

I materiali di Villa Garzoni (Collodi)

Emma Cantisani, Fabio Fratini, Barbara Sacchi

CNR ISPC Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale, via Madonna del Piano, 10, Sesto Fiorentino (FI)

Abstract

Villa Garzoni and its garden are an extraordinary example of 18th-century Tuscan taste and culture. They are located on the slope of a hill at the mouth of the Pescia di Collodi stream in the Pescia plain (northern Tuscany). The garden presents scenographic and surprise effects that are part of a single decorative ensemble of great stylistic coherence. The steeply sloping terrain influenced the planimetric organisation, which develops along a central axis of symmetry, with an arrangement of terraces. In this paper the results of a diagnostic campaign performed on the materials of the villa and garden are reported. Stones, mortars and plasters were identified and analysed according to a well-established chemical and mineralogical petrographic approach. Local and imported stones, raw materials and technologies used for the preparation of mortars and plasters, materials used for decoration were identified. To plan the best restoration approach their state of conservation was assessed.

Parole chiave

Villa Garzoni, garden, villa, materials, diagnostic campaign

Inquadramento geologico

Villa Garzoni ed il soprastante villaggio di Collodi (Fig. 1) si trovano ai piedi dell'Appennino, su un contrafforte allo sbocco del torrente Pescia di Collodi nella piana pesciatina. Tale contrafforte è costituito interamente dal Macigno, formazione geologica che appartiene al Dominio Toscano interno dell'Unità tettonica della Falda Toscana (Fig. 2). Dal punto di vista litologico è formata da torbiditi arenaceo pelitiche costituite dalla ripetizione ciclica di strati di spessore anche superiore al metro di arenarie gradate di colore grigio al taglio fresco e giallastro per alterazione, separati da interstrati pelitici scuri di spessore decimetrico (età Oligocene Superiore-Aquitaniense) (28-20 ma).

La giacitura degli strati è a reggipoggio e questo garantisce la stabilità del versante su cui sono stati costruiti il paese e la Villa. Il giardino della Villa è stato invece realizzato in parte in una recente zona di accumulo di detrito ed in parte in un antico deposito di frana.



Fig. 1
Villa Garzoni e il soprastante borgo di Collodi.

I materiali della Villa

Materiali lapidei

Riguardo al materiale da costruzione, sia in esterno che in interno, i paramenti lapidei della Villa sono quasi interamente rivestiti di intonaco e quindi non è possibile osservare con quali materiali sono stati realizzati. I locali delle cantine e della cucina invece hanno la muratura a vista (Fig. 3a) ed è stato quindi possibile osservare che il palazzo è stato costruito con una muratura mista costituita prevalentemente da conci grossolanamente sbazzati di arenaria locale appartenente alla Formazione Macigno e laterizi disposti in corsi suborizzontali (Parenti, 1987). L'arenaria utilizzata appartiene alla stessa formazione geologica da cui proviene la 'pietra serena' utilizzata nell'architettura rinascimentale fiorentina e nella maggioranza dei centri abitati del versante toscano dell'Appennino toscano-emiliano. Con questa pietra sono stati realizzati anche i pilastri e la pavimentazione del cortile antistante la Palazzina d'estate (Fig. 3b), la pavimentazione della rampa di accesso al palazzo (Fig. 3c) e la scalinata interna (Fig. 3d).

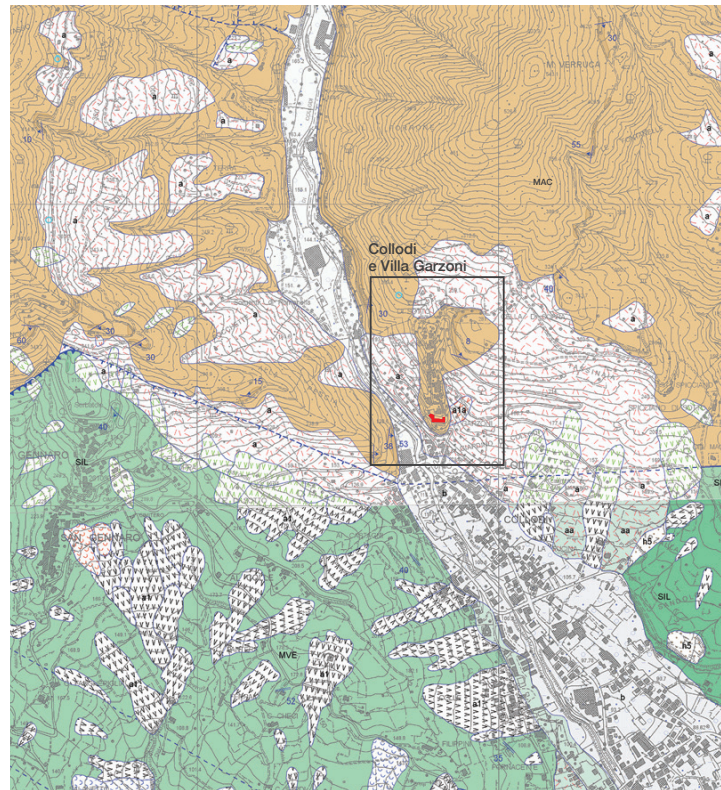


Fig. 2
Carta geologica della zona di Collodi. Particolare dalle carte assemblate 261080 e 261120 della Carta Geologica Regionale 1:10000.
MAC = Formazione Macigno;
SIL = Formazione di Sillano;
MVE = Complesso di M. Veri;
aa = deposito di versante;

*pagina a fronte
sopra*

Fig. 3
a cantina della Villa in cui si osserva la muratura mista costituita da conci di Pietra Serena e laterizi.
b cortile antistante la Palazzina d'estate con pilastri in Pietra Serena.
c pavimentazione della rampa di accesso al palazzo in lastrici di Pietra Serena.
d scalinata interna al palazzo in Pietra Serena.

sotto
Fig. 4
a copertura in abbadini di ardesia delle torrette ai lati della scalinata di accesso alla Villa.
b rivestimento in *calcareous tufa* della parete del cortile antistante la Palazzina d'estate.

Particolare risulta la copertura delle torrette ai lati della scalinata di accesso alla Villa, realizzata in abbadini di ardesia (Fig. 4a). Questo materiale affiora estesamente in Liguria nell'entroterra della Riviera di Levante (Val Lavagna) dove costituisce il principale litotipo della Formazione della Val Lavagna-Membro di Monte Verzi (Età Cretaceo superiore) facente parte dell'Unità del Gottero (Liguridi Interne) (Marroni & Treves, 1998). Si tratta di orizzonti metrici (1-10 m) di argilliti marnose e marne (calcite 20-69%) di colore grigio plumbeo alternate ad areniti.

Un altro materiale presente in esterno e utilizzato a scopi decorativi è quello che costituisce gli elementi di decorazione architettonica e il rivestimento a *rocaille* della parete del cortile antistante la Palazzina d'estate (Fig. 4b). Si tratta di *calcareous tufa*, rocce carbonatiche molto porose e mal stratificate contenenti abbondanti tracce di macrofite e invertebrati, che si sono formate per precipitazione di calcite in ambienti deposizionali fluvioipalustri con acque carbonatiche derivanti da sistemi carsici (Gandin & Capezzuoli, 2009). In Toscana affioramenti importanti di questo materiale si trovano presso Colle Val d'Elsa (Siena), lungo il corso del fiume Elsa intorno al parco naturale del Diborrato (Capezzuoli et al., 2007). D'altra parte anche le porzioni al tetto di depositi travertinosi mostrano le stesse caratteristiche ed in questo senso gli affioramenti di travertino più prossimi si trovano a Monsummano e a Casciana terme.

Riguardo ai problemi di conservazione di questi materiali, la Pietra Serena risulta particolarmente sensibile al degrado in particolare per processi di carattere fisico e fisico-chimico, dovuti all'azione concomitante di due fattori, sbalzi di temperatura e di umidità (Fratini et al., 2014). L'acqua può agire in più modi, sia allontanando la matrice



a



b



c



d



a



b

argillosa per pura azione meccanica di dilavamento, rendendo la pietra completamente disaggregata, sia provocando il rigonfiamento del reticolo dei minerali argillosi che conduce alla tipica esfoliazione e disgregazione superficiale. L'azione dell'acqua sulla frazione interstiziale calcitica della roccia, può causare dissoluzione e riprecipitazione, dando luogo a croste, a maggiore coesione e minore porosità che essendo in discontinuità con il substrato hanno la tendenza a cadere e a riformarsi con la progressiva distruzione dell'elemento architettonico interessato. Da non trascurare inoltre l'effetto dell'acqua che penetra nelle porosità e che può congelare per l'abbassamento della temperatura portando la roccia a disgregarsi (gelività).

Anche l'ardesia è particolarmente sensibile all'azione degli agenti atmosferici che determinano alterazione cromatica ed esfoliazione (Cantisani et al., 2006). In particolare l'alterazione cromatica si esplica sostanzialmente con processi di tipo chimico nei confronti della componente carbonatica che viene lisciviata, della componente organica che subisce una fotossidazione e nei confronti dei composti del ferro che vengono ossidati. Il primo fenomeno comporta un arricchimento superficiale in silicati e composti del ferro mentre la trasformazione della sostanza organica favorisce l'ossidazione stessa dei composti del ferro. L'insieme di questi fenomeni determina il notevole cambiamento cromatico osservato. L'esfoliazione si esplica, invece, soprattutto per fenomeni di tipo fisico favoriti dal rilassamento del materiale successivo all'estrazione. Ciò determina infatti lo sviluppo di una micro porosità lungo i piani di foliazione in cui l'acqua può più facilmente svolgere la sua azione di dilavamento dei minerali argillosi ed instaurare fenomeni di gelività con la conseguente perdita di continuità della struttura foliata.

Riguardo ai *calcareous tufa*, va detto che questi materiali sono abbastanza resistenti al degrado perché si sono formati in ambiente subaereo e quindi già in equilibrio con le condizioni ambientali in cui sono stati messi in opera.

Siamo ora giunti alla cappella della Villa dove nella decorazione dell'altare (Fig. 5a) sono presenti pregiati 'marmi' (nell'accezione dell'antica Roma di *marmor* che significava pietra lucidabile). Si tratta di una decorazione ad intarsio dove il marmo bianco apuano presenta intarsi in Portoro, Giallo di Siena e Broccatello di Spagna (Fig. 5b, 5c).

Il Portoro è uno dei più famosi 'marmi' neri italiani grazie alle caratteristiche vene giallo-oro su fondo nero. Già usato dai Romani in particolare a Luni, ebbe grandissima diffusione dal XVII sec. nell'architettura religiosa. Veniva estratto in numerose cave situate nella zona di La Spezia, ma attualmente solo poche cave sono attive ed il materiale è in corso di esaurimento. Appartiene all'omonima formazione, di età Retico Superiore-Hettangiano, facente parte del Dominio Toscano interno dell'Unità tettonica della Falda Toscana. Si tratta di banchi di calcari grigio scuri fino a neri con strutture nodulari e macchie dolomitiche biancastre e gialle (Portoro s.s.) alternati a banchi metrici di dolomie cristalline biancastre o giallastre (Ciarrapica & Passeri, 1980). Il problema di questo materiale è che, esposto agli agenti atmosferici, tende a schiarirsi perdendo il contrasto cromatico con le macchie gialle che determinano il particolare pregio estetico. Studi effettuati indicano che questa alterazione cromatica è in parte dovuta alla formazione di un sottile livello di piccoli cristalli di calcite che incrementando la rugosità, favoriscono lo scattering della luce con una conseguente diminuzione della saturazione cromatica. Avviene, inoltre, un dilavamento della sostanza organica scura pigmentante (Fratini et al., 2015).

Il Giallo di Siena è uno dei materiali lapidei ornamentali di maggior pregio e di



a



b



c

Fig. 5
a altare della cappella.
b particolare dell'altare con
specchiatura in Giallo di
Siena e cornice in Portoro.
c particolare dell'altare con
specchiatura in Broccatello
di Spagna

grandissima diffusione negli edifici religiosi in età barocca. Appartiene alla Formazione dei Marmi della Montagnola Senese (età Lias inferiore) che fa parte dell'Unità Tettonica di Monticiano-Roccastrada del Dominio Toscano ed affiora nella Montagnola Senese, a sud ovest di Siena. Si tratta di marmi di basso grado metamorfico, grana fine, che alla base della formazione sono bianchi e grigi non stratificati e al tetto risultano quasi ovunque di colore giallo-giallo ocra venato per infiltrazione di ossidi e idrossidi di ferro, varietà riferibile al così detto Giallo di Siena (Carmigmani & Mancini, 2010; Mugnaini, 2004; Micheluccini et al., 1981).

Il Broccatello di Spagna è una pietra ornamentale estratta dai Romani all'inizio del III sec. d.C. (sotto la dinastia dei Severi) il cui uso proseguì fino all'epoca tardo-imperiale. Successivamente nel XVII e nel XVIII secolo, il suo uso e riuso (da spoglio di costruzioni antiche) ebbe ampia diffusione per decorare edifici nobiliari e religiosi come *crustae*, *opus sectile*, tarsie, sculture e colonne di piccole e medie dimensioni. Veniva cavata in Spagna, nei pressi di Tortosa (antica Augusta Dertosa). L'attività estrattiva si è estesa fino alla metà del XX secolo. Attualmente, vengono cavati pochi blocchi, principalmente per interventi di restauro. Si tratta di un calcare organogeno il cui contenuto fossilifero è costituito in prevalenza da bivalvi del gruppo delle Rudiste e da frammenti di echinidi (età Cretaceo inferiore) (Antonelli, 2002; Lazzarini, 2004). Macroscopicamente presenta un fondo di colore giallo dorato, spesso con sfumature rosso-violacee e macchie (bioclasti) di colore prevalentemente giallo, ma anche bianco-grigiastro, rosato o rossastro, aventi forma allungata, spesso ricurva fino a tondeggiante, e dimensioni da millimetriche a centimetriche.

Nella cappella, interessanti sono anche due acquasantiere a forma di conchiglia ai lati del portale di ingresso, questa volta costituite da marmo in senso stretto, cioè da rocce carbonatiche metamorfosate: sulla sinistra entrando in marmo Proconneso (Fig. 6a) e sulla destra in marmo del Monte Pisano (Fig. 6b).

Il marmo Proconneso, cavato nell'isola di Marmara (Asia Minore), è stato il marmo più utilizzato nell'epoca tardo imperiale (dal III sec. d.C.) grazie alla facilità di trasporto essendo la cava sulla costa, ed è tuttora cavato. Di grana grana media, colore bianco grigiastro, presenta caratteristiche venature parallele (Attanasio et al., 2008; Pensabene, 2014). Il marmo del Monte Pisano, appartiene all'omonima formazione (età Lias inferiore) facente parte dell'Unità di Santa Maria del Giudice del Dominio Toscano. Chiamato anche Calcare ceroide (Rau & Tongiorgi, 1974), già cavato dai Romani (anfiteatro di Lucca), affiora nei pressi di San Giuliano, le cui cave nel medioevo hanno fornito materiale a Pisa e nelle zone di Santa Maria del Giudice, San Lorenzo a Vaccoli e Pozzuolo, nel versante lucchese che hanno appunto fornito materiale a Lucca. Si tratta di marmi calcitici a grana fine (50-70 μm) con la costante presenza di dolomite sia diffusa che concentrata in vene. Le caratteristiche ornamentali sono variabili: nella parte basale (Santa Maria del Giudice e livelli più bassi della cava di San Giuliano) il colore è bianco-grigio con sottili rameggiature bruno-rossastre, nella parte alta l'aspetto è brecciato con grandi elementi di colore bianco e giallastro in una matrice bruno-ocracea. I marmi basali sono quelli cavati nel periodo più antico. La coltivazione continua fino alla metà del XX sec.

La pavimentazione della Cappella è costituita da mattonelle quadrate di marmo bianco apuano e di Bardiglio. Il marmo bianco apuano è una roccia carbonatica metamorfica di età liassica che affiora nel nucleo apuano. Chiamato Marmo Lunense dai Romani, era da loro cavato nelle valli a monte di Carrara (Fossacava, Fantiscritti, Canalgrande,



a



b

Fig. 6
a acquasantiera in marmo Proconneso sulla sinistra entrando nella cappella di palazzo.
b acquasantiera in marmo del Monte Pisano sulla destra entrando nella cappella di palazzo.

Polvaccio, Ravaccione ecc.). L'escavazione continuò fino al III sec. anche se il periodo di maggior sfruttamento è stato il I-II sec. Nel Medioevo l' estrazione riprende forse dall'XI sec, sicuramente dal XII sec (Versilia, Carrara). Nel XIV sec. dalle valli del Carrarese e dalla Versilia i marmi raggiungono tutte le città della Toscana. Nel XV sec. ed ancor più nel XVI sec. l'attenzione della Repubblica Fiorentina si rivolse alle cave della Versilia anche a seguito del dono, da parte del Comune di Serravezza alla Repubblica, delle cave di Ceragiola e del M. Altissimo. Esistono numerose varietà dallo statuario, al nuvolato al venato. Anche il Bardiglio è un marmo, caratterizzato da grana fine (<150µm), presente nella parte alta della formazione dei Marmi. Numerose varietà tra cui le più pregiate sono il Bardiglio Cappella, di colore grigio bluastrò con listature grigio chiare parallele cavato nei pressi di Cappella (Serravezza) e il Bardiglio Fiorito di colore grigio bluastrò con sottili e uniformi rameggiature nere cavato sulle pendici del Monte Alto nei pressi di Stazzema.

Riguardo al comportamento dei marmi per esposizione all'azione degli agenti atmosferici, si osservano casi estremi, da bassa resistenza con perdita di coesione intergranulare (il cosiddetto fenomeno del 'marmo cotto') a buona durabilità. Sicuramente tutte le varietà di marmo, essendo litotipi carbonatici, possono essere soggette all'azione delle piogge acide con formazione delle caratteristiche croste nere solfatiche. La perdita di coesione è un fenomeno di tipo fisico di tipo termoclastico dovuto al comportamento anisotropo dei cristalli di calcite nei confronti dell'espansione termica. Studi effettuati hanno mostrato che la sensibilità nei confronti di questo fenomeno è dovuta al tipo di microstruttura/tessitura del marmo (Cantisani et al., 2000, 2009)

Malte ed intonaci

Indagini diagnostiche sono state effettuate su campioni di malta di allettamento ed intonaci riferibili a diversi ambienti della Villa: alcune stanze, il giardino, gli scantinati, la cucina.

Una porzione di ciascun frammento di campione è stata inglobata in resina epossidica e tagliata perpendicolarmente alla stratigrafia in modo da ottenere una sezione lucida. Le sezioni così ottenute sono state osservate al microscopio ottico in luce riflessa e in luce UV. Tale tipo di osservazione è particolarmente utile per la caratterizzazione della sequenza stratigrafica degli strati componenti l'intonaco (strati di pittura, tipologie di malte, depositi superficiali, trattamenti artificiali), per la determinazione dei tipi di ossidi utilizzati come coloranti e presenti negli strati di pittura, per la determinazione delle caratteristiche morfologiche dei singoli pigmenti, per stimare le quantità relative dei costituenti minerali di ogni singolo strato, per verificare lo stato di conservazione dei pigmenti, per valutare le caratteristiche adesive di due strati successivi, per trarre, infine, elementi utili per l'interpretazione della tecnica pittorica esecutiva e proporre un esame critico della successione microstratigrafica¹.

I campioni relativi agli intonaci e alle malte di allettamento sono stati ulteriormente ridotti ad uno spessore di circa 30 µm in modo da diventare trasparenti alla luce. In questo modo è stato realizzato uno studio per microscopia in luce trasmessa, utilizzando un microscopio ottico in luce trasmessa polarizzata a nicol paralleli (//) e nicol incrociati (X), con ingrandimenti degli obiettivi da 2,5X a 40X².

Tale tecnica consente l'analisi dei principali parametri tessiturali-composizionali dei materiali lapidei naturali ed artificiali.

In particolare riguardo all'aggregato di un intonaco e di una malta è possibile studiare i seguenti aspetti (Pecchioni et al., 2018; Pecchioni et al. 2020):

- composizione mineralogico-petrografica (si ottengono informazioni sulla provenienza dei materiali utilizzati);
- granulometria e forma (si possono trarre informazioni su possibile setacciatura o macinazione dell'aggregato);
- distribuzione all'interno del legante (indicazioni su accuratezza nella miscelazione dell'impasto)
- orientazione dei grani dell'aggregato (indicazioni sulla pressione esercitata durante la messa in opera degli intonaci).

Relativamente al legante si possono trarre indicazioni su:

- composizione e caratteristiche del legante (presenza di grumi e frammenti di pietra mal cotta che danno indicazioni sul materiale utilizzato per la preparazione della calce; presenza di fase cristalline caratteristiche di alcuni tipi di legante);
- tipologia della porosità primaria e/o secondaria (indicazioni sulla quantità di acqua di impasto utilizzata o eventuali problemi nella fase di presa dell'impasto a causa di un'asciugatura troppo rapida);
- rapporto legante/aggregato (per definire se l'impasto della malta è magro o grasso);
- presenza di fenomeni di ricristallizzazione del legante;
- stato di conservazione dell'impasto.

Una piccola porzione di campione è stata macinata per l'analisi delle componenti cristalline mediante diffrattometria a raggi X. In genere l'analisi diffrattometrica effettuata sulle malte/intonaci permette principalmente la determinazione della composizione mineralogica, senza però distinguere tra componenti appartenenti al legante e/o all'aggregato, ma fornendo una composizione totale³. Tale tecnica è stata utilizzata anche per definire la composizione delle fasi di alterazione e degrado.

Alcuni campioni sono stati sottoposti ad analisi per spettrofotometria infrarossa in trasformata di Fourier FT-IR. Questo tipo di analisi permette di stabilire la natura chimica di tutte le sostanze organiche (oli, resine, colle, coloranti, etc.) e di numerosissimi composti inorganici (carbonati, solfati, nitrati, silicati, ossalati, alcuni pigmenti, etc.) eventualmente presenti nel campione. Questo esame sfrutta le proprietà di gruppi funzionali (carbonati, solfati, etc.) di assorbire radiazioni infrarosse (IR) di lunghezze d'onda specifiche. In base all'assorbimento si ottiene un grafico (lo spettro IR) con uno o più segnali per ciascun gruppo funzionale. Nel caso dello studio delle malte/intonaci, la tecnica per spettrofotometria infrarossa risulta determinante quando si disponga di quantità esigue di materiale da analizzare e quando siano da individuare additivi organici. I campioni sono stati analizzati in trasmissione disperdendone una piccola porzione in KBr (composto trasparente ai raggi IR) in pastiglie di 13 mm di diametro, e in alcuni casi sono state effettuate anche analisi su micro-aree direttamente sui campioni inglobati in resina in sezione lucida, utilizzando un microscopio in grado di individuare l'area di interesse, metterla a fuoco e quindi farvi acquisire lo spettro FT-IR in riflettanza totale attenuata (ATR)⁴.

Per quanto riguarda gli intonaci campionati all'interno della Villa particolare attenzione è stata posta sui fenomeni di degrado e sulla successione delle tinteggiature. Si tratta di materiali sicuramente di più recente applicazione caratterizzati da intensi fenomeni di distacco delle coloriture accompagnati dalla presenza consistente di efflorescenze e subefflorescenze saline. Sono stati infatti individuati per via analitica solfati di calcio (gesso) e di calcio e potassio (syngenite). Anche per quanto riguarda le analisi FT-IR, in numerosi campioni è stato identificato il gesso (solfato di calcio bi-idrato), in particolare nei campioni prelevati al di sotto dei davanzali delle finestre, dove effettivamente i fenomeni di distacco da risalita capillare di umidità e da conseguente cristallizzazione di sali solubili sono particolarmente evidenti (Fig. 7).

Per quanto riguarda le tinteggiature si registra una sovrapposizione di più strati, dovuta ad interventi che si sono succeduti nel tempo. A tal proposito si riporta a titolo di esempio la stratigrafia ricavata dal campione C5, frammento di intonaco prelevato dal camino presente nella stanza, dalla quale risulta evidente, al di sotto della tinteggiatura bianca, un precedente strato pittorico di colore rosso (Fig. 8).



a



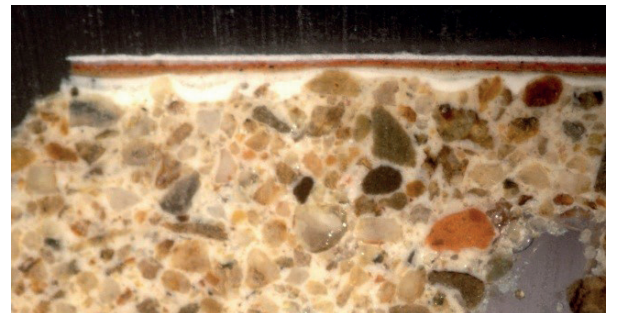
b



a



b



c

sopra

Fig. 7

a stratigrafia prelevata dalle vicinanze di una finestra nella stanza.

b particolare.

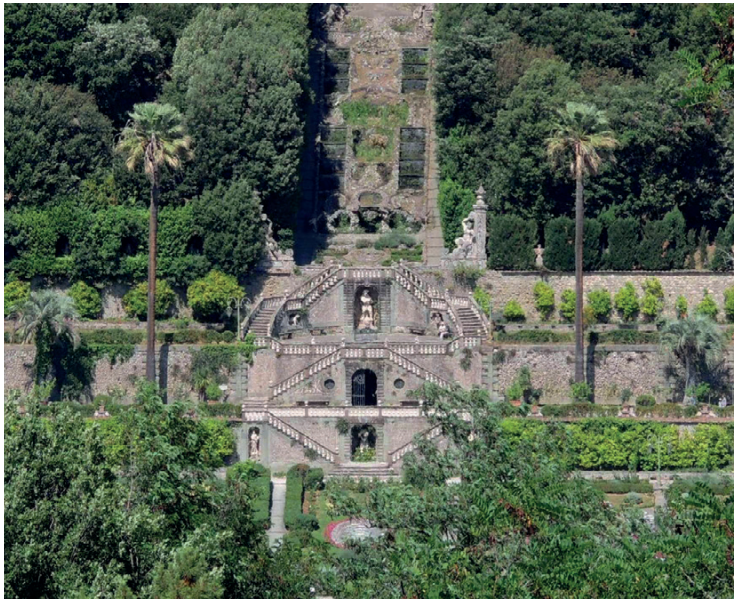
sotto

Fig. 8

a zona di prelievo del campione C5, dal camino della stanza.

b particolare.

c sezione lucida con l'evidente successione degli strati.



a



b



a



b

sopra

Fig. 9

a le scalinate che definiscono la quinta scenografica del parco.

b particolare di scalinata del parco con gradini e mensole in Pietra Serena e pilastri in marmo.

sotto

Fig. 10

a rivestimento in scaglie di *calcareous tufa* e costoloni in travertino nella grotta situata sopra la prima rampa di scale.

b rivestimento in *calcareous tufa* e decorazione architettonica in bugne di Pietra Serena delle nicchie al centro delle scalinate

A livello compositivo gli intonaci campionati nelle stanze interne sono intonaci a calce, a cui è stato aggiunto un aggregato mediamente fine (granulometria media da 200 a 500 μm) costituito da sabbie locali, ricche in frammenti di rocce quali arenarie e siltiti, aggiunti a singoli cristalli di quarzo, feldspati e miche. Il rapporto legante /aggregato varia da 1/2 a 1/3.

Le malte di allettamento presentano analoga composizione (calce aerea per il legante e sabbie prelevate dai torrenti locali (es. torrente Pescia di Collodi) per l'aggregato), ovviamente cambia il rapporto legante/aggregato (da 1/3 a 1/4) e la distribuzione granulometrica dell'aggregato (bimodale con granulometria da 300 μm a 800 μm). Nelle malte di allettamento è stata rinvenuta una presenza consistente di grumi dovuti a mancata omogeneizzazione del legante durante la preparazione della malta.

Per quanto riguarda le malte dei soffitti sono state analizzate delle porzioni di volta caduta in cui si nota la sovrapposizione di più strati che, a partire dal più interno, possono essere descritti come realizzati con calce aerea a cui è stato aggiunto aggregato fine (granulometria media 300 μm), costituito prevalentemente da singoli cristalli di quarzo, feldspati e miche, il secondo strato è più grossolano, analoga composizione per l'aggregato, ma granulometria bimodale (300 μm e 1 mm le due principali classi granulometriche). Su questo strato sono presenti più livelli di tinteggiatura, posti su una finitura a calce.

Per quanto riguarda gli esterni non sono stati prelevati campioni dalla facciata, poiché questa è stata sottoposta a recenti restauri, ma sono state analizzate le malte di allettamento della muratura caotica della Voliera, realizzata con calce molto ricca in grumi. Si tratta di impasti molto ricchi in aggregato, prevalentemente fine (granulometria media di 300 μm), composto da frammenti di rocce (siltiti ed arenarie) e da singoli cristalli di quarzo e feldspati.

Nella Cappella sono stati analizzati due intonaci antichi, in sequenza stratigrafica ed è stato osservato che l'intonaco più vecchio è realizzato con calce aerea, presenta numerosi grumi, ha aggregato con dimensioni da 600 μm a 100 μm , di composizione esclusivamente silicatica (singoli cristalli di quarzo e feldspati), frammenti di roccia. La presenza di grumi, interpretabili come frammenti di incotti, suggerisce l'uso di calcari cristallini, usati come pietra da calce, di probabile origine dai Monti Pisani. L'intonaco sovrastante è sempre realizzato con calce aerea, ma presenta meno aggregato, di dimensione media pari a 500 μm , con una distribuzione granulometrica unimodale più grossolana.

I materiali del parco

Numerosi sono i materiali lapidei presenti nel parco ed in questa sede riportiamo un semplice elenco che può essere considerato incompleto. Partiamo dagli elementi architettonici che definiscono la scenografia del parco (Fig. 9a). Si tratta dell'insieme delle scalinate, realizzate in Pietra Serena per quanto riguarda gli scalini e le mensole, mentre i pilastri sono marmo bianco apuano (Fig. 9b).

Riguardo agli elementi decorativi, le grotte che si trovano al centro delle rampe di scale, presentano un rivestimento a *rocaille* in *calcareous tufa* e costoloni in travertino (Fig. 10a). Rivestimento in *calcareous tufa* si trova anche nelle nicchie che contengono le statue nel parco (Fig. 10b).

La statuaria del parco è stata oggetto di precedenti studi che hanno mostrato una natura polimerica dei modellati (Fig. 11). Ci soffermiamo, quindi, sul rivestimento delle

pagina a fronte

Fig. 11

Complesso statuario con basamento.



PIGIONE
FIRENZE

**pagina a fronte
sopra****Fig. 12**

a specchiatura in cristalli di calcite spatica del basamento delle statue.

b cornice in frammenti di carbone con sottostanti scaglie di *calcareous tufa*.

c interventi di integrazione in vetro traslucido nelle zone dove i cristalli di calcite spatica si sono persi.

d parete rivestita a *rocaille* con *calcareous tufa* e 'rosticci'

sotto**Fig. 13**

particolare del rivestimento delle pareti delle scale con frammenti di marmo bianco, 'rosticci' e alabastro.

basi delle statue, realizzato in specchiature di grossi cristalli di calcite spatica incorniciati da frammenti di carbone mentre la base è sempre in scaglie di *calcareous tufa* (Fig. 12a, 12b). Elementi di serpentinite scura si trovano invece nei rivestimenti dei ninfei. La serpentinite è una roccia metamorfica composta da silicati di magnesio idrati (serpentino), proveniente dai complessi ofiolitici nell'Appennino settentrionale. Questa roccia si forma per fenomeni di idrotermalismo in ambiente oceanico di rocce magmatiche del mantello terrestre. È stata largamente usata nell'architettura di Firenze, Prato, Pistoia, Volterra e Siena nella realizzazione della bicromia dei più importanti edifici religiosi.

Gli interventi di integrazione, in corrispondenza della perdita di cristalli di calcite spatica, sono stati realizzati ad imitazione in vetro traslucido (Fig. 12c). Caratteristica è anche la presenza, nelle pareti a *rocaille* in *calcareous tufa*, di scorie di fonderia, tradizionalmente chiamati 'rosticci' (Fig. 12d). Le pareti delle scale sono decorate con figure realizzate con frammenti di marmo bianco, alabastro calcareo e rosticci (Fig. 13). L'alabastro calcareo si forma in zone di sorgenti termali a causa della precipitazione di carbonato di calcio da acque sovrassature in carbonato, con una caratteristica stratificazione a bande. Altro materiale lapideo della decorazione del parco sono le pavimentazioni in acciottolato tipo *risseu* ligure che non sono state esaminate.

Per quanto riguarda il giardino le indagini sono state concentrate sulle malte relative ai decori: la malta delle murature e le malte di fondo e di allettamento dei decori.

Le malte delle murature sono state realizzate con calce aerea cui è stata aggiunta pochissima pozzolana e abbondante aggregato costituito da frammenti di arenarie, miche, quarzo e feldspati (granulometria da 700 a 400 µm). Le malte presentano intensi fenomeni di dissoluzione/riprecipitazione all'interno del legante carbonatico associati ad elevata macroporosità. Le malte di fondo e di allettamento dei decori sono realizzate con calce a cui è stata aggiunta solo pozzolana con una tipica distribuzione bimodale. Le due classi granulometriche selezionate sono rappresentate da frammenti di pozzolana con dimensioni medie di 500 µm e di 50 µm. L'aggiunta di pozzolana conferisce all'impasto caratteristiche di idraulicità, cioè capacità di fare presa in ambiente umido o in presenza di acqua.

I materiali del borgo di Collodi

Il borgo è stato costruito con gli stessi materiali con i quali è stata costruita la Villa, cioè con una muratura mista costituita prevalentemente da conci grossolanamente sbozzati di arenaria locale tipo Pietra Serena e laterizi disposti in corsi suborizzontali. La facciata della chiesa di San Bartolomeo che si trova nella parte alta del borgo presenta una facciata in conci di arenaria ben squadrate ed è interessante la locale presenza di inserti orizzontali di materiale simile agli Scisti Violetti del Monte Pisano (Fig. 14a, 14b). Segnaliamo inoltre uno stemma in marmo del Monte Pisano nella facciata della casa adiacente alla piazzetta della chiesa di San Bartolomeo (Fig. 14c). Per quanto riguarda le malte sono stati analizzati sia campioni di malte di allettamento dei conci lapidei della facciata della Chiesa sia malte di allettamento dei conci lapidei della strada di accesso al borgo. Le malte di allettamento dei conci in materiale lapideo della Chiesa sono state realizzate con calce aerea a cui è stato aggiunto un aggregato esclusivamente silicatico (singoli cristalli di quarzo e feldspati, frammenti di rocce quali arenarie e siltiti) con rapporto legante /aggregato da 1/2 a 1/3. Si tratta anche in questo caso di un aggregato locale, probabilmente prelevato dal letto del torrente Pescia di Collodi.



a



b



c



d



Le malte di allettamento dei conci lapidei della strada sono molto più grossolane, con aggregato di dimensioni anche plurimillimetriche di composizione arenacea e con grossi resti di incotti che anche in questo caso suggeriscono, l'uso, come pietra da calce, di rocce carbonatiche macrocristalline.

Bibliografia

- ANTONELLI F. 2002, *I marmi della Gallia e dell'Iberia importati a Roma*, in M. DE NUCCIO, L. UNGARO (A CURA DI), *I marmi colorati della Roma Imperiale*, Marsilio Editori S.p.a., Venezia, pp. 267-275.
- ATTANASIO D., BRILLI M., BRUNO M. 2008, *The properties and identification of marble from Proconnesos (Marmara Island, Turkey): a new database including isotopic, EPR and petrographic data*, «Archaeometry», 50 (5), pp. 747-774.
- CARMIGNANI L., MANCINI S. 2010, *I marmi della Toscana: il Giallo di Siena*, «Geoitalia», 31, pp. 35-38.
- CANTISANI E., CANOVAR., FRATINI F., MANGANELLI DEL FÀ C., MAZZUOLI R., MOLLIG. 2000, *Relationships between microstructures and physical properties of white Apuan marbles: inference on weathering durability*, «Periodico di Mineralogia», 69 (3), pp. 257-268.
- CANTISANI E., PECCHIONI E., FRATINI F., GARZONIO C.A., MALESANI P., MOLLI G. 2009, *Thermal stress in the Apuan marbles: relationships between microstructure and petrophysical characteristics*, «International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences», 46, pp. 128-137.
- CANTISANI E., FRATINI F., RESCIC S., SCALA A. 2006, *Gli abbadini in ardesia dei tetti della Liguria: problemi di alterazione*, in Atti del Convegno «Architettura e Tecnica delle Coperture», Ancona 10-11 marzo 2006, BE-MA Editrice, pp. 145-149.
- CAPEZZUOLI E., COSTANTINI E.A.C., PRIORI S., SANDRELLI F. 2007, *Stratigraphic aspects from the Middle Pleistocene continental deposits of the southern Valdelsa Basin*, «Rendiconti della Società Geologica Italiana», Nuova Serie, 5, pp. 95-99.
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA 1:50.000, Foglio 261 Lucca.
- CIARRAPICA G., PASSERI L. 1980, *La litostratigrafia della serie triassica del promontorio occidentale del golfo di La Spezia*, «Memorie Società Geologica Italiana», 21, pp. 51-61.
- FRATINI F., PECCHIONI E., CANTISANI E., RESCIC S., VETTORI S. 2014, *Pietra Serena: the stone of the Renaissance*, in D. PEREIRA, B.R. MARKER, S. KRAMAR, B.J COOPER. & B.E. SCHOUENBORG (A CURA DI), *Global Heritage Stone: Towards International Recognition of Building and Ornamental Stones*. Geological Society, Special Publications, London, 407, pp. 173-186.
- FRATINI F., PECCHIONI E., CANTISANI E., ANTONELLI F., GIAMELLO M., LEZZERINI M., CANOVA R. 2015, *Portoro, the black and gold Italian "marble"*, «Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali», 26, pp. 15-42.
- GANDIN A., CAPEZZUOLI E. 2009, *Travertini e calcareous tufa, carbonati continentali di ambiente subaereo*, «Etruria natura», anno VI, pp. 62-74.
- LAZZARINI L. 2004, *Pietre e marmi antichi*, CEDAM, Padova.
- MARRONI M., TREVES B. 1998, *Hidden Terranes in the northern Apennines, Italy: a record of Late Cretaceous-Oligocene transpressional tectonics*, «Journal of Geology», 106, pp. 149-162.
- MICHELUCCHINI M., MORETTI A., PANTI F., CARTEI B. 1981, *I marmi della Montagnola Senese*, Amministrazione Provinciale di Siena, Siena.
- MUGNAINI S. 2004, *I marmi della Montagnola Senese: studio mineralogico, petrografico e geochimico, caratterizzazione delle sostanze pigmentanti e analisi delle modalità di*



a



b



c

Fig. 14
a la chiesa di San Bartolomeo in conci squadrati di arenaria tipo Pietra Serena.
b inserimento di una lastra di 'scisti violett' del Monte Pisano nella facciata di San Bartolomeo.
c stemma in marmo del Monte Pisano nella facciata della casa adiacente alla piazzetta della chiesa di San Bartolomeo.



degrado, Tesi di Dottorato in Scienza per la Conservazione dei Beni Culturali, Università di Firenze.

PARENTI P. 1987, *Una proposta di classificazione tipologica delle murature postclassiche*, Atti del convegno Scienza e Beni Culturali «Conoscenze e sviluppi teorici per la conservazione dei sistemi tradizionali in muratura», Bressanone 23-26 giugno 1987, pp. 49-61.

PENSABENE P. 2014, *I marmi nella Roma antica*, Carocci, Roma.

PECCHIONI E., FRATINI F., CANTISANI E. 2018, *Le malte antiche e moderne tra tradizione ed innovazione*, Patron Editore Bologna, seconda edizione.

PECCHIONI E., FRATINI F., CANTISANI E. 2020, *Atlante delle malte antiche in sezione sottile al microscopio ottico, Atlas-of the ancient mortars in thin section under optical microscope*. Nardini Editore, Firenze, seconda edizione.

RAU A., TONGIORGI M. 1974, *Geologia dei Monti Pisani a sud est della valle del Guappero*, «Memorie Società Geologica Italiana», 13, pp. 227-408.

Note

¹ La sezione lucida è stata osservata in luce visibile e con fluorescenza UV mediante un microscopio ottico Nikon Eclipse E 600, dotato di una telecamera Nikon, filtro per la fluorescenza di tipo UV 2A: EX 330-380 DM 400 BA 420.

² È stato utilizzato un microscopio ottico luce riflessa/luce trasmessa Axioscope A.1 della Zeiss correlato di telecamera ad elevata risoluzione e di software Axiovision per la gestione delle immagini e la valutazione delle caratteristiche morfometriche dei materiali.

³ La composizione mineralogica di malte ed intonaci è stata ottenuta su polveri aventi una granulometria inferiore a 125µm (verificata mediante setaccio a passante di luce 0,125 mm), utilizzando un diffrattometro a raggi X, modello X'Pert Pro della PANalytical con l'applicazione delle seguenti condizioni operative: radiazione Cu Kα1 ($\lambda=1,545 \text{ \AA}$), alimentazione tubo raggi X 40 KV, 30 mA, intervallo angolare $3^\circ < 2\theta < 70^\circ$. Lo strumento è corredato di software Highscore per la gestione e interpretazione dei diffrattogrammi.

⁴ Lo strumento utilizzato per l'acquisizione degli spettri FT-IR, è un Agilent Technologies Cary 660 Series corredato di Microscopio. Le analisi sono state eseguite in parte in trasmissione, e in parte utilizzando il modulo per la riflettanza totale attenuata (ATR). In entrambi i casi le condizioni operative sono state: intervallo spettrale 4000-400 cm^{-1} , risoluzione 4 cm^{-1} , 64 scansioni. Gli spettri sono stati elaborati con software OPUS 7.2.