

I MARMI DELLA MONTAGNOLA SENESE

INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL TERRITORIO DI PROVENIENZA, ASPETTI LITOLOGICI E IMPIEGO NELL'EDILIZIA MONUMENTALE

Sonia Mugnaini

Università di Siena, Dipartimento di Scienze Ambientali, Sezione di
Geochimica Ambientale e Conservazione del Patrimonio Culturale Lapideo

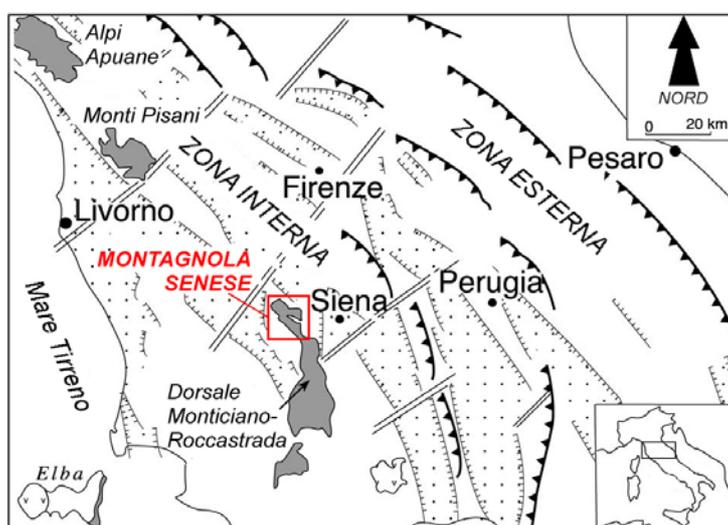
"[...] unam dicte eremi, capituli et loci petrariam marmoriam sive petiam terre petrarie positam in districtu Santi Quirici de Tonni, in loco dicto Piano di Lepre, cui ex uno latere est Alberti Buonfilliuoli et consortum, ex alio heredum Baldiccionis, de subtus fossaatus de Pagaccino, de super heredum Iohannis, [...] ad abendum, tenendum et usufructandum et fodendum vel cavandum de lapidibus que super vel extra se seu intra vel infra se habet vel sunt in dicta petia terre petrarie et exportandum et exportari faciendum"

(Archivio di Stato di Siena, *Diplomatico Opera Metropolitana* 1319 marzo 28, c. 630)

La Montagnola Senese: contesto geologico regionale

La Montagnola Senese consiste in una serie di modesti rilievi allineati in direzione all'incirca Nord-Sud lungo una fascia che si estende a pochi chilometri ad Ovest della città di Siena. Il limite meridionale della Montagnola Senese può trovare la sua naturale collocazione nella gola che il Torrente Rosia incide tra il paese omonimo e il Castello di Montarrenti; il limite settentrionale coincide con la zona sostanzialmente pianeggiante a Sud-Sud Est di Colle Val d'Elsa.

Considerando l'area in una più vasta prospettiva, la Montagnola Senese si colloca nell'Appennino settentrionale interno, ed occupa la parte centrale della Dorsale Medio-Toscana, un importante allineamento di rilievi ad estensione regionale avente forma di un arco concavo verso il Mare Tirreno, a cui appartengono anche, più a nord, i Monti Pisani e le Alpi Apuane. Nella complessa architettura di questo importante elemento morfologico-strutturale è documentata la storia geologica della Toscana a partire almeno dal Cambriano superiore (circa 500 milioni di anni fa).



Ubicazione dell'area della Montagnola Senese nel contesto morfologico-strutturale dell'Appennino settentrionale (da Liotta, 2002 con modifiche).

Dal punto di vista geologico, l'Appennino settentrionale è una "catena a falde", il cui attuale assetto strutturale è il risultato di articolate vicende che, secondo gli studi più recenti, si sono esplicate in due episodi deformativi principali a partire dall'Oligocene superiore (circa 30 milioni di anni fa; Carmignani e Kligfield, 1990; Decandia et al., 1998; vedasi anche Lazzarotto, 1993, per una esauriente sintesi sull'evoluzione tettonica e paleogeografica della Toscana Meridionale nell'ambito del più ampio contesto della nascita delle catene Alpine).

Il primo episodio è associato alla collisione continentale tra Africa e Europa, in particolare tra il massiccio sardo-corso, che costituiva il paleomargine europeo, e la microplacca Adria, che identificava il paleomargine africano, instaurando un regime tettonico di tipo compressivo che è durato dall'Oligocene superiore fino al Miocene medio (circa 30-14 milioni di anni fa). Durante questo processo collisionale si è verificato l'impilamento delle unità tettoniche ("falde") che oggi costituiscono l'ossatura della Catena appenninica, ovvero la sovrapposizione di rocce originariamente formati in contesti paleogeografici completamente diversi. Il secondo episodio è correlato invece ad una importante fase distensiva che ha coinvolto l'intero Appennino settentrionale interno a partire dal Miocene medio ed ha provocato, tra l'altro, la riesumazione delle rocce sepolte durante la prima fase deformativa rendendole oggi visibili in affioramento.

Le formazioni affioranti nella Montagnola Senese

Le formazioni affioranti nella Montagnola Senese appartengono a tre differenti Unità (Giannini e Lazzarotto, 1970; Liotta, 2002):

1. *Unità di Monticiano-Roccastrada* (o complesso metamorfico): questa Unità costituisce il cuore della Montagnola Senese. Le rocce che la compongono sono derivate da originari sedimenti silicoclastici e carbonatici depositi in mare (in ambienti di profondità assai variabile) in un periodo di tempo che va dal Triassico medio (circa 230 milioni di anni fa) alla base del Cretaceo superiore (circa 95 milioni di anni fa). Tali sedimenti hanno successivamente subito una sostanziale trasformazione (metamorfismo di basso grado, "facies scisti verdi") nel corso del seppellimento connesso con la fase collisionale della nascita della catena appenninica, raggiungendo temperature dell'ordine dei 350-400°C e pressioni dell'ordine dei 9-10 kbar (Giorgetti et al., 1998).

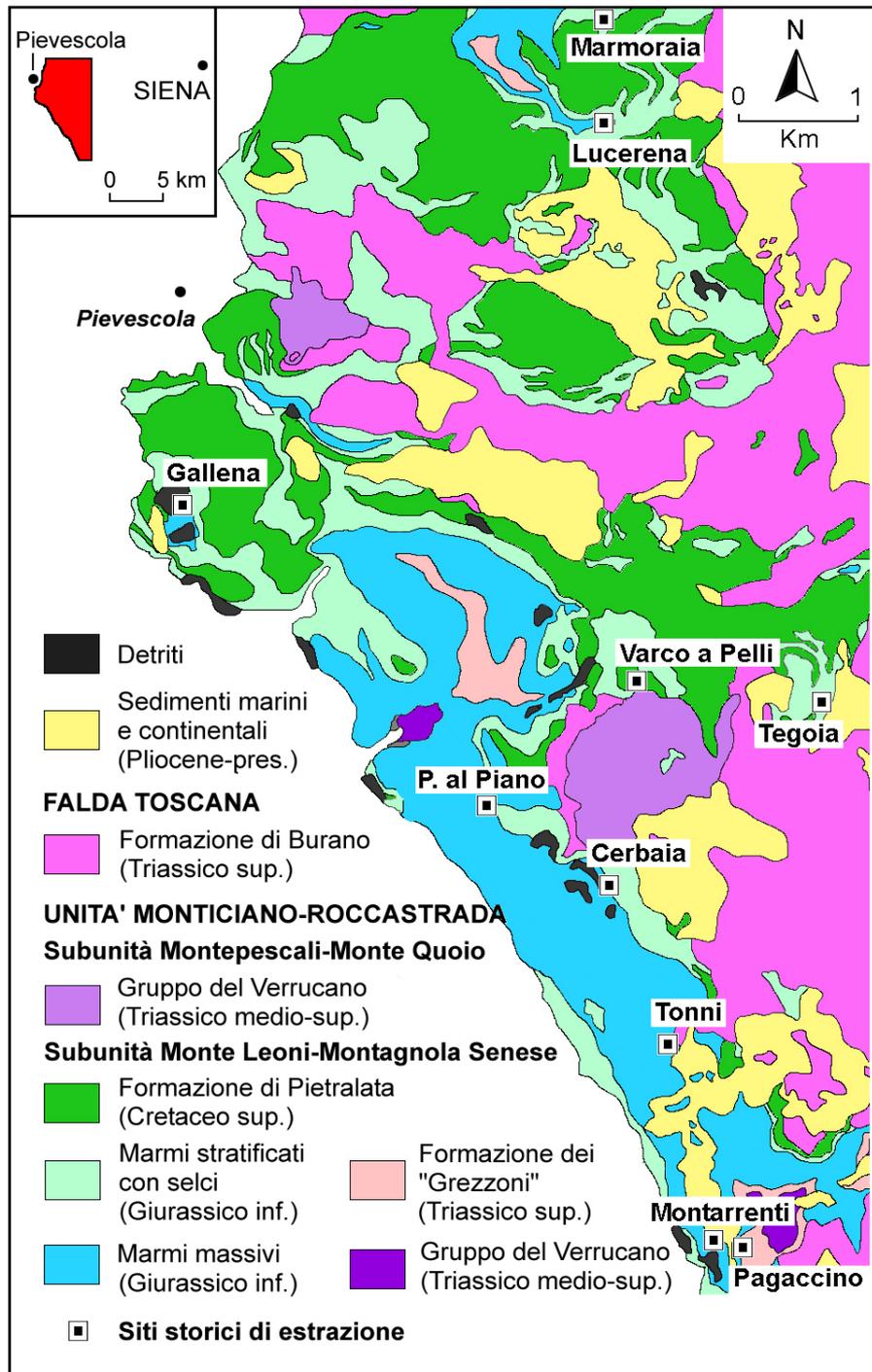
In senso stratigrafico, dalla più antica alla più recente, si riconoscono le seguenti formazioni:

- a) Gruppo del Verrucano: si compone di due formazioni (Formazione delle Anageniti minute e Formazione di Tocchi), caratterizzate da sedimenti clastici metamorfici (metasiltiti, quarziti, metareniti, metaconglomerati), riferibili al Triassico medio-superiore;
- b) Formazione dei "Grezzoni": è prevalentemente rappresentata da dolomie grigie più o meno scure prive di evidente stratificazione (Triassico superiore);
- c) Marmi massivi, o Formazione dei marmi della Montagnola Senese (Giurassico inferiore): è la formazione da cui derivano i marmi oggetto della presente trattazione, che saranno specificatamente descritti qui di seguito;
- d) Gruppo delle formazioni metamorfiche sopra i marmi: rientrano sotto questa denominazione (introdotta da Giannini e Lazzarotto, 1970) varie rocce calcaree-silicee-argillose, alle quali gli Autori recenti assegnano differenti età e differente significato stratigrafico.

Tutti gli Autori hanno evidenziato l'esistenza di una ampia lacuna di sedimentazione nell'Unità di Monticiano-Roccastrada, da cui si evince che la Montagnola Senese deve aver rappresentato, durante la maggior parte del Giurassico e del Cretaceo (in un intervallo temporale grossomodo compreso tra 180 e 100 milioni di anni fa), un rilievo strutturale caratterizzato da emersione o, in parte, da tettonica sinsedimentaria in ambiente sottomarino.

2. *Unità della Falda Toscana*: tettonicamente sovrapposta alla precedente Unità, è prevalentemente rappresentata, nella Montagnola Senese, dal Calcere Cavernoso, un calcare dolomitico vacuolare che rappresenta il prodotto della “dedolomitizzazione” (nella fase di esumazione per tettonica distensiva) della Formazione Anidritica di Burano, formatasi in ambiente lagunare nel Triassico superiore (Gandin et al., 2000).

3. *Sedimenti neogenici*: ricoprono il complesso metamorfico e il Calcere Cavernoso, e sono costituiti da sedimenti continentali ad elementi di Calcere Cavernoso prodotti per rielaborazione in ambiente fluvio-lacustre nel Miocene superiore - Pliocene inferiore (8-5 milioni di anni), sabbie e conglomerati marini del Pliocene (circa 3-2 milioni di anni) e sedimenti continentali recenti.



Carta geologica schematica della Montagnola Senese (da Liotta, 2002 con modifiche), con indicazione delle principali località di riferimento dei siti storici di estrazione dei marmi.

Aspetti litologici e merceologici dei marmi della Montagnola Senese

I marmi della Montagnola Senese, provenienti dalla formazione omonima appartenente all'Unità di Monticiano-Roccastrada, consistono in rocce carbonatiche, originariamente calcari marini formati in ambiente di piattaforma continentale nel Giurassico inferiore (circa 197 milioni di anni fa), trasformati in marmi in senso stretto per il metamorfismo di basso grado subito durante l'orogenesi appenninica. La loro storia geologica non è disgiunta da quella dei ben noti marmi delle Alpi Apuane, che sono infatti correlabili dal punto di vista della posizione stratigrafica, dell'età e della genesi con i marmi in oggetto.

Il metamorfismo ha provocato una generale ricristallizzazione degli originari calcari, con aumento delle dimensioni dei cristalli di calcite da cui sono composti e formazione di nuovi minerali (blastesi metamorfica) lungo superfici preferenziali. Esso è stato tuttavia di grado insufficiente a cancellare le caratteristiche pre-orogeniche (aspetti sedimentari e diagenetici) e anche le tracce della intensa deformazione subita da queste rocce nelle fasi precoci della nascita della catena appenninica (vene di calcite, superfici stilolitiche). Tutti questi particolari strutturali sono tutt'oggi visibili in questi marmi dalla scala macroscopica a quella microscopica, sotto forma di variazioni cromatiche e venature di vario tipo



Le nove varietà merceologiche dei marmi della Montagnola Senese proposte da Micheluccini et al. (1981). La disposizione geometrica in figura riflette la posizione stratigrafica di massima dei diversi litotipi (marmi bardigli e grigi nel basso stratigrafico, marmi gialli al tetto della serie).

e di vario significato. Anche gli eventi post-orogenici, essenzialmente legati al carsismo recente che si è impostato lungo le fratture creatisi nella fase di tettonica fragile distensiva, hanno contribuito largamente alla creazione delle eterogeneità cromatiche oggi visibili (Mugnaini, 2004).

Dal punto di vista merceologico, ne deriva un'ampia gamma di varietà, che talora si susseguono in maniera anche rapida nell'ambito di un medesimo affioramento o fronte di cava: si passa da marmi di colore prevalentemente grigio scuro (bardigli) alla base della Formazione Marmifera, a marmi di colore grigio e bianco nelle parti intermedie, fino a marmi dominantemente gialli nelle porzioni sommitali della formazione (l'assai pregiato marmo "Giallo di Siena"), tutti irregolarmente attraversati da venature e motivi di vario colore e forma.

Una descrizione puntuale di tutti i particolari visibili in questi marmi a varia scala esula dagli scopi di questo scritto; ci limitiamo a mostrarne qui di seguito solo alcuni aspetti attraverso immagini significative.

Vale la pena tuttavia fare un cenno all'origine della colorazione dei famosi marmi gialli. Essa è da attribuire alla diffusa e pervasiva presenza di goethite ($\alpha\text{-FeOOH}$) sotto forma di minuti cristalli, di dimensioni comunque di gran lunga inferiori al micron, o ancor più fini colloidali di ossidi di ferro non cristallini, ubicati nell'interfaccia tra i cristalli di calcite. Tali elementi pigmentanti, la cui quantità è sempre di gran lunga comunque inferiore all'1% in peso del materiale, possono essere stati già

presenti nella roccia antecedentemente al metamorfismo, o anche essersi introdotti nella massa rocciosa attraverso le fratture posteriori all'evento metamorfico. Sulle rocce in oggetto si verifica pertanto l'intreccio di articolati fenomeni pre-, sin- e post-metamorfici, che hanno reso il "Giallo di Siena" una assoluta rarità in natura, e pertanto un prodotto assai pregiato e ricercato come materiale lapideo ornamentale fin da tempi remoti.



Una cava di marmo inattiva presso Gallena.



Affioramento di marmo giallo ocrea presso Gallena.



Affioramento di marmo giallo venato presso la cava di Cancelli del Prete (La Scuola).



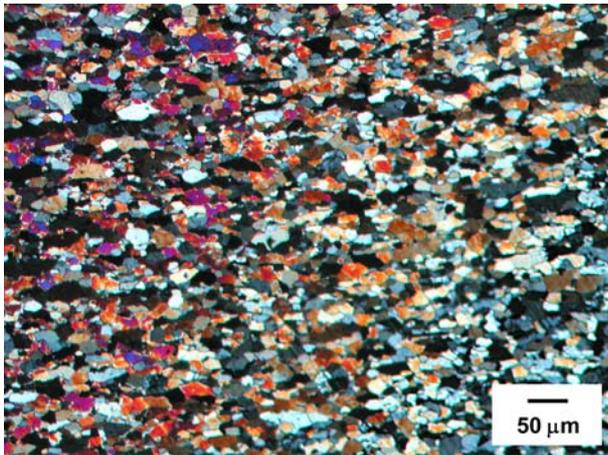
Affioramento di marmo bianco venato nella cava di Val di Pescina.



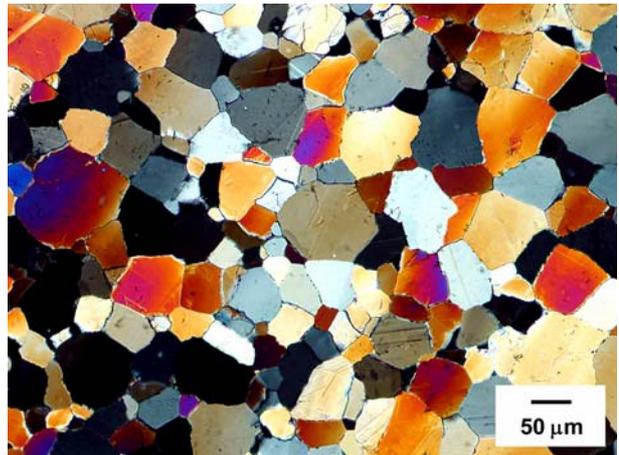
Affioramento di marmo grigio venato/arabescato nella cava del Pagaccino.



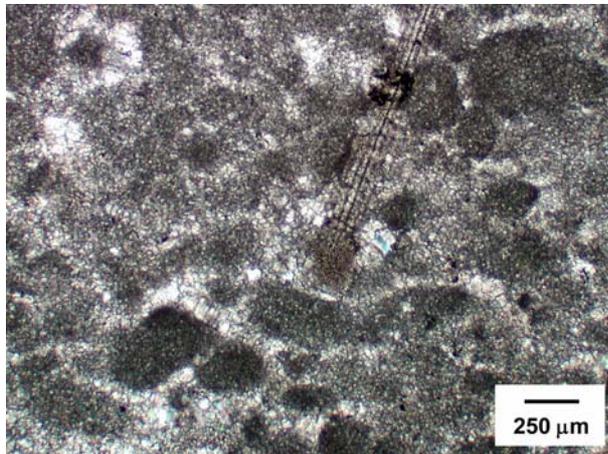
Affioramento di marmo bardiglio in una delle cave inattive presenti nella zona di Varco a Pelli.



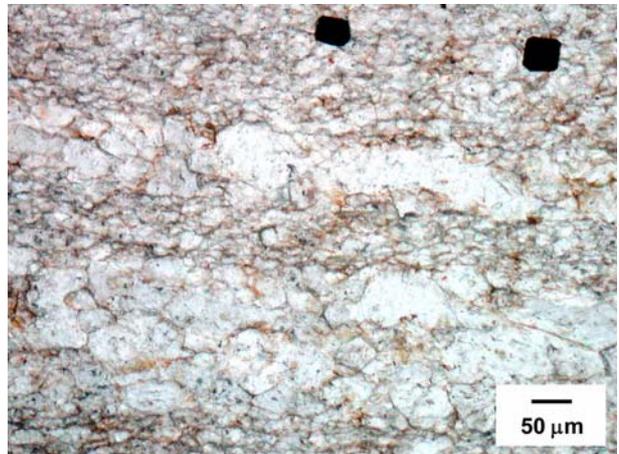
Microstruttura del mosaico di fondo del marmo giallo ocre di Varco a Pelli; ogni granulo corrisponde ad un cristallo di calcite. Immagine ottenuta al microscopio polarizzatore in sezione ultrasottile, Nicol incrociati.



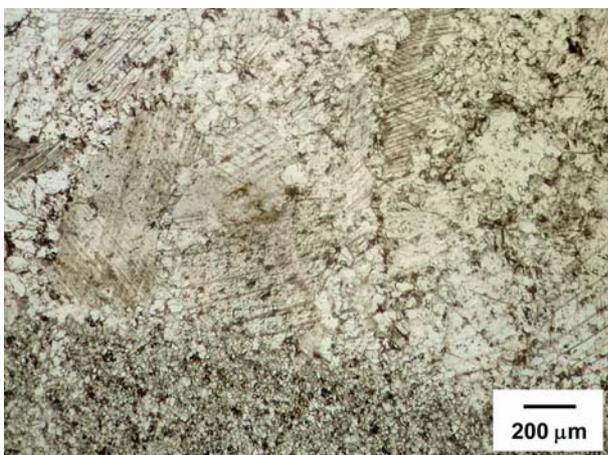
Microstruttura del mosaico di fondo del marmo bianco venato di Montarrenti. Si apprezza la granulometria spiccatamente più grossolana del marmo bianco rispetto al marmo giallo (immagine a lato).



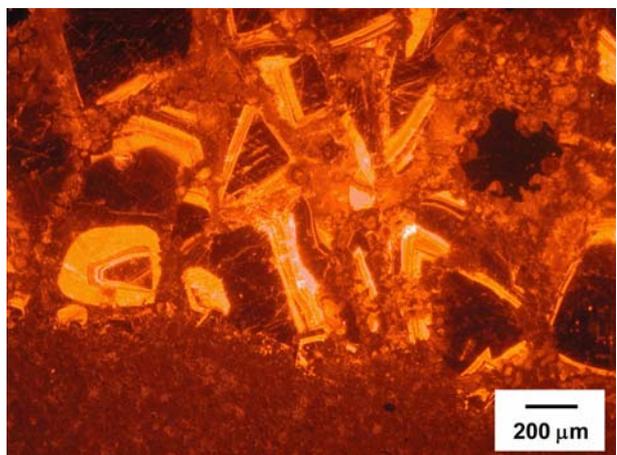
Relitti di microfossili nel marmo bardiglio di Montarrenti: peloidi e spicole di echinodermi. Immagine ottenuta al microscopio polarizzatore in sezione sottile, solo polarizzatore.



La colorazione gialla del marmo giallo ocre è da riferire a ossidrossidi di ferro (soprattutto goethite) presenti come spalmature e piccoli aggregati all'interfaccia tra i cristalli di calcite. Sono visibili anche due cristalli di ematite. Immagine ottenuta al microscopio polarizzatore in sezione sottile, solo polarizzatore.



Vena di calcite a grana grossa che attraversa il mosaico di fondo del marmo, visibile nella parte inferiore della foto. Immagine ottenuta al microscopio polarizzatore in sezione sottile, solo polarizzatore.



Stessa inquadratura dell'immagine a lato ripresa al microscopio da catodoluminescenza, tecnica analitica che consente di evidenziare meglio le caratteristiche microstrutturali dei marmi in questione.

Località storiche di approvvigionamento e impiego nell'edilizia monumentale

Le diverse varietà cromatiche dei marmi della Montagnola Senese sono state estratte fin da tempi antichi per la realizzazione di opere di elevato pregio artistico-architettonico, sia nel territorio senese che in più vasto ambito nazionale ed internazionale.

Bruno e Lazzarini (1995) ipotizzano che l'area della Montagnola Senese possa essere stata sfruttata per l'estrazione di materiale lapideo di pregio già in età romana imperiale.

Tuttavia è soprattutto in epoca Medievale che ha inizio la massiccia estrazione di questi marmi.

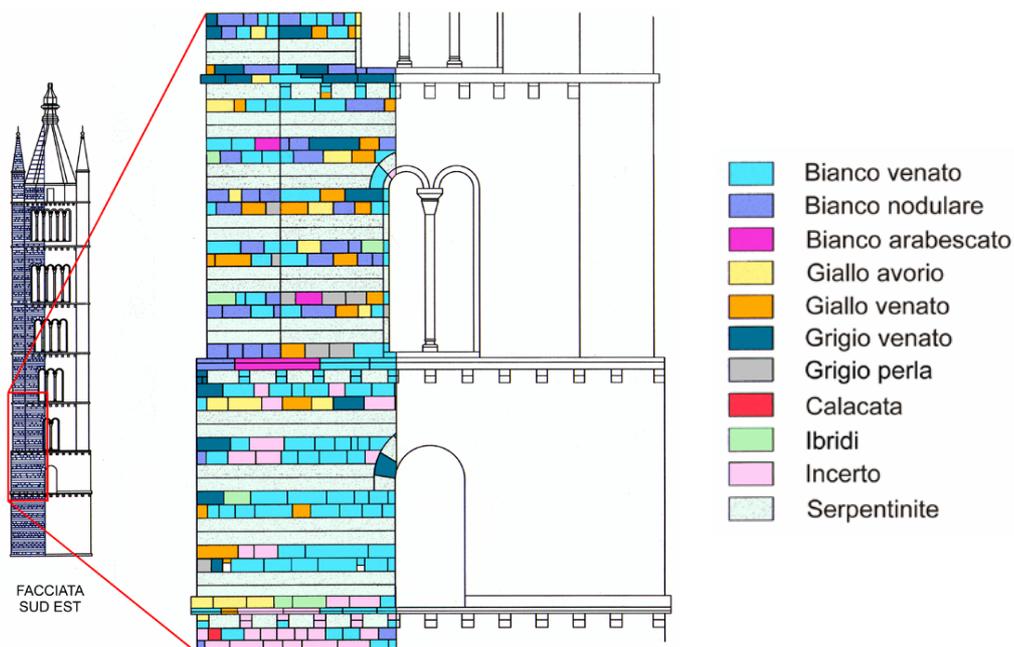
L'impiego storico più significativo a Siena è da mettere in relazione con la costruzione della



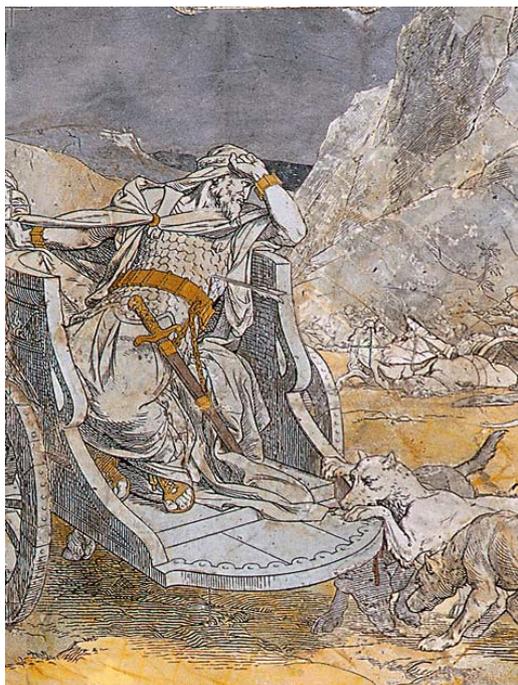
Il Duomo di Siena. La dicromia del paramento è ottenuta dall'accostamento di marmi provenienti dalla Montagnola Senese (in prevalenza le varietà di colore grigio-bianco) e della serpentinite, prevalentemente proveniente dal territorio di Murlo.

Cattedrale, il cui inizio risale alla seconda metà del XIII secolo. Precise indicazioni sulle più antiche località di provenienza dei marmi per la costruzione del Duomo sono riportate in molteplici documenti di età medievale rinvenuti nell'Archivio di Stato di Siena e nell'Archivio dell'Opera della Metropolitana; questi riferiscono in particolare le località di Tonni, Montarrenti e Pagaccino, ubicate nella porzione più meridionale della Montagnola:

"[...] unam meam terre boscate positam in contrata Santi Quirici ad Tonni in loco dicto El Piano di Lepri, cui ex uno latere est Heremi de Valle de Rusia et ex alio est Fei Gheradi et de sutus est fossatus, [...] ad utendum et fruendum ea per dictum tempus ad fodiendum et extraendum inde lapides marmora que sunt in ea" (ASS, Diplomatico Opera Metropolitana, 1292 novembre 15, casella 343).

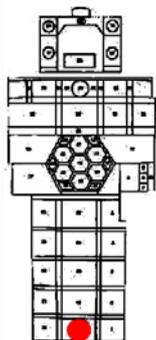


Esempio di impiego delle diverse varietà dei marmi della Montagnola Senese in un settore rappresentativo del paramento del Campanile del Duomo di Siena (Mugnaini, 2004). La nomenclatura è estesa rispetto a quella proposta da Micheluccini et al. (1981), allo scopo di descrivere tutte le tipologie cromatiche osservabili.

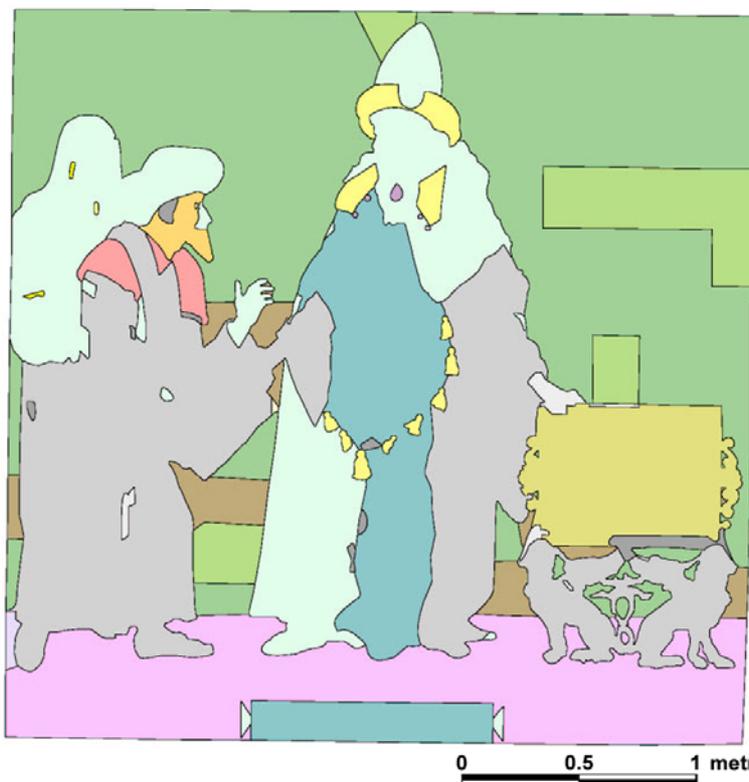


Una scena del Pavimento del Duomo di Siena: Acab ferito a morte (Alessandro Franchi, 1878), interamente realizzata con le diverse varietà cromatiche di marmi della Montagnola Senese.

In epoca posteriore, l'escavazione ha interessato un'areale ben più vasto, implicando l'intera fascia occidentale della Montagnola Senese in cui affiora la Formazione Marmifera. Per i marmi utilizzati nei ripetuti restauri e rifacimenti della Cattedrale senese, documenti ottocenteschi (Tommi, 1890, pagg. 44-45) citano le zone di antica provenienza ed inoltre le località di Gallena, Tegoia, Pelli, Lucerena, Palazzo al Piano e Cerbaia. L'impiego nel Duomo di Siena riguarda sia il rivestimento esterno che gli interni. Di particolare importanza è il pavimento: realizzato con le tecniche dell'intarsio marmoreo e del graffito, occupa una superficie di circa 2500 metri quadrati e si compone di 56 figure rappresentanti Scene Bibliche, Sibille e Allegorie decorate da cornici intarsiate. L'effetto policromo è ottenuto dall'accostamento delle molteplici varietà di marmi della Montagnola Senese e di altri materiali di prevalente derivazione locale (Giamello et al., 2005).



- marmo bianco venato
- marmo bianco arabescato
- marmo grigio perla
- marmo grigio venato
- marmo grigio arabescato
- marmo giallo ocra
- marmo giallo avorio
- marmo giallo venato
- marmo calacata
- calcare rosso ammonitico "in falda"
- calcare rosso ammonitico "contro falda"
- calcare rosso ammonitico poco nodulare
- serpentinite: varietà verde scura
- serpentinite: varietà con vene
- serpentinite: varietà verde scura/marrone



Mappatura dei materiali lapidei impiegati in una scena del pavimento del Duomo di Siena (scena di Ermete Trismegisto, disegnato da Giovanni di maestro Stefano, 1488; Giamello et al., 2005).



La Cappella di Piazza del Campo, per larga parte realizzata con i marmi della Montagnola Senese.

I marmi della Montagnola Senese sono stati utilizzati come materiali prevalenti anche in altre opere d'arte del centro storico di Siena, quali le Logge della Mercanzia, le Logge del Papa, la Cappella di Piazza del Campo, la facciata della Chiesa di San Raimondo e la Fonte Gaia di Jacopo della Quercia; in un numero ancor maggiore di casi, in elementi architettonici decorativi di facciate di chiese e palazzi (Giamello et al., 1992). Molteplici sono le località di approvvigionamento citate dalle fonti storiche per tali opere, tra le quali spiccano quelle di Gallena e di Cerbaia:

"[...] pagò per chabella di some novantatre di marmo recho de Ghalena er le loggie di Santo Paolo"; "[...] per 6 choloneli di marmo chavatti e mandati da Galena, [...]" (due documenti riferiti alla realizzazione delle Logge della Mercanzia, datati rispettivamente 1428 e 1435; Hansen, 1987).

"1382. Giovanni di Vannuccio chiamato el Challa da Ghalera diè avere per charegi di due pietre che recò da Chierbaia per fare gli apostogli della chapella del campo [...]" (AODS, Memoriale del chamarlingo ad annum, c.53 v.).

Rodolico (1953) cita come affioramenti marmorei di maggiore importanza storica per Siena quelli di Montarrenti e di Marmoraia.

Oltre al massiccio impiego nel centro storico, è attestato anche l'uso nel contesto della Montagnola o di zone limitrofe, come per esempio nelle belle pievi e canoniche del Romanico senese (Moretti e Stopani, 1981).

Al di fuori del territorio senese, è noto l'impiego dei marmi della Montagnola a Firenze per il cantiere di Santa Maria del Fiore alla metà del XIV secolo, e ad Orvieto per la costruzione della facciata della Cattedrale a partire dal 1321 (Parenti, 1995).

E' tuttavia nel corso del XVII e del XVIII secolo e in periodi successivi che si registra la più vasta diffusione dei marmi della Montagnola Senese, e segnatamente delle pregiate varietà di colore giallo, le quali sono state massicciamente richieste in ambito nazionale ed internazionale per l'impiego in interni. E' proprio dalla unicità delle sue caratteristiche cromatiche che scaturisce il grande successo del "Giallo di Siena", usato come pietra ornamentale nelle decorazioni di palazzi nobiliari, corti e cattedrali di tutta Europa (Gnoli, 1997).

L'attività estrattiva della Montagnola Senese è stata continua nei vari secoli, tant'è che ad oggi risulta estremamente difficile riconoscere le tracce delle cave più antiche, essendo queste oggetto di estrazione fino a tempi molto recenti e, in parte, anche attuali.

Bibliografia citata

- Bruno M., Lazzarini L. (1995). *The discovery of the Sienese provenance of "Breccia Dorata", "Breccia Gialla", "Breccia Gialla Fibrosa" and the origin of "Breccia Rossa Appenninica"*. Actes de ASMOSIA IV, Bordeaux, 77-82.
- Carmignani L., Kligfield R. (1990). *Crustal extension in the Northern Apennines: the transition from compression to extension in the Alpi Apuane core complex*. Tectonics, 9 (6), 1275-1303.
- Decandia F.A., Lazzarotto A., Liotta D., Cernobori L., Nicolich R. (1998). *The Crop 03 traverse: insights on post-collisional evolution of Northern Apennines*. Memorie della Società Geologica Italiana, 52, 427-439.
- Gandin A., Giamello M., Guasparri G., Mugnaini S., Sabatini, G. (2000). *The Calcare Cavernoso of the Montagnola Senese (Siena, Italy): mineralogical-petrographic and petrogenetic features*. Mineralogica et Petrographica Acta, 43, 271-289.
- Giamello M., Guasparri G., Neri R., Sabatini G. (1992). *Building materials in Siena architecture: type, distribution and state of conservation*. Scienze and Technology for Cultural Heritage, 1, 55-65
- Giamello M., Droghini F., Mugnaini S., Guasparri G., Sabatini G., Scala A. Morandini M. (2005). *Il Pavimento marmoreo del Duomo di Siena. Caratterizzazione dei materiali e dello stato di conservazione*. In Caciorgna M., Guerrini R., Lorenzoni M. (a cura di) "Studi interdisciplinari sul Pavimento del Duomo di Siena. Iconografia, stile, indagini scientifiche". Atti del Convegno internazionale di Studi (Siena, 27-28 settembre 2002). Opera della Metropolitana di Siena, Collana di studi e ricerche, 2, Edizioni Cantagalli, Siena, 173-197.
- Giorgetti G., Goffé B., Memmi I., Nieto F. (1998). *Metamorphic evolution of Verrucano metasediments in the Northern Apennines: new petrological constraints*. European Journal of Mineralogy, 10, 1295-1308.
- Gnoli R. (1997). *Introduzione*. In Borghini, G. (a cura di) "Marmi antichi". Ed. De Luca, Roma.
- Hansen, S. (1987). *Die Loggia della Mercanzia in Siena*. Wernersche Verlagsgesellschaft mbH Worms.
- Lazzarotto A. (1993). *Elementi di geologia*. In Giusti F. (a cura di) "La storia naturale della Toscana Meridionale". Ed. Pizzi, Milano.
- Giannini E., Lazzarotto A. (1970). *Studio geologico della Montagnola Senese*. Memorie della Società Geologica Italiana, 9, 451-495.
- Liotta D. (2002). *Stratigraphic and structural outline of the Montagnola Senese area (Southern Tuscany)*. Bollettino della Società Geologica Italiana, 121, 705-714.
- Micheluccini M., Moretti A., Panti F., Cartei B. (1981). *I marmi della Montagnola Senese*. Amministrazione Provinciale di Siena.
- Moretti I., Stopani R. (1981). *Romanico Senese*. Salimbeni Libreria Editrice, Firenze.
- Mugnaini S. (2004). *I marmi della Montagnola Senese (Siena, Italia). Studio mineralogico-petrografico e geochimico, caratterizzazione delle sostanze pigmentanti e analisi delle modalità di degrado*. Tesi di Dottorato in Scienza per la Conservazione dei Beni Culturali, XV Ciclo, Università degli Studi di Firenze.
- Parenti R. (1995). *Approvvigionamento e diffusione dei materiali litici da costruzione di Siena e dintorni*. In Lamierini D. (a cura di) "Le pietre delle città d'Italia. Atti della giornata di studi in onore di F. Rodolico". Le Monnier, Firenze, 87-108.
- Rodolico F. (1953). *Le pietre delle città d'Italia*. Le Monnier, Firenze, 287-292.
- Tommi C. (1890). *I minerali delle prov. di Siena e Grosseto*. R. Camera di Commercio ed Arti di Siena, Stab. Tip. Nava, Siena.

Altra bibliografia consigliata

- Betti C., Pagani G. (1999). *I minerali delle cave di marmo della Montagnola Senese*. Elsanatura, 1, 45-52. Carta Geologica Regionale CARG 1:25000, Foglio 296 - Siena (2003).
- Ciaranfi N., Sagri M. (1963). *Osservazioni geologiche nella parte settentrionale della Montagnola Senese*. Bollettino della Società Geologica Italiana, 82(2), 129-150.
- De Stefani C. (1879). *La Montagnola Senese*. Bollettino R. Comitato Geologico d'Italia, 10 (5-6), 202-224.
- Fucini A. (1903). *Sopra l'età del marmo giallo di Siena*. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Proc.

Verb., 13, 90-93.

- Fucini A. (1907). *Ancora sopra l'età del marmo giallo di Siena*. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Mem., 23, 3-7.
- Fucini A. (1908). *Ancora sopra ai marmi gialli di Siena e sopra ai calcari cavernosi ed agli scisti varicolori della Toscana*. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Mem., 24, 247-253.
- Giamello M., Guasparri G., Mugnaini S., Sabatini G., Scala A. (2003). *Lo studio dei materiali lapidei del centro storico di Siena*. Arkos, 2, 22-29.
- Liotta D. (2002). *D2 asymmetric folds and their vergence meaning in the Montagnola Senese metamorphic rocks (inner northern Apennines, central Italy)*. Journal of Structural Geology, 24, 1479-1490.
- Lotti B. (1887). *Sui marmi della Montagnola Senese*. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Proc. Verb., 6, 27.
- Lotti B. (1888). *Nuove osservazioni sulla geologia della Montagnola Senese*. Bollettino R. Comitato Geologico d'Italia, 19, 341-363.
- Lotti B. (1910). *Geologia della Toscana*. Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, 13.
- Mugnaini S., Conti P., Giamello M., Guasparri G., Sabatini G., Scala A. (2004). *The Montagnola Senese marbles (Siena, Italy). Study of the microfabric and physical decay processes*. Proceedings of the 10th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone (Stockholm, 27 giugno - 2 luglio 2004), 147-154.
- Pantanelli D., Lotti B. (1878). *Sui marmi della Montagnola Senese*. Bollettino R. Comitato Geologico d'Italia, 9 (9-10), 384-395.
- Signorini R. (1967). *Foglio 120, Siena*. Note Illustrative alla Carta Geologica d'Italia, Servizio Geologico d'Italia.
- Verri A. (1903). *La Montagnola Senese*. Bollettino della Società Geologica Italiana, Mem., 22 (1), 1-8.

21 Giugno 2007