funzione della concentrazione di carbonio conferiscono ai calcari organogeni tinte che vanno dal grigio al cosiddetto “nero assoluto”. I pigmenti bituminosi conferiscono alle rocce sedimentarie colorazioni grigiastre. Bisogna ricordare che i calcari neri, se utilizzati in ambienti esterni, tendono a diventare grigi per lenta ossidazione superficiale.

Le rocce magmatiche sono costituite in larga parte da minerali silicatici contenenti pigmenti inorganici che conferiscono una colorazione molto resistente: ad esempio l'ortoclasio, minerale feldspatico presente nelle rocce granitiche, può essere bianco, rosa e rosso, con tutte le possibilità intermedie in funzione della quantità e dello stato di ossidazione dei materiali impuri in esso contenuti.

Il colore dei minerali presenti determina il colore della roccia: se prevale un minerale, o due, l'accostamento cromatico può dare effetti molto vivaci (si pensi ai “graniti”), mentre su un tipo di minerale è molto più grande degli altri, il suo colore prevale (è il caso dello gneiss occhiadino, roccia metamorfica in cui i feldspati bianchi, molto grossi, prevalgono sulle miche nere e lamellari).

Per una corretta definizione del colore non si devono escludere alcune **caratteristiche ottiche** dei minerali, che si ripercuotono sulla roccia: l'opalescenza, l'iridescenza, prodotta da sottili pellicole di alterazione superficiale (ematite, pirite...), la labradorescenza, causata da un fenomeno di smistamento tra albite ed anortite, e la lucentezza.

Il colore rappresenta pertanto uno degli aspetti più caratteristici e appariscenti dei materiali litici naturali che sono impiegati per uso decorativo.

Le possibilità di scelta risulterebbero praticamente infinite, in virtù della vastissima gamma di tinte e delle differenti intensità, se non esistessero alcune limitazioni relative alle finalità di impiego e all'ambiente nel quale viene utilizzato, in funzione della maggiore o minore stabilità del colore di fronte ad agenti chimici, fisici naturali o artificiali che lo possono alterare.



CENNI GEOLOGICI E LITOLOGICI

Non è possibile parlare di rocce e materiali lapidei senza conoscere, almeno negli aspetti essenziali, la storia geologica del territorio che ha “prodotto” i materiali impiegati nel costruito.

I rilievi della catena orobica bergamasca fanno parte di un più ampio settore strutturale, conosciuto nella letteratura scientifica con la denominazione di Alpi meridionali. Queste ultime sono separate dal corpo principale della catena alpina dalla linea insubrica, una importantissima discontinuità di origine tettonica a decorso E-O, estesa per centinaia di chilometri, lungo la quale sono avvenuti movimenti sia in senso verticale che orizzontale. Le Alpi meridionali si sono formate in seguito alla collisione tra placca europea e placca adriatica, appartenente quest'ultima, secondo la maggior parte degli autori, alla placca africana e rappresentano il risultato dei processi di sottoscorrimento della crosta continentale africana sotto il margine alpino. Le Alpi meridionali o sudalpino non si limitano a comprendere la parte affiorante della catena, ma continuano verso sud in profondità sotto le ghiaie e sabbie della pianura padana fino all'altezza di Milano.

La catena delle Alpi meridionali, e quindi anche il settore orobico, presenta uno stile deformativo notevolmente differente da quello sviluppatosi nell'edificio alpino vero e proprio situato a nord della linea insubrica. In questo tratto della catena, infatti, i processi metamorfici, che nelle Alpi hanno prodotto la quasi completa trasformazione delle rocce, si sono sviluppati in modo incipiente e solamente nelle porzioni strutturalmente più profonde. Inoltre, mentre nell'orogeno alpino si è avuto lo sviluppo di falde, ossia si è verificata la traslazione e sovrapposizione di vaste porzioni di crosta continentale e oceanica appartenenti originariamente a differenti zone paleogeografiche, nelle Alpi meridionali si assiste alla formazione di sovrascorrimenti di minori dimensioni, costituiti da rocce provenienti dalla medesima area. Con il termine di sovrascorrimento vengono intese quelle masse rocciose che si spostano lungo superfici poco inclinate sotto la spinta dei processi tettonici di tipo compressivo che danno luogo alla formazione delle catene montuose.

Un'altra differenza tra le unità strutturali appartenenti alle Alpi meridionali e le unità poste a nord della linea insubrica è data dal senso apparente del movimento tettonico di queste: mentre nelle Alpi le unità strutturali si sono mosse verso nord, ossia verso il continente europeo, nelle Alpi meridionali i sovrascorrimenti sono stati trasportati verso sud, ovvero verso il continente africano.



Fino alla prima metà degli anni '80 si riteneva che le Alpi meridionali fossero state coinvolte nei processi orogenici più tardivamente, mentre negli ultimi anni si è riconosciuto che le fasi tettoniche più antiche risalgono al Cretacico, risultando quindi contemporanee alle compressioni del settore più settentrionale. La prosecuzione dei movimenti tettonici di tipo compressivo è testimoniata da una serie di strutture che, procedendo dall'interno verso l'esterno della catena, dislocano sedimenti di età progressivamente più recente, fino a raggiungere i depositi del Miocene. Queste deformazioni sembrano cessare nel Tortoniano terminale (Miocene superiore) con la messa in posto della cosiddetta «cintura di Milano» che, in profondità, fronteggia direttamente la parte più avanzata della catena appenninica.

Come detto, le Alpi e le Prealpi orobiche sono caratterizzate, dal punto di vista strutturale, da una successione di “zone” distinte, da nord a sud, sulla base di peculiari caratteri e strutture tettoniche. L'associazione di queste strutture tettoniche permette di suddividere schematicamente il territorio bergamasco in “zone”, che nella letteratura scientifica vengono per lo più identificate nella Zona del basamento orobico (costituita dai litotipi appartenenti al basamento cristallino metamorfico, sovrascorsi durante l'orogenesi alpina verso sud al di sopra della copertura sedimentaria), nella Zona delle anticlinali orobiche (settore caratterizzato dalla presenza di grandi pieghe e nel quale si ritrovano accavallate un insieme di unità tettoniche costituite da rocce di età triassica), nella Zona centrale a sovrascorrimenti sradicati (costituita da una successione di sovrascorrimenti, ossia dalla duplice o triplice ripetizione delle unità carbonatiche del Triassico), nel Settore frontale a pieghe e faglie (la parte frontale affiorante della catena sudalpina che prosegue, in profondità, sotto i sedimenti plio-quadernari della Pianura Padana).

L'assetto attuale del territorio e l'odierna conformazione geomorfologia della provincia, tuttavia, sono il risultato dell'interazione tra i lineamenti geologici-strutturali e gli agenti esogeni, che hanno modellato il paesaggio dopo l'emersione della catena alpina, cioè a partire dal Cenozoico superiore: le acque correnti, il vento, la forza di gravità, e soprattutto l'azione dei ghiacciai durante l'Era Quaternaria, hanno scolpito profondamente il territorio, seguendo linee di debolezza preesistente (grandi lineamenti tettonici, fasce di rocce più facilmente erodibili). Le forme che noi oggi conosciamo riflettono quindi anche gli eventi climatici che si sono susseguiti negli ultimi milioni di anni. Il quadro morfologico che ne consegue racchiude entro di sé una notevole articolazione di

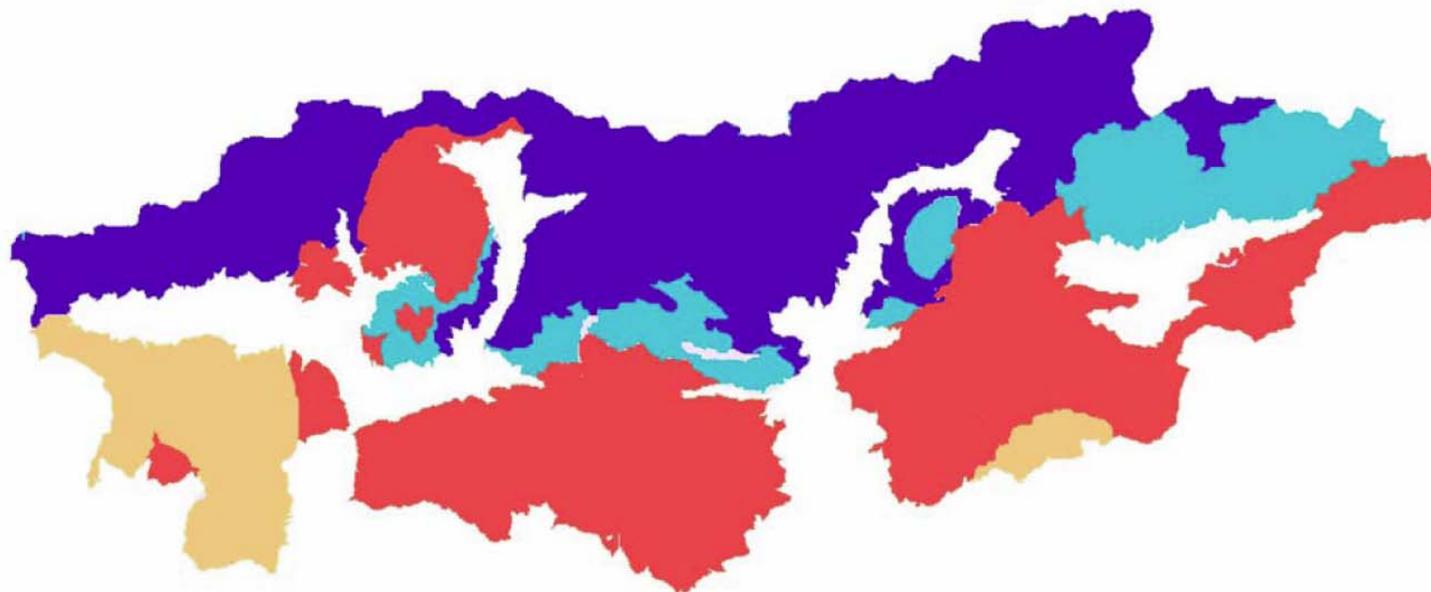


fenomeni e processi, in cui la fenomenologia esogena costituisce l'elemento caratterizzante. Particolare rilevanza assumono nel contesto analizzato soprattutto le manifestazioni carsiche, glaciali e fluviali, che hanno operato sul caratteristico impianto strutturale proprio dell'edificio prealpino.

Sotto il profilo litologico, percorrendo il territorio da nord verso sud si incontrano rocce e depositi appartenenti a formazioni di età paleozoica, mesozoica e cenozoica, nonché depositi superficiali neogenici e quaternari. Questa particolarità, associata alla disamina delle principali caratteristiche geologiche dell'ambito studiato, consente di interpretare il territorio come l'espressione di singolari impronte paesaggistiche e ambientali, distintive e intrinseche omogeneità che si riflettono anche sulla distribuzione degli elementi vegetali ed animali. Tali contesti, in un ottica di Piano Naturalistico, assumono un ruolo di sintesi informativa ma anche applicativo dell'ambito di studio, e possono pertanto essere assunti come sistemi di base per una riflessione di gestione e pianificazione del contesto territoriale analizzato.

Ciò che emerge da una siffatta lettura è la possibilità di identificare specifici "ambiti" areali su base litologica, che – con le forme caratteristiche associate – imprimono al territorio caratteristiche vistose e facilmente coglibili.





Suddivisione in aree omogenee sotto il profilo litologico, con impronte paesaggistico-ambientali

- 1. in blu, rocce silicee metamorfiche, sedimentarie e magmatiche del Paleozoico*
- 2. in azzurro, rocce silicee sedimentarie (Verrucano Lombardo)*
- 3. in rosso, rocce calcaree massicce del Triassico Medio*
- 4. in arancio, rocce dolomitiche del Triassico Superiore*

In particolare, è possibile evidenziare quattro tipologie di aree “omogenee”, distinte in base ai caratteri litologici prevalenti, che possiedono senz’altro un’impronta paesaggistico-ambientale e biogeografia.

CONTESTO STORICO-ECONOMICO E SOCIALE DEI MATERIALI LAPIDEI E DELL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA BERGAMASCA

Vi sono argomenti sui quali spesso si registrano prese di posizione all'insegna del pregiudizio e del "sentito dire". L'attività estrattiva è uno di questi. Quando se ne parla, si è portati a coglierne solo l'aspetto di impatto ambientale. Così facendo, ci si dimentica delle severe leggi che regolamentano l'attività di cava e si trascurano i valori positivi, economici e sociali, del settore: soprattutto la funzione essenziale svolta da inerti, pietre e sabbie quali materie prime per lo sviluppo delle nostre città, e le risorse in termini di occupazione e crescita economica che le cave rappresentano per la collettività. Ma soprattutto ci si scorda che la cava è un organismo vivo e vitale, caratterizzato da un metodo di lavoro per "zone" di intervento, che prevede il recupero di una zona, una volta terminata l'estrazione del materiale, contestualmente all'apertura di una nuova area, in pratica, nella cava il recupero è sempre attivo.

La Provincia di Bergamo è ricca di giacimenti minerari da cui si ottengono le più importanti materie prime impiegate soprattutto nell'edilizia e nelle grandi opere viabilistiche, ma anche in molteplici altri settori industriali.

L'estrazione e la lavorazione di sabbia, ghiaia, pietra e calce, non solo è dunque funzionale all'attività delle imprese che operano in questo settore, ma è alla base dello stesso sviluppo dell'intera comunità locale.

Suolo e sottosuolo delle nostre montagne e pianure costituiscono per questo risorse indispensabili, oltre che limitate, che occorre valorizzare.

Dal loro corretto utilizzo, nel pieno rispetto della legge, derivano opportunità di crescita per tutta la Provincia. Ma, proprio perché l'ambiente rappresenta un "bene comune", occorre che all'attività di cava si accompagni un'attenta opera di riqualificazione, che ne consenta una nuova e migliore fruizione.

Il settore estrattivo bergamasco si propone come avanguardia di questa innovativa coscienza eco-sostenibile: il suo impegno è indirizzato a rispondere alla duplice esigenza di innalzamento della qualità della vita e di riqualificazione del territorio.

I prodotti del sottosuolo bergamasco sono eredità di una storia geologica antica milioni di anni, che ha portato all'attuale conformazione morfologica. Il fenomeno di trasformazione ha dato vita a varietà rocciose molto diverse per composizione mineralogica, proprietà qualitative e caratteristiche fisico-meccaniche, che incidono sulla loro possibilità di impiego.



Come anticipato in precedenza, nella parte montana della Provincia sono presenti rocce di origine metamorfica, che lasciano il posto a rocce sedimentarie e calcari nella fascia centrale. Scendendo verso sud troviamo poi depositi morenici. La pianura bergamasca è caratterizzata da grandi giacimenti alluvionali, ampi ripiani costituiti da ghiaia, sabbia mista ad argilla e limo.

Si tratta di un patrimonio di risorse naturali di grande valore, che ha reso possibile lo sviluppo di un'industria estrattiva oggi tra le più qualificate in Lombardia. Una realtà produttiva moderna, che ha saputo investire in tecnologia e risorse umane con l'obiettivo della massima razionalizzazione dei volumi estratti e alla minimizzazione degli sprechi, garantendo il prelievo esclusivamente del materiale di impiego. Dal recupero delle cave nascono aree di biodiversità, particolarmente importanti per la vita di specie animali protette.

L'utilizzo delle risorse minerarie è un elemento che sta alla base del nostro vivere quotidiano. Per la sola costruzione di una casa di medie dimensioni occorrono più di 150 tonnellate di materiale d'estrazione. Dalle fondamenta al tetto, dalla pavimentazione ai vetri, dagli isolanti agli intonaci e ai rivestimenti, ogni parte della costruzione è ricavata dalle materie del sottosuolo. Sempre nelle opere di muratura o come rivestimento è impiegata la pietra.

Gli aggregati sono indispensabili anche per produrre il calcestruzzo, che trova impiego sia nell'edilizia pubblica e privata, sia in opere di ingegneria civile, come strade, autostrade, ferrovie, viadotti, ponti, dighe e gallerie. Il calcestruzzo è poi utilizzato anche nella realizzazione di tubature, travi e pannelli per capannoni industriali e centri commerciali, pavimentazioni. Anche gli asfalti che rivestono le nostre strade sono realizzati utilizzando gli inerti.

Insomma, l'esigenza di vivere, muoversi ed abitare implica necessariamente l'estrazione e l'impiego di materiali lapidei e derivati.

Senza, non esisterebbe nulla di tutto ciò che ci circonda.

L'attività estrattiva è dunque indispensabile per l'uomo nella nostra società.

L'intelligenza eco-sostenibile consiste nel valorizzare le risorse che esistono sul territorio, abbattendo così i costi ambientali dovuti al trasporto su lunghe distanze.



Già lo Scamozzi celebre architetto e trattatista veneto sottolineava l'importanza del reperimento di materiali lapidei locali per l'abbassamento dei costi di costruzione connessi a lunghi trasporti dei materiali lapidei “ *Laonde sarà prudente consiglio il sapersi servire di quelle materie che producono i propri paesi o che d'altrove si trasportano con facilità*”¹

La nostra regione e più in particolare la provincia bergamasca, si caratterizzano per la grande varietà geologica, grazie al quale le città nel costruito storico sono in grado di mostrare un rassegna dei materiali reperibili localmente.

L'impiego di utensili di scavo e estrazione inizia già in epoca preistorica, nei millenni l'evoluzione ed il lento progresso portano alla nascita della figura del cavatore scalpellino. Il lavoro manuale prevedeva anche l'uso di pala, piccone, carriola e piccoli vagli artigianali per la raccolta e la selezione di pietra, sabbia e ghiaia. Si tratta di una situazione che, con poche innovazioni, prosegue sino alla metà del '900.

Grazie al lavoro dei cavaatori sono state realizzate le nostre città, nelle quali le pietre locali sono state il “cuore” del costruire. Il settore ha vissuto in anni recenti una grande evoluzione tecnologica: oggi in cava si opera con sistemi e mezzi evoluti. È interessante però rilevare come proprio in questi ultimi anni abbiamo assistito ad una rivalutazione dell'impiego di “pietre locali” per costruzioni nei territori dove esse vengono estratte. Il concetto di “chilometro zero”, la volontà di privilegiare i materiali locali è oggi sempre più praticato nell'architettura e nel lavoro delle imprese edili.

L'evoluzione tecnologica favorisce un'estrazione più rapida ed efficiente per un mercato sempre più esigente. Il cavatore dispone di competenze tecniche e specialistiche sulle caratteristiche minerarie dei giacimenti e sulle proprietà fisico-meccaniche dei materiali. Alle conoscenze tecniche si aggiungono competenze economiche ed imprenditoriali, che lo portano ad investimenti significativi per l'automatizzazione dei processi di estrazione, selezione, trasporto e lavorazione della materia prima estratta.

¹ “*L'idea di architettura universale*” p.400- 402 Venezia 1607



Questo atteggiamento si coniuga con la qualificazione dei prodotti. Fa parte di una moderna visione imprenditoriale proporre al mercato pietre e materiali in sintonia anche con le più esigenti richieste di progettisti e imprese: forse non molti sanno che i prodotti delle cave bergamasche hanno valorizzato e valorizzano tuttora edifici prestigiosi e ottengono riconoscimenti internazionali.

L'estrazione di inerti è un'attività che richiede competenze articolate e specialistiche, tecniche e manageriali: dallo studio geomorfologico del territorio alla gestione degli impianti, fino alla predisposizione del piano di recupero e alla sua attuazione.

Competenze e conoscenze che si acquisiscono molto spesso, oltre che in ambito formativo, anche e soprattutto attraverso la pratica diretta e l'impegno quotidiano. Esse investono sia il processo estrattivo, sia l'attività di recupero ambientale.

Si tratta di un'attività molto complessa, per la quale investiamo tempo e risorse con l'obiettivo di individuare le migliori idee progettuali e delle più efficaci strategie di reinserimento paesaggistico.

Un impegno che ci distingue per l'apporto positivo allo sviluppo del territorio, sia in termini di ricchezza pubblica che di risorsa economica. Molte volte, è infatti bene ricordarlo, proprio dal recupero corretto e intelligente delle aree di cava, si ottengono interventi di riqualificazione del contesto ambientale, che rappresentano un valore aggiunto per la comunità locale.

L'attività estrattiva ha compiuto, soprattutto nell'ultimo decennio, significativi passi in avanti anche sul fronte della qualità e della sicurezza, un binomio che oggi costituisce un elemento centrale nella mappa dei valori delle imprese del settore.

L'entrata in vigore, nel giugno 2004, delle norme elaborate dal CEN (Comitato Europeo di Normalizzazione) in materia di certificazione obbligatoria a marchio CE degli aggregati rappresenta un punto di non ritorno in tema di qualità. Essa stabilisce infatti, a tutela e garanzia sia del consumatore finale che dell'utilizzatore professionale, una mappa completa di requisiti ai quali le imprese che estraggono e lavorano gli inerti devono uniformarsi nella loro attività e produzione.

Sono numerose le aziende che, a seguito di tale normativa, hanno compiuto significativi investimenti per dotarsi di un proprio laboratorio di qualità e controllo interno, mentre altre si rivolgono in modo sistematico a laboratori certificati esterni. Sempre più elevato è inoltre il numero di imprese che ha intrapreso o concluso la certificazione del proprio processo produttivo e della propria struttura in base alle normative ISO: UNI EN 9000, a testimonianza di un'evoluzione complessiva in termini organizzativi del settore. Il pieno rispetto delle normative che regolamentano la sicurezza e la salute nei luoghi di lavoro, ottenuta sia con la messa in atto dei dispositivi legislativi che con l'adozione di adeguati comportamenti nel sito produttivo in piena collaborazione con gli organismi di controllo e prevenzione, è un ulteriore ambito nel quale le imprese estrattive hanno dato prova di grande impegno. La sicurezza è, infatti, insieme al rispetto dell'ambiente, un valore cardine di chi opera nell'attività di cava.



la cava



il progetto di recupero



l'area recuperata

Altro fondamentale presupposto per il rilascio dell'autorizzazione all'attività di cava è la definizione di un progetto di recupero dell'area. Il progetto, che ha inizio già durante la fase di coltivazione e l'accompagna per tutta la durata, prevede quale prima e principale fase la messa in sicurezza delle scarpate. Contestualmente verranno attuati tutti quegli interventi di riqualificazione del territorio. Il recupero naturalistico dell'insediamento dismesso può avvenire in diversi modi, in base alla tipologia, alle dimensioni e alla collocazione del giacimento. La riqualificazione di un'area collinare o montagnosa avviene principalmente attraverso l'impianto di terra e nuova vegetazione sui gradoni utilizzati per la coltivazione. Molto più ampie le possibilità che si presentano per le cave di pianura. In molti casi si procede alla rimodulazione del terreno attraverso il riempimento, in parte o totale, con terra dell'area di scavo; piantumazione di essenze arboree ed alberi ad alto fusto autoctoni, oppure si destina l'area alla coltivazione di ortaggi e verdure, o ancora alla realizzazione di impianti sportivi, piste ciclabili e percorsi naturalistici, campi da golf, strutture sportive e residenziali. L'intervento nelle cave in acqua si concentra sulla salvaguardia del micro-sistema acquatico e dell'equilibrio idrogeologico. In molti casi sono stati realizzati percorsi naturalistici o laghi per la pesca sportiva; in presenza di bacini più grandi, sono stati realizzati impianti per gli sport nautici, come canoa, canottaggio, sci nautico.



LE PIETRE E LA CITTÀ DI BERGAMO

Per molti secoli, fino all'avvento del cemento, nella seconda metà del 1800, la pietra ha fatto parte della crescita e dello sviluppo della Città di Bergamo e di molti centri urbani della nostra Provincia.

Di conseguenza le pietre sono un elemento caratteristico della città, soprattutto del suo centro storico, e sono armoniosamente integrate nel paesaggio e nel tessuto urbano.

La peculiarità infatti del rapporto pietra-città nel caso di Bergamo è data dalla priorità della funzionalità edilizia sull'effetto estetico: a Bergamo la pietra non si esprime nelle architetture ardite e grandiose dei graniti e marmi esotici, vivaci, lussuosi e imponenti che si possono ammirare in città come Roma e Venezia, ma in un utilizzo più umile, per quanto indispensabile, rispondente ad esigenze strutturali piuttosto che a velleità decorative².

La pietra qui esprime i caratteri modesti e discreti del materiale da costruzione, non è soggetta alle correnti architettoniche ma alle necessità costruttive, fatto che rende ancora più importante il ruolo della tradizione di utilizzo di “certi” materiali locali piuttosto che altri provenienti da aree lontane. La presenza della pietra -evidentissima, nella città che sorge dalla pianura cinta dalle mura venete- affascina con la rustica sobrietà delle superfici lavorate a mano e del colore caldo, che assume tonalità dorate con la luce del sole.

La poesia “Piedras do Bergamo” di Antonio Colinas, poeta, scrittore, traduttore e saggista è un esempio di questa accattivante suggestione.

² *Le pietre ornamentali della bergamasca AA.VV.*



A Bergamo sono tuttora visibili testimonianze dell'uso della pietra già in epoca antica: lungo alcune vie di Città Alta sono conservati (e "riciclati") alcuni tratti di mura pre-romane - costruite da popolazioni di origini etrusche o liguri (la discussione è ancora aperta), realizzate con una pietra proveniente dai colli della città e molto simile a quella attualmente escavata a Credaro; nella città bassa, è romana la colonna in marmo di Zandobbio prospiciente la basilica di S. Alessandro e da cui la chiesa prende il nome (S. Alessandro in Colonna).

Oltre ai siti di escavazione occasionale, (Astino, Madonna del Bosco, S. Vigilio, Sombreno) le principali cave di arenaria furono due: la cava di Belfante dei Rivoli al Pozzo Bianco, attiva soprattutto in epoca romana, e quella di Castagneta, che fornì materiale anche per tutto il rinascimento. In termini pratici ed economici il ricorso alla pietra nella costruzione dell'edificato in Città Alta è avvenuto, quindi, secondo una gerarchia che ha privilegiato le caratteristiche sia di maneggevolezza, che di reperibilità nelle immediate vicinanze dei luoghi in cui si costruisce o dai luoghi in cui siano facilmente trasportabili.

Queste pietre, riferibili per lo più alla formazione del Flysch di Bergamo, sono state in genere destinate alla costruzione di murature, in quanto facilmente lavorabili con l'aiuto della martellina senza l'intervento dello scalpellino; inoltre la facilità con cui si ricava il "bolognino" assecondando la giacitura degli strati, consentiva vantaggi costruttivi legati al modesto utilizzo di malta.

Dati storici individuano la prima cava nota collocata sopra l'attuale campo della Fara nei pressi della Chiesa di San Michele al Pozzo Bianco.

Negli edifici della basilica di Santa Maria Maggiore, della Cappella Colleoni, della Chiesa di Sant'Agostino; nelle mura venete, nel Palazzo della Ragione, nelle casetorri, nelle Muraine e negli edifici di età medievali e rinascimentali si riconoscono le pietre locali, la maggior parte delle quali ormai non più oggetto di escavazione, come il marmo di Zandobbio, la Volpinite, il marmo Nero della Val Seriana, il Rosso di Entratico, il Grigio di Nembro, la pietra Simona, l'arenaria di Castagneta, l'arenaria di Sarnico, l'ardesia di Branzi, ecc.

Gran parte delle fontane e delle porte di accesso a Città Alta, edificate tra il XIV ed il XVI secolo, sono in marmo di Zandobbio e in arenaria di Castagneta, così come molte facciate o decorazioni architettoniche di chiese e palazzi nobiliari.

Dal 1800 in poi, grazie anche all'evoluzione delle tecniche estrattive, si inizia ad usare in quantità maggiore le rocce da rivestimento: il marmo di Zandobbio, quello di Ardesio, il Ceppo e l'arenaria di Sarnico.

In molti casi sono abbinate a marmi non orobici in prevalenza di pietre provenienti dall'area ticinese e dal Veneto.

Le pietre ticinesi furono introdotte dalle maestranze campionesi operanti nelle fabbriche della città (soprattutto in quella della costruzione della Cappella Colleoni); infatti, poiché la lavorazione delle pietre richiedeva grande esperienza, le pietre utilizzate nei cantieri spesso venivano scelte (o imposte) in base all'abitudine d'uso del capomastro e dei suoi operai.

Basti considerare che in facciata la sola Cappella Colleoni mostra ben 17 varietà di pietre da taglio ornamentali di cui 8 di provenienza locale e le rimanenti di provenienza esterna.

A Bergamo i marmi veneti vennero utilizzati per influsso della dominazione veneta, quando, pur senza accantonare l'uso delle pietre orobiche, si utilizzavano frequentemente materiali non locali proposti dalle diverse correnti artistiche e dai loro praticanti.

Un'impronta significativa viene poi data nel Ventennio, in occasione del rifacimento dell'area del centro - allora area fiera - poi divenuta il cuore della città bassa: Sentierone, Piazza Dante, Porta Nuova. In parte per lo stile in voga allora (lo stile Piacentini), in parte per la politica autarchica voluta dal Fascismo, si favorisce l'utilizzo dei marmi e delle pietre dei colli e delle valli bergamaschi: gli edifici principali vengono rivestiti con il marmo di Zandobbio, come la facciate della Biblioteca Maj (realizzata negli anni '20 e della Casa Littoria (fine anni '30) o con il Ceppo, pietra orobica già da tempo in uso a Milano, proveniente da numerose cave dislocate in tutta la provincia (Brembate, Capriate, Camerata Cornello, Poltragno e Castro); con il Ceppo sono state realizzate le facciate di molti palazzi della città bassa come quella del teatro Donizetti, della Banca d'Italia, della sede della Camera di Commercio, nonché il Cimitero Unico.

Il prodotto lapideo ad uso ornamentale estratto nella Provincia di Bergamo costituisce quindi non solo una preziosa eredità di tradizioni e cultura inscindibili dalla storia del territorio, ma anche una indiscussa risorsa economica.

La Camera di Commercio di Bergamo, con il supporto di Servitec s.r.l. e del CNR-IDPA (Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto per la Dinamica dei Processi Ambientali), ha istituito il marchio di origine delle pietre orobiche, che garantisce la provenienza geografica dei materiali lapidei estratti nella

Provincia di Bergamo. 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. Presentiamo a seguire tre box di approfondimento relativi a tre tipologie di pietre ampiamente utilizzate nel costruito di Bergamo Alta.

Box. Il calcare di Zandobbio

È un materiale lapideo storico della Provincia di Bergamo, ben noto fin dall'antichità, grazie ai manufatti, alle epigrafi e ai numerosi monumenti di interesse storico-artistico disseminati sul territorio, che ne testimoniano l'estrazione e l'utilizzo almeno sin dal I sec. d.C.

In realtà non si tratta di un marmo in senso stretto, bensì di una dolomia cristallina compatta, con tessitura saccaroide, conosciuta in letteratura con il nome di Dolomia di Zandobbio, il cui giacimento di età giurassica (200 Ma circa), potente 160 m circa, affiora nella fascia collinare pedemontana ad est di Bergamo, in bassa Val Cavallina, nei Comuni di Trescore Balneario e Zandobbio.

In prima istanza si tratta di un materiale lapideo ad uso ornamentale, come testimoniano i numerosi manufatti artistici (are, epigrafi e lapidi) provenienti da diversi scavi archeologici eseguiti in Città Alta e in altre località bergamasche limitrofe alle zone di estrazione. In marmo di Zandobbio sono i grandi conci impiegati nelle murature di alcune chiese romaniche, come la parrocchia di San Giorgio in campis a Zandobbio, risalente al sec. XXI, ma soprattutto alcuni monumenti simbolo di Bergamo, come Porta San Giacomo, Palazzo Nuovo (oggi sede della Biblioteca Angelo Mai) e Fontana Contarini.

Questo materiale è stato sfruttato per molti secoli, conoscendo un periodo di massima diffusione in epoca Romana, nel Cinquecento e nella prima metà del Novecento. Nella seconda metà del Novecento, invece, si è verificato un progressivo e generale abbandono della pietra nell'edilizia, a vantaggio di altri materiali di minor pregio, ma di ampio consumo, come il mattone e il calcestruzzo armato per gli usi strutturali, da un lato, la ceramica per i rivestimenti e le pavimentazioni, dall'altro. La tendenza negativa raggiunse il suo apice verso la fine degli anni Settanta - inizio anni Ottanta del secolo scorso, quando le ultime cave di pietra ornamentale in marmo di Zandobbio chiusero tutte i battenti.

Questa radicale trasformazione nelle modalità di costruzione innescò, d'altra parte, un nuovo mercato delle materie prime, che in ambito locale significò il cambio di rotta verso un'altra attività estremamente redditizia, basata sullo sfruttamento intensivo della medesima risorsa - ossia la Dolomia - che venne impiegata non più come pregiata pietra da taglio, bensì come semplice granulato per l'industria vetraria o come inerte da impiegare nella produzione di calcestruzzo. Le cave di dolomia ad uso industriale, sono localizzate nel settore più orientale del giacimento di Zandobbio, alcuni chilometri più ad est delle antiche cave di pietra ornamentale, nella secondaria Val di Grena e in Località Selva di Zandobbio, in corrispondenza di importanti lineamenti tettonici (faglie), dove la Dolomia è più fratturata. Queste importanti attività estrattive e le attività industriali ad esse collegate, hanno un indotto notevole e rivestono ancora oggi un ruolo estremamente significativo nella realtà sociale ed economica di Zandobbio e dei comuni ad esso limitrofi.



L'estrazione di blocchi da taglio, tuttavia, è tornata recentemente ad essere una realtà produttiva, grazie alla riapertura nel 2004 della storica ex cava Vescovi, inattiva da oltre cinquant'anni, in prossimità del centro cittadino di Zandobbio.

Dal 2006 il marmo di Zandobbio è tornato quindi ad essere estratto in grossi blocchi e utilizzato come pietra ornamentale per la realizzazione di elementi di arredo urbano cittadino (panchine, fontane e colonne), lastre per rivestimenti sia d'interni (bagni e gradinate) che d'esterni (pavimentazioni e pareti), nonché per il restauro di chiese e di altri edifici storici bergamaschi. Nel febbraio del 2008, nella centralissima via XX Settembre in Città Bassa, sono state inaugurate infatti le due Colonne di Prato in Zandobbio Rosa, posizionate nello stesso luogo ove sorgevano le antiche colonne che delimitavano l'area della Fiera di Sant'Alessandro, rimosse nel 1882.

La letteratura scientifica relativa alla Dolomia di Zandobbio è ampia e articolata. La recentissima revisione stratigrafica del Bacino Lombardo, eseguita nel 2008 dai geologi dell'Università di Milano, considera questa unità litologica un membro della Formazione dell'Albenza (Hettangiano; Giurassico inferiore), che affiora unicamente al nucleo dell'Anticlinale di Bergamo-Zandobbio, all'interno di una fascia di terreni cretacei, nel settore centro-orientale delle Prealpi Bergamasche. Dal punto di vista petrografico l'unità è costituita da dolomie bianco-rosate a tessitura saccaroide fine, costituite da facies peritidali ricristallizzate - dolomitizzate - in seguito ad un'intensa diagenesi e alla circolazione di fluidi idrotermali tardivi. La stratificazione in banchi, piuttosto evanescente alla scala dell'affioramento, non è percepibile sul campione a mano.

Nella paleogeografia giurassica l'unità costituisce una piattaforma carbonatica isolata in posizione di alto strutturale (Alto di Zandobbio), localizzata sul margine settentrionale della microplacca Adria e bagnata da bracci di mare locali del paleoceano Tetide. Durante l'orogenesi alpina, in un lasso di tempo compreso tra il Cretaceo Superiore ed il Miocene, essa è stata sollevata, piegata e fratturata fino ad assumere l'attuale assetto strutturale antiforale, denominato Anticlinale di Bergamo-Zandobbio.

Si segnala infine che il termine Dolomia di Zandobbio è usato correntemente per le successioni di pozzo in pianura padana (Malossa-Villafortuna e Trecate), dove l'unità rappresenta un importante reservoir petrolifero.

Dal punto di vista fisico-meccanico questo materiale si caratterizza per un'elevata resistenza meccanica a compressione e a flessione (anche dopo cicli di gelo-disgelo), nonché per un'elevata durezza. L'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica e i coefficiente di dilatazione termica lineare sono in linea con quelli di altri materiali lapidei della stessa categoria merceologica. Esso mostra inoltre una buona attitudine alla lavorabilità e un buon grado di resistenza alle azioni abrasive.

Grazie alle sue caratteristiche tecniche è stato ampiamente utilizzato nel corso dei secoli in architettura, per realizzare elementi strutturali e decorativi, nonché vere e proprie sculture. Dal punto di vista petrografico, come già accennato, non si tratta di un marmo s.s. bensì di una dolomia cristallina a tessitura fine con aspetto saccaroide. La sua composizione mineralogica prevalente è dolomitica: si tratta cioè di una roccia costituita da cristalli romboedrici di dolomite di origine diagenetica, con subordinata calcite spatica tardiva e tracce di albite autigena.

Dal punto di vista commerciale, in base alla componente cromatica prevalente, la norma UNI EN 12440:2008 riconosce le seguenti due varietà merceologiche: **Bianco Zandobbio** e **Rosa Zandobbio**; tuttavia è possibile distinguerne una terza, dalle tonalità intermedie, denominata **Bianco-Rosato Zandobbio**, che si distingue per la presenza di caratteristiche "macchie di vino". Quest'ultima può essere distinta nei tipi venato, brecciato ed uniforme.



Esistono inoltre altre due varietà merceologiche diffuse soprattutto nel Novecento, ma oggi non più reperibili sul mercato: si tratta del cosiddetto **Brunone** della Selva di Zandobbio e del **Grigio “onice”**, molto compatto e utilizzato nel secolo scorso soprattutto in statuaria (opere di Tobia Vescovi, 1893-1978).

Il marmo di Zandobbio costituisce un elemento architettonico caratteristico nel contesto edilizio bergamasco, come dimostrano le numerosissime opere degne di interesse, appartenenti a diverse epoche storiche, presenti sia a Bergamo che in altre località limitrofe alle aree di estrazione. A titolo esemplificativo si possono citare, in ordine cronologico, i seguenti esempi significativi del suo impiego nel corso dei secoli presso Bergamo Alta, ognuno dei quali riveste di una specifica rilevanza storica e artistica:

- le tombe, le are e le epigrafi romane rinvenute negli scavi archeologici;
- la colonna di San Lorenzo in Città Alta (755 d.C.);
- la chiesetta romanica di San Giorgio in campis a Zandobbio costruita con grandi conci in muratura nel X-XI sec.;
- i gradini e le pavimentazioni a quadri nella porta dei leoni rossi della Basilica di Santa Maria Maggiore in Città Alta (1353), nonché il basamento su cui giacciono i leoni stilofori del protiro dei leoni bianchi (1360), entrambe opere di Giovanni da Campione (1360);
- le pavimentazioni, i gradini e le sagome del rosone centrale della facciata della Cappella Colleoni, opera rinascimentale di Antonio Amadeo (1472-76);
- la balaustra e le trifore del Palazzo della Ragione nonché il portale e il protiro della Fontana della Basilica di Santa Maria Maggiore in Città Alta, tutte opere di Pietro Isabello (1520-21);
- la monumentale facciata di porta San Giacomo, sui bastioni delle mura venete (1575) con l'altorilievo del Leone di San Marco realizzato dallo scultore bergamasco Piero Brodis nel 1958;
- le Fontane di San Pancrazio (1549) in Via Gombito, del Delfino (1740) in Via Pignolo, di Sant'Agostino (XVI sec.) e del Contarini (1781) in Piazza Vecchia;
- Palazzo Medolago;
- la facciata settecentesca della chiesa di San Michele all'arco in Città Alta (attigua alla Biblioteca A. Mai, opera del Canina);
- il portale laterale destro del Duomo, le pavimentazioni interne e le balaustre delle cappelle laterali (con inserti in Arabescato Orobico e Nero della Val Seriana);
- il pozzo di Piazza Mascheroni (1763), l'orologio solare sotto i portici di Palazzo Vecchio realizzato dall'abate Giovanni Alberici (1798), la scalinata e la balaustra del palazzo dell'Ateneo di Bergamo (1818), i lavatoi di Via Lupo in Città Alta (1891);
- la facciata di Palazzo Nuovo (1927) in piazza Vecchia (Città Alta), realizzata da Ernesto Pirovano su originale disegno scamozziano, con le sei statue dello scultore zandobbiasco Tobia Vescovi, posate nel 1959 e raffiguranti: l'agricoltura e l'artigianato, il commercio e l'industria e i fiumi Serio e Brembo;

Per quanto riguarda in particolare l'ampio utilizzo di questo materiale nel Novecento, è doveroso citare una famiglia di artisti scultori del marmo: i Vescovi di Zandobbio. Nell'arco di tre generazioni infatti, oltre a gestire l'omonima cava e una scuola serale nella quale formarono una maestranza scelta e capace, essi produssero un numero veramente significativo di opere e



monumenti che costituiscono una fetta importante del patrimonio storico artistico contemporaneo locale. Il più importante esponente della famiglia fu in particolare lo scultore **Tobia Vescovi** (1893-1978).

In epoca fascista il marmo di Zandobbio della cava Vescovi è stato utilizzato inoltre anche al di fuori del territorio bergamasco per la realizzazione di alcune importanti opere architettoniche, tra le quali è significativo ricordare il monumento della Vittoria di Bolzano, il porticato del Palazzo delle Assicurazioni nel centro di Bologna, il palazzo delle Nazioni Unite di Ginevra (Svizzera) e il Capitolio - ossia l'ex palazzo del Parlamento - dell'Avana (Cuba).

In conseguenza dell'ampio utilizzo del Marmo di Zandobbio in edifici storici, un importante impiego del materiale è rappresentato attualmente dagli interventi di restauro architettonico. Il suo stato di conservazione dipende strettamente dal tipo di utilizzo, dalla finitura e dal sito di posa in opera del manufatto. Nonostante le ottime prestazioni strutturali e l'elevata durevolezza, ampiamente dimostrate sul campo, in ambienti umidi è soggetto a fenomeni di dissoluzione chimica, solfatazione e decolorazione, data la sua natura di roccia carbonatica. Nei monumenti più esposti gli agenti atmosferici si possono facilmente riconoscere morfologie di alterazione caratteristiche, che consistono nell'esposizione di un reticolo di fratture e nella dissoluzione selettiva. Altri fenomeni di degrado delle superfici marmoree, piuttosto comuni nei microclimi urbani, sono le croste nere e la decolorazione localizzata.

Grazie all'autorizzazione rilasciata dalla Soprintendenza per i beni artistici e storici ed etnoantropologici della Lombardia Occidentale, è stato recentemente eseguito il restauro del monumento ai caduti di Borgo di Terzo, opera in marmo Rosa di Zandobbio dello scultore Tobia Vescovi.





4.



5.



6.



7.



8.



9.





10.



11.



12.

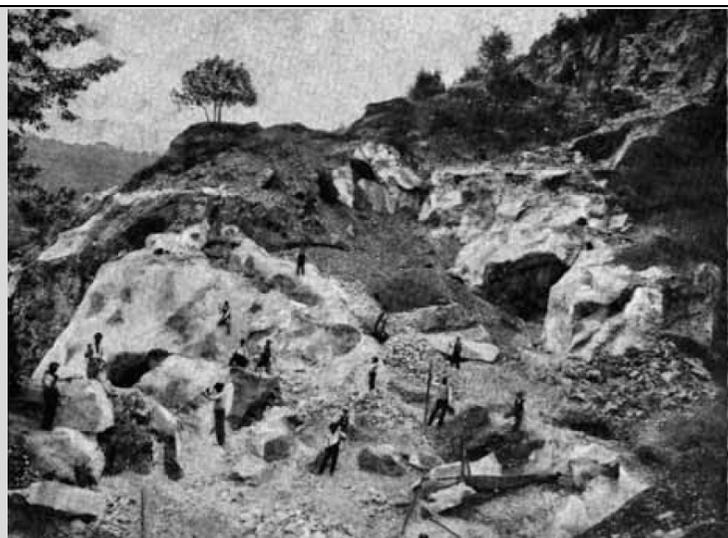


13.



14.





ZANDOBBIO (Bergamo). — Cava del Marmo (Proprietà Angelo Vescovi)

15.



16.

Descrizione delle fotografie:

1. Distretto estrattivo di Zandobbio (la Cava Sima)
2. Piazza Mascheroni, cippo di epoca fascista
3. Via delle Mura, porta San Giacomo (1575)
4. Piazza Vecchia, sfinge della Fontana Contarini; sullo sfondo Palazzo Nuovo (1927), oggi sede della Biblioteca A. Mai
5. Trifora e balaustra di Palazzo Vecchio (XVI sec.)
6. Leone di Venezia
7. Basilica di S.M. Maggiore, Protiro meridionale della Fontana, dettaglio della mensola e del capitello in marmo Bianco di Zandobbio
8. Protiro dei Leoni Rossi della Basilica di Santa Maria maggiore (a sinistra) e Cappella Colleoni (a destra)
9. Fontana di San Pancrazio
10. Piazza Vecchia, Fontana Contarini (1781)
11. Pozzo di Piazza Mascheroni (1763)



12. Palazzo Nuovo (1927), attuale sede della Biblioteca A. Mai
13. Palazzo Medolago
14. Ateneo
15. Immagine storica della cava Vescovi a Zandobbio (1930 circa)
16. Zandobbio, cava Sima (ex cava Vescovi)

Box. La pietra di Credaro

La Pietra di Credaro si estrae nell'area del basso Sebino, presso Credaro, Castelli Calepio e Carobbio degli Angeli da rocce cretache (formatesi nel Campaniano, cioè intorno a 65 milioni di anni fa) appartenenti all'Unità della Pietra di Credaro nell'ambito della Formazione del Flysch di Bergamo. Si tratta di una Formazione che affiora lungo la fascia pedecollinare dalla Brianza al Lago d'Iseo, mentre l'Unità della Pietra di Credaro affiora soltanto nella porzione più orientale e si caratterizza per un maggior contenuto in minerali carbonatici.

I Flysch sono rocce di origine marina formatesi per l'accumulo di frane sottomarine particolarmente ingenti e catastrofiche, che hanno portato alla formazione di livelli, detti corsi, in cui si distinguono due varietà: il Berrettino e il Medolo. Le due varietà si differenziano per la composizione mineralogica ed il colore: il Berrettino è una calcarenite, cioè un'arenaria a composizione calcarea, di colore giallo dorato, mentre il Medolo è un calcare microcristallino di colore rosato-bruno.

La coltivazione della Pietra di Credaro avviene a cielo aperto mediante l'utilizzo di mezzi meccanici. Da un punto di vista tecnico, la Pietra di Credaro è una roccia che in entrambe le varietà presenta buoni valori di resistenza meccanica ed agli effetti del gelo, proprietà che la rendono particolarmente adatta ad impieghi di rivestimento soprattutto in esterno. La tradizionale lavorazione a spacco artigianale esalta la sobria e rustica bellezza di questa pietra, valorizzata anche dalle tecniche di posa: le tradizionali pose a secco, semisecco e fugate spesso giocano con le forme, con i colori e con il rapporto pieno/vuoto.





1. Le “Tre Torri”



2. Pietra di Credaro: fronte di cava

I rivestimenti vengono realizzati infatti sia utilizzando conci di dimensioni e forme simili, sia giustappponendo conci di forma e pezzatura irregolari, sia creando disegni cromatici con l'abbinamento ad altri materiali, come Pietra di Sarnico, borlanti di fiume, Pietra della Lessinia, Pietra di Trani, laterizi, ecc.

La Pietra di Credaro è una delle più tipiche pietre da costruzione impiegate in territorio orobico. Dal punto di vista commerciale è tra i prodotti lapidei non soggetti a lucidatura. Riguardo invece alle sue caratteristiche geologiche rientra nella categoria delle rocce sedimentarie, prevalentemente a composizione calcarea. Insieme all'Arenaria di Sarnico, la Pietra di Credaro è la più utilizzata per la costruzione degli edifici in territorio bergamasco. Ne sono esempi, alcuni edifici storici di Città Alta quali le mura di cinta, le famose “Tre Torri” e, in provincia, il Castello de' Conti di Grumello.

Box 3. La pietra di Sarnico

Arenaria dalle discrete proprietà prevalentemente adatta alla realizzazione di opere murarie in tranciati e rivestimenti in lastre squadrate.

Appartiene, così come la pietra Molera, ai sedimenti torbiditici calcareo-arenacei del Flysch Cretacico lombardo, in particolare alla formazione omonima (Santoniano inf. - Turoniano). Gli affioramenti sono compresi fra Sotto il Monte (BG) e la parte meridionale del Lago d'Iseo (Villongo, Sarnico, Paratico). Le cave più importanti sono ubicate nel monte che sovrasta l'abitato di Sarnico e nelle colline tra Paratico e Capriolo (provincia di Brescia); altre cave erano ubicate sul monte Canto presso Mapello. Le bancate hanno spessore compreso fra 0,3 e 3 metri. Nell'area della città di Bergamo, le cave principali (Castagneta) erano aperte nella “Arenaria di Sarnico”, ma affiorano anche le arenarie del “Flysch di Bergamo”.

L'impiego è stato notevole nella città di Bergamo soprattutto nel Medioevo: ad esempio i conci delle chiese di Santa Maria Maggiore e Sant'Agostino, il Palazzo della Ragione e la Torre del Gombito. Molto numerosi sono anche gli edifici, in tutta la zona in prossimità delle cave, ove la pietra è utilizzata sia come concio per muratura sia come elemento decorativo. Ancora nel XIX secolo l'arenaria fu usata per il rivestimento del piano terreno dell'Accademia Carrara (arch. Simone Elia, 1810).

La Pietra di Sarnico viene spesso impiegata già con superfici a piano sega o levigate ma acquista pregio estetico anche in seguito a lavorazioni più raffinate. Teme il ristagno dell'acqua e il gelo ed è soggetta ad usura, manifestabile anche con fenomeni di disgregazione e polverizzazione superficiale.



Blocchi in lavorazione



Spaccato

PIANO DEL COLORE DI BERGAMO ALTA E INDIVIDUAZIONE DEI MATERIALI LAPIDEI

MATERIALI E METODI DESCRITTIVI

Le modalità con le quali è stato approntato il presente studio sui materiali lapidei può essere così sinteticamente espresso.

È stato effettuato un dettagliato rilievo di terreno che ha consentito, edificio per edificio, di rilevare i litotipi prevalenti impiegati nella costruzione, definendo poi caratteristiche degli impieghi, tipologie oltre alla definizione delle colorazioni prevalenti stabilite sulla patina di alterazione.

Coadiuvati anche da una minuziosa ricerca bibliografica, pur con qualche incertezza iniziale di classificazione che comunque non ha sminuito il nostro entusiasmo, tutte le informazioni raccolte sui materiali lapidei sono state inserite all'interno di alcune schede descrittive, con l'indicazione del codice colore Sikkens e la descrizione del materiale lapideo. La scelta si è concentrata sugli edifici e sui profili maggiormente significativi, di Via Porta Dipinta, Piazza Mercato delle Scarpe e Via San Giacomo.

Un primo tema di lavoro ha definito un quadro generale di classificazione degli usi in base alla litologia: una divisione funzionale a carattere strutturale è possibile distinguendo l'impiego di pietre con funzione portante degli edifici o funzione accessoria (muri, tamponamenti, ecc.); in questo senso il tema ricorrente è l'impiego di pietra Arenaria sotto forma di colonne monolitiche per l'ottenimento di ampi spazi coperti o di Calcare Bianco (Zandobbio) privilegiato per edifici di importanza e prestigio (PD_58, PD_59 Palazzo Pesenti, Via Porta Dipinta) che richiama per le fattezze e la resa dopo la posa. La minor resistenza a trazione e flessione ne hanno permesso l'uso come architravi, mensole e scalini con ampiezze non eccessive e comunque proporzionate agli spessori. Ovviamente tutti questi elementi funzionali entrano anche nel gioco delle definizioni proporzionate degli spazi, senza contare che per la loro posizione chiave e per la possibilità della materia usata, sono spesso ornate e lavorate a sagoma. Difficilmente si assiste all'impiego di Calcare Bianco (Zandobbio) nei muri, ad eccezione delle testate d'angolo, tuttavia in diversi ambiti sono stati rilevati blocchi di Zandobbio inseriti in murature a vista a testimonianza di un rimaneggiamento costruttivo di varie epoche (Fontana Porta Dipinta, PD_41, Palazzo della Funicolare, MS_01).

Maggiormente diffuso è l'impiego dell'Arenaria Grigia, utilizzata sia per le forme accessorie come le cornici, spallette, motivi decorativi agli archi, rivestimenti in fascia alla base degli edifici, ma anche nei muri portanti e non.



A livello murario generico prevalgono nettamente le calcareniti flyschiodi diffusamente utilizzate per una serie di svariati motivi che comprendono la facile reperibilità in loco, l'estrema maneggevolezza e la buona lavorabilità.

CARTELLA COLORI MATERIALI LAPIDEI

Come già accennato il rilievo di dettaglio della cortina architettonica ha consentito in una prima fase di individuare le tipologie di lapidei utilizzata, successivamente sono state effettuate una serie di letture di dettaglio per individuare il colore prevalente delle rocce lapidee utilizzate.

Il principio fondamentale che da sempre regola le scelte finali della coloritura è legato alla ricerca di un abbinamento tra i colori degli intonaci murari e gli inserti in pietra: nella ricerca delle tonalità di colore si è sempre ricercata l'imitazione o comunque una gradazione di colore assimilata dai toni più sfumati o comunque non eccessivamente "carichi".

Va considerato che le moderne tecniche di coloritura murale sono spesso criticate dagli addetti ai lavori in quanto la resa effettiva conferisce spesso "sordità" e "piattezza" di colore come cartone colorato, effetto dovuto alla perfetta e uniforme coprenza delle nuove coloriture, più che mai lontane dagli effetti semi trasparenti (o di semi coprenza) tipica delle coloriture utilizzate in passato a base di calce, soprattutto dopo un periodo di assuefazione all'ambiente; ulteriori critiche sono rivolte all'elevata saturazione dei toni anch'essa lontana dagli effetti tradizionali.

La diffusione, soprattutto nel dopoguerra, dei così detti bianchi ad elevata coprenza e il contemporaneo declino delle terre coloranti naturali ha determinato la perdita degli aspetti tradizionali della coloritura per privilegiare effetti di omogeneità e durata nel tempo.

Nell'ambito della definizione del piano del colore per un ambito di assoluto pregio come la Città Alta occorre dunque recuperare caratteristiche e tecniche tradizionali, caratterizzando anche il colore di fondo degli elementi litoidi ornamentali.

A livello colorimetrico occorre innanzitutto distinguere un colore di fondo della roccia in così detta "frattura viva" cioè appena estratta dal sito di escavazione la roccia possiede caratteristiche di colore ben determinate; quest'ultime possono variare successivamente in funzione della tipologia di lavorazione con cui si predispose l'elemento litoide prima della posa in opera definitiva.

Successivamente possono intervenire fattori diversificati, su una scala temporale breve ma anche molto lunga dove avvengono mutazioni del colore a causa di fenomeni di alterazione che possono mutare fortemente sia le caratteristiche fisiche ma anche cromatiche delle rocce.

Il colore delle rocce è quindi uno degli aspetti più interessati ed appariscenti dei materiali litici naturali per uso decorativo.

I colori delle rocce con la lucidatura risultano sempre rinforzati, presentano comunque una notevole varietà sia di tinta che di intensità.

La varietà cromatica, associata alla varietà dell'elemento figurato, connessa con la natura e la genesi della roccia, permetterebbero possibilità di scelta praticamente infinite se non esistessero alcune precise limitazioni in relazione all'uso del materiale ed alle finalità che con il suo impiego si vogliono raggiungere nonché all'ambiente esterno nel quale viene utilizzato.

Le limitazioni nella scelta sono in funzione alla maggiore o minore stabilità del colore di fronte agli agenti chimici, fisici naturali o artificiali che lo possono alterare.

Il colore delle rocce, come anticipato nei capitoli precedenti, deriva in larga parte dalla presenza di minerali così detti idiocromatici: calcite, dolomite, quarzo determinano un colore di "bianco assoluto" riconducibile in parte al Calcare di Zandobbio; anfiboli, pirosseni o mica biotite (colore nerastro), calcari neri.

Più spesso invece il colore delle rocce è dovuto alla presenza di pigmentazioni varie sia di natura inorganica sia di natura organica. I pigmenti di natura inorganica nelle rocce sedimentarie organogene sono associati alla componente di natura argillosa che in misura più o meno sensibile, si accompagna al carbonato di calcio, costituente essenziale della roccia.

Tra i pigmenti inorganici sono molto diffusi gli ossidi di ferro, che possono dare colorazioni tipicamente gialle quando il pigmento è di tipo limonitico (FeOOH) come in calcari noti quali il Giallo di Verona, il giallo Siena.

Colorazione più rossastra si osserva nei calcari contenenti pigmenti ematici (Fe_2O_3) cioè ossidi di ferro trivalente come ad esempio nel Rosso Verona, Entratico, Rosso della Val Brembana.

In alcune rocce il pigmento è misto, limonitico-ematico e le rocce assumono tinte rosate e aranciate come ad esempio le Arenarie di Sarnico.





Pigmentazione ossidi di Fe su arenaria

I pigmenti di natura organica possono essere di natura carboniosa o bituminosa i pigmenti carboniosi sono costituiti da resti vegetali in particelle microscopiche, che in funzione della concentrazione conferiscono ai calcari organogeni tinte variabili dal grigio al nero assoluto. Anche gli idrocarburi pesanti possono conferire tinte grigiastre alle rocce carbonatiche conosciute come calcari fetidi per il tipico odore di bitume che emanano alla percussione.

I pigmenti neri sono i più labili in assoluto di fronte agli agenti atmosferici, i calcari neri infatti, anche se di ottime scelta, utilizzati in ambienti esterni, tendono a diventare grigi per lenta ossidazione superficiale che causa anche la formazione di macchie giallastre di ossidazione del ferro per l'alterazione di solfuri contenuti nella roccia.

Da queste considerazioni si è impostata la fase di lavoro di rilievo con la lettura colorimetrica delle rocce in posto, con tutte le peculiarità dovute alla variazione di colore per l'alterazione superficiale; i codici di lettura ricavati mediante l'utilizzo del dispositivo Colorado della Sikkens sono stati poi confrontati con letture sulle stesse tipologie di roccia (tabella seguente) in frattura viva per ottenere i codici del colore relativi in grado di descrivere le possibili variazioni di colore a cui anche le rocce vanno inevitabilmente incontro dopo la posa in opera.



37



Rilevazione colorimetrica mediante utilizzo del dispositivo "Colorado" Sikkens



Codice colore	Codice edificio	Litologia	Descrizione	Stato
H2.05.55	PD - 03 -04	?		
E7.10.40	PD - 15b	Arenaria		
F1.13.48	PD - 37	?		
E0.20.50	PD-32	Flysch	calcarenite alterata	frattura viva
E8.20.50	PD - 55	?		
FO.14.38	PD - 32	Arenaria	arenaria in patinadi alterazione	
E4.05.75	PD-47	Calccare di Zandobbio		levigato
GO.04.44	x	Arenaria di Sarnico	lastra di Arenaria grigia di Gandosso bugnata	frattura viva
FN.02.47	x	Arenaria di Sarnico	lastra di Arenaria grigia di Gandosso bugnata	levigata
C9.11.35	x	Arenaria di Sarnico	lastra di Arenaria grigia di Gandosso bugnata con screziature rossastre per la presenza di ossidi di Fe	
F5.05.50	x	Arenaria di Sarnico	lastra di Arenaria grigia di Gandosso bugnata	levigata

Schema comparativo con la rilevazione del colore in funzione della litologia

Seguono esemplificazioni fotografiche delle rilevazioni più interessanti e significative.



Portale in Pietra Arenaria (Sarnico) lavorato a bugnato di sabbia e punta (PD_15)



Portale a doppia anima in Calcere Bianco (Zandobbio) esterno e arenaria Grigia interno (PD_19)





Portale Laterale Palazzo Pelliccioli-Taramelli Via Porta Dipinta (PD_47 b)





Arearia con effetto pigmentazione ematico-limonitica



Muratura esterna con rivestimento in lastre di arenaria Via Porta Dipinta (PD_51-52 a)



*Muratura a conci regolari con accostamento cromatico "turchina" con alterazioni ossidi di Fe
Via Porta Dipinta (PD_47 b)*





*Muratura a conci regolari con accostamento cromatico "turchina" con alterazioni ossidi di Fe
Via Porta Dipinta (PD_47 b)*



*Muratura a conci regolari varietà cromatica grigio -azzurra con alterazioni ossidi di Fe
Via Porta Dipinta (PD_32 d)*



Muratura esterna in Via Porta Dipinta (PD_02): accostamento litotipi calcarei e arenitici – (PD14 a) muratura a vista calcarenitica con inserti in arenaria grigia



*Archi e murature portanti
in pietra Arenaria*



*Tamponamenti murari con litologie
flischyoidi prevalenti*



Muratura esterna in Via Porta Dipinta (PD_50-51 b): accostamento vari colori dal grigio-azzurro con venature ferruginose al giallo ocra con inserti di bianco



Rivestimenti esterni con Calcere di Zandobbio



Facciata esterna in Via Porta Dipinta (PD_58-59): utilizzo esclusivo del calcare bianco di Zandobbio



Facciata esterna in Piazza Mercato delle Scarpe (MS_01): accostamento in muratura a vista tra arenaria ed inserti di Calcare di Zandobbio







INTONACI, MALTE E TERRE COLORANTI NATURALI

Nell'ambito della ricerca sui materiali lapidei a supporto del Piano del Colore di Bergamo, un consistente approfondimento è stato condotto in riferimento ai materiali relativi ad intonaci, terre coloranti naturali e tinte murali, argomenti quest'ultimi certamente non secondari per inquadrare appieno il tema del colore.

In linea di principio l'uso dei materiali coloranti naturali è da sempre orientato ad una ricerca di imitazione e armonia tra le parti murarie e gli elementi litoidi che costituiscono il complesso della cortina edilizia.

Le terre in particolare assumono nella colorazione l'elemento fondamentale che conferisce la proprietà pigmentante all'aggregato, buona parte di esse si possono considerare terre in senso stretto in quanto derivano dal profilo di alterazione della roccia in posto, mentre un parte minoritaria di esse deriva come prodotto della sedimentazione di bacini lacustri.

Tipologia di giacimenti	Ambiti
Cappellacci ferruginosi: zone di alterazione superficiale dei giacimenti ferriferi	
Sedimenti residuali da ambiente carsico, in cavità carsiche o fratture: terre rosse	Valle Rossa –Cene-
Sedimenti lacustri/palustri ferruginosi (limoniti)	Ponteranica

Rapporti tra tipologia di "terre" e ambiti geografici

In generale si considerano le diverse tipologie di impiego comprendendo anche le pietre artificiali ed i cementi decorativi che tanta parte ebbero nell'architettura milanese e lombarda soprattutto all'inizio del XX secolo.

L'uso della malta nelle murature e la stesura di strati di malta per rivestire e decorare le murature stesse, è diffuso in Italia fin dall'epoca romana, proseguendo poi la tradizione di utilizzo nel corso delle varie epoche, attraverso le vaste gamme di colori ottenibili con terre nei sistemi di tinteggiatura murale tradizionali che hanno caratterizzato il volto delle gran parte degli edifici, sia all'esterno in facciata ma anche all'interno nei vari ambienti.

Nel corso degli ultimi anni, sono state pubblicate alcune raccomandazioni relative alle malte ed alla loro caratterizzazione scientifica. Si riportano quindi le definizioni dei termini principali.

Malta: miscela di leganti inorganici, aggregati prevalentemente fini, acqua ed eventuali componenti organici e/o inorganici in proporzioni tali da conferire alla miscela opportuna lavorabilità e adeguate caratteristiche fisico-meccaniche.

Legante: materiale inorganico che impastato con acqua forma una massa plastica che serve a collegare vari materiali usati in un manufatto e che, aderendo ad essi ed indurendo, forma un insieme monolitico atto a resistere a sollecitazioni meccaniche. Un legante può essere aereo o idraulico a seconda che il processo di presa ed il processo di indurimento avvengano solamente in ambiente sub-aereo oppure anche in ambiente subacqueo. La calce è un tipico legante aereo; la calce idraulica e il cemento sono tipici leganti idraulici.

Aggregato: materiale granulare che viene aggiunto ad un legante al fine di ridurre i fenomeni di ritiro dell'impasto e modificare le proprietà meccaniche. Può provenire da materiale sedimentario incoerente derivante dalla disgregazione di rocce in seguito a processi naturali oppure da frantumazione meccanica di rocce.

La calce aerea si prepara attraverso la cottura, in appositi forni, di calcari (carbonato di calcio) e/o dolomie (carbonato di calcio e magnesio) ad una temperatura superiore ai 900°C. La calce viva (ossido di calcio) così ottenuta viene spenta (idratata) mescolandola con determinate proporzioni di acqua; si ottiene quindi la calce spenta o grassello. Il grassello mescolato con determinate proporzioni di acqua e di aggregato forma la malta. Questa si trasforma in un materiale resistente con l'evaporazione dell'acqua (fenomeno di presa); la presa è completata attraverso un processo di fissazione dell'anidride carbonica (CO₂) dell'aria con la conseguente trasformazione dell'idrossido in carbonato di calcio.



La calce idraulica si ottiene dalla cottura di calcari marnosi, contenenti cioè una percentuale dal 5 al 20% di argilla (allumo-silicato). A differenza della calce aerea, la presa può avvenire anche in assenza di aria ed è quindi adatta per la preparazione di manufatti subacquei come i moli marittimi. Una calce idraulica utilizzata in tempi storici è quella di Marèndole, proveniente dalla Scaglia rossa veneta (calcari argillosi rossastri ben stratificati a frattura scagliosa - Cretacico sup. - Eocene inf.) e citata dal Palladio nel primo de *I quattro libri dell'architettura* (Venezia 1570): “Si cavano nei monti di Padova alcune pietre scagliose, la calce delle quali è eccellente nelle opere che si fanno allo scoperto e nell'acque: perciò che presto fa presa e si mantiene lungamente”.

L'aggregato, quasi sempre una sabbia fluviale, viene aggiunto alla calce con lo scopo di aumentare la resistenza del manufatto finale e di ridurre il ritiro. Generalmente proviene dai sedimenti sciolti degli alvei dei corsi d'acqua, dai depositi alluvionali delle pianure, dai depositi dei litorali.

Le malte vengono classificate sulla base della tipologia d'impiego in:

- malte per murature (di allettamento, di riempimento);
- malte per intonaci;
- malte per decorazioni (a spessore, a rilievo);
- malte per usi particolari (stuccature, sigillature, stilature);
- malte per applicazione rivestimenti (pavimentazioni, pareti, ecc.).

L'indagine scientifica delle malte è molto importante per conoscere le tecniche antiche e la provenienza delle materie prime.

Di seguito si riportano i risultati di uno studio che prende in considerazione le malte impiegate in Italia settentrionale, con particolare riferimento alla Lombardia, dal XV al XIX secolo. I campioni esaminati (oltre 350) provengono da edifici monumentali di Piemonte, Lombardia e Veneto e si riferiscono a chiese ed edifici annessi, a palazzi privati e pubblici, ecc. I confronti fra i diversi campioni consentono di verificare le variazioni intervenute nel corso del tempo: per essere significativi, i confronti vanno effettuati sulle malte di una stessa tipologia.





- a) *Allettamento*: comprende sempre un solo strato, il legante è costituito da calce; l'uso del cemento Portland comincia alla fine del XIX secolo e rapidamente si impone. L'aggregato è costituito da sabbia fluviale, nel XV-XVI secolo si rileva la presenza di cocchiopesto aggiunto per dare "idraulicità" alla malta. Il rapporto legante/aggregato è molto variabile.
- b) *Intonaco*: nei secoli XV-XVII gli intonaci presentano almeno due strati, nei secoli XVIII-XIX gli intonaci presentano un solo strato. Questa semplificazione si riflette in una perdita di qualità del materiale: infatti uno strato (spessore di qualche millimetro) è meno resistente agli agenti atmosferici di due o più strati (spessore di qualche centimetro). La composizione dello strato interno e di quello esterno è molto simile in tutti i casi esaminati: calce e sabbia. Il rapporto legante/aggregato è molto variabile. La presenza di cocchiopesto è scarsa negli strati interni e nulla in quelli esterni. Una grande differenza fra i due strati si osserva solo nel caso degli intonaci graffiti dove una diversa composizione fra i due strati è necessaria per ottenere l'effetto decorativo desiderato (strato interno con calce, sabbia e carbone; strato esterno con gesso). Gli intonaci milanesi, in particolare, presentano la stessa composizione sia per applicazioni in facciata che per l'interno degli edifici. Gli strati interni sono realizzati con calce, di solito magnesiaca, e sabbia fluviale; il cocchiopesto è raro. Gli strati esterni sono realizzati con calce pura e sabbia fluviale, il marmo frantumato sostituisce la sabbia in qualche caso; l'impiego del marmo era molto diffuso in epoca romana, ma in seguito esso fu riservato quasi esclusivamente alle malte per decorazione. Gli intonaci di altre regioni dell'Italia settentrionale presentano un legante di calce, spesso magnesiaca, e sabbia fluviale negli strati interni; l'uso di cocchio pesto è raro. Calce pura e sabbia sono diffusi anche negli strati esterni; il cocchiopesto è presente in rari casi ed il marmo frantumato è assente. Il rapporto legante/aggregato è sempre molto variabile. Non è chiaro il motivo dell'uso di calce magnesiaca solo negli strati interni. La calce magnesiaca proviene dalla cottura di dolomie, la calce pura dalla cottura di calcari; entrambi sono diffusi nelle Prealpi lombarde e venete; la calce con alta percentuale di magnesio ha un'ottima resa in grassello.
- c) *Decorazione*: gli strati di corpo hanno sempre composizione simile a quella degli intonaci, solo gli strati di finitura presentano caratteristiche particolari. Per le applicazioni in esterno si osservano leganti di calce e aggregati di sabbia fluviale. Per le applicazioni in interno si osserva un maggior uso del gesso spesso privo di aggregato. Da segnalare la presenza della cosiddetta "polvere di marmo" come aggregato: in realtà si tratta di materiale calcareo che può variare dalla sabbia con frammenti di calcari, al marmo frantumato, ai grandi cristalli singoli di calcite di venatura.





d) *Stuccatura*: è il tipo più diffuso tra le malte di uso particolare. Il periodo di applicazione è limitato (dal tardo XIX secolo) e diverse “ricette” sono state sperimentate per stuccare le fessure, incollare pezzi staccati, rimodellare motivi decorativi. Il legante più diffuso è il cemento Portland, l’aggregato è costituito dai frantumi della stessa pietra da stuccare. Il rapporto legante/aggregato è molto variabile.

e) *Applicazione di rivestimenti*: i pochi casi esaminati non consentono di fornire indicazioni significative.

In conclusione si osserva come la preparazione delle malte nell’Italia settentrionale si mantenga uniforme nel corso del tempo. Le caratteristiche salienti sono:

- l’uso di calce magnesiaca nelle costruzioni del XV-XVII secolo;
- l’aggiunta di cocciopesto nelle malte di allettamento del XV-XVI secolo;
- la perdita di uno strato negli intonaci a partire dal XVIII secolo;
- l’uso di gesso privo di aggregato nelle malte per decorazione;
- l’uso di “polvere di marmo” (*marmor*) come aggregato delle malte per decorazione in Lombardia, proseguendo la tradizione romana, descritta da Vitruvio.

SCHEMA DELLA COMPOSIZIONE DELLE MALTE

- calce+sabbia: allettamento; intonaco strato interno; decorazione;
- calce+marmo: intonaco strato esterno;decorazione;
- calce+coccio: allettamento; usi particolari;
- gesso+marmo: decorazione;
- gesso+sabbia: decorazione.



TRADIZIONE LOCALE BERGAMASCA

Con particolare riferimento alla provincia bergamasca la ricerca storica condotta con questo studio che, lo si ricorda, non ha pretesa di esaustività ma si vuole solo introduttivo per gli argomenti meritevoli di ben altri approfondimenti, non si sono riscontrate tracce evidenti di una tradizione legata a particolari siti di approvvigionamento di terre naturali.

Sebbene nella bergamasca la tradizione di coltivazione dei prodotti litoidi sia antica e consolidata comprendendo numerose varietà, per quanto riguarda le terre coloranti non sono noti particolari ambiti che abbiano costituito il riferimento per un approvvigionamento consolidato. In Italia (e non solo) sono note località in cui nel passato si è instaurata una consolidata ‘attività’ di coltivazione ed esportazione dei prodotti coloranti naturali: si pensi ad esempio alla Provenza con le sue ocre provenzali, a Siena con le sue “terre gialle” coltivate sino agli anni ‘50 del secolo scorso, a Verona con numerosi siti di coltivazione di terre gialle e ocre rosse, non si può certamente escludere che attraverso gli scambi commerciali i prodotti citati siano stati utilizzati per le decorazioni probabilmente più per elementi di pregio architettonico o per usi interni, tuttavia per gli usi generici si è privilegiato l’uso di materiali facilmente reperibili in loco, sia per gli elementi litoidi del costruito ma anche per le terre coloranti da utilizzare per gli esterni.

Se dunque per le terre coloranti ci si approvvigionava in siti generici, più consolidati erano invece i siti di escavazione dei materiali tipo gesso e pietra da calce che corrispondevano agli affioramenti delle rocce corrispondenti; assai diffusa era la pratica della calcinazione attraverso appositi forni per la calcinazione.

Nell’ambito bergamasco e comunque in Italia, la fabbricazione delle calce idrauliche e dei cementi venne introdotta a partire dalla prima metà dell’ ‘800, era uso comune l’impiego della calce grassa o comune, il cui processo di produzione prevedeva l’uso della vecchia fornace, in uso per la cottura di sassi per calce e insieme dei mattoni. Accanto al forno era diffusa anche la calchera o “calcara”, ancora oggi in uso per l’edilizia montana, costituita da uno scavo a guisa di forno, senza copertura, a cielo aperto, con la bocca al piede, dove si cuoceva pietrame per far calcina.

A livello locale, con particolare riferimento all’ambito della Città Alta erano sostanzialmente diffuse due tipologie di aggregati: *calce idrauliche* realizzate con l’aggiunta di mattoni o tegole di epoca romana, recuperate come residui del tessuto edilizio, simil coccio pesto per incrementarne l’idraulicità; in alternativa venivano utilizzati *preparati a base esclusiva di calce bianca*.



Nel corso dei secoli si sono sostanzialmente mantenute le tendenze di utilizzo dei materiali lapidei, mentre sono cambiate le sostanze naturali anche in funzione dei materiali disponibili.

I recenti scavi archeologici condotti in Piazza Vecchia hanno portato alla luce interessanti evidenze anche riguardo all'uso dei materiali: sebbene le risultanze non siano al momento ufficiali e pubblicate, sembra certo che siano emerse le tracce di una "calchera", dove nella procedura di calcinazione venivano privilegiati i calcari bianchi, compreso lo Zandobbio, che costituivano le porzioni di murature più pregiate.

A partire dal XII secolo era consolidato l'utilizzo di calce bianca, mentre a partire dal '300 anche in Città Alta sembra evidente l'influsso visconteo, e si diffonde nelle ricette l'utilizzo di aggregati da fiume, principalmente sabbia generalmente di dimensioni variabili compresa tra 1-2 mm, con effetto a muro tipo roccia tonalitica; uno sfondo biancastro punteggiato dai grani dell'aggregato.

Dal '400 si assiste ad ulteriore variazione delle ricette d'uso; si comincia a sperimentare l'utilizzo di terre colorate reperite probabilmente in siti del tutto occasionali e molto prossimi all'edificato, nel corso poi dei tre secoli successivi vi è un aumento dell'aggregato e la colorazione dei pigmenti vira decisamente verso il marrone nocciola; non è azzardato utilizzare il termine "terra da orto" in riferimento alle materie prime coloranti utilizzate.

Dal punto di vista cromatico è nell'800 in cui si assiste ad una variazione piuttosto interessante, la calce utilizzata diventa maggiormente plastica mentre la colorazione assume i toni del rosa per poi passare al viola cupo, non è noto qual possa essere il pigmento utilizzato per la resa cromatica descritta.

Da questi riferimenti generali riguardo le tinte murarie emerge un quadro piuttosto articolato che meriterebbe di essere indagato in modo sistematico; è certo comunque che in termini cromatici è possibile ritrovare in uno stesso edificio tutte le variabili descritte.

AMBITI DI PROVENIENZA DELLE MATERIE PRIME

a. LEGANTI

Il territorio bergamasco è ricco di affioramenti calcarei e dolomitici adatti alla fabbricazione di calce, ma le fornaci furono per molto tempo alimentate soprattutto con i ciottoli calcarei bianchi reperibili nel medio corso dei fiumi che scendono dalle valli alpine, come l'Adda nella zona di Vaprio al confine fra



le attuali province di Milano e di Bergamo. Scrisse Andrea Palladio nel primo dei *Quattro libri*: “Le pietre per far la calce o si cavano dai monti o si pigliano dai fiumi (...). Sarà migliore la calce che sarà fatta di pietra durissima, soda e bianca (...)” [Libro I, capitolo V].

Calce fortemente idraulica (fino al 30% di argilla)

Alzano Lombardo, Scanzorosciate, Villa di Serio: Sass de la Lùna (Cretacico, Albiano).

Cemento idraulico (fino al 40% di argilla)

Nembro: Calcarea di Domaro (Giurassico, Domeriano).

Sedrina: Calcarea di Domaro.

Tavernola Bergamasca: Calcarea di Domaro.

Calusco d’Adda: Scaglia lombarda (Cretacico-Eocene medio).

Calce forte scarsamente magnesiaca (aerea)

Grone (Val Cavallina): Dolomia a Conchodon (Retico sup.- Hettangiano). Ubiale-Clanezzo: Dolomia a Conchodon.

Calce pura (aerea)

Vall’Alta (Pradalunga, val Seriana): Argilliti Riva di Solto (Triassico, Norico).

Gesso

Costa Volpino (Val Camonica): anidrite (Carniola di Bòvegno). Rogno Castelfranco (val Camonica): gesso (Carniola di Bòvegno).

b. AGGREGATI

La cave sono generalmente disposte lungo il corso dei fiumi soprattutto al loro sbocco nella pianura. Le ghiaie sono disponibili solo nelle aree a monte, mentre le sabbie sono disponibili nelle aree a valle in prossimità delle confluenze nel Fiume Po. Le escavazioni nei depositi di origine glaciale riguardano quasi sempre quelli del Würm.



La composizione delle sabbie è leggermente diversa grazie alle differenze presenti nella litologia dei diversi bacini imbriferi (graniti, dioriti, porfidi, micascisti, gneiss, calcari, dolomie, arenarie). I minerali più comuni sono: quarzo, muscovite, feldspato potassico, calcite, dolomite, ecc.

PIETRA ARTIFICIALE - CEMENTO DECORATIVO

Un manufatto, un ornato, una partizione architettonica, se realizzati in materiale lapideo artificiale, possono sempre essere definiti come elementi o membrature in pietra artificiale, se ciò serve a distinguerli da oggetti analoghi realizzati o realizzabili in pietra naturale. Tuttavia accanto al significato mimetico, che pure fu molto criticato all'inizio del XX secolo, associato questo all'eccesso decorativo del nuovo materiale, va sottolineata una valenza espressiva del cemento, ben rappresentata da un'infinità di ornati, spesso pezzi unici, realizzati o realizzabili in virtù delle caratteristiche plastiche e di resistenza meccanica, proprie della malta cementizia. Si pensi, ad esempio alle balaustre dei balconi, ai mascheroni, alle fasce più o meno estese di decorazioni fito e zoomorfe.

L'espressione “*pietra artificiale*” o “*marmo artificiale*” sembra più corretta allorché si intenda un manufatto realizzato ad imitazione del naturale, nel significato di imitazione materica più che formale; in termini di struttura, apparenza della grana, tinta, anche con lavorazione superficiale “a togliere”. Il conglomerato è realizzato con legante aereo, misto o eminentemente idraulico, sabbia silicea, ghiaino, graniglia, frammenti di rocce, pigmenti prevalentemente minerali. L'elemento può essere confezionato fuori opera od in opera, e spesso, ma non sempre, richiede una lavorazione, con martellina, bocciarda ecc., tipica della pietra naturale.

I seguenti esempi possono meglio chiarire quanto esposto:

L'imitazione di una *roccia magmatica intrusiva* come il granito, la sienite ecc., con impasti di graniglia, cemento e pigmenti coloranti, foggiate in lastre, o stesi in opera, lavorati e spesso accostati in diverse cromie.

L'imitazione del *Ceppo* con un impasto a grana fine alternato a zone con ciottoli colorati centimetrici, lisciato o lavorato in superficie, generalmente in blocchi o lastre di grande spessore.



L'imitazione della *Pietra di Viggiù* con un impasto brunastro a granulometria fine. Questa pietra era infatti molto diffusa nell'edilizia del XIX secolo sia per i rivestimenti che per le decorazioni.

L'imitazione dei *Travertini* è invece caratteristica degli anni '20: il travertino, del tutto sconosciuto nella tradizione architettonica milanese e lombarda, si diffuse infatti in quegli anni. La tessitura, ricca di cavità allineate, veniva replicata con una malta chiara percorsa dalle cavità lasciate da cristalli di sale opportunamente inseriti nell'impasto.

Quando invece un manufatto, in conglomerato a base di cemento Portland, liscio e sagomato in opera o gettato fuori opera, concorra alla definizione dell'apparato decorativo e si faccia rilevante la riproduzione di forme a discapito dell'aspetto di "imitazione di materiale" naturale esistente, sembra appropriata l'espressione "*decorazione in cemento*", "*cemento artistico*", "*cemento decorativo*". È qui che il nuovo materiale acquista un proprio ruolo espressivo ed è associato in particolare modo all'architettura liberty, in ogni caso al periodo del decorativismo eclettico. Le forme tipiche del periodo diventano realizzabili proprio in funzione delle caratteristiche meccaniche e plastiche della malta cementizia con o senza armatura.

COMPONENTI, FORMULE E RICETTE RICAVATE DALLA LETTERATURA TECNICA COEVA

I componenti principali dell'impasto sono il cemento Portland, con funzione legante, l'aggregato costituito da sabbia e ghiaia o frantumi della pietra che si vuole imitare e pigmenti diversi per ottenere specifiche cromatiche. Alcuni esempi di ricette, che vengono qui richiamati, forniscono qualche informazione sulla destinazione del calcestruzzo e sulla sua composizione teorica, ma nessuna informazione riferibile a specifiche architetture. Rappresentano indizi sulle caratteristiche dei materiali artificiali che hanno contraddistinto l'architettura e l'edilizia tra la fine dell'ottocento e i primi due decenni del novecento.

Manuali (proporzioni in volume):

- Mazzocchi [1915]: cemento 2 parti - sabbia 1 parte - ghiaia 1 parte
- Ghersi [1915]: cemento 4 - sabbia 1 - ghiaia 1
- Donghi [1925]: cemento 4 - sabbia 1 - ghiaia 1
- Rizzi [1927]: cemento 1 - sabbia 2 - ghiaia 4





Società Italiana dei Cementi e delle Calci Idrauliche (proporzioni in volume)

- Calcestruzzo per ornamentazioni: cemento 2 parti - sabbia 1 parte - ghiaia 1 parte
- Calcestruzzo per pietre artificiali: cemento 1 - sabbia 2 - ghiaia 4

COMPONENTI - VERIFICHE SPERIMENTALI

Sono riportati esempi appartenenti al repertorio formale e materico di edifici di varia natura, e non solo liberty. Come criterio discriminante sono stati scelti la composizione dell'aggregato ed il rapporto legante/aggregato.

- Teatro Donizetti del 1898 a Bergamo (arch. P. Via): decorazioni della facciata con aggregato composto da frammenti di Rosso ammonitico veronese.
- Oratorio Pesenti del 1904 a Montecchio (Bergamo): gli elementi decorativi e lo zoccolo con aggregato di dolomia frantumata e cristalli di calcite; le campiture con aggregato di sabbia.

Gli intonaci di rivestimento si differenziano a seconda delle tipologie: quelli colorati con aggregato di cristalli di calcite e rapporto 1:1; quelli a bugnato con rocce frammentate e rapporto 2:1; quelli di campitura con aggregato di sabbia e rapporto 2:1.

L'uso di cemento Portland è molto frequente nelle malte per stuccatura impiegate negli interventi di restauro di edifici monumentali a partire dalla fine del XIX secolo.



CONCLUSIONI

Il presente documento costituisce una sezione del Piano del Colore di Bergamo Alta, dedicata all'identificazione, studio e descrizione dei materiali lapidei impiegati nel costruito della città storica e dei relativi rapporti cromatici che intercorrono tra i colori percepiti e le diverse tipologie di rocce utilizzate.

Sono state indagate e descritte le litologie presenti nelle cortina edilizia, rilevando i colori tipici mediante il dispositivo Colorado®, comparando i colori rilevati lungo la cortina edilizia con analoghe tipologie di roccia in frattura viva, integrando la cartella colori di riferimento.

Nei limiti del presente lavoro sono stati indagati le tipologie di legante naturale e si sono fatte considerazioni in relazione alle terre coloranti naturali utilizzate nelle diverse epoche con riferimento alle tradizioni d'uso e ai siti di approvvigionamento locali.

Il lavoro, che non vuole essere esaustivo del complesso argomento trattato, getta invece le basi per future ricerche che meriterebbero di essere approntate in modo sistematico.

Grassobbio, marzo 2012



Hattusas s.r.l.
consulenze nel vasto campo della geologia e dell'ambiente

Sede legale: Via Roma, 37 – 24060 Tagliuno (Castelli Calepio, BG)

Sede operativa: Via Vespucci, 47 – 24050 – Grassobbio (BG)

Tel. e Fax. 035.4425112

info@hattusas.it



BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- AA.VV. “Bergamo Città”, Azienda autonoma di turismo, 1971
- AA.VV. “Materiali lapidei e artigianato locale”, Servitec, 2003
- AA.VV. “Note illustrative della carta geologica della provincia di Bergamo”, Amm. Prov. Bergamo, 2003
- Artini E. “Le Rocce”, Milano, Hoepli, 1952
- Fagnani, G. “Giacimenti di rocce e minerali utili tra il lago Maggiore ed il lago di Garda”, Natura, Vol. 47 (1956), p. 3-55
- Fagnani G. “Rocce e minerali per l’edilizia”, Fusi editore, Pavia
- Lazzarini. L. “Pietre e marmi antichi, p. 196, Cedam, Padua, 2004
- Maironi da Ponte “Dizionario odepotico o sia storico-politico-naturale della provincia bergamasca”, Stamperia Mazzoleni, 1820
- Pecchioni E., Fratini F., Cantisani E. “Le malte antiche e moderne fra tradizione e innovazione”, Pàtron editore, Bologna 2008
- Peverelli G. “I marmi italiani”, Federazione fascista degli esercenti le industrie estrattive, Roma, 1939
- Rodolico F. “Le pietre delle città d’Italia”, Le Monnier, Firenze, 1956
- Scamozzi V. “L’idea di architettura universale”, Venezia, 1615
- Rosa G. “Notizie statistiche della Provincia di Bergamo”, Bergamo, 1800 (?)
- Venzo S. “Stratigrafia e tettonica del Flysch (Cretacico-Eocene) del Bergamasco e della Brianza orientale”, Memorie des. Carta Geol. d’It., Vol. 31, 1954
- www.bg.camcom.it
- www.comune.bergamo.it
- www.sikkens.it

