



Università degli Studi di Cagliari

DOTTORATO DI RICERCA IN

Tecnologie per la Conservazione dei Beni Architettonici e Ambientali

Ciclo XXVII

Segni e colori nel telaio del tempo:
tracce, luce e materia nella policromia della Sardegna.
Contributo alla conoscenza e conservazione di dipinti murali
romani e medievali

Settore/i scientifico disciplinari di afferenza

ING-IND/22

Presentata da:

Laura Solla

Tutor

Prof. Ulrico Sanna, Prof.ssa Paola Meloni

Coordinatore Dottorato

Prof. Ulrico Sanna

Esame finale anno accademico 2014 – 2015

ABSTRACT (ITALIANO)

Parole chiave: dipinti murali romani e medievali, pigmenti e leganti, tecnica pittorica, sostanze proteiche, prodotti di degrado

Il presente progetto di ricerca, a partire dalla carenza di informazioni materiche sui dipinti murali presenti nel territorio sardo, ha ricostruito la tavolozza pittorica e le tecniche artistiche impiegate in Sardegna in epoca tardo romana e medievale. Attraverso un protocollo analitico integrato (XRD, μ ATR-FTIR, SEM-EDS) sono stati caratterizzati i materiali costituenti i dipinti murali e i prodotti di alterazione e restauro delle superfici pittoriche.

La tecnica pittorica murale romana negli ambienti ipogeici cagliaritani utilizza diffusamente un additivo proteico, pertanto non si tratta di una tecnica ad affresco. La tavolozza pittorica romana appare costituita da Blu Egizio e terre rosse, gialle e verdi. L'osservazione stratigrafica ha rilevato la presenza di basi tonali per la stesura del Blu Egizio, delle terre rosse e gialle. Lo studio delle sezioni stratigrafiche ha rilevato interventi di restauro non documentati.

La tecnica pittorica murale medievale nelle chiese medievali della Sardegna sembrerebbe impiegare un additivo di tipo organico. L'ipotesi qui avanzata è che al latte di calce fosse addizionata della caseina, oggi totalmente mineralizzata in ossalati di calcio ampiamente diffusi nella stratigrafia pittorica. La tavolozza è costituita da *Lapis*, terre rosse, gialle e verdi. Non si esclude che i dipinti murali indagati abbiano perso le finiture superficiali a causa di distacchi o eccessive puliture in fase di restauro. L'osservazione stratigrafica ha rilevato la presenza di basi tonali per la stesura del *Lapis* e della terra verde. È stata rilevata la presenza di prodotti di restauro, compatibilmente con le relazioni di restauro si tratterebbe di resine acriliche.

La presente tesi ha anche esaminato il sistema *colore* quale potenziale filone della «storia simbolica» avente quale obiettivo lo studio del come la percezione del colore in una data epoca storica si rifletta nelle tecniche pittoriche, nella scelta del colore e dei pigmenti influenzando la consistenza materica del dipinto murale stesso. La tesi ricerca infine i meccanismi e gli strumenti necessari per questa multidisciplinare rilettura critica nei sistemi di conoscenza collaborativa tipici del Web.

Il presente progetto di ricerca si configura pertanto come uno studio sulla policromia e sulle tecniche pittoriche impiegate in epoca romana e medievale in Sardegna, in una visione che trascende dalla pura metodologia analitica per aprirsi al fruitore ed alla condivisione e all'ampliamento delle conoscenze all'interno della comunità scientifica.

ABSTRACT (INGLESE)

Extended abstract from the PhD thesis:

“Segni e colori nel telaio del tempo: tracce, luce e materia nella policromia della Sardegna.

Contributo alla conoscenza e conservazione di dipinti murali romani e medievali”

(Signs and colours in the loom of the time: traces, light and materials in polychromy of Sardinia.

Contribution to the knowledge and conservation of Roman and medieval wall paintings)

Keywords: roman and medieval wall paintings, pigments and binders, organic material, degradation products

The research project, starting from the lack of information on wall paintings found in Sardinia, set as a goal the reconstruction of the pictorial palette and artistic techniques used by the ancient master painters who worked in Sardinia in the late Roman and medieval times.

The project investigated the wall paintings of two hypogeum tombs in Cagliari of Roman time and of four medieval churches.

An integrated analytical protocol was set up in order to characterize the materials constituting the wall paintings as well as alteration and restoration products. The collected data enlarged the current knowledge on Roman and medieval wall paintings technique and they will also allow to plan maintenance, preservation and restoration projects using as a starting point the knowledge of the materials involved in the investigated artefacts.

The Sardinian wall paintings involved in this project, despite the conservative restorations they went through, in most cases have not yet been investigated extensively in order to characterize the wall painting techniques or the pigments used, or subjected to environmental monitoring.

The colour appears as an element of identity for the architectural surfaces, and yet at that same time, it becomes symbolism and image. Colour is palpable matter, is distinctive feature of a certain space, it is a vehicle of a message, a legacy of master painters whose name has not been passed on. This paint layer, thick at most one hundred microns, exposed to great risks of degradation, fragile and bearer of meaning, is evolving and holds the secrets of master painters that this research projects wanted to study.

Studying the colour means to get in touch with the most fragile element of the pictorial and architectural surface, with the embroidered dress made for and worn by the specific walls prepared to receive it. In this way what transcends the material becomes symbol, story, image and identity. The colour of the wall paintings, being at the interface between architecture, the environment and the human eye, is a system constantly looking for balance, the more susceptible to the interactions environment/materials. This project leads the reader through the knowledge of the painting techniques and pigments that the master painters chose.

After the agreements with the Institutions and the selection of six relevant sites for the examination of polychrome in Sardinia, assessments, photographic documentation and microsampling, research has shifted to research laboratories. Here samples have been observed and prepared as cross-sections and grains in order to proceed with the analytical protocol.

Samples have been investigated by means of Fourier transform infrared spectroscopy (μ ATR-FTIR, FTIR), scanning electron microscopy (SEM-EDS), X-ray diffraction (XRD).

The hypogeum wall painting technique in the area of Roman Cagliari the *Tomba dei Pesci e delle Spighe* (Tomb of Fish and Ears) in Tuvixeddu has been investigated and the *cubicolo di Munazio Ireneo* (cubicle of Munatius Irenaeus) in the monumental cemetery of Bonaria. The palette is constituted of blue, red and yellow pigments; it lacks of white and black pigments as observable layer in the cross sections, but according to the literature and the founding of pigments in the foundation layers, they are respectively conceivable as lime white and charcoal black. As the number of samples is rather small, comparisons and assumptions will be related to the Roman hypogeum area of Cagliari of the early centuries of the Common Era.

The pictorial palette is coherent with the scientific literature: the use of precious pigments and the accurate preparation of the rock walls to paint layers suggest a fairly high commission. In the *Tomba dei Pesci e delle Spighe* blue is constituted of Egyptian Blue. In order to enhance the chromatic appearance the blue layer lies on a dark preparatory layer made of calcium carbonate, silicate aggregates and coal black. Red and yellow earth pigments have been detected. Only on a sample, lying on a red paint layer made of earth, cinnabar was detected: it is supposed to be a preparatory layer made of red earth and it also suggested a more widespread presence of precious pigments. The cross sections related to the *Tomba dei Pesci e delle Spighe* frequently show a chromatic base for blue and red colours; under the yellow earth pigment a red colour base was found, however, given the small number of samples it is difficult to go beyond the hypothesis. The palette of the *Cubicolo di Munatio Ireneo* is constituted by red and green earth pigments.

The Roman wall painting technique in hypogeum investigated in Cagliari widely used a proteinaceous additive, so that the technique itself cannot be considered as a fresco technique. It is hypothesized that the Roman atelier, as well as protecting the plaster (*intonachino*) covering the rock walls with a pozzolanic layer, were to put in place a plaster added with an organic component, or it laid out a thin layer on top, so that the plaster could be more "compatible" with the *a secco* surface finishing, with best results in terms of adhesion and cohesion between the materials, as well as to preserve the painting from decohesion and detaching problems in a constant environment of high humidity condition such as an hypogeum was.

It is believed that the unsuitable thermo-hygrometric changes for the conservation of wall paintings and the circulation of salts are the major causes of the detachments of the pictorial surfaces of the two tombs. The wall surfaces showed widespread surface crystallization of gypsum and calcite and samples appeared to be rich in deliquescent salts. The presence of magnesium silicates (probably sepiolite and attapulgite) in the upper layers of the *cubicolo di Munazio Ireneo* is ascribed to possible residues of cleaning products not properly removed in an ancient restoration work.

The analyses carried out on the superficial layers of the pictorial cross-sections seemed to indicate that both hypogeum underwent a restoration work. In a near future their characterization will be carried out by means of gas chromatography mass-spectrometry. The potential of this information is noticeable considering the lack of reports of interventions on the *Tomba dei Pesci e delle Spighe*, the vague documentation on *cubicolo di Munazio Ireneo* and the will of the Institutions (*Soprintendenza Archeologica delle Provincie di Cagliari e Oristano*) to initiate a recovery plan and restoration operations.

For future developments it is desirable to investigate the depth penetration of products used in the past in wall paintings restorations and possible induced alterations. Combining this issue with an integrated project of investigation of other polychrome sites of the Cagliari area, it would be possible not only to deepen the level of knowledge about wall painting technique used in this area, but also the effects on wall paintings from the use of restoration products on which documentation is vague or absent.

Medieval wall paintings in Sardinia in the *chiesa di s. Pietro* (church of St. Peter) in Galtelli, the *Basilica della Ss. Trinità di Saccargia* (Basilica of the Holy Trinity of Saccargia) in Codrongianus, the *chiesa di s. Nicola di Trullas* (St. Nicholas Church of Trullas) in Semestene and the *Chiesa di Nostra Signora de sos Regnos Altos* (church of Our Lady of sos Regnos Altos in Bosa) were investigated.

The palette of investigated pigments covers blue, red, yellow, green, white: it is rich because of the widespread use of Lapis in blue layers, although the rest of the palette is constituted by red, yellow and green earth pigments. It is considered possible that the wall paintings in the past had on their surfaces finishing layers constituted of precious pigments nowadays irreversibly lost due to detachments or excessive cleanings of the painted surfaces.

Blue pigments consist of Lapis, widely used in the *chiesa di s. Pietro* in Galtelli, often displayed over a dark layer; this foundation layer is mixed with calcium carbonate, silica and carbon black in the *chiesa di Nostra Signora de sos Regnos Altos* in Bosa; it has a very small thickness in the *chiesa di s. Nicola di Trullas*. Since at *the Basilica della SS. Trinità* di Saccargia no any blue crystal was detected or observed under optical microscopy it is assumed that the blue have been lost, or that its chromatic outcome was entrusted to a Black Coal layer: blue would be a so called "optical blue".

Red, yellow and green are constituted of earth pigments,, variously added to carbonates, silicates and carbon black according to the chromatic intention of the *artifex*. Sometimes cross sections present different paint layers. Particularly in green samples it is possible to observe two different *modus operandi*, or ways to proceed: chromatically lighter greens were directly lying on a white preparation; chromatically darker green presented a dark preparation consisting of calcium carbonate, silicates and carbon black. It was therefore possible to ascertain the use of a colour foundation in order to give different appearance to the green earth pigments. The thinness of the most superficial layers is in any event indicative of the consumption of the wall paintings due to the time and human restoration interventions.

Regarding the wall painting technique the only detected signals attributable to binders seemed to be related to the use of lime, however, the widespread presence of calcium oxalates could be indicative of the use of an organic binder by now completely mineralized. The calcium oxalates widespread presence led back to the application of a solution of lime and casein. Hypothesis are that this took place at the time of painting in order to change the plaster porosity and protect the paint layers from a too quick drying of the surfaces due to the absorbency of the masonry, for the intention of creating a based more "compatible" for *a secco* finishing or to create a very hard substrate. Another assumption is that this could be the result of a restoration work by means of injections of a mixture of lime and casein applied in order to restore the cohesion between the plaster and the masonry support, as at the time it is considered less likely. On medieval wall paintings the presence of acrylic consolidants has been detected by means of infrared spectroscopy. Their depth penetration is considered as an indicator of the lack of a *tempera* finishing able to curb the penetration. Accordingly to the restoration reports acrylic consolidants could be made of Primal solutions. Medieval wall paintings in Sardinia underwent different restoration projects during the last century so that the reconstruction of the nowadays constituting materials' history.

Given the uncertainties of the restoration projects of the past and their consequences, planning and programming conservation projects on cultural heritage today needs to be seen as a chance to know the history of the artefact deeper, its meaning in its own cultural and material context. A multidisciplinary cultural approach whose ultimate aim is not merely a cultural heritage protection, but to preserve the values that it transmits, the history that it hands down, will put research projects like the present in synergistic force in order to enlarge knowledge and pass it by to the collectivity.

This thesis will provide the Institutions, and to the professionals who will work on the investigated wall paintings, a useful technical knowledge in order to design a proper project of maintenance and preservation.

Within this research project the contributions that artistic diagnostics applied to polychromies can lead to the birth of a new discipline such as the «symbolic History» have been investigated. Herein symbols are explored as an expression of a whole society. It is believed that such a fascinating frame cannot ignore the impression that the polychrome imprints on the human eye in relation to its been matter and its physical and chemical properties.

The system of colours as a strand of the «symbolic History» is meant as correlation between colours, materials, technique and social, artistic, religious, literary, economic studies. It is consequent the necessity for a critical review of polychrome apparatuses. The operation will have to be performed in order to investigate how the perception of colour in a given historical time is reflected in pictorial techniques, in the choice of colours and pigments influencing the material consistency of the wall painting.

The present research project also explored the mechanisms and tools needed to outline the frame of knowledge in this multidisciplinary complexity: the answer can be found in the collaborative knowledge of Web systems that allow not only the comparison of data from different disciplines like a huge encyclopaedia, but also the comparison between sites, images, texts and analytical data from geographically disseminated sites and workgroups.

Finally, it is believed that the acquirement of knowledge should be shared with the user meant as visitors of the cultural sites according to program guidelines aimed to the rediscovery of the local cultural heritage: from low-cost interventions, such as sharing content with the user by means of QR code, beacons, or simply installing panels, visitors can be guided among the polychrome artefacts of the region.

The present research program is set up as an attempt to shed light on polychromies and painting wall techniques used in Roman and medieval times in Sardinia, in a vision that transcends the purely analytical methodology to reach the collectivity and to the sharing of knowledge among the different disciplines so that every single researcher or curious man of the road could be enriched by the colourful threads of time.

Sommario

ABSTRACT	1
EXTENDED ABSTRACT (ENGLISH)	2
INTRODUZIONE	10
CAPITOLO PRIMO. SEGNI E COLORI NEL TELAIO DEL TEMPO	14
1.1 INQUADRAMENTO STORICO: BREVE STORIA DELLA SARDEGNA	15
1.2 IL TELAIO DEL TEMPO: ARCHI TEMPORALI E AREE DI STUDIO	19
1.3 ARCHITETTURA E POLICROMIA: PERCHÉ STUDIARE IL COLORE	25
1.4 CRITICITÀ RISPETTO ALLO STUDIO DELLA POLICROMIA	32
CAPITOLO SECONDO. MATERIALI E METODOLOGIE DI RICERCA: IL PROTOCOLLO OPERATIVO	36
2.1 I CASI DI STUDIO E LA METODOLOGIA DI RICERCA	37
2.2 MATERIALI E METODOLOGIA	39
2.1.1 <i>Microscopia ottica (OM)</i>	42
2.1.2 <i>Diffrazione ai raggi X (XRD)</i>	43
2.1.3 <i>Microscopia Infrarossa in trasformata di Fourier (FTIR, μFTIR-ATR)</i>	44
2.1.4 <i>Microscopia elettronica a scansione (SEM, SEM-EDS)</i>	46
CAPITOLO TERZO. VIAGGIO NELLA TAVOLOZZA PITTORICA DEGLI ANTICHI MAESTRI PITTORI IN SARDEGNA.....	49
3.1 STORIA BREVE DELLA PITTURA MURALE	50
3.2 INTRODUZIONE AI CASI DI STUDIO: LA PITTURA MURALE ROMANA	51
3.3 I LACERTI PITTORICI DELLA TOMBA DELLE SPIGHE E DEI PESCI, VIALE S. AVENDRACE, TUVIXEDDU, CAGLIARI	60
3.3.1 <i>Inquadramento storico</i>	60
3.3.2 <i>Materiali e metodi</i>	63
3.3.3 <i>Analisi e risultati</i>	65
3.3.4 <i>Conclusioni</i>	76
3.4 I LACERTI PITTORICI DEL CUBICOLO DI MUNAZIO IRENEO, CIMITERO MONUMENTALE DI BONARIA, CAGLIARI	79
3.4.1 <i>Inquadramento storico</i>	79
3.4.2 <i>Materiali e metodi</i>	83
3.4.3 <i>Analisi e risultati</i>	84
3.4.4 <i>Conclusioni</i>	89

3.5 INTRODUZIONE AI CASI DI STUDIO: IL PERIODO MEDIEVALE	91
3.6 I DIPINTI MURALI DELLA CHIESA DI S. PIETRO IN GALTÈLLI (NU)	97
3.6.1 <i>Inquadramento storico</i>	97
3.6.2 <i>Materiali e metodi</i>	99
3.6.3 <i>Analisi e risultati</i>	100
3.6.4 <i>Conclusioni</i>	111
3.7 I DIPINTI MURALI DELLA CHIESA DI NOSTRA SIGNORA DI SOS REGNOS ALTOS, BOSA (NU)	112
3.7.1 <i>Inquadramento storico</i>	112
3.7.2 <i>Materiali e metodi</i>	115
3.7.3 <i>Analisi e risultati</i>	116
3.7.4 <i>Conclusioni</i>	124
3.8 I DIPINTI MURALI DELLA CHIESA DI SAN NICOLA DI TRULLAS, SEMESTENE (SS)	125
3.8.1 <i>Inquadramento storico</i>	125
3.8.2 <i>Materiali e metodi</i>	127
3.8.3 <i>Analisi e risultati</i>	128
3.8.9 <i>Conclusioni</i>	136
3.9 I DIPINTI MURALI DELL'ABBZIA DELLA SANTISSIMA TRINITÀ DI SACCARGIA, CODRONGIANUS (SS)	138
3.9.1 <i>Inquadramento storico</i>	138
3.9.2 <i>Materiali e metodi</i>	139
3.9.3 <i>Analisi e risultati</i>	140
3.9.4 <i>Conclusioni</i>	146
CAPITOLO QUARTO. IL COLORE E L'IDENTITÀ DEL LUOGO: CONTINUITÀ E PARALLELISMI	148
4.1 LA PITTURA MURALE NEL TEMPO: MATERIALI, TECNICA ED EVIDENZE SCIENTIFICHE	149
<i>La pittura murale romana</i>	149
<i>La pittura murale medievale</i>	151
4.2 LA PITTURA MURALE IN SARDEGNA: I PRODOTTI DI ALTERAZIONE E RESTAURO	153
4.3 SALVAGUARDIA E TUTELA: I PROTOCOLLI DI MANUTENZIONE E INTERVENTO	157
4.4 MULTIDISCIPLINARITÀ E CONOSCENZA: APPORTI SCIENTIFICI ALLA NASCITA DELLA «STORIA SIMBOLICA»	159
4.5 CONOSCENZA E CONDIVISIONE: LA RETI SOCIALI PER UNA «STORIA SIMBOLICA» COLLABORATIVA	166
CAPITOLO QUINTO. CONCLUSIONI	170
Ringraziamenti	174
BIBLIOGRAFIA	176
INDICE DELLE IMMAGINI	186

INTRODUZIONE

La Sardegna, nell'immaginario comune, è una terra di mare, di lande e colline desolate sulle cui cime i nuraghi emergono a controllo del territorio circostante; contro lo scuro verde invernale dei campi e contro le colline ingiallite dal sole d'estate, si stagliano le tonalità dell'azzurro e quelle scure e ambrate dei materiali lapidei.

La Sardegna, terrà così anticamente abitata, è ricca di richiami cromatici, segni e simboli dimenticati, apparati decorati incisi, segni policromi lasciati dall'uomo sulle superfici rocciose, fili di vita che conducono tra le civiltà più remote. Così, in questo territorio, le tracce dell'uomo ci accompagnano tra le maglie del tempo antico, tra le *domus de janas*, dipinte in epoca neolitica, tra i villaggi e i luoghi sacri nuragici, tra le necropoli puniche e romane. Percorrendo ancora le trame del tempo queste tracce diventano *segno* nella pietra scolpita, nei manufatti di epoca bizantina, e *colore* nei cicli pittorici medievali. Qui il telaio di questa ricerca si chiude, contenendo una sfera temporale antica e ampia, in cui le tecniche e i materiali utilizzati nei dipinti murali sono quelli di una consolidata maestria ed esperienza artigiana.

Per quanto la Sardegna conservi numerose testimonianze "architettoniche" e policrome, poco si conosce della tecnica pittorica murale che i manufatti isolani portano con sé, sia dal punto di vista strettamente tecnico-materico che rispetto alla provenienza delle maestranze che qui hanno operato.

In questa viaggio nella policromia del territorio sardo si ripercorre l'impiego dei pigmenti in un arco temporale suddiviso in due macro periodi: il primo, il più antico, relativo ai primi secoli dell'era volgare, quando la Sardegna era sotto la dominazione romana; il secondo incentrato sulla sfera medievale che nell'isola sfocia nell'epoca giudicale.

Il viaggio nel colore parte, dopo una doverosa introduzione rispetto alla complessità del tema coinvolto nella ricerca, dallo studio di due ambienti ipogei di epoca romana nel territorio cagliaritano: la Tomba delle Spighe e dei Pesci, presso la necropoli di Tuvixeddu, e il cubicolo di Munazio Ireneo, presso il cimitero monumentale di Bonaria, per passare poi allo studio di dipinti murali di epoca medievale. Il telaio temporale di questo progetto non ha trame per l'epoca di dominazione bizantina poiché, allo stato attuale

delle conoscenze e dei rinvenimenti archeologici locali, i reperti si presentano di natura architettonica e scultorea, privi di tracce di policromia estese al punto da consentire analisi approfondite e avere dei termini di confronto.

I conoscitori di questa terra potranno chiedersi perché non si è tornati più indietro nel tempo, tra le trame dell'epoca neolitica e nuragica, perché non ci si è addentrati nelle cromie delle *domus de janas* e delle tombe dipinte. I motivi sono essenzialmente legati all'oggetto stesso della ricerca: per quanto riguarda le pitture parietali neolitiche, il principale motivo dell'esclusione è legato al fatto che queste cromie sono già state indagate dal punto di vista materico. Si tratta inoltre di aree spesso di difficile accesso quando non vi siano campagne di scavo in corso. Relativamente al periodo nuragico, l'esclusione è legata alla mancanza di lacerti cromatici murali tali da permetterne uno studio estensivo che non si riducesse alla mera caratterizzazione del solo substrato lapideo.

Il secondo macro periodo della tavolozza pittorica sarda in esame, quello medievale, negli ultimi decenni è stato riscoperto più ricco e vario di quanto non si potesse immaginare grazie al rinvenimento e allo studio di lacerti e cicli pittorici all'interno di alcune chiese romaniche sarde: S. Pietro Apostolo in Galtelli, la chiesa dell'abbazia della SS. Trinità di Saccargia in Cordongianus, S. Nicola di Trullas in Semestene, Nostra Signora di Regnos Altos in Bosa. A causa dell'esiguo numero di lacerti pittorici murali medievali, queste emergenze culturali sono considerate rappresentative della varietà artistica locale. L'esigenza umana di catalogare e racchiudere entro dei confini e degli schemi tutto ciò che fa parte di un passato lontano e "disordinato", potrebbe far commettere l'errore di immaginare il territorio sardo immobile nel tempo e nei colori, e tutto ciò che esso racchiudeva, simile a ciò che il nostro occhio può cogliere oggi. Così questo progetto di ricerca è stato sviluppato come un "viaggio" per riscoprire e raccontare il colore che la Sardegna conserva, di cui era probabilmente rivestita, attraverso un viaggio microscopico nei materiali e nei colori, per riscoprire l'importanza di questi preziosi manufatti per lo studio dell'arte locale. A fronte del numero di chiese romaniche, campestri e non, che costellano e caratterizzano il territorio isolano, e della devozione che ancora oggi caratterizza queste terre, è difficile immaginare il territorio come una terra brulla e immobile, ma anche si deve cogliere il fermento medievale nella costruzione di nuove chiese, le maestranze dipingerne le pareti intonacate oggi perdute. Il Medioevo è un periodo storico caratterizzato da un fervore spirituale che porta alla costruzione di nuovi edifici sacri, che modella ciò che ancora permane del paganesimo con la spiritualità cristiana, dove le difficoltà del quotidiano spingono l'uomo a ricercare il sacro. Così i dipinti murali medievali all'interno dei nuovi edifici religiosi diventano porte per una dimensione straordinaria, la vita su questa terra un passaggio che tende alla spiritualità. Così in questo viaggio si cercherà di ricostruire la storia materica di quel che il tempo, tra le sue trame, ci ha consegnato.

I dipinti murali sardi sopra citati, nonostante i restauri tutelativi e conservativi cui sono stati sottoposti, nella maggioranza dei casi non sono stati indagati estensivamente con tecniche diagnostiche non invasive o

micro invasive per la caratterizzazione delle tecniche pittoriche, né sottoposte a monitoraggio ambientale, mentre diverse sono le voci degli storici dell'arte che avanzano proposte di datazione e confronti stilistici per l'identificazione delle maestranze e delle loro influenze artistiche.

Il presente progetto di ricerca, al fine di colmare parte di questa carenza di informazioni, intende:

- caratterizzare le tecniche artistiche degli antichi maestri pittori in Sardegna in epoca romana e medievale, ricostruendone la tavolozza pittorica con pigmenti e leganti
- caratterizzare i materiali di alterazione e degrado, le cause,
- caratterizzare, laddove sia possibile, i prodotti di restauro;
- avanzare proposte di salvaguardia e valorizzazione della policromia sarda.

Questo progetto di ricerca, forte dal punto di vista dell'allargamento delle conoscenze, e supporto per tutti i restauratori che si avvicineranno nelle trame pittoriche di questi manufatti, non ha potuto sviluppare una fase più specificatamente sperimentale orientata alle diverse operazioni di restauro (consolidamento, pulitura, protezione, etc.) in quanto la caratterizzazione materica, necessaria per la preparazione di standard preparati sulla base delle conoscenze specifiche dei materiali presenti *in situ*, siano essi costituenti del manufatto o derivanti da precedenti interventi di restauro, era assente. Per questo e per l'importanza di questo passaggio conoscitivo per futuri sviluppi di conoscenza e sperimentazione, si è mantenuto al centro dell'attenzione i cicli pittorici murali sardi e la loro matericità concentrando l'attenzione alla fase di caratterizzazione dei materiali. Non bisogna peraltro dimenticare lo stato delle conoscenze siano fondamentali per qualunque futura programmazione.

Perché il colore?

Il colore si configura come un elemento della superficie architettonica fondamentale per l'identità del luogo, un segno aggiuntivo e distintivo per la struttura dell'ambiente, un abito cucito su misura per il luogo predisposto ad accoglierlo, eppure allo stesso tempo, al servizio di un messaggio che diventa simbolo e immagine.

Il colore è materia palpabile, è caratteristica distintiva di uno spazio, è veicolo di un messaggio, è firma di maestri pittori di cui non ci è stato tramandato il nome.

Il colore dei dipinti murali, inteso nella sua accezione più materica, si trova all'interfaccia tra la struttura architettonica e l'ambiente, è strettamente condizionato dai processi dinamici che coinvolgono il sito, dalle trasformazioni naturali a quelle di origine antropica: questa pellicola pittorica, spesso al massimo un centinaio di micron, esposta a grandi rischi di degrado, fragile e portatrice di significato, lei, preziosa, è in continua evoluzione e conserva i segreti dei maestri pittori che ci proponiamo di studiare. Con rispetto e

curiosità per i segreti e le storie che i dipinti murali ci raccontano, ci avviciniamo all'oggetto del nostro viaggio: la policromia nelle trame del tempo sardo.

Grazie ad uno sguardo "microscopico" il progetto di ricerca si addentra nel mondo della tecnica pittorica: dopo la selezione dei siti di rilevanza per la policromia nel territorio isolano, sopralluoghi e campagne fotografiche e di documentazione in situ, micro campionamenti, la ricerca si è spostata nei laboratori di ricerca dove, dopo la preparazione dei campioni, si è potuto procedere verso la caratterizzazione delle tecniche pittoriche, delle cromie, dei supporti e dei materiali di restauro e degrado.

L'osservazione e la preparazione dei campioni sotto stereomicroscopio consentono di lavorare su campioni dell'ordine di grandezza inferiore al millimetro. Le tipologie di campioni studiate si presentavano in grani e stratigrafie: in base alla tipologia i campioni sono stati adeguatamente preparati e analizzati. Questo inciso non vuole spiegare nel dettaglio la preparazione dei campioni - argomento trattato nel capitolo dedicato – ma introdurre le tecniche analitiche utilizzate per studiare i campioni: la spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier, la microscopia elettronica a scansione, la diffrattometria ai raggi X.

Il presente progetto di ricerca si presenta forse in modo anomalo, sia nella sua introduzione, che offre una panoramica del percorso che si snoderà tra i capitoli della tesi, che nel suo prendere il via da un inquadramento di tipo storico. Eppure, trattandosi di una ricerca interdisciplinare che entra a contatto con la storia dell'arte, la storia delle tecniche artistiche, la scienza dei materiali e le analisi diagnostiche volte alla caratterizzazione dei materiali in un territorio che conserva poche tracce scritte a supporto della ricerca materica, si è pensato di far ripercorrere al lettore i passi della ricerca seguendo un processo di messa a fuoco che parta dalla dimensione regionale per giungere alle distanze micrometriche dei pigmenti.

Il nostro occhio di uomini contemporanei è spesso ingannato dalle alterazioni che questi cicli pittorici hanno subito e ci mancano gli elementi per immaginare un passato diverso da quel che osserviamo. Per questo, e per rievocare l'atmosfera di questi spazi architettonici policromi speciali, si tenterà di raccontarvi della storia pittorica in Sardegna attraverso l'indagare i materiali costituenti il *colore*.

Il viaggio, nonostante le interessanti scoperte, non può considerarsi esaustivo di tutti i segreti di bottega ancora racchiusi tra i grani della materia e del colore che si ammirano come ciclo pittorico, come non può considerarsi un protocollo operativo puntuale rispetto alle problematiche conservative e manutentive dei singoli siti indagati.

Confido che questo indagare sia un punto di partenza, un'ulteriore trama del tempo, quello futuro, che conduca me, o qualche altro fortunato indagatore del microscopico mondo dei pigmenti, ad approfondire e dare risposta ai quesiti che questo viaggio lascia aperti.

CAPITOLO PRIMO

SEGNI E COLORI NEL TELAIO DEL TEMPO

“Ci sono buchi in Sardegna che sono case di fate, morti che sono colpa di donne vampiro, fumi sacri che curano i cattivi sogni e acque segrete dove la luna specchiandosi rivela il futuro e i suoi inganni. Ci sono statue di antichi guerrieri alti come nessun sardo è stato mai, truci culti di santi che i papi si sono scordati di canonizzare, porte di pietra che si aprono su mondi ormai scomparsi, e mari di grano lontani dal mare, costellati di menhir contro i quali le promesse spose strusciano impudicamente il ventre nel segreto della notte, vegliate da madri e nonne. C'è una Sardegna come questa, o davanti ai camini si racconta che ci sia, che poi è la stessa cosa, perché in una terra dove il silenzio è ancora il dialetto più parlato, le parole sono luoghi più dei luoghi stessi, e generano mondi. Qui esiste tutto ciò che viene raccontato, e quello che viene taciuto esiste perché un giorno qualcuno lo racconterà.”

Michela Murgia, “Viaggio in Sardegna”

1.1 Inquadramento storico: breve storia della Sardegna

La Sardegna ha una storia lunga e complessa: nell'antichità essa era una terra dall'aspetto molto diverso dall'attuale, ricca di materie prime, acqua e in una posizione strategica nel Mediterraneo Occidentale. Sin dalle epoche più antiche vi si insediarono civiltà e vi attraccarono i marinai che attraversavano il mare in cerca di materie prime e sbocchi commerciali.

Le tracce umane (*Homo erectus*) più antiche ritrovate sull'isola risalgono al Paleolitico inferiore: si tratta di selci scheggiate ritrovate a Perfugas, nel territorio di Sassari, datate tra i 500.000 e i 100.000 anni fa; vi sono poi tracce umane risalenti a circa 20.000 anni fa, al tempo dell'*Homo sapiens*, costituite da pietre sbazzate e fossili umani; al Mesolitico e Neolitico risalgono ulteriori resti umani e insediamenti. In particolare, nel Neolitico o età della pietra, gli uomini in Sardegna fabbricavano con l'ossidiana - i cui giacimenti si trovavano sul Monte Arci in provincia di Oristano - numerosi strumenti per la caccia, la raccolta e la costruzione di armi.

Durante il Neolitico i sardi vivevano in villaggi all'aperto e in grotte, praticavano l'agricoltura, la caccia, la pesca, producevano ceramiche, utilizzavano strumenti in selce ed ossidiana e commerciavano con altri popoli del Mediterraneo. Tra il 6.000 e il 4.000 a.C. si svilupparono in Sardegna prima la civiltà cardiale, caratterizzata dalle decorazioni a incisione sulle ceramiche con il bordo di una conchiglia, poi la civiltà di Bonu Ighinu, che si diffuse in tutta l'isola - in modo particolare sulle coste - edificò villaggi e si dedicò all'agricoltura. Numerosi sono i resti fittili risalenti a quest'epoca di cambiamento. Verso il 3.000 a.C. in Sardegna si sviluppò la civiltà di Ozieri o di San Michele, che utilizzava il rame, la cui società si occupava sia di agricoltura che di allevamento e caccia. Tra il 2200 e il 1500 a.C. si sviluppò la Cultura del vaso campaniforme o di Monte Claro e quella di Bonannaro, probabilmente influenzate dalle migrazioni che in quel periodo interessarono il territorio europeo. Quest'epoca era caratterizzata da una importante produzione ceramica, una metallurgia particolarmente evoluta che produceva utensili e pugnali in rame, produzioni di statuine litiche raffiguranti la Dea Madre, una divinità rappresentata con accentuate forme del seno e del bacino. A quest'epoca risale la costruzione dell'altare preistorico di Monte d'Accoddi, enigmatica costruzione prenuragica, e alcune forme di architettura funeraria e religiosa che si affermarono in questo periodo e nella successiva epoca dei nuraghi. Tra il 1700 e il 1500 a.C. si sviluppò la cultura nuragica e si diffusero tombe a circolo, ciste litiche, menhir, dolmen, *domus de janas* (case delle fate o streghe), tombe dei giganti. I nuraghi si diffusero tra il 1600 e il 600 a.C., opere di fascino, realizzate dalla sovrapposizione di anelli a secco costituiti da massi, in cui vi erano torri che terminavano con false cupole, erano anche provvisti di cinte difensive, passaggi interni, pozzi e depositi. Appare evidente il loro carattere difensivo, costruiti in zone strategiche per il controllo del territorio e in grado di mantenere una comunicazione costante con gli insediamenti vicini. Attorno al vero e proprio nuraghe si sviluppavano poi il villaggio e le aree di culto con santuari e pozzi sacri. I nuragici erano un popolo di guerrieri, sacerdoti,

pastori, artigiani e contadini divisi in tribù; probabilmente abili anche nella navigazione instaurarono relazioni commerciali con le popolazioni del tempo più importanti nelle coste del Mediterraneo - ceramiche nuragiche sono state rinvenute a Creta, Cipro e Sicilia – tra cui i Fenici, popolo di naviganti provenienti dal Libano che tra il 1000 e il 900 a.C. fondarono sulle coste sarde diverse basi commerciali che nei secoli successivi divennero vere e proprie città. Il nome “Sardegna” compare per la prima volta proprio in una stele di questo periodo, conservata nel Museo Archeologico Nazionale di Cagliari, in cui si ricorda la fondazione di un tempio risalente al IX secolo a.C. a Nora: qui compare il toponimo “SHRDN”, mancante di vocali secondo le caratteristiche delle lingue semitiche. Alcune città divennero punti di riferimento dei traffici commerciali in tutto il Mediterraneo: Karalis, Nora, Bithia, Tharros, Bosa. Le emergenze archeologiche fanno pensare che non esistessero rapporti conflittuali tra la popolazione sarda e quella fenicia, ma scambi commerciali e collaborazione. Grazie ai Fenici i sardi conobbero la scrittura, la città come forma di organizzazione della comunità, divinità diverse rispetto a quelle adorate finora, vennero introdotte coltivazioni di palme e ulivi, si iniziò a produrre il sale, si sfruttarono meglio le risorse naturali dell’isola e i giacimenti minerari, i sardi conobbero nuovi prodotti provenienti da terre lontane. Tra le necropoli, anche in quella di Tuvixeddu, costituita da camere sepolcrali alle quali si accede tramite un pozzo che veniva ricoperto di terra dopo la deposizione o attraverso un corridoio, si osservano pitture e rilievi in cui si rappresenta la dea Tanit, adorata in Oriente. Nel 510 a.C. la Sardegna passò sotto il controllo di Cartagine che trasformò la società e gli insediamenti sardi: le città si arricchirono di edifici, strade, acquedotti e fognature. La testimonianza più significativa dell’età fenicio-punica è probabilmente la necropoli di Tuvixeddu a Cagliari, considerata la più estesa in tutto il Mediterraneo. Nel 238 a.C. i Romani, chiamati ad intervenire dai mercenari punici ribellatisi a Cartagine, arrivarono in Sardegna. La popolazione sardo-punica si ribellò, ma nel 227 a.C. la Sardegna è ufficialmente provincia romana. La popolazione locale mantenne le tradizioni culturali puniche per lungo tempo, mentre il governo amministrativo, giudiziario e militare era nelle mani di un magistrato che riscuoteva ingenti tributi. La rivolta più sanguinosa fu quella portata avanti da Amsicora, potente latifondista sardo-punico alleato con i nuragici che guidava la resistenza sarda, nel 215 a.C., ma fu sconfitto in una battaglia nella pianura del Campidano.

La vita economica dell’isola vide in questo periodo, accanto ai latifondi privati, assegnati sia a famiglie sardo-puniche che della nobiltà romana, l’istituzione di un latifondo pubblico affidato ad amministratori privati, al servizio della produzione cerealicola per l’approvvigionamento di Roma. Mentre le popolazioni che abitavano nelle montagne continuano a praticare la pastorizia con l’uso comunitario della terra, dei pascoli e dei boschi, i romani potenziarono l’attività estrattiva delle miniere sarde con una manodopera costituita da schiavi o deportati politici. La religiosità variava rispetto alle zone d’influenza: le zone interne

conservavano una religiosità di tipo naturalistico, in città vi erano culti di tradizione fenicio-punica e romana. Tuttavia, l'eredità culturale più importante del periodo romano è probabilmente la lingua sarda.

La dominazione romana durò circa sette secoli lasciando la sua influenza sulla mentalità, i costumi, la cultura dei sardi e i luoghi. I romani costruirono ponti, acquedotti, fori, templi, terme e teatri, fondarono nuovi centri abitati e svilupparono le città costiere: un esempio tra tutti, l'antica *Karales*, oggi Cagliari.

Karales divenne la capitale della provincia, luogo di partenza di quattro vie, il cui abitato si estendeva per circa 300 ettari. Il centro della città era il Foro, come in tutte le città romane, e attorno vi sorsero i principali edifici pubblici e religiosi della capitale, dalla curia, alla sede del governatore, alla basilica, al tempio di Giove Capitolino. La città ebbe una complessa rete fognaria, strade e piazze furono lastricate. Nel 140 d.C. fu costruito l'acquedotto che prendeva l'acqua da Villamassargia, passava da Decimo, Assemmini ed Elmas fino ad arrivare in città passando per il quartiere di Stampace. Una città così estesa necessitava di una necropoli importante: ai confini dell'abitato vi era la necropoli punica sul colle di Tuvixeddu, che fu riutilizzata in epoca romana: le camere tombali, visitabili fino a qualche decennio fa, sono da lungo tempo interessate da degrado, crolli e abbandono.

I romani applicavano la tolleranza religiosa laddove era conveniente per i loro interessi: le necropoli puniche divennero così luoghi sacri, rispettati, ristrutturati e lasciati al culto: per questo non poco si è preservato. Durante i secoli di dominazione romana vi fu una massiccia immigrazione di latini che diede luogo ad un sapiente quanto pacifico processo di romanizzazione. Il cristianesimo arrivò in Sardegna timidamente, probabilmente attraverso i deportati sull'isola, intorno al II secolo d.C.. Solo nel III secolo i cagliaritari iniziarono ad avvicinarsi alla nuova religione che portava i desideri di un popolo sottomesso: amore, pace e libertà come stendardo per il futuro di una città che aveva perso le sue origini nel tempo e che di volta in volta era costretta a seguire il dominatore di turno. Il cristianesimo diede nuovo slancio e speranza per il futuro al popolo sardo: in questo periodo vennero riconosciuti i primi martiri sardi.

Dopo la caduta dell'Impero romano d'Occidente la Sardegna venne occupata dai Vandali, che presidiarono militarmente l'isola fino al 534 d.C., quando essa passò sotto il controllo dei bizantini, portatori di importanti trasformazioni sia a livello sociale che culturale. La dominazione bizantina fu un periodo di pace e grande evangelizzazione dell'isola, ma non di prosperità: la Sardegna si trovava ai confini dell'impero e il governo si faceva sentire richiedendo alla popolazione il pagamento di ingenti tasse. La Sardegna era governata da un preside, che risiedeva a Cagliari e aveva il dovere di amministrare la giustizia, emanare le leggi e riscuotere le tasse, e da un *dux*, che risiedeva a Forum Traiani, la base militare dell'isola – oggi Fordongianus, in provincia di Oristano – con compiti militari a difesa del territorio sia da attacchi esterni che dagli attacchi della resistenza sarda. La Chiesa sarda dipendeva dal Patriarcato di Costantinopoli, di rito greco - differente da quello latino in alcune forme liturgiche – che introdusse nell'isola alcune feste di cui si ha traccia ancora oggi nelle tradizioni popolari e culturali dell'isola: solo per

citare un esempio, in onore al culto dell'imperatore-santo Costantino I, che nell'isola fu rinominato Santu Antine, a Sedilo e Pozzomaggiore ancora oggi si tiene ogni anno una cavalcata, chiamata *s'Ardia*. La presenza diffusa di monaci cenobiti greco-bizantini, che seguivano la regola di San Basilio, si diffuse su tutto il territorio, introducendo l'usanza degli inni, di seppellire i defunti accanto alle chiese, di dare nomi bizantini, di onorare santi della tradizione bizantina. Durante il periodo bizantino vennero erette le più antiche chiese dell'isola: San Giovanni di Sinis, vicino a Oristano, e San Saturnino a Cagliari, sono sicuramente gli esempi più significativi rimasti. Le notizie su questo periodo sono tuttavia non prive di lacune.

Quando l'Impero di Bisanzio inizia a perdere il controllo sull'isola, intorno all'VIII e al IX secolo, gli Arabi iniziarono la loro espansione sul Mediterraneo e la Sardegna restò isolata di fronte agli attacchi costieri: le città costiere iniziarono a spopolarsi e quando la pressione degli Arabi si fece troppo forte, nel IX secolo, i sardi si dettero un nuovo assetto politico: divisero l'isola in quattro Giudicati - Torres-Logudoro, Cagliari, Gallura e Arborea – retti da un giudice avente potere sovrano. Il territorio sotto la giurisdizione giudiciale era chiamato *logu*, era suddiviso in curatorie costituite da più villaggi e rette da un funzionario. Intorno al XIII secolo, a causa di guerre e ribaltamenti politici, gran parte del territorio dei Giudicati di Cagliari e Gallura erano ormai sotto il controllo della Repubblica marinara di Pisa, mentre il Giudicato di Torres finì sotto il controllo della Repubblica marinara di Genova e delle famiglie genovesi dei Doria e dei Malaspina. Nel 1395 la giudicessa Eleonora d'Arborea emanò la *Carta de Logu*, documento simbolo nella concezione dello stato isolano, in cui la concezione del diritto e della persona tendono a diritti di uguaglianza: rimase in vigore fino al 1827.

Nel 1297 venne sancito il *Regnum Sardiniae et Corsicae* da papa Bonifacio VIII per abbassare i toni dei conflitti tra Angioini e Aragonesi a causa della contesa del Regno di Sicilia: così la Sardegna passò l'ultimo periodo del Medioevo sotto la corona aragonese spagnola. Gli Aragonesi invasero e conquistarono l'isola territorialmente solo nel 1324, quando l'Infante Alfonso sconfisse la Repubblica di Pisa incamerandone i territori: si scatenò una guerra lunga settanta anni contro il Giudicato di Arborea, che sotto Mariano IV di Arborea prima e Brancaleone Doria marito di Eleonora d'Arborea poi, riuscirono a confinare gli Aragonesi a Cagliari e Alghero. La morte di Eleonora, Giudicessa di Arborea, nel 1403 segna la fine dell'autonomia sarda. Nel 1410, dopo ripetute battaglie, Oristano si arrese definitivamente e il giudicato venne venduto per 100.000 fiorini d'oro ad Alfonso V di Aragona, ultimo giudice di Arborea, un territorio ormai provato dal punto di vista economico e sociale.

Durante il XIV secolo, e in particolare a partire dal 1324, ovvero dall'occupazione aragonese, mentre a livello continentale ci si muove verso il periodo rinascimentale, in Sardegna iniziò un periodo di carestie, crisi e sfruttamento: l'evoluzione sociale dell'isola si arrestò e tornarono in vigore alcune consuetudini tipiche medievali: nel 1481 e nel 1511 i catalani chiedevano al Re il blocco degli antichi privilegi! Il

dispotismo e la confisca di tutte le ricchezze non fecero che congelare il processo di rinnovamento economico, sociale e culturale che caratterizzano il precedente periodo storico isolano.

La storia sarda, dopo un lungo periodo di dominio spagnolo, prenderà nuovo corso, ma verrà qui trascurata per non aderenza al periodo storico di riferimento.

1.2 Il telaio del tempo: archi temporali e aree di studio

Tutti i popoli dell'antichità facevano largo uso di sostanze colorate e coloranti, sulla persona, sugli edifici e sugli oggetti. I colori diventavano simboli, così ad esempio l'oro fu associato al sole, il rosso al sangue e alla vita, per poi evolversi in attributi della Natura e delle divinità, veicolo di potere nei rituali e nei culti magici: così, per citare un ulteriore esempio, l'ematite, rossa, veniva utilizzata per cospargere i corpi dei defunti come simbolo vivificatore di rinascita.

Le forme più antiche di pittura parietale risalgono al Paleolitico, l'età della pietra antica, in cui l'uomo utilizza i primi strumenti di pietra e datata da 2 milioni a 10.000 anni fa. Scrive Hauser:

«Ciò che è più notevole del naturalismo preistorico è che [...] vi si possano già riconoscere tutti gli stadi tipici di sviluppo che appariranno poi nella storia dell'arte moderna [...]. Abbiamo a che fare con un'arte che da una lineare fedeltà alla natura, ancora un po' rigida e minuziosa nel modellare le singole forme, si evolve verso una tecnica fluida e arguta, quasi impressionistica, e sa rendere con efficacia l'impressione visiva in modo sempre più pittorico, rapido e apparentemente improvvisato. La correttezza del disegno s'innalza fino a un virtuosismo che si propone di dominare posture ed aspetti sempre più difficili, movimenti e conversioni sempre più rapide, scorci e tagli sempre più audaci. [...] Qual è la causa, quale lo scopo di quest'arte? Esprimeva la gioia della vita che incitava a conservarla e ripeterla per immagini? O appagava l'istinto del gioco e il gusto decorativo, l'impulso a coprire superfici vuote con linee e forme, figure e ornamenti? Era il frutto dell'ozio, o aveva un fine pratico determinato? Dobbiamo vedere in essa un trastullo o uno strumento, una droga, un piacere, o un'arma nella lotta per la vita? Sappiamo che fu l'arte di cacciatori primitivi, che, in uno stadio di economia improduttiva e parassitaria, raccoglievano e catturavano il loro cibo e non lo producevano; secondo ogni apparenza, vivevano in forme sociali fluide, non articolate, in piccole orde isolate, nello stadio di un individualismo primitivo; probabilmente non credevano negli dèi, né nell'aldilà, né in alcun genere di sopravvivenza. In quell'epoca di pura prassi, tutto gravitava evidentemente intorno ai mezzi di sussistenza, e nulla ci autorizza a supporre che l'arte servisse ad altro che a procurarli direttamente. [...]. Le immagini [...] erano la "trappola" in cui la selvaggine doveva cadere, o piuttosto la trappola con l'animale già catturato: perché l'immagine era insieme rappresentazione e cosa rappresentata, desiderio e appagamento. [...] La rappresentazione figurata non era, secondo la sua idea, che l'anticipazione dell'effetto desiderato; l'avvenimento reale doveva seguire quello magico; o piuttosto esservi già contenuto, poiché le due cose erano separate soltanto dal mezzo, ritenuto inessenziale, dello spazio e del tempo.» (Hauser, 1955)

Le forme più antiche e semplici di decorazione parietale preistorica sono le impronte delle mani e le più antiche figure di animali. I colori tipici di questa epoca sono il rosso, costituito da ocre a base di ossidi di ferro, e il nero, costituito da ossidi di manganese o nero carbone (La couleur à la Grande Grotte d'Arcy-sur-Cure (Yonne), 1999), mentre gli strumenti spaziavano dal semplice uso delle mani e delle dita, fino a punte e pennelli rudimentali. La tecnica artistica necessitava di un legante: al pigmento, per le pitture parietali destinate ad ambiente interno, si mescolava del grasso animale, sangue e caseina per quelle destinate all'esterno (Dufour Bozzo, 1973). Le ocre sono pigmenti principalmente costituiti da silicati, argille, idrossidi di alluminio e ossidi di ferro come l'ematite, che conferiscono la colorazione rossa, mentre il nero carbone si otteneva dalla carbonizzazione del carbone e delle ossa animali, ricche di materiali carboniosi, carbonati e fosfati (Gettens, 1966).

Il Neolitico fu un momento di svolta per la civiltà dell'uomo preistorico: si compì la cosiddetta "rivoluzione neolitica". L'uomo «invece di campar da parassita sui doni della natura, invece di raccogliere e catturare, produce ormai i mezzi di sussistenza», scrive ancora Hauser, praticava l'agricoltura, l'allevamento e usava recipienti di ceramica.

«Solo il contadino o il pastore comincia a sentire e a concepire la propria sorte come guidata da forze intelligenti, che eseguono un piano. La coscienza di dipendere dalla volubilità del tempo, dalla pioggia e dal sole, dal fulmine e dalla grandine, dalla peste, dalla siccità, dall'abbondanza e dalla povertà della terra, dalla maggiore o minor fecondità del bestiame, suscita l'idea di spiriti e démoni d'ogni sorta – benevoli e maligni – che dispensano benedizione e maledizione; l'idea dell'ignoto e dell'occulto, della strapotenza e del prodigio, del soprannaturale e del numinoso. Il mondo si divide in due mondi, e anche l'uomo si sente diviso. Siamo alla fase dell'animismo, della religione degli spiriti, della credenza nell'anima e del culto dei morti. Ma con la fede e il culto sorge il bisogno di idoli, amuleti, simboli sacri, ex voto, suppellettili funerarie e sepolcri monumentali.» (Hauser, 1955)

Il mondo si divideva tra reale e surreale, il rappresentato diventava immagine di un'idea, diventava simbolo. Così le rappresentazioni si trasformarono in segni pittografici, in simboli la cui ricchezza di dettagli si perdeva nel significato del simbolo stesso, a veniva dedicata molta cura.

Al Neolitico recente (IV-III millennio a.C.) risale la pittura parietale in Sardegna più nota e più antica ritrovata nelle camere funerarie delle *domus de janas* e delle tombe dipinte, tombe che accompagnavano gli insediamenti umani. Il fascino di queste "case", il loro essere giunte fino a noi, solletica la naturale curiosità dell'uomo a interrogarsi sulle decorazioni, sulla scelte delle forme, sulla scelta dei colori, dei materiali, e quale tecnica degli uomini preistorici potessero usare per realizzare e decorare queste case per l'aldilà.

Qui prende forma il telaio pittorico sardo, nelle pieghe più antiche della storia, prima dello sviluppo della civiltà nuragica. Qui le tracce che ci conducono attraverso il telaio del tempo sardo iniziano a manifestarsi come bassorilievi, incisioni, fino a diventare pittura.

Una struttura somigliante per forma alle *ziggurat* mesopotamiche è ancora visibile nel complesso Eneolitico di Monte d'Accoddi, in provincia di Sassari, risultato di una serie di "rinnovamenti" antichi chiaramente riconoscibili, soprattutto nel versante ovest del monumento. La costruzione è una piramide tronca a gradoni, avente base trapezoidale di 36x29 metri, provvista di una rampa d'accesso sul lato sud. Si alza per una altezza di 9 metri dal livello del suolo ed è lunga 75 metri. I muri sono costruiti come una serie regolare di filari costituiti da blocchi di pietra grezza. In cima vi sono macerie e detriti senza forma, probabilmente derivanti dal crollo di una antica struttura. Al centro della costruzione è stato scoperto nel 1986 un intonaco rosso costituito da carbonati di fine granulometria mescolati a basse percentuali di materiale argilloso usato come inerte. Gli inerti hanno un ruolo importante nella preparazione della malta per dare all'intonaco stabilità dimensionale e per regolare il suo restringimento. Le analisi scientifiche confermano anche qui l'utilizzo di ocre per la colorazione rossa, ma non è stato possibile stabilire se nella preparazione dell'intonaco siano stati utilizzati leganti di tipo organico (Cara S., 2002). Si trattava probabilmente di un'area sacra, presumibilmente colorata e decorata, ma allo stato attuale dei ritrovamenti, solo il colore rosso è giunto sino a noi.

Il viaggio nel colore passa attraverso le aree sacre, il mondo dei vivi e quello dei morti: le *domus de janas*, o case delle fate, sono camere tombali ricavate in grotte artificiali, scavate nella roccia locale attraverso l'uso di strumenti di pietra, aventi diverse morfologie e planimetrie. Queste differenze si spiegano attraverso due elementi: quello materico e quello religioso-rituale. Le caratteristiche costitutive della roccia in cui le tombe sono scavate, e di conseguenza la sua lavorabilità, ne influenza l'ingresso e la tecnica di scavo. Le *domus de janas*, secondo l'ideologia funeraria della cultura di San Michele, erano la dimora del defunto dopo la morte, la ricostruzione della dimora quando egli era vivente e ne riprendono i dettagli a partire dalla pianta, che può presentarsi circolare, ellittica, rettangolare, con atrio, fino alle colonne, le cornici, i setti divisorii, le false porte, il focolare che si ritrova inciso o scolpito al centro del pavimento, banconi, sgabelli, il soffitto e le decorazioni delle pareti, la cui "sintesi neolitica" rientra nell'evoluzione delle forme tipiche di questa epoca. La Tomba Dipinta III di Mandra Antine a Thiesi, in provincia di Sassari, è forse l'esempio più noto di queste manifestazioni artistico-rituali antiche. La tomba, costituita da quattro celle disposte a T, presenta ancora sulle pareti, delle fasce dipinte e la rappresentazione di una falsa porta. Il fascino dei colori, della materia, della tecnica ci è svelato col soccorso dell'archeologia e della scienza. I colori presenti nella tomba dipinta e studiati analiticamente sono il rosso e il nero, rispettivamente ocre e ossidi di manganese (Rampazzi L., 2007).

Un altro caso di studio interessante, che conferma l'uso di questi materiali, si riferisce ai dipinti murali della necropoli di *domus de janas* di Sos Furrighesos, ad Anela, in cui attraverso tecniche di microscopia elettronica a scansione e diffrazione ai raggi X, è stata identificata l'ematite quale base del pigmento rosso; una parte interessante dell'articolo è dedicata allo studio dei leganti in cui è stata rilevata una

componente organica lipidica e proteica che sembra riconducibile all'utilizzo dell'uovo come legante (Rampazzi, 2002). La natura dei leganti antichi, quali quelli preistorici, ma anche quelli in ambienti ipogeici più recenti, è particolarmente complessa da studiare sia perché i leganti, se di natura organica, vanno incontro a dei processi di degrado importanti nel tempo per fenomeni naturali di alterazione e per le condizioni ambientali e microclimatiche, sia perché la loro percentuale in volume rispetto alla matrice, ovvero al pigmento ed agli inerti, è molto bassa e può creare dei problemi di rilevabilità di tipo strumentale.

Gli articoli finora pubblicati sulla caratterizzazione dei dipinti murali preistorici sardi suggeriscono l'uso di ocre e nero carbone come pigmenti principali. Le ocre sono principalmente costituite da silicati, argille, idrossidi di alluminio ed ossidi di ferro come ematite e goethite, mentre il nero carbone può essere ottenuto dalla carbonizzazione del legno e il nero d'ossa da quella degli ossi animali, ricchi di carbonato e fosfato di calcio.

I primi segni di colore in Sardegna sono dunque stati caratterizzati e si trovano in linea con i materiali utilizzati dall'uomo in queste epoche. Successivamente, il tempo in Sardegna è scandito dalla civiltà nuragica, e dopo la sua decadenza, dai tempi delle dominazioni che sull'isola si sono alternate.

A causa dell'influenza sulle tradizioni e sul paesaggio dell'isola, tra i periodi di dominazione più rilevanti vi è quello romano che costituisce il primo macroperiodo storico preso in considerazione in questo progetto di ricerca. All'interno di questo progetto ci si riferisce ai primi secoli dopo Cristo, per quanto il periodo di dominazione romana in Sardegna ebbe inizio nel 238 a.C. quando Cartagine, non potendo far fronte alle richieste pecuniarie dei mercenari di stanza sull'isola, è costretta a cederne il controllo ai romani e l'isola diventa provincia romana: ha inizio un lungo processo di romanizzazione che andrà avanti fino al V secolo d.C., quando l'isola passò in mano vandala.

I romani erano abili costruttori e conoscevano l'arte della calce e dell'intonaco: per quanto le testimonianze archeologiche, e quelle che nel tempo sono arrivate fino a noi, restituiscano delle strutture a vista e delle statue candide, vi sono diversi elementi che testimoniano quanto il gusto romano fosse differente dallo spettacolo che attualmente inganna i nostri occhi e la nostra percezione di quel tempo lontano.

Dobbiamo immaginarci le città romane vive, affollate, e colorate. Pompei ed Ercolano conservano ville e case dipinte, recenti ricerche e le statue conservate nei musei archeologici – uno tra tanti il Museo Archeologico di Palazzo Massimo a Roma - hanno confermato la presenza di tracce di colore su quelle statue che nell'immaginario collettivo sono ormai diventate bianche.

Le tecniche ed i colori usati nella pittura murale romana ci sono stati tramandati in particolare da Vitruvio, nel *De Architectura* (Vitruvio, 1997) e da Plinio nel *Naturalis Historia*. Plinio suddivide i colori in *colores floridi* e *colores austeri*. I *colores floridi* erano i più preziosi, quelli che dovevano essere forniti al

pittore direttamente dal committente: comprendevano tra i rossi *minium* e *cinnabaris*, che miscelati a pigmenti meno pregiati venivano utilizzati per ottenere il rosso pompeiano, l'*armenium* e *chrysocola* per i verdi, due coloranti quali *indicum* per gli azzurri e *purpurissimum* per il rosso porpora. I *colores austeri* potevano essere di origine naturale oppure ottenuti attraverso un processo di preparazione. I pigmenti che si trovano in natura sono le ocre rosse, il bianco costituito da carbonato di calcio, il giallo di arsenico; si ottenevano per preparazione alcuni tipi di rosso, quali la *sandaraca*, il nero fumo o *atramentum* e il nero avorio o *elephantinum*, alcuni bianchi quali la *cerussa* o biacca. Sia Vitruvio che Plinio descrivono i diversi strati di intonaco che dovevano ricevere la pittura murale, ma non ne svelano i segreti: spesso si parla di pittura murale romana come una tecnica pura ad «affresco», col cui termine si intende l'utilizzo come legante solo ed esclusivamente di latte di calce o grassello di calce, ma la vera natura dei materiali utilizzati dai romani e le ricette non vengono descritte da nessuno storico, tanto da poter considerare i segreti di bottega ancora ignoti (Maltese, 1973).

L'arte, i materiali e le tecniche utilizzate sono frutto e prodotto delle conoscenze tecnologiche della civiltà e società che ne fa uso. In Sardegna vi sono diversi centri di impianto romano in cui affiorano le emergenze di questa lunga epoca, tuttavia, non si sono preservati cicli pittorici estesi e completi. Per correttezza espositiva si fa presente che esistono delle tracce di pittura romana presso l'abitato di Nora, S. Gavino e Tharros.

Il viaggio nella policromia sarda parte da qui: dai dipinti murali romani nell'area di Cagliari, risalenti ai primi secoli dopo Cristo. I siti selezionati, per lo studio dei quali è stata aperta una Convenzione di collaborazione con la Soprintendenza dei Beni Archeologici della provincia di Cagliari, sono ambienti ipogeici di ambito funerario all'interno del territorio cagliaritano: il primo è la Tomba delle Spighe e dei Pesci all'interno della necropoli di Tuvixeddu, il secondo la tomba di Munazio Ireneo, inglobata nel tempo nell'attuale Cimitero Monumentale di Bonaria.

La scelta dei siti di interesse all'interno di un progetto di ricerca che coinvolge il patrimonio culturale necessita di qualche riflessione rispetto agli obiettivi stessi della ricerca, alle caratteristiche dei manufatti, agli archi temporali ed alle aree geografiche coinvolte; è necessario anche tenere presente, poiché si parla di manufatti antichi che hanno subito dei processi di degrado e interventi umani non sempre documentati, la possibilità che i campioni possano non avere caratteristiche tali da rispondere ai quesiti iniziali della ricerca. Bisogna inoltre ricordare che ogni opera d'arte, ogni manufatto del nostro patrimonio va valutato come un *unicum*, come un caso a sé, pertanto si può parlare di metodologia generale, ma ogni sito va studiato in base alla sua storia, ai suoi materiali, al suo significato, alle sue caratteristiche.

Lo studio della policromia, in particolare, ci pone davanti a dei manufatti con doppia valenza: quella del significato e del significante, che rientra in ciò che oggi si definisce storico-artistico; e quella prettamente materica e tecnica, la cui caratterizzazione è obiettivo del progetto di ricerca.

L'arte pittorica murale romana in Sardegna studiata in questo progetto di ricerca ha come riferimento la sfera funeraria. Per potere avanzare delle ipotesi di confronto rispetto alla tecnica artistica ed ai materiali messi in opera nei siti prescelti, sono stati selezionati come casi di studio due ambienti ipogeici semiconfinati, con simili caratteristiche ambientali e microclimatiche, datati dagli archeologi ai primi secoli dopo Cristo. Per la vicinanza geografica delle due camere tombali e poiché i cambiamenti nelle tecniche artistiche avvenivano e avvengono tuttora in tempi non repentini, ma secondo dei processi di cambiamento, si può ragionevolmente supporre che i materiali utilizzati per le decorazioni murali e le tecniche con cui sono stati impiegati in questi due siti siano simili, e che sia quindi possibile un confronto.

Successivamente al periodo di dominazione romana, l'isola di Sardegna passò sotto il controllo bizantino. Inizialmente si mantenne una sostanziale continuità rispetto alla dominazione romana. Nel periodo bizantino furono erette diverse chiese a croce greca, tuttavia molto rare sono le tracce pittoriche che potessero essere coinvolte in questo progetto di ricerca. La chiesa di San Salvatore ad Iglesias presentava delle pitture murali irrimediabilmente perdute, a S. Andrea Priu in Bonorva vi sono dipinti murali datati tra il IV e l'VIII secolo, nell'Ipogeo di San Salvatore a Cabras vi sono tracce di pittura datate a diversi periodi non ben precisati, e sempre tracce di pittura potrebbero trovarsi nella necropoli di Bonaria a Cagliari. In alcune chiese del periodo vi sono lacerti di mosaico, segno distintivo dell'epoca e della civiltà bizantina. Nella Basilica di S. Saturnino, a Cagliari, sono presenti su una parete, delle decorazioni a forma di croce, di colore rosso, ma non trattandosi di un apparato decorativo completo, quanto di richiami cromatici, si ritiene che queste non possano essere rappresentativi della tecnica pittorica parietale bizantina.

Il periodo bizantino in Sardegna non è stato dunque inserito all'interno di questo percorso di ricerca per ragioni strettamente «materiche», ovvero perché i rinvenimenti non presentano quelle caratteristiche policrome tali da offrire elementi rilevanti per l'oggetto della ricerca.

Vi è poi il periodo medievale, un periodo di circa mille anni, in cui si ridisegnano i sistemi sociali, politici, economici di tutto il continente europeo. Scrive Le Goff:

«Nel 476 l'ultimo imperatore romano viene cacciato da Roma e sostituito da un re barbaro, Odoacre: è la fine dell'Impero Romano, ma al di là di questo grande avvenimento politico, è la fine dell'Antichità». (Le Goff, 2007)

Il viaggio nella policromia entra in un periodo storico di grande fascino in cui il tratto comune per l'arte e la cultura è la «visione metafisica del mondo». (Hauser, 1955)

I siti di riferimento per l'età medievale in Sardegna stanno a cavallo tra l'età giudiciale (1.000-1410 d.C.) e quella aragonese e spagnola (1326-1718 d.C.). La storia della pittura murale medievale in Sardegna si è a lungo limitata al ciclo di affreschi dell'abside mediana della chiesa dell'abbazia della Santissima Trinità di Saccargia, in Cordongianus, a cui si affiancavano altri esigui brani quali il dipinto murale di San Simplicio di Olbia e quelli di San Lorenzo di Silanus, poiché fino a pochi decenni fa il ciclo pittorico di Saccargia era

l'unico esempio di pittura murale quale apparato decorativo completo di cui si avesse notizia sul territorio sardo. Alcuni importanti restauri e fortuiti ritrovamenti hanno permesso di aprire nuovi dibattiti intorno ad un patrimonio artistico che inizia a configurarsi come piuttosto articolato. Parte di questi dipinti murali sono stati inseriti all'interno di questo progetto di ricerca al fine di caratterizzare le tecniche artistiche e materiali impiegati, affinità e discontinuità negli apparati decorativi, e dove sia possibile, identificare i materiali utilizzati nel restauro.

I siti facenti parte del progetto, grazie ad una convenzione aperta con la Soprintendenza dei Beni Architettonici e Paesaggistici storici artistici ed etnoantropologici per le province di Sassari e Nuoro (BAPSAE SS), e in accordo con l'Ufficio per i Beni Culturali Ecclesiastici per le province Alghero-Bosa, Nuoro e Sassari, sono: la chiesa di S. Pietro in Galtellì (NU), la chiesa di Nostra Signora de sos Regnos Altos in Bosa (NU), la chiesa di San Nicola di Trullas in Semestene (SS), la chiesa dell'abbazia della Santissima Trinità di Saccargia in Codrongianus (SS).

Non dovremmo immaginare il territorio sardo, costellato di chiese in stile romanico, ricco di murature a vista, ma piuttosto come spazi sacri spesso ospitanti pitture murali andate perse nel tempo, nel suo scorrere inesorabile, per la mancanza di manutenzione, per il passaggio dell'uomo e il cambiamento dei suoi canoni estetici di gusto e bellezza.

La scelta dei siti da inserire nel progetto di ricerca è influenzata sia dall'esiguità del numero stesso dei dipinti murali giunti fino a noi, sia dalla conferma che, pur essendo i più rilevanti sul territorio regionale, su di essi non sono state effettuate delle campagne diagnostiche estensive per la caratterizzazione delle tecniche pittoriche, né sono state sottoposte a campagne di monitoraggio ambientale o protocolli di conservazione preventiva. Quasi tutto ciò che sappiamo di questi dipinti murali è raccontato dalle voci degli storici dell'arte che avanzano proposte di datazione sulla base dei pochi documenti rimasti e si animano in confronti stilistici dei cicli murali sardi con quelli presenti nella penisola italiana senza entrare nel mondo microscopico del colore, dei materiali costitutivi, del mistero del restauro, perché purtroppo le relazioni più datate sono talmente lacunose da non riportare nello specifico dell'utilizzo dei materiali impiegati.

Da qui l'esigenza di un lungo e complesso lavoro di caratterizzazione che ha limitato le possibilità di sperimentazione del progetto di ricerca e dal quale tuttavia non ci si è potuti esimere a fronte di un allargamento delle conoscenze così significativo su questi preziosi manufatti.

Pochi sono i cicli murali conservatisi in Sardegna, e vogliono essi fare da trama in questo scritto lungo le vie dell'arte isolana.

1.3 Architettura e policromia: perché studiare il colore

L'uomo moderno ha una concezione delle città, delle sue architetture e dei suoi paesaggi fortemente condizionata dalle accezioni positive e negative con cui l'uomo stesso ha etichettato i vari periodi storici.

Così immaginando una passeggiata nei fori dell'antica Roma si tende a immaginarli ricchi di statue dalle candide tonalità marmoree, lucide e cromaticamente "nude" così come sono oggi esposte nei musei. Eppure il mondo dei romani era molto colorato, così osservando con occhio attento le statue, in alcune si scopriranno tracce di colore e le pennellate color porpora sui bordi della toga degli antichi cittadini romani, simbolo del loro *status*; così le donne, nelle affollate vie di Roma, si notavano per i loro coloratissimi abiti, in particolare lo scialle, o *palla*. Le statue si colorano allora di rosso sulle labbra e rosa sul viso, le vesti assumono colorazioni dal rosso all'azzurro accendendosi nella nostra mente di una luce colorata in contrasto con la comune ammirazione odierna di quello che un romano considererebbe "grezza statuaria".

La vivacità policroma dei romani è arrivata fino a noi attraverso i ritrovamenti archeologici di intere pareti decorate all'interno di antiche *domus*: i dipinti murali ricoprivano interamente la struttura architettonica riproducendo false aperture, tendaggi, mobili e paesaggi, a volte alternandosi a vere aperture sul giardino interno in un gioco di colori che non lasciava spazio al non rifinito. La decorazione parietale di queste case è ancora *status*, è racconto, è l'identità sociale e culturale del *dominus* e della sua famiglia poiché solo le famiglie più agiate potevano permettersi tale ornamentazione. Quel che oggi ai nostri occhi può apparire un rudere, o un frammento di vita spezzato, va immaginato in questo contesto in cui è il colore, e non la struttura architettonica, nascosta e dissimulata in un gioco di luce e illusione, a predominare sulla casa romana. Lontano dal gusto contemporaneo in cui le forme architettoniche spesso prevalgono sulla sfera cromatica, ecco come la pellicola pittorica diventa una *facies* imprescindibile dell'identità del luogo.

Nessuna epoca nasce senza radici, scollegata dal suo passato, e nessuna epoca passa senza preannunciare i segnali di quella successiva: così dopo il crollo dell'impero romano, si aprì un periodo storico che a partire dal Quattrocento, e soprattutto nel Cinquecento, diverrà noto come «Medioevo», un periodo percepito dagli Umanisti come un tempo buio della storia della civiltà, in cui il mondo classico è crollato e ha subito invasioni e violenze che hanno portato al suo imbarbarimento. Al tempo della Riforma, anche tra gli ambienti religiosi, soprattutto protestanti, esso era percepito come un periodo buio poiché racchiude i secoli di decadenza dello spirito della Chiesa. Dopo gli Umanisti, nel Settecento, anche gli Illuministi mantennero il periodo medievale in una sfera oscura per l'offuscamento della Ragione: bisognerà aspettare il romanticismo e la moderna Storiografia per una rivalutazione di questo lungo periodo storico. La moderna storiografia vi riconosce l'origine dell'Europa Moderna, la nascita di nuove culture e il delinearsi delle civiltà, bizantina, islamica e germanica, che daranno origine a quella che per secoli resterà la divisione del mondo conosciuto: Oriente, Occidente, Arabo. Non bisogna peraltro dimenticare che proprio in questi secoli vi è l'origine delle lingue neolatine, delle innovazioni tecnologiche che porteranno a sistemi produttivi ed economici diversi rispetto al passato: nel Medioevo nacque il capitalismo. I Romantici, che esaltavano il sentimento a svantaggio della ragione, celebravano le maestose rovine delle antiche vestigia

romane, ma anche l'amore per la patria, l'importanza della fede: da qui la rivalutazione del Medioevo per la sua sfera sacra e spirituale.

Eppure, col passare dei secoli, l'uomo ha dimenticato che dietro il "romantico rudere" si nascondeva un mondo dai colori perduti: così, sulla scia del fascino del passato, ma con gli occhi del presente, si sono creati degli immaginari collettivi che non solo ancora oggi spesso deviano la nostra rappresentazione del paesaggio urbano del passato, ma hanno portato, soprattutto nell'Ottocento, a interventi di manutenzione e restauro invasivi.

Sin dai tempi più remoti le superfici architettoniche si presentavano intonacate, anche laddove il nostro immaginario suggerisce edifici costituiti da grossi blocchi di pietra e privi di malte come nell'architettura greca, o edifici monumentali con muratura a vista come quelli romani: tutti questi paesaggi urbani vanno re-immaginati rivestiti di uno strato di intonaco sottilissimo e variamente pigmentato, o addirittura rivestiti da uno strato vero e proprio di intonaco. Nel periodo romano Vitruvio stesso definì con quali modalità e materiali dovesse essere realizzato l'intonaco ponendo grande attenzione che durante la finitura si usassero sabbie poco porose e prive di frazioni argillose per una maggiore durabilità dell'intonaco stesso. L'intonaco era quindi uno strato di protezione della struttura architettonica che poteva assumere l'apparenza di uno strato pigmentato con conseguente identificazione cromatica dei luoghi e dei paesaggi urbani.

Le superfici architettoniche potevano essere impreziosite con due ulteriori accorgimenti: applicando alla struttura materiali lapidei naturali e/o artificiali scolpiti e usati ad uso ornamentale, o decorandone le superfici con motivi o vere e proprie storie. Queste pratiche si useranno per secoli.

La caduta dell'impero romano causò dei cambiamenti all'interno dei cantieri architettonici e nel modo di costruire, ma l'uso dell'intonaco di calce rimarrà una costante con funzione protettiva e decorativa: per tutto l'Alto Medioevo le murature erano spesso costituite da materiale dalla pezzatura irregolare, disposto in modo disordinato, talvolta talmente disordinato da essere celato alla vista tramite la stesura di strati di intonaco bianco sul quale venivano incisi dei corsi a imitazione dei conci. Indicativamente dopo il Mille le murature esterne degli edifici ecclesiastici, costruite in conci e bozze lapidee, iniziarono a mostrarsi interamente "a vista", mentre gli interni alternavano la muratura a vista con pareti intonacate sia con funzione decorativa semplice che quale supporto alla stesura di dipinti murali. Gli intonaci predisposti per la stesura pittorica erano spesso costituiti da più strati di spessore differente e decrescente così come decrescente è la granulometria degli inerti utilizzati al fine di ottenere una superficie liscia. Lo strato più profondo, più spesso e costituito da materiale più grossolano è chiamato *rinzaffo*: aderente alla muratura, a base di calce e sabbia, costituiva il supporto per gli strati successivi. Al di sopra si trova l'*arriccio*, uno strato intermedio costituito da materiale a minore granulometria, il cui nome deriva dalla sua superficie "arricciata", aggrappo per gli strati successivi. Si aveva poi l'intonaco vero e proprio, uno strato sottile di

malta e sabbia a fine granulometria, rifinito con l'operazione di lisciatura, e l'ultimo strato o *intonachino*, un sottilissimo strato a base di calce e sabbia finissima rifinito fino ad essere particolarmente liscio.

"Il Medioevo non ama le grandi superfici monocrome. Non si dà, nel Medioevo, un edificio con una facies avvicicabile alle nostre 'monotone' superfici industriali, meno che meno tutte bianche" (Fachechi, 2015) scrive la Fachechi spiegando che è la stessa pittura di quei secoli a restituirci paesaggi inequivocabili: visioni e scorci urbanistici medievali multicolori. La conferma viene da tracce di trattamenti coloranti rinvenuti su moltissimi monumenti: e questa pratica non era tutta medievale, ma addirittura romana (Intonaci colore e coloriture nell'edilizia storica: atti del convegno di studi, Roma, 25-27 ottobre 1984., 1986), per quanto a noi possa sembrare difficile immaginare le murature romane, così regolari, ai nostri occhi e al nostro gusto già decorate nella loro superficie sobria, ricoperte di uno strato più o meno spesso di intonaco il cui scopo era renderle omogenee, esaltarne i colori naturali, cercare l'armonizzazione cromatica, creare una muratura ideale, perfetta nella forma e nel colore.

La società medievale era permeata da una religiosità così forte e diffusa che gran parte delle risorse dei centri abitati venivano destinate all'edificazione di nuovi edifici religiosi o alla manutenzione e ampliamento di quelli preesistenti. Lo stesso termine *duomo* è una derivazione volgare del latino *domus*, così la casa di Dio era la casa di tutta la comunità che contribuiva come poteva, in caso di povertà anche offrendo la propria manodopera, alla costruzione di grandi chiese in onore di Dio. Nei primi secoli del Medioevo i territori del continente europeo subirono guerre, invasioni, epidemie, danneggiamenti per incuria: le difficoltà della vita quotidiana erano sostenute dalla fede in Dio e dalla speranza della vita oltre la morte. Quando, alla fine dell'Alto Medioevo si instaurò un sistema di relativa tranquillità e ripresero i commerci, la mobilitazione delle persone crebbe al punto che masse di pellegrini iniziarono a visitare i grandi centri della fede in cui erano state erette degli edifici religiosi. Chiese e cattedrali sorsero ovunque diventando il simbolo della fede e della ricchezza della città, decorate sia all'interno che all'esterno in modo sobrio a sottolineare la solidità e la monumentalità della costruzione. Le murature esterne iniziano ad essere spesso lasciate a vista o realizzate in mattoni o pietra, mentre l'interno è spesso affrescato con racconti biblici.

Tornando in Sardegna, dopo l'anno Mille i Giudici aprirono le porte agli ordini monastici e il loro territorio si disseminò di chiese medievali in stile romanico. La maggioranza di esse si presenta e si presentava con una muratura esterna realizzata in pietre a vista, tipica dello "stile" del tempo.

La policromia è condizionata dai luoghi, dai materiali disponibili sul territorio, dalle disponibilità economiche, dalla tradizione culturale locale che influenza le modalità con cui si combinano i materiali e formano disegni decorativi. L'obiettivo della decorazione era l'annullamento della monocromia della superficie *"in linea col principio basilare dell'estetica medievale"* (Fachechi, 2015). La policromia lapidea sarda

nei secoli medievali si caratterizzò per l'utilizzo di materiali locali poveri: calcari chiari, trachiti verdi e nere, inserti ceramici.

Gli interni potevano variare presentando murature a vista, intonaci bianchi o debolmente pigmentati, ricche decorazioni parietali e cicli pittorici. Il numero esiguo di questi lasciti del passato non deve però lasciar pensare che l'arte pittorica parietale in Sardegna fosse scarsamente utilizzata. Durante la seconda metà dell'Ottocento, infatti, la corrente restaurativa che aveva dapprima investito la Francia, arrivò anche in Italia. Scrive Eliana Billi che quando «[...] l'Italia unita decise di restaurare i suoi monumenti medievali, sposò la tendenza allora dominante in Europa del restauro "in stile". Riportare le architetture dell'Età di mezzo agli assetti delle origini, alle forme e alle cromie con cui erano state concepite fu una sorta di imperativo della conservazione che, forte di una base ideologica che vedeva nei monumenti medievali le nuove glorie nazionali del paese unito, divenne lo strumento principe della restituzione "tangibile" del Medioevo. L'Italia conosceva poco quel periodo storico nelle sue forme architettoniche e artistiche, ma nell'idea di ritrovarle, di restituirle al paese attraverso i restauri, studiò da vicino molti monumenti fino ad allora ignorati dalle ricerche sul passato.» (Billi, 2014)

Lo studio del Medioevo fu complesso perché ogni regione «andava scegliendo il "suo" Medioevo», scrive ancora la Billi, secondo le caratteristiche dominanti a livello locale, rendendone ancora più complessa la lettura. Perché la complessità della questione medievale e l'influenza della storia del restauro su questi monumenti sia resa più esplicita, si aprirà una breve parentesi sul restauro in Italia nel corso dell'Ottocento. Tra i protagonisti degli interventi di restauro in Sicilia, ad esempio, vi fu Giuseppe Patricolo, che nel suo primo restauro a Santa Maria dell'Ammiraglio a Palermo si presentò come colui che avrebbe restituito l'aspetto originale e nuova gloria alle architetture medievali territoriali (La Monica, 1985). Patricolo, sottolineando la necessità del ritrovare le tracce dell'aspetto originale dell'edificio, rimuove tutte le superfetazioni barocche, gli intonaci e i marmi policromi del Settecento fino a riportare in vista le murature. Proprio in quegli anni, anche le altre regioni italiane iniziano le loro campagne di restauro su monumenti medievali. Particolarmente illuminanti sono alcuni scritti lasciati dai protagonisti dei restauri sul Medioevo in Toscana, in particolare a Lucca. Nel 1834 Michele Ridolfi era stato incaricato del restauro della chiesa di Santa Maria *foris portam*: la rimozione sistematica e puntuale degli intonaci in nome della ricerca delle tracce del Medioevo era stata battezzata come "la procedura" da seguire, procedura che comportò la perdita di tutte le superfetazioni storiche dell'edificio e la sua restituzione al pubblico con muratura a vista. Si tratta di uno dei primi interventi a livello europeo che porteranno alla presentazione della nudità degli edifici medievali (Conti, 2002) a cui ne seguirono molti altri in cui la ricerca dell'originale medievale viene perpetrata attraverso interventi e rimozioni drastici.

In un documento del 29 Luglio 1851 della Commissione di Incoraggiamento delle Belle Arti e Manifatture di Lucca, relativo al ripristino delle forme dell'antica chiesa di S. Salvatore affidato all'architetto Cesare Lazzarini, e riportato dal Morolli si legge: «Innanzitutto si dovranno scrostare tutti i muri e le volte, demolire le cornici e cornicione, archi e tutto quanto esiste di incrostato in tutta la chiesa, sia internamente che

esternamente; anche i pilastri saranno ben scrostati e scoperto tutto il pietrame, ben puliti e lavati in modo da rimettere la pietra nel suo primo stato [...] resi piani e con piano regolare dallo scalpellino ben martellinati; sulle pareti il nuovo intonaco verrà poi segnato a pietre, con ferro, in modo che si lasci un'incisione fonda almeno la 24esima parte di un'oncia (un solco di circa 2mm) e della medesima larghezza, il tutto colorito a pietrame e precisamente con quelle semplici venature come le presentano le vere pietre a marmo» (Morolli, 2002).

Eppure sulla tematica della policromia è interessante leggere quanto scrive Ridolfi, sempre nel corso dell'Ottocento, a proposito della cattedrale di S. Martino, le cui origini risalgono almeno all'VIII secolo: *«che le interne pareti delle navi minori si destinassero nella costruzione ad essere dipinte con figure e storie di santi, fino ad una certa altezza, ne è prova il vedere che dalla soglia delle finestre al piano, il muro non solo non ebbe il paramento marmoreo come nella parte superiore, ma sporge di parecchi centimetri, ingrossato a quanto sembra perché meno avesse a sentire l'umidità. Fu d'altronde costante consuetudine de' tempi cui appartiene la cattedrale, che le mura delle fabbriche sacre fossero, in tutto o in parte, dipinte con devote immagini, con istorie del vecchio e del nuovo Testamento; [...] Si può quasi sempre asserire, dove non trovasi paramento marmoreo, che quivi le pareti si destinavano ad essere arricchite di pitture. L'arte di que' secoli non avrebbe potuto concepire nelle chiese la desolata e povera nudità degli intonachi, che tanto piacque di poi» (Ridolfi, 1879).*

E' anche interessante osservare come cambi l'aspetto policromo delle superfici medievali durante il Basso Medioevo, dopo l'anno Mille, in accordo con quanto riportato in precedenza sulla "periodizzazione architettonica medievale". Artistide Nardini Despotti Mospignotti, architetto, scrive sul Battistero di S. Giovanni a Firenze nel 1873 che il "policromismo" dell'architettura medievale è eredità del mondo antico, ma mentre nel mondo antico il colore degli edifici era una reale pittura architettonica, ovvero un rivestimento policromo della superficie, nel periodo medievale erano i lapidei stessi ad apportare colore (Nardini Despotti Mospignotti, 1902). Poiché dunque la questione medievale è così complessa, non ci si può porre davanti a questi monumenti in maniera acritica e avulsa dalla sua storia. Conclude Eliana Billi:

«Chiunque oggi contempi un edificio medievale non può prescindere dal porsi una domanda: "Quanto c'è di veramente "medievale"? I restauri di ripristino del XIX secolo hanno per sempre segnato il nostro modo di guardare all' arte del Medioevo, ponendo su di essa un filtro difficile talvolta da individuare, di cui non sempre si ha consapevolezza. L'indagine sulla storia di quei restauri è utile a ricostruire le componenti di questo filtro e la cultura del colore è una di queste. Cercare di rintracciarla nel pensiero di coloro che operarono e scrissero per la conservazione del patrimonio medievale ci consente di interpretare le scelte operative del restauro, quelle che nella realtà fisica del monumento ne condizionarono l'aspetto.

Il nesso colore-Medioevo è, al di là della verità storica di cui oggi siamo consapevoli, uno dei prodotti della cultura ottocentesca che va indagato per dimostrare come le trasformazioni che i nostri monumenti medievali hanno subito, spesso difficili da leggere sul monumento stesso, spesso di nuovo cancellate dalla storia, possono essere ricostruite con una riflessione accurata su quale cultura le ha prodotte.» (Billi, 2014)

La ricerca del Medioevo e l'iniziale consapevolezza cromatica dei monumenti medievali dell'Ottocento, ha dunque generato i panorami dell'immaginario collettivo attuale, e appare ipotesi plausibile che questi interventi radicali abbiano interessato il territorio policromo sardo più di quanto non sia esplicitamente raccontato, che vi fossero dunque più chiese romaniche con pitture murali rispetto a quelle che conosciamo oggi, che si siano perse queste tracce del passato senza poterne valutare l'entità e senza estremi per dipingerle nell'immaginario collettivo. D'altronde, che importanti e poco filologici interventi di restauro a livello architettonico, siano stati fatti in Sardegna tra Ottocento e Novecento è fatto noto, basti citare l'ingresso della Basilica della Ss. Trinità di Saccargia, a Codrongianus (Gizzi, 2007).

Ecco una delle motivazioni per cui studiare il colore: per riscoprire l'identità e il messaggio dei luoghi attraverso una lettura critica delle loro superfici policrome.

La pellicola pittorica porta con sé numerose informazioni: è identitaria del luogo per la quale è stata concepita e messa in opera, è portatrice di racconti e messaggi, racchiude in sé la storia della tecnica e dei materiali messi in opera dagli antichi maestri pittori.

Gli aspetti tecnici e materici nascondono storie cadute nell'oblio: la preparazione dei materiali, il vocio degli artigiani che montarono le pontarie e iniziarono a trasformare un muro bianco in un apparato decorativo, in un ciclo di storie che parla del sacro, che parla di Dio.

I materiali selezionati, le loro proprietà e la loro messa in opera rivelano scelte tecniche precise, la disponibilità economica del committente, l'importanza del luogo, e poiché queste policromie raramente sono arrivate al giorno d'oggi senza subire interventi di manutenzione e restauro, anche questi segni sono fardello della pellicola pittorica: lo studio delle policromie può aiutare a identificare i materiali di restauro laddove non vi siano relazioni tecniche dettagliate o le informazioni siano andate perdute.

L'ingresso della tecnologia digitale al servizio della cultura ha consentito, soprattutto negli ultimi anni, di sviluppare delle ricostruzioni virtuali tridimensionali basate su ricostruzioni più o meno rigorose a livello metodologico, di fronte alle quali capita di provare un senso di disapprovazione o scetticismo, ancor più se queste ricostruzioni sono portatrici di troppo "colore", poiché il nostro gusto estetico collettivo si è conformato nel tempo ai canoni del XX secolo. Le ricostruzioni virtuali sono da considerarsi in ogni caso come ipotetiche e non assolute per l'impossibilità di rilevare l'intensità e la tonalità dei colori così come era. Si tratta tuttavia di strumenti che rendono evidente come un edificio "nudo" o "vestito" di colore venga percepito in modo differentemente in base alla propria epoca estetica e storica.

In epoca medievale l'abito di colore era parte integrante del concetto di bellezza di un edificio, per quanto questo non debba far pensare che gli edifici fossero completamente "colorati": ogni azione di policromatura aveva l'obiettivo di esaltare la perfezione della struttura stessa.

Sul finire del Medioevo, lentamente scema l'usanza di rendere policrome le sculture ospitate nelle facciate degli edifici, fino a che in età gotica e tardogotica si assiste alla sempre più diffusa colorazione

tonale a imitazione dei lapidei fino alla nascita di un gusto che apprezza i materiali a vista. Nei secoli la predominanza del colore subisce alterne fortune: nell'Ottocento, per quanto il colore sia riconosciuto come elemento identitario dell'epoca medievale, viene in qualche modo marchiato quale errore estetico.

L'insieme delle conoscenze storico-artistiche e tecnico-materiche apre dunque le porte ad un mondo antico e ne rivela le sfaccettature spesso dimenticate, nonché informazioni preziose per la redazione di programmi di manutenzione e restauro puntuali che consentano di trattare la superficie pittorica in vista dell'insieme, per quella preziosità che rappresenta: parte essenziale di un *unicum*.

1.4 Criticità rispetto allo studio della policromia

Il termine *policromia* si usa per descrivere la presenza di più colori su un supporto materiale di vario genere. È evidente che le arti figurative non possono prescindere se fin dalle epoche più antiche l'uomo ha usato vari materiali colorati per esprimere la propria realtà e credenza. È altrettanto evidente come il significato e l'importanza di una creazione artistica non sia da ricercare solo nella sua matericità, ma in ciò che l'opera comunica nel modo in cui specifici materiali sono stati scelti e plasmati. Tuttavia la sopravvivenza di ognuna di queste opere dipende dai materiali che le compongono, dal naturale degrado, dalle condizioni ambientali, dall'intervento dell'uomo: la loro conoscenza diventano fondamentali in sede di valutazione di interventi di conservazione e restauro.

Il presente progetto di ricerca si occupa della policromia dei dipinti murali, che indipendentemente dalla tecnica di realizzazione impiegata, si costituiscono di strati, di cui almeno uno è una stesura pittorica.

La percezione del colore inoltre esprime una sensazione sia di tipo fisiologico che soggettivo dell'occhio umano che è sensibile alle radiazioni elettromagnetiche comprese nell'intervallo della luce visibile; tale sensazione può peraltro essere influenzata dalla sorgente di illuminazione del soggetto osservato, dalla sensibilità dell'occhio alla radiazione luminosa e dalle interazioni tra la luce che arriva sull'oggetto e la materia stessa. Appare evidente come dare delle definizioni oggettive sia complesso senza l'aiuto di categorie o strumenti che riportino le caratteristiche della materia a dei sistemi di riferimento.

La fisica spiega come, nonostante il nostro mondo sia colorato, non esistano oggetti colorati, ma oggetti la cui materia assume quel colore in determinate condizioni di illuminazione. La spiegazione all'apparente "non esistenza" del colore fu spiegata da Newton: la luce "bianca" contiene tutte le lunghezze d'onda dello spettro visibile ed esse vengono assorbite o emesse selettivamente da un oggetto. Le radiazioni elettromagnetiche che incidono su una superficie possono essere trasmesse, riflesse o assorbite: il colore nasce dalla combinazione di questi tre elementi, ovvero dalla scomposizione dello spettro elettromagnetico e dall'assorbimento della luce, regolato dalle frequenze di risonanza dei materiali.

Quando la luce incidente interagisce con la stesura pittorica, poiché essa intercorre tra più mezzi aventi diverso indice di rifrazione (pigmento, legante, inerti), parte della radiazione viene riflessa e parte della

radiazione viene assorbita dal film pittorico, dove essa subirà ancora una serie di riflessioni e assorbimenti selettivi di colore da parte delle particelle di pigmento. La parte riflessa della luce bianca dopo le interazioni e le riflessioni all'interno del mezzo, è quella che tornata in superficie fa percepire il colore dello strato pittorico come colorato.

I colori che si ottengono dalla mescolanza dei pigmenti seguono la sintesi sottrattiva dei colori: la vibrazione di risonanza dei materiali assorbe energia a una determinata frequenza sottraendo quel colore allo spettro della luce; i raggi le cui frequenze non corrispondono alla frequenza di risonanza del materiale lo attraversano se questo è trasparente o traslucido, o vengono riflessi se il materiale opaco.

La pellicola pittorica ha uno spessore molto variabile, da una a diverse decine di micron, costituita da una o più sostanze colorate, i *pigmenti* o i *coloranti*, disperse in un *medium* avente funzione legante tra le particelle e il supporto.

I pigmenti sono polveri fini, colorate, dalla granulometria variabile, insolubili nel *medium*, col quale formano un composto più o meno denso che in fase di stesura manifesta proprietà coprenti.

I coloranti sono sostanze trasparenti, solubili, in grado di portare il proprio colore al mezzo trasparente in cui sono disperse, il *medium*, per fenomeni di inclusione, assorbimento o per la formazione di legami chimici stabili.

I colori usati in pittura in antichità sono perlopiù a base di minerali finemente macinati: i loro colori sono generalmente determinati dalla natura degli atomi di metallo in essi contenuti. I pigmenti dal colore forte sono perlopiù quelli contenenti i metalli di transizione della tavola periodica. I composti inorganici quali cristalli, sali e atomi di metallo sono ioni, ovvero poiché mancano di elettroni possiedono una carica elettrica positiva che viene compensata dalle cariche elettriche negative degli ioni di elementi non metallici vicini quali come esempio ossigeno, cloro, zolfo. Questi ioni si trovano all'interno dei cristalli e sono uniti da un'attrazione elettrica talmente forte che funge da collante e rende i cristalli resistenti e difficili da macinare. I metalli di transizione restituiscono del colore perché le transizioni elettroniche hanno frequenza di risonanza che cade nel *range* visibile dello spettro elettromagnetico. Questa energia, o frequenza, varia in base alla collocazione dello ione nel reticolo e in base ai componenti chimici cui si lega: per questo un determinato ione non fornisce un unico colore. Così lo ione rame, i cui sali assorbono la parte rossa dello spettro elettromagnetico, restituiscono un colore verde-azzurro la cui quantità di verde e azzurro dipende dalla natura chimica degli ioni che lo circondano. In altri composti, come in quelli del ferro, la collocazione degli elettroni può limitare l'assorbimento della luce: il colore rosso dello ione ferro è dato dal movimento di un elettrone da un ossigeno vicino allo ione ferro.

Ma come si presenta lo strato pittorico? La sua complessità può essere spiegata con un'osservazione in direzione perpendicolare alla superficie dipinta: infatti la struttura di un dipinto è costituita da diversi

elementi, tutti essenziali per l'esistenza la stabilità dell'opera stessa. In particolare, non esiste dipinto senza supporto e spesso anche di uno strato preparatorio predisposto per la stesura della pellicola pittorica: nei dipinti murali si ha uno strato di intonaco accuratamente preparato e steso. Lo strato pittorico può essere costituito da uno o più strati di pigmento disperso in un legante, talvolta con aggiunta di inerti. In antichità poteva succedere che le superfici murali dipinte venissero trattate con uno sottile strato di cera al fine di proteggere la pittura stessa, ma col tempo questa usanza andò in disuso.

Scrive Philip Ball: *“un quadro non può mai considerarsi ultimato. Nessun artista ha dipinto un'immagine congelata nel tempo: tutta la pittura è in continua evoluzione, ogni scena è destinata a ridistribuire i propri contrasti tonali via via che il tempo compie la propria opera sui pigmenti. [...] Quando il pittore è ormai diventato polvere, il tempo – spesso nella persona di un restauratore troppo zelante – continua a rimodellarne i colori, qua scurendo e là scolorando, beffandosi dei tentativi di esprimere ponderati giudizi sulle intenzioni coloristiche del creatore dell'immagine. Perfino il semplice atto di pulire è, come ha sottolineato un restauratore, «un atto di interpretazione critica». Bisogna quindi chiedersi: esiste la versione “originale” di un'opera? Quanti ritocchi può sopportare un quadro prima di diventare in pratica una copia sovrapposta, per quanto eseguita con sensibilità? [...] Ritengo che sia possibile ricostruire con notevole accuratezza le intenzioni e le tecniche dell'artista, tramite un restauro diligente e un'analisi scrupolosa dei campioni dei pigmenti.”* (Ball, 2001)

La pellicola pittorica è uno strato dallo spessore nell'ordine della decina di micron, unica responsabile della percezione visiva ed emotiva di un dipinto murale, portatrice di significato e delle problematiche del suo supporto. La sua superficie esterna, la più preziosa e la più fragile, sta all'interfaccia con l'ambiente esterno con cui interagisce. Il colore della pittura murale, per quanto resistente quando eseguito con una buona tecnica, è vulnerabile e subisce le variazioni microclimatiche e ambientali dell'ambiente in cui è ospitata. Così la pellicola pittorica rischia di ricoprirsi di sali provenienti dai suoi strati più interni in determinate condizioni ambientali, o il distacco se i materiali sottostanti perdono di resistenza meccanica, screpolature e fessurazioni se tutto il sistema parietale non è stabile, etc.

Inoltre, lo strato pittorico è lo strato su cui si interviene nelle operazioni di restauro. Questi interventi possono causare a loro volta asportazione di materiale, aggiunta di prodotti di restauro, fenomeni di alterazione dei materiali originariamente presenti nel manufatto per interazione con prodotti applicati, etc..

Risulta evidente quanto complesso possa diventare lo studio di una stratigrafia pittorica e la caratterizzazione dei materiali presenti laddove non si abbiano informazioni dettagliate sulla storia del manufatto e le sue vicende. Inoltre, per fenomeni di degrado naturali e ambientali, i materiali costituenti originali possono aver subito variazioni e degrado: una conoscenza approfondita dei pigmenti utilizzati nelle varie epoche storiche e delle loro caratteristiche aiuta a comprendere a quali situazioni è stato esposto il manufatto e riconoscerne i prodotti di degrado. Non bisogna inoltre dimenticare che i campioni di pellicola pittorica che si prelevano in sito sono di piccolissime dimensioni, dell'ordine delle centinaia di micron.

La scelta del punto di campionamento è un'operazione critica importante: il punto di prelievo deve essere valutato sia sulla base delle informazioni che si vuole ottenere, sia tenendo conto che esso risponda a determinati criteri (originalità o meno, ad esempio) perché il campione possa essere considerato di riferimento per una o più campiture di colore. La ponderatezza del prelievo non assicura tuttavia che il campione, una volta portato in laboratorio e preparato per le analisi, presenti le caratteristiche ottimali per una sua approfondita caratterizzazione o che sia perfettamente rappresentativo di tutta la campitura da cui esso è stato prelevato.

La caratterizzazione di dipinti murali antichi è dunque una sfida analitica complessa: tutte le superfetazioni e le alterazioni rendono più complesso non solo lo studio dell'opera e dei suoi materiali costituenti, ma anche quella dei suoi prodotti di alterazione e degrado che possono diventarne parte integrante e indivisibile. Nondimeno qui si trova la storia nella storia, una finestra su un'epoca passata che ancora si mostra con i messaggi più o meno criptati.

CAPITOLO SECONDO

MATERIALI E METODOLOGIE DI RICERCA: IL PROTOCOLLO OPERATIVO

Sono fra coloro che pensano che la scienza abbia una grande bellezza. Uno studioso nel suo laboratorio non è solo un tecnico, è anche un bambino messo di fronte a fenomeni naturali che lo impressionano come una fiaba.

Marie Curie

2.1 I casi di studio e la metodologia di ricerca

La definizione di un progetto di ricerca nasce da una documentazione e una ricerca bibliografica volte a raccogliere tutti gli elementi necessari per mettere a fuoco il fenomeno che si intende indagare. In ambito culturale, e in particolare in questo progetto di ricerca, che coinvolge il territorio regionale e le tecniche artistiche, è stato necessario studiare il territorio regionale, la sua storia, le sue caratteristiche, fino a formulare l'obiettivo specifico e di conseguenza individuare delle aree pilota da indagare. Selezionati gli *unicum* e stabilito il tipo di informazione che si intendeva ottenere, è stato stilato un protocollo analitico di caratterizzazione.

Può accadere che il progetto di ricerca risponda a degli interrogativi aprendone di nuovi. È questa l'ambivalente bellezza della ricerca: da una parte risposte alla naturale curiosità dell'uomo, dall'altra il sorgere di nuovi stimolanti interrogativi. Questa ambivalenza caratterizzerà questo viaggio, meritevole di una ben più lunga sosta analitica.

Il telaio del tempo del presente progetto di ricerca copre dunque due aree temporali della storia sarda, quella tardoantica romana e quella medievale, in cui sono stati individuati sei casi di studio riportati schematicamente in tabella (Tabella 1).

Tabella 1 Archi temporali e siti prescelti. I numeri tra parentesi si riferiscono alla loro localizzazione geografica riportata in Figura 1.

<i>Aree di studio di epoca tardoantica romano</i>	<i>Aree di studio di epoca medievale</i>
<ul style="list-style-type: none">• (1) Tomba delle Spighe e dei Pesci, Tuvixeddu, Cagliari• (1) Tomba di Munazio Ireneo, Cimitero Monumentale di Bonaria, Cagliari	<ul style="list-style-type: none">• (2) Chiesa di S. Pietro, Galtelli (NU)• (4) Chiesa di Nostra Signora de sos Regnos Altos, Bosa (NU)• (3) Chiesa di S. Nicola di Trullas, Semestene (SS)• (5) Chiesa dell'Abbazia della Ss. Trinità di Saccargia, Codrongianus (SS)

Al fine di ampliare le conoscenze del patrimonio culturale in collaborazione con le Istituzioni territoriali preposte alla tutela dei beni culturali oggetto di studio e per l'ottenimento delle autorizzazioni necessarie alle campagne di sopralluogo e campionamento, sono state stilate e firmate delle Convenzioni di Collaborazione tra l'Università di Cagliari e:

- la Soprintendenza Archeologica delle province di Cagliari e Oristano;
- la Soprintendenza dei Beni Architettonici e Paesaggistici storici artistici ed etnoantropologici per le province di Sassari e Nuoro (BAPSAE SS);
- l'Ufficio per i Beni Culturali Ecclesiastici per le province Alghero-Bosa, Nuoro e Sassari.

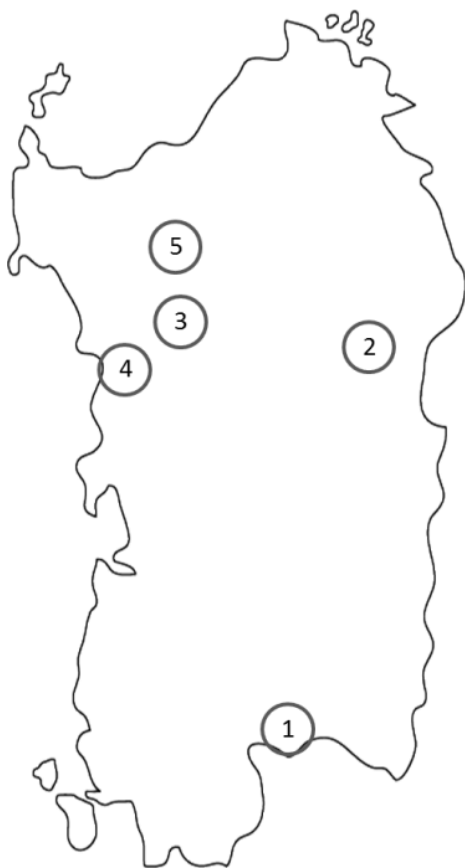


Figura 1 Localizzazione geografica dei siti coinvolti nel progetto.

La campagna di indagine diagnostica ha previsto una fase preliminare di sopralluogo o *screening* del manufatto in cui sono state effettuate osservazioni di tipo macroscopico, sono state scattate le prime immagini fotografiche, sono state avanzate possibilità di analisi non distruttive e le prime ipotesi rispetto alla successiva fase di campionamento in cui si è proceduto al prelievo di microcampioni di pellicole pittoriche e materiali di alterazione documentati fotograficamente.

I campioni tal quali sono stati osservati, documentati fotograficamente e preparati presso i laboratori dell'Università di Cagliari e il laboratorio diagnostico MA2DL (Microchemistry and Microscopy Art Diagnostic Laboratory) dell'Alma Mater Studiorum Università di Bologna (sede di Ravenna), grazie alla stipula di una Convenzione di Collaborazione basata sullo scambio delle competenze e la collaborazione per analisi diagnostiche e loro interpretazione.

Le analisi in microscopia infrarossa in modalità ATR, in microscopia elettronica a scansione e in diffrattometria ai raggi X

sono state realizzate presso il Laboratorio di materiali di Bonaria dell'Università di Cagliari; le analisi in microscopia infrarossa in cella di diamante sono state realizzate presso il laboratorio diagnostico MA2DL. La stesura del presente progetto di ricerca ha previsto una metodologia di ricerca schematizzabile in tre fasi riportate in tabella (Tabella 2).

Tabella 2 Le fasi del progetto di ricerca.

METODOLOGIA DI RICERCA		
Fase 1: definizione degli obiettivi	Fase 2: <i>screening</i> e campionamento	Fase 3: fase operativa
<ul style="list-style-type: none"> • Documentazione e ricerca bibliografica • Definizione obiettivi • Selezione aree pilota • Stipula di accordi di convenzione con le Istituzioni preposte alla tutela 	<ul style="list-style-type: none"> • Sopralluoghi • Documentazione fotografica • Campagna di campionamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Osservazione e documentazione dei campioni • Preparazione dei campioni • Analisi sui campioni • Elaborazione dati

Nella sua prima formulazione, come anticipato, il progetto di ricerca intendeva volgere le sue linee d'azione alla preparazione di standard che consentissero di indagare alcuni trattamenti di conservazione sulla base degli specifici materiali costituenti i beni culturali locali e sui prodotti di restauro su di essi impiegati. Quando la ricerca bibliografica e d'archivio ha messo in luce un vuoto di informazioni a livello di caratterizzazione dei materiali, è stato necessario effettuare un passo indietro per una corretta impostazione del problema. Le difficoltà di gestione dei tempi per le autorizzazioni necessarie a predisporre i sopralluoghi e le campagne di prelievo, nonché la complessità dei campioni, hanno nel tempo dirottato il progetto di ricerca verso una digressione analitica.

Gli obiettivi del presente progetto si sono concentrati sulle problematiche di tipo materico e analitico dei materiali costituenti la pellicola pittorica dei dipinti murali in Sardegna nelle aree temporali in esame, sulle tecniche artistiche impiegate dagli *artifices* e, laddove i campioni e le tecniche analitiche prescelte ne consentano l'identificazione, la caratterizzazione dei prodotti applicati negli interventi di restauro, nonché le interazioni tra il manufatto e l'ambiente.

Le tecniche analitiche utilizzate per lo studio dei campioni sono di seguito elencate.

- *Microscopia ottica*: consente l'osservazione ad alto ingrandimento dei campioni tal quali e in sezione stratigrafica, in luce visibile e ultravioletta, la documentazione fotografica e la selezione di grani o parti di campione.
- *Diffrazione ai raggi X*: consente la caratterizzazione delle fasi cristalline presenti nei campioni.
- *Microscopia infrarossa*: consente la caratterizzazione dei gruppi funzionali presenti nei materiali costituenti il campione e la loro posizione rispetto al punto di analisi.
- *Microscopia elettronica a scansione*: complementare alla microscopia infrarossa, consente la caratterizzazione degli elementi presenti nei campioni e la loro posizione rispetto al punto di analisi.

2.2 Materiali e metodologia

I siti coinvolti nel presente progetto di ricerca possono essere ricondotti a due tipologie: siti ipogeici per il periodo romano e chiesastici per quello medievale. Lo stato di conservazione e la situazione microclimatico-ambientale sono pertanto completamente differenti.

Gli ambienti ipogeici e le chiese medievali selezionati sono siti confinati le cui problematiche di conservazione sono fondamentalmente legate alle relative realtà microclimatiche ed ambientali. In fase di campionamento l'attenzione è stata posta attorno al fulcro di questo percorso: la policromia. Durante le campagne di prelievo sono stati prelevati perlopiù due tipologie di campioni: stratigrafie pittoriche e materiali di alterazione. La fase di prelievo è stata accuratamente documentata tramite fotografie ad alta

risoluzione. Maneggiare campioni di così ridotte dimensioni - si tratta di scaglie la cui lunghezza è inferiore a un millimetro – necessita di accuratezza e precisione.

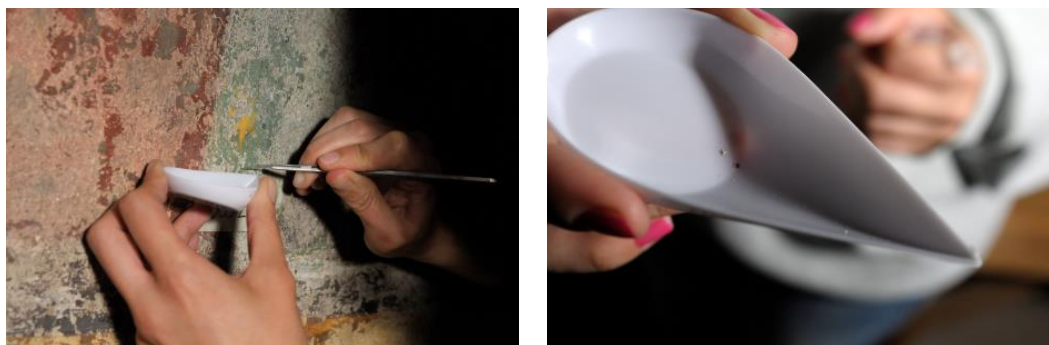


Figura 2 La fase di prelievo dei campioni.

Successivamente i campioni sono stati osservati in laboratorio sotto stereomicroscopio, sia per confermare il colore di prelievo che per selezionare la scaglia che verrà lavorata come stratigrafia pittorica o *cross-section*. Tutti i campioni pittorici sono stati preparati come sezioni stratigrafiche secondo una metodologia che consente di studiare i campioni in microscopia infrarossa senza l'inquinamento della resina di inglobamento. La procedura ha seguito un doppio inglobamento, il primo in un sale trasparente al medio infrarosso, e il secondo in resina per stabilizzare la pasticca di sale.

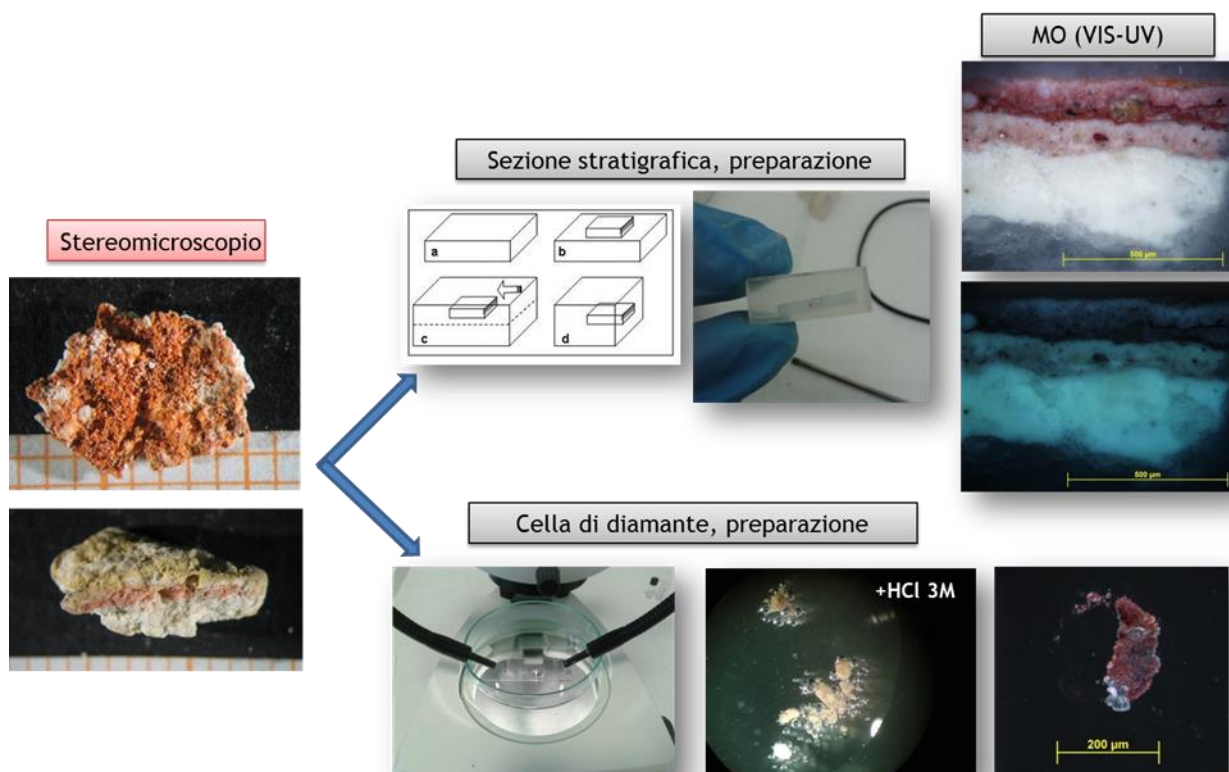


Figura 3 Preparativa dei campioni.

Il campione destinato alla preparazione come sezione stratigrafica è stato documentato fotograficamente, posizionato sulla pasticca di bromuro di potassio o KBr (2 t di pressione per 1 minuto), ricoperto con dell'altro KBr e tenuto sotto pressa (3 t per 2 minuti). La pasticca deve poi essere ridotta per essere poi sottoposta all'inglobamento in resina. Successivamente alla polimerizzazione della resina si procede alla lappatura a secco con l'aiuto di un *holder* tramite della carte abrasive aventi *grit* da 1.000 a 12.000, così da ottenere una superficie di alta qualità in termini di planarità e levigatezza della superficie del campione (Pouyet E., 2014).

Le sezioni stratigrafiche sono state sottoposte a osservazione in campo scuro tramite microscopio ottico Olympus BX51 equipaggiato di oculari fissi (con ingrandimento 10x) e diversi obiettivi (5x, 10x, 20x, 50x e 100x); la documentazione è avvenuta tramite fotocamera scanner Olympus DP70. La luce visibile e ultravioletta utilizzata è rispettivamente data da una lampada alogena da 100 W e una lampada Ushio Electric USH102D. Le microfotografie delle sezioni stratigrafiche in luce visibile e ultravioletta hanno consentito di osservare le microstratigrafie e identificare gli strati costituenti i dipinti murali, il loro numero, il loro spessore, i colori, gli strati di preparazione.

La caratterizzazione di uno strato pittorico e delle varie componenti deve avvenire utilizzando almeno due tecniche tra loro complementari: in questo progetto di ricerca sono state selezionate la microscopia infrarossa in trasformata di Fourier con risposte di tipo composizionale, e la microscopia elettronica a scansione con sonda EDS con risposte di tipo elementale.

La microscopia infrarossa in trasformata di Fourier è stata realizzata tramite microscopio infrarosso Thermo-Nicolet iN10: gli spettri sono stati raccolti in modalità Riflettanza Totale Attenuata (μ ATR-FTIR) a contatto col campione attraverso l'inserimento di uno *slide-on* equipaggiato di cristallo conico di Germanio, che ha consentito di acquisire spettri nel *range* $4000\text{--}675\text{ cm}^{-1}$, con risoluzione spettrale di 4 cm^{-1} , e in modalità Trasmissione in cella di diamante su grani di campione appositamente preparati per l'analisi (attacco acido di HCl 3M). Gli spettri sono stati processati col software dedicato OMNIC Picta™ (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA).

L'identificazione e la distribuzione degli elementi costituenti la sezione stratigrafica sono stati rivelati da un microscopio elettronico a scansione Zeiss Evo LS15 abbinato ad un sistema di analisi ai raggi X (INCA EDS). Il voltaggio di accelerazione del fascio elettronico è di 15 keV (fonte di elettroni LaB6, beam current $20\mu\text{A}$, probe current 140 pA , map dwell $300\mu\text{s}$), necessario per stimolare gli elementi che possono costituire i nostri campioni.

Le analisi diffrattometriche sono state realizzate tramite diffrattometro Rigaku Miniflex II X-ray a polveri, operante con una radiazione monocromatica $\text{CuK}\alpha$ a $15\text{kV-}30\text{ mA}$ (start angle 3° , stop angle 90° , step-size $0.02^\circ 2\theta$., scan speed $0.2^\circ/\text{min}$).

2.1.1 Microscopia ottica (OM)

In ambito diagnostico artistico la microscopia ottica (Optical Microscopy, OM) è la tecnica di osservazione più utilizzata per l'osservazione dei campioni e delle sezioni sottili e stratigrafiche. La grande varietà di colore, densità e morfologia dei materiali costituenti i beni culturali, e in particolare la policromia, può essere osservata, caratterizzata e documentata attraverso un microscopio a luce bianca o in luce polarizzata.

La microscopia ottica è una tecnica analitica non distruttiva nei confronti del campione basata che, grazie a un sistema di lenti, consente di osservare e produrre immagini di campioni dalle dimensioni molto ridotte. In generale l'ingrandimento si misura calcolando l'ingrandimento dell'obiettivo (5x, 10x, 20x, 50x, 100x) per quello degli oculari (10x).

L'osservazione in luce visibile consente l'osservazione del campione o della stratigrafia, la misurazione degli spessori e delle dimensioni di grani, inerti e/o inclusi, l'identificazione qualitativa delle varie componenti.

La sezione viene osservata in luce ultravioletta poiché l'incidenza di questa radiazione elettromagnetica sul campione può attivare fenomeni di fluorescenza che possono aiutare una prima ipotesi sui materiali presenti. L'osservazione in luce UV si basa sulla capacità di alcuni materiali, e in particolare dei loro elettroni di legame, di essere eccitati dalla radiazione ultravioletta a un livello energetico superiore con uno scarto di energia emesso sotto forma di fotoni. L'obiettivo di questo tipo di osservazione è separare la radiazione ultravioletta, molto più debole di quella in luce bianca, così da poter identificare la presenza di materiali aventi questo comportamento. La luce ultravioletta filtrata illumina il campione che emette luce di fluorescenza per lunghezze d'onda maggiori. La luce bianca emessa dal campione viene attraversata da una barriera che filtra la luce riflessa facendo in modo che le componenti fluorescenti siano luminose rispetto ad uno sfondo scuro.

I limiti della tecnica sono legati a questioni tecniche e non: a livello tecnico la qualità delle immagini dipende dalla qualità del microscopio e della fotocamera abbinata; la risoluzione dell'immagine dipende dagli obiettivi a disposizione. In caso di osservazione di sezioni stratigrafiche la planarità della superficie del campione e la sua levigatezza sono fondamentali per la messa a fuoco di tutta la sezione stratigrafica e per la presenza di "graffi" che disturbano la leggibilità del campione. I veri limiti dell'osservazione ottica sono che essa è vincolata a caratterizzazioni di ambito morfologico (forma, granulometria, spessori) e fisico-ottico (colore, trasparenza) più che alla reale caratterizzazione del materiale.

I vantaggi della tecnica sono legati ai bassi costi di acquisto della strumentazione, al poter documentare e osservare campioni di ogni tipo purché si possano posizionare sul tavolo del microscopio, al poter dare delle prime informazioni preliminari e diagnostiche. È evidente come questa tecnica, abbinata a tecniche

analitiche più complesse, quali spettroscopia infrarossa o Raman, possa estendere i suoi vantaggi alla localizzazione di ciò che si sta osservando in una posizione specifica all'interno del campione.

L'osservazione ottica di un pigmento non ne risolve infatti l'identificazione, ma può dare delle indicazioni a livello diagnostico.

2.1.2 Diffrazione ai raggi X (XRD)

La diffrazione ai raggi X (X-Ray Diffraction, XRD) studia e misura gli effetti di interazione tra un fascio di raggi X e la materia. Si tratta di una tecnica sperimentale per lo studio di sostanze cristalline, ovvero di quei materiali che si presentano costituiti, microscopicamente parlando, dalla ripetizione nelle tre dimensioni dello spazio di una cella elementare unitaria. Nell'ambito della diagnostica artistica questa tecnica viene utilizzata per determinare la presenza di sostanze con caratteristiche cristalline, ad esempio calcite, gesso, minerali, sali.

La struttura periodica delle sostanze cristalline, costituita da particelle organizzate secondo famiglie di piani paralleli distanziate da una distanza interplanare $d(h,k,l)$ costante, fa sì che un raggio X incidente possa essere diffratto formando una figura di diffrazione o di interferenza, costituita da massimi e minimi di intensità rilevati dal rivelatore dello strumento e che costituiscono un 'profilo' caratteristico del cristallo che l'ha provocato. Affinché si verifichino questi fenomeni la lunghezza d'onda λ del raggio incidente deve essere comparabile con la distanza interplanare delle famiglie di piani del cristallo.

Per raggi X si intendono quelle radiazioni elettromagnetiche aventi una piccolissima lunghezza d'onda λ , dell'ordine dell'Angstrom, dove $1\text{\AA} = 10^{-10}\text{ m}$.

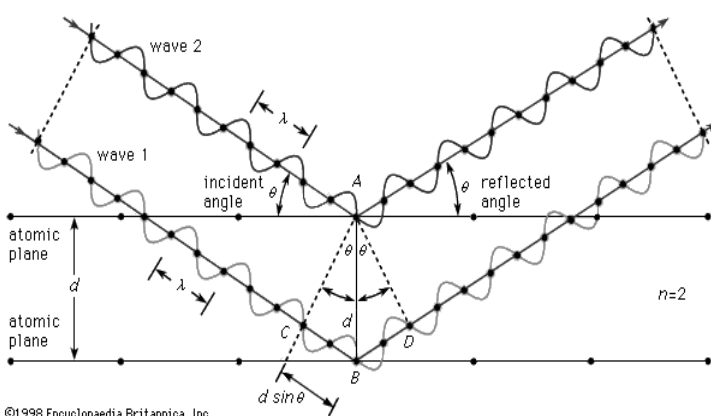


Figura 4 Spiegazione della legge di Bragg.

n è un numero intero, λ è la lunghezza d'onda della radiazione incidente (Figura 4).

Il diffrattogramma è l'impronta digitale di un materiale cristallino cristallo che consente di distinguerlo rispetto ad un altro. I diffrattogrammi sono propri di ogni sostanza per la geometria stessa che essa possiede, tuttavia vi possono essere dei problemi legati all'orientazione preferenziale dei grani all'interno dei cristalli che complicano l'interpretazione dei risultati sovvertendo le intensità relative dei picchi.

La legge fondamentale della diffrazione è la legge di Bragg, che pone in relazione la lunghezza d'onda della radiazione, la distanza tra i piani e l'angolo di incidenza del raggio elettromagnetico secondo la legge

$$2d \sin\theta = n\lambda$$

dove d è la distanza interplanare, θ è l'angolo del fascio di incidenza rispetto al piano

L'interpretazione degli diffrattogrammi non è sempre facile, e di norma ci si appoggia a database aventi una banca dati molto ampia.

I limiti sono legati ai costi dello strumento, alla complessità dei dati da analizzare, soprattutto quando ci si trova davanti a miscele complesse, ma soprattutto la diffrattometria non rileva le sostanze amorfe, una parte fondamentale dei materiali costituenti i beni culturali.

I vantaggi sono la specificità della risposta dei materiali cristallini all'analisi, e il basso limite di rilevabilità dello strumento che si aggira intorno al 3% in volume.

2.1.3 Microscopia Infrarossa in trasformata di Fourier (FTIR, μ FTIR-ATR)

La microscopia infrarossa in trasformata di Fourier è una tecnica di spettroscopia infrarossa in trasformata di Fourier (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FTIR) abbinata ad un microscopio ottico. La tecnica consente di caratterizzare sia materiali organici che inorganici grazie all'interazione tra una radiazione infrarossa (IR) e le molecole del campione in cui si possono attivare energie vibrazionali e rotazionali secondo movimenti detti di *bending* e *stretching*.

La regione dello spettro infrarosso più interessante dal punto di vista analitico, e quella utilizzata in questo progetto di ricerca, è quella del medio infrarosso (MIR o Mid Infrared) che si muove in un *range* spettrale che va dai 4.000 ai 400 cm^{-1} . In particolare, nella regione sotto i 1.500 cm^{-1} , chiamata regione delle impronte digitali o *fingerprint*, cadono bande che sono associate a specifici gruppi funzionali e possono essere utilizzate per l'identificazione di sostanze presenti in matrici di cui non si hanno informazioni. I materiali che non sono attivi nella regione del medio infrarosso possono essere rivelati se lo spettrometro possiede anche un detector per il lontano infrarosso (FIR) il cui *range* spettrale va da 650 a 50 cm^{-1} .

Un raggio infrarosso viene inviato su un campione in cui l'assorbimento di energia è strettamente funzionale ai livelli energetici della molecola e abbassa la radiazione trasmessa. Uno spettrometro raccoglie la radiazione trasmessa rimasta e la restituisce sotto forma di uno spettro che si presenta come una serie di bande caratterizzate da una posizione specifica espressa in numeri d'onda e una intensità che dipende dalla probabilità della transizione che provoca l'assorbimento e la forma.

Le sezioni stratigrafiche vengono preparate secondo differenti procedure: la difficoltà è quella di preparare una sezione stratigrafica con un materiale che sia trasparente al medio infrarosso in modo tale che le analisi sul campione non siano inficiate dai segnali del materiale di inglobamento. I campioni stratigrafici di questo progetto, in vista delle analisi in microscopia infrarossa in trasformata di Fourier, sono stati inglobati secondo la procedura descritta in *Materiali e metodi*, in una camicia di sale igroscopico trasparente al medio infrarosso ed una camicia di resina che consente di ottenere una superficie planare e levigata, oltre che a stabilizzare la sezione stratigrafica quando posizionata negli strumenti.

Le analisi tramite spettroscopia infrarossa sono state condotte in due modalità:

- Riflessione Totale Attenuata, o μ ATR, con punta di Germanio;
- Trasmissione, con analisi di grani in micro cella di diamante.

La tecnica in riflettanza totale attenuata μ -ATR (*Attenuated Total Reflectance*) è spesso usata per campioni eterogenei. Essa si basa sulla riflessione interna della radiazione infrarossa che passa in un cristallo con alto indice di rifrazione in cui si genera un'onda evanescente che si proietta sul campione a contatto con tale cristallo secondo una direzione ortogonale. Per ogni riflessione una parte dell'onda evanescente passa oltre il cristallo e interagisce col campione che la assorbe. La risposta analitica arriva da uno strato di 2-3 μm del campione. La radiazione riflessa arriva al rivelatore e si ottiene uno spettro in riflettanza. Per avere segnale è necessario che il cristallo ATR sia a contatto con la superficie del campione. La dimensione della superficie analizzata viene determinata dall'area di contatto del cristallo che può essere variata tramite *software*.

Con questo tipo di analisi a contatto bisogna prestare grande attenzione in quanto l'area di contatto è sempre molto piccola rispetto alla pressione applicata e può portare danni su superfici particolarmente morbide o modificare la morfologia della superficie del campione.

Recentemente è stato introdotto sul microscopio infrarosso un sistema per mappare la superficie, ovvero un sistema che colleziona un numero di spettri molto alto su una determinata superficie del campione in grado di produrre delle mappe di distribuzione in falsi colori dei composti identificati sulla base delle loro bande caratteristiche.

La microscopia FTIR- μ ATR in modalità *mapping* su *cross-section* pittoriche necessita di tempi di acquisizione dei dati piuttosto lunghi, ma consente di elaborare delle mappature dei materiali presenti a livello stratigrafico, consentendo di differenziare – se i segnali sono buoni e la superficie consente un buon contatto - la composizione del campione strato per strato.

La microscopia infrarossa in modalità trasmessa, per l'analisi dei campioni relativi a questo progetto di ricerca, è stata utilizzata ponendo su una micro cella di diamante un grano del campione che si intendeva analizzare. La preparazione della cella necessita di cura nel prelievo del campione, nel suo posizionamento sulla cella e nella fase di chiusura della cella; a questo punto si schiaccia il campione tra le due celle con apposita attrezzatura, la cella si riapre e si osserva il campione per selezionare l'area da analizzare. Quando la cella è posta sotto il microscopio si procede all'acquisizione degli spettri in trasmissione.

La microscopia infrarossa è una tecnica spesso non distruttiva nei confronti del campione, per quanto lavorando ad alte pressioni la sua superficie possa essere modificata, ma, in particolare per campioni

artistici, necessita di un prelievo di campione e spesso di una sua preparazione specifica per non avere la sovrapposizione dei segnali di molte componenti.

I limiti della tecnica sono legati al fatto che la spettroscopia infrarossa non è il miglior metodo analitico per identificare sostanze dalla struttura chimica molto simile tra loro, ad esempio olio di lino o olio di noce, entrambi fondamentalmente costituiti da trigliceridi. Bisogna inoltre considerare che nei campioni provenienti dai beni culturali è raro trovare una matrice monocomponente. In caso di matrici complesse, lo spettro infrarosso può essere di difficile interpretazione sia per la sovrapposizione dei picchi sia perché la presenza di più componenti può interferire sulla posizione dei picchi caratteristici della sostanza. Inoltre l'assorbimento infrarosso di sostanze inorganiche è in generale molto più elevato di quelle organiche rendendone difficile la lettura quando queste si trovino miscelate in percentuali sfavorevoli alle componenti organiche. Infine in casi di fenomeni di degrado avanzato l'identificazione delle sostanze organiche diventa ancora più complesso, per quanto la loro presenza potrebbe essere verificata indirettamente grazie alla presenza di bande associate ai prodotti di alterazione ad esse associate.

È inoltre necessario ricordare che non tutte le vibrazioni molecolari danno luogo ad assorbimenti nel medio infrarosso: si tratta delle sostanze trasparenti al medio infrarosso, come gli ossidi, eppure tanto diffusi tra i pigmenti.

La tecnica presenta tuttavia dei vantaggi importanti: è possibile indagare composti sia di natura organica che inorganica, sostanze cristalline e amorfe, matrici complesse avendo la possibilità di identificare sia fasi organiche che minerali senza necessità di separarle in fase di preparazione del campione per l'analisi. La microscopia infrarossa consente contemporaneamente di caratterizzare chimicamente una sostanza e di collocarla in un luogo preciso dello spazio; presenta un limite di risoluzione molto basso pari a 10 μm . Nonostante i limiti di caratterizzazione su sostanze dalla composizione chimica molto simile la tecnica consente di differenziare chimicamente specie simili quali oli siccativi, cere, minerali, pigmenti, materiale proteico. In caso di matrici particolarmente complesse il sistema consente di semplificare l'interpretazione degli spettri usando ampi database di sostanze standard di riferimento.

2.1.4 Microscopia elettronica a scansione (SEM, SEM-EDS)

La microscopia elettronica a scansione (*Scanning Electron Microscopy and Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* SEM-EDS) è una tecnica di microscopia che rileva i segnali dell'interazione tra un fascio di elettroni fortemente accelerato e la materia restituendoli come immagini della superficie del campione ad alti ingrandimenti, in scale di grigio, con grande profondità di campo, come fosse una fotografia. Il potere di risoluzione di un SEM a catodo di tungsteno è di 5 nm, in alcuni modelli si arriva fino a 1 nm.

Il SEM consente di ottenere diverse informazioni: la topografia del campione, le sue caratteristiche superficiali, la morfologia, ovvero le forma e le dimensioni delle particelle che costituiscono il campione, e la composizione in elementi con quantità relative.

Il microscopio elettronico a scansione produce un fascio di elettroni a partire da un filamento metallico (catodo) nel vuoto. Gli elettroni vengono attratti verso uno schermo carico positivamente (anodo) e possono formare un fascio con un certo campo elettrico e magnetico. Gli elettroni vengono poi accelerati da un potenziale anodico; con un potenziale di n volt, gli elettroni raggiungeranno l'energia di n elettronvolt (eV).

La dimensione dell'area analizzata dipende dalle dimensioni del diametro del fascio incidente di elettroni, tanto più questo è grande tanto maggiore sarà l'interazione e quindi il numero di raggi X prodotti. Durante l'interazione fascio-campione avvengono diversi fenomeni: differenti particelle o raggi vengono emessi dalla superficie in analisi. Si hanno elettroni secondari, elettroni retrodiffusi, elettroni Auger e raggi X. Ognuno di questi fenomeni forniscono diverse informazioni sulla materia di cui è costituito il campione.

- Elettroni secondari: consentono una ricostruzione topografica del campione poiché provengono dagli strati più esterni del campione e dipendono molto dalla superficie del campione.
- Elettroni retrodiffusi: dipendono dal numero atomico degli atomi che costituiscono il campione. Gli atomi più pesanti emettono più elettroni degli atomi più leggeri. Le zone formate da atomi con numero atomico elevato appaiono quindi più brillanti delle altre.
- Raggi X: danno informazione sulla natura chimica dell'elemento. Gli atomi emettono raggi X quando il fascio elettronico scalza un elettrone dalle orbite energetiche più interne. Questa vacanza viene immediatamente colmata da un elettrone proveniente da uno strato più esterno che nello scendere a un livello energetico inferiore rilascia una quantità di energia sotto forma di raggio X caratteristica per l'elemento stesso.

I campioni non necessitano di particolare preparazione, ma di un requisito fondamentale: devono essere conduttori o resi tali tramite un processo di metallizzazione o sistemi di ponti.

La tecnica è non distruttiva nei confronti del campione, ma necessita che il campione venga posizionata all'interno della camera dello strumento e che resista al vuoto che si formerà dentro la camera ed al bombardamento di elettroni. Una soluzione potrebbe essere quella di lavorare a basso voltaggio: questo consente di osservare la topografia del campione e di registrarne le immagini, ma gli elettroni a bassa energia non sono in grado di eccitare le transizioni dei raggi X necessarie per effettuare le analisi qualitative elementali.

I limiti della tecnica sono legati al tipo di microscopio elettronico a scansione ed all'eventuale necessità di lavorare solo in alto vuoto; la dimensione della camera va considerata in fase di preparazione del campione; infine, se il campione non è conduttore deve essere reso tale.

Tra i vantaggi della tecnica vi è la possibilità di osservare la superficie degli oggetti ad altissime risoluzioni con un'alta profondità di campo che permette di andare oltre eventuali rugosità delle superficie. In combinazione con la microsonda EDS il microscopio elettronico a scansione consente di determinare la presenza degli elementi presenti nel campione (a partire dal Boro e con un limite di rilevabilità pari 0.1 %) e di localizzarli nello spazio. In questo progetto di ricerca è utilizzata come tecnica complementare alla microscopia infrarossa.

CAPITOLO TERZO

VIAGGIO NELLA TAVOLOZZA PITTORICA DEGLI ANTICHI MAESTRI PITTORI IN SARDEGNA

“Debito di ogni cittadino è di conoscere la propria terra [...]. Ogni terra, per piccola che sia, ha avuto qualcheduno che con amore abbia saputo raccogliere i monumenti sparpagliati, ed unirli in un sol corpo.

E gran pregio dev'essere per una nazione quello di possedere antichi monumenti che annunziano il suo vetusto splendore. Imperocchè questi sono fonti più sicuri della storia, la quale per passione, o per altre circostanze del tempo e delle persone ci può tramandare le notizie sotto altro aspetto, mentre che quelli a caratteri indelebili, senza alcun velo di passione, ci mostrano i fatti con quello splendore o tristezza con cui avvennero.”

G. Spano, Bullettino Archeologico Sardo, 1855

3.1 Storia breve della pittura murale

La facilità e l'immediatezza del riprodurre simboli e segni su un supporto fisso ha reso la pittura murale una delle prime manifestazioni artistiche dell'uomo, eppure sulle tecniche e i materiali impiegati ancora molti dettagli sono avvolti nelle pieghe del tempo e nei "segreti di bottega" che le maestranze custodivano.

La resa di un dipinto murale presenta in luoghi ed epoche diverse difficoltà di esecuzioni simili al punto che i "pittori" giunsero ad analoghe soluzioni tecniche: nacquero gli strati preparatori per dare alla pittura solidità e miglior resa cromatica. La preparazione doveva essere uniforme nel colore ed levigata per potervi stendere bene il colore: sin dall'epoca egizia si diffuse la pittura su intonaco a secco. Nei dipinti murali di epoca paleolitica non è stata riscontrata una vera e propria preparazione, ma la superficie rocciosa poteva essere lavorata in base all'effetto che si intendeva ottenere.

Il primo vero e proprio affresco di alta qualità tecnica è stato ritrovato nella Creta minoica e preistorica: qui i colori furono stesi direttamente sull'intonaco ancora umido. Della pittura greca si hanno poche notizie perché non è giunta fino a noi.

La pittura etrusca impiegava diversi tipi di preparazione per il supporto murario: talvolta il colore era applicato direttamente sul supporto, talvolta erano applicati uno o più strati di intonaco più o meno levigati direttamente sopra il supporto o su uno strato argilloso. La pittura etrusca era preceduta dalla preparazione di un disegno preparatorio ad ocra rossa o per incisione, a mano libera. Alla stesura dei colori seguiva il contorno in nero del disegno. La gamma cromatica era costituita da variazioni di rosso e giallo, nero, bianco, verde e blu.

La pittura romana ha impiegato nelle diverse epoche preparazioni alla pittura più e meno complesse. A partire dal II secolo d.C. si assiste ad un progressivo diminuire degli strati di arriccio e preparazione fino ad averne uno solo. Gli strati preparatori erano probabilmente stesi a pontate, mentre i pigmenti, spesso costituiti da terre, erano applicati sull'intonaco fresco. Ritocchi e correzioni potevano essere effettuati a tempera.

Il pittore bizantino dipingeva in modo molto rapido, lavorando per pontate, e avvalendosi di molti aiutanti per definire le proporzioni all'interno dell'opera, realizzare il disegno di preparazione direttamente sull'intonaco fresco, stendere i colori di fondo sopra ai quali solo successivamente venivano realizzati i tratti specifici, i particolari e le ombreggiature.

La pittura pre-romanica e romanica seguiranno questa tradizione fino a quando, tra Duecento e Trecento, venne in qualche modo codificata la tecnica del "buon fresco": i pigmenti stabili quali il bianco di San Giovanni, e le terre a base di ossidi e silicati, venivano stesi sull'intonaco quando questo cominciava a "tirare". I pigmenti preziosi quali Azzurrite e Lapis venivano applicati a secco su un uno strato di preparazione che poteva avere una tonalità dal rosso al nero, al grigio, in base all'effetto che il pittore

intendeva ottenere. Tale tecnica si è mantenuta sostanzialmente invariata fino al Rinascimento, periodo che esula dalla presente trattazione.

3.2 Introduzione ai casi di studio: la pittura murale romana

Lo studio dei dipinti murali antichi ha come obiettivo l'identificazione dei pigmenti impiegati e la comprensione del come essi venissero messi in opera poiché da queste informazioni si giunge alla storia della tecnica, alla conoscenza tecnologica ed esperienziale che era dei pittori antichi.

Lo studio delle tecniche e dei materiali che i pittori di epoca romana impiegarono nella pittura murale in Sardegna ha in generale come riferimento la letteratura scientifica sulla pittura romana. Diversi gruppi di ricerca hanno analizzato le pitture murali romane con l'obiettivo di carpire ciò che non ci è stato raccontato: come dipingevano i pittori romani? Come erano organizzate le maestranze? Come organizzavano il loro lavoro e quali materiali utilizzavano?

Le decorazioni pervenuteci da molte città romane non sono e non rappresentano l'arte romana per eccellenza, ma il suo riflesso in un artigianato di livello spesso mediocre e ripetitivo, eco dei lavori richiesti dalla più alta committenza romana. Queste policromie riflettono il gusto e la moda della società romana che le ha prodotte e rimangono forse l'unico tramite di conoscenza per far luce sul come operassero queste anonime officine artigiane. In un rilievo funerario conservato nel Museo di Sens si possono riconoscere le figure che facevano parte di un'officina pittorica. I ruoli sono riconoscibili grazie a un diverso abbigliamento dei personaggi: vi sono semplici garzoni, chi impasta la calce, il *tector* che stende l'intonaco e indossa una tunica corta, il *pictor* è di spalle ed è coperto da un mantello. In disparte una figura seduta regge un rotolo: è il *redemptor*, colui che organizzava il lavoro dei pittori, sceglieva con il committente quale schema decorativo dovesse essere applicato alle pareti e sovrintendeva il cantiere di lavoro. Domenico Esposito chiama il rotolo tra le mani del *redemptor* con termini molto moderni *sketchbook* ad indicare un album di modelli che, tramite procedimenti di riproduzione meccanica o a mano libera, avrebbero portato alla traccia di disegni preparatori sull'intonaco (Disegno e creazione delle immagini nella pittura romana, 2010). Egli ipotizza che tra le maestranze romane fosse comune l'uso di forme e modelli riadattati in base all'esigenza e ad alla capacità monetaria del committente.

Il *modus operandi* dei pittori romani dovette probabilmente essere codificato e trasmesso da una maestranza all'altra e da un'epoca all'altra fino alla tarda antichità: due studiose, Mara Nimmo e Carla Olivetti, hanno dimostrato come anche nell'arte altomedievale le dinamiche di funzionamento della bottega funzionassero in continuità con l'epoca classica. Lo studio della tecnica esecutiva dei dipinti murali dell'Oratorio di San Silvestro nella Chiesa dei SS. Quattro Coronati a Roma ha mostrato che in questo grande ciclo murale fossero impiegate delle variazioni rispetto a delle sagome di base ribaltati per duplicare le figure e adattare poi alle diverse soluzioni narrative (Nimmo M., 1985-86). Rispetto alle testimonianze

pittoriche romane Andersen parla di un intero patrimonio di immagini mentali, schemi, composizioni, gesti, attitudini, posture, figure, bagaglio dell'artigiano pittore (Andersen, 1985). Era dunque più che probabile, ribadisce Esposito, che nella pratica di cantiere i pittori dovessero disporre di campionari, modelli e schemi architettonici parziali al fine di comporre scene nuove a partire da repertori di ornamenti utilizzati in continuazione.

«Bisogna immaginare che all'interno delle officine circolassero ampiamente repertori di immagini contenenti schemi parziali, gruppi di figure o anche figure singole, bozzetti e studi sull'anatomia e sulla gestualità che divenivano oggetto di esercitazione e successivamente di ispirazione per i diversi artigiani che lavoravano all'interno dell'officina.» (Disegno e creazione delle immagini nella pittura romana, 2010)

In questa prospettiva appare evidente come il lavoro dei pittori romani dovesse essere organizzato in modo professionale ed efficiente. Se così non fosse stato non sarebbe stato possibile completare i numerosi lavori commissionati, né realizzare le decorazioni parietali nei tempi stretti imposti dalla tecnica dell'affresco in cui la stesura dei colori doveva avvenire prima della definitiva carbonatazione della superficie di intonaco. Questo implica anche che la squadra di lavoro dovesse essere organizzata in modo gerarchico da persone che lavoravano stabilmente insieme e si dividevano il lavoro come una catena di montaggio. Il *redemptor* coordinava il lavoro delle diverse squadre di lavoratori, negoziava con i committenti cercando di accontentarne le esigenze e il gusto in accordo con la disponibilità economica. Si ritiene che fosse proprio lui a trasmettere le conoscenze, le tecniche, i modelli. D'altronde le officine dovevano essere in grado di soddisfare una committenza molto variegata e adattarsi velocemente alle mode del tempo: la capacità di aggiornamento del proprio repertorio secondo schemi compositivi nuovi era l'elemento che rendeva un'officina competitiva sul mercato in un gioco in cui tutti cercavano di adattarsi al gusto delle classi più alte.

La tecnica dell'affresco romana non può ancora considerarsi uno studio concluso dal punto di vista materico: tra gli autori antichi che parlano di coloranti per tingere, dipingere e intonacare vi è Plinio che in *Naturalis Historia* racconta dei materiali che circolavano sul territorio romano. I colori più utilizzati per la pittura murale erano sicuramente il bianco e il rosso, seguiti dal verde, il blu e il nero.

Le narrazioni di Plinio e Vitruvio e la caratterizzazione dei pigmenti grazie alle analisi portate avanti su campioni provenienti da siti e reperti archeologici romani (Aliatis, 2010; Baraldi, 2007; Duran A., 2010; Edreira, 2003; Edreira, 2003; Mazzocchin, 2003), consentono di definire la tavolozza pittorica romana, di seguito riportata. Per facilità di esposizione e per la pressoché uguaglianza dei pigmenti a disposizione dei pittori romani e medievali essi verranno contestualmente inseriti nella seguente trattazione.

Bianchi

Tra i pigmenti bianchi più diffusi e di pregio Plinio cita il *paretorium*, proveniente da una località dell'Egitto «*distante 200.000 passi da Alessandria*» e «*come costituito da spuma di mare, consolidata con il limo*». Il bianco *paraetorium* era costituito da calcare misto a detriti solfatici e magnesiaci marini: si utilizzava per intonacare internamente ed esternamente gli edifici (Luzzatto, 1988), mentre per la pittura era ritenuto più adatto il *melinum*, una creta bianca proveniente dall'isola di Melo. Molto impiegata, a detta di Plinio, anche la *cerussa*, un bianco artificiale di piombo, meglio conosciuto come biacca, ottenuto con complessi procedimenti di produzione. Infine, sotto il nome generico di *creta* Plinio raggruppa diversi materiali che definisce non adatti alla pittura, perlopiù terre il cui nome varia in base a origine e provenienza.

La citazione nei testi romani di diversi bianchi è testimonianza che questi fossero presenti sul mercato e che natura, qualità e prezzi non erano probabilmente identici; tuttavia la letteratura scientifica basata sui bianchi ritrovati in diversi siti di epoca romana indica quali pigmenti più frequentemente impiegati calce, gesso, dolomite e aragonite.

La calce idrata è una componente fondamentale nella produzione tecnica romana. Oltre ad essere utilizzata nelle malte, fungeva da legante per i pigmenti garantendo, grazie al processo di carbonatazione, coesione e adesione al substrato. La calce veniva di norma impiegata nei fondi bianchi o per rendere meno intensi i toni di altri pigmenti quali il rosso.

Il generico termine “bianco di calce” può includere prodotti di origine e composizione differente in cui il carbonato di calcio è la componente in percentuale maggiore. Il bianco di calce può avere origine sintetica se proveniente dalla lavorazione della calce spenta a partire dall'idrossido di calcio, o origine naturale se proveniente dalla macinazione di materiali quali rocce carbonatiche, gusci di conchiglie e uova, principalmente costituiti da carbonato di calcio. Il bianco di origine minerale presenta spesso impurezze, quali aragonite e dolomite, che possono aiutare a identificarne l'origine.

L'aragonite è una forma di carbonato di calcio (CaCO_3) di origine sedimentaria marina: si forma dalla precipitazione in acque poco profonde di scheletri di organismi quali coralli, crostacei, etc. È particolarmente stabile nei dipinti murali. Nelle fonti antiche il *paretorium* è considerato il pigmento migliore per la sua morbidezza e la buona adesione al rivestimento: si ritiene possa trattarsi proprio dell'aragonite.

La dolomite è un carbonato doppio di calcio e magnesio ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) di origine sedimentaria, e sembra essere il pigmento più usato per la diluizione dei blu (Bearat, 1997), ma non si esclude il suo uso in unione con altri materiali quali l'aragonite.

Plinio cita due bianchi a base di piombo: la *cerussa* o biacca, un carbonato di piombo ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$), e la *cerussite*, un acetato di piombo ($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$), raramente impiegati nella pittura murale a causa della loro instabilità in ambienti umidi o in presenza di anidride solforosa.

La biacca è considerata il bianco più importante della storia per le sue proprietà: ha un ottimo potere coprente, un alto indice di rifrazione ed è molto stabile, di conseguenza è adatta a tutte le tecniche pittoriche. Le ricette per la biacca si trovano nei testi di Teofrasto, Plinio e Vitruvio: il piombo metallico veniva esposto ai fumi dell'aceto in ambiente sigillato e immerso nello sterco di cavallo che apportava il calore necessario per accelerare il processo di formazione della biacca. Il metallo, corrosivo dai vapori acetici, si trasformava in acetato di piombo e successivamente, tramite un processo di carbonatazione, nel pigmento bianco che avrà largo utilizzo anche in epoca medievale. I trattati ometteranno alcuni passaggi sulla produzione della biacca creando discrepanze sull'accettazione generale di questo processo di produzione.

Infine, anche la diatomea è stata rinvenuta quale pigmento a Pompei mischiato al viola. Si tratta di una roccia sedimentaria porosa, sostanzialmente costituita da scheletri di diatomee, ovvero silice amorfa (Gettens, 1966).

In epoca medievale il bianco più diffusamente utilizzato sulla pittura murale è il Bianco S. Giovanni, o carbonato di calcio, sia di origine naturale che minerale. Quel che cambia nel Medioevo non sono i colori, e di conseguenza i pigmenti, ma la loro percezione: il bianco e il nero diventano assenza di colore, spesso associati a morte e lutto perché bianchi erano i sudari e le bende che avvolgevano i defunti; diventa per associazione anche il colore di chi sta per cambiare condizione, a livello fisico o spirituale. Spesso il nero era riservato ai paramenti dei chierici e alle tonache dei Benedettini divenendo positivo in quanto simboleggiante la rinuncia alle attrattive del mondo, negativo quando impiegato ad esempio per la pelle dei diavoli e specchio per la luce. Il nero venne in questo modo associato all'umiltà, alla temperanza nel dolore, alla morte, alla penitenza ed alla disperazione che porta al male, fino al diavolo.

Blu

I testi latini citano quali pigmenti blu l'azzurrite, il lapislazzuli e l'indaco, ma il pigmento blu più comunemente usato per la pittura murale è il Blu Egizio.

Il Blu Egizio è un doppio silicato di calcio e rame ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$) ottenuto dal riscaldamento a temperatura che si aggirano tra 850 e 1000°C di una miscela di sabbia, calce, composti di rame, minerali o frammenti di bronzo, e soda per abbassare il loro punto di fusione (Bevilacqua, 2010; Montagna, 1993). Il materiale ottenuto, un vetro colorato detto *fritta*, veniva poi macinato mantenendo una grana abbastanza grossa: se macinato troppo finemente il Blu Egizio perde la sua colorazione blu virando verso il grigio. Il Blu Egizio è dunque un vetro amorfo, molto stabile; spesso è applicato su un fondo nero e il suo colore può essere modificato con l'aggiunta di altri pigmenti quali la dolomite bianca, o, meno di frequente, con l'aragonite.

I pigmenti blu più diffusi nella pittura murale medievale sono il *Lapis*, ottenuto dalla macinazione del prezioso lapislazzuli, e l'Azzurrite, ottenuto da un minerale meno prezioso. Qui il blu veniva ampiamente

utilizzato per gli sfondi con lo stesso valore simbolico dell'oro nelle tavole. Cennino Cennini, pur scrivendo il suo "Libro dell'arte" all'inizio del Quattrocento sul blu abbinato all'oro scrive:

"Azzurro oltramarino si è un colore nobile, bello, perfettissimo oltre a tutti i colori [...]. E di quel colore, con l'oro insieme (il quel fiorisce tutti i lavori di nostr'arte), o vuoi in muro, o vuoi in tavola, ogni cosa risplende."

Il *Lapislazzuli* o Oltremare Naturale ($3\text{Na}_2\text{O}\cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2\cdot 2\text{NaS}$) è un pigmento derivante dalla macinazione di un minerale blu intenso prezioso, il lapislazzuli, il cui impiego era legato ad una committenza elevata. Chimicamente si tratta di un silicato di sodio e alluminio contenente solfuri ($3\text{Na}_2\text{O}\cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 6\text{SiO}_2\cdot 2\text{NaS}$); l'oltremare naturale può contenere altri minerali azzurri o essere associato ad altri silicati minerali quali il diopside o la forsterite. Il minerale non doveva essere macinato troppo finemente, pena il viraggio verso colori tendenti al grigio. Nonostante questo pigmento fosse conosciuto sin dall'epoca degli Egizi fino all'epoca romana il blu più diffuso in pittura era il Blu Egizio, mentre il *lapislazzuli* era impiegato quale pietra preziosa d'ornamento.

L'oltremare naturale, usato come pietra preziosa ornamentale dagli Egizi, si diffuse in pittura murale verso il VI-VII secolo nelle zone dell'Afghanistan e solo successivamente in Europa. Il suo processo di purificazione poteva portare a diversi gradi di azzurro, dal più puro al più pallido. Nel composto naturale, nonostante la purificazione, rimangono spesso particelle di calcite, usata spesso come discriminante per riconoscere il pigmento naturale da quello sintetico. Il complesso processo di produzione rendeva il pigmento particolarmente costoso, tanto che spesso i committenti ne pagavano il costo a parte, e presto fu associato al rosso porpora, soprattutto nell'iconografia della Vergine di cui coprì il manto. Proprio per una questione di costi i fondi erano dipinti con la più economica Azzurrite, con stesure o aggiunte di Lapis solo nello strato finale; talvolta lo si mescolava con del nero carbone per ottenere toni scuri e ombre, con del bianco per tonalità più chiare, con del rosso per ottenere il viola.

L'Azzurrite è un minerale di rame da cui si ricava l'omonimo pigmento citato da Plinio in epoca romana come *Lapis Armenium*. Chimicamente è un carbonato basico di rame ($2\text{CuCO}_3\cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$), instabile e reattivo sia a contatto con la calce che per riscaldamento; anche applicato a secco può subire alterazioni a causa dell'umidità, della presenza di cloruri e solfuri virando al nero. Il suo principale punto debole è la trasformazione in Malachite per lente reazioni di decarbonatazione: oltre a virare verso il verde, l'intonaco si idrata con effetti di sfarinamento e distacco. In presenza di sali solubili come i cloruri l'Azzurrite può formare paratacamite o atacamite ($\text{CuCl}\cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$), due forme di un cloruro basico di rame di colore verde. Nonostante l'instabilità del pigmento, esso veniva ampiamente utilizzato soprattutto in epoca medievale poiché il suo costo era nettamente inferiore a quello del *lapislazzuli*.

Lapis e Azzurrite hanno un aspetto molto simile: per distinguerli in passato si scaldava un frammento del minerale fino a renderlo incandescente: raffreddandosi l'azzurrite diventa nera, il lapis no. Se macinata molto finemente l'azzurrite produce un celeste pallido con una punta di verde adatta ai cieli, ma meno

purpurea dell'oltremare. Una macinazione più grossolana rende il pigmento più scuro, per quanto un po' traslucido. Il pigmento si univa quindi a un legante di colla animale o tempera all'uovo e se ne davano più strati per ottenere un colore coprente, ma negli affreschi col tempo tendeva a polverizzarsi e cadere, lasciando a vista le preparazioni più scure o i cosiddetti "rosso morellone".

Gialli

I pigmenti gialli si trovano sulle tavolozze degli artisti dai tempi più antichi poiché in natura si trovano pigmenti gialli particolarmente stabili: le terre. L'uso di questi materiali come pigmento iniziò nella preistoria ed è comune in tutto il mondo. A causa del loro diffuso utilizzo per luogo e tempo e vista la loro diffusa disponibilità, le ocre non sono idonee per la datazione dei dipinti. Nel corso dell'Ottocento lo sviluppo della chimica introdusse ossidi di ferro sintetici tra i pigmenti, ma le ocre naturali non sono mai state completamente sostituite per la loro reperibilità.

Nella tavolozza dei pittori romani vi erano le ocre gialle, le terre d'ombra, il litargirio ovvero un ossido di piombo (PbO), l'orpimento ovvero un solfuro di arsenico (As₂S₃), e l'oro per dipinti di lusso, ma sui dipinti murali si trovano perlopiù terre.

Le Terre e le Ocre Gialle sono pigmenti molto stabili, costituite perlopiù da ossidi e silicati, in cui il colore giallo è conferito dalla presenza di idrossidi di ferro (Fe₂(OH)₃), mineralogicamente noti come goethite; possono essere presenti minerali argillosi che conferiscono alle terre delle tonalità variabili - ad esempio, vi può essere un viraggio verso il marrone per la presenza di ossidi di manganese.

Nella pittura murale medievale i rossi e i gialli rimangono sostanzialmente a base di terre fino al XIV secolo. Variazioni al tema sono possibili, ma non sono la norma: per questo motivo alcuni pigmenti scoperti in epoca medievale non vengono qui esaminati.

Neri

Vitruvio identifica come *Atramentum* i neri di origine vegetale, perlopiù Nerofumo e Nero Carbone, mentre Plinio differenzia i neri di origine vegetale (Nerofumo e Nero Carbone) e di origine animale (Nero Avorio e Nero d'Ossa); egli cita anche alcuni neri minerali quali l'ossido di manganese o Magnetite.

Nella pratica i neri più diffusi sono quelli di origine vegetale e sono rari quelli di origine animale. La caratterizzazione di questo tipo di pigmenti è generalmente possibile grazie allo studio della morfologia dei grani stessi di pigmento, ma vi si può anche effettuare un'analisi per l'identificazione della composizione chimica.

Il Nero Carbone e il Nerofumo sono pigmenti a grana molto fina che possono essere applicati sia con legante organico che misto; la loro presenza è spesso rilevata per esclusione degli altri pigmenti quali fosfato di calcio - caratteristico del Nero d'Ossa - o ossidi di ferro. Il materiale per la sua produzione,

semplice legname oppure noccioli di frutta, veniva posto in crogiuoli chiusi: per carbonizzazione il materiale rimaneva solido al punto che talvolta, tramite analisi microscopica, è possibile individuare le strutture fibrose da cui deriva il pigmento stesso. Il Nero Carbone e il Nero Vite, una sua variante, furono anche ampiamente utilizzati nella tempera ad uovo e a colla perché perfettamente compatibili con questi *medium*.

In epoca medievale i pigmenti neri più impiegati sono il Nero Carbone e il Nerofumo, più raro risulta essere l'impiego del Nero d'Ossa.

Rossi

I pigmenti rossi possono assumere tonalità e intensità molto variabili: in particolare al rosso potevano essere addizionati bianco, nero, giallo, blu o nero in base all'effetto che si intendeva raggiungere. Così per ottenere un marrone veniva utilizzata una miscela di Ocra Rossa e Nerofumo o Nero Carbone, per ottenere un rosa potevano essere addizionati al rosso della calce spenta o del gesso, della dolomite o dell'aragonite bianca – per quanto il rosa si ottenesse con Cinabro e dolomite o aragonite.

L'ematite, un ossido di ferro (Fe_2O_3) di norma associato a minerali argillosi e composti silicatici amorfi, è la componente cromofora delle terre rosse, ma poteva anche essere utilizzata ben cristallizzata e quasi pura, così ottenuta per riscaldamento dell'ocra gialla per la perdita di un gruppo OH da parte della goethite.

Un rosso prezioso è il Cinabro, un solfuro di mercurio (HgS) che godeva della massima autorità tra i romani, considerato come una sostanza sacra con la quale si dipingeva il viso di Giove durante le festività. Citato sia da Vitruvio che da Plinio è il più costoso dei pigmenti romani, ma scurisce per irraggiamento. Generalmente in pittura murale veniva applicato puro su una base o tendente al giallo, costituita da un'ocra gialla e un inerte bianco, o tendente al rosso, costituita da una terra e un inerte bianco.

Anche il Minio, un ossido di piombo, era un pigmento diffuso, ma non era consigliato in pittura in quanto per la sua tendenza ad annerire, sia a tempera che ad affresco. Il Minio è invece particolarmente stabile in leganti oleosi per la formazione di materiali derivanti dalla saponificazione del piombo che rinforzano la pellicola pittorica e la rendono elastica e con un buon potere coprente. I pigmenti rossi impiegati in epoca medievale sono gli stessi dell'epoca romana.

Verdi

Vitruvio e Plinio citano diversi pigmenti verdi: il più costoso è la Malachite, un carbonato basico di rame ($\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$), derivante dalla macinazione di un minerale prezioso che si forma per alterazione di altri minerali di rame. La Malachite deve essere macinata, ma non troppo finemente perché non perda colore. Veniva utilizzata perlopiù con un legante a tempera o ad olio per la sua incompatibilità con la calce: sulle pitture murali doveva essere stesa a secco.

Un verde più povero ma molto diffuso è costituito dalle terre verdi, composte da minerali quali celadonite, glauconite e clorite. La celadonite si forma in piccole quantità come sostanza relativamente pura in cavità vescicolari o fratture nelle rocce vulcaniche e è generalmente associata alle zeoliti. La glauconite, meno pura, ma più diffusa, si forma spesso come piccole palline verdi nelle rocce sedimentarie di origine marina. Frazioni di materiali argillosi quali montmorilloniti, cloriti e caoliniti, possono trovarsi incorporati nelle terre verdi. È abbastanza comune che la terra verde contenga ossidi di ferro e goethite. Dall'XI al XV secolo la terra verde diventerà una base cromatica, detta *verdaccio*, per gli incarnati, per esaltarne il colore rosato.

La terra verde era nota ai romani anche come *Creta Viridis* o Theodotion, ma non era particolarmente appetibile a livello pittorico perché scarsamente coprente. La composizione della Terra Verde può essere molto variabile sia per la genesi che per la provenienza della terra stessa, tuttavia la colorazione verde deriva perlopiù dai silicati idrati di ferro, magnesio e alcali.

Tra i verdi Plinio e Vitruvio citano anche la *chrysocolla*: tale termine è stato a lungo utilizzato sia per indicare il silicato di rame che i carbonati basici di rame – malachite e azzurrite – poiché si forma insieme a questi minerali come deposito secondario, ma la *chrysocolla* è poco cristallina e ha un aspetto simile ad una incrostazione. Poiché in passato il riconoscimento poteva essere effettuato solo per analisi microscopica, i termini *chrysocolla* e malachite potevano essere confusi o utilizzati insieme.

I verdi più impiegati nella pittura murale in epoca medievale sono ancora terre verdi e malachite.

A conclusione di questa breve panoramica della pittura murale, si può affermare che i pigmenti più utilizzati in epoca romana sono, suddivisi per colore, quelli di seguito riportati.

Bianchi: Calcite, Aragonite e Dolomite

Neri: Nero Carbone e Nerofumo

Blu: Blu Egizio

Gialli: Ocra Gialla

Rossi: Ocra Rossa, Cinabro

Verdi: Terra verde, Malachite

Gli inerti e le impurità più comunemente rilevati sono di natura silicatica, come il quarzo (SiO_2), caolinite, feldspati – quali albite ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), leucite (KAlSi_2O_6) - e di natura calcarea quali dolomite e aragonite.

Per quanto riguarda l'intonaco, non sempre la sua preparazione corrisponde alla complessa struttura stratificata suggerita da Vitruvio nel *De Architectura*, ma perlopiù si ritrovano uno o due strati preparatori a base carbonatica.

La tecnica pittorica murale romana è stata per decenni ritenuta ad affresco pura: di recente vi sono casi (Amadori, 2015; Papliaka Z.E., 2015) in cui è stato ipotizzato l'utilizzo di leganti proteici quale l'uovo. La

cautela è necessaria di fronte a siti che hanno subito forti processi di degrado e interventi di restauro non sempre ben documentati che possono rendere complesso comprendere la costituzione materica dei materiali originariamente posti in opera. I processi di degrado e la presenza di materiale organico possono favorire la mineralizzazione del legante causando la formazione di ossalati di calcio (CaC_2O_4), sali di calcio dell'acido ossalico, prodotti di alterazione la cui origine ancora non è certa.

La tavolozza pittorica dei pittori romani è dunque definita: lontano dalle grandi città essa si impoverisce in termini di gamma cromatica tendendo a ricreare su muro delle tricromie semplici costituite perlopiù da rossi, gialli e colori scuri. Tuttavia non va dimenticato che la sfarzosità di un dipinto murale era funzione della disponibilità economica del committente e dall'esperienza tecnica del pittore chiamato a eseguire l'opera. Al momento non è possibile stabilire se vi fossero delle tendenze specifiche rispetto a precise regioni geografiche: la creazione di una banca dati internazionale permetterebbe di elaborare i dati a diversi livelli, unendo le informazioni della letteratura antica al riscontro scientifico.

3.3 I lacerti pittorici della tomba delle Spighe e dei Pesci, Viale S. Avendrace, Tuvixeddu, Cagliari

3.3.1 Inquadramento storico

Costituito di roccia calcarea e alto 99 metri sul livello del mare, con la sua superficie irregolarmente piana, il colle di Tuvixeddu si presenta con pareti a strapiombo formatesi a causa del suo utilizzo per secoli quale cava urbana. Il nome del colle deriverebbe da “Tuvu” che significa cavità, buco o grotta, nome che tradotto si avvicinerebbe a (Monte dei) “Piccoli fori” forse proprio per le grotticelle che si aprivano a vista lungo i suoi versanti. L’area ospita infatti le necropoli fenicio-punica e romana dell’antica Karales, di cui la prima avente un numero così significativo di tombe da essere considerata la più grande necropoli punica in area mediterranea. Oggi la necropoli è parzialmente visitabile, tuttavia un pressoché totale abbandono dell’area e una incontrollata crescita urbana durante tutto il Novecento hanno provocato la perdita e il crollo di diverse camere tombali e delle loro decorazioni murali.

Una parte della storia urbana di Cagliari si sviluppò alle pendici del colle: vi si stabilirono i cartaginesi, qui fu seppellito S. Avendrace nell’85 d.C., qui furono scavate delle cisterne per la raccolta di acqua piovana in epoca punica e romana. Inoltre, scrisse Loddo nel 1907:

“Ricca è la messe dei cocci di stoviglia greca e romana che ancora si trovano sparsi in quasi tutti i punti e che ci attestano l’ininterrotto anello delle civiltà storiche svoltesi da circa il VI secolo a.C. sino alla decadenza romana. Nel margine roccioso della spianata del monte, che prospetta il borgo di S. Avendrace, si aprono ancora molte tombe romane a camera con arcosolii bisomi, colombarii e con loculi a fossa rettangolare per ricevere i cadaveri. Notissimi sono infatti i sacelli di Atilia Pomptilla e Cassio Filippo, quello contiguo di Vinio Birillo e l’altro più distante di Rubellio.” (Loddo, 1907)

Loddo cita come di fondamentale importanza storica e archeologica le tombe dei più abbienti come quelle dei più poveri, inumati e cremati, e le sue parole mostrano come la necropoli fosse studiata e ben conosciuta all’inizio del secolo scorso. Loddo auspicò uno studio sistematico dell’area nella convinzione che essa potesse ancora restituire ipogei ricchi di suppellettili e deposizioni umane, ma per quasi un secolo la necropoli di Tuvixeddu rimarrà in uno stato di oblio.

Alla fine del Novecento il colle di Tuvixeddu tornò al centro dell’attenzione quando l’area diventò interessante dal punto di vista edilizio: diverse associazioni, professionisti e cittadini si mobilitarono per la salvaguardia della necropoli e iniziò un processo di riscoperta del patrimonio funerario punico e romano guidato dalla Soprintendenza Archeologica della Provincia di Cagliari. Fu portato avanti un confronto tra i dati d’archivio e le fonti letterarie relativi alle tombe della necropoli e la necropoli stessa che portarono

talvolta alla riscoperta di camere tombali che si ritenevano perdute per sempre, soprattutto nell'area della necropoli di epoca romana.

La crescita edilizia che investì l'area intorno al colle di Tuvixeddu - facente ormai parte del tessuto urbano cagliaritano all'inizio del Novecento - in particolare lungo Viale S. Avendrace - modificò il collegamento visivo tra i vari monumenti sepolcrali che Spano descrive come disposti ad anfiteatro nel 1861 (Spano, 1861).

Nel corso del 1996, in una notizia preliminare diffusa dalla Soprintendenza, si legge della riscoperta di una tomba romana sul versante della necropoli prospiciente Viale S. Avendrace:

"... riveste particolare importanza l'individuazione della tomba, dotata di "dieci arcate bisome", che si trovava, nel 1861, a detta dello Spano, "in un sito molto basso" ed era decorata "con pesci, spighe ed altri fregi". Di un "colombajo a stucchi, fregi e mascheroni", adibito dal proprietario Cao Spano a deposito di stracci e "ritagli d'ossa" riferisce anche F. Elena nel 1868, ubicandolo nelle vicinanze della Grotta della vipera. Il sepolcro è noto e accessibile ancora nel 1902, quando la Guida Valdès ne conferma l'ubicazione vicino alla più nota tomba di Attilia Pomptilla." (Salvi, 1996)

Si tratta di un ambiente semiconfinato con lacerti di stucchi e policromia, in una situazione di conservazione dei materiali problematica, perlopiù per condizioni microclimatiche non ottimali.

"Vi si accede attraverso un fabbricato moderno, a piano terra, adibito ad officina, collegato al vano ipogeico, che si trova ad una quota inferiore di poco più di un metro, con uno scivolo in cemento.

L'ambiente funerario, irregolarmente quadrangolare, è piuttosto vasto e presenta il soffitto piano mentre le pareti sono scandite da nicchie ad arcosolio. Umidità e scarso ricambio d'aria hanno provocato su tutta la superficie la formazione di infiorescenze saline ed il conseguente, seppur parziale, sgretolamento degli intonaci e degli stucchi, di cui, però, si colgono ancora l'esistenza e a tratti il dettaglio dei motivi decorativi." (Salvi, 1996)

La decorazione interna presenta rilievi bassi e piatti, girali, viticci e spighe, contornati da un listello che incornicia la curva degli arcosoli e segna il distacco con il soffitto. La camera è ormai priva di loculi in una delle nicchie per asportazione della roccia, ma vi sono state riconosciute le sagome di un delfino, di una razza dal dorso punteggiato di cerchielli, e altre specie marine non chiaramente definibili; al centro della nicchia uno spazio ampio privo di loculi, dal soffitto piano decorato al centro da un motivo circolare di colore scuro che probabilmente contrastava il fondo rosso che si osserva ai bordi del soffitto.

La pietra risulta asportata in diversi punti delle pareti e sull'attuale piano di calpestio affiora la traccia di una nicchia inferiore indicatore che questo fosse in passato a una quota inferiore. In generale si suppone che l'intero soffitto fosse decorato a stucco e dipinto.

Gli archeologi collocano la tomba in età severiana sulla base di due riferimenti cronologico-morfici: il primo, la vicina tomba di Attilia Pomptilia e il colombaio di T. Binio Berillo individuati sulla destra della

Grotta della Vipera che rimandano a un arco temporale compreso tra la fine del I secolo e l'inizio del III secolo dopo Cristo; il secondo, la mancanza dell'*horror vacui* che pervade le opere romane del III secolo dopo Cristo.



Tomba dei Pesci e delle Spighe: inquadramento urbano



Tomba dei Pesci e delle Spighe: lacerto



Tomba dei Pesci e delle Spighe: interno



Tomba dei Pesci e delle Spighe: interno

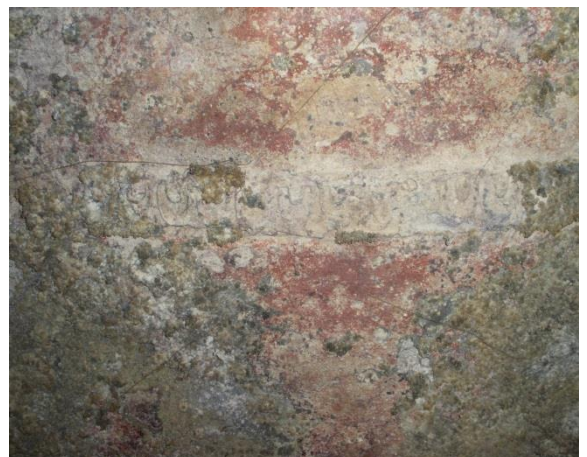


Figura 5 - La Tomba dei Pesci e delle Spighe: visione di insieme e immagini di campionamento.

3.3.2 *Materiali e metodi*

L'ingresso all'ipogeo al momento della campagna di prelievo del 14 settembre 2012 si presentava chiuso da un muro in mattoni e cemento in attesa dell'avvio di un progetto di restauro e valorizzazione. L'innalzamento del muretto limitava il ricambio d'aria con l'esterno e faceva sì che l'umidità relativa all'interno dell'ipogeo fosse molto elevata. Una situazione di umidità relativa elevata costante non è necessariamente problematica per le pitture murali: in ambienti museali queste opere si conservano in un *range* compreso tra il 50% e il 60% e *in situ* l'umidità può essere mantenuta costante anche a livelli più elevati. La vera problematicità sono le variazioni repentine di umidità o il suo mantenimento a un livello troppo basso che "prosciuga" il muro causando problemi di distacco e sfarinamento, pertanto il cambiamento di umidità, se previsto nel progetto di conservazione, deve avvenire in modo graduale in tempi molto lunghi.

La Tomba dei Pesci e delle Spighe è scavata in un versante roccioso del colle di Tuvixeddu in cui l'uomo ha ricavato i suoi spazi: qualche metro sopra l'ipogeo si trova un giardino. La roccia carbonatica in cui è scavata la camera tombale ha una porosità molto elevata. Il microclima ipogeico nei secoli ha innescato processi di degrado che hanno portato alla compromissione degli apparati decorativi murali, oggi difficilmente leggibili, e portato alla perdita di gran parte della superficie dipinta. Le superfici murali della camera tombale, durante la campagna di campionamento del 2012, presentavano efflorescenze e ricristallizzazioni superficiali non compatte diffuse nel soffitto dell'ipogeo e campionate per caratterizzarne la natura.

In generale il degrado è avanzato, tuttavia dal confronto delle superfici derivante dall'osservazione macroscopica *in situ* nel settembre 2012 con la documentazione fotografica della Soprintendenza Archeologica di Cagliari del 1997, si può affermare che i processi abbiano al momento un avanzamento lento.

Durante la campagna di campionamento sono stati prelevati campioni stratigrafici delle superfici dipinte tramite piccole incisioni con bisturi posizionandosi ai bordi di lacune o di aree scarsamente coese alla superficie sottostante.

In laboratorio i campioni tal quali sono stati osservati allo stereomicroscopio per individuare i micro frammenti più idonei alla preparazione della sezione stratigrafica. La scelta dei microcampioni è ricaduta sui frammenti aventi una stratigrafia completa dallo strato di preparazione alla superficie pittorica, documentati fotograficamente allo stereomicroscopio, inglobati in doppia camicia di sale (KBr) e resina secondo la procedura esposta nel capitolo dedicato alle tecniche analitiche.

Prima di effettuare le analisi strumentali sulle stratigrafie si è proceduto alla loro osservazione e documentazione fotografica con scala dimensionale di riferimento tramite microscopio ottico in luce visibile e ultravioletta. In Tabella 3 i campioni selezionati per la preparazione di sezioni stratigrafiche per un

totale di 4 blu, 5 rossi, un giallo, due scuri in cui non è possibile identificare uno strato pittorico ben definito.

Tabella 3 Panoramica del campionamento nella Tomba dei Pesci e delle Spighe di Tuvixeddu.

CAMPIONE	COLORE	OSSERVAZIONI (Stereomicroscopio)
TCP1	Rosso	Substrato + rosso
TCP3	Blu	Substrato + blu + alterazione
TCP4	Rosso	Substrato + rosso + alterazione
TCP5	Blu	Substrato + blu + alterazione
TPC7	Blu	Substrato + blu + alterazione
TPC8	Rosso	Substrato + rosso + alterazione
TCP10	Rosso	Substrato + rosso + alterazione
TCP13	Rosso + Giallo	Substrato + rosso + giallo + alterazione
TCP15	Scuro	Substrato + scuro (degrado?)
TCP16	Scuro	Substrato + scuro (degrado?)
TPC18	Rosso	Substrato + rosso + alterazione
TPC21	Blu	Substrato + blu + alterazione

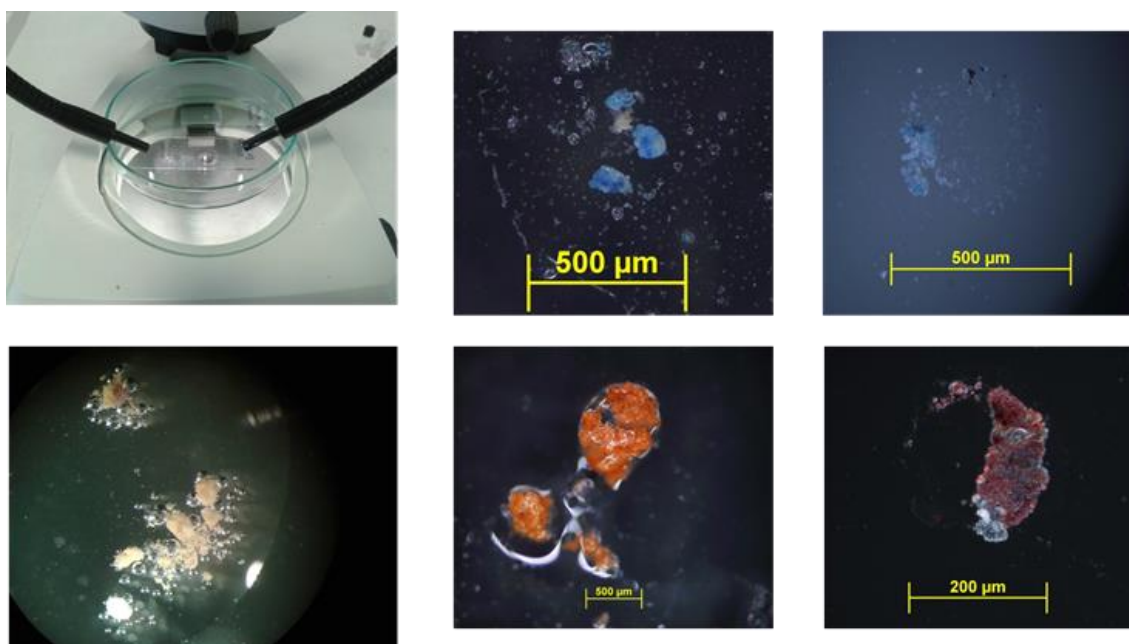


Figura 6 Preparazione dei campioni in grano per le analisi in cella di diamante.

I campioni pittorici sono stati indagati seguendo due procedure differenti: le sezioni stratigrafiche tramite microscopia infrarossa a contatto in modalità μ ATR-FTIR in Riflettanza Totale Attenuata e *mapping*, successivamente tramite microscopia elettronica a scansione con sonda EDS al fine di individuare gli elementi presenti nella sezione e la loro distribuzione stratigrafica; alcuni campioni sono stati indagati sotto

forma di grani per studiare la natura del solo pigmento, di eventuali leganti o prodotti di restauro. Tali grani, selezionati sotto stereomicroscopio, sono stati alloggiati su vetrino e sottoposti ad attacco acido (HCl, 3 M) per dissolvere i carbonati legati alla calce presente nel dipinto murale; i vetrini sono stati protetti da inquinamento esterno e posti in stufa 40°C perché si asciugassero per effettuare in seguito l'analisi spettroscopica infrarossa su singolo grano in cella di diamante. I campioni di efflorescenze e ricristallizzazioni superficiali sono stati indagati tramite analisi diffrattometriche.

3.3.3 Analisi e risultati

La macrostratigrafia della camera tombale può essere osservata a occhio nudo sulla superficie delle pareti laddove vi siano distacchi di materiale. Essa appare costituita da:

- una superficie rocciosa di supporto costituita da una roccia di natura calcarea;
- uno strato pozzolanico avente scopo di impermeabilizzazione delle pareti;
- uno strato di intonaco di preparazione alla decorazione policroma;
- uno strato di intonachino spesso circa mezzo centimetro, vera e propria preparazione per la stesura del colore;
- uno o più strati pittorici;
- uno strato superficiale di alterazione.

In generale i campioni possono essere suddivisi in due categorie: materiali pittorici e materiali di alterazione e degrado. Come accennato in precedenza le superfici presentavano diffuse efflorescenze e ricristallizzazioni biancastre: l'analisi diffrattometrica ha rivelato la presenza di gesso e calcite, non è stata identificata la presenza di pigmenti. A tal riguardo è necessario ricordare che il limite di rilevabilità dello strumento per una componente presente in matrice si aggira intorno al 3% del volume totale del campione. Si ritiene improbabile aver campionato tale quantità di pellicola pittorica durante i prelievi sulle escrescenze parietali sia perché lo strato pittorico non si presentava pulverulento, ma compatto e coeso al suo strato di preparazione, sia perché si è proceduto a un campionamento superficiale selettivo.

L'ipotesi sviluppata circa la formazione delle escrescenze parietali, ovvero circa le ricristallizzazioni di calcite e gesso in superficie, è legata alla presenza del giardino sopra l'ipogeo: il suo inaffiamento innescherebbe una forte percolazione dell'acqua all'interno della pietra calcarea in cui la camera è scavata. La circolazione e la lisciviazione dell'acqua nelle pareti della camera in combinazione con l'elevata umidità sarebbero la causa di una parziale solubilizzazione dei materiali di supporto e della loro ricristallizzazione come calcite secondaria e gesso secondario sulla superficie delle pareti ipogee.

Lo zolfo coinvolto nella ricristallizzazione del gesso secondario si ritiene giunga dalle sue fonti più comuni: deposizione atmosferica totale, acqua del mare, suolo (Sanchez Sanjurjo, 2009), ma è anche

possibile ipotizzare che possa essere collegato all'uso quale officina del vano adiacente all'ipogeo, appartenente alla proprietà Cao, oggi demolito e non più *in loco*. La realtà cagliaritana non è peraltro trascurabile rispetto alla diffusa presenza di zolfo e diffusi di processi di solfatazione sul suo patrimonio culturale.

I colori osservati sui lacerti della superficie pittorica sono rossi, blu e un giallo.

Blu

Le stratigrafie pittoriche di colore blu osservate tramite microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta si presentano uniformi, costituite da quattro strati:

- una preparazione bianca uniforme, con uno spessore medio di 350 μm dipendente dalla profondità del campionamento e una debole fluorescenza ultravioletta;
- uno strato di colore scuro costituito da una matrice bianca con una consistente presenza di grani neri, di forma non regolare, avente debole fluorescenza ultravioletta;
- uno strato di colore blu costituito da una matrice bianca in cui si trovano immersi rari cristalli blu, dalla fluorescenza bluastra;
- uno strato superficiale non regolare di materiali di alterazione, irregolarmente stratificato, non sempre osservabile in luce visibile, con una forte fluorescenza giallastra.

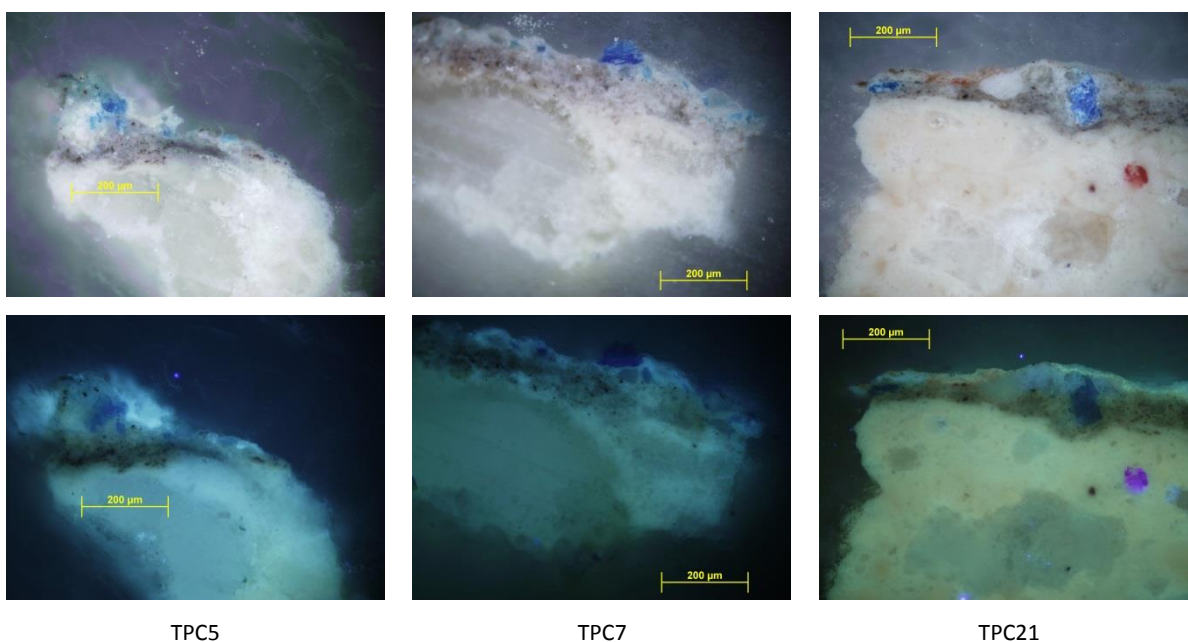


Figura 7 Sezioni stratigrafiche blu della serie TPC in luce visibile e ultravioletta.

La spettroscopia infrarossa ha rivelato la presenza di calcite quale maggiore componente dello strato di preparazione bianco di tutti i campioni con i suoi picchi caratteristici a 1798, 1398, 875, 715 cm^{-1} . Gli spettri effettuati sui campioni, sia nello strato di preparazione che nello strato pittorico, presentano alcuni picchi caratteristici di composti organici, riconducibili alla presenza di materiale proteico per le bande relative

all'amide I e amide II (1650 cm^{-1} stretching ν C-O amide I, 1545 cm^{-1} bending δ N-H amide II, 3080 cm^{-1} *overtone* dell'amide spesso appena accennato) nonché i picchi a 2850 , 2920 e 2954 cm^{-1} legati allo stretching dei gruppi CH_2 . Alcuni spettri presentano anche il picco tipico degli esteri intorno ai 1738 cm^{-1} (ν C-O stretching). I picchi relativi alla presenza di materiale organico si presentavano difficilmente ben risolti nelle misure effettuate sulla sezione stratigrafica a causa della presenza della calcite come componente predominante e del suo segnale vibrazionale molto forte. Ulteriori analisi FTIR in cella di diamante hanno confermato la presenza di una sostanza proteica imputabile alla tecnica di preparazione murale o ad un intervento di restauro non documentato.

Le fonti letterarie antiche relative alla pittura murale romana nominano talvolta l'impiego di "sostanze grasse" quali additivi: potrebbe qui trattarsi di materiali facilmente reperibili in natura come le uova. Le ragioni di questa aggiunta possono essere diverse: l'abbassamento della causticità della calce in vista dell'utilizzo in superficie di stesure a secco, il rallentamento della carbonatazione dell'intonachino umido su cui andavano stesi i colori perché i pittori avessero più tempo per dipingere, o ancora forse l'esperienza che suggeriva un processo più lento a beneficio della qualità della pittura murale. Se si ipotizzasse che la sostanza proteica rilevata si tratti di un prodotto di restauro, l'intervento andrebbe collocato tra Settecento e Ottocento, tuttavia la mancanza nelle stratigrafie di strati superficiali continui a base proteica, la difficile circolazione del materiale proteico all'interno della matrice carbonatica e le profondità superiori ai 100 micron a cui sono stati rilevati i segnali proteici fanno ritenere questa ipotesi poco probabile, pertanto la sostanza proteica è ricondotta ad un materiale costitutivo proteico quale l'uovo. Maggiori dettagli potrebbero essere rivelati con un'analisi gascromatografica di massa (GC-MS), consentendo di elaborare teorie su basi materiche certe.

L'osservazione e l'analisi degli strati più superficiali delle sezioni stratigrafiche indicherebbero la presenza di un prodotto di restauro non specificatamente identificabile allo stato attuale della ricerca. L'intervento non risulta attualmente documentato.

La preparazione dei grani di campione per l'analisi in cella di diamante è stata particolarmente complessa poiché i grani si presentavano costantemente umidi; si è proceduto ad una solidificazione temporanea del campione sottoponendolo a riscaldamento: il campione assumeva aspetto solido bianco, ma quando la temperatura scendeva a quella ambiente esso riprendeva il suo aspetto liquido trasparente. L'ipotesi più probabile è che questo liquido sia un sale liquescente a temperatura ambiente di cui i campioni sono impregnati a causa delle condizioni ambientali dell'ipogeo.

Materiali silicatici potevano essere addizionati come inerti sia nello strato di preparazione che come fase disperdente per la policromia; rari grani di colore rosso e di un colore scuro talvolta appaiono in

preparazione. I grani sono costituiti da silicati e ossidi di ferro e di magnesio (al SEM-EDS: Fe, Mg e Si, e Mg, Al e Si), probabilmente provenienti da minima contaminazione con le terre utilizzate quale pigmento.

Gli spettri FTIR acquisiti sullo strato scuro di preparazione alla stesura del blu hanno mostrato la presenza di calcite (1404 and 875 cm^{-1}) e silicati. L'analisi SEM-EDS ha rivelato la presenza di una fase composta da calcio, magnesio, silicio e potassio (Ca, Mg, Si e K). A causa dell'intensità relativa dei picchi essi sembrano suggerire, oltre al carbonato di calcio, la presenza di un silicato di magnesio miscelato con un legante a base di carbonato di calcio: potrebbe trattarsi di un minerale in grani usato allo scopo di creare una base tonale per il colore blu che è stato poi steso in superficie, ma potrebbe anche trattarsi dell'interferenza del mezzo di inglobamento, pertanto il campione potrebbe essere più approfonditamente indagato dopo inglobamento in resina. Relativamente ai grani scuri presenti in questo strato non sono stati identificati elementi come il fosforo, indicativo di un Nero d'Ossa; i grani neri sono pertanto probabilmente costituiti da Nero Carbone, pigmento spesso individuato tramite analisi EDS per via indiretta, ovvero, per la mancanza di elementi a livello atomico più pesanti rispetto al carbonio che indichino la presenza di altri pigmenti. Nelle sezioni stratigrafiche metallizzate in grafite per l'analisi SEM-EDS diventa difficilmente distinguibile il carbonio relativo alla metallizzazione da quello costituente il campione. Tuttavia, puntando la sonda EDS specificatamente su diversi grani scuri è stato possibile osservare un incremento del segnale del carbonio.

Gli spettri FTIR acquisiti sullo strato scuro di preparazione alla stesura del blu hanno mostrato la presenza di calcite (1404 and 875 cm^{-1}) e silicati. L'analisi SEM-EDS ha rivelato la presenza di una fase composta da calcio, magnesio, silicio e potassio (Ca, Mg, Si e K). A causa dell'intensità relativa dei picchi essi sembrano suggerire, oltre al carbonato di calcio, la presenza di un silicato di magnesio miscelato con un legante a base di carbonato di calcio: potrebbe trattarsi di un minerale in grani usato allo scopo di creare una base tonale per il colore blu che è stato poi steso in superficie, ma potrebbe anche trattarsi dell'interferenza del mezzo di inglobamento, pertanto il campione potrebbe essere più approfonditamente indagato dopo inglobamento in resina. Relativamente ai grani scuri presenti in questo strato non sono stati identificati elementi come il fosforo, indicativo di un Nero d'Ossa; i grani neri sono pertanto probabilmente costituiti da Nero Carbone, pigmento spesso individuato tramite analisi EDS per via indiretta, ovvero, per la mancanza di elementi a livello atomico più pesanti rispetto al carbonio che indichino la presenza di altri pigmenti. Nelle sezioni stratigrafiche metallizzate in grafite per l'analisi SEM-EDS diventa difficilmente distinguibile il carbonio relativo alla metallizzazione da quello costituente il campione. Tuttavia, puntando la sonda EDS specificatamente su diversi grani scuri è stato possibile osservare un incremento del segnale del carbonio.

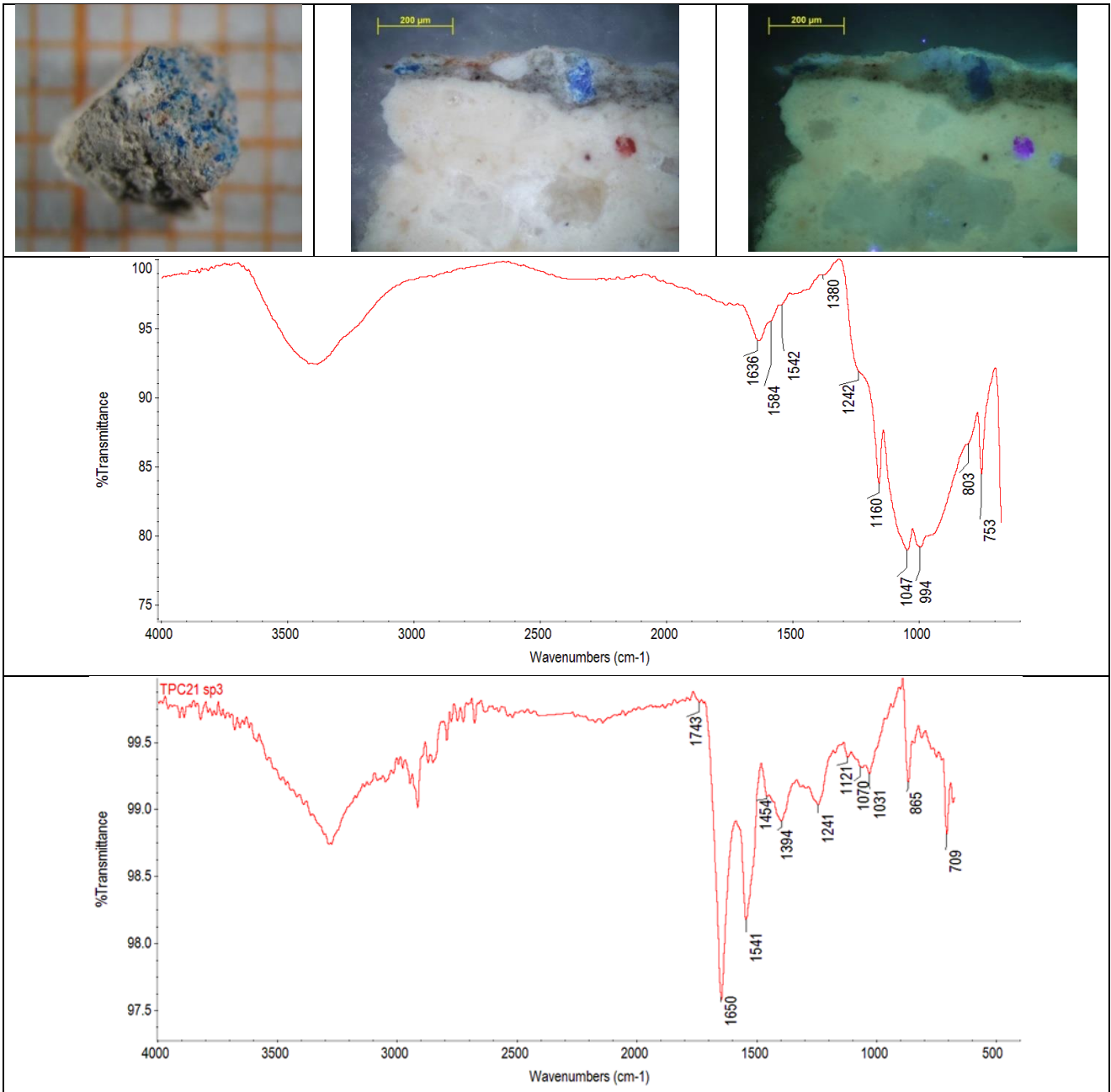


Figura 8 In alto: TPC21 tal quale e in sezione stratigrafica in luce visibile e ultravioletta. A seguire: spettro FTIR acquisito sul pigmento blu del campione TPC21; spettro acquisito in cella di diamante dal campione TPC21.

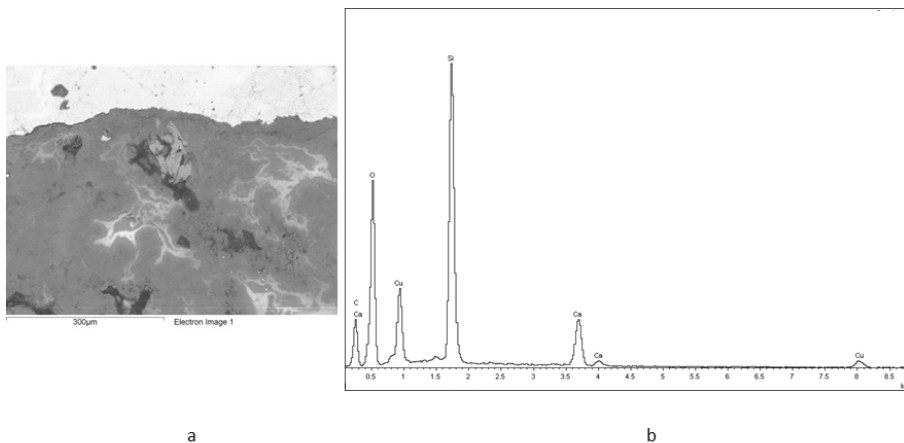


Figura 9 Microanalisi SEM-EDS su microstratigrafia blu: a) Immagine BSE; b) spettro EDS.

Le analisi FTIR e SEM-EDS hanno identificato il pigmento come Blu Egizio, i cui cristalli sono distinguibili nelle immagini BSE in microscopia elettronica a scansione (Figura 9). Le fasi costituite da elementi con numero atomico elevato, più luminose nell'immagine BSE, sono composte da silicati di rame e calcio.

Il Blu Egizio è chimicamente una cuprorivaite, ovvero un tetrasilicato di calcio e rame ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$) i cui picchi caratteristici in uno spettro FTIR sono 1160 , 1050 , 1000 and 753 cm^{-1} (Figura 10) dovuti ai movimenti vibrazionali di stretching e bending del legame Si-O-Si (Bevilacqua, 2010; Mirti, 1995; Kendrick, 2007).

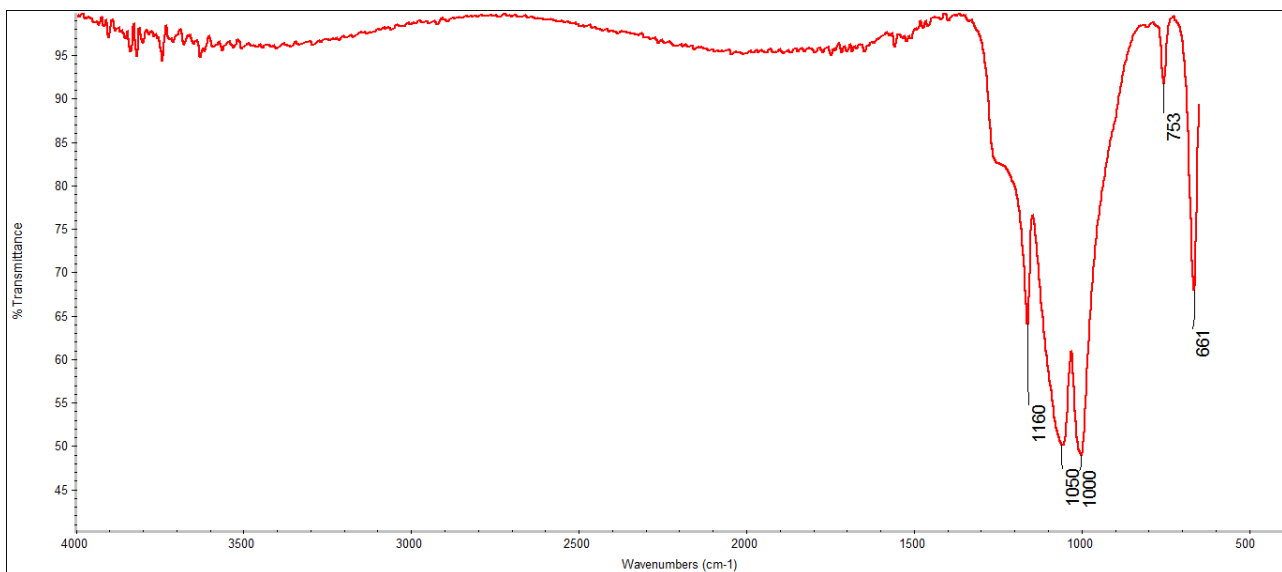


Figura 10 Spettro FTIR del Blu Egizio.

Anche nello strato blu è stata rilevata la presenza di materiale organico: le analisi in cella di diamante hanno consentito di analizzare queste particelle trasparenti e opache al microscopio FTIR, e ricondurle a del materiale proteico per la presenza dei picchi caratteristici dell'amide I dell'amide II. Si potrebbe trattare del legante, quindi di una tempera, o di un additivo legato alla tecnica pittorica murale (Figura 11).

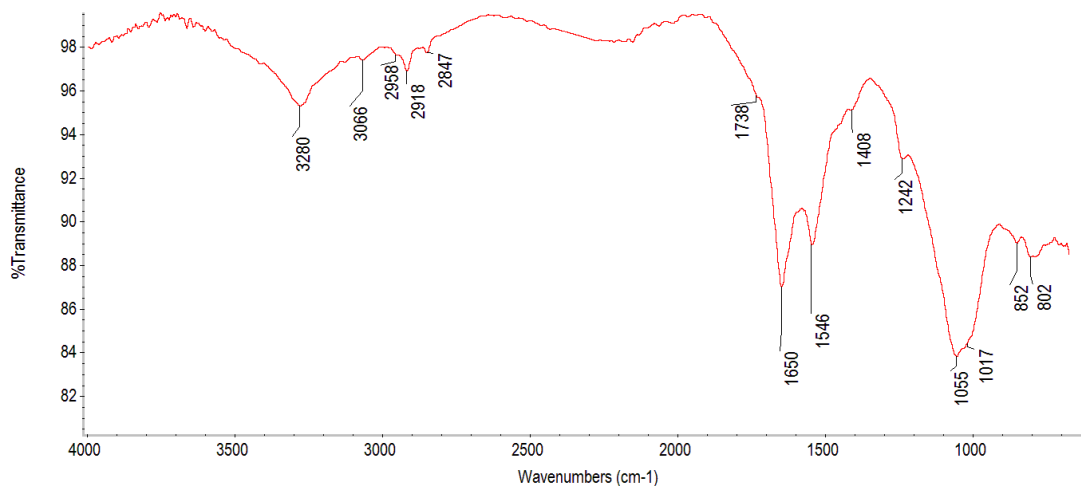


Figura 11 Spettro FTIR acquisito in cella su un grano blu del campione TPC21.

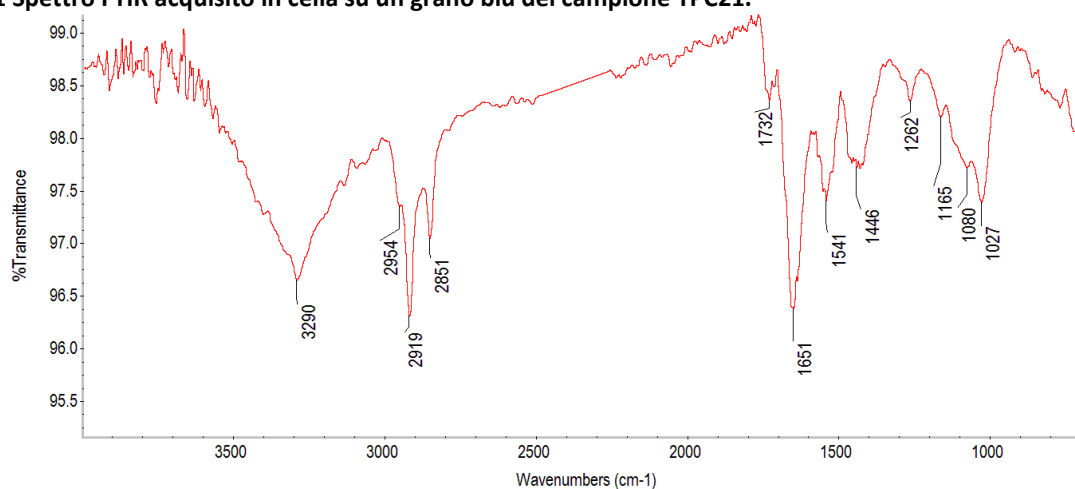


Figura 12 Spettro acquisito in cella sul campione TPC7.

Rossi e gialli

La letteratura classica e quella scientifica sulla pittura murale romana (Bevilacqua, 2010; Montagna, 1993; Mazzocchin, 2003; Aliatis, 2010; Amadori, 2015) riportano quali pigmenti rossi più comuni e diffusi il cinabro e le terre rosse.

L'osservazione allo stereomicroscopio dei campioni "tal quale" provenienti dalla Tomba dei Pesci e delle Spighe ha permesso una prima osservazione della stratigrafia costituita da uno strato di preparazione, dallo spessore variabile in base alla profondità del campionamento, uno o più strati pittorici rossi, e un sottile strato di prodotti di alterazione.

L'osservazione delle sezioni stratigrafiche in luce visibile e ultravioletta (Figura 13) ha confermato la stratigrafia dei campioni: lo strato di preparazione presenta una fluorescenza ultravioletta giallastra e bluasta, gli strati rossi sono debolmente o non fluorescenti in luce ultravioletta. L'osservazione dei grani di pigmento su vetrino dopo attacco acido, in vista delle analisi in cella di diamante in luce ultravioletta ha mostrato una fluorescenza bluasta in corrispondenza di particelle opaco-trasparenti.

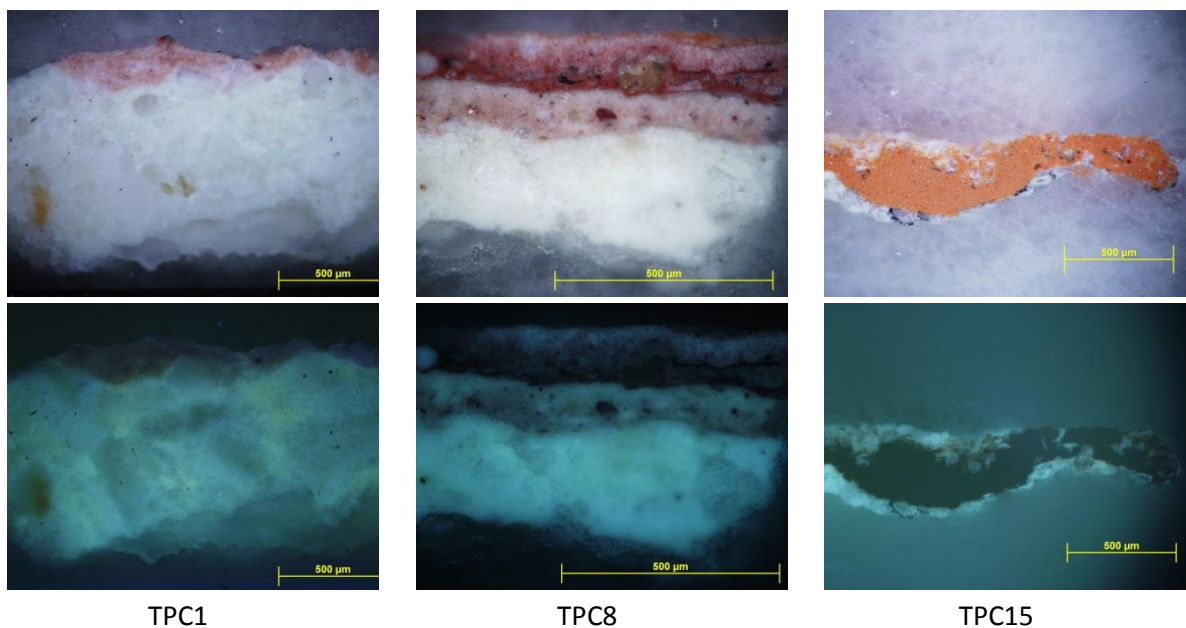


Figura 13 Microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta di alcune sezioni stratigrafiche rosse della serie TPC.

Gli spettri FTIR delle preparazioni hanno mostrato la presenza di calcite (picchi caratteristici a 1404 e 875 cm^{-1}), confermata dall'analisi SEM-EDS. Relativamente ai pigmenti rossi ed ai relativi spettri FTIR è importante ricordare che i pigmenti più comuni di questa gamma cromatica sono ossidi, come l'ematite, e solfuri, come il cinabro, trasparenti nella regione del medio infrarosso in cui sono state condotte le analisi: la microscopia elettronica a scansione con sonda EDS è una delle tecniche di analisi complementari in grado di rilevare la presenza degli elementi costituenti e di conseguenza identificare il pigmento utilizzato dagli antichi maestri pittori.

La scelta di non procedere per test microchimici è legata alla loro non selettività: inevitabilmente nel campione *bulk* rimarrebbero inclusi, inerti e minerali in tracce che potrebbero interferire con il risultato dell'analisi. Si ritiene di poter essere invece spazialmente precisi grazie all'integrazione delle analisi composizionali ed elementali in sezione stratigrafica.

Gli spettri FTIR degli strati pittorici rossi hanno messo in luce la presenza di silice (1170 and 1080 cm^{-1}) e silicati (1030 and 1090 cm^{-1}), associati alle terre rosse costituite da ossidi e silicati (Figura 14). La presenza di ematite, che conferisce la colorazione rossa, e di goethite, che conferisce colorazione gialla, non è dunque direttamente riscontrabile dall'analisi FTIR, ma le analisi condotte tramite SEM-EDS hanno mostrato una diffusa presenza di ferro sui campioni rossi (TPC1, TPC8, TPC10) imputabile alla loro presenza.

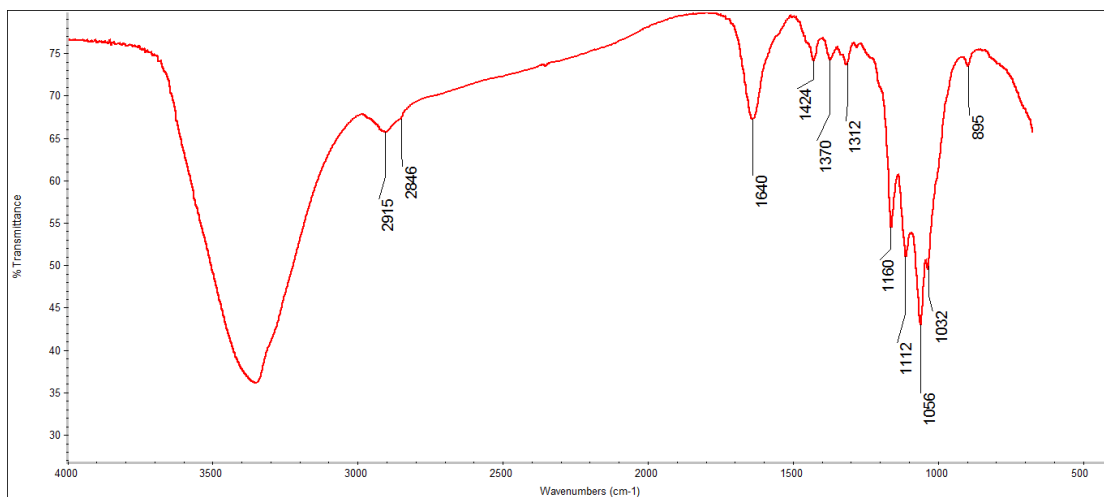


Figura 14 Spettro FTIR acquisito su uno strato pittorico rosso.

Negli spettri FTIR alcuni picchi sono stati ricondotti alla presenza di ossalati di calcio (1370, 1312, 1112, e una spalla intorno ai 790 cm^{-1}).

Gli ossalati di calcio sono un prodotto di alterazione la cui origine si ritiene legata al degrado di un materiale organico, sia esso un legante o un protettivo, e una componente a base di calcio costituente il bene culturale o presente per motivi ambientali. L'interazione tra acido ossalico e composti a base di calcio origina un precipitato di ossalato di calcio criptocristallino in sospensione in un gel che poi precipita sotto forma di solido bianco, la cui colorazione può diventare più scura se la superficie ingloba particelle di vario tipo, tra cui quelle carboniose presenti nell'atmosfera. Si esclude in questo sito che possa trattarsi di un prodotto di degrado di origine biologica per la mancanza di uno strato superficiale costituito da ossalati e per la profondità del segnale nella sezione stratigrafica.

Gli spettri FTIR hanno mostrato anche nei campioni rossi i picchi caratteristici dei composti organici, riconducibili a del materiale proteico per la presenza dei picchi relativi allo stretching e bending dell'amide I e dell'amide II (1650 e 1545 cm^{-1}) e relativi picchi nella regione dello spettro tra i 2800 e i 3000 cm^{-1} (2850, 2920 e 2954 cm^{-1}) (Figura 15).

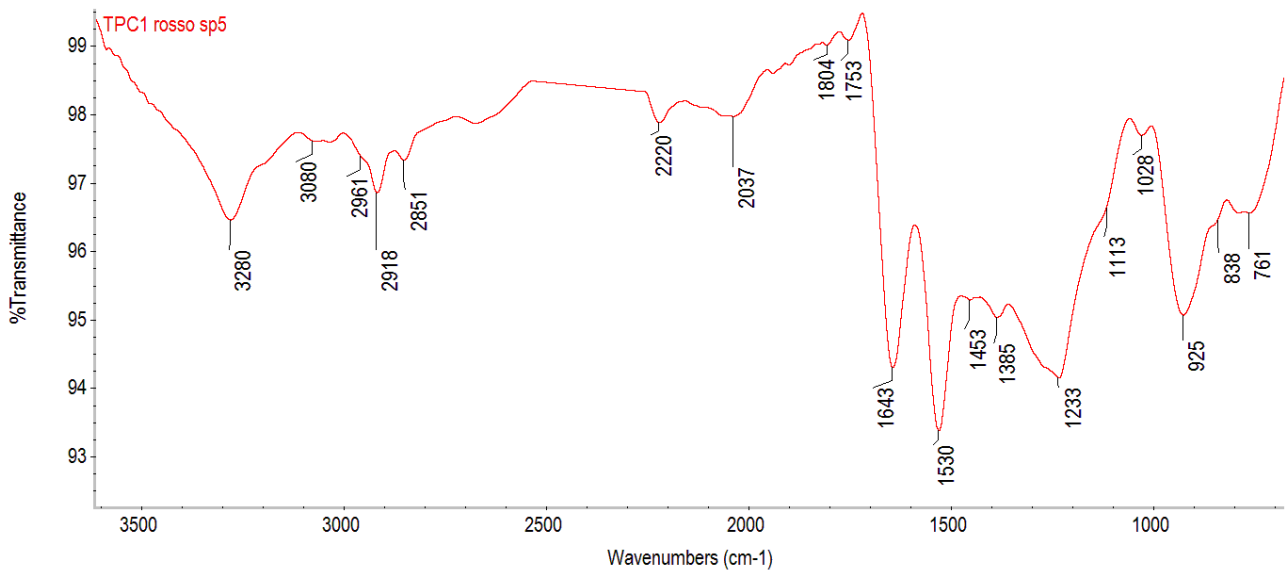


Figura 15 Spettro FTIR acquisito sullo strato rosso del campione TPC1.

Gli strati pittorici rossi nelle diverse sezioni stratigrafiche si presentano molto diversi per colore e spessori e sono stati investigati a fondo tramite analisi SEM-EDS combinando alti ingrandimenti alle analisi di tipo elementare che hanno rivelato una presenza diffusa di rossi a base di ferro, una terra rossa a base di ematite (Fe_2O_3) in combinazione con Ca, Si, Al, Mg, Na, K legati alla componente silicatico-argillosa legata alle ocre rosse.

Solo nel campione TPC1, in una piccola area nel suo strato più superficiale, è stata rilevata la presenza di cinabro, solfuro di mercurio (HgS), un pigmento particolarmente prezioso.

L'intenso segnale di silicio negli strati rossi è imputabile sia alla presenza di quarzo utilizzato come inerte che alla notevole quantità di pigmenti rossi a base di terre composti in parte da minerali argillosi a base di silicio (Figura 15).

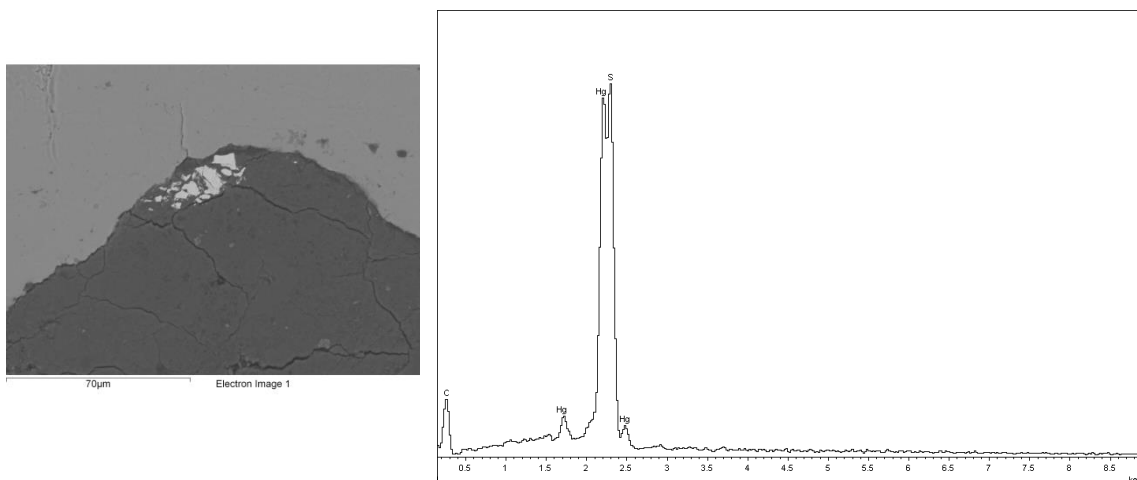


Figura 16 Analisi SEM-EDS su un campione rosso: a) Immagine BSE; b) Spettro EDS.

A supporto dell'ipotesi di un intervento di restauro avvenuto intorno agli inizi del Novecento si osservi il risultato dell'analisi SEM-EDS sulla stratigrafia rossa TPC15. La mappa elementare mostra una diffusa presenza di titanio: si tratta di un elemento presente come impurezza nelle terre tendenti al giallo bruno, ma che essendo qui rilevato in quantità più consistenti, sembrerebbe riconducibile al biossido di titanio, un bianco usato solo dopo il 1916-19 e spesso addizionato alle terre (Figura 17).

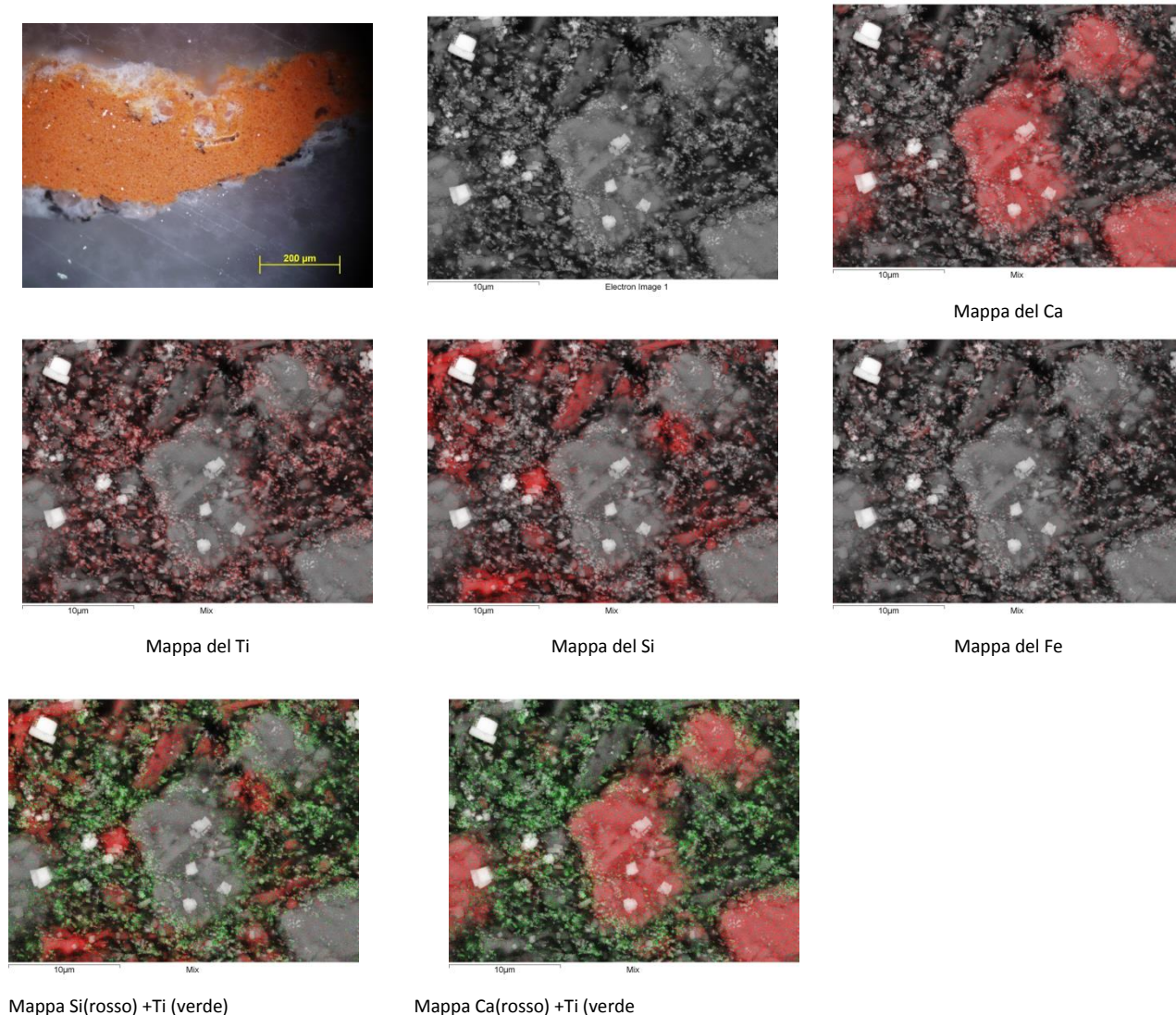


Figura 17 Sezione stratigrafica in luce visibile del campione TPC15 in alto a destra; a seguire mappe SEM-EDS.

Solo un pigmento giallo è stato identificato nell'ipogeo, su un pilastro: la sezione stratigrafica TPC13 presenta infatti uno strato giallo sopra la preparazione e un sottile strato rosso (Figura 18). Il campione tal quale presentava problemi di coesione tra i due strati di colore al punto che è stato necessario inglobare due microframmenti per ottenere una sezione stratigrafica avente uno spessore leggibile di pellicola pittorica gialla.



Figura 18 Sezione stratigrafica del campione giallo TPC13 al microscopio ottico in luce visibile e UV.

A livello stratigrafico e composizionale il campione presentava uno strato di preparazione costituito da calcite - identificato tramite FTIR e SEM-EDS - uno strato rosso costituito da terre rosse e uno strato costituito da una terra gialla. Il SEM-EDS ha rivelato la presenza di ferro, imputabile alla goethite ($\text{FeO}(\text{OH})$), minerale che conferisce colorazione gialla al pigmento, e combinazioni di elementi imputabili alla terra.

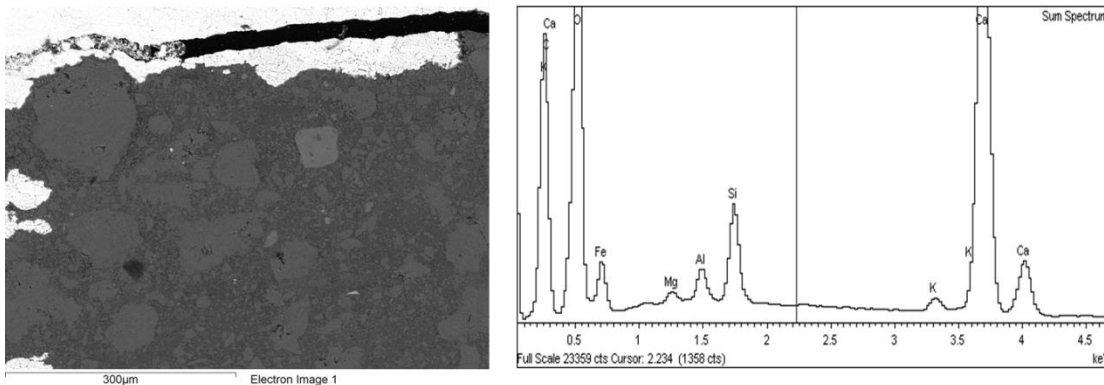


Figura 19 Analisi SEM-EDS su una sezione stratigrafica gialla. a) Immagine BSE; b) Microanalisi EDS.

3.3.4 Conclusioni

La Tomba dei Pesci e delle Spighe è stata riscoperta nel 1996 e le sue decorazioni sono state documentate in una campagna fotografica a cura delle Soprintendenza Archeologica di Cagliari. Nel settembre 2012 è stata effettuata una campagna di campionamento in cui microstratigrafie pittoriche di colore blu, rosso, giallo e materiali di degrado sono stati campionati dalle pareti della camera ipogeica e successivamente investigati tramite microscopia infrarossa, microscopia elettronica a scansione e diffrazione di raggi X.

Gli strati di preparazione sono costituiti da calcite, ma è stato rilevato il segnale di una componente proteica piuttosto in profondità rispetto alla pellicola pittorica tanto da ipotizzare che la componente sia parte materiale integrante della tecnica pittorica.

In generale la varietà dei pigmenti identificati nella Tomba delle Spighe e dei Pesci coincide con la tavolozza pittorica descritta in letteratura come tipica della pittura murale romana.

Il Blu Egizio è stato identificato tramite μ ATR-FTIR e SEM-EDS come silicato di rame e calcio. Questo pigmento è stato steso su uno strato di colore scuro grigiastro di preparazione alla stesura pittorica vera e propria costituito da una matrice di calcite e silicatica.

I campioni rossi provenienti dalla Tomba dei Pesci e delle Spighe presentano strati di colore differente: rosso chiaro, rosso aranciato, rosso scuro, rosso brillante. Attraverso l'analisi composizionale per punti tramite sonda EDS e *mapping* FTIR sono stati identificati due pigmenti: terra rossa e cinabro. Il cinabro era un pigmento prezioso e il suo utilizzo era presumibilmente più esteso sulle pareti della Tomba dei Pesci e delle Spighe rispetto a quanto non appare dalla campionatura effettuata: si può ragionevolmente supporre che il rosso chiaro fosse una preparazione tonale per la stesura della stesura finale di Cinabro sulla decorazione dell'ipogeo. Il Cinabro è stato ritrovato solo su una piccolissima porzione del campione TPC1.

Le terre rosse sono state identificate per l'intensificarsi del segnale silicatico in spettroscopia infrarossa e per l'identificazione al SEM-EDS del ferro e degli elementi riconducibili alla loro componente silicatico-argillosa: K, Si, Al, Mg, Na, P. Gli spettri FTIR non mostrano sostanziali differenze nella composizione dei diversi strati di terra rossa. Il diverso colore degli strati pittorici rossi è dunque legato ad una miscela differente di pigmento e inerti in base alla resa cromatica finale che il pittore intendeva ottenere.

Un pigmento giallo è stato individuato sulla decorazione di un pilastro: si tratta di una terra gialla costituita da ossidi di ferro, silicati e materiali argillosi.

Il gesso e la calcite sono state identificate anche come materiali di alterazione e degrado sulla superficie dei campioni: si tratta di gesso e calcite ricristallizzate a causa della percolazione dell'acqua nelle pareti dell'ipogeo e per l'alta umidità presente nella camera ipogeica.

Particolarmente interessanti sono i particolari della tecnica pittorica murale: i romani utilizzavano in modo estensivo la calce come legante, eppure l'identificazione di segnali riconducibili a sostanze proteiche sia in preparazione che negli strati pittorici apre la possibilità che la tecnica impiegata per la realizzazione di questa pittura murale non sia ad affresco pura.

Le fonti letterarie antiche narrano come i romani utilizzassero "grassi animali" per rallentare la carbonatazione delle superfici carbonatiche e ottenere una buona adesione con gli strati superiori a base di tempera. Nella Tomba dei Pesci e delle Spighe la componente proteica potrebbe avere proprio questa funzione.

La presenza di rari cristalli di Blu Egizio, la perdita del cinabro e la poca coesione dello strato giallo a quello sottostante giallo fanno ragionevolmente supporre che essi siano stati messi in opera a secco o con un legante proteico più abbondante rispetto agli strati sottostanti ben aderenti e carbonatati con l'intonaco di preparazione alla pellicola pittorica.

Secondo Plinio il Vecchio, sia il Blu Egizio che il Cinabro erano pigmenti particolarmente preziosi per la tecnica murale romana: la loro presenza nella Tomba dei Pesci e delle Spighe dimostra l'importanza storica di questo sito archeologico e può essere particolarmente utile per archeologi, conservatori e restauratori.

L'osservazione ultravioletta delle sezioni stratigrafiche e alcuni segnali infrarossi superficiali non chiaramente interpretabili sembrano indicare un intervento di restauro non documentato eseguito tra fine Ottocento e prima metà del Novecento. Specifiche analisi in gascromatografia di massa consentirebbero maggiori dettagli di conoscenza materica sull'intervento consentendo forse anche una minima approssimazione sul periodo dell'intervento.

Lo studio multidisciplinare intrapreso in questo progetto di ricerca ha tuttavia consentito di riconoscere i pigmenti impiegati nella tavolozza pittorica romana, e i materiali costituenti il bene culturale in esame, per quanto maggiori dettagli di conoscenza possano essere raggiunti con ulteriori fasi sperimentali che potrebbero coinvolgere più Tombe della stessa necropoli al fine di mappare e identificare le tecniche utilizzati dai romani all'interno della necropoli.

Per approfondire questi aspetti tecnici sulla tecnica pittorica murale di epoca romana nel territorio cagliaritano, e per la possibilità di un confronto, è stato individuato un sito ipogeo riconducibile alla stessa epoca della Tomba dei Pesci e delle Spighe, con simili caratteristiche macroscopiche a livello stratigrafico, il cubicolo di Munazio Ireneo, attualmente all'interno del Cimitero Monumentale di Bonaria di Cagliari.

3.4 I lacerti pittorici del cubicolo di Munazio Ireneo, Cimitero Monumentale di Bonaria, Cagliari

3.4.1 *Inquadramento storico*

La vocazione funeraria del colle di Bonaria risale al IV secolo a.C. quando il colle iniziò ad essere utilizzato quale luogo di sepoltura dai punici. Oggi di questa fase non si conserva nulla, ma vi sono alcune tombe, fortemente compromesse, di epoca romana. Mentre la necropoli di Tuvixeddu, in particolare la zona lungo l'attuale viale S. Avendrace dove si trova la Tomba dei Pesci e delle Spighe, fu utilizzata tra il I e il II secolo d.C., durante il III secolo si ebbe un importante ampliamento della necropoli orientale della città situata nella collina di Bonaria. Qui sorsero diversi cubicoli funerari con arcosoli e pitture murali destinati ad accogliere sarcofagi e urne cinerarie - tra cui la Tomba, chiamata anche cubicolo, di Munazio Ireneo dalla dedica su marmo ritrovata al suo interno, a chiusura di un loculo - mentre ai piedi del colle vi era un gran numero di semplici tombe a fossa fino a ricongiungersi all'area funeraria vicino alla basilica di San Saturnino.

Nel giugno del 1888, durante i lavori di scavo praticati alle pendici della collina del cimitero di Bonaria per erigere una nuova serie di loculi, vennero alla luce diversi gruppi di tombe facenti parte della necropoli cristiana di epoca romana della città.

La collina di Bonaria è una formazione calcarea di struttura cavernosa, di facile scavo, ottimale per la creazione di camere sepolcrali. La necropoli doveva presentarsi sulla collina come una serie di piccole cavità ad ordini sovrapposti, con pitture a tema geometrico e non solo.

Mentre si intraprendeva la costruzione dei loculi che dovevano essere eretti ai piedi del colle, un'angusta apertura nella roccia è stata riscoperta come l'ingresso di una camera mortuaria che presentava loculi a più livelli. Il principale si trovava di fronte all'ingresso voltato ad arco, un arcosolio nella cui lunetta era incastrata una sottile lastra di marmo, contornata da una cornice dipinta di colore rosso, che presentava la seguente iscrizione:

BONAE MORIAE HOMI
NI BONO IRENEO RARI
EXEMPLI QUI VIXIT ANNIS
XI VI·M·VIII·D·XVIII·H·V·PER
PETVA MARITO INCOMPA
RABILI·ET·IRENEUS·PA
TRI CONTRA·VOTUM FE
CERVNT

Dopo la rimozione della lapide, oggi conservata presso il Museo Archeologico di Cagliari, si osservò che essa era opistografa, ovvero sul retro vi era la stessa epigrafe con varianti:

BM · HOMO · BONUS · INNOX
ET·INCOMPARABILIS MUNATIUS
IRENEUS VIXIT · I · IN · XP ANNIS ·
XXXX^{VI} MVIII DXVIII · HORVI ¹
PERPETVE VXOR·CONIVGE VIRGINO·
DVLCISSIMO · ITEM · IRENEVS
QUA ET PATRI · CARISSIMO CON·
VOTVM · SVM · FECERVUNT

La lastra propone due epigrafi fatte incidere per Munazio Ireneo, *pater familias*, dalla moglie Perpetua e dal figlio Ireneo, nel cubicolo che doveva forse ospitare l'intera famiglia. Le due versioni differenti dell'epigrafe, secondo Raimondo Zucca, metterebbero in luce come *"il passaggio dalla prima alla seconda versione ha trasformato un testo esplicitamente cristiano (vixit in XP(isto); co-niuge virgin(i)o con allusione alla fedeltà matrimoniale in un testo neutro, che risultava nel cubicolo l'unico a vista, poiché anche la formula bonae memoriae così tipica delle iscrizioni cristiane conosce significative attestazioni sicuramente o probabilmente pagane"* (Zucca, 2000). Le due epigrafi rivelerebbero un momento di contrasto tra pagani e cristiani acuto al punto da richiedere la commissione della redazione di un nuovo testo che oscurasse espliciti riferimenti alla fede cristiana. Le pitture e le scritte cristiane all'interno della tomba erano invece evidentemente tollerate, anche perché i riferimenti cristiani più espliciti risultavano coperti dalla lastra epigrafata.

La lastra si trovava tra due pavoni dipinti sopra i quali vi erano due colombelle e la seguente scritta dipinta:

PAX TECVM TVIS
SIT CVM

Le pareti laterali del cubicolo dietro la lastra presentavano due scene allusive della Resurrezione: il miracolo di Lazzaro sulla destra e il Redentore vestito di tunica e pallio che tocca con una verga un morto che nudo, con le mani tese, sta sulla soglia dell'edicola funeraria, accanto a cui vi era una pianticella sormontata dalla scritta:

PAX TECVM SIT
IN AETERNVM CVM
TVIS

In un angolo era raffigurata una persona con la barba e con una veste a maniche larghe che appare stupefatta dal prodigio. La parete sulla sinistra presentava delle macchie che rendevano possibile solo la lettura di due personaggi in piedi, con calzari ai piedi, di cui uno con una veste succinta vicino ad una

tomba. Una colomba con le ali raccolte nell'angolo in alto a sinistra posava le zampe su un nastro o uno svolazzo (Figura 20. Da Bullettino di archeologia cristiana — 5.Ser. 3.1892)

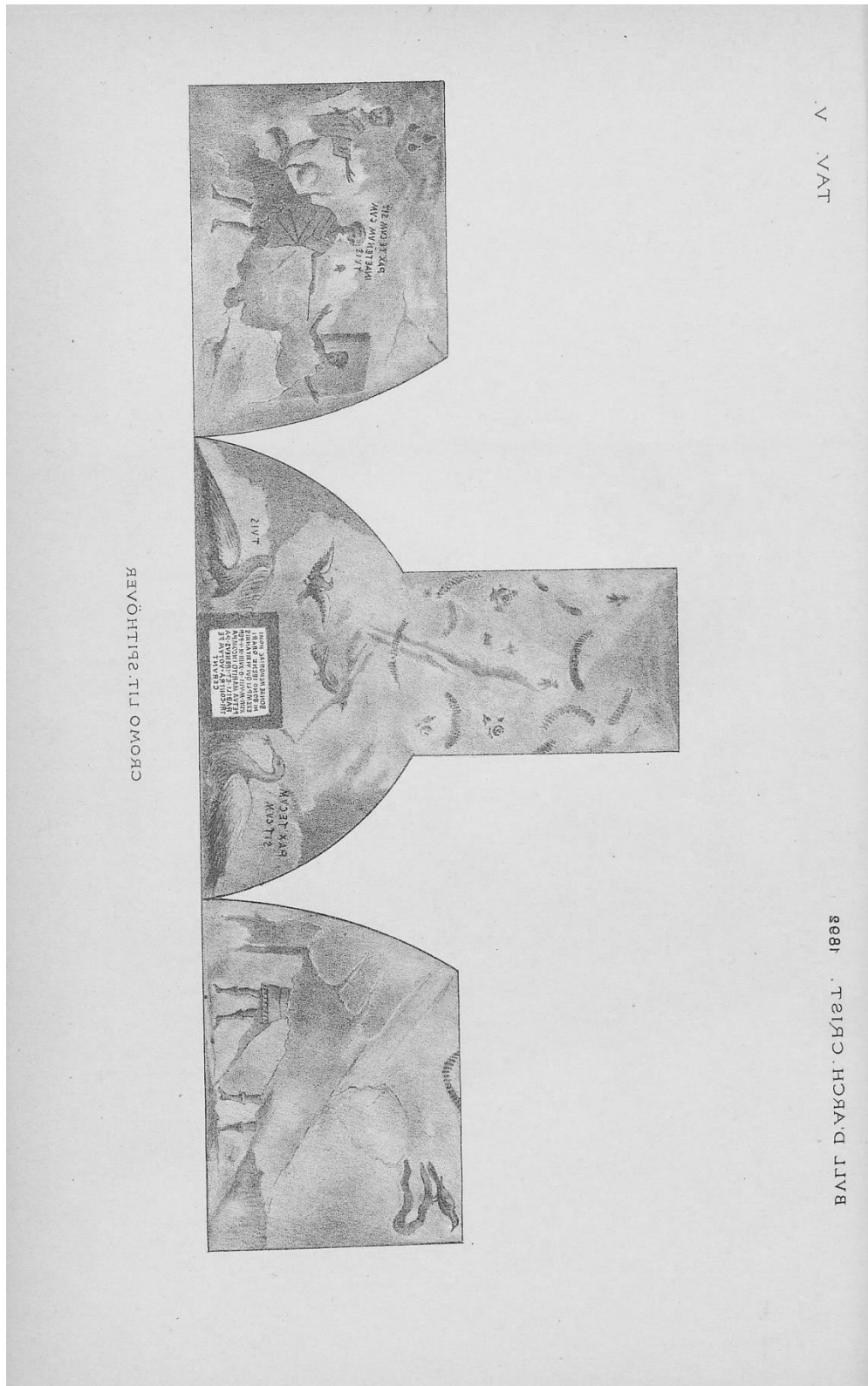


Figura 20 Acquerello del dipinto murale delcubicolo di Munazio Ireneo da un acquerello di fine Ottocento.

L'intera volta del cubicolo era cosparsa di festoni e rose, raffiguranti la beatitudine del soggiorno celeste e della vita eterna. Oltre questi tre loculi sulle pareti dell'arcosolio ve ne erano altri dieci in cui vi erano corpi avvolti in lenzuoli ed uno strato di calce, privi di corredo funerario, ma in cui venne ritrovato il viatico: un piccolo bronzo di Diocleziano e uno di Galerio Massimiano, che sembrano indizio dell'età del cubicolo, così come la scomparsa del gentilizio *Munatius* nella seconda epigrafe, fenomeno che nell'epigrafia cristiana si documenta proprio tra III e IV secolo d.C. Non è stato specificato in nessuna relazione se le monete furono ritrovate nei teschi quale obolo a Caronte, residuo di una tradizione pagana, o affisse nella calce esterna o poste dentro il sepolcro a indizio della vetustà della tomba come avviene nei cimiteri cristiani dello stesso periodo a Roma. La fine del III secolo è un periodo in cui i cristiani erano tollerati e i loro sepolcri riportavano segni più o meno palesi della loro religione, spesso uniti a simboli di una tradizione passata che non era mai scomparsa, ma avevano anche luoghi di culto pubblici.

Per quanto riguarda le pitture, la figura barbata orante vestita di nobile dalmatica presso una pianta fiorita viene identificata da De Rossi come il defunto Munazio Ireneo. Continua:

A lui è diretta l'acclamazione PAX TECVM SIT IN AETERNVM CVM TVIS, scritta sul capo di Gesù Cristo avvolto nel consueto pallio e stendente con la destra la verga taumaturga; al quale quella formola non può in guisa veruna essere applicata. La verga taumaturga quasi tocca con la punta un uomo a braccia nude aperte, a guisa di orante. Il dotto relatore lo dice Lazaro uscente dal sepolcro, la cui porta appare dietro la sua persona. Se il colore giallo in forma quadrilunga dietro l'uomo atteggiato ad orante veramente rappresenta una porta, l'interpretazione proposta sarà irrepugnabile. Ed attribuiremo ad arbitrio del pittore calaritano la singolarità dell'atteggiamento di Lazaro, e la nudità della spalla sinistra e delle braccia, contraddicente a tutte le fino ad ora note rappresentanze di codesto miracolo. Nelle quali Lazaro è sempre o stretto nelle fasce, come le mummie, od al meno avvolto nel funebre sudario. A me sembrerebbe più verosimile, che qui sia effigiato il paralitico; il cui grabato levato sulle spalle, di foggia quadrilunga, potrebbe essere ravvisato nel luogo della presunta porta del monumento sepolcrale. Delle due figure d'uomini dipinte nell'altra parete dell'arcosolio rimangono soltanto le parti inferiori; né queste ci bastano a ravvisare i soggetti. (De Rossi, 1892)

A pochi metri da questo cubicolo fu ritrovato un sepolcro avente pitture murali più pregevoli, sia a livello qualitativo che compositivo, su due delle quattro pareti del vano, mentre nelle altre due le pitture murali sembravano essere andate perse da tempo. Il professor Crespi ne bagnò la superficie con un preparato di cera e vernice, *indebolisse le tinte* (De Rossi, 1892). Vivonet sostiene che la necropoli sorgesse vicina ad un antico santuario poiché qui, nel Medioevo prima del dominio pisano, sorgeva la chiesa di Santa Maria, di cui la leggenda narra sorse nel luogo stesso dove l'apostolo delle genti aveva evangelizzato i cagliaritani. La chiesa fu distrutta nel corso dell'Ottocento.

La necropoli romana di Cagliari sembra fosse dunque costituita di celle e cubicoli scavati nella roccia, ma non collegati da gallerie, più simile al modello semitico che a quello delle catacombe romane, e riprende il

simbolismo cristiano nascente con leggere modificazioni locali, simbolo di una provincia in cui arrivano gli echi della grande città di Roma.

Fu destino di questa pittoresca collina di Buonaria, il servire in ogni tempo di quieto ed opportuno asilo ai trapassati. Le cavità naturali che si aprono nei fianchi, mentre servirono di dimora ai più vetusti abitatori di questa parte dell'isola, ne accolsero anche le loro spoglie mortali. (De Rossi, 1892)

3.4.2 Materiali e metodi

La Tomba di Munazio Ireneo è scavata in un versante roccioso del colle di Bonaria costituito da una roccia carbonatica dalla porosità molto elevata. Il microclima ipogeico è particolarmente favorevole ad un attacco biologico diffuso sulle pareti murali del cubicolo. I processi di degrado innescati dalla combinazione microclima e intervento dell'uomo hanno portato alla compromissione degli apparati decorativi murali, oggi non leggibili, e portato alla perdita di gran parte della superficie dipinta.

Il livello di decoesione del materiale è talmente avanzato da aver causato il distacco di gran parte delle pitture murali. Un'attenta osservazione macroscopica *in situ* ha consentito di rilevare una stratigrafia ipogeica comparabile a quella della Tomba dei Pesci e delle Spighe. Per la sua collocazione temporale al III secolo e poiché i campionamenti sono selettivi e bastano quantità molto piccole di materiale, nonostante le poche tracce di pittura rimaste il cubicolo di Munazio Ireneo è stato ritenuto idoneo ad un confronto con la pittura murale della Tomba dei Pesci e delle Spighe.

I processi di degrado sono in continuo avanzamento: stagionalmente il cubicolo subisce dei fenomeni di cristallizzazione salina con la formazione di sali bianchi che ricoprono le sue superfici e diminuiscono drasticamente la resistenza meccanica del materiale costituente malte e intonaci. La scarsa coesione dei materiali e l'umidità di cui sono impregnati fa sì che i rari lacerti murali siano fortemente compromessi e decoesi.

Durante la campagna di campionamento sono stati prelevati campioni stratigrafici dai lacerti di superfici dipinte tramite piccole incisioni con bisturi; il campionamento è avvenuto ai bordi di lacune o di aree scarsamente coese alla superficie sottostante. In laboratorio i campioni tal quali sono stati osservati allo stereomicroscopio al fine di individuare i microframmenti più idonei alla preparazione della sezione stratigrafica e alla selezione dei grani di malta su cui effettuare l'attacco acido per poter valutare poi la presenza di materiale di tipo organico.

I microcampioni stratigrafici sono stati selezionati sulla base della stratigrafia completa dallo strato di preparazione alla superficie pittorica, documentati fotograficamente allo stereomicroscopio, inglobati in doppia camicia di KBr e resina secondo la procedura riportata nel capitolo dedicato alle tecniche analitiche.

Le stratigrafie sono state osservate sotto microscopio ottico in luce visibile e ultravioletta e documentate fotograficamente con scala dimensionale di riferimento. In tabella (Tabella 4) i campioni

selezionati per la preparazione di sezioni stratigrafiche per un totale di 3 rossi, un verde e un colore scuro in cui non è possibile identificare uno strato pittorico ben definito.

Tabella 4 Panoramica dei campionamenti nel cubicolo di Munazio Ireneo presso il Cimitero Monumentale di Bonaria a Cagliari.

CAMPIONE	COLORE	OSSERVAZIONI (Stereomicroscopio)
MI1	Rosso	Substrato + rosso + alterazione
MI2	Rosso	Substrato + rosso + alterazione
MI3	Scuro	Substrato + scuro
MI4	Rosso	Substrato + rosso + alterazione
MI5	Verde	Substrato + verde + alterazione

I campioni stratigrafici e le malte sono stati indagati secondo due procedure differenti: le sezioni stratigrafiche tramite microscopia infrarossa a contatto in modalità μ ATR-FTIR in Riflettanza Totale Attenuata e *mapping*, successivamente tramite SEM-EDS per individuare gli elementi presenti nella sezione e la loro distribuzione stratigrafica; grani di intonaco sono stati selezionati sotto stereomicroscopio, alloggiati su vetrino e sottoposti ad attacco acido (HCl, 3 M) per studiare la natura dei leganti e dei prodotti di restauro. I vetrini sotto attacco sono stati protetti da inquinamento esterno e posti in stufa 40°C perché si asciugassero e si potesse eseguire l'analisi spettroscopica infrarossa su singolo grano in cella di diamante.

3.4.3 *Analisi e risultati*

La macrostratigrafia del cubicolo può essere osservata a occhio nudo grazie ai distacchi di materiale ed è comparabile con quella della Tomba dei Pesci e delle Spighe in Tuvixeddu. La macrostratigrafia appare dunque costituita da:

- una superficie rocciosa di supporto di natura calcarea;
- uno strato pozzolanico impermeabilizzante le pareti;
- uno strato di intonaco di preparazione alla decorazione policroma;
- uno strato di intonachino spesso circa mezzo centimetro, vera e propria preparazione per la stesura del colore;
- uno strato pittorico;
- uno strato superficiale di alterazione con diffuso attacco biologico.

I colori osservati sui lacerti della superficie pittorica sono rossi e un colore scuro non ben definibile, forse di preparazione a uno strato pittorico perduto. Non tutti i campioni inglobati in KBr prelevati sui lacerti di pittura murale nel cubicolo di Munazio Ireneo presentano una stratigrafia completa.

Rossi

Le stratigrafie pittoriche di colore rosso osservate tramite microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta si presentano uniformi, costituite da tre strati:

- una preparazione bianca uniforme con inclusi bianco-opachi; uno o due strati di colore rosso, non fluorescenti in luce ultravioletta;
- uno strato superficiale non regolare di materiali di alterazione, non sempre osservabile in luce visibile, con una forte fluorescenza ultravioletta, probabilmente legato a ricristallizzazioni superficiali e a interventi di restauro.

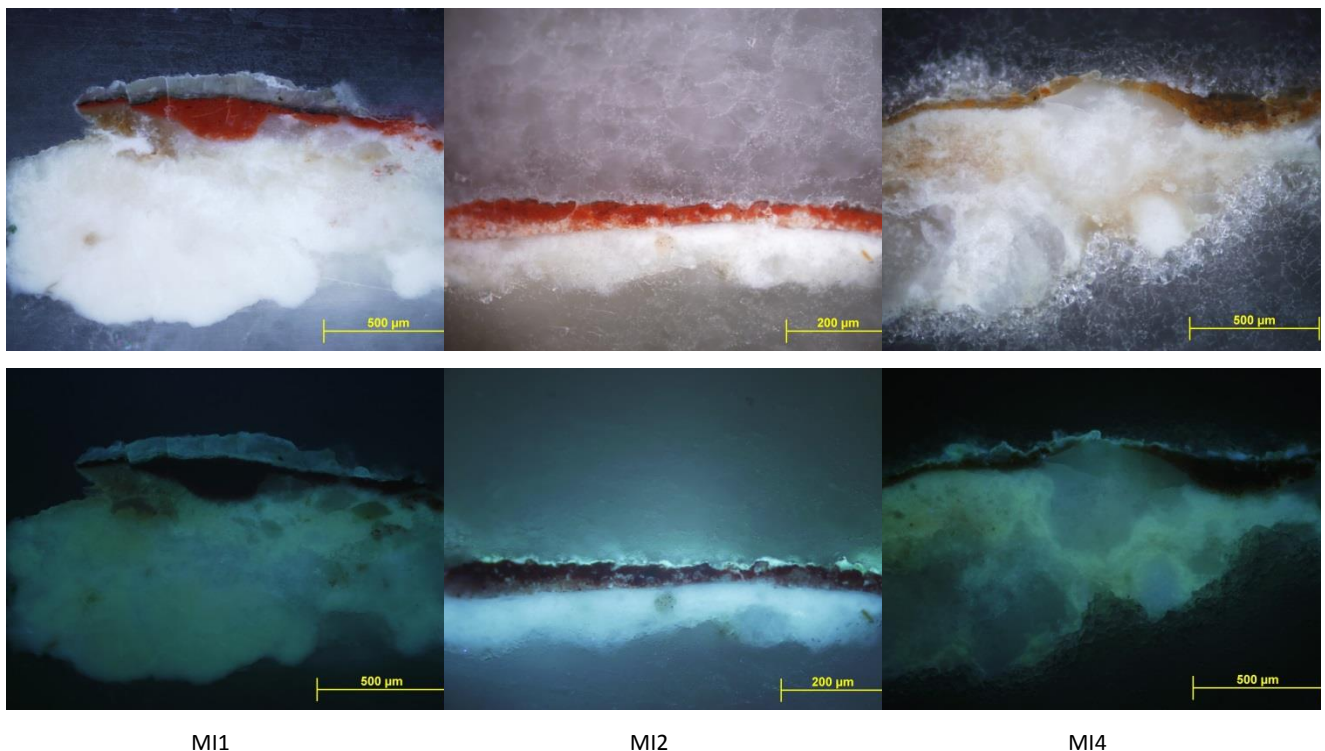


Figura 21 Cubicolo di Munazio Ireneo: sezioni stratigrafiche in luce visibile e ultravioletta.

La spettroscopia infrarossa ha rivelato la presenza di calcite quale componente principale dello strato di preparazione bianco di tutti i campioni con i suoi picchi caratteristici (2512 , 1797 , 1394 , 870 , 710 cm^{-1}) e una componente silicatica impiegata quale inerte il cui picco principale si trova intorno ai 1000 cm^{-1} . Gli spettri in preparazione mostrano tracce di composti organici non bene identificabili per il forte segnale della matrice carbonatico-silicatica. Si è proceduto all'analisi su grano in cella di diamante dei campioni provenienti dai punti di campionatura delle stratigrafie pittoriche e dall'intonachino di preparazione alla pittura.

Gli spettri FTIR consentono di individuare due tipi di composti organici riconducibili sia alla presenza di materiale proteico per le bande relative all'amide I e amide II (1650 cm^{-1} stretching v C-O amide I, 1540 cm^{-1} bending δ N-H amide II), sia di prodotti di restauro o alterazione non facilmente identificabili (Figura 22).

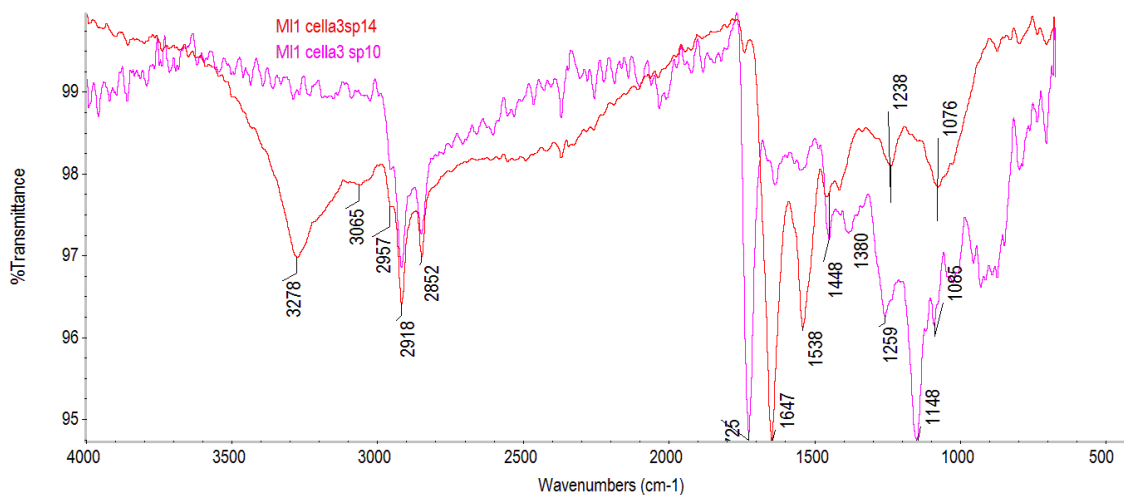


Figura 22 Spettri FTIR acquisiti sul campione MI1.

Anche in questo ipogeo la presenza di sostanze proteiche e la profondità (ben oltre i 100 μm) in cui vengono rilevate rispetto alla superficie esterna del campione, suggerisce si tratti di un materiale impiegato nella preparazione e/o messa in opera della pittura murale. Maggiori informazioni sulla natura di questo tipo di materiali potranno essere raccolte con analisi specifiche. A conferma o smentita della tesi proposta nel presente lavoro le tecniche pittoriche potrebbero essere approfondite con la preparazione di provini in linea con i materiali qui citati e ulteriori confronti in linea con gli antichi ricettari per pittori.

Gli spettri infrarossi degli strati superficiali di qualche campione hanno restituito segnali di difficile interpretazione, ma riconducibile all'applicazione di un qualche prodotto di restauro a fine Ottocento. Vivonet (Vivonet, 1892) scrive dell'applicazione di una miscela cera-resina: incrociando l'informazione con i prodotti di restauro impiegati in quegli anni si può ipotizzare che la resina impiegata si polivinilacrilica, ma il dato dovrà essere supportato da maggiori informazioni.

Anche in questo caso la preparazione dei grani di campione per l'analisi in cella di diamante è stata complessa poiché i grani si presentavano costantemente umidi; si è proceduto ad una solidificazione temporanea del campione sottoponendolo a riscaldamento come per i campioni provenienti dalla Tomba dei Pesci e delle Spighe. Le ipotesi sulla presenza di questo liquido sono le stesse: si esclude si tratti solo di acqua di cui i campioni potrebbero essere impregnati poiché essi sono stati tenuti in stufa per tempi lunghi che consentono l'evaporazione totale dell'acqua sul vetrino.

In generale gli strati pittorici rossi in sezione stratigrafica si presentano diversi tra loro per colore e spessori: MI1 presenta uno strato pittorico non omogeneo, spesso dai 30 a 150 μm , di colore rosso intenso, non fluorescente in luce ultravioletta; MI2 presenta due strati rossi, il primo costituito da una matrice bianca con una dispersione di grani rossi, spesso in media 24 μm , quello soprastante ha una colorazione

intensa e scura molto simile a MI1, spesso da 30 a 50 μm , non fluorescente in luce ultravioletta; MI4 presenta uno strato rosso tendente all'aranciato, di spessore non regolare variabile tra i 27 e i 54 μm . In una piccola sezione del campione si intravede la presenza di due strati rossi: un primo di preparazione avente matrice bianca e aggiunta di grani rossi, un secondo costituito da una componente aranciata piú sostanziosa.

Le sezioni investigate tramite microscopia elettronica a scansione e sonda EDS hanno rivelato una presenza diffusa di ferro, Ca, Si, Mg, Na: si tratta di una terra rossa.

È interessante notare che all'analisi FTIR sullo strato rosso del campione MI1, di un rosso particolarmente brillante e scuro, non si osserva incremento del segnale silicatico: è indicativo dell'impiego di una ematite piuttosto pura, povera componente argillosa e silicatica. Gli spettri FTIR hanno mostrato anche in questi spettri la presenza di componenti organiche in tracce, di non facile interpretazione, per la presenza dei picchi relativi alla vibrazione degli esteri (1723 cm^{-1}) e relativi picchi nella regione dello spettro tra i 2800 e i 3000 cm^{-1} (2961 , 2918 , 2876 e 2848 cm^{-1}), ma privi di altri segnali caratteristici di una sostanza in particolare (Figura 23).

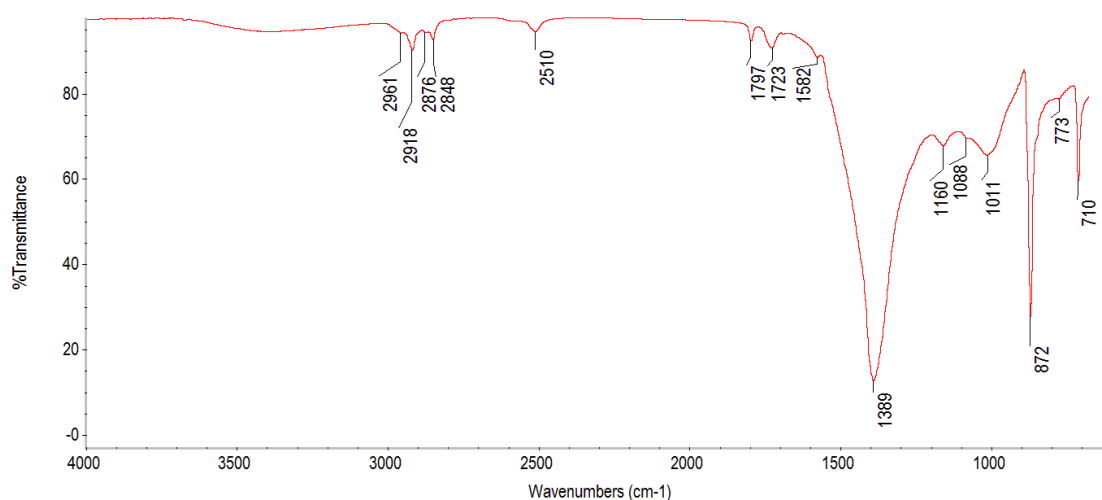


Figura 23 MI1: spettro FTIR in modalità ATR dello strato pittorico rosso.

Le stratigrafie scure sono state osservate tramite microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta. Il campione MI5, in particolare, appare costituito da una preparazione bianca uniforme con inclusi bianco-opachi e qualche incluso aranciato; un sottile strato con rari grani verdi non fluorescenti in luce ultravioletta; uno strato scuro superficiale, fortemente fluorescente in luce ultravioletta probabilmente costituito da un qualche composto impiegato in fase di restauro; uno strato superficiale, non regolare, bianco, probabilmente di ricristallizzazione superficiale.

La spettroscopia infrarossa ha rivelato la presenza di calcite quale componente principale dello strato di preparazione bianco di tutti i campioni con i suoi picchi caratteristici a 1788 , 1415 , 860 , 710 cm^{-1} , ma è stata anche identificata una componente silicatica impiegata quale inerte il cui picco principale si trova intorno ai

1000 cm^{-1} . Lo spettro FTIR proveniente dallo strato fluorescente in luce ultravioletta, essendo lo strato al limite del potere risolutivo dello strumento, è sicuramente ascrivibile ad un intervento di restauro, ma è di difficile interpretazione in quanto sembra vi siano più componenti. Si osservano i picchi a 2960, 2921 e 2852 cm^{-1} legati allo stretching dei gruppi CH_2 , un intenso segnale degli esteri a 1731 cm^{-1} , tracce forse di gesso e carbossilati (Figura 24).

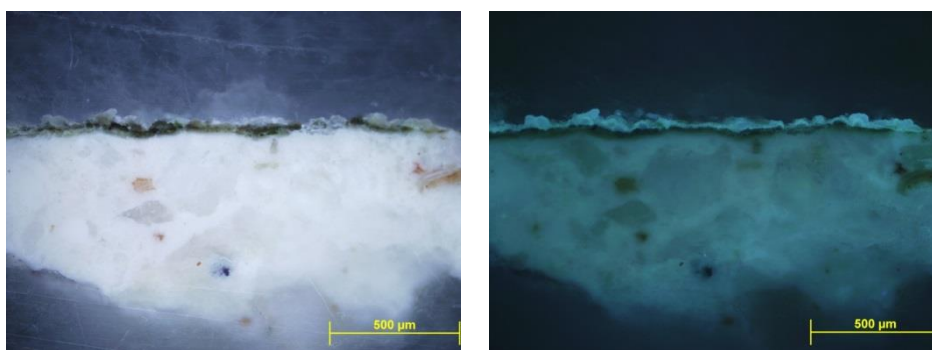
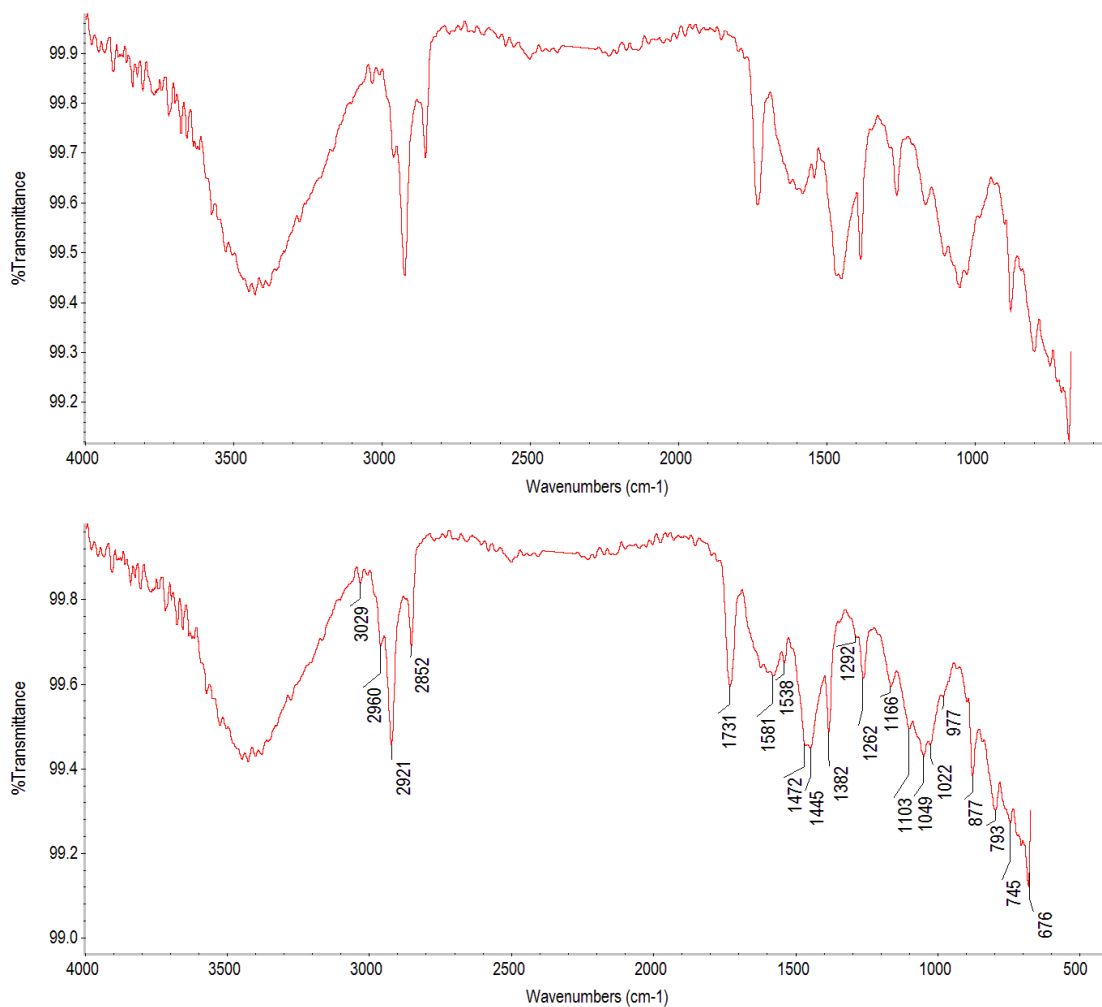


Figura 24 Spettro FTIR acquisito sullo strato superficiale, fluorescente in luce UV, del campione MI5, sotto in sezione stratigrafica.

3.4.4 Conclusioni

La Tomba o Cubicolo di Munazio Ireneo è stata scoperta nel 1888 durante i lavori di ampliamento del cimitero di Bonaria. Le sue decorazioni sono state documentate attraverso degli acquerelli nell'anno della sua scoperta. Durante il 2014 è stata effettuata una campagna di campionamento in cui microstratigrafie pittoriche di colore rosso e alcuni microcampioni di intonaco sono stati campionati dall'arcosolio principale della camera ipogeica e successivamente investigate tramite microscopia infrarossa e microscopia elettronica a scansione. In particolare la Tomba è stata scelta quale sito di confronto per gli strati di preparazione dello strato pittorico rispetto alla Tomba dei Pesci e delle Spighe di Tuvixeddu.

Gli strati di preparazione sono costituiti da calcite e da una componente silicatica. I campioni analizzati presentano spettri FTIR riconducibili alla presenza di una sostanza di tipo proteico e confrontabili con quelli della Tomba dei Pesci e delle Spighe di Tuvixeddu.

I campioni rossi provenienti dal Cubicolo di Munazio Ireneo presentano tonalità cromatiche rosse differenti, ma all'analisi composizionale per punti tramite sonda EDS è stata identificata la presenza di ferro quale elemento riconducibile a un rosso: si tratta di una terra rossa – al SEM-EDS Fe, Si, Al, Mg, Na riconducibili alla sua componente silicatico-argillosa. Non si esclude la presenza di pigmenti più preziosi andati persi con i distacchi che la pittura murale ha subito durante l'ultimo secolo.

Il campione MI5, di colore verde, ha come pigmento una terra verde identificato attraverso l'assegnazione dei picchi FTIR e l'identificazione dei suoi elementi costituenti tramite SEM-EDS: Si, Mg, Al, Ca, K, Fe, Na.

L'ipogeo ha certamente subito un intervento di restauro oggi di difficile interpretazione: sulla superficie dei campioni vi è uno strato a base di calcio, probabilmente un carbonato secondario di ricristallizzazione; al di sotto un prodotto di restauro presumibilmente organico contenente silicio e magnesio, alluminio e sodio, ascrivibile all'intervento di restauro a cui il cubicolo fu sottoposto a fine Ottocento. Data la scarsità di informazioni in merito e l'impossibilità di ricollegare gli elementi ad uno specifico prodotto di restauro, si ipotizza si tratti di idrosilicati di magnesio di alterazione, ovvero attapulgite $((OH)_2)_4(OH)_2Mg_5Si_8O_{20} \cdot 4H_2O$ e sepiolite $((OH)_2)_4(OH)_2Mg_5Si_{12}O_{30} \cdot 8H_2O$ per via indiretta: l'aumento del segnale del silicio e del magnesio verso la superficie del campione e l'uso diffuso di questi materiali. Oltre ad essere utilizzati come supportanti nelle operazioni di pulizia delle pitture murali questi idrosilicati si formano naturalmente per processi di alterazione idrotermale e atmosferica e per reazioni diagenetiche conseguenti all'accumulo nei sedimenti, ovvero per fenomeni che si compiono ad opera di acque superficiali o di prima infiltrazione su terreni superficiali o poco profondi: data la situazione di forte umidità costante tipica di questo ipogeo l'innescò per la formazione di questi prodotti non è da escludersi.

L'analisi dei materiali provenienti dalla malta ha identificato la presenza di una sostanza organica il cui spettro è fortemente comparabile con la sostanza organica ritrovata nella Tomba dei Pesci e delle Spighe e

apre delle domande sull'effettiva realizzazione di questa pittura murale con una tecnica ad affresco pura. Per approfondire la tecnica pittorica murale nel territorio cagliaritano sarebbero necessari ulteriori elementi di confronto e analisi ancora più approfondite tramite la gascromatografia di massa (GC-MS).

Nonostante gran parte delle camere funerarie cristiane romane del Cimitero Monumentale di Bonaria siano andate perdute così come i loro dipinti murali, la strumentazione analitica e la procedura di selezione e preparazione del campione potrebbero forse consentire di approfondire le conoscenze sulla tecnica e i materiale impiegati nella pittura murale romana su lacerti dell'ordine del millimetro.

Lo studio multidisciplinare ha consentito un primo inquadramento dei materiali costituenti il bene culturale: maggiori dettagli di conoscenza potranno essere raggiunti con ulteriori fasi sperimentali, sopralluoghi in altre camere tombali e l'eventuale prelievo di altri microcampioni.

3.5 Introduzione ai casi di studio: il periodo medievale

L'eternità per l'uomo medievale è a due passi. Anche se crede sempre meno alla vicinanza del giudizio finale, si tratta di un'eventualità che non esclude. L'inferno o il paradiso può essere domani. I santi sono già in paradiso e quelli che sono sicuramente dannati (innumerevoli) si trovano all'inferno. (Le Goff, 2006)

L'uomo medievale vive in una «foresta di simboli» scriveva Baudelaire, ma già in Sant'Agostino il mondo è composto di *signa* e *res*, segni, ovvero simboli e cose, a significare che l'uomo afferra solo i segni perché le *res*, le vere realtà, rimangono nascoste. La Bibbia stessa è una struttura simbolica in cui ad ogni personaggio e avvenimento del Vecchio Testamento si trova una corrispondenza nel Nuovo Testamento, scrive Le Goff (Le Goff, 2006). Con questa visione del mondo l'uomo medievale si impegnava costantemente a decifrare il simbolismo che poteva proiettarlo nell'aldilà, nella sfera del sacro. Il simbolismo era la base dell'arte e dell'architettura medievale poiché la chiesa stessa diventava simbolo, il visibile traccia dell'invisibile. Il mondo e l'aldilà erano molto vicini e rare sono le testimonianze di persone che ritenevano possibile la non-esistenza di Dio. Scrive Le Goff nella sua introduzione a «L'uomo medievale»:

Se c'era un tipo umano da escludere dal panorama dell'uomo medievale era proprio quello di chi in modo assoluto non crede; il tipo che più tardi si chiamerà liberino, libero pensatore, ateo. Almeno fino al secolo XIII [...] non si trova nei testi che un numero insignificante di negatori dell'esistenza di Dio. [...] Cos'è dunque l'uomo per l'antropologia cristiana medievale? La creatura di Dio. (Le Goff, 2006)

L'arte medievale, oggi così amata, porta con sé l'alone dell'anonimato. Scrive Enrico Castelnuovo: «*Nei testi medievali non troviamo un termine per designare coloro che chiamiamo oggi artisti; artefices vengono comunemente designati gli artigiani, e con loro gli artisti*» (Castelnuovo, 2004).

I termini *artista* e *intellettuale* non compariranno infatti prima del Trecento, e queste figure rientrano nella categoria degli *artefices*. È curioso riflettere su una questione etimologica: il termine latino *ars*, da cui deriva il nostro termine *arte*, riguardava il campo della tecnica e del mestiere; così, quelli che noi oggi definiremmo artisti, erano artigiani conosciuti di cui conosciamo le opere seppur prive del loro nome. Gli artisti medievali erano meno anonimi di quanto non si creda e a loro era affidato il compito di donare alle *immagini* quei valori che contribuivano alla loro efficacia operativa, di cui si accennerà di seguito.

La nozione stessa di immagine è il fulcro dell'antropologia cristiana poiché alla base del rapporto tra uomo e Dio, creato «*a sua immagine e somiglianza*» (Genesi 1,26). A livello spirituale l'anima era portatrice dell'immagine della divinità, ma il Peccato originale aveva fatto perdere all'uomo la propria «somiglianza» col divino nel mondo terreno, una «regione di dissimilarità» che separava l'uomo e il divino. In questo gioco di somiglianze e dissonanze era l'Incarnazione del Figlio (*immagine* di Dio) a poter restituire all'uomo l'*imago* del Padre, promessa agli uomini alla fine dei tempi. Se il Figlio è immagine perfetta di Dio, come si

potrà non raffigurare la sua umanità perché l'uomo si elevi al divino per questo tramite? Così Ireneo di Lione, nel II secolo, ribadiva la legittimità delle immagini e a noi, oggi, rivela quanto l'*imago* fosse, per l'uomo medievale, parte del rapporto uomo-Dio. L'immagine diventa molto più che apparenza o rappresentazione, diventa «presentificazione efficace», è operativa, è viva (Bachet, 2014). Questo non significa negare la capacità delle immagini di comunicare enunciati e storie, ma le ricopre di un'aura differente, un'aura che le rende ancora più unite e imprescindibili dai materiali e dai luoghi grazie alla quale avviene la loro creazione.

La stragrande maggioranza degli uomini medievali era analfabeta; almeno fino al XIII secolo i laici erano perlopiù illetterati. La comunicazione medievale si basava sulla *parola*, sulla *memoria* e sulle *immagini* che colpivano i sensi e lo spirito dell'uomo. La storiografia insegna che la Chiesa utilizzava le immagini scolpite e dipinte per informare e formare gli uomini attraverso un valore didattico ed ideologico più forte di quello estetico. Quanto questo fosse vero e quanto direttamente collegato alle professioni del tempo ce lo svela l'etimologia della parola *immagine*: la parola *imagier*, dal francese antico, indicava appunto lo scultore, il creatore di immagini.

Nell'anno 600 scrive papa Gregorio Magno a Serenus, vescovo iconoclasta di Marsiglia: «[...] infatti ciò che è la scrittura per coloro che sanno leggere è la pittura per gli analfabeti che la guardano, perché in essa possono leggere coloro che non conoscono le lettere, per cui principalmente la pittura serve da lezione per le genti» (Nordberg, 1982).

Eppure tutto questo va interpretato secondo una visione dell'iconografia medievale molto complessa. Scrive Bachet in modo molto deciso che «è ora di finirla» di ridurre l'immagine medievale sacra al concetto di *Bibbia per illetterati* alla luce delle parole di Gregorio Magno che aveva bisogno di convincere il suo interlocutore che le immagini cristiane non fossero idoli da adorare, ma strumenti per comprendere cosa si debba adorare, cosa bisogna sapere, credere e fare. La lettera a Serenus era uno strumento per difendere l'immagine dal sospetto da parte dei cristiani che le immagini portassero all'idolatria. Gregorio Magno legittimizza l'immagine senza definirne i confini e le pratiche ad essa collegate, evocandola come mezzo sia d'istruzione che d'adorazione. Bachet sottolinea come le immagini medievali riflettono la realtà e la mentalità di un'epoca poiché coinvolte nella società e nella sua ritualità.

Tra XI e XII secolo all'*immagine* vengono attribuite tre funzioni: istruire, rievocare le cose sante e portare l'anima nella meditazione, commuovere per elevarsi a Dio. Si diffondono così pratiche diversificate che le attribuiscono potere efficace, quale il consentire l'accadere di miracoli.

Il colore era presente nel quotidiano medievale almeno quanto lo è oggi. La vita quotidiana non era mai incolore e si tingeva quasi tutto: negli ambienti principeschi si tingevano addirittura i cibi e mantelli e piume degli animali, quali cani, cavalli e falconi!

Eppure non tutti i colori erano uguali: solo i *colores pleni* erano considerati veri. Erano i colori brillanti, saturi, bene aderenti al supporto su cui venivano applicati e resistenti a sole e lavaggi, luminosi e di

conseguenza fonte di gioia (Salvat, 1988). Furono costruiti templi del colore: le chiese, che dall’XIX al XV secolo erano, tranne eccezioni, pensate e costruite come un *unicum* di colore e che pure oggi percepiamo come acrome o monocrome per i vari passaggi del tempo, ma che devono essere immaginate con i colori dei soffitti, dei pavimenti, delle vetrate, dei muri, degli arredi, dei mobili, degli oggetti dei rituali, degli abiti di culto, dei libri liturgici.

Allo stesso modo anche i cerimoniali profani, quali processi e giorni di festa, erano occasione per sfoggiare i colori. E gli abiti, fossero essi delle classi più ricche o delle classi più povere, partecipavano di questo evento policromo. Tutti gli abiti erano tinti (Piponnier, 1995). La distinzione tra le classi ricche e quelle povere non era dunque il contrasto tintura/non tintura delle stoffe o la scelta del colore, ma la luminosità e la resistenza della tinta. I ricchi e potenti indossavano abiti dai colori brillanti e vivi, i poveri portavano abiti dai colori spenti e scoloriti poiché tinti con colorante di qualità inferiore che col lavaggio del tessuto e l’effetto del sole portava al suo scomparire. Ricchi e poveri portavano dunque gli stessi colori. Così un blu vivo, squillante e nobile non era neanche considerato lo stesso colore rispetto al blu portato dai contadini sui loro abiti tinti col guado e che si presentava spento. La densità della colorazione per definire il colore riconduce alla pittura ed alla nozione di incolore medievale: quando gli artisti dovevano esprimere l’idea di incolore non sceglievano un colore specifico, né il bianco né il grigio, ma rendevano un qualunque colore poco saturo e denso fino ad evocare la mancanza. Il colore non era dunque una questione di tonalità, ma di densità e concentrazione. Tali osservazioni diventano fondamentali addentrandosi nella visione medievale poiché oltre la percezione del colore in senso più generale, le pratiche sociali ed economiche, religiose e civili, la moda, facevano sì che un blu luminoso e denso fosse più vicino a un rosso, un giallo o un verde altrettanto luminoso e denso piuttosto che ad un blu scolorito. Il colore come tonalità inizierà ad assumere un ruolo importante dal XII secolo, quando l’influenza delle arme e le associazioni bicrome e tricrome avranno funzione tassonomica, pur non associando allo stesso colore le differenze di brillantezza e densità.

L’occhio medievale era un attento giudice della qualità dei prodotti e dei materiali, e la sua visione influenzava la nostra sensibilità ancora oggi. A partire dal XII secolo il colore e l’abito medievale vennero associati a fenomeni di successo e moda: in particolare in Francia si affermò il colore blu. Il blu era stato per i romani il colore dei Barbari, non molto amato dunque, e rimase in ombra per gran parte del Medioevo, almeno fino a quando divenne colore cristologico, mariano, regale e principesco, fino a minare la predominanza del rosso e a mettere in ombra il giallo ed il verde.

A partire dal XIV secolo il blu diventa il colore prediletto delle popolazioni europee, e noi forse viviamo ancora un po’ nel Medioevo se consideriamo che questo è rimasto il colore collettivamente fino ad oggi. Cambiò la sensibilità per gli abbinamenti cromatici e si affermano le combinazioni blu e bianco, rosso e

bianco, nero e bianco, rosso e blu, mentre regrediscono giallo e rosso, giallo e verde, rosso e nero, rosso e verde, l'associazione bicroma che aveva predominato l'epoca carolingia.

Il passaggio dei colori è un passaggio di società, è un cambiamento che molto può raccontare del mondo lontano che osserviamo attraverso un dipinto murale. Non vi è spazio per il bello e il brutto nei colori che il Medioevo ha lasciato. Quel che vediamo sono tracce di un originario in cui non sono l'illuminazione e il passaggio del tempo i maggiori distanziatori tra noi e l'opera, ma il nostro stesso occhio giudice spesso formato sull'assunzione di verità del colore come universali, eppure passeggiare e legate a fenomeni culturali.

I colori potevano essere positivi o negativi: vi era un rosso buono e un rosso cattivo, un nero buono e un nero cattivo, un verde buono e un verde cattivo, etc. etc. Il rosso, dalla protostoria al XVI secolo è stato il colore per eccellenza. Nel Medioevo il rosso cattivo è opposto al bianco divino cristologico e rinvia al Diavolo e all'Inferno. A partire dal XII secolo, il Diavolo viene rappresentato con una testa di diverso colore, spesso dalle tonalità rossastre. Per estensione, tutte le creature dalla testa rossastra sono correlate al diabolico. Anche nella toponimia si ha tale riscontro in cui i nomi di luoghi correlati al rosso indicano posti reputati pericolosi, ancor più quando si tratti di luoghi della letteratura e immaginari. È il caso di Giuda, precedentemente citato. Anche il giallo, un colore è un colore screditato dal tempo: mentre in epoca romana faceva parte dei colori ricercati dei rituali religiosi, è poi diventato il colore della falsità e della menzogna. Questo passaggio avvenne probabilmente nel Medioevo, forse a seguito dell'elevazione dell'oro come materia, luminosità e densità al più elevato grado, tanto da screditare tutti gli altri gialli. È cattivo non soltanto il giallo che tende al rosso come nei capelli di Giuda, ma anche quello che tende al verde, due tonalità il cui avvicinamento è per l'occhio medievale indice di aggressività, sregolatezza e inquietudine. Giallo e verde diventano i colori del disordine, della follia, della sfrenatezza di sensi e spirito, simbolo dei pazzi e dei buffoni di corte. Così ai capelli rossi e le lentiggini allontana dalla purezza, dall'uniforme e avvicina al mondo animale, e delle malattie. A causa della lebbra è evidente come le macchie diventino simbolo di qualcosa di misterioso, impuro, pericoloso.

«Le immagini sono nella storia, non tanto perché sono il prodotto del reale (e dell'ideale), ma perché producono realtà (e ideale)» (Bachet, 2014)

Le immagini nel Medioevo non sono *pallidi ricalchi della dottrina dei chierici o di altri enunciati altrimenti attestati* (Bachet, 2014). Così Bachet congeda definitivamente la questione della *Bibbia degli illetterati* a favore di una prodigiosa inventiva figurativa medievale da riscoprire in cui l'immagine non è la semplice illustrazione di un testo, ma forma, sostanza, essenza.

L'*immagine* aveva un legame indissolubile con il mondo soprannaturale, con la propria matericità e quella dell'oggetto di cui costituiva ornamento o di cui accompagnava l'uso, quale un altare, un manoscritto o un edificio di culto.

Le pitture murali aderendo ai muri del luogo di culto, diventandone indissociabili, erano in una unione tale col supporto da rendere le *immagini* capaci di agire, di guardare il fedele e di animarsi, di muoversi, piangere e sanguinare come raccontano le fonti antiche.

Gli uomini medievali non confondevano l'immagine di Dio con Dio, ma in quanto immagine potevano essere un tramite per lo spirito e ricettacolo del divino, come una dimora che Dio o un santo potevano temporaneamente abitare o rendere viva. Nella ricerca della salvezza eterna promossa dal sistema ecclesiale medievale, le immagini quali il giudizio universale, vizi e virtù, angeli e diavoli, erano un avvertimento e un appello alla conversione, invitavano i fedeli ad entrare in un cerchio di protezione e nell'edificio suo simbolo, a fare appello alla confessione quale atto salvifico per eccellenza.

Una notizia curiosa è legata alle donazioni materiali, di preghiere, alle immagini e di immagini che alla fine del Medioevo rientrano nel meccanismo delle indulgenze: l'autorità ecclesiastica poteva assegnare all'immagine una efficacia in termini di anni e giorni evitati in Purgatorio, una efficacia non legata all'immagine in sé, ma alla combinazione tra il gesto del dono, la preghiera, la disposizione personale previamente manifestata in confessione, e il sostare davanti all'immagine in un luogo e un tempo preciso.

La creazione di una immagine necessitava della sua «attivazione»: una benedizione era sufficiente. I dipinti murali, in quanto coinvolti nella sacralità del luogo nel momento stesso della dedizione al culto, in questo contesto si attivavano. Da quel momento in poi, esse accompagneranno i riti non in modo passivo, ma quale presentificazione di una forza divina, efficaci perché presenti, a prescindere dalla loro piena visibilità.

Le chiese medievali erano circondate da una sacralità spaziale: non erano i muri a rappresentare i confini tra sacro e profano, ma cerchio di circa trenta passi intorno all'edificio che il vescovo compiva durante i riti di dedizione per rendere sacra l'intera zona. Che si avesse a che fare con una cattedrale, un'abbazia con addossati gli ambienti monastici o una semplice chiesa parrocchiale, il mondo profano era tenuto a distanza dai muri dell'edificio. L'esterno dell'edificio rientrava dunque già nell'involucro sacro del luogo consacrato come fosse uno scudo protettivo.

Le chiese erano solennemente decorate all'interno e non all'esterno a sottolineare una gerarchia. Per quanto in epoca romanica e gotica, l'esterno si arricchisce di decorazioni e ornamentazioni, il decoro esterno rimane discontinuo, mentre all'interno si ricercava un'unità decorativa anche semplice, come la pittura dei muri a pietra a vista, che ancora possedeva potere efficace in quanto i fedeli potevano riconoscersi nella sua simbologia come pietre viventi. La pittura all'interno delle chiese è il tramite della spiritualizzazione dell'edificio di pietra che si eleva ad uno stato di contemplazione più vicino al mondo celeste. Le porte e i luoghi di accoglienza diventano ricettacolo per temi iconografici relativi a un passaggio, sia in termini di congiunzione tra umano e divino, con il tema dell'Annunciazione o dell'ingresso in Gerusalemme, che in termini di separazione, con il Giudizio Universale - la porta del Paradiso assimila

l'ingresso dell'edificio all'ingresso degli eletti al Cielo mentre l'Inferno non assume nessuna configurazione architettonica: non vi è luogo che gli debba essere assimilato.

L'immagine potenziava il potere efficace del luogo e ne era dimostrazione più che illustrazione, rendeva esplicito ciò che la liturgia mostrava allo spirito contribuendo a rendere visibile l'invisibilità che si compiva nel rito.

In questa visione del mondo medievale, diventa evidente come le pitture murali facciano parte dell'unità del luogo e dell'unità architettonica in un *unicum* dal legame indissolubile.

L'organizzazione della bottega medievale

Tutti i mestieri che necessitavano di una certa manualità ed esperienza venivano tramandati nelle botteghe attraverso un apprendistato.

La struttura della bottega artistica medievale era di tipo gerarchico, con a capo il Maestro, e a seguire dal basso a salire, gli apprendisti, gli operai salariati, gli assistenti e i maestri ospiti in caso di collaborazioni. Spesso le botteghe lavoravano a più opere contemporaneamente che potevano ricondursi a cicli di affreschi, polittici, oggetti più piccoli e di uso comune, ma l'organizzazione era fondamentale. L'apprendista aveva tra i quattordici e i venticinque anni e di solito aveva diritto a vitto e alloggio. L'apprendistato poteva durare da quattro a nove anni in cui l'apprendista doveva imparare a preparare i colori, i supporti per la pittura, ma anche a disegnare copiando dai modelli che circolavano tra le botteghe artistiche. Successivamente l'apprendista diventava operaio e poi aiuto, e via via a compiti si giungeva a incarichi più complessi fino alla pittura di intere parti di un'opera. Era il maestro a organizzare e definire l'opera nella sua totalità e a realizzare le parti principali quali i volti, le figure di santi più importanti, la parte centrale dell'opera. L'opera era dunque il prodotto di un'unica mente, ma più verosimilmente la mano sarà quella di un'intera bottega.

3.6 I dipinti murali della Chiesa di S. Pietro in Galtellì (NU)

3.6.1 *Inquadramento storico*

La diocesi di Galtellì e la chiesa di San Pietro

Galtellì è un centro abitato che si trova nella valle del fiume Cedrino, alle pendici del monte Tuttavista, in provincia di Nuoro. La zona ha tracce di insediamenti umani dalla preistoria all'epoca romana. I secoli successivi al crollo dell'impero romano sono abbastanza oscuri per quanto riguarda le aree interne della Sardegna che riemergono dall'oblio con la documentazione di età giudicale. Galtellì a quell'epoca faceva parte del giudicato di Gallura, che comprendeva i territori nord-orientali dell'isola.

Galtellì, pur se la sua origine come centro con tale nome rimane sconosciuta, fu verosimilmente sede episcopale fin dal terzo decennio del XII secolo. La diocesi di Galtellì fu originariamente posta sotto la diretta dipendenza della Santa Sede insieme a quella di Civita, l'altra diocesi presente nel giudicato di Gallura.

Il complesso episcopale galtellinese è composto da due costruzioni: la prima è una chiesa romanica di grandi dimensioni risalente al XII secolo, destinata a diventare la cattedrale della diocesi, tuttavia incompiuta e successivamente inglobata nel muro di cinta dell'attuale cimitero del paese; la seconda è una chiesa più piccola, presumibilmente già esistente all'epoca in cui iniziarono i lavori di ricostruzione della cattedrale che si interruppero nel 1138 quando la sede di Galtellì venne sottoposta all'arcidiocesi di Pisa.

La chiesa più piccola è la cosiddetta 'cattedrale affrescata' intitolata a San Pietro, probabilmente sostituita della cattedrale in attesa della nuova costruzione, ma che si trovò di fatto ad essere l'unico edificio a svolgere tale funzione a Galtellì.

La chiesa di San Pietro è un edificio asimmetrico a tre navate coperto da tetto ligneo, con presbiterio quadrangolare e cappelle laterali. La facciata è liscia, priva di decorazioni e intonacata, con due aperture in linea col colmo del tetto, una luce cruciforme e una finestra rettangolare strombata. Poiché gli altri lati della cattedrale non sono intonacati è possibile osservarne la muratura non isodoma, realizzata con pietrame misto difficilmente databile con precisione. Le navate laterali hanno dimensioni diverse e vi si aprono cappelle laterali. Il presbiterio ha pianta quadrangolare rialzato rispetto al livello del pavimento; il centro dell'abside presenta una stretta monofora a sesto acuto in mattoni che lo colloca nello stile gotico-catalano, tra il XIV e il XVI secolo.

Il dipinto murale

Il ciclo pittorico, riemerso alla fine degli anni '80 del Novecento durante i lavori di rifacimento del tetto, si sviluppa nella parte alta delle pareti interne della navata centrale e nella controfacciata della cattedrale

di San Pietro: rappresenta una delle poche testimonianze delle decorazioni pittoriche medievali sul territorio sardo.



Figura 25 Visione d'insieme e particolare del dipinto murale di Galtelli.



Figura 26 Fase di campionamento dal dipinto murale di Galtelli.

La chiesa di San Pietro in Galtelli si presentava originariamente a navata unica e il ciclo murale si estendeva probabilmente anche lungo l'arco frontale e l'abside. Quando, presumibilmente intorno al XV secolo, furono aggiunte le navate laterali e aperti due archi per lato in rottura dei quadri pittorici, andò quasi totalmente perduto il registro più basso della pittura. Le arcate spezzano il registro pittorico, per questo si ritiene che l'intervento sia stato eseguito dopo la realizzazione dei dipinti murali; il calcolo delle dimensioni dei riquadri e delle scene spezzate fa inoltre pensare che non si tratti di allargamento di aperture preesistenti perché le dimensioni degli spazi tra gli archi sarebbe unica rispetto a tutti i casi isolani, pertanto si ritiene che inizialmente la chiesa di San Pietro fosse mononavata. Non è possibile verificare fin dove si estendessero le pitture murali in quanto anche la zona presbiteriale e l'abside furono ricostruite in età moderna. È probabile che tutto questo sia avvenuto in un unico intervento di ampliamento e che proprio allora il ciclo pittorico sia stato scalpellato per creare miglior aggrappo a un nuovo strato di

intonaco. La scialbatura fu rimossa in un intervento di restauro nel 1992. Il ciclo pittorico ha subito un secondo intervento di restauro ancora in corso nel 2014.

Mantenendo un orientamento verso l'abside, la parete destra conserva scene dell'Antico Testamento, quella a sinistra scene del Nuovo Testamento, mentre in controfacciata l'interpretazione delle scene è piuttosto controversa.

Le interpretazioni storiche riconoscono il committente nel vescovo di Galtelli Magister che avrebbe fatto decorare la propria cattedrale con un ciclo pittorico che riprendesse quello della basilica vaticana di San Pietro in un gesto dal forte significato politico in un momento in cui, tra il 1198 e gli inizi del secolo successivo, anni a cui è attualmente datato il ciclo pittorico, vi erano forti tensioni tra il papato guidato da Innocenzo III, Pisa e i giudicati sardi, in particolare quello di Gallura.

3.6.2 Materiali e metodi

Il dipinto murale all'interno della chiesa di S. Pietro in Galtelli è collocato nella porzione superiore delle pareti murarie facenti parte della navata centrale della chiesa e sulla controfacciata.

Infiltrazioni e prolungate chiusure della chiesa innescano processi di salificazione che ricoprivano di sali bianchi gran parte della superficie dipinta, rimossi nell'intervento di restauro effettuato durante il 2014. Le superfici dipinte, durante la campagna di campionamento del 2014, si presentavano pulite.

La campagna di campionamento ha consentito il prelievo di campioni stratigrafici delle superfici dipinte tramite piccole incisioni con bisturi posizionandosi ai bordi di lacune. In laboratorio i campioni tal quali sono stati osservati allo stereomicroscopio per individuare i micro frammenti più idonei alla preparazione della sezione stratigrafica, documentati fotograficamente allo stereomicroscopio, inglobati in doppia camicia di sale (KBr) e resina secondo la procedura esposta nel capitolo dedicato alle tecniche analitiche.

Si è proceduto con l'osservazione delle sezioni stratigrafiche in luce visibile e ultravioletta ed alla documentazione fotografica con scala dimensionale di riferimento. In Tabella 5 i campioni selezionati per la preparazione di sezioni stratigrafiche per un totale di 5 blu, 3 verdi, 3 rossi, 2 gialli e un bianco.

Tabella 5 Panoramica dei campioni stratigrafici provenienti dalla chiesa di S. Pietro in Galtelli.

CAMPIONE	COLORE	OSSERVAZIONI (Stereomicroscopio)
GTL2	Blu	Preparazione + strato blu
GTL3	Verde	Preparazione + scuro + verde
GTL4	Blu	Preparazione + scuro + blu
GTL5	Rosso	Preparazione + rosso
GTL6	Giallo	Preparazione + giallo
GTL7	Verde	Preparazione + verde

GTL8	Rosso	Preparazione + rosso
GTL10	Blu	Preparazione + scuro + blu
GTL11	Giallo	Preparazione + giallo
GTL12	Verde	Preparazione + verde
GTL13	Bianco	Preparazione + verde + bianco
GTL14	Blu	Preparazione + scuro + blu
GTL15	Blu	Preparazione + blu

Le sezioni stratigrafiche sono state indagate tramite microscopia infrarossa a contatto in modalità μ ATR-FTIR in Riflettanza Totale Attenuata e *mapping*, successivamente tramite microscopia elettronica a scansione con sonda SEM-EDS al fine di individuare gli elementi presenti nella sezione e la loro distribuzione stratigrafica.

3.6.3 *Analisi e risultati*

I risultati della analisi sono di seguito riportate per classi di colore per facilità di lettura dei dati e per una migliore comprensione generale dei pigmenti impiegati.

Blu

Le stratigrafie pittoriche di colore blu osservate tramite microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta si presentano costituite da:

- una preparazione bianca con numerosi inclusi bianco-opachi, con uno spessore medio di 300 μ m dipendente dalla profondità del campionamento, con una debole fluorescenza ultravioletta;
- uno strato scuro presente in tre campioni (GTL4, GTL10, GTL14), di preparazione alla stesura del blu, costituito da una matrice bianca con numerosi inclusi neri, di forma non regolare, non fluorescenti in luce ultravioletta; lo strato è assente nel campione GTL15; i campioni GTL2 e GTL10 presentano, oltre la preparazione, uno strato con grani scuri e rari grani blu, che lascia ipotizzare che i cristalli blu fossero presenti in modo non molto concentrato e probabilmente andati parzialmente persi per fenomeni di distacco o pulitura troppo invasiva delle superfici pittoriche;
- uno strato di colore blu costituito da una matrice bianca con numerosi cristalli blu di forma non regolare, dagli angoli spigolosi, con una fluorescenza ultravioletta non molto forte;

i campioni stratigrafici blu non presentano strati superficiali legato a interventi di restauro – a tal proposito è bene esplicitare che i campioni sono stati prelevati successivamente alla fase di pulitura e del ciclo pittorico, prima della conclusione del cantiere di restauro.

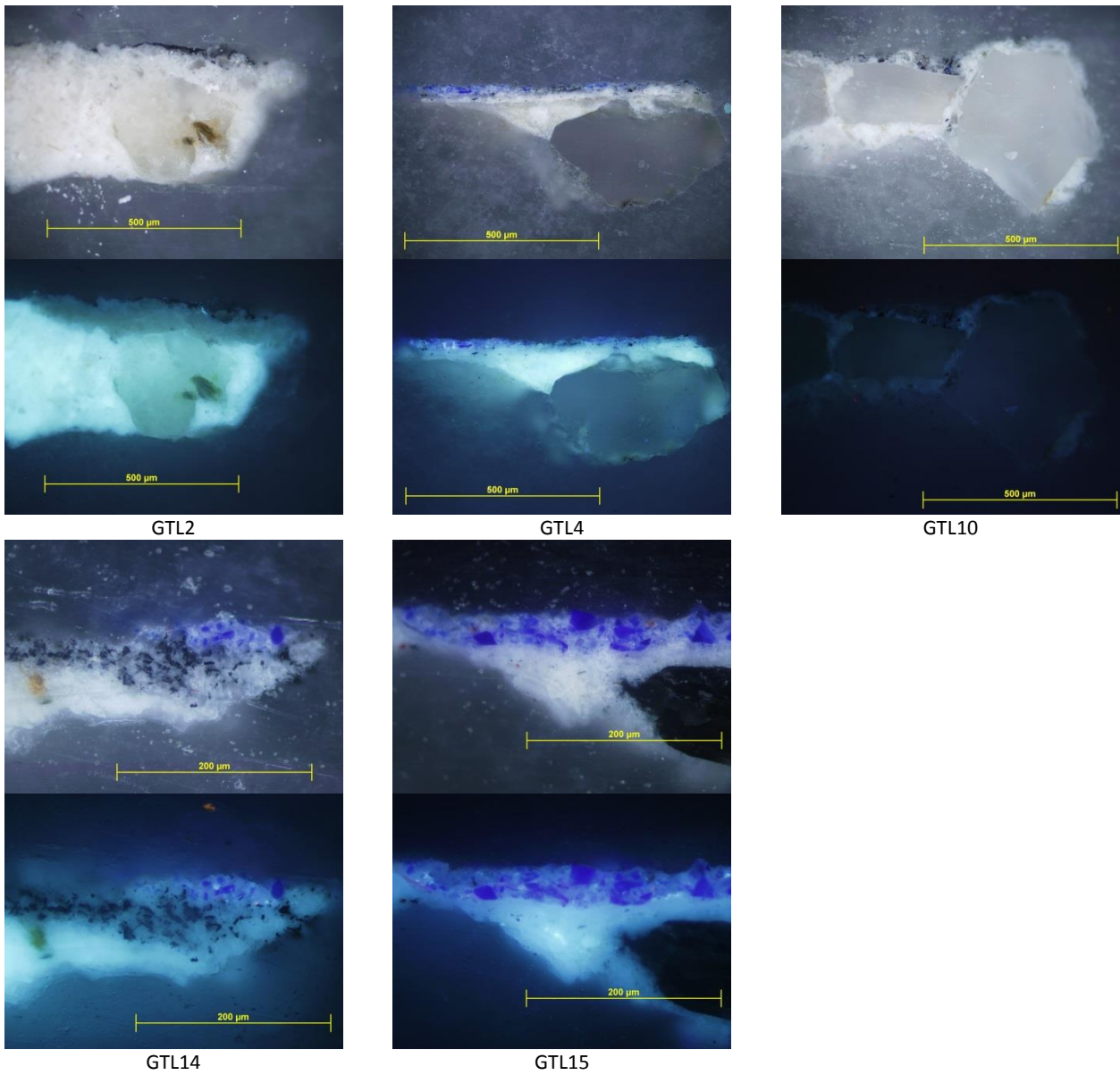


Figura 27 Sezioni stratigrafiche blu della serie GTL in luce visibile e ultravioletta.

In spettroscopia infrarossa la preparazione appare costituita da una componente carbonatica, calcite, con i suoi picchi caratteristici a 2512, 1794, 1397, 868, 709 cm^{-1} (Figura 28), e da una componente silicatica, con picchi nella regione tra i 1100 e i 950 cm^{-1} , confermata dall'analisi SEM-EDS.

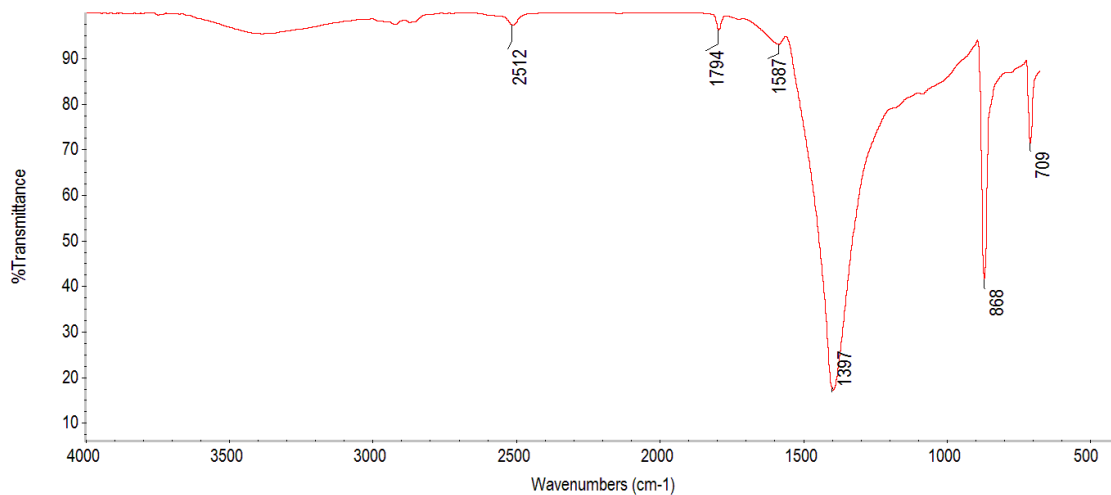


Figura 28 Spettro FTIR acquisito sullo strato di preparazione della stratigrafia GTL14.

Il campione GTL4 sembra mostrare la presenza di aragonite in preparazione per via dello *shift* e dello sdoppiamento dei picchi dei carbonati a 1474 e 1374 cm⁻¹. In figura è riportato lo spettro del campione GTL4 e uno spettro in rosso di un pattern costruito sulla base della preparazione di Galtelli più un composto dolomitico a cui è stata sottratta la parte idrata (Figura 53).

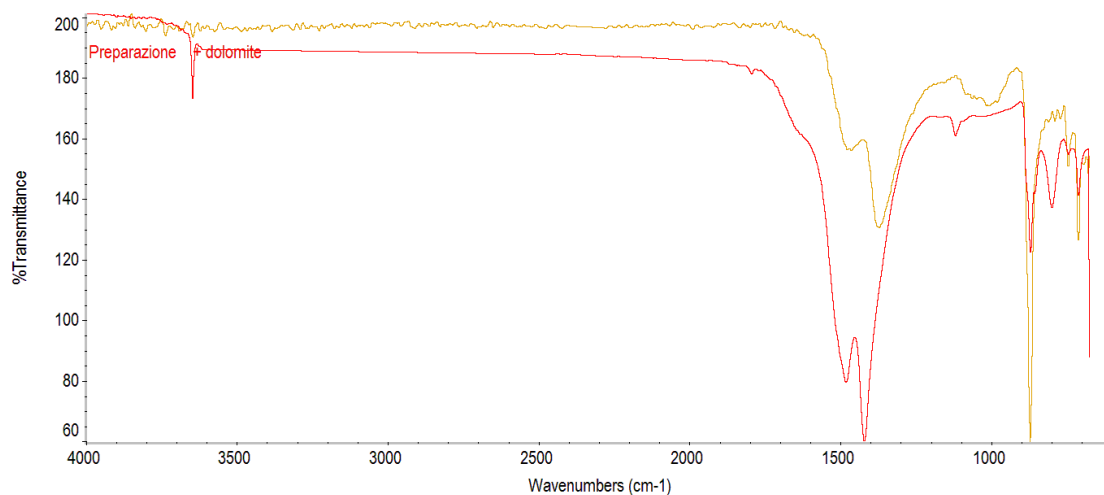


Figura 29 Spettro FTIR acquisito sullo strato di preparazione della sezione stratigrafica GTL4 e pattern di confronto.

È stato possibile rilevare la presenza di materiale di restauro negli strati di preparazione in particolare nei campioni GTL14 e GTL10. Lo spettro 9 del campione GTL10 mostra un andamento e dei picchi ascrivibili alla presenza e interazione di un materiale probabilmente di restauro con i materiali costituenti il campione: mentre i picchi a 2958, 2918 e 2852 cm^{-1} possono essere ricondotti alla presenza di gruppi CH_2 , mentre i picchi *sharp* a 1593, 1539 e 1457 cm^{-1} sembrerebbero riconducibili alla formazione di carbossilati.

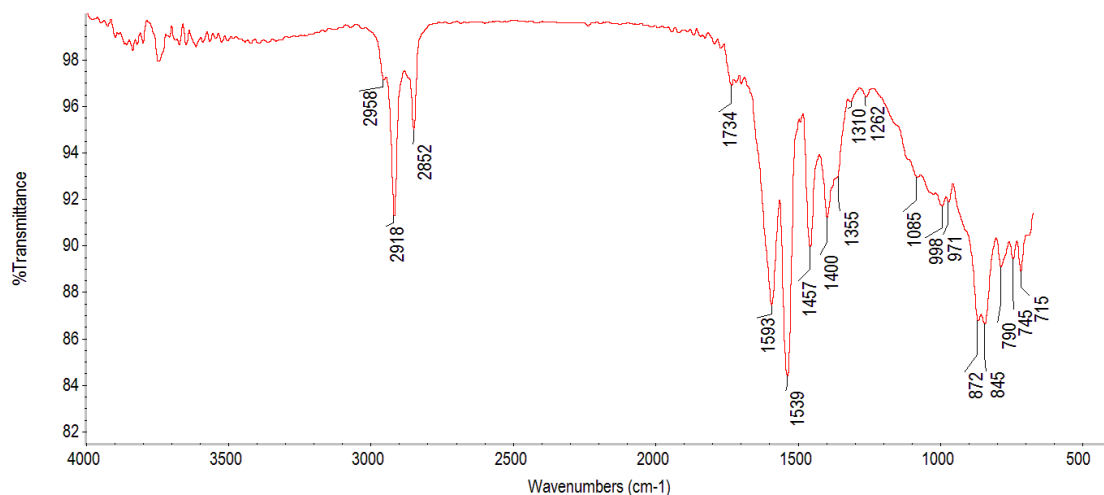


Figura 30 Spettro FTIR acquisito nella preparazione del campione GTL10.

Gli spettri FTIR sullo strato scuro di preparazione alla stesura del blu hanno mostrato la presenza di calcite ($1795, 1404, 871, 714 \text{ cm}^{-1}$) e silicati, nonché tracce di materiale organico presumibilmente legato a interventi di restauro e alterazione con il picco degli esteri a 1733 cm^{-1} e quello dei carbossilati a 1588 cm^{-1} . L'analisi SEM-EDS ha rivelato la presenza di una fase composta da calcio, magnesio, silicio e potassio (Ca, Mg, Si e K). L'analisi spettroscopica infrarossa non ha dato indicazioni sulla composizione dei grani scuri presenti nello strato di preparazione al blu dei campioni GTL4, GTL10, GTL14; in generale in questi strati scuri si rileva un aumento del segnale silicatico. La microscopia elettronica a scansione rileva un aumento del segnale del carbonio, riconducibili alla presenza di Nero Carbone, in corrispondenza dei grani più scuri.

Le analisi FTIR e SEM-EDS hanno consentito di identificare i cristalli blu come oltremare di origine naturale o Lapis; nello spettro FTIR vi sono i picchi a $1163, 1060, 985, 800$ e 777 cm^{-1} (Figura 31).

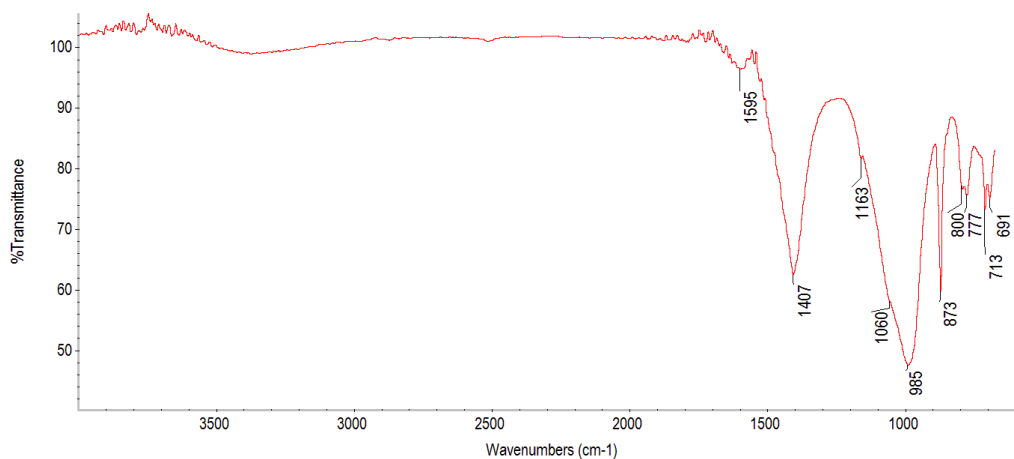


Figura 31 Spettro FTIR del pigmento blu dalla mappa sul campione GTL4.

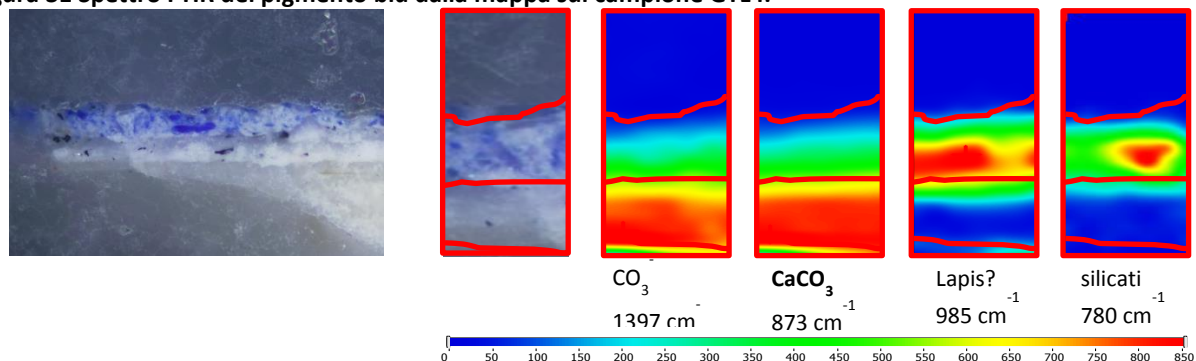


Figura 32 Mapping ATR-FTIR sulla sezione stratigrafica GTL4.

Il *mapping* FTIR in falsi colori del campione GTL4 (Figura 32) mostra una preparazione a base carbonatica, e la presenza di uno strato blu a base perlopiù silicatica; la presenza di vibrazioni infrarosse di tipo organico oltre la superficie del campione e la presenza di un picco attribuibile a un sale, entrambe qui non riportate, potrebbe essere collegato a un intervento superficiale di restauro con un prodotto avente gruppi carbossilici in grado di attivare tale reazione, poi sparso un po' intorno al campione in fase di lappatura meccanica.

Gli spettri acquisiti sui campioni, sia nello strato di preparazione che nello strato pittorico, presentano alcuni picchi caratteristici di composti organici, riconducibili alla presenza di resine sintetiche di restauro: i picchi a circa 2966, 2920 e 2852 cm⁻¹ sono legati allo stretching dei gruppi CH₂; gli spettri presentano anche il picco tipico degli esteri intorno ai 1730 cm⁻¹ (ν C-O stretching). Più problematica l'assegnazione dei picchi intorno ai 1380, 1260, 1180, 1106, 1052, 868, 702 cm⁻¹. Nonostante qui il picco a 1260 cm⁻¹ risulti un po' alto per l'attribuzione dello spettro alle resine acriliche, il consolidante di restauro citato nelle relazioni di restauro è il Primal: si ipotizza pertanto che i picchi possano aver subito uno *shift* a causa di interferenze della matrice complessa.

Allo stato attuale della ricerca i segnali delle sostanze organiche presenti sembrano riconducibili a gli interventi di restauro e non impiegate nella tecnica pittorica. La loro presenza sembrerebbe indicata anche indirettamente dai segnali derivanti dalla formazione di carbossilati (1589 cm⁻¹) quali prodotti di degrado e alterazione. Maggiori dettagli su eventuali miscele di prodotti di restauro non specificate nelle relazioni di restauro potrebbero essere raggiunti con un'analisi tramite gascromatografia di massa (GC-MS).

Verdi

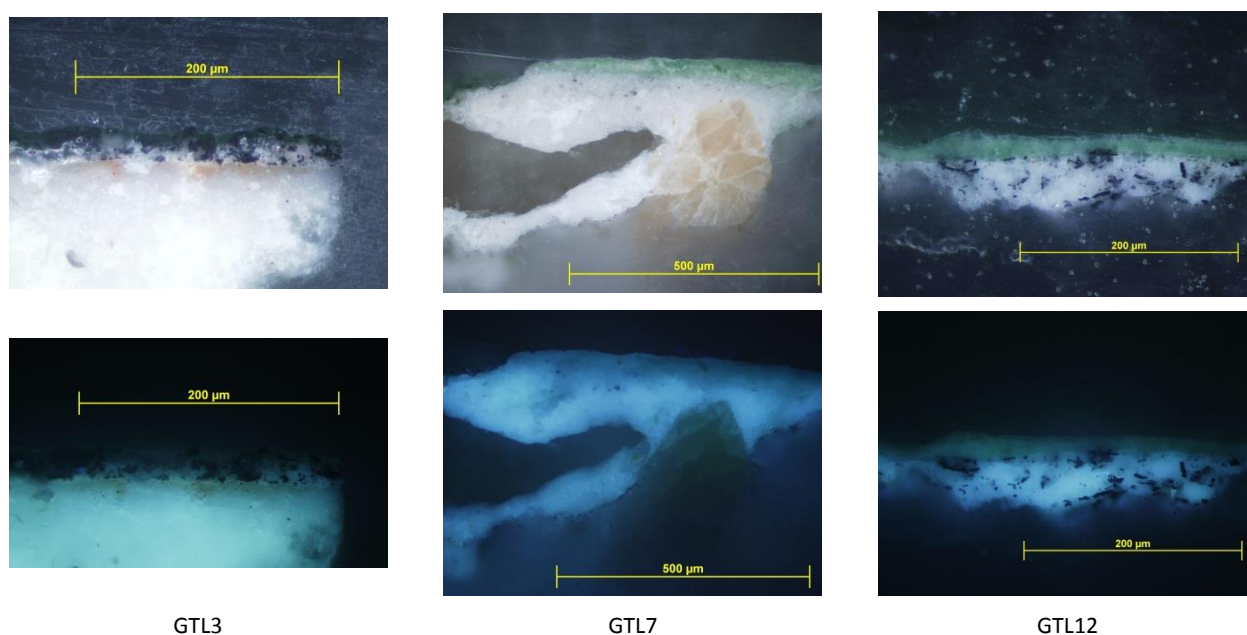
Le stratigrafie pittoriche di colore verde osservate tramite microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta si presentano un po' diverse tra loro e costituite da:

- una preparazione bianca con inclusi bianco-opachi (GTL3, GTL7), con uno spessore variabile dovuto alla profondità di campionamento, avente fluorescenza ultravioletta; il campione GTL12 ha una

preparazione bianca con numerosi inclusi neri di forma allungata, non fluorescenti in luce ultravioletta;

- uno strato di colore verde costituito da una matrice verde uniforme in cui non sono visibili cristalli, debolmente fluorescente in luce ultravioletta;
- i campioni verdi non presentano uno strato superficiale visibile in luce ultravioletta dalla fluorescenza riconducibile a interventi di restauro.

Il campione GTL3 si discosta dagli altri per una preparazione scura di preparazione al verde costituita da uno strato fortemente addizionato di nero carbone e in cui non si riconoscono cristalli, spesso circa 10 micron.



GTL3

GTL7

GTL12

Figura 33 Sezioni stratigrafiche verdi in luce visibile e ultravioletta della serie GTL.

In spettroscopia infrarossa la preparazione appare costituita da una componente carbonatica a base di calcite, con i suoi picchi caratteristici a 2511, 1794, 1402, 870, 715 cm^{-1} , e da una componente silicatica, con picchi nell'intervallo tra 1100 e 950 cm^{-1} , confermata dall'analisi SEM-EDS; gli spettri infrarossi mostrano anche tracce di prodotti di restauro e alterazione i cui picchi meglio identificabili sono il 1722 cm^{-1} degli esteri e il 1589 cm^{-1} dei carbossilati.

Le analisi FTIR acquisite sugli strati verdi di GTL7 e GTL12 mostrano un incremento del segnale dei silicati oltre a quello costante della calcite, mentre le analisi SEM-EDS hanno identificato il verde come una terra verde per la presenza di Al, Mg, Si, Fe. In corrispondenza di questo strato è stata osservata la presenza di prodotti di alterazione quali carbossilati i cui picchi caratteristici sono stati registrati a 1575 e 1540 cm^{-1} .

La terra verde è infatti un pigmento costituito da più minerali, perlopiù fillosilicati i cui picchi caratteristici caratterizzati negli spettri FTIR sono 1070, 1025, 965, 793 cm^{-1} (Figura 34).

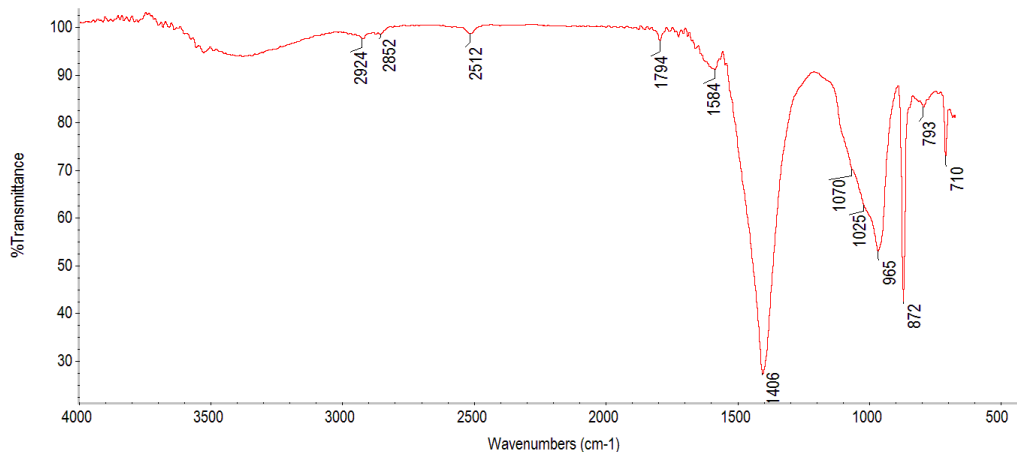


Figura 34 Spettro FTIR del pigmento verde dal campione GTL12.

Gli spettri FTIR sullo strato scuro di preparazione alla stesura del verde osservato su GTL3 hanno mostrato la presenza di calcite, silicati e tracce di prodotti probabilmente di restauro e alterazione (2925, 2854, 1743, 1686, 1376 cm^{-1}). L'analisi SEM-EDS ha rivelato la presenza di una fase composta da calcio, magnesio, silicio, sodio e potassio (Ca, Mg, Si, Na, K).

L'analisi spettroscopica infrarossa non ha dato indicazioni sulla composizione dello strato verde in quanto il suo spessore è al limite del potere di risoluzione dello strumento, tuttavia proprio qui è stato acquisito un segnale FTIR particolare che potrebbe essere riconducibile alla presenza di un materiale di tipo proteico impiegato come legante: sono stati identificati i picchi dell'amide I e dell'amide II a 1650 e 1550 cm^{-1} (Figura 35). Poiché non si osservano interferenze da parte di prodotti sintetici si può ipotizzare si tratti di un residuo di pittura a tempera che andrebbe a supporto dell'ipotesi che quel che oggi il nostro occhio vede non era l'ultimo strato di pittura del dipinto murale. La microscopia elettronica a scansione ha rivelato la presenza di Ca, Si, Al, Mg, K, Fe riconducibili alla terra verde.

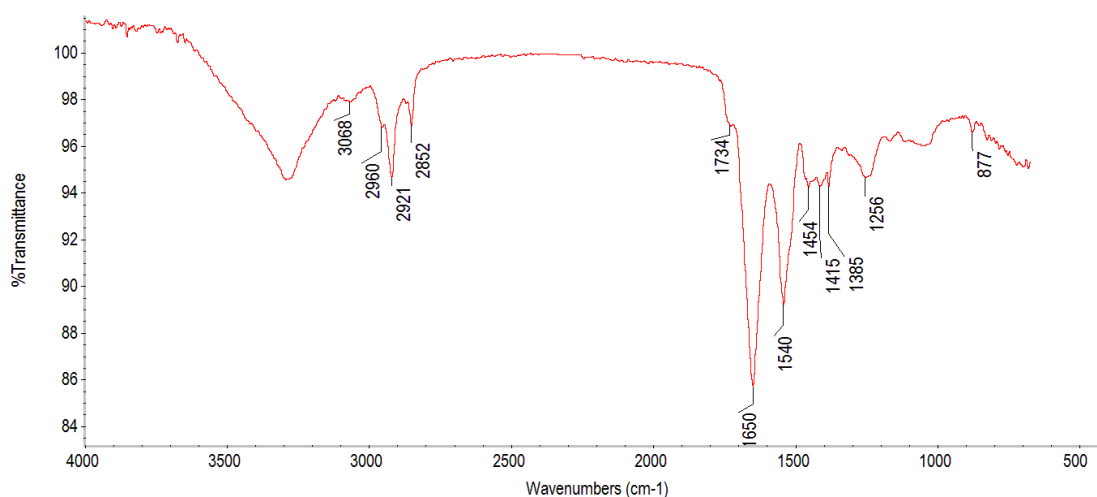


Figura 35 Spettro FTIR relativo ad un materiale di tipo organico proteico acquisito sullo strato verde del campione GTL3.

Il *mapping* μ ATR elaborato sul campione GTL3 ha consentito di mappare la presenza di carbonato di calcio nello strato di preparazione e nello strato scuro in base al picco caratteristico 1397 e 873 cm^{-1} . Dalla lettura della mappa in falsi colori si evince che lo strato di verde scuro più superficiale ha composizione differente rispetto alla matrice carbonatica, indice o che lo strato pittorico in esame potrebbe aver carbonatato in un secondo momento ed essere riconducibile a una stesura a secco (Figura 36).

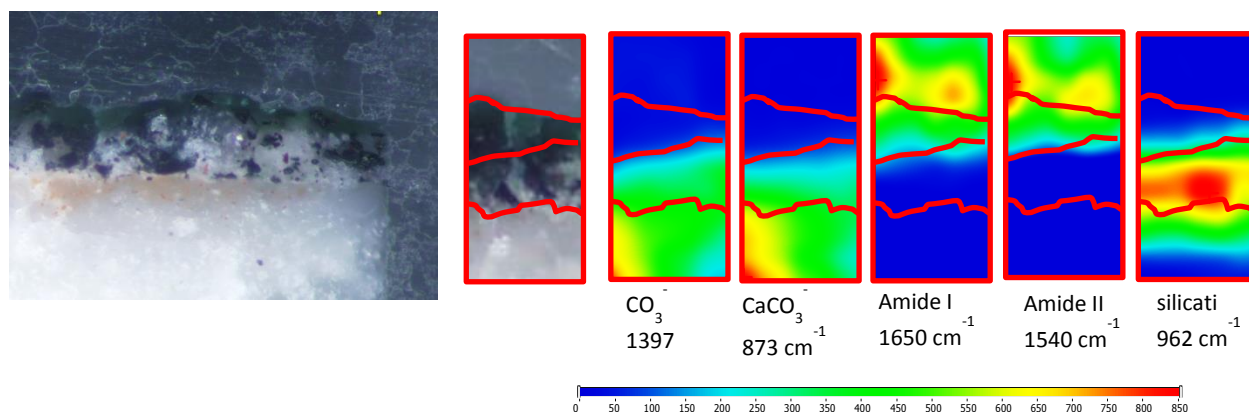


Figura 36 Mapping ATR sul campione GTL3.

Rossi e gialli

Le stratigrafie pittoriche di colore rosso e giallo osservate tramite microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta si presentano costituite da:

- una preparazione bianca con numerosi inclusi bianco-opachi (GTL5, GTL6, GTL8, GTL16), con uno spessore medio dipendente dalla profondità del campionamento, con fluorescenza ultravioletta;
- uno strato di colore rosso non fluorescente in luce ultravioletta, o giallo, debolmente fluorescente in luce ultravioletta; gli spessori degli strati pittorici si presentano non uniformi; il campione GTL16 presenta inclusi di colore aranciato e scuro di forma non regolare;
- i campioni gialli presentano uno sottile strato superficiale visibile in luce ultravioletta, spesso meno di $10\ \mu\text{m}$, legato a interventi di restauro.

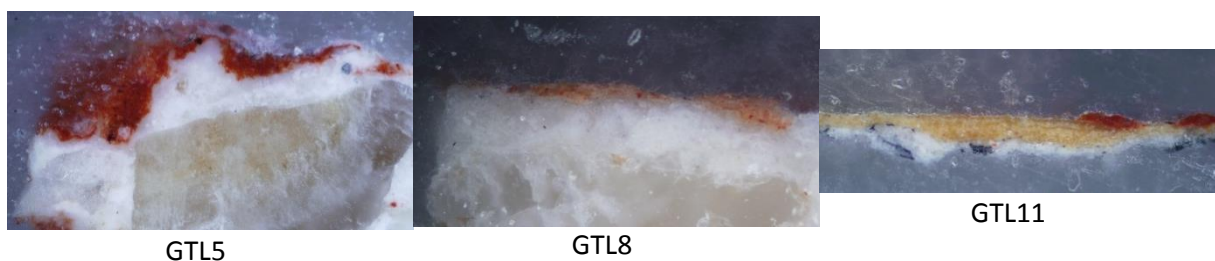


Figura 37 Stratigrafie rosse e gialle della serie GTL.

Il campione GTL11 presenta una stratigrafia lievemente diversa: esso presenta la preparazione bianca con numerosi inclusi neri di forma allungata, non fluorescenti; uno strato giallo e sulla parte destra della sezione un ulteriore strato non completo di colore rosso. È presente un sottile strato superficiale visibile in luce ultravioletta legato a interventi di restauro.

In spettroscopia infrarossa la preparazione appare costituita da una componente carbonatica, calcite, con i suoi picchi caratteristici a 2512, 1794, 1400, 875, 711 cm^{-1} , e da una componente silicatica, con picchi nella regione compresa tra i 1000 e i 950 cm^{-1} , confermata dall'analisi SEM-EDS; per riportare un esempio, il campione GTL8 su grano ha restituito i picchi a 1163, 1136, 2020, 773, 691 cm^{-1} , nonché tracce di materiali di restauro e alterazione.

Le analisi FTIR acquisite sugli strati rossi e gialli mostrano rispetto alla preparazione un incremento del segnale dei silicati legato all'uso di terre quale pigmento, mentre le analisi SEM-EDS hanno identificato tali pigmenti come terre con la presenza di elementi quali Fe, Si, Mg, Al; gli strati pittorici hanno anche mostrato una costante presenza di ossalati di calcio con i picchi caratteristici a 1608, 1318, 778 cm^{-1} (Figura 38).

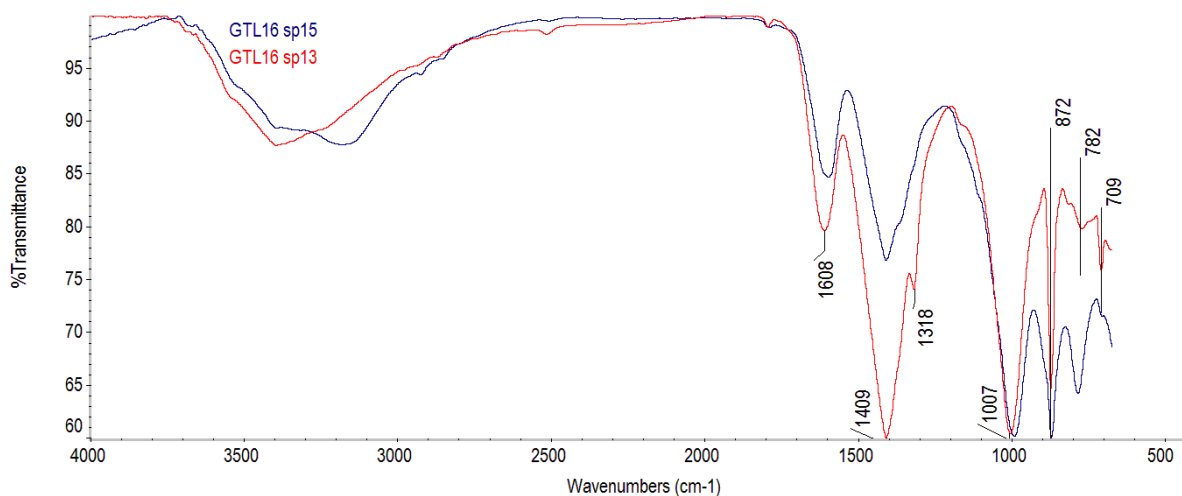


Figura 38 Spettro FTIR acquisito sullo strato rosso del campione GTL16.

I gialli appaiono costituiti da terre a base di ferro, come è confermato dall'analisi SEM-EDS che rivela la presenza di Fe, Si, Mg, Al, K. Gli spettri FTIR, di cui uno in figura (Figura 39) acquisito sul campione GTL6 ha consentito di identificare la presenza di calcite, terre (1160, 1080, 984, 830, 780, 746 cm^{-1}), ossido di ferro giallo (910, 803 cm^{-1}), ossalati di calcio (1623, 1322 cm^{-1}) e possibili tracce di prodotti di restauro (1742 cm^{-1}).

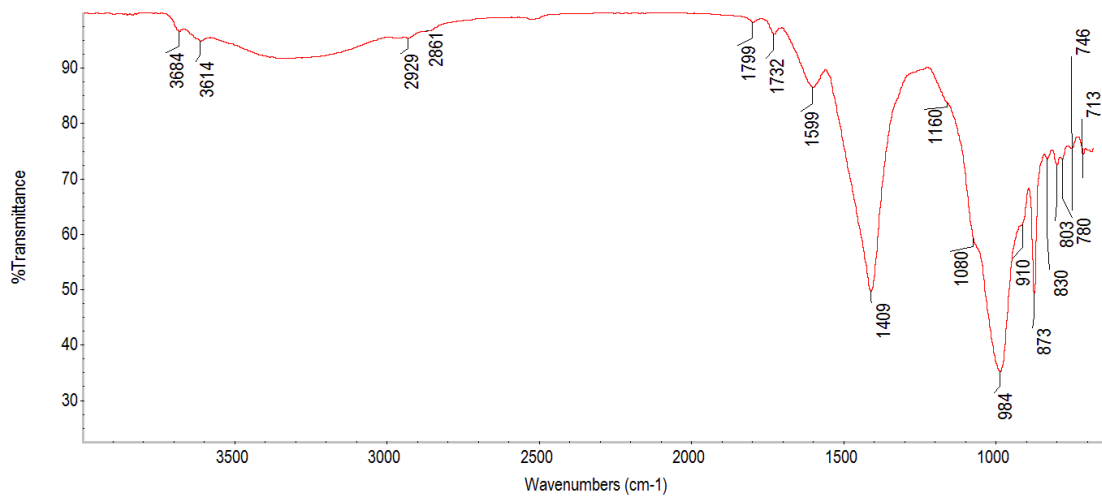


Figura 39 Spettro FTIR sullo strato giallo del campione GTL6.

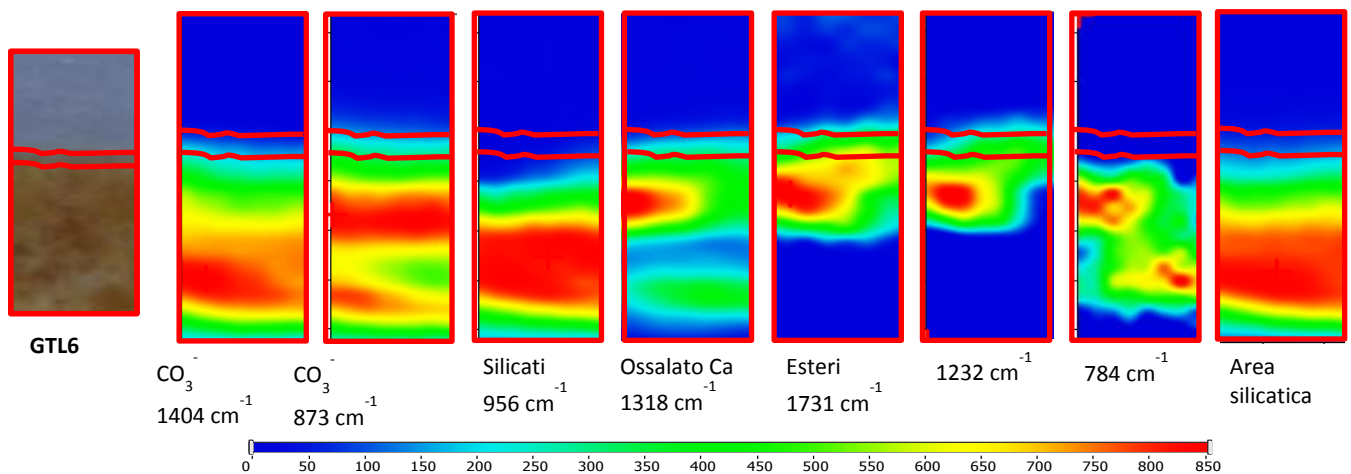
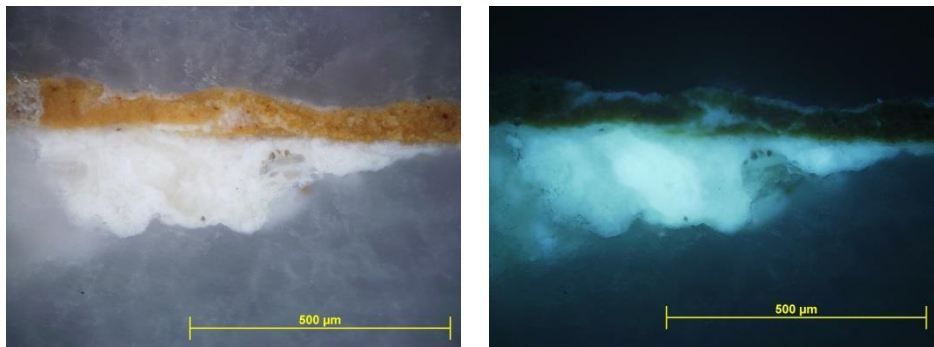


Figura 40 Mapping ATR sul campione GTL6.

Il *mapping* μ ATR (Figura 40) ha consentito di mappare la presenza di carbonato di calcio e silicati nello strato di preparazione in base ai picchi caratteristici a 1404, 873, 956 cm^{-1} ; nella parte superiore dello strato rosso si osserva la formazione di ossalati, unitamente alla presenza di esteri. Si può ipotizzare che l'impiego di qualche soluzione acida debole in fase di desialbatura abbia innescato questa reazione, per quanto al

momento non sia supportata da ulteriori prove. Si osserva che il fenomeno arriva a una profondità limitata: circa 35 micron.

Bianco

Il campione GTL13, di colore bianco, è stato campionato per studiare la natura del bianco utilizzato quale pigmento. Il campione si presenta costituito da:

- una preparazione bianca, con uno spessore medio di 50 μm e fluorescenza ultravioletta;
- uno strato di colore verde con rari inclusi scuri, con uno spessore medio di 20 μm , debolmente fluorescente in luce ultravioletta;
- uno strato bianco, di spessore abbastanza uniforme pari a circa 20 μm , fluorescente in luce ultravioletta, con rari inclusi scuri.

In spettroscopia infrarossa la preparazione appare costituita da una componente carbonatica, calcite e aragonite, con i suoi picchi caratteristici a 2515, 1794, 1400, 1385, 868, 706 cm^{-1} , e da una componente silicatica, con picchi a 967, 796, 742 cm^{-1} , confermata dall'analisi SEM-EDS, e tracce di prodotti di restauro (2927, 2852, 1728, cm^{-1}) alterazione quali carbossilati (1587 cm^{-1}) (Figura 41).

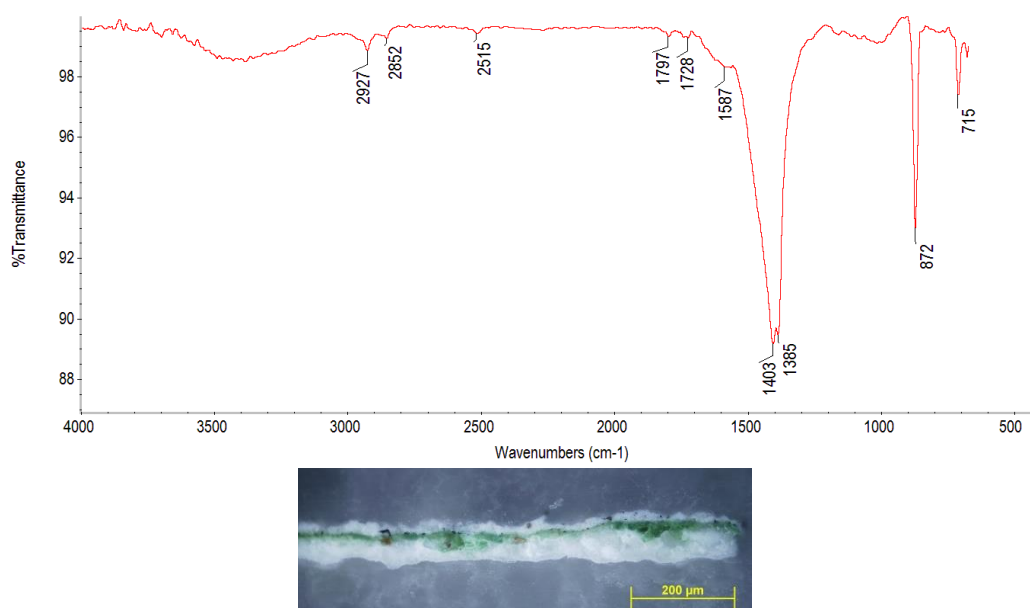


Figura 41 Spettro FTIR acquisito sulla preparazione del campione GTL13 e sezione stratigrafica.

Gli spettri FTIR acquisiti sul verde mostrano un incremento del segnale dei silicati dovuto alla presenza di terra verde, mentre lo strato bianco appare di nuovo composto da carbonato di calcio; in quest'ultimo strato vi sono tracce di materiale di restauro e alterazione (2927, 2852, 1728, 1587, 1385 cm^{-1}).

3.6.4 Conclusioni

Il ciclo pittorico della chiesa di S. Pietro in Galtelli è stato riscoperto nel 1996 e restaurato.

Nel corso del 2014 è stata effettuata una campagna di campionamento in cui microstratigrafie pittoriche di colore blu, verde, rosso, giallo, bianco e un campione di sali superficiali sono stati campionati dal dipinto murale e investigate tramite microscopia infrarossa e microscopia elettronica a scansione.

La tavolozza pittorica appare particolarmente preziosa nell'uso diffuso del Lapis per le campiture blu, e a base di terre per quanto riguarda i pigmenti rossi, gialli e verdi. Gli strati di preparazione sono costituiti da una componente carbonatica, calcite e aragonite, e una silicatica.

Il pigmento blu è costituito da cristalli di lapis perlopiù steso su uno strato di colore scuro che funge da preparazione costituito da una matrice calcitica e silicatica e nero carbone. Questo strato consente di utilizzare meno pigmento prezioso, ma anche di dargli una tonalità finale differente rispetto alla stesura su preparazione bianca, che peraltro ritroviamo su un campione, probabilmente laddove il pittore intendeva restituire al blu una tonalità più accesa e brillante.

Il pigmento verde è stato identificato come una terra a base di celadonite, un fillosilicato, ma appare steso secondo due modalità differenti. I verdi stesi direttamente su uno strato di preparazione bianco, con più o meno grani di nero carbone aventi la funzione di modificare la base tonale dello strato di preparazione, e di conseguenza la resa finale del pigmento. Un colore verde scuro è invece steso su uno strato di colore molto scuro, ed è forse steso a tempera. Rimane da verificare che si tratti realmente di un prodotto originale, o di un intervento di restauro. Quel che rimane è che la preparazione per questo colore è differente da quella di un verde chiaro.

I pigmenti rossi e gialli sono costituiti da terre. Alcuni rossi presentano uno strato di preparazione in cui il carbonato di calcio è miscelato a basse percentuali di rosso.

Il bianco impiegato come pigmento è costituito da carbonato di calcio.

I colori sono stati talvolta resi più scuri con l'aggiunta di nero carbone.

La presenza di sostanze organiche in superficie deriva dagli interventi di restauro che il ciclo pittorico ha subito. In particolare, le analisi indicano la presenza di un materiale di tipo acrilico e prodotti di alterazione quali ossalati e carbossilati.

Il mapping μ ATR-FTIR ha consentito di localizzare a livello stratigrafico i segnali provenienti dai diversi materiali presenti nelle sezioni stratigrafiche: oltre allo studio dei materiali costituenti il dipinto murale è interessante osservare quali materiali sono ascrivibili ad interventi di restauro e quali prodotti si siano formati al fine di comprendere quale possa essere la causa dell'innesco della reazione che ha portato alla formazione di prodotti di alterazione.

3.7 I dipinti murali della chiesa di Nostra Signora di sos Regnos Altos, Bosa (NU)

3.7.1 *Inquadramento storico*

Il colle di Serravalle, in cui fu eretto il castello che ospita la chiesa di Nostra Signora di sos Regnos Altos domina la vallata del fiume Temo con i suoi 81 metri sul livello del mare. La sua storia risale all'epoca fenicia e rimarrà poi una zona abitata nei secoli.

Nel XII secolo, quando i marchesi Malaspina iniziarono a costruire la nuova Bosa, oggi rione Sa Costa, proteggendola con una duplice cinta muraria e una rocca sul monte, essa era terra di confine tra il giudicato di Torres e quello di Arborea.



Figura 42 La chiesa di N.S. de sos Regnos Altos a Bosa.

In base all'analisi delle murature perimetrali di Fernanda Poli, l'edificio potrebbe essere sorto all'inizio del XII secolo secondo un modello costituito da un'aula con tetto a capriate ligneo, un presbiterio

leggermente rialzato con una botte di scarsa profondità; tuttavia niente esclude che un luogo di culto, quale una chiesetta di altura, potesse trovarsi su questo colle prima ancora della sua fortificazione. Sempre secondo la storia dell'arte il ciclo pittorico risalirebbe a circa il 1338, quando Giovanni d'Arborea divenne signore di Bosa ed ereditò il castello di Serravalle.

L'edificio, oggi dalle dimensioni di circa 20 m x 6 m, si presenta mononavata, tuttavia la parte più antica misura 8,40 m x 5,70 m e possiede un suo pavimento in lastre di pietra, diviso in due da una fascia centrale con funzione di passatoio. Non si ha memoria dell'abside, ma è ragionevole supporre che ci fosse e che le sue tracce si trovino sotto la pavimentazione più recente della chiesa, supportate dal fatto che nel ciclo murale mancano le scene relative alla divinità ed al santo patrono della chiesa, di norma posti nella zona più sacra dell'edificio.

Il ciclo pittorico attualmente si sviluppa sulle pareti della navata unica e in controfacciata e non narra storie, ma un messaggio dottrinale di stampo francescano. Sulla parete sinistra nel registro superiore vi è l'Adorazione dei Re Magi, l'Ultima Cena, figure di vescovi e forse di evangelisti. Nel registro inferiore teoria di santi e sante. Il basamento presenta una palea a bande rosse e gialle appesa a un doppio cordone con anelli metallici; lascia poi spazio a un motivo a riquadri colorati e due scudi gotici a fondo bianco da cui è stato grattato lo stemma. In controfacciata appaiono San Martino e il povero, in posizione speculare San Giorgio e il drago, in mezzo la figura di San Cristoforo che si sviluppa in tutta l'altezza della parete; sotto, una galleria di santi e l'Annunciazione. Sulla parete destra divisa in due registri alcune figure sono andate perse; sul registro superiore vi sono santi francescani, l'episodio delle Stimmate di San Francesco, lacerti di altre figure; nel registro inferiore l'Incontro dei Tre Vivi e dei Tre Morti e il Martirio di San Lorenzo; nel basamento vi sono tracce del disegno bicolore giallo-rosso e di pelli di vaio.

Il sistema di lavoro per l'esecuzione del dipinto murale è stato probabilmente misto a pontate e a giornate: il riquadro dell'Incontro dei tre vivi e dei tre morti rivelava marcate linee di congiunzione o cambiamenti decisi di colore di fondo, oggi quasi spariti, lungo il contorno di figure e piante. Scrive Fernanda Poli:

Manchiamo di adeguate fotografie in luce radente, ma possiamo comunque affermare, sul filo della memoria, che giunture orizzontali di intonaci erano visibili nel 1975, tra un registro e l'altro, nel gruppo dei Padri della Chiesa (parete sud).[...] Riteniamo che anche qui a Bosa si sia fatto uso di sagome per trasporre il disegno preparatorio sul muro, sia pure in numero assai ridotto, ove si consideri che pochi patroni (ora rovesciandoli, ora inclinandoli, ora apportandovi leggere variazioni) possono facilmente essere riconosciuti in visi, mani, piedi, abiti, gruppi di pieghe, sai francescani, motivi vegetali (Poli, 1999)

I patroni erano sagome di carta usate per ricalcare il disegno preparatorio tracciato sull'arriccio e resi trasparenti con cera o olio caldo e poi irrigiditi con bolo o caseina, strumenti indispensabili per una esecuzione veloce e dimensionalmente corretta dell'insieme.

L'affresco bosano era tecnicamente perfetto: chi ha lavorato in questa chiesa possedeva un grande mestiere ed una tecnica molto sicura come testimoniavano le sue superfici compatte e lisce e la difficoltà di riconoscere le giunzioni fra le diverse sezioni di lavoro. Solidissimo era ancora nel 1975 il legame tra arriccio e intonaco pittorico: i 'vuoti' erano presenti solo tra arriccio e supporto murario in pietra. Non si è potuta accertare con dovuta sicurezza la presenza di finiture a tempera, mentre più probabile è stato l'uso di quelle a calce su intonaco reumidificato: che si trattasse di un nuon fresco è stato dimostrato dalla resistenza al tempo e alle puliture degli incarnati e delle ombre colorate dei panneggi. [...] la gamma cromatica ha sofferto, come altrove, gravi alterazioni a causa della pressoché ineliminabile umidità. [...] Gli azzurri intensi dei fondi, stesi secondo la tradizionale tecnica della tempera a uovo, sono diventati molto scuri, mentre i bianchi sono ancora abbaglianti, il che dimostra che come pigmento è stata usata la calce; ben conservati sono i rosati, mentre i rossi sono diventati bruciati. I giallo-dorati sono ora solamente dei gialli in qualche caso molto acidi; gli aranciati hanno resistito meglio all'usura.[...] Gli incarnati sono forse stati realizzati per successive campiture di rosacei: sulla preparazione di fondo di color carne, si leggono le pennellate più scure che individuano le zone in ombra, stese tono su tono. Resti di una velatura di colore verde a sottolineare le palpebre, il mento e il collo sembrano sopravvivere nel viso della Maddalena penitente e in quello di Sant'Elena, mentre altrove le ombre hanno acquistato un tono rosso cupo o bruno non identificabile tout court con un originario verde. (Poli, 1999)

Il ciclo pittorico di Bosa è stato sottoposto a due interventi di restauro in età contemporanea, negli anni 1974-74 e nel 1995.

Nel 1973 la Soprintendenza di Monumenti e Gallerie per le Province di Sassari e Nuoro decise l'avvio di un intervento di emergenza, che avvenne l'anno successivo, su tutto il nucleo medievale della chiesa del castello di Bosa che da decenni versava in condizioni di fatiscenza. Tutta l'area del castello era in stato di totale abbandono. Fu necessario un consolidamento strutturale dell'intera muratura perimetrale a causa di un cedimento delle fondazioni, si inserirono cordoli di cemento armato sulla sommità delle murature e un tirante in ferro mantenuto da due piastre esterne.

Nelle pareti interne della cappella gli affreschi comparivano solo dove lo scialbo era caduto per l'azione delle acque meteoriche che penetravano attraverso aperture nel tetto.

Nel 1975 si è provveduto ad asportare diversi strati di scialbo mediante lavaggio con acqua e bisturi previa eliminazione di difetti di adesione fra il supporto in pietra e l'arriccio con impregnazioni successive di caseato di calcio, fissaggio dei sollevamenti di colore mediante infiltrazioni di resine acriliche, spolveratura delle superfici per la rimozione di polveri e particolato atmosferico, stuccatura delle lacune con malta di calce, sabbia e polvere di marmo, moderata reintegrazione pittorica a tratteggio con acquerello, lacune interpretabili e velature a tono per quelle più ampie. Non è stata eseguita nessuna verniciatura finale.

Nel corso del restauro del 1995 fu alterata la primitiva *facies* dell'edificio con interventi invasivi quali l'inserimento di una cornice in pietra modanata lungo tutto l'intero perimetro, la sfera presente sulla sommità del colmo del tetto fu spostata sul vertice della copertura del catino absidale modificandone la funzione di aiuto allo smaltimento delle acque, il campaniletto a vela è stato ricostruito secondo forme e dimensioni non originali.

Fernanda Poli sostiene che, poiché si operava rispetto ai danni legati ad una infiltrazione di acqua piovana, si potesse procedere al solo restauro del danni subiti dalle zone sottostanti piuttosto che al restauro integrale della superficie pittorica, ma si trattava di una prassi diffusa nel territorio italiano.

Proprio un eccesso di integrazionismo dobbiamo lamentare in questo intervento, che ha fatto ricomparire visi pressoché perduti come, ad esempio, quello della Modonna nell'Adorazione dei Magi, oggi così perfetto da essere degno di un Simone Martini e per ciò stesso tanto estraneo alle fisionomie di tutte le figure del ciclo, soprattutto a quella del Bambino dall'occhio strabico che tiene sulle ginocchia. Parimenti nutriamo seri dubbi sulla liceità della ricostruzione dello stemma degli Arborea posto sullo zoccolo a pelli di vaio sulla parete settentrionale della chiesa. Questa pesantezza di intervento ricostruttivo ha portato a ridisegnare in nero con troppa energia le linee dei visi (profili, nasi, labbra, sopracciglia), come quelle di colli, orecchie, mani, braccia, piedi. Sappiamo bene che in origine queste [il nero assoluto era usato solo per le pupille (le iridi si realizzavano invece con verdaccio), la linea della palpebra superiore, le narici, il foro auricolare, cioè i punti di massimo scuro; le ciocche di capelli e barbe] erano di un colore rosso scuro (Cennini: 'color sinopia scuro'), che il trascorrere del tempo rendeva più cupo ma non quanto hanno dedotto gli ultimi restauratori, accentuando così la sensazione di un fare da pittore duecentesco o comunque di un inguaribile arcaismo. Annotiamo inoltre un eccesso di pulitura delle superfici dipinte, che ha asportato qualche volta le velature a secco, poi riprodotte arbitrariamente. Si veda per tutte la figura di Gregorio Magno (registro superiore, parete sud): il pallio ha perso in parte le canoniche crocette e il ricciolo del pastorale ha assunto una forma incongrua e troppo grossolana se si guarda alla ricchezza ed eleganza delle sue vesti sacerdotali. (Poli, 1999)

3.7.2 Materiali e metodi

Il dipinto murale all'interno della chiesa di Nostra Signora di sos Regnos Altos è collocato lungo le pareti della navata della chiesa e sulla controfacciata.

Le superfici dipinte, durante la campagna di campionamento del 2014, presentavano in superficie segni di depositi superficiali di materiali scuri, presumibilmente polveri.

I campioni stratigrafici delle superfici dipinte sono stati prelevati tramite piccole incisioni con bisturi posizionandosi ai bordi di lacune. In laboratorio i campioni tal quali sono stati osservati allo stereomicroscopio; individuati i microframmenti idonei alla preparazione delle sezioni stratigrafiche, essi

sono stati documentati fotograficamente allo stereomicroscopio, inglobati in doppia camicia di sale KBr e resina secondo la procedura esposta nel capitolo dedicato alle tecniche analitiche.

Le sezioni stratigrafiche sono state osservate e documentate in luce visibile e ultravioletta con scala dimensionale di riferimento. In tabella (Tabella 4) i campioni selezionati per la preparazione di sezioni stratigrafiche per un totale di 2 blu, 2 verdi, 4 rossi, un giallo e un bianco.

Tabella 6 Panoramica delle sezioni stratigrafiche campionate dalla chiesa di N.S. de sos Regnos Altos a Bosa.

CAMPIONE	COLORE	OSSERVAZIONI (Stereomicroscopio)
BOS20	Blu	Preparazione + scuro + blu
BOS21	Blu	Preparazione + scuro + blu
BOS22	Rosso	Preparazione + rosso
BOS23	Rosso	Preparazione + rosso + rosso
BOS24	Rosso	Preparazione + rosso
BOS25	Rosso	Preparazione + rosso
BOS26	Verde	Preparazione + verde
BOS27	Giallo	Preparazione + giallo
BOS28	Bianco	Preparazione + bianco

Le sezioni stratigrafiche sono state indagate tramite microscopia infrarossa a contatto in modalità μ ATR-FTIR in Riflettanza Totale Attenuata e *mapping*, successivamente tramite microscopia elettronica a scansione con sonda SEM-EDS al fine di individuare gli elementi presenti nella sezione e la loro distribuzione stratigrafica.

3.7.3 Analisi e risultati

I risultati della analisi sono di seguito riportati per classi di colore per facilità di lettura dei dati e per una migliore comprensione generale dei materiali caratterizzati.

Blu

Le stratigrafie pittoriche di colore blu osservate tramite microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta si presentano in generale costituite da:

- una preparazione bianca con rari inclusi bruno-aranciati con debole fluorescenza ultravioletta;
- uno strato scuro di preparazione alla stesura del blu costituito da una matrice bianca con numerosi inclusi neri, di forma non regolare, non fluorescenti in luce ultravioletta.

Nonostante il campionamento sia stato fatto in due punti in cui il colore blu sembrava presente, non si riscontra la presenza di un vero e proprio strato blu né di rari grani che possano aiutare a stabilire la natura del pigmento blu originario.

Si osserva un discontinuo strato superficiale e alcuni punti di strana fluorescenza ultravioletta nei campioni, probabilmente legato alla presenza di prodotti di restauro.

In spettroscopia infrarossa la preparazione appare costituita da una componente carbonatica, calcite, con i suoi picchi caratteristici a 2512, 1794, 1400, 868, 709 cm^{-1} , da una componente silicatica, con picchi nel *range* spettrale compreso tra 1100 e 950 cm^{-1} , e dalla presenza di prodotti di degrado quali ossalati (1611, 1313, 778 cm^{-1}) (Figura 43).

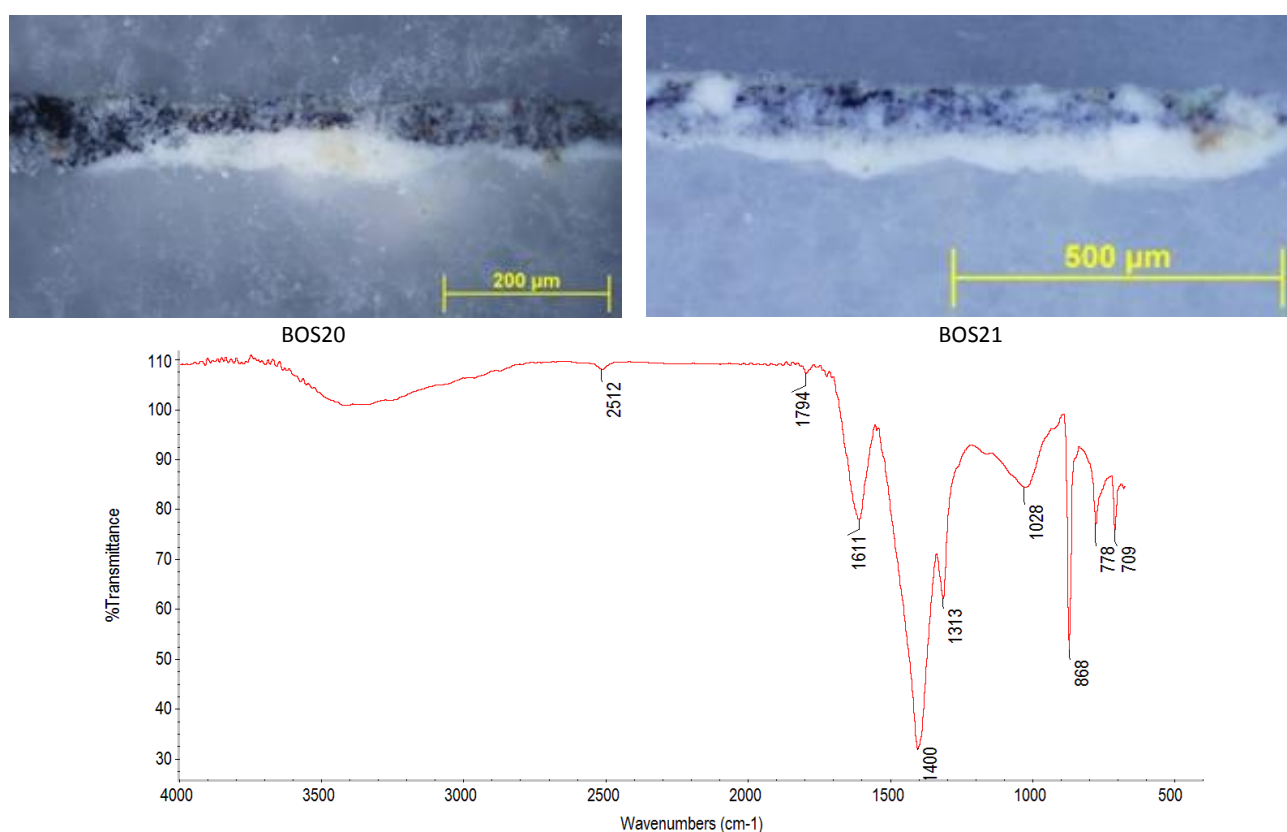


Figura 43 In alto le sezioni stratigrafiche dei campioni blu della serie BOS. In basso: spettro FTIR dello strato di preparazione del campione BOS20.

Gli spettri FTIR sullo strato scuro di preparazione alla stesura del blu hanno mostrato la presenza di una notevole quantità di ossalati con i picchi a 1605, 1310, 778 cm^{-1} , carbonato di calcio, silicati con i picchi nel *range* compreso tra 1100 e 950 cm^{-1} , confermati dalle analisi SEM-EDS, e tracce di prodotti di restauro (1731, 1376, 1229 cm^{-1}). L'analisi SEM-EDS ha rivelato la presenza di una fase composta da calcio, magnesio, silicio e potassio (Ca, Mg, Si e Fe) (Figura 44).

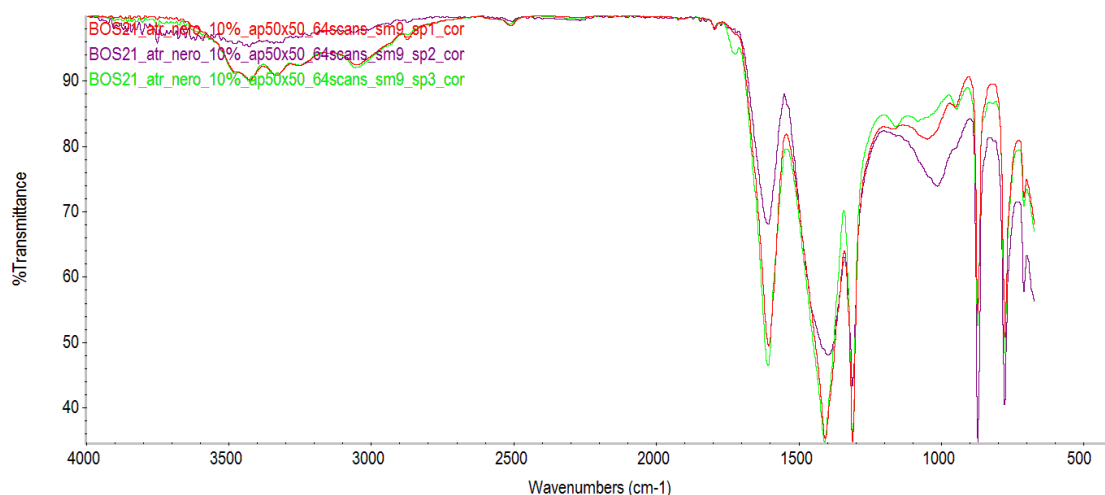


Figura 44 Spettri FTIR sullo strato scuro della sezione stratigrafica BOS21 campionata come blu.

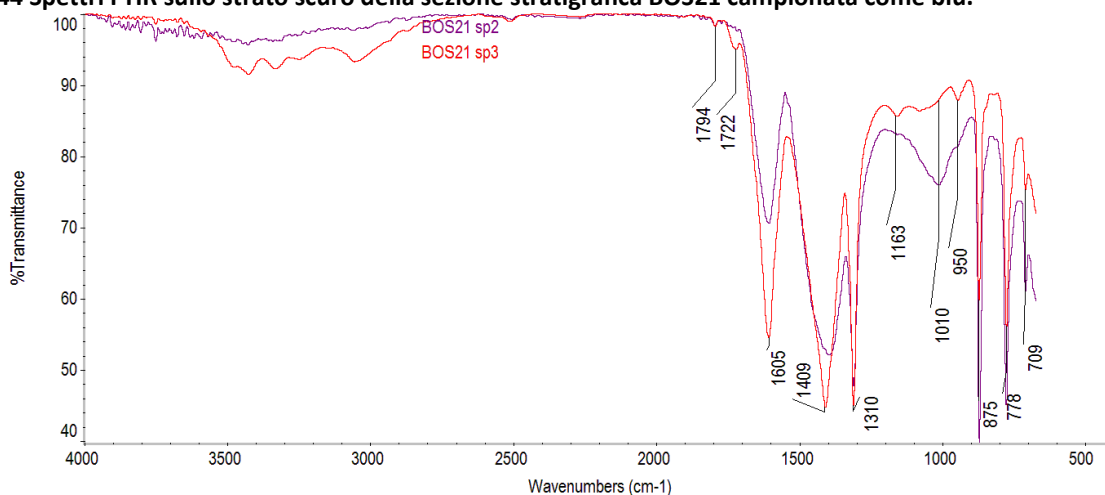


Figura 45 Spettri FTIR sullo strato scuro della sezione stratigrafica BOS21 campionata come blu.

Gli spettri FTIR acquisiti presentano tracce di composti organici, in particolare gruppi esteri (circa 1722 cm^{-1} per lo stretching ν C-O), riconducibili a prodotti di restauro, la cui interazione con il dipinto murale sembrerebbe indicata anche in modo indiretto dalla presenza di prodotti di degrado quali ossalati di calcio. Maggiori dettagli su eventuali miscele di prodotti di restauro non specificate nelle relazioni di restauro potrebbero essere raggiunti con un'analisi tramite gascromatografia di massa (GC-MS).

Verdi

Le stratigrafie pittoriche di colore verde osservate tramite microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta sono due: una proveniente da una veste (BOS28) ed una proveniente da una lacuna (BOS26). La bibliografia e l'osservazione del dipinto murale durante il sopralluogo hanno consentito di ridurre al minimo i prelievi: il ciclo pittorico appare infatti costituito in modo unitario in termini di tematiche e stile; i verdi non sono stati utilizzati in campiture particolarmente preziose; infine i verdi presentano tutti la stessa

tonalità chiara che fa supporre siano tutti costituiti dello stesso pigmento. In generale le due stratigrafie si presentano costituite da:

- una preparazione bianca con inclusi bianco-opachi, fluorescente in luce ultravioletta;
- uno strato di colore verde costituito da una matrice verde con rari inclusi scuri;
- uno strato superficiale visibile in luce ultravioletta, meglio osservabile in BOS26, dallo spessore medio inferiore ai 10 μm , presumibilmente legato a interventi di restauro.

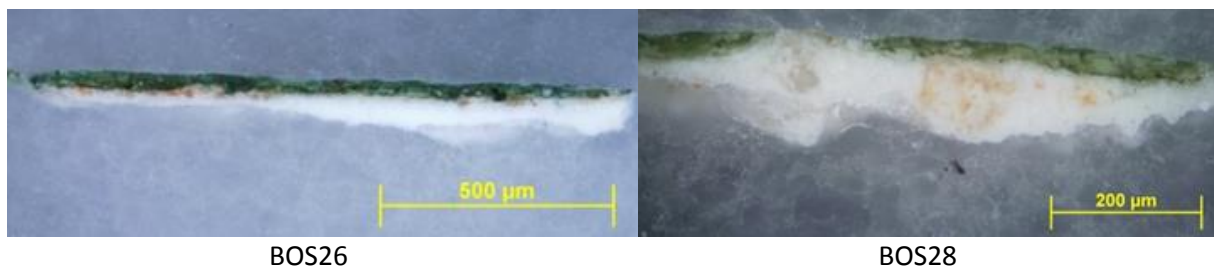


Figura 46 Stratigrafie verdi della serie BOS.

In spettroscopia infrarossa la preparazione appare costituita da calcite, con i suoi picchi caratteristici a 2509, 1794, 1409, 874, 709 cm^{-1} , da una componente silicatica, con picchi nel *range* spettrale compreso tra i 1100 e i 950 cm^{-1} , confermata dall'analisi SEM-EDS (Ca, Si), e da ossalati con i picchi a 1625, 1315 e 780 cm^{-1} . Il campione BOS26, prelevato da una lacuna, presenta un segnale abbastanza forte legato alla presenza di un prodotto di restauro che sembra avvicinarsi molto a quello di una resina acrilica (Figura 47). La presenza di un segnale così forte rispetto agli altri campioni sta proprio nel fatto che trattandosi di una lacuna, ed essendo l'area più "fresca", ovvero la superficie meno carbonatata, qui il prodotto di restauro è penetrato più facilmente in profondità.

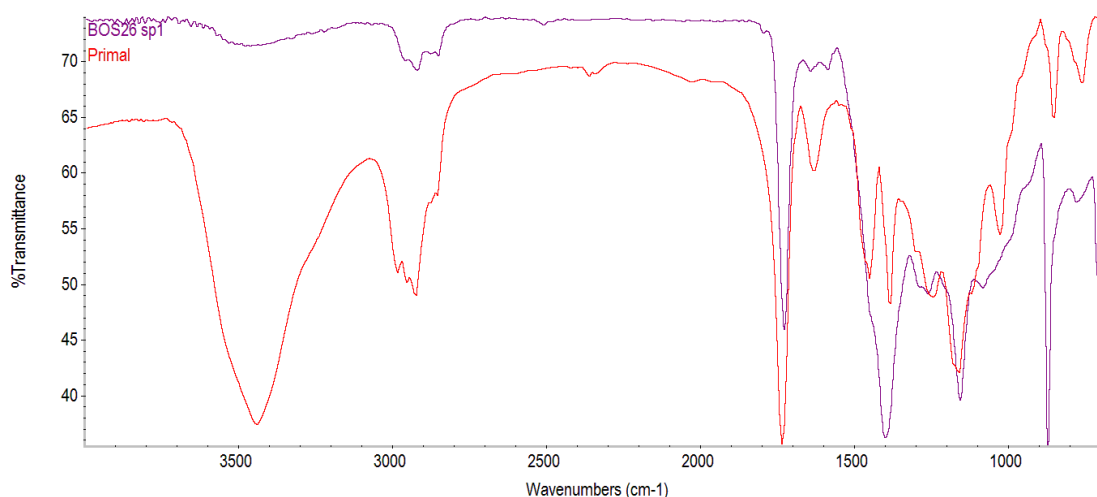


Figura 47 Confronto tra lo spettro FTIR acquisito sulla preparazione della sezione stratigrafica BOS26 (in viola) e uno spettro di riferimento di una resina acrilica (PRIMAL).

Il pigmento verde è stato riconosciuto come terra verde, costituita da celadonite, i cui picchi FTIR sono stati individuati a 3588, 1081, 1024, 952, 798 cm^{-1} , e i cui elementi caratteristici rilevati tramite SEM-EDS

sono Si, Al, Mg, K, Fe (Figura 49). Si osserva tramite spettro FTIR anche la presenza di calcite e ossalati (1607, 1320 cm^{-1}).

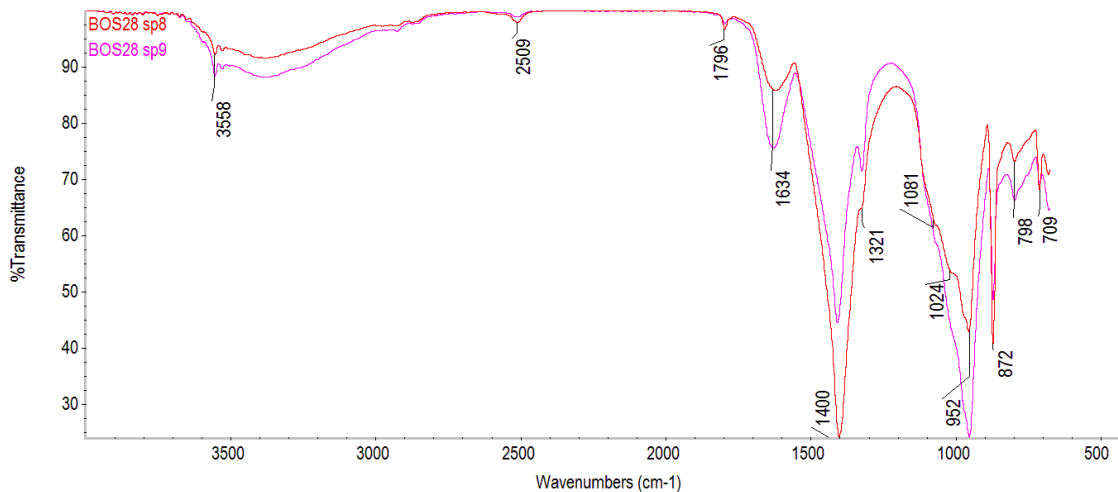


Figura 48 Spettro FTIR acquisito sullo strato verde del campione BOS28.

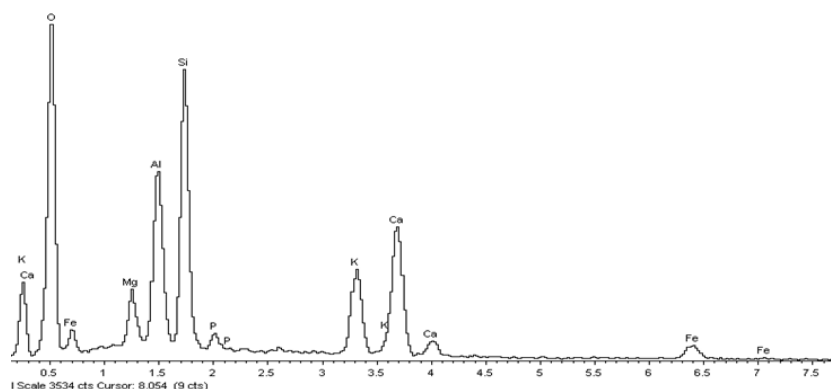


Figura 49 Spettro SEM-EDS acquisito sul pigmento verde del campione BOS26.

Rossi e gialli

Le stratigrafie pittoriche di colore rosso osservate tramite microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta si presentano costituite da:

- una preparazione bianca con rari inclusi bianco-opachi fluorescente in luce ultravioletta;
- uno o più strati di colore rosso, non fluorescenti in luce ultravioletta; gli spessori e i colori si differenziano tra loro; i campioni BOS23, BOS24, BOS25 presentano uno strato rosso con piccoli inclusi neri che otticamente parlando sembrano costituiti dallo stesso materiale; BOS23 presenta un secondo strato pittorico più scuro costituito da una miscela di pigmento rosso e pigmento nero; il campione BOS22, prelevato come bruno, presenta uno strato bruno costituito da una grani rossi, giallo-aranciati e neri;
- uno strato superficiale fluorescente in luce ultravioletta, di spessore variabile compreso tra 5 e 20 μm , legato a interventi di restauro.

La sezione stratigrafica di pigmento giallo (BOS27) appare costituita da due strati: una preparazione bianca e uno strato di colore giallo.

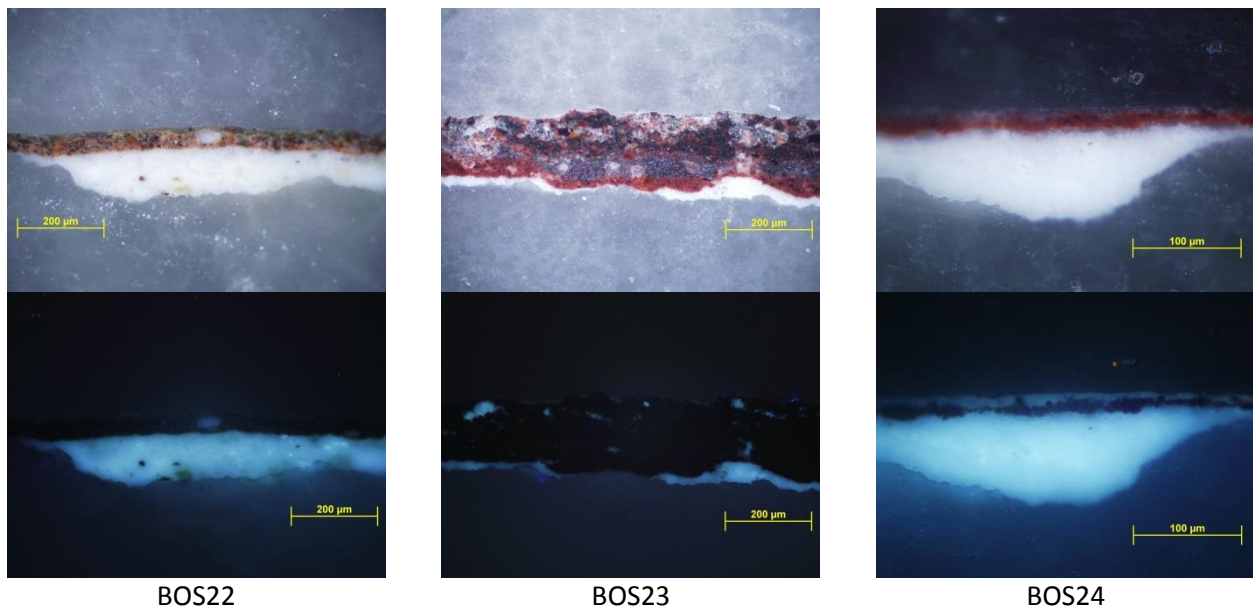


Figura 50 Sezioni stratigrafiche rosse della serie BOS.

La preparazione in microscopia infrarossa appare costituita da calcite, i suoi picchi caratteristici sono $2515, 1793, 1398, 870, 711 \text{ cm}^{-1}$, una componente silicatica con picchi compresi tra $1100 \text{ e } 950 \text{ cm}^{-1}$, confermata dall'analisi SEM-EDS, ossalati con i picchi a $1638 \text{ e } 1316 \text{ cm}^{-1}$, carbossilati con il picco a 1589 cm^{-1} e tracce di prodotti di restauro ed esteri (1724 cm^{-1}) (Figura 51).

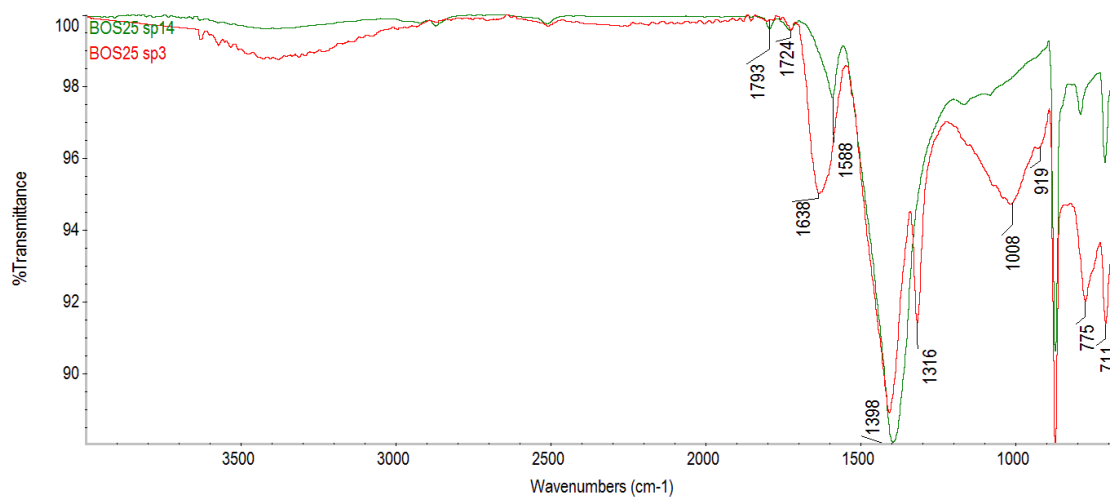


Figura 51 Spettro FTIR acquisito nello strato di preparazione della sezione stratigrafica BOS25.

Le analisi FTIR acquisite sugli strati rossi e gialli mostrano un incremento del segnale dei silicati legato alla presenza delle terre rilevate tramite analisi SEM-EDS con la presenza di elementi quali Si, Al, Na, Fe, S, Cl. Gli strati rossi e il giallo in spettroscopia infrarossa hanno anche mostrato un segnale molto forte legato alla presenza di ossalati ($1618, 1318 \text{ e } 777 \text{ cm}^{-1}$) (Figura 52).

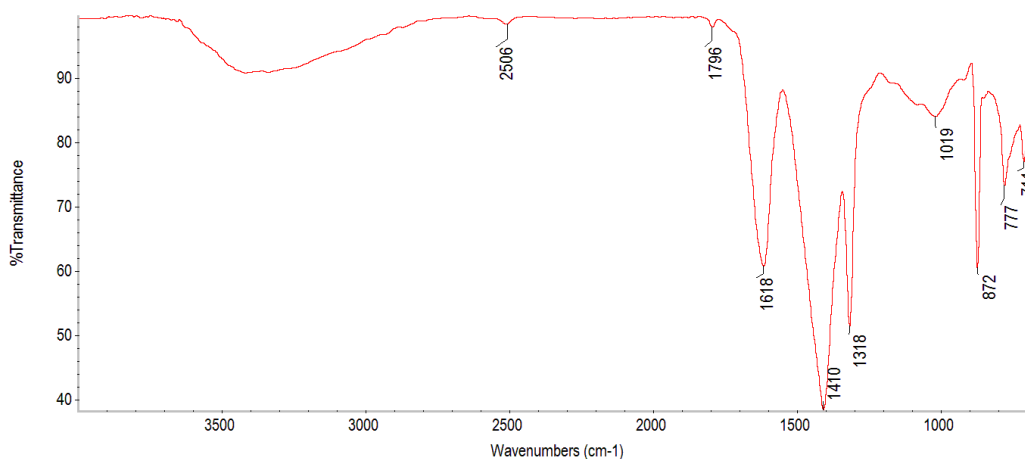


Figura 52 Spettro FTIR acquisito sullo strato rosso della sezione stratigrafica BOS25.

Lo spettro FTIR acquisito sul secondo strato di colore del campione BOS23 mostra la presenza di carbonato di calcio, ossalati, terre, la presenza di un prodotto di restauro e tracce di gesso (Figura 53). Il fatto che questo tipo di segnale sia stato osservato in rari punti e la zona di prelievo, una zona al confine del pannello più scuro di un morto nella rappresentazione dei tre vivi e dei tre morti, portano ragionevolmente a supporre che l'area sia stata interessata da interventi di restauro o che si tratti di un fenomeno di solfatazione superficiale legato alla situazione microclimatica interna alla chiesa.

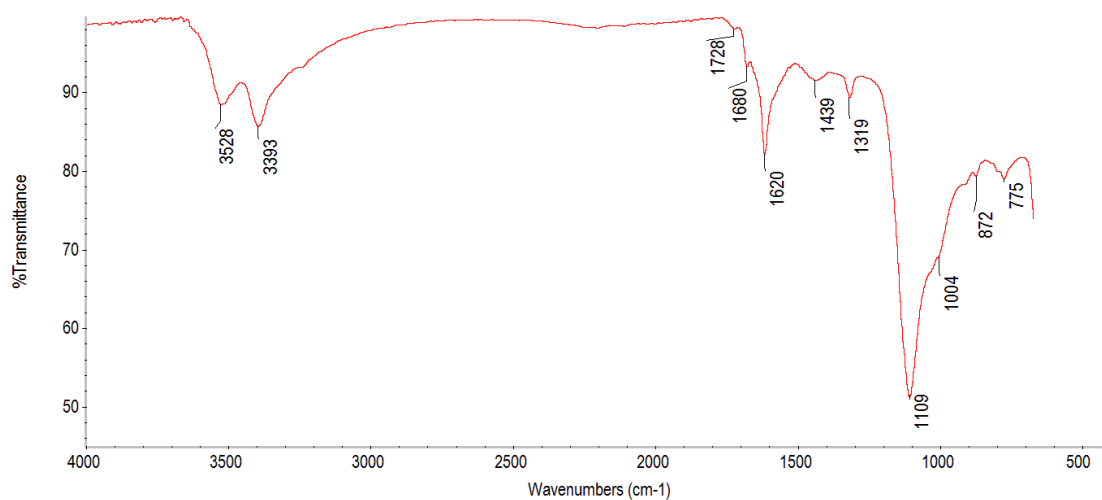


Figura 53 Spettro FTIR acquisito sullo strato pittorico scuro della sezione stratigrafica BOS23.

Il campione BOS27 di colore giallo mostra in preparazione uno spettro molto simile a quelli precedentemente descritti, che rivela la presenza di calcite, silicati, ossalati, carbossilati e tracce di prodotti di restauro, mentre lo strato di colore giallo mostra un forte aumento del segnale dei silicati per la presenza di una terra gialla, identificata anche tramite SEM-EDS con l'identificazione degli elementi Si, Al, Fe

I picchi riconducibili ai prodotti acrilici di restauro difficilmente sono ben risolti a causa dell'esiguità degli spessori superficiali dei trattamenti e per via dell'interazione con i materiali costituenti il dipinto murale. Si tratta presumibilmente di prodotti acrilici quali PRIMAL o Paraloid applicati negli interventi di restauro degli anni '90.

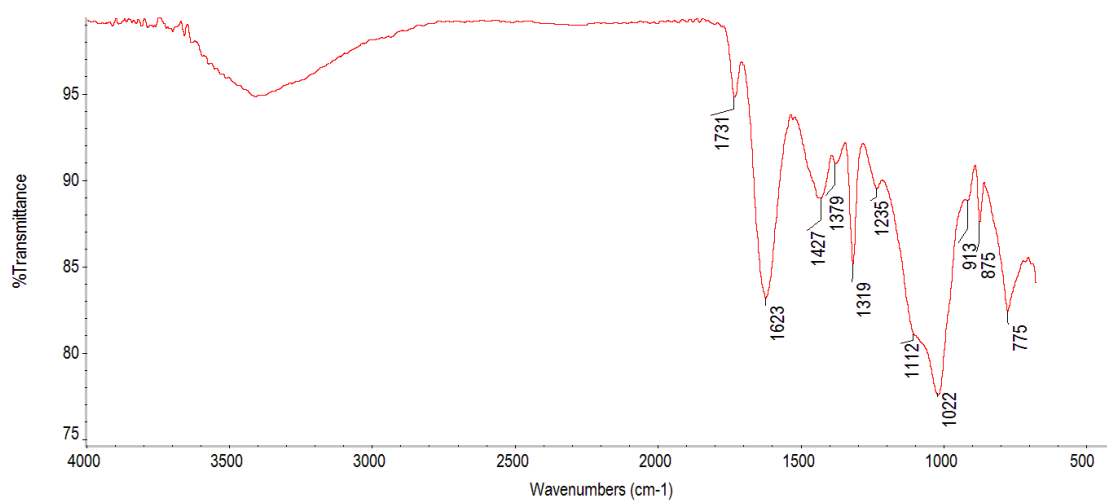


Figura 54 Spettro FTIR acquisito sullo strato scuro della sezione stratigrafica BOS23

Bianco

Il campione BOS29, di colore bianco, è stato campionato per studiare la natura del bianco utilizzato quale pigmento. Il campione si presenta costituito da:

- una preparazione bianca, fluorescente in luce ultravioletta, con rari inclusi traslucidi e giallo-aranciati;
- uno strato bianco il cui spessore non è ben misurabile poiché non vi è evidente segno di discontinuità con la preparazione.

Tramite le analisi in microscopia infrarossa la preparazione e lo strato di colore bianco sono stati caratterizzati come costituiti da calcite ($2512, 1796, 1406, 868, 705 \text{ cm}^{-1}$) e inerti silicatici, confermati dall'analisi SEM-EDS; si osserva la presenza di carbossilati (1586 cm^{-1}) e di un prodotto di restauro di tipo organico (Figura 55).

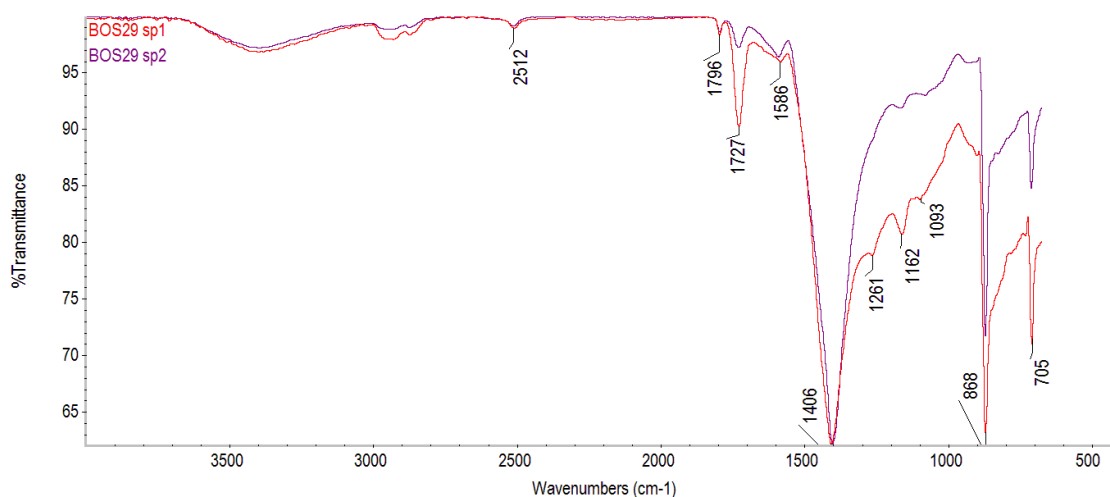


Figura 55 Spettri FTIR acquisiti sulla sezione stratigrafica BOS29, di colore bianco.

3.7.4 Conclusioni

Il ciclo pittorico della chiesa di Nostra Signora de sos Regnos Altos ha subito nell'ultimo secolo due interventi di restauro.

Nel corso del 2014 è stata effettuata una campagna di campionamento in cui microstratigrafie pittoriche di colore blu, verde, rosso, giallo, bianco sono state campionate dal dipinto murale e investigate tramite microscopia infrarossa e microscopia elettronica a scansione.

Gli strati di preparazione sono costituiti da una componente carbonatica costituita da calcite con l'aggiunta di una componente silicatica.

Per quanto riguarda la tavolozza pittorica non è stato possibile identificare il pigmento blu tramite μ ATR-FTIR e SEM-EDS poiché esso non è stato ritrovato nelle sezioni stratigrafiche. Si può supporre che il pigmento blu originale sia andato perso nel tempo o non sia stato campionato rendendo il nostro campionamento non rappresentativo – appare infatti improbabile che nessun blu fosse presente, pur se non particolarmente prezioso.

Si può inoltre ragionevolmente supporre che in genere i colori abbiano perso la loro saturazione e intensità originale a causa dell'esiguità dei loro spessori, situazione che potrebbe aver avvantaggiato la penetrazione dei consolidanti acrilici all'interno della pittura murale fino a giungere nello strato della preparazione.

I pigmenti verdi caratterizzati appaiono costituiti da una terra verde a base di celadonite e fillosilicati; i pigmenti rossi e gialli sono anch'essi a base di terre contenenti ossidi di ferro e minerali argillosi. La presenza diffusa di terre mostra anche qui una tavolozza pittorica non particolarmente ricca.

Il pigmento bianco utilizzato come pigmento è costituito da calcite, carbonato di calcio.

La presenza di sostanze organiche in superficie deriva dagli interventi di restauro che il ciclo pittorico ha subito nell'ultimo secolo. In particolare, le analisi indicano la presenza di un materiale di tipo acrilico che potrebbe essere riconducibile all'utilizzo di un prodotto simile al Primal o al Paraloid.

3.8 I dipinti murali della chiesa di San Nicola di Trullas, Semestene (SS)

3.8.1 *Inquadramento storico*

Semestene è un paese situato nella vallata dei Rio sa Orta e sa Cariasia nella regione del Meilogu, ai piedi del Monte Benazzosu, circondato dall'altopiano di Campeda e dal colle di San Simeone. Questo territorio infatti fu abitato sin dall'epoca nuragica e si racconta che in epoca romana "Truddas" fosse un quartiere di un'antica città romana. A pochi chilometri da paese sorge una chiesa campestre romanica: San Nicola di Trullas, in una posizione scenografica, rimane la testimonianza di un antico borgo che non esiste più. Nelle strette vicinanze fu eretto un cenobio destinato ad ospitare una piccola comunità di clerici, oggi scomparso.



Figura 56 La chiesa di S. Nicola di Trullas.

La chiesa si presenta di modeste dimensioni (12 m di lunghezza, 4 m di larghezza e 7 m di altezza), mononavata, ornata all'esterno da motivi in pietra a vista.

Al suo interno vi sono dei dipinti murali che la storiografia dichiara coevi o di poco successivi alla donazione dell'impianto ai camaldolesi nel 1115. I dipinti murali si sviluppavano probabilmente su tutte le pareti della chiesetta mononavata, ma oggi essi sono visibili solo nelle volte delle due campate, nell'arco trionfale, in traccia nel catino absidale e come frammenti nella fascia inferiore dell'abside.

Nel catino absidale al centro vi è il Cristo Pantocrator su un trono gemmato, seduto su un cuscino rosso in un trono, circondato da quattro figure di cui identificata con san Paolo per il cartiglio che regge in mano. La figura alla sua sinistra sembra indossare un mantello aperto, scuro all'esterno e chiaro all'interno, forse riferimento ad un ordine ecclesiastico: se così fosse potrebbe trattarsi di San Romualdo, fondatore dei camaldolesi. Le due figure alla destra del Cristo hanno un'aureola intorno al viso. Nell'arco trionfale vi sono lacerti di medaglioni in cui erano presumibilmente rappresentati i profeti, provvisti di cartiglio. I motivi decorativi riprendono elementi geometrici alternati e teoria di foglie di vite alternate a grappoli d'uva.

A livello iconografico i dipinti presenti nelle campate rappresentano le gerarchie celesti celebranti la gloria di Dio e richiamano il libro dell'Apocalisse attribuito all'apostolo Giovanni.

"Quand'ebbe preso il libro, le quattro creature viventi e i ventiquattro anziani si prostrarono davanti all'Agnello, ciascuno con una cetra e delle coppe d'oro piene di profumi, che sono le preghiere dei santi." (Apocalisse 5,8)

La volta della campata vicina all'abside, totalmente dipinta con qualche mancanza, vede raffigurato nel medaglione centrale l'agnello su un piedistallo circondato da quattro fasce verdi. Nel cerchio esterno vi sono ventiquattro vegliardi su sfondo azzurro, che portano in offerta il calice.

Nei quattro pennacchi vi sono i quattro evangelisti che scrivono l'*incipit* del proprio Vangelo loro manifestato dai loro simboli teriomorfi: il bue per Luca, l'angelo per Matteo, l'aquila per Giovanni e il Leone per Marco. A destra del catino absidale il brano pittorico di Luca, il meglio conservato, rappresentato con capelli e barba scuri, veste bianca, mantello bruno e sandali ai piedi, dentro un'edicola a padiglione con tendaggio bianco, seduto in uno *scriptorium* con il volume del Vangelo aperto e i piedi appoggiati ad uno sgabello finemente intarsiato con gemme e tessere di mosaico. Anche Giovanni è rappresentato seduto nel suo *scriptorium* mentre scrive il Vangelo che l'aquila gli mostra. Le raffigurazioni di Matteo e Marco appaiono lacunose e non ben leggibili.

I dipinti murali della campata più vicina all'ingresso sono più compromessi, al centro il medaglione la cui raffigurazione interna è perduta per sempre. Il tema che lo circonda è tuttavia leggibile: si tratta del cielo degli angeli, dodici figure alate reggenti scettro e sfera sono raffigurate nelle vele della volta abbigliati con preziose sopravvesti guerriere costituite da formelle quadrate ornate come di tessere e pietre preziose che ricordano lo stile bizantino. Nei pennacchi vi sono otto serafini, gli angeli più vicini a Dio nella gerarchia

celeste, con sei ali ricoperte di occhi, tenenti con la mano destra la spada e con la sinistra la sfera portatrice dell'inno divino rappresentato dalle lettere S e C: "Santo, Santo, Santo, il Signore Dio onnipotente".

All'intradosso ancora motivi vegetali e foglie di viticcio. Il ciclo presenta analogie iconografiche e stilistiche con affreschi e mosaici del territorio italiano, ma non sono state trovate analogie complete. Alcuni elementi iconografici simili sono stati ritrovati nelle decorazioni musive del Palazzo dei Normanni a Palermo, nei dipinti murali di S. Angelo in Formis, mentre le decorazioni geometriche e fitomorfe richiamano decorazioni simili in Lombardia, Lazio e Campania in un periodo compreso tra l'XI e il XII secolo.

3.8.2 *Materiali e metodi*

Il dipinto murale all'interno della chiesa di S. Nicola di Trullas in Semestene è un lacerto di un ciclo pittorico più ampio che oggi si sviluppa nelle vele delle due campate dell'aula mononavata.

Le superfici dipinte, durante la campagna di campionamento del 2014, si presentavano ricoperte di un leggero strato di polvere.

Il sopralluogo ha consentito il prelievo di campioni stratigrafici delle superfici dipinte tramite piccole incisioni con bisturi posizionandosi ai bordi di fratture e lacune. In laboratorio i campioni tal quali sono stati osservati allo stereomicroscopio per individuare i micro frammenti più idonei alla preparazione della sezione stratigrafica, documentati fotograficamente allo stereomicroscopio, inglobati in doppia camicia di sale (KBr) e resina secondo la procedura esposta nel capitolo dedicato alle tecniche analitiche.

Si è proceduto all'osservazione delle sezioni stratigrafiche in luce visibile e ultravioletta ed alla documentazione fotografica con scala dimensionale di riferimento. In tabella (Tabella 7) i campioni selezionati per la preparazione di sezioni stratigrafiche per un totale di 4 blu, 2 verdi, 6 rossi, 1 giallo e un bianco.

Tabella 7 Panoramica delle sezioni stratigrafiche campionate nella chiesa di San Nicola di Trullas.

CAMPIONE	COLORE	OSSERVAZIONI (Stereomicroscopio)
SN1	Blu	Preparazione + strato scuro + strato blu
SN2	Blu	Preparazione + strato scuro + strato blu
SN3	Verde	Preparazione + strato scuro + strato verde
SN4	Giallo	Preparazione + strato giallo
SN5	Rosso	Preparazione + strato rosso
SN6	Rosso	Preparazione + strato rosso + strato rosso
SN7	Blu	Preparazione + strato scuro + strato blu
SN8	Bianco	Preparazione + strato nero + strato bianco
SN9	Rosso	Preparazione + strato rosso + strato rosso

SN10	Rosso	Preparazione + strato rosso
SN11	Blu	Preparazione + strato scuro + strato blu
SN12	Verde	Preparazione + strato scuro + strato verde
SN13	Rosso	Preparazione + strato rosso
SN14	Rosso	Preparazione + strato rosso + strato rosso

Le sezioni stratigrafiche sono state indagate tramite microscopia infrarossa a contatto in modalità μ ATR-FTIR in Riflettanza Totale Attenuata e *mapping*, successivamente tramite microscopia elettronica a scansione con sonda SEM-EDS al fine di individuare gli elementi presenti nella sezione e la loro distribuzione stratigrafica.

3.8.3 Analisi e risultati

I risultati della analisi verranno riportati di seguito suddivisi per colore per semplificarne l'esposizione e la lettura.

Blu

Le stratigrafie pittoriche di colore blu osservate tramite microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta si presentano costituite da:

- una preparazione bianca con numerosi inclusi aranciati avente fluorescenza ultravioletta;
- uno strato scuro presente in tutti i campioni (SN1, SN2, SN7, SN11), di preparazione alla stesura del blu, costituito da una matrice bianca con numerosi inclusi neri, di forma non regolare, non fluorescenti in luce ultravioletta;
- uno strato di colore blu costituito da una matrice bianca con numerosi cristalli blu di forma non regolare, dagli angoli spigolosi, fluorescenti in luce ultravioletta;
- uno strato superficiale inferiore ai 10 micron di spessore a talvolta visibile in luce ultravioletta.

In spettroscopia infrarossa la preparazione appare costituita da una componente carbonatica, calcite, con i suoi picchi caratteristici a 2512, 1795, 1400, 875, 713 cm^{-1} (SN7), da una componente silicatica con picchi nella regione tra i 1100 e i 950 cm^{-1} , confermata dall'analisi SEM-EDS, ossalati con i picchi a 1622, 1315, 778 cm^{-1} (**Figura 57**). I campioni SN1 e SN2 presentano una componente silicatica inferiore rispetto a quella rilevata nei campioni SN7 e SN11. In generale tutti i campioni presentano tracce di materiale di restauro la cui presenza, oltre ad essere talvolta visibile come strato fluorescente in luce ultravioletta, è indirettamente manifestata dalla formazione di prodotti di alterazione quale l'ossalato di calcio.

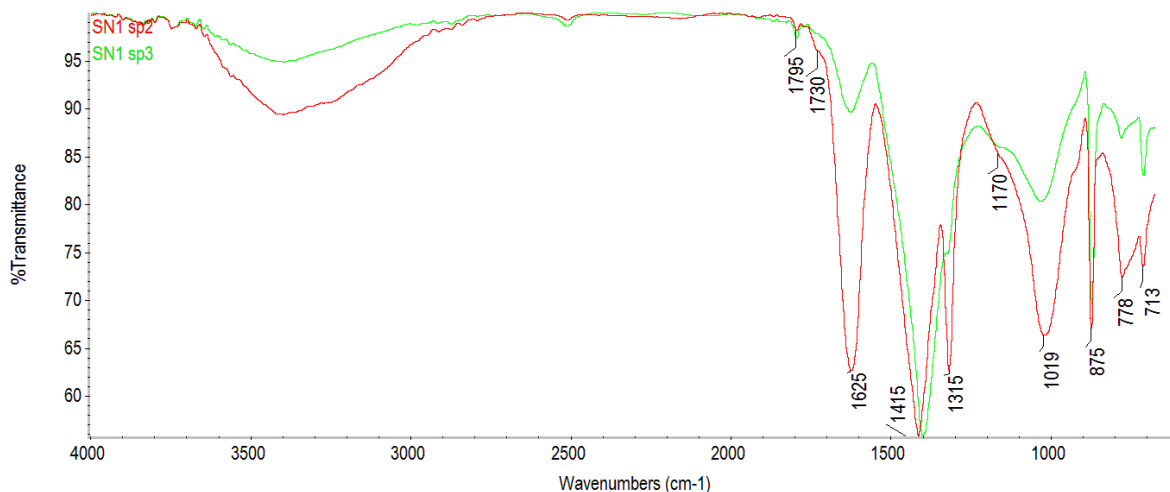


Figura 57 Spettro FTIR acquisito sulla preparazione della sezione stratigrafica SN1.

Lo spettro n.2 acquisito sul campione SN11, riportato Figura 58, presenta un andamento che oltre la componente carbonatica e silicatica suggerisce la presenza di un materiale o di tipo proteico per i picchi a 1648 e 1540 cm^{-1} riconducibili alle vibrazioni della amide I e amide. L'interpretazione assoluta di questo dato è difficile in quanto lo spettro non è riferibile ad una sola componente, ma ad una matrice complessa. Necessiterebbe pertanto di ulteriori analisi con tecniche analitiche differenti al fine di comprendere se possa trattarsi di un elemento della tecnica pittorica, riferibile ad un intervento di restauro o alla formazione di un prodotto di degrado per interazione del supporto con prodotti presumibilmente legati all'intervento dell'uomo. Si ricorda infatti che il segnale infrarosso delle componenti carbonatiche e silicatiche è piuttosto forte in quanto la maggior parte della matrice è composta da questi materiale: un'eventuale presenza di un elemento proteico a basse percentuali risulta peraltro difficile da rilevare con le tecniche analitiche in esame ed è piuttosto insolito anche per la tecnica artistica pittorica del periodo basso medievale.

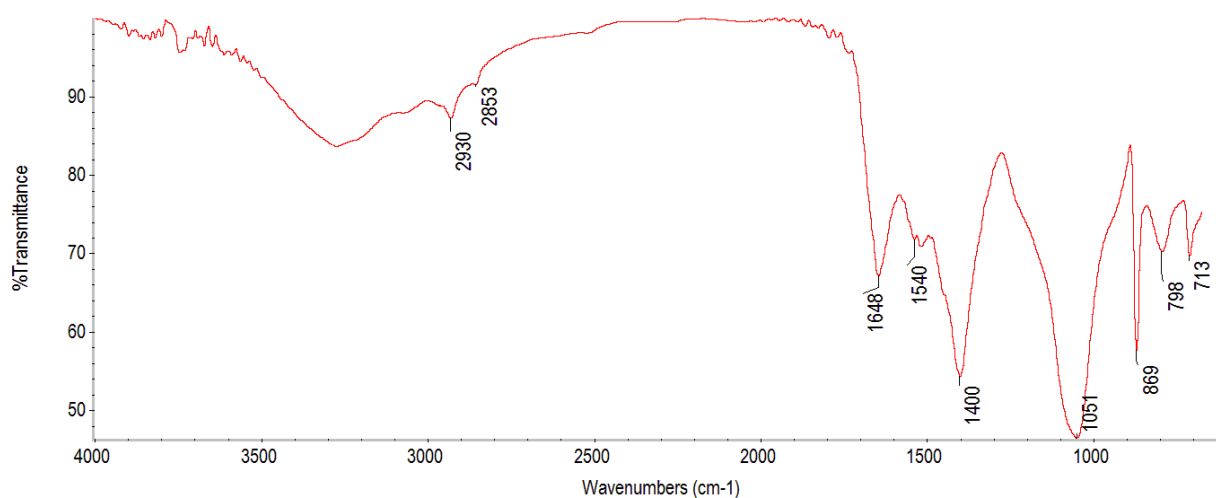


Figura 58 Spettro FTIR acquisito sulla preparazione della sezione stratigrafica SN11.

Gli spettri FTIR sullo strato scuro di preparazione alla stesura del blu hanno mostrato la presenza di calcite e silicati e tracce di materiale organico presumibilmente legato a interventi di restauro con il picco degli esteri a 1730 cm^{-1} . L'analisi SEM-EDS ha rivelato la presenza di una fase composta da calcio, potassio, silicio, alluminio e magnesio (Ca, K, Si, Al e Mg). L'analisi spettroscopica infrarossa non ha dato indicazioni sulla composizione dei grani scuri presenti nello strato di preparazione al blu, ma mentre nei campioni SN1 e SN2 si rileva una componente silicatica molto bassa e la presenza di ossalati, nei campioni SN7 e SN11 si rileva un segnale silicatico molto forte, ma l'assenza del segnale degli ossalati (Figura 59).

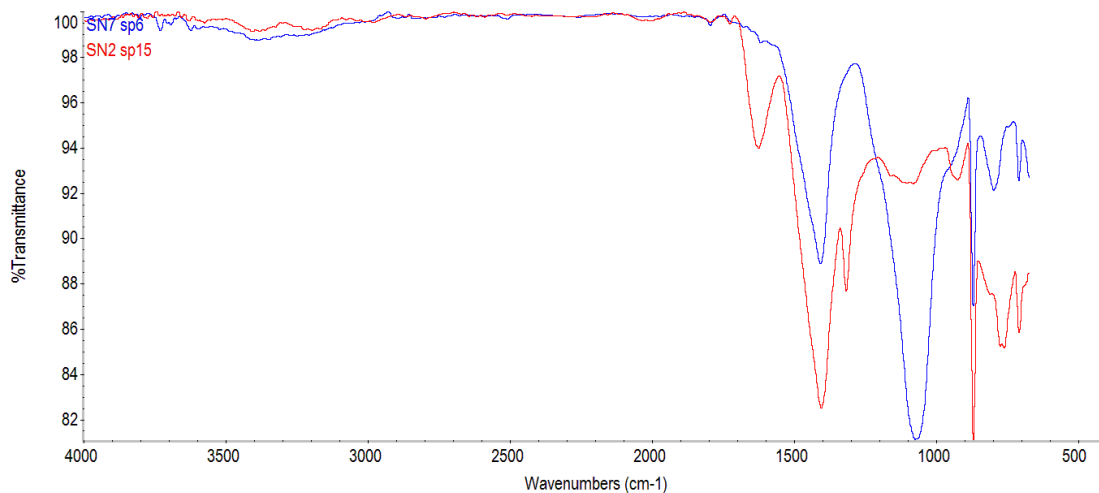


Figura 59 Spettri FTIR a confronto acquisiti sullo strato scuro delle sezioni stratigrafiche SN2 e SN7.

L'osservazione ottica in luce visibile ed ultravioletta delle sezioni e le analisi FTIR e SEM-EDS ha consentito di identificare i cristalli blu come oltremare di origine naturale o Lapis; nello spettro FTIR vi sono i picchi a $1051, 968, 792\text{ cm}^{-1}$ (Figura 60). In particolare lo strato blu del campione SN1 presenta i segnali del carbonato di calcio, oltremare, ossalati e tracce di un prodotto di restauro dai picchi FTIR a $1727, 1383, 1159, 1000, 784\text{ cm}^{-1}$.

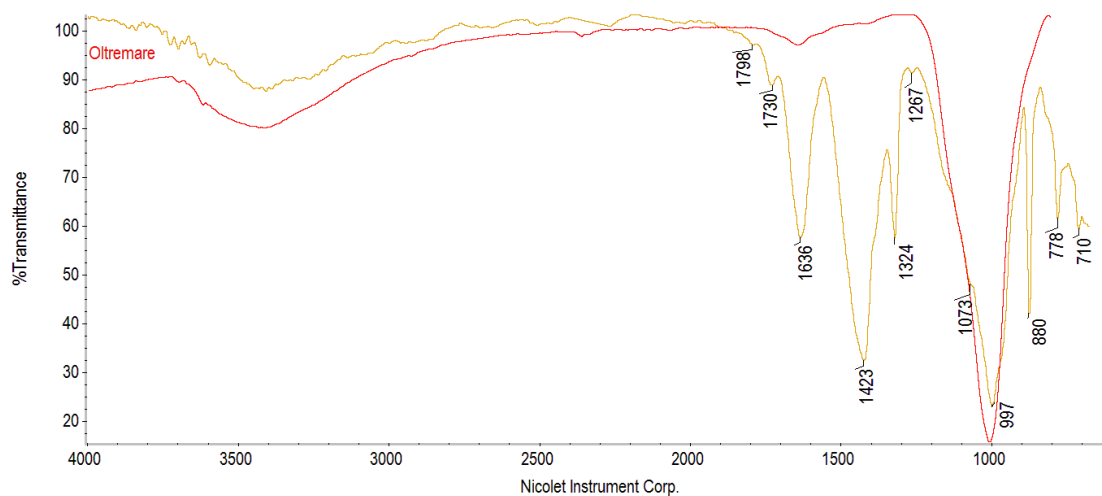


Figura 60 Spettro FTIR acquisito sullo strato blu del campione SN1.

Il campione SN2 presenta una forte presenza di oltremare e ossalati di calcio (Figura 61); il campione SN7 appare costituito da carbonato di calcio, oltremare, tracce di ossalati e tracce di gesso, forse ascrivibile a un intervento di restauro o un degrado della superficie pittorica; il campione SN11 presenta solo i segnali del carbonato di calcio e dell'oltremare.

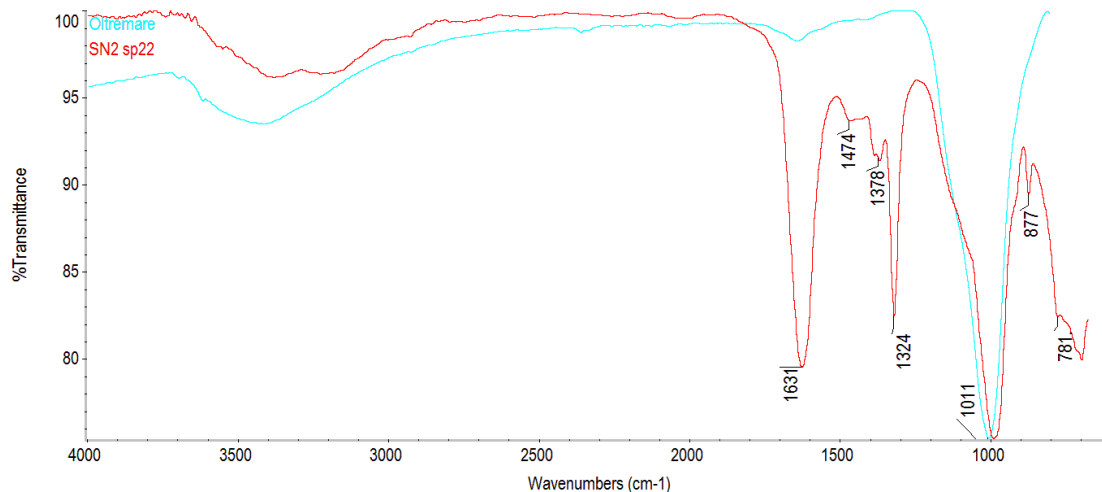


Figura 61 Spettro FTIR del pigmento blu acquisito sulla sezione stratigrafica SN2.

In entrambi i casi la presenza del Lapis è confermata dall'analisi SEM-EDS che rileva la presenza di Si, Al, Ca Na, S, Mg (Figura 62).

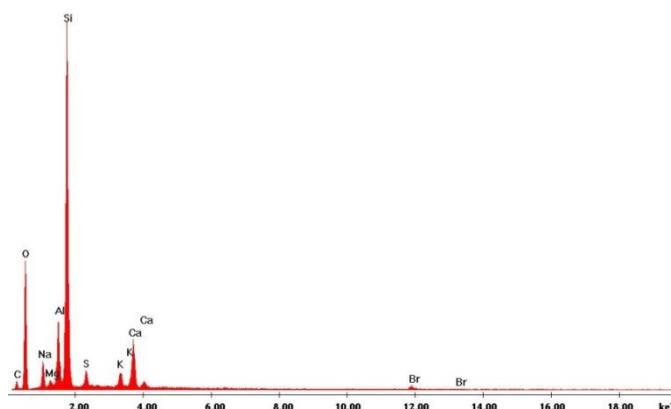


Figura 62 A sinistra SN1: sezione stratigrafica in luce visibile. A destra: spettro SEM-EDS acquisito sui cristalli blu del campione SN1.

I segnali FTIR indicanti la presenza di sostanze organiche presenti nei campioni sono allo stato attuale della ricerca riconducibili agli interventi di restauro subiti dal ciclo murale. In particolare, sul campione SN1 è stato possibile acquisire lo spettro FTIR mostrato in figura (Figura 63) che oltre alla presenza del prodotto di restauro mostra la formazione di prodotti di alterazione specifici: carbossilati i cui picchi caratteristici sono quelli a 1580 e 1540 cm^{-1} .

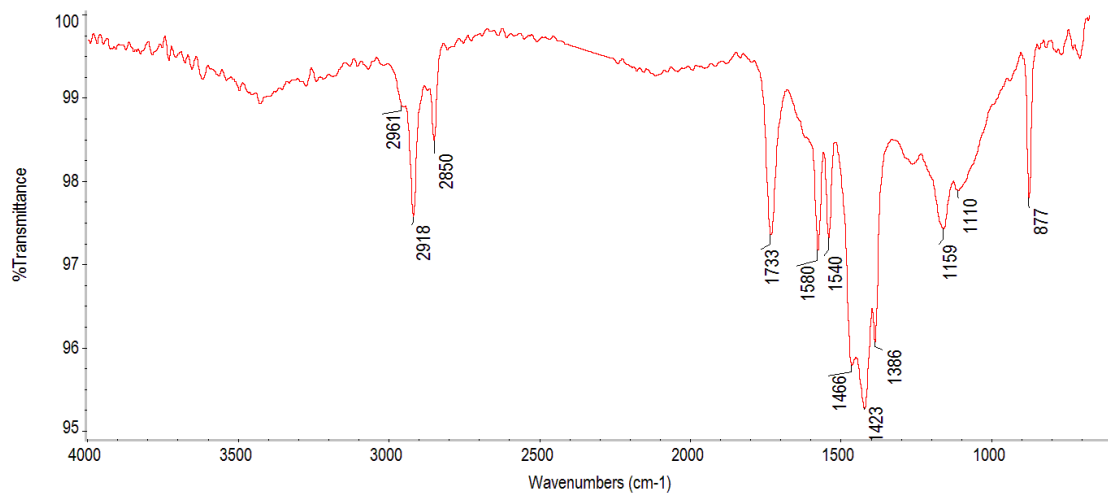
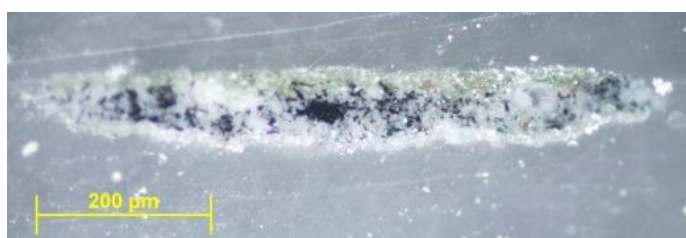


Figura 63 Spettro FTIR acquisito sullo strato superficiale della sezione stratigrafica SN11.

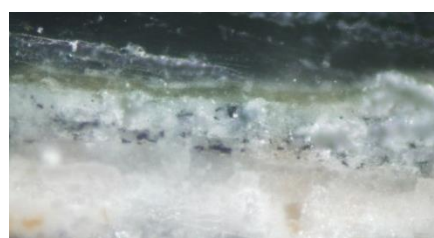
Verdi

Le stratigrafie pittoriche di colore verde osservate tramite microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta si presentano costituite da:

- una preparazione bianca con inclusi aranciati avente fluorescenza ultravioletta;
- uno strato di colore scuro di preparazione alla stesura del verde avente che nel campione SN3 una matrice bianca con numerosissimi grani scuri, nel campione SN12 una matrice bianca con numerosi grani scuri;
- uno strato verde costituito da una matrice verde uniforme in cui non sono visibili cristalli, debolmente fluorescente in luce ultravioletta;
- uno strato superficiale visibile in luce ultravioletta visibile solo sul campione SN12 e riconducibile a interventi di restauro.



SN3



SN12

Figura 64 Stratigrafie verdi della serie SN.

In spettroscopia infrarossa la preparazione appare costituita da una componente carbonatica, a base di calcite con i suoi picchi caratteristici a 1795, 1409, 877, 713 cm⁻¹, una componente silicatica con picchi nell'intervallo tra 1100 e 950 cm⁻¹, confermata dall'analisi SEM-EDS; gli spettri FTIR mostrano anche tracce di prodotti di restauro (2921, 2859, 1730, 1579, 1383, 1156 cm⁻¹) e di alterazione quali ossalati (1636, 1324, 781 cm⁻¹).

Le analisi FTIR eseguite sugli strati scuri di preparazione alla stesura del verde mostrano un incremento dei silicati, una diminuzione del segnale della calcite, la presenza di ossalati e un aumento dell'intensità dei segnali legati all'intervento di restauro (2924, 2847, 1733 cm^{-1}).

Le analisi FTIR acquisite sugli strati verdi di mostrano un forte incremento del segnale dei silicati legati alla presenza della terra verde, il cui spettro SEM-EDS indica la presenza di Fe, Si, Al, Mg, Ca, K, una diminuzione del segnale della calcite, una forte presenza di ossalati e l'aumento dei segnali legati alla presenza di un prodotto di restauro (Figura 65). Le analisi tramite sonda SEM-EDS hanno rilevato in superficie la presenza di un Si e Ca, riconducibili all'utilizzo di un silicato in fase di restauro, forse della silice ventilata.

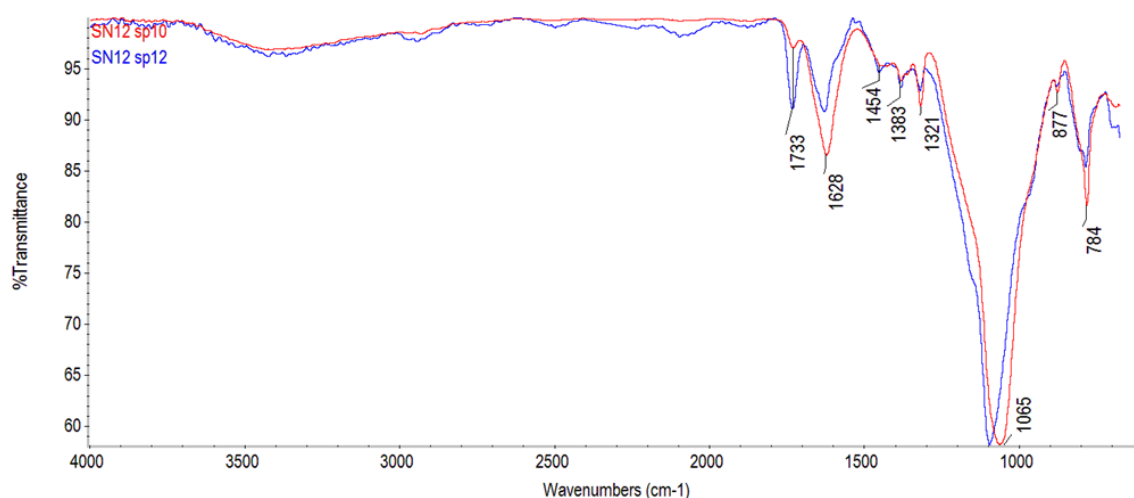


Figura 65 Spettro acquisito sullo strato verde del campione SN12.

Rossi e gialli

Le stratigrafie pittoriche di colore rosso osservate tramite microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta si presentano costituite da:

- una preparazione bianca con rari inclusi aranciati fluorescente in luce ultravioletta;
- uno o più strati di colore rosso, non fluorescenti in luce ultravioletta; le sezioni si differenziano poco tra loro; i campioni SN6, SN9, SN10, SN14 presentano uno strato rosso con rari grani scuri e in cui i grani rossi sono più concentrati in superficie e che otticamente sembra essere costituito dallo stesso pigmento; gli spessori dove il pigmento appare concentrato si aggirano intorno ai 5-6 μm ; SN5 presenta uno strato rosso in cui non si distingue la matrice bianca, ma solo grani rossi, spesso circa 20 μm ; SN13 ha uno strato rosso molto scuro costituito da una miscela di pigmento rosso e pigmento nero spesso circa 30 μm ;
- uno strato superficiale fluorescente in luce ultravioletta, non uniforme di spessore variabile compreso tra 5 e 20 μm , legato a interventi di restauro.

- La sezione stratigrafica di pigmento giallo (SN4) appare costituita da uno strato di preparazione bianco con rari inclusi aranciati, uno strato di colore giallo spesso tra i 15 e i 20 μm .

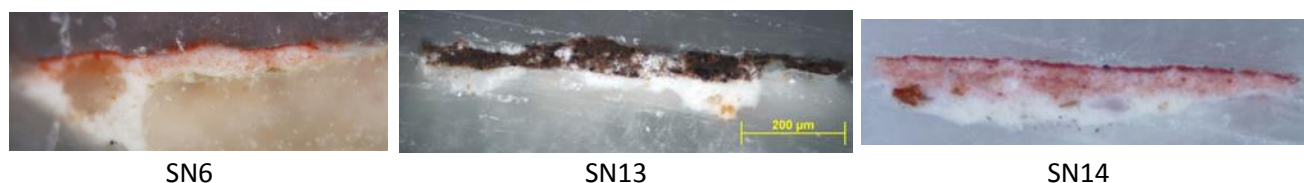


Figura 66 Stratigrafie rosse della serie SN.

La preparazione in microscopia infrarossa appare costituita da calcite, i suoi picchi caratteristici sono $2512, 1798, 1398, 872, 704 \text{ cm}^{-1}$, una componente silicatica con picchi compresi tra 1100 e 950 cm^{-1} , confermata dall'analisi SEM-EDS, ossalati con i picchi a $1628, 1321$ e 778 cm^{-1} , e tracce di prodotti di restauro ed esteri ($2921, 2847, 1730, 1160 \text{ cm}^{-1}$) (Figura 67). La preparazione della sezione stratigrafica gialla appare costituita da carbonato di calcio, silicati e vi sono tracce di carbossilati (1588 cm^{-1}) e di qualche prodotto di restauro.

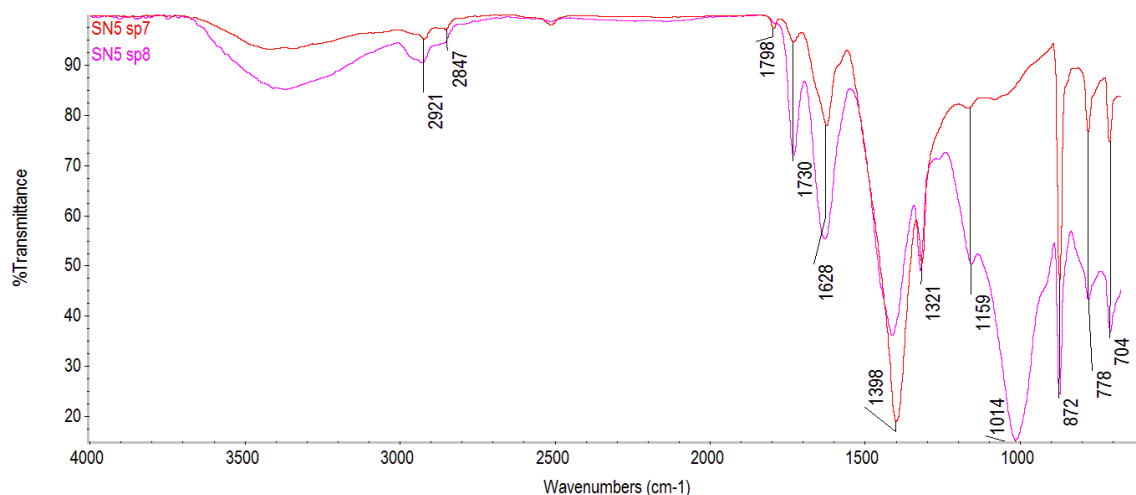


Figura 67 Spettro FTIR acquisito nello strato di preparazione della sezione stratigrafica SN5.

Le analisi FTIR acquisite sugli strati rossi e gialli mostrano un incremento del segnale dei silicati legato alle terre rilevate tramite analisi SEM-EDS con la presenza di elementi quali Si, Al, Mg, Fe. Gli strati rossi e il giallo in spettroscopia infrarossa hanno anche mostrato la presenza di ossalati ($1628, 1321$ e 778 cm^{-1}), tracce di prodotti di restauro ($2924, 2853, 1733, 1386 \text{ cm}^{-1}$) (Figura 68). L'analisi SEM-EDS nel campione rosso SN6 ha riscontrato in superficie un sottile strato di carbonato di calcio, probabilmente di ricristallizzazione

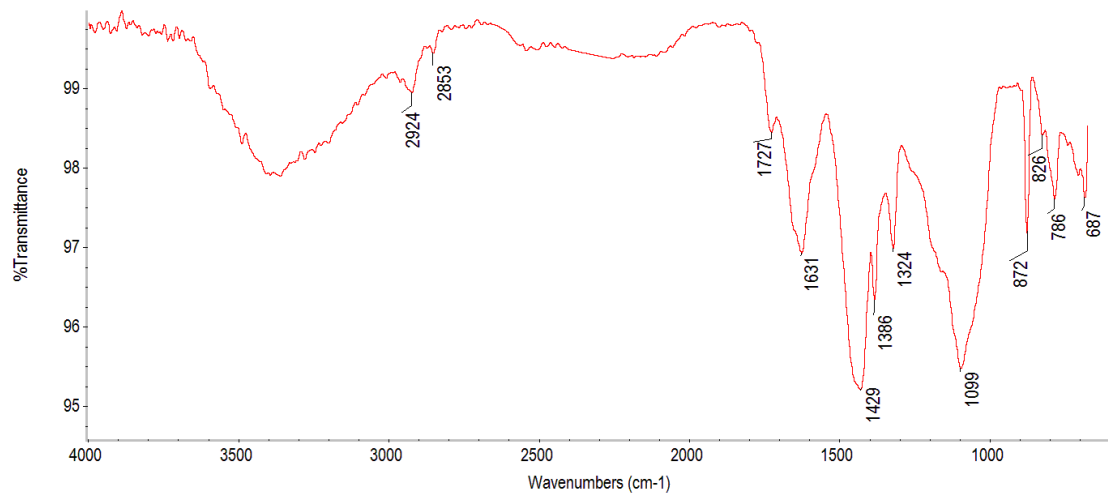


Figura 68 Spettro FTIR acquisito sullo strato rosso della sezione stratigrafica SN5.

I campioni SN5 e SN9 (Figura 69) sembrano mostrare tracce della presenza di gesso; il campione SN10 mostra tracce di prodotti di restauro e formazione di carbossilati (1580 cm^{-1}); il campione rosso scuro SN13 mostra un aumento dei silicati e la presenza di prodotti di restauro e alterazione.

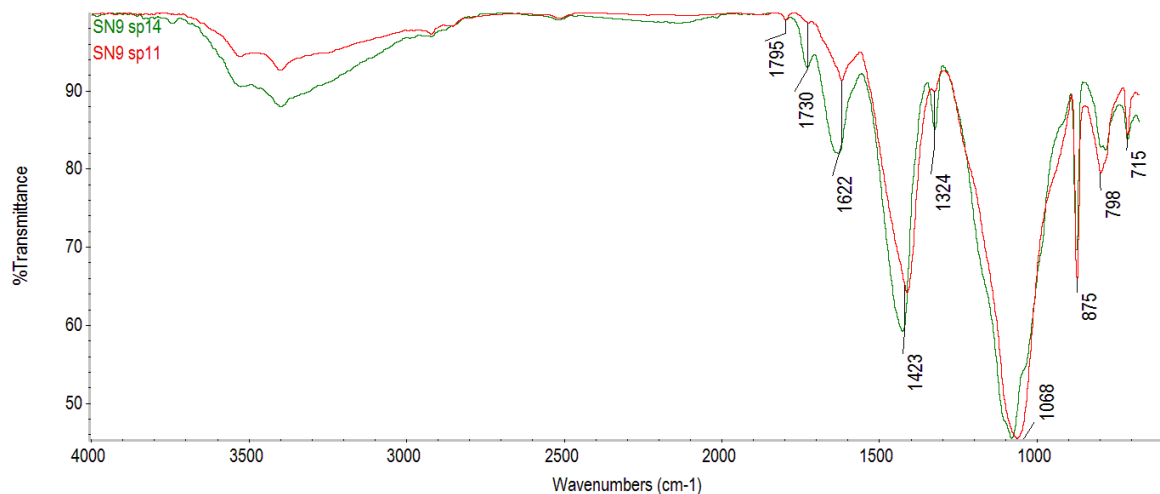


Figura 69 Spettro FTIR acquisito sullo strato rosso del campione SN9.

Il campione giallo SN4 presenta nello strato giallo un importante aumento del segnale silicatico legato alla presenza di una terra gialla, ma presenta anche segnali legati alla presenza di carbossilati (1588 cm^{-1}).

Interessante è l'osservazione degli strati superficiali delle sezioni osservabili in luce ultravioletta. Il loro esiguo spessore, al limite del potere di risoluzione della tecnica in ATR, non consente una restituzione sempre ottimale degli spettri, tuttavia dagli spettri acquisiti sui campioni SN9, SN13 e SN4 (Figura 70) si può confermare la presenza di un prodotto di restauro di tipo acrilico (tipo Primal) e che per interazione con i materiali costituenti il dipinto murale si siano formati ossalati e carbossilati.

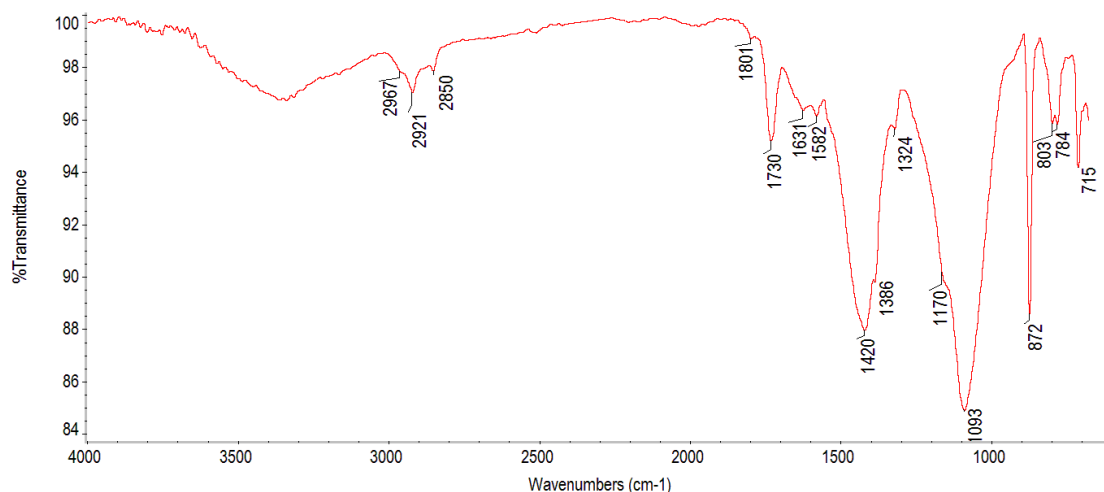


Figura 70 Spettro FTIR acquisito sullo strato superficiale della sezione stratigrafica SN4.

Bianco

Il campione SN8, di colore bianco, è stato campionato per studiare la natura del bianco utilizzato quale pigmento. Il campione si presenta costituito da:

- una preparazione bianca con inclusi aranciati e fluorescenza ultravioletta;
- uno strato di colore nero non fluorescente in luce ultravioletta;
- uno strato bianco, di spessore abbastanza uniforme pari a circa 80 μm , fluorescente in luce ultravioletta, con rari inclusi scuri e aranciati.

In spettroscopia infrarossa la preparazione appare costituita da una componente carbonatica, calcite, con i suoi picchi caratteristici a 2515, 1798, 1406, 875, 713 cm^{-1} , e da una componente silicatica confermata dall'analisi SEM-EDS e tracce di prodotti di alterazione quali acetati.

Gli spettri FTIR acquisiti sullo strato nero mostrano la presenza di carbonato di calcio, silicati e il segnale degli esteri a 1733 cm^{-1} . Lo strato superficiale bianco appare costituito da carbonato di calcio e silicati, e si intensificano i segnali legati alla presenza di un prodotto di restauro (1727, 1388, 1159 cm^{-1}).

3.8.4 Conclusioni

Il ciclo pittorico della chiesa di S. Nicola di Trullas è stato riscoperto nel 1996 e restaurato.

In febbraio 2015 è stata effettuata una campagna di campionamento in cui microstratigrafie pittoriche di colore blu, verde, rosso, giallo e bianco sono state prelevate dal dipinto murale e investigate tramite microscopia infrarossa e microscopia elettronica a scansione.

Gli strati di preparazione appaiono costituiti da calcite e inerti silicatici.

La tavolozza pittorica appare particolarmente preziosa solo nei blu, mentre gli altri pigmenti diffusamente utilizzati e ritrovati nelle sezioni stratigrafiche sono a base di terre. Alcuni strati pittorici

hanno uno spessore tanto esiguo da fare ragionevolmente ipotizzare che gli strati di colore fossero più consistenti e potessero talvolta presentare strati di finitura perduti nel tempo.

Il pigmento blu è costituito da cristalli di lapis perlopiù steso su uno strato di colore scuro di preparazione al blu costituito da una matrice a base carbonatica addizionata di inerti silicatici e nero carbone.

Il pigmento verde identificato è costituito da terra verde a base fillosilicati. Anche in questo dipinto non è stata riscontrata la presenza di malachite. Non si esclude potesse trovarsi in qualche finitura superficiale, ma questo pigmento non è stato ritrovato nelle stratigrafie studiate.

I pigmenti rossi sono costituiti da terre a base di ossidi di ferro così come i pigmenti gialli, mentre il bianco impiegato quale pigmento è costituito da carbonato di calcio.

La presenza di sostanze organiche le cui tracce sono visibili anche negli strati di preparazione del dipinto murale, mostra come i prodotti utilizzati in fase di restauro siano scesi in profondità e come abbiano interagito con il materiale presente in opera dando origine a prodotti di alterazione e degrado quali ossalati di calcio e carbossilati. Il prodotto di consolidamento utilizzato è probabilmente una resina di tipo acrilico quale il Primal.

3.9 I dipinti murali dell'abbazia della Santissima Trinità di Saccargia, Codrongianus (SS)

3.9.1 *Inquadramento storico*

La chiesa abbaziale di Saccargia fu donata nel 1112 ai monaci di Camaldoli da parte del sovrano di Torres Costantino. I monaci resero fertile la vallata intorno alla chiesa dove era stato eretto il loro monastero. Entro i primi trent'anni del XII secolo, l'abbazia diventò un importante centro abbaziale e l'edificio chiesastico subì ampliamenti e modificazioni per tutto il XII secolo quando anche l'abside fu affrescato. A fine Trecento l'abbazia fu abbandonata e ad oggi i suoi resti sono ridotte a rudere.

A fine Ottocento Dionigi Scano diresse il cantiere di restauro che si occupò dei problemi statici dell'edificio. La facciata venne ricostruita, il portico fu smontato e rimontato con modifiche di cui non si conoscono le ragioni creando un falso e negli anni la chiesa subì diversi restauri.

La chiesa si presenta a croce commissa, con un'unica navata e un transetto triabsidato, tipica degli ambienti monastici benedettini toscani, ma non solo. La planimetria semplice e la sobrietà dell'edificio sono un riflesso dell'austerità tipica dei camaldolesi al momento della separazione dallo sfarzoso monachesimo benedettino dell'abbazia di Cluny.

La pianta dell'edificio è lunga 24 m, lunghezza inusuale in territorio sardo, ma non fuori dal comune negli edifici costruiti dai benedettini tra XI e XII secolo nella penisola italiana. Come accennato la chiesa subì diverse fasi costruttive e pesanti restauri che ne modificarono l'originaria *facies*.

I dipinti murali si trovano nella zona absidale, ma non è chiaro quanto di ciò che è dipinto sia realmente originario e quanto sia frutto di opere di restauro avvenute dagli anni Trenta agli anni Novanta del secolo scorso.

Nel 1937 il restauratore Guido Fiscali redasse una relazione sullo stato degli affreschi con la quale informava la Soprintendenza di Cagliari sul grave stato di deperimento dell'opera. Nella corrispondenza tenuta durante i lavori di restauro risulta che il velario fu praticamente ricostruito per via analogica; si parla di conservazione delle parti originali senza procedere con forzature, ma durante gli interventi degli anni 1975-76 si riscontrò un altissimo grado di integrazioni e rifacimenti. D'altronde Saccargia è stata per lungo tempo l'unica pittura ad affresco conosciuta in Sardegna, pertanto preservarla ad ogni costo appariva probabilmente prioritario. Nella relazione sui restauri di quegli anni la restauratrice Letizia Piraccini accertò l'alta qualità tecnica di arriccio e intonachino, quanto dubbi sull'autenticità pittorica dell'opera.

La fascia ornamentale del sottarco è risultata falsa, quasi interamente realizzata su cemento moderno, quella a fiori quadripetali tra il Pantocratore e la teoria degli Apostoli conservava, nonostante i danni, lacerti documentari, così come la fascia tra gli Apostoli e Storie di Cristo. Nel restauro del 1975-76 furono eliminate le integrazioni meno coerenti con i lacerti documentari. Scrive Fernanda Poli *se si fosse proceduto secondo la teoria di un restauro rigorosamente "archeologico" allora molto praticato, l'affresco di Saccargia sarebbe*

praticamente scomparso. [...] si decise di conservare parzialmente questi interventi, a testimonianza di una storia del restauro pittorico in Sardegna. (Poli, 2014)

Avere indicazioni preliminari alla campagna di campionamento è evidentemente vantaggioso nella fase decisionale di campionatura: i prelievi devono essere effettuati in linea col tipo di informazioni che si intende ottenere.



Figura 71 La Basilica della Ss. Trinità di Saccargia.

3.9.2 *Materiali e metodi*

Il dipinto murale all'interno della chiesa dell'abbazia della Santissima Trinità di Saccargia in Codrongianus si sviluppa nell'abside della chiesa mononavata con transetto.

Le superfici dipinte, durante la campagna di campionamento del 2014, si presentavano ricoperte di un leggero strato di polvere. La mancanza di un trabattello ha consentito il prelievo di campioni entro 3 metri di altezza dal piano di calpestio. I campioni sono stati prelevati ai bordi di lacune, fratture e segni di precedenti prelievi tramite piccole incisioni con bisturi.

In laboratorio i campioni tal quali sono stati osservati allo stereomicroscopio per individuare i micro frammenti più idonei alla preparazione della sezione stratigrafica, documentati fotograficamente allo stereomicroscopio, inglobati in doppia camicia di sale (KBr) e resina secondo la procedura esposta nel capitolo dedicato alle tecniche analitiche.

Si è proceduto all'osservazione delle sezioni stratigrafiche in luce visibile e ultravioletta ed alla documentazione fotografica con scala dimensionale di riferimento. In tabella (Tabella 8) i campioni selezionati per la preparazione di sezioni stratigrafiche per un totale di 1 blu, 3 verdi, 2 rossi, 3 gialli, 1 bianco e 1 grigio.

Tabella 8 Panoramica delle sezioni stratigrafiche prelevate dal dipinto murale absidale della Basilica della Ss. Trinità di Saccargia in Codrongianus.

CAMPIONE	COLORE	OSSERVAZIONI (Stereomicroscopio)
SAC1	Blu	Preparazione + strato scuro
SAC2	Rosso	Preparazione + strato giallo + strato rosso
SAC3	Rosso	Preparazione + strato rosso
SAC4	Bianco	Preparazione + strato bianco
SAC5	Verde	Preparazione + strato verde + strato verde
SAC6	Verde	Preparazione + strato scuro + strato verde
SAC7	Giallo	Preparazione + strato rosso
SAC8	Giallo	Preparazione + strato giallo
SAC9	Giallo	Preparazione + strato giallo
SAC10	Verde	Preparazione + strato verde
SAC11	Grigio	Preparazione + strato grigio
SAC13	Verde	Preparazione + strato verde

Le sezioni stratigrafiche sono state indagate tramite microscopia infrarossa a contatto in modalità μ ATR-FTIR in Riflettanza Totale Attenuata e mapping, successivamente tramite microscopia elettronica a scansione con sonda EDS al fine di individuare gli elementi presenti nella sezione e la loro distribuzione stratigrafica.

3.9.3 *Analisi e risultati*

I campioni stratigrafici verranno presentati suddivisi per colore per semplicità di lettura dei dati acquisiti.

Blu

La stratigrafia pittorica di colore blu (SAC1) osservata tramite microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta si presentano costituite da uno strato di preparazione bianca con inclusi bianco-opachi, fluorescente in luce ultravioletta, uno strato scuro di preparazione alla stesura del blu, costituito da una matrice bianca con numerosi inclusi neri, di forma non regolare, non fluorescenti in luce ultravioletta; uno strato superficiale spesso circa 10 micron visibile in luce visibile e ultravioletta probabilmente legato a

interventi di restauro. La stratigrafia non conserva grani di colore blu che possano dare indicazioni sul pigmento utilizzato.

In spettroscopia infrarossa la preparazione appare costituita da una componente carbonatica, aragonite, con i suoi picchi caratteristici a 2512, 1787, 1445, 856, 711 cm^{-1} , da una componente silicatica molto bassa, ossalati con i picchi a 1646, 1318, 777 cm^{-1} e il picco a 1081 cm^{-1} , forse appartenente a un prodotto di restauro acrilico. Lo spettro dello strato scuro soprastante si mostra sostanzialmente identico (Figura 72).

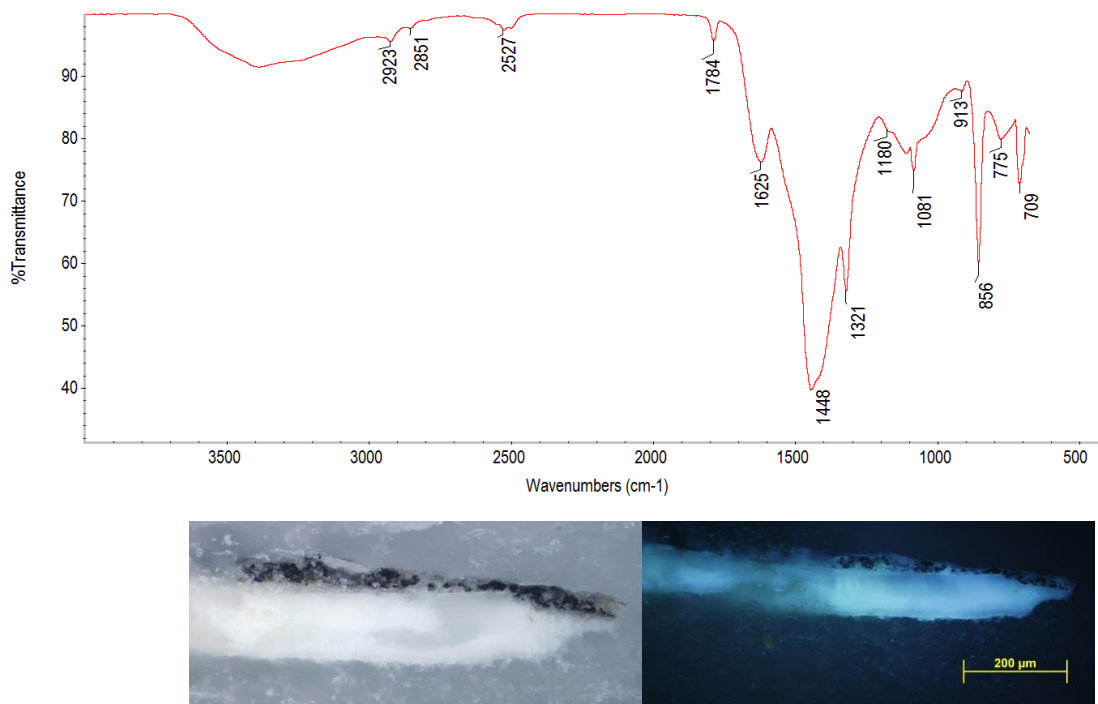


Figura 72 Spettro FTIR acquisito sullo strato nero della sezione stratigrafica SAC1.

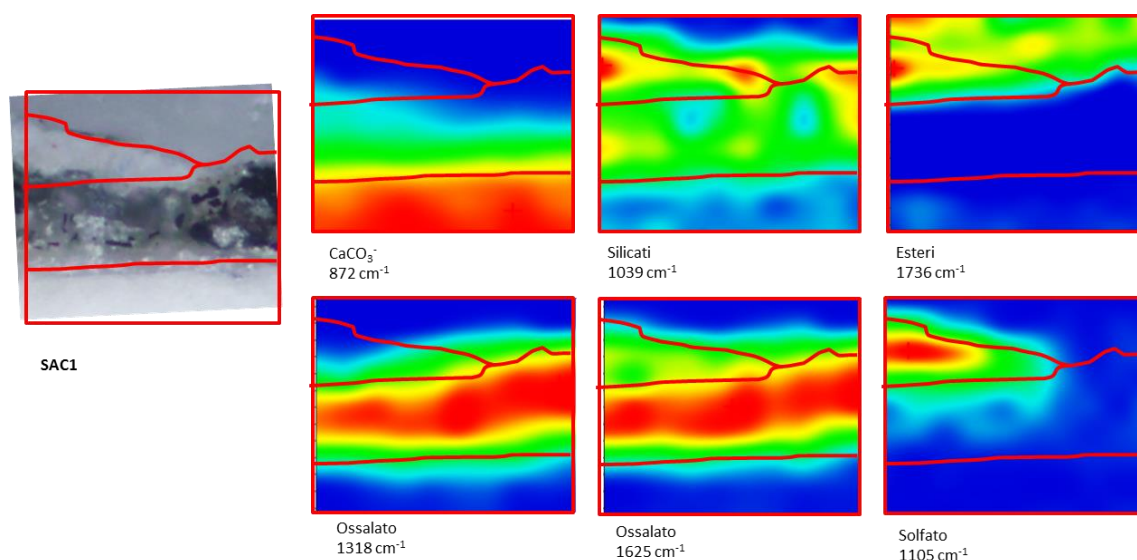


Figura 73 Mappa ATR-FTIR in falsi colori della sezione SAC1.

Il *mapping* FTIR in falsi colori del campione SAC1 (Figura 73) mostra una preparazione a base di calcite, la presenza di uno strato scuro superiore in cui il contenuto carbonatico scende mentre sale il contenuto silicatico; prodotti di restauro e alterazione non sembrano essere penetrati fino alla preparazione, se non in minima percentuale. Gli ossalati sembrano essersi formati perlopiù nello strato scuro, forse per interazione in fase di pulitura di un acido acetico, in grado di sciogliere parzialmente il carbonato di calcio e formare dell'acido ossalico che possa dar luogo alla formazione di questi composti di alterazione in presenza di ioni liberi Ca^+ . Gli esteri sono risultati mappabili tramite FTIR solo nello strato più esterno della mappa, legato allo strato superficiale biancastro che pare riconducibile alla presenza di solfato di calcio o sali.

I segnali riconducibili alla presenza di sostanze organiche presenti nel campione sono pertanto, allo stato attuale della ricerca, riconducibili agli interventi di restauro subito dal ciclo murale.

Verdi

Le stratigrafie pittoriche di colore verde sono quattro: SAC5, SAC6, SAC10 e SAC13 di cui la prima segnalata come zona di ritocco in fase di campionamento. All'osservazione tramite microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta esse si presentano diverse tra loro.

Il campione SAC5 presenta uno strato di preparazione con numerosi inclusi opachi, uno strato molto sottile verde chiaro di preparazione ad uno strato di verde più scuro, con rari inclusi neri. In luce ultravioletta tutti gli strati appaiono debolmente fluorescenti, i grani neri appaiono non fluorescenti e in superficie si osserva uno strato fluorescente discontinuo probabilmente legato ad un intervento di restauro.

Il campione SAC6 presenta uno strato di preparazione con numerosi inclusi opachi di grandi dimensioni; uno strato piuttosto sottile scuro, di spessore non uniforme, costituito da una matrice bianca con numerosi grani scuri; uno strato verde scuro molto sottile in cui non è possibile distinguere specifici grani. In luce ultravioletta la preparazione appare fluorescente, lo strato scuro debolmente fluorescente, mentre i grani neri e lo strato verde non sono fluorescenti; in superficie si osserva uno strato inferiore ai 10 micron di spessore, discontinuo, probabilmente legato a interventi di restauro

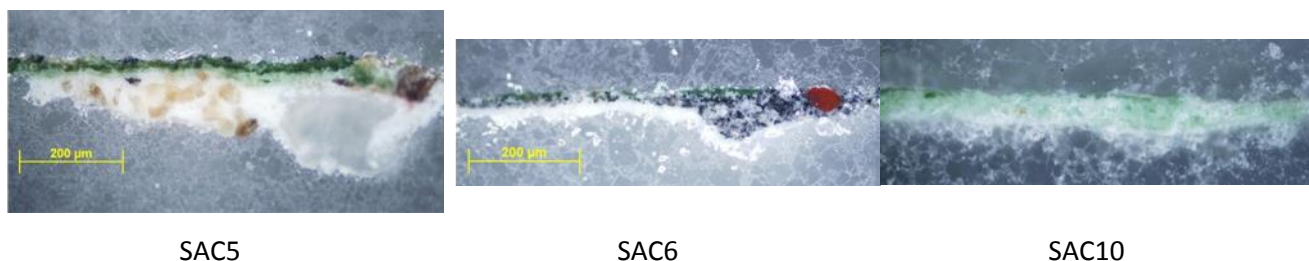


Figura 74 Stratigrafie verdi della serie SAC.

I

campioni SAC10 e SAC13 si presentano molto simili con uno strato di preparazione bianco molto sottile per problemi di campionamento; uno strato verde chiaro costituito da una matrice bianca addizionata di

pigmento verde. Il campione SAC10 presenta tracce, in alcuni punti della sezione, di uno strato di verde più scuro, forse ulteriore strato pittorico irrimediabilmente perduto. In luce ultravioletta preparazione e strato pittorico appaiono debolmente fluorescenti.

Dall'osservazione in luce ultravioletta il campione SAC13 sembra presentare oltre lo strato verde, uno strato più chiaro con rari inclusi scuri in superficie: si può ipotizzare si tratti di una sorta di velatura finale allo scopo di modificare la tonalità del pigmento o si può relazionare a un qualche intervento di restauro. Gli spessori esigui al limite del potere risolutivo del microscopio elettronico non consentono, allo stato attuale della ricerca, ulteriori approfondimenti.

In spettroscopia infrarossa la preparazione di tutti i campioni appare costituita da una componente carbonatica, a base di calcite con i suoi picchi caratteristici a 2511, 1402, 870, 708 cm^{-1} , una componente silicatica con picchi nell'intervallo tra 1100 e 950 cm^{-1} , confermata dall'analisi SEM-EDS; gli spettri FTIR mostrano anche la presenza di ossalati (1629, 1316, 786 cm^{-1}).

Le analisi FTIR acquisite sugli strati verdi dei campioni SAC6, SAC10 e SAC13 sono sostanzialmente uguali: mostrano la presenza di carbonato di calcio, terra verde con i picchi a 1105, 1022, 968 cm^{-1} , e confermata dall'analisi tramite sonda SEM-EDS per la presenza di Fe, K, Al, Mg, Si, ossalati e tracce di prodotti di restauro (Figura 75).

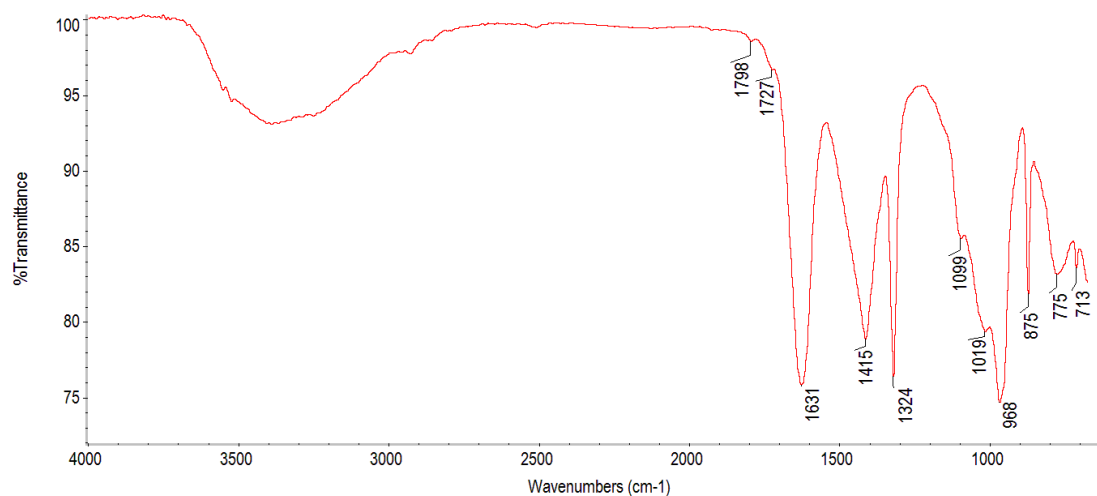


Figura 75 Spettro acquisito sullo strato verde del campione SAC10.

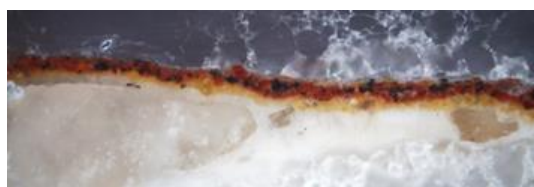
Il campione verde scuro SAC6 presenta una preparazione a base di calcite e inerti silicatici, lo strato scuro costituito ancora da carbonato di calcio, silicati e ossalati (1628, 1321, 781 cm^{-1}), mentre nello strato verde, causa l'esiguo spessore, si riescono ad osservare la presenza di carbonato di calcio e ossalati, tracce di un prodotto ascrivibile al restauro per la presenza dei picchi FTIR a 1727 e 1162 cm^{-1} , e si osserva un incremento dei silicati con i picchi a 1083, 1022 e 995 cm^{-1} , tuttavia appare azzardato associare lo strato ad un pigmento particolare.

Rossi e gialli

Le stratigrafie pittoriche di colore rosso (SAC2 e SAC3), campionate come un colore scuro e come incarnato, presentano una stratigrafia differente.

Il campione SAC2, campionato dai capelli di Cristo, nella scena della Deposizione, presenta una preparazione bianca con inclusi traslucidi e rari inclusi aranciati fluorescente in luce ultravioletta; uno strato aranciato di preparazione al colore costituito da una matrice bianca con numerosissimi grani aranciati; uno strato rosso con numerosi inclusi scuri debolmente fluorescente in luce ultravioletta. L'osservazione della sezione in luce ultravioletta mostra la presenza di un esiguo strato non osservabile in luce visibile ascrivibile ad interventi di restauro.

Il campione SAC3, prelevato su un incarnato, presenta un sottile strato di preparazione bianca dovuto al campionamento, uno strato aranciato costituito da una matrice bianca con numerosissimi grani giallo-aranciati. In superficie si osserva un sottile strato continuo, di spessore inferiore ai 10 micron, probabilmente ascrivibile all'intervento di restauro subito dal ciclo e fluorescente in luce ultravioletta.



SAC2



SAC3

La preparazione in microscopia infrarossa appare costituita per entrambi i campioni da calcite, i cui picchi caratteristici sono $1794, 1394, 870, 71 \text{ cm}^{-1}$, una componente silicatica con picchi compresi tra 1100 e 950 cm^{-1} , confermata dall'analisi SEM-EDS, ossalati con i picchi a $1635, 1318$ e 777 cm^{-1} , e si osservano tracce di prodotti di restauro ed esteri ($2928, 2853, 1742 \text{ cm}^{-1}$).

Le analisi FTIR acquisite sugli strati rossi di entrambi i campioni mostrano un incremento del segnale dei silicati legato alle terre rilevate tramite analisi SEM-EDS con la presenza di elementi quali Si, Al, Mg, Na, e il segnale legato alla presenza di ossalati ($1621, 1318$ e 771 cm^{-1})(Figura 76). Gli spettri non si discostano molto tra loro poiché in entrambi i casi si tratta di pigmenti a base di terra, con eventuale aggiunta di nero carbone trasparente nella regione del medio infrarosso.

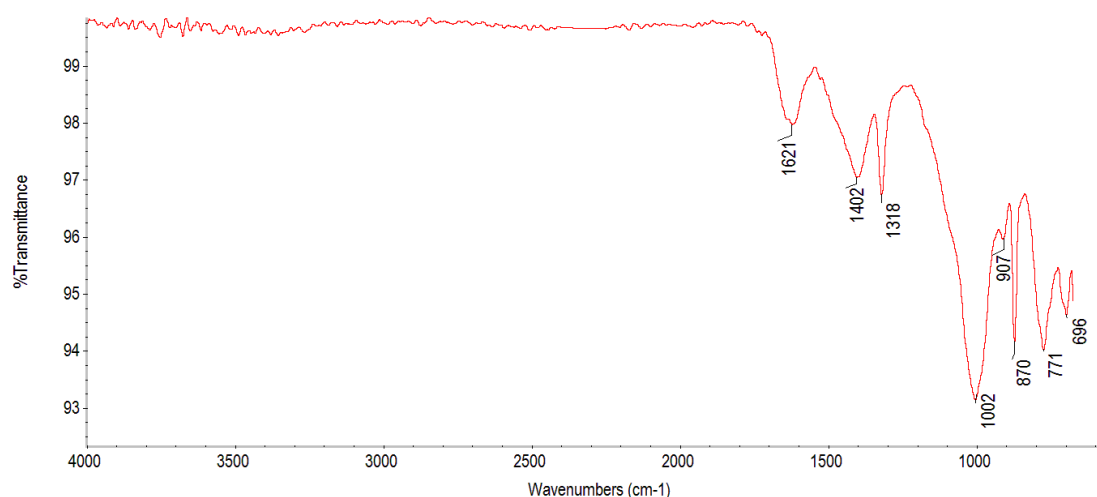


Figura 76 Spettro FTIR acquisito sullo strato rosso della sezione stratigrafica SAC2.

Le stratigrafie pittoriche di colore giallo (SAC7, SAC8 e SAC9) si presentano sostanzialmente uguali, costituite da una preparazione bianca, e uno strato di colore giallo; l'unica differenza è che il campione SAC9 si presenta più scuro e presenta rari inclusi blu dispersi nello strato giallo. La preparazione è fluorescente in luce ultravioletta, mentre lo strato giallo è debolmente fluorescente. Il campione SAC9 presenta punti di fluorescenza nello strato giallo, probabilmente dovuto alla penetrazione di un prodotto di restauro.

La preparazione in microscopia infrarossa appare costituita per entrambi i campioni da calcite, i cui picchi caratteristici sono $1798, 1420, 872, 710 \text{ cm}^{-1}$, una componente silicatica con picchi compresi tra 1100 e 950 cm^{-1} , confermata dall'analisi SEM-EDS, ossalati con i picchi a $1642, 1321$ e 778 cm^{-1} , e si osservano tracce di prodotti di restauro ed esteri ($2964, 2924, 2850, 1733, 1261, 1153, 1045, 920 \text{ cm}^{-1}$)(Figura 77).

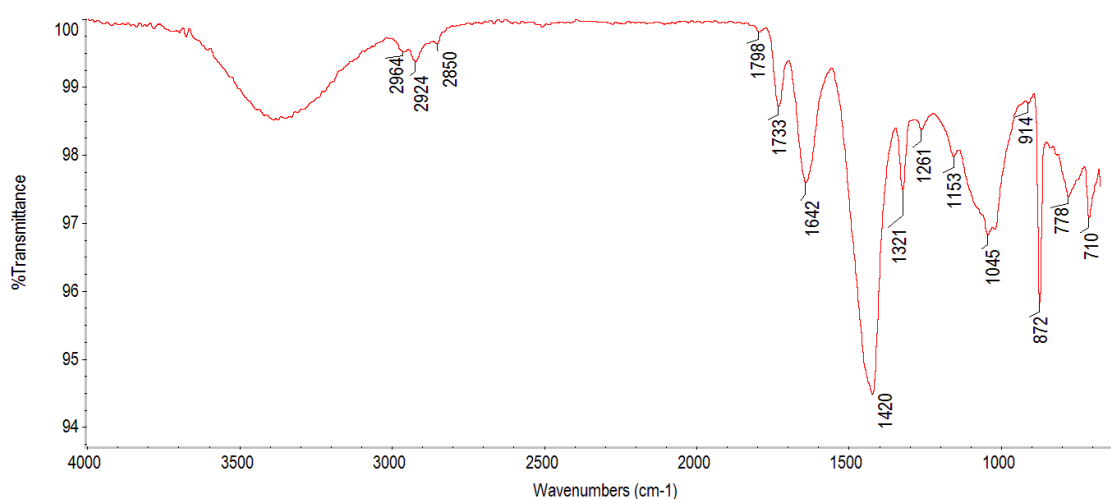


Figura 77 Spettro FTIR acquisito sullo strato di preparazione del campione SAC8.

Le analisi FTIR acquisite sugli strati gialli dei campioni mostrano un incremento del segnale dei silicati legato alle terre rilevate tramite analisi SEM-EDS con la presenza di elementi quali Al, Si, K, Mg, Na, P, Fe, e il segnale FTIR legato alla presenza di ossalati e tracce di prodotti di restauro (Figura 78).

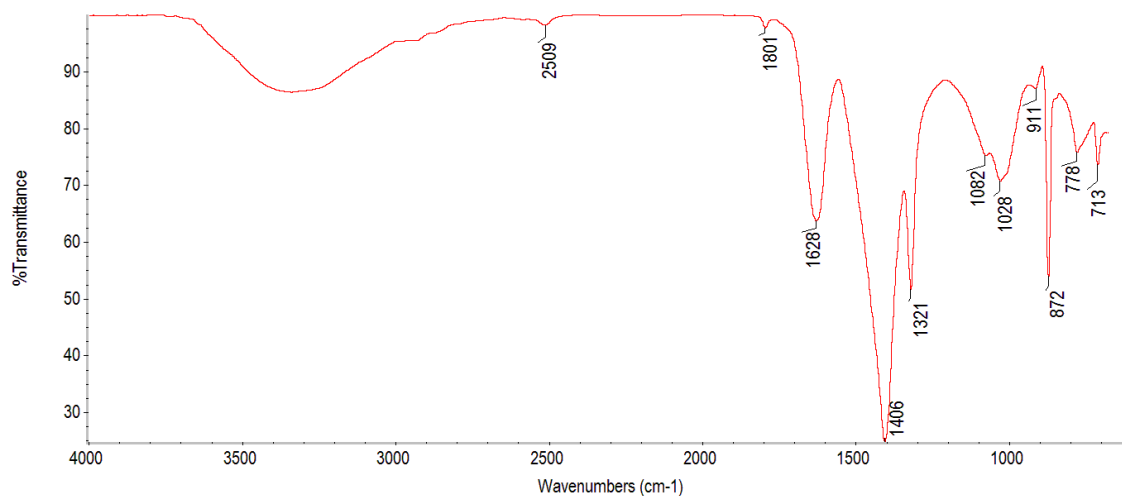


Figura 78 Spettro FTIR acquisito sullo strato giallo della sezione stratigrafica SAC8.

Bianco e grigio

Il campione bianco SAC4bis presenta uno strato di preparazione bianca con numerosi inclusi opachi e rari grani rossi e uno strato soprastante, bianco, ben distinguibile in luce ultravioletta.

L'elaborazione dei dati in microscopia infrarossa ed elettronica a scansione mostra una preparazione costituita da una componente carbonatica, una silicatica, con tracce di ossalati; lo strato bianco appare costituito da carbonato di calcio, tracce di silicati e ossalati; si osservano tracce di prodotto di restauro.

Il campione grigio (SAC11) presenta uno strato di preparazione bianca con numerosi inclusi opaco-traslucidi e sulla parte sinistra della sezione, uno strato bianco con inclusi scuri di piccole dimensioni.

L'elaborazione dei dati in microscopia infrarossa ed elettronica a scansione mostra una preparazione costituita da una componente carbonatica, una silicatica, con presenza di ossalati; lo strato grigio appare costituito dalle stesse componenti.

Il campione presenta tracce di un prodotto di restauro.

3.9.4 Conclusioni

Il ciclo pittorico della chiesa della Ss. Trinità di Saccargia ha subito nel tempo pesanti interventi di restauro.

Nel corso del 2014 è stata effettuata una campagna di campionamento in cui microstratigrafie pittoriche di colore blu, verde, rosso, giallo, grigio e bianco sono state campionate dal dipinto murale e investigate tramite microscopia infrarossa e microscopia elettronica a scansione.

Gli strati di preparazione sono risultati costituiti da calcite con l'aggiunta di inerti silicatici.

La tavolozza pittorica non appare preziosa in quanto non sono stati identificati pigmenti pregiati, ma solo pigmenti a base di terre. Questo non significa che la tavolozza pittorica non potesse essere originariamente più ricca: alcuni strati pittorici hanno uno spessore tanto esiguo da fare ragionevolmente ipotizzare che gli strati di colore fossero più consistenti. Inoltre, la storiografia di questo ciclo murale narra di pesanti interventi di ricostruzione pressoché in tutta l'opera.

Il pigmento blu non è stato rilevato, ma è stato individuato uno strato scuro costituito da una matrice carbonatica e silicatica con aggiunta nero carbone che doveva presumibilmente fungere da strato preparatorio al blu vero e proprio.

Il pigmento verde, i rossi e i gialli sono stati identificati come pigmenti a base di terre. Il bianco usato come pigmento è costituito da carbonato di calcio e al grigio sono stati addizionati pochi cristalli di nero carbone: qui lo strato è talmente esiguo da non essere possibile avanzare maggiori ipotesi.

La presenza di sostanze è riconducibile al prodotto di consolidamento impiegato nel corso dei restauri che il ciclo pittorico ha subito. È probabile si tratti di resine di tipo acrilico.

CAPITOLO QUARTO

IL COLORE E L'IDENTITÀ DEL LUOGO: CONTINUITÀ E PARALLELISMI

Il colore è innanzitutto un fatto di società.

Pastoreau

4.1 La pittura murale nel tempo: materiali, tecnica ed evidenze scientifiche

A partire dall'analisi dei dati sito per sito si può ora ampliare la visione della policromia suddividendo i dati per macro aree temporali e giungere ad una panoramica sulla pittura murale romana e sulla pittura murale medievale in Sardegna.

La finalità dello studio è ricostruire la tavolozza, le tecniche artistiche delle botteghe pittoriche che hanno operato nel territorio sardo, valutare le condizioni di conservazione delle opere e laddove possibile caratterizzare i prodotti di restauro impiegati al fine di produrre un adeguato protocollo d'intervento.

La pittura murale romana

La caratterizzazione della tecnica pittorica murale di epoca romana in ambiente ipogeo sul territorio cagliaritano consente di individuare parte della tavolozza pittorica delle botteghe attive nei primi secoli dopo Cristo. La gamma cromatica include i pigmenti blu, rossi e gialli; mancano i verdi, i bianchi e i neri. Essendo il numero di campioni piuttosto esiguo, eventuali parallelismi, analogie e confronti dovranno necessariamente riferirsi all'ambito della *Karalis* ipogea dei primi secoli dell'era volgare. Un ampliamento della ricerca ad altri casi studio potrà in futuro affinare le conoscenze e consentire di ampliare lo studio ad un areale più vasto.

La complessità della preparazione delle superfici murarie, i pigmenti impiegati e il ritrovamento di materiali lapidei all'interno dei due ipogei fa supporre che le botteghe pittoriche cagliaritane avessero committenze piuttosto elevate. La tavolozza pittorica si presenta in linea con la letteratura scientifica sulla pittura murale romana precedentemente citata e riportata in bibliografia.

Nell'ambito della policromia il colore blu ritrovato nella Tomba dei Pesci e delle Spighe è costituito da Blu Egizio, il pigmento blu più diffuso e prezioso nei dipinti murali di epoca romana. Per una migliore resa cromatica e il suo elevato costo, il pigmento è steso su uno strato preparatorio scuro a base di carbonato di calcio, inerti silicatici e nero carbone.

I pigmenti rossi e i gialli sono perlopiù costituiti da terre: solo su una piccola parte di un campione proveniente dalla Tomba dei Pesci e delle Spighe è stato individuato il cinabro.

Le stratigrafie mostrano spesso più strati di colore sovrapposti che sembrano indicare una intenzione verso il raggiungimento di una precisa sfumatura cromatica: si ipotizza che alcuni di questi strati policromi si comportassero come campiture di base per la stesura a secco di pigmenti più preziosi perduti per problemi di distacco. In generale, infatti, nella Tomba dei Pesci e delle Spighe quasi tutti i colori "finali" presentano uno strato di preparazione specifico: i blu sono stesi su uno strato scuro; i rossi poggiano su uno strato rosso più chiaro; il giallo è stato ritrovato sopra uno strato rosso. Mentre per i blu e i rossi una preparazione cromatica appare una procedura sistematica, l'impossibilità del confronto per il pigmento giallo rende difficile andare oltre l'ipotesi.

Per quanto riguarda invece la tecnica pittorica murale relativa ad ambienti non ipogeici, gran parte della letteratura scientifica precedentemente citata e riportata in bibliografia, parla di pittura ad affresco senza aggiunte di sostanze organiche.

I campioni provenienti dai due siti ipogeici cagliaritani, nonché quelli prelevati nell'intonachino di preparazione alla stesura pittorica nel cubicolo di Munazio Ireneo, presentano in spettroscopia infrarossa i segnali di una componente organica proteica piuttosto importante. I segnali si presentano ben leggibili sia negli spettri acquisiti sulle sezioni stratigrafiche che in quelli acquisiti su grani in cella di diamante. La profondità superiore al centinaio di micron a cui si rileva il segnale proteico in sezione stratigrafica apre la possibilità che un legante o un additivo di tipo organico faccia parte della procedura di messa in opera della pittura murale in epoca romana nel territorio cagliaritano in ambiente ipogeico.

Si ipotizza che le botteghe romane, oltre a voler creare uno strato cuscinetto tra l'intonaco e le pareti rocciose con uno strato pozzolanico al fine di limitare ritiri repentini della malta, abbiano messo in opera un intonachino addizionato di una componente proteica perché il substrato assorbisse meno acqua, l'intonaco fosse più "compatibile" con le finiture superficiali a secco, con migliori risultati in termini di aderenza e coesione tra i materiali, nonché per preservare la pittura da problemi di decoesione in un ambiente in costante condizione di alta umidità quale un ipogeo. Questo tipo approntamento è tutt'altro che sconosciuto nella pittura antica: nella pittura su tavola vi erano le operazioni di impannatura, di stesura di uno strato costituito da gesso e colla e di un eventuale strato di imprimitura costituito da materiale organico, operazioni preliminari e preparatorie alla pittura, essenziali per la stabilizzazione del supporto. Le stesse operazioni di manutenzione sulle statue dell'antichità prevedevano la stesura di sostanze oleose sulle loro superfici. Questa funzione spiegherebbe sia il segnale FTIR relativo al materiale organico a notevoli profondità, sia il perché la letteratura scientifica relativa ai pigmenti ritrovati nei dipinti murali rinvenuti presso *villae* romane parli di affresco: in ambienti ventilati e non confinati procedere per semplice affresco con eventuali ritocchi a secco consentiva di portare a termine una commissione in tempi minori.

Poiché nel consolidamento delle pitture murali tra Settecento e Ottocento venivano impiegate delle miscele con delle componenti di natura proteica, si potrebbe controbattere che il segnale rilevato sia ascrivibile ad un intervento di restauro antico. Le motivazioni per cui questo si ritiene improbabile sono legate alla mancanza nelle stratigrafie di strati superficiali continui a base proteica, la profondità a cui sono stati rilevati i segnali e la difficile circolazione di una sostanza proteica all'interno dello strato carbonatico, se non in fase di messa in opera dello strato stesso, ad esempio in una operazione di pressatura e lisciatura della superficie.

Si ritiene tuttavia che lo studio della profondità di penetrazione di prodotti di restauro non più in uso nella prassi conservativa, quale un consolidante a base proteica, possa costituire una linea di ricerca interessante al fine di studiare le possibili interazioni tra materiali in opera e prodotti di restauro. In

concomitanza allo studio materico-analitico di nuove aree pilota del territorio cagliaritano i risultati porterebbero ad approfondire non solo la tecnica pittorica impiegata nella preparazione dei dipinti murali romani, ma anche lo stato attuale di conservazione e degrado e lo studio dei prodotti di restauro usati in Sardegna nei secoli scorsi. La documentazione è infatti totalmente assente.

In generale gli spettri FTIR acquisiti sugli strati superficiali delle sezioni stratigrafiche fanno ragionevolmente supporre che oltre a fenomeni di alterazione e degrado, in entrambi gli ipogei siano stati effettuati interventi di restauro. Per quanto riguarda la Tomba dei Pesci e delle Spighe, come accennato nel capitolo precedente, non vi è nessuna documentazione a riguardo; relativamente al cubicolo di Munazio Ireneo un articolo di Vivonet accenna ad una miscela di cera ed una non meglio specificata resina impiegata a fine Ottocento per il consolidamento delle superfici murarie. Successivamente il cubicolo ha subito un ulteriore intervento di riqualificazione che ha interessato l'intera gradonata cimiteriale che poggia sulla parete rocciosa, che a memoria del progettista, non dovrebbe avere interessato il dipinto murale.

La pittura murale medievale

La caratterizzazione dei pigmenti e dei leganti di epoca medievale in ambienti chiesastici consente di caratterizzare gran parte della tavolozza pittorica delle botteghe attive in epoca bassomedievale in Sardegna.

La tavolozza caratterizzata copre i pigmenti blu, rossi, gialli, verdi, bianchi: si tratta di una tavolozza non particolarmente preziosa, fatta esclusione per il diffuso impiego di *Lapis* in quasi tutti i dipinti murali esaminati. Questa considerazione non sminuisce la maestria degli *artifices* e delle botteghe che crearono queste opere murali, né esclude che i dipinti non presentassero una *palette* più ricca e preziosa di quanto non appaia oggi. Si tenga conto che nonostante le indicazioni dei restauratori sui punti di campionamento più rilevanti per lo studio dei dipinti murali indagati, essi potrebbero non essere pienamente rappresentativi della tavolozza pittorica. Si tenga inoltre a mente la possibilità che gli strati pittorici più superficiali del dipinto, costituiti dalle velature e dalle applicazioni a secco spesso contenenti i pigmenti più preziosi quali *Lapis*, verderame, minio e lacche, possano essere andate perse o per problemi di decoesione con il substrato o per eccessive puliture.

Le sezioni stratigrafiche indagate non presentano pigmenti verdi preziosi quali la malachite, né azzurrite in sostituzione del *Lapis* nelle campiture di fondo. La totale mancanza di azzurrite nei dipinti murali indagati è un dato curioso. L'azzurrite, se esposta all'alcalinità della calce, si trasforma nella più stabile malachite verde, e per questo motivo veniva stesa a secco come finitura a tempera, facilmente removibile anche con dell'acqua.

La totale assenza dell'azzurrite si può quindi spiegare con due ipotesi: la prima, salvo essere in una situazione di campionamento non rappresentativo, che questo strato di finitura superficiale sia andato

totalmente perso per distacchi o eccessive puliture; la seconda che l'azzurrite qui non sia stata impiegata e che il blu sia un "blu ottico" ottenuto con il solo nero carbone.

Il pigmento blu caratterizzato è invece il *Lapis*, diffusamente usato nel dipinto murale della chiesa di Galtelli, spesso ritrovato sopra uno strato di preparazione scuro; nella chiesa di N.S. de sos Regnos Altos di Bosa il *Lapis* appare quasi miscelato a del carbonato di calcio, silicati e nero carbone; nella chiesa di S. Nicola di Trullas, per quanto gli strati appaiano piuttosto esigui in spessore, il *Lapis* è stato ampiamente utilizzato, anche qui steso su uno strato scuro di preparazione a base di carbonato di calcio, silicati e nero carbone; nei campioni provenienti dalla Basilica della SS. Trinità di Saccargia non è stato riconosciuto nessun pigmento blu: potremmo trovarci o davanti alla perdita degli strati di finitura o ad un caso di "blu ottico".

I pigmenti verdi sono costituiti da terra verde. Le stratigrafie rivelano come i verdi più chiari venissero stesi direttamente su una preparazione bianca, addizionata di nero carbone, mentre i verdi più scuri presentassero una base tonale costituita da carbonato di calcio, silicati e abbondantemente addizionata di nero carbone, su cui veniva poi steso uno strato sottile di terra verde.

Relativamente alla tecnica pittorica murale tardomedievale, gran parte della letteratura scientifica e letteraria riporta l'utilizzo di tecniche miste ad affresco, semifresco, con eventuali stesure a secco e velature a tempera.

I rossi e i gialli sono costituiti da terre rosse e gialle, variamente addizionate a carbonati, silicati, nero carbone, o miscelati tra loro, al fine di ottenere la tonalità cromatica che l'*artifex* intendeva raggiungere. Talvolta i rossi presentano più strati di colore, un dettaglio che rivela l'intenzione di una precisa ricerca della cromia; d'altra parte, l'esiguità in termine di spessori di molti campioni, non solo mostra quanto questi dipinti murali siano stati "consumati" dal tempo e dagli interventi dell'uomo, ma limita le possibilità di ipotesi su ulteriori strati di finitura e rese tonali.

Nelle analisi condotte sulle sezioni stratigrafiche coinvolte in questo progetto, i segnali di tipo organico sono riconducibili a stesure di consolidanti di natura acrilica. Non sono stati rilevati segnali riconducibili a leganti diversi dal latte di calce, per quanto siano diffusamente presenti ossalati di calcio, prodotti di alterazione che potrebbero derivare dall'impiego di un legante organico ormai totalmente mineralizzato. La genesi di questi prodotti non è ancora stata chiarita dalla letteratura scientifica, ma si ritiene che questa si attivi in presenza di acido ossalico (ipotesi biologica) oppure siano il risultato della trasformazione di prodotti organici uniti alla calce. Stabilire se gli *artifex* abbiano utilizzato una tecnica ad affresco puro o semifresco è impossibile, invero i pittori potevano continuare a lavorare sull'intonaco fresco anche dopo la stesura dei colori di base mescolando i pigmenti nel bianco di calce o, più raramente, nel glutine: l'aggiunta del legante sull'intonaco ancora non completamente asciutto consentiva al pittore di rendere i colori più

vividi e corposi pur mantenendo la pittura simile a quella a buon fresco sia a livello di aspetto materico che a livello di resistenza poiché l'azione del legante, supportata dalla carbonatazione dell'intonaco, fissava i colori in modo stabile (Botticelli, 2008). Peraltro queste considerazioni non escludono che i dipinti murali indagati siano stati originariamente realizzati con tecniche miste e che gli strati più superficiali siano andati persi per distacchi o incauti interventi dell'uomo.

4.2 La pittura murale in Sardegna: i prodotti di alterazione e restauro

Il degrado di un dipinto murale è un fenomeno irreversibile e inarrestabile legato al deterioramento dei materiali che lo costituiscono e che dipende dai processi fisico-chimici che si innescano tra l'opera e l'ambiente in cui essa è posta. Il bene culturale è in costante depauperamento per il continuo assestarsi dei suoi materiali agli squilibri che si vengono a creare tra essi e l'ambiente.

I progetti di conservazione mirano pertanto al creare una situazione in cui il manufatto rimanga nel tempo in relativa stabilità rispetto all'ambiente per prolungarne la vita ed eventualmente reintegrarne visione e fruibilità.

I processi di alterazione dei dipinti murali sono in parte ascrivibili alla metodologia di esecuzione dell'opera ed ai materiali impiegati, ma anche all'azione dell'uomo intesa sia come intervento diretto sull'opera sia come produttore di inquinanti atmosferici. Di seguito si tratteranno i fenomeni che si ritengono più coerenti con l'analisi del degrado dei siti indagati.

I dipinti murali eseguiti a buon fresco sono particolarmente resistenti all'azione del tempo, ma quando le accortezze tecniche e la scelta dei materiali più idonei alla durabilità dell'opera vengono a mancare, o il manufatto presenta difetti legati al tempo, esso diventa vulnerabile all'attacco di agenti esterni. Negli strati pittorici eseguiti utilizzando come legante il latte di calce, ad esempio, l'equilibrio di carbonatazione comporta una migrazione del legante verso l'intonaco pittorico di supporto attraverso meccanismi di assorbimento, che lasciano il pigmento privo di sufficiente legante. Si ha quindi una carbonatazione superficiale rispetto al colore aggiunto che rende gli strati pittorici superficiali più fragili. Nei colori scuri, l'impiego di poco legante perché il latte di calce bianco non ne alteri la cromia, rende questi strati e quelli posti al di sopra meno aderenti al supporto. Nel caso di tecnica a secco l'imprimatura, ovvero la stesura del legante organico sulla superficie da dipingere, può creare disomogeneità, con conseguenze di degrado diversificato sulla superficie pittorica.

Negli ambienti ipogeici le pareti di pietra, per il loro scarso potere assorbente, rendevano necessaria la stesura di un arriccio piuttosto spesso in grado di assorbire l'acqua a lento rilascio contenuta negli strati pittorici. Il peso di questo spessore di intonaco su una superficie troppo liscia o non sufficientemente martellinata per creare dei punti di aggrappo, può facilmente cedere al peso e creare dei distacchi. Anche

laddove la martellinatura sia stata effettuata, essa non è garanzia di sufficiente adesione tra muro e arriccio soprastante. Nelle pitture su laterizio o conci di pietra l'adesione era garantita da uno strato ruvido di rinzafo e successive stesure di intonaco via via più liscio. Anche in questo caso gli accorgimenti tecnici erano necessari: il supporto doveva essere trattato con acqua perché il suo potere assorbente non disidratasse la malta.

Ad entrambe queste tipologie di supporto sono ascrivibili i siti studiati nel progetto di ricerca, ma quel che ne ha causato il degrado e la parziale perdita non è imputabile ad un solo fattore. A parte un'eventuale carenza di accortezze tecniche, quel che più incide sulla salute di un dipinto murale è il fattore termoigrometrico e le dinamiche che innescano nei materiali in opera.

L'umidità è la maggiore causa di degrado delle pitture murali sia sotto forma di pioggia, diretta o indiretta, che come acqua di condensa, di risalita capillare, di percolazione da crepe, da infiltrazione. Il grado di umidità è quel che influenza maggiormente gli scambi tra ambiente e dipinto murale e che può causare fenomeni di gelività e parziale solubilizzazione dei componenti con conseguente trasporto, veicolazione e cristallizzazione di sali.

I fattori igrometrici, inoltre, possono innescare reazioni di tipo biologico: essendo l'acqua la fonte primaria di sviluppo e mantenimento di biodeteriogeni, in condizioni favorevoli questi possono insediarsi sul manufatto provocando danni di natura fisica per l'azione meccanica legata al loro sviluppo, e chimica per la produzione di sostanze metaboliche acide a contatto con la superficie dipinta.

Un attacco biologico diffuso è osservabile nelle superfici perlopiù verdi del cubicolo di Munazio Ireneo. I biodeteriogeni hanno prodotto danni superficiali di tipo estetico e indebolito la malta superficiale del cubicolo causandone distacchi. Essendo i biodeteriogeni ancorati alla superficie, anche la loro rimozione spesso implica la perdita di parte degli strati superficiali della pittura murale e quindi del film pittorico.

Si ritiene che la combinazione di fattori termoigrometrici non adatti alla conservazione di dipinti murali in ambiente ipogeico e la combinazione con la circolazione e la cristallizzazione di sali, sia una delle cause che hanno portato al distacco di parte delle superfici pittoriche della Tomba dei Pesci e delle Spighe e del Cubicolo di Munazio Ireneo. In particolare, la difficoltà di asciugatura riscontrata nei campioni provenienti da questi due siti ipogeici e segnalata nel capitolo relativo alle analisi diagnostiche, risulta al momento imputabile alla presenza di sali deliquescenti. A conferma di questa affermazione, si riporta che nel cubicolo di Munazio Ireneo è stata osservata una stagionale diffusa cristallizzazione salina superficiale.

Numerosi cicli di affreschi sono andati perduti per scialbature, demolizioni ordinate dai cambiamenti di gusto, mutate esigenze di culto, soprattutto tra XIV e XV secolo: è quello che è avvenuto alle pitture murali delle chiese di San Pietro in Galtelli, Ns. Signora *de sos Regnos Altos* e San Nicola di Trullas, scialbate e nascoste per secoli.

Quando si scopre un dipinto murale sotto una scialbatura, la sua rimozione è un'operazione delicata e tutt'altro che semplice: quel che l'uomo percepisce come muro e colore, resistente e inamovibile, è in realtà un sistema complesso di equilibri. Spesso in passato il restauratore raschiava grossolanamente la superficie pittorica con strumenti non idonei o applicava soluzioni acide per disgregare la patina bianca di carbonato di calcio che rimaneva sulla superficie: queste incaute operazioni riuscivano a rimuovere la patina superficiale, ma oltre a intaccare il legante della malta in profondità causavano la perdita di tutti i colori a secco e delle rifiniture. Per porre rimedio, a questo seguiva la ridipintura e ricostruzione delle parti mancanti. Di frequente si utilizzavano quali consolidanti prodotti poco sperimentati e chimicamente diversi da quelli posti in opera, quali i cosiddetti "beveroni", miscele a base di uovo, aceto, additivi, sostanze che rimanevano in parte sulla superficie del dipinto murale e che per la loro forte coesione causavano nel tempo un arricciamento della superficie e in ambienti umidi favorivano la formazione di muffe. Talvolta venivano impiegate anche paraffine sciolte in benzina con aggiunta di vernici d'ambra, gommalacca o resine naturali, aventi l'inconveniente di poter essere difficilmente rimosse e di creare ulteriori problemi nei successivi interventi di restauro.

Relativamente ai siti indagati, entrambi gli ambienti ipogeici sembrano essere stati sottoposti ad interventi di restauro con prodotti al momento non specificatamente identificati, ma che per la tomba dei Pesci e delle Spighe sembrano riconducibili ad un consolidante di tipo acrilico. L'informazione è interessante in relazione alle informazioni pervenuteci dal passato sia perché la Soprintendenza ha predisposto un intervento di recupero, sia perché non vi era notizia di nessun intervento di restauro subito dal manufatto. Appare evidente quanto una comunicazione efficace possa direzionare il lavoro dei restauratori in una maniera più precisa. Negli strati superficiali delle sezioni stratigrafiche provenienti dal cubicolo di Munazio Ireneo sono stati individuati tramite microscopia elettronica a scansione silicio e magnesio, che combinati al segnale silicatico in microscopia infrarossa, sono ascrivibili alla presenza di silicati idrati di magnesio (es. attapulgite e sepiolite), presumibilmente applicati in un passato intervento di restauro quali prodotti di pulitura e non perfettamente rimossi. Non si esclude pertanto che siano stati applicati dei consolidanti che non è stato possibile identificare.

Poiché i dipinti murali medievali indagati hanno subito più restauri nel corso del secolo scorso e i più lontani nel tempo non sono dettagliatamente documentati, risulta difficile ricostruire la storia dei materiali che vi sono stati applicati, così come risulta complesso ricomporre con certezza assoluta le cause e il momento della formazione dei prodotti di alterazione e degrado che sono stati ritrovati durante questa campagna diagnostica.

In generale, spesso sulla superficie di materiali lapidei e i dipinti murali si osserva la presenza di ossalato di calcio. A partire dagli anni '80 furono avviate delle sperimentazioni per la formazione controllata di uno

strato di ossalato di calcio sulle superfici degli intonaci dipinti (Marini A., 2007). La formazione avveniva a partire da soluzioni acquose di ossalato di ammonio tramite impacchi di pasta cellulosa imbevuta di acqua satura di ossalato di ammonio, ma non si tratta di un vero e proprio consolidamento, quanto di un trattamento minerale protettivo nei confronti degli inquinanti atmosferici poiché la superficie coinvolta è di sole poche decine di micron. Gli ossalati, insolubili anche in ambienti fortemente acidi, costituiscono una barriera traspirante e idrofila del film pittorico che impedirebbe la permeabilità dell'acqua contenuta nella muratura e favorendo l'accumulo e la cristallizzazione al di sotto della superficie con grossi rischi di disgregazione dell'intonaco. Si tratta di un blando consolidante.

I campioni provenienti dai dipinti murali sardi di epoca medievale presentano una diffusa presenza di ossalati di calcio. La spettroscopia FTIR ne rivela il segnale negli strati di preparazione bianca, spesso con picchi che tendono a intensificarsi notevolmente muovendosi verso l'ultimo strato pittorico. L'ipotesi più probabile è che gli ossalati di calcio si siano originati a partire da una soluzione di latte di calce e caseina, quest'ultima ormai totalmente mineralizzata in ossalato. Il quando questa soluzione sia entrata in contatto col manufatto non è determinabile, ma si possono avanzare due proposte: la prima è che questa soluzione di latte di calce e di una componente organica, presumibilmente caseina, sia stata impiegata in fase di messa in opera per rendere il substrato meno poroso al fine di proteggere il film pittorico da un'asciugatura troppo veloce a causa del potere assorbente della muratura e/o per creare una base più "compatibile" per la stesura di finiture a secco; la seconda ipotesi è che si tratti di prodotti di alterazione derivanti dalle infiltrazioni di latte di calce e caseinato spesso impiegate negli interventi di restauro per ripristinare la coesione tra l'intonaco e il supporto murario, per questo sia più complesso spiegarne la circolazione e la presenza diffusa. La prima ipotesi appare più probabile se si pensa al processo di messa in posa e liscatura dell'intonaco stesso: questa operazione farebbe affiorare la fase più liquida della miscela. Successivamente gli *artifices* stendevano gli strati scuri di preparazione al colore, proprio quelli in cui il segnale infrarosso appare più intenso.

A partire dagli anni '30 del Novecento ci fu una grande diffusione dei polimeri organici di sintesi applicati in modo spesso indiscriminato. Inizialmente utilizzati senza previa sperimentazione, sono stati a lungo considerati la soluzione a tutto, tanto da essere impiegati come fissativi, consolidanti, protettivi, leganti in fase di ritocco e per le stuccature. Il loro impiego era spesso giustificato con la loro reversibilità che ad oggi appare nella sua vera forma: nel migliore dei casi parziale, per via delle interazioni fisico-chimiche che si innescano con i materiali a cui sono applicate.

Nelle pitture murali queste soluzioni di polimeri penetrano nelle porosità dell'intonaco e nonostante l'impiego di solventi adatti, la loro rimozione è impossibile, pena la consunzione del film pittorico e dell'intonaco. Al crescere della porosità dell'intonaco aumenta la penetrazione del prodotto; applicato su

un dipinto murale a tempera, il solvente penetra mentre il legante proteico frena il soluto, ovvero la resina/frazione polimerica, facendo in modo che essa si depositi in superficie come film pittorico.

Per quanto concerne i siti studiati in questo progetto di ricerca, se qualche dubbio si mantiene sui restauri più antichi relativi alle tombe di epoca romana, sui dipinti murali di epoca medievale si ritiene probabile l'impiego di resine di tipo acrilico, quali il Primal documentato in qualche relazione di restauro. Il consolidante è penetrato abbastanza in profondità attraverso il film pittorico fino a giungere allo strato di preparazione. Le sezioni stratigrafiche raramente mostrano uno strato superficiale continuo di prodotto di restauro: le soluzioni sono scese in profondità attraverso la porosità dell'intonaco senza nessun particolare ostacolo in grado di frenarle, quali strati di finiture a secco con legante proteico. Ancora, non si esclude che i dipinti murali, originariamente avessero degli strati di finitura persi nel telaio del tempo.

In generale le resine acriliche sono incompatibili con il supporto pittorico: il loro comportamento fisico, chimico, meccanico e le loro proprietà ottiche sono diverse da quelle del substrato. Col tempo la resina, sia per irraggiamento solare che per variazioni termometriche e inquinamento atmosferico, subisce alterazioni quali ingiallimento, *cross linking* e perdita di coesione. La depolimerizzazione della resina comporta uno stress meccanico per la superficie pittorica che può subire rotture ed esfoliazioni e in generale il filmogeno impedisce la corretta traspirabilità dell'intonaco. Risulta evidente come la loro rimozione totale non sia possibile, ma sarà bene monitorare le condizioni microclimatiche ambientali perché questi prodotti rimangano il più possibile stabili e non causino spaccature e distacchi nelle pellicole pittoriche.

4.3 Salvaguardia e tutela: i protocolli di manutenzione e intervento

La conoscenza del manufatto e dei materiali che lo costituiscono, il protocollo di messa a punto di un intervento di restauro, la valutazione del suo stato di conservazione, sono passi fondamentali che coinvolgono molte figure di competenze diverse. L'intervento di restauro non è l'operazione con la quale si conclude la salvaguardia dell'opera, ma un primo passo per la sua trasmissione al futuro: dopo aver riportato il manufatto ad una condizione di relativa stabilità con l'ambiente, è necessario che si metta a punto e si segua un protocollo di manutenzione ordinaria al fine di prevenire la necessità di interventi d'urgenza e traumatici per l'opera stessa. Per quanto negli ultimi decenni si sia inneggiato alla multidisciplinarietà, la comunicazione tra settori disciplinari differenti è tuttora di rado uno scambio sinergico in grado di sviluppare al meglio le potenzialità dei dati acquisiti nei diversi fronti disciplinari.

Allo stesso modo affinché le campagne analitico-diagnostiche e progetti di ricerca come questo portino ad un ampliamento integrato delle conoscenze e siano utili a fini conservativi è necessario che l'approccio culturale ai nostri manufatti ampli i suoi orizzonti dalla metodologia dell'arte. In questo modo le conoscenze storiche, artistiche e formali potranno intrecciarsi con quelle tecniche, materiche e

tecnologiche fino a creare un telaio di informazioni che non solo consentono di pianificare al meglio l'intervento conservativo, ma di ampliarne il respiro ad una casistica territoriale utile al confronto con un sistema di monitoraggio termoigrometrico, con casistiche di stabilizzazione ambientale e una manutenzione periodica e preventiva delle superfici.

Il nostro occhio contemporaneo, così abituato a vedere sullo sfondo l'eredità architettonica e policroma giunta dal passato, dimentica spesso la sua fragilità e quanti altri manufatti siano andati persi nel corso degli ultimi anni.

La progettazione di un intervento di manutenzione o restauro inteso come procedura scientifica, critica e obiettiva, deve diventare l'occasione per ricostruire la storia del manufatto su cui si interviene avente come fine ultimo non solo la messa in sicurezza del bene su cui si interviene, ma quello di approfondirne i legami con il contesto culturale in cui si trova. Tutti gli studi effettuati sul bene dovrebbero essere raccolti in uno stato dell'arte in cui confluiscono tutti gli elementi conoscitivi derivanti dall'analisi del manufatto e dal contesto in cui esso è inserito.

Solo una reimpostazione scientifica delle conoscenze già acquisite sul nostro patrimonio culturale potrà consentire la formulazione di un protocollo operativo per la corretta conservazione del bene nel tempo. Questa operazione necessita del coinvolgimento di professionisti di varie discipline, dallo storico all'archivista, dallo storico dell'arte al conservatore, dal diagnosta al restauratore, solo per citare i principali attori della filiera culturale.

Trasportare questa affermazione nella realtà significa non solo descrivere un bene culturale dal punto di vista storico e stilistico-formale a partire dallo studio dei documenti e dal confronto con altre opere, ma anche conoscere tecniche e materiali in opera, da quelli che si suppone originali a quelli di restauro. L'insorgere di quesiti e curiosità spingerà gli studiosi a sviscerare le informazioni a disposizione fino alla formulazione di nuove ipotesi. Si supponga ad esempio il ritrovamento di un'opera policroma le cui tracce si perdano nel telaio del tempo, la cui datazione si avanzi per analisi stilistico-formale, per la quale venga predisposta una campagna diagnostica, successivo intervento di restauro e manutenzione. Nel caso in cui le analisi scientifiche mostrino la presenza di qualche materiale estraneo alla tradizione, non solo si possono aprire diversi scenari dal punto di vista storico-artistico, ma questo consentirà al restauratore di mettere a punto la metodologia di intervento più idonea.

Progettare un protocollo operativo significa tenere in considerazione indagini diagnostiche e conoscitive, ricerche storiche e artistiche, documentazioni grafiche e fotografiche tenendo in considerazione anche aspetti non necessariamente correlati all'interno del manufatto, ma che ne accrescono la conoscenza quali: aspetti geologici, climatici e ambientali del territorio in cui il bene è inserito, il contesto e la struttura in cui l'opera è collocata, il microclima, lo stato di conservazione della struttura in cui è eventualmente collocata l'opera, la storia dell'opera e del luogo in cui si trova, le proprietà

chimico-fisiche dei materiali costituenti il bene, la tecnica di esecuzione, restauri e prodotti impiegati, cause ed effetti di degrado, esposizione e fruizione da parte del pubblico, protocollo di manutenzione.

La fase di manutenzione, oggi spesso sottovalutata, non dovrebbe ridursi ad una periodica pulitura delle superfici, ma ad un controllo a rete sul territorio così che non solo si abbia una sorta di carta dello stato di conservazione e del rischio delle opere conservate sul nostro territorio, ma anche un più facile confronto delle metodologie di intervento impiegate al fine di valutare gli interventi tenendo conto di quel che, in condizioni simili, ha portato nel tempo ai migliori risultati in termini di stabilità ambientale dell'opera.

Gli interventi condotti senza una programmazione e una visione unitaria sono spesso caratterizzati dalla mancanza di un metodo, dalla disomogeneità dei risultati: è quello che è accaduto a molti dipinti murali restaurati in più tempi, con metodologie differenti a seconda degli operatori, della direzione dei lavori, delle disponibilità finanziarie del momento o che trascurano le condizioni conservative della struttura che ospita l'opera, per citare alcuni esempi. Ed è quel che è accaduto anche ai dipinti murali della Sardegna, spesso sottoposti a interventi di restauro in archi temporali piuttosto brevi, o svolti a più riprese. Appare evidente come un sopralluogo preliminare con tutte le figure che andrebbero coinvolte nel progetto possa dar luogo a un progetto in cui confluiscono le competenze e le informazioni lette da una formazione specifica differente. Non si dimentichi inoltre che laddove fosse possibile intervenire con operazioni minime di conservazione piuttosto che con interventi di restauro, sempre traumatici per l'opera, come un intervento chirurgico su un paziente, queste sono sempre da privilegiare. Il monitoraggio del microclima, spesso inesistente negli ambienti chiesastici, potrebbe consentire un primo assestamento dell'ambiente in cui l'opera vive e respira.

Spesso nel nostro paese la fase progettuale di restauro è considerata più una spesa che una risorsa, un problema da aggirare con un sistema di bandi al ribasso che non può che porre dei limiti nella scelta delle operazioni da farsi e dei materiali da impiegare, dei tempi di intervento. Sono esenti da questi problemi di ordine economico (e non sempre) solo le opere considerate capolavori nazionali, come se la nostra nazione non meritasse la sua definizione di "museo a cielo aperto".

4.4 Multidisciplinarietà e conoscenza: apporti scientifici alla nascita della «storia simbolica»

Lo studio del sistema policromia/colore nei suoi elementi cromatici, simbolici, tecnologici e tecnici in correlazione con studi sociali, politici, economici, religiosi, artistici, letterari, rientra in un lavoro di inquadramento sociale e di rilettura dell'arte complesso che potrebbe rivoluzionare la percezione del passato medievale in Sardegna, e non solo. Ci si riferisce qui al periodo medievale perché si tratta del periodo storico in cui il simbolo è modo di pensare e sentire talmente imprescindibile da qualsiasi azione della quotidianità da non dover essere spiegato nelle sue intenzioni semantiche se non agli uomini contemporanei, ma il processo può essere esteso alle altre epoche storiche.

È quanto mai necessario inquadrare il problema da un punto di vista più ampio per comprendere le ragioni del perché qui si affermi che la policromia si inserisca in modo naturale in un filone di studi così complesso e come le conoscenze che essa apporta possano dare nuove chiavi di lettura alla storia dell'arte. Una rilettura critica in senso più ampio non è obiettivo perpetrabile in un primo studio materico quale si configura questo progetto di ricerca: esso piuttosto ne evidenzia le potenzialità.

Le difficoltà di revisione delle epoche del passato si ritrovano a partire dal lessico stesso delle antiche fonti. Soffermandosi al contesto medievale più generale i testi scritti in latino che trattano di quel che in italiano contemporaneo viene tradotto con la parola «simbolo», sono in realtà intraducibili con precisione nelle lingue europee contemporanee poiché il latino utilizza parole quali *signum*, *figura*, *exemplum*, *memoria*, *similitudo* scegliendo ogni volta con cura la portatrice della sfumatura di significato desiderata. Così quando in latino compaiono i termini *denotare*, *depingere*, *figurare*, *monstrare*, *rapraesentare*, *significare* essi non sono sinonimi o equivalenti: quando per sottolineare cosa rappresenti simbolicamente un animale o un vegetale si trovi *quod significat*, esso non può essere considerato equivalente di *quod representat* né di *quod figurat*.

Pastoureau afferma che all'interno degli studi medievali vi sia ancora posto per una «storia simbolica» con le sue fonti, i suoi metodi, le sue problematiche. Il viaggio nella policromia proposto in questo progetto di ricerca intende aggiungere una connotazione policroma e materica a questa nuova disciplina: una trama così affascinante e complessa non può essere svincolata dall'impressione che i colori e le loro caratteristiche fisico-chimiche in opera imprimono nella percezione delle immagini. Privare una «storia simbolica» delle influenze materiche che nei secoli hanno coinvolto la produzione e le ricerche alchemiche sul colore sarebbe paragonabile al tenere la diagnostica separata dallo studio del patrimonio culturale.

I primi passi dovrebbero quindi muoversi nell'analisi di un preciso momento storico rimuovendo le superfetazioni culturali e le credenze dello studioso dettate da una visione da uomo contemporaneo. Il primo obiettivo è la comprensione dei fenomeni e dei meccanismi di scelta che influenzano le sfere del quotidiano di un dato momento storico prestando attenzione alla verità ontologica degli oggetti designati da ogni parola. In particolare, in riferimento all'etimologia medievale, lo studioso dovrà ricordare che essa si discosta da quella moderna e di conseguenza la percezione e le sfumature date alle parole. L'idea che le parole prendano forma da una derivazione greco-latina affiorerà infatti solo intorno al Cinquecento. Durante tutto il Medioevo l'etimologia delle parole, la loro origine e la loro storia si ricercavano solo nella lingua latina.

La cultura medievale non accetta arbitrarietà nel «segno»: motiva tutto, anche poggiandosi a fragili giochi verbali che non devono essere sottovalutati come «false» etimologie, ma come documenti di storia e ricordare che ciò che sembra oggi scientificamente provato dalle nostre conoscenze farà forse sorridere i filologi che ci succederanno nel giro di tre o quattro generazioni (Pastoureau, 2005). Tra gli alberi il noce è considerato malefico

e nocivo perché il suo nome latino *nux* viene ricollegato al verbo *nocere*, nuocere: addormentandosi sotto il suo fogliame si rischiano visite del Diavolo o di cattivi spiriti!

In questo simbolismo rientrano i nomi propri in cui valgono per estensione gli stessi meccanismi: il nome dice la verità della persona, ne racconta la storia, ne preannuncia l'avvenire, dà senso alla sua vita, così come avviene nella sfera più propriamente biblica.

Nominare una persona significa avere a che fare con il suo stesso destino. Vi sono santi la cui vita, passione, iconografia e virtù sono dovute al loro nome. L'esempio limite è quello di santa Veronica la cui esistenza è dovuta alla nascita di un nome a partire dalle due parole latine *vera icona* che indicavano una reliquia, un velo di lino in cui il era rimasto impresso il volto di Gesù. Veronica diventa persona, una giovane donna che incontra Gesù e i cui tratti rimarranno miracolosamente impressi nella stoffa. Così in Germania, a partire dal XII secolo il soprannome Iscariota di Giuda, in tedesco *Ischariot*, che in ebraico significa «l'uomo di Carioth», una località a sud di Hebron, venne scomposto in *ist gar rot* («è tutto rosso») divenendo l'uomo dai capelli rossi fiammeggianti, nel cui cuore abitano le fiamme rosse dell'Inferno, rosso per la sua natura malvagia. In questo clima, non è possibile non lasciarsi affascinare dalle congetture che si estendono al significato complessivo della scelta dei maestri pittori medievali negli apparati decorativi da essi stessi creati.

I racconti biblici, le processioni di santi, i racconti delle vite dei santi, i nomi scritti sui muri, i dettagli, i colori, i simboli medievali sono fondati sulla somiglianza tra parole, nozioni, oggetti, sulla corrispondenza tra un qualcosa e un'idea fino a stabilire un legame tra qualcosa di apparente e qualcosa di celato, qualcosa presente nel mondo quaggiù e la sua verità e presenza nell'aldilà. La relazione tra l'apparenza ingannatrice delle cose e la verità nascosta sta su più livelli e può essere di tipo diretto, allusivo, strutturale, plastico, fonico, affettivo, onirico, lontano dalla nostra sensibilità moderna e spesso ostacolo per ritrovare la logica ed il significato del simbolo.

Oltre ad essere percepito il colore era ed è sostanza: in tale veste, quale involucro che ricopre i corpi e le frazioni di luce, il colore si fa elemento della teologia medievale. Il colore è parte sensibile visibile ed immateriale, è emanazione di Dio. Si tratta dunque di un qualcosa di immateriale, di luce, o di un semplice involucro?

Se il colore è luce partecipa ontologicamente del divino poiché Dio è luce ed estendere la superficie dipinta significava allora diminuire lo spazio delle tenebre a favore della luce e di Dio. Ma se il colore è sostanza materiale e semplice involucro, non solo non è emanazione della divinità, ma è una creazione dell'uomo che occorre escludere dal culto e cacciare dal tempo. Queste questioni teologiche e le risposte dei committenti e dei luoghi determinano il riflesso policromo degli ambienti, degli abiti, degli oggetti correlati. Nondimeno i Padri della Chiesa non sono tutti dello stesso avviso, e questo porta a soluzioni artistiche molto diverse tra loro. E per questo motivo la presenza del colore nelle chiese medievali, dove

conservatosi, andrebbe ristudiato secondo la sua distribuzione nell'edificio, le corrispondenze tra le aree, gli oggetti e i materiali presenti, compresi quelli liturgici delle pratiche di culto.

Il colore è rimasto a lungo il grande assente dell'archeologia e della storia dell'arte. Come è accaduto per la pittura, l'architettura e la scultura medievali (ma questo vale anche per altre epoche) sono state spesso pensate e studiate come prove di colori (o, peggio, come in bianco e nero), mentre il colore costituisce una dimensione fondamentale della loro codificazione e del loro funzionamento. [...] Per il periodo romanico, ad esempio, quale plausibilità possono avere degli studi dedicati a questo o a quel timpano, a questo o a quell'insieme di capitelli, quando essi dimenticano totalmente che gli uni e gli altri erano stati concepiti, realizzati, guardati e compresi a colori? E quanto vale per il timpano vale evidentemente per gli altri elementi e parti dell'edificio, all'esterno come all'interno. Le semplici funzioni sintattiche e ritmiche del colore (distinguere le zone e i piani, creare opposizioni o associazioni, stabilire sequenze, echi e corrispondenze) sono ignorate da molti storici dell'architettura e della scultura. E si tratta di due funzioni tra le altre, certo le più facili da cogliere ma non necessariamente le più importanti, e in ogni caso mai esclusive. Il colore svolge un ruolo teologico, liturgico, emblematico, «atmosferico». È tonalità, è catarsi, è rituale. (Pastoureau, 2005)

Ogni impianto chiesastico andrebbe allora ripensato come una complessa macchina in cui luce e colori si combinano con gli elementi architettonici secondo schemi che cambiano nel tempo. Nell'epoca carolingia sembra riscontrarsi un'intensificazione nell'uso dei colori che si attenueranno intorno al XII secolo fino ad essere progressivamente abbandonati nel XIV secolo a favore di lumeggiature di colori, doratura di righe e costoloni, creazione di effetti di chiaroscuro. I colori si accendevano e spegnevano diversamente nel corso dell'anno, del giorno, e il tempo li consuma e li altera. Le ridipinture erano operazioni di ordinaria manutenzione, per quanto determinassero cambiamenti: le vergini nere e scure dell'anno Mille diventano rosse nel XII secolo, azzurre nel XIII-XIV secolo, dorate in epoca barocca e bianche nel XIX secolo quando viene proclamato il dogma dell'Immacolata concezione. Tra XI e XII secolo il rosso sostituisce il bianco come colore dei martiri, precedentemente considerato il colore del Paradiso e per estensione dei martiri, ma poiché questi hanno versato il loro sangue per il Cristo si tingono di rosso (Pastoureau, 2005).

Nel contesto diagnostico la rilettura critica degli apparati policromi applicata al *colore* significa riscoprire i collegamenti tra la funzione simbolica e la scelta materica dei pittori che rispecchia questa *forma mentis*: banalmente, se un pigmento fosse stato considerato come creazione dalle mani del Diavolo, non gli sarebbe stato concesso l'ingresso in un luogo santo.

La percezione dei colori cambia nel tempo come i gusti stilistici: per citare un esempio, il blu è per noi un colore freddo, ma nella cultura medievale esso era un colore caldo, il colore dell'aria, calda e secca. La stessa nozione di «contrasto di colore» va rivista prima di pronunciarsi nella lettura di un'opera policroma intesa come apporto ad una storia simbolica: vi sono accostamenti di colore che stonano alla nostra consuetudine visiva moderna che per l'uomo medievale non sono affatto un contrasto forte, e viceversa.

Entrando un po' nel dettaglio nelle immagini e nei testi letterari medievali, spesso ci si trova di fronte a meccanismi sottili di distribuzione e ripartizione, associazione ed opposizione di elementi in un insieme. Il meccanismo più frequente è lo scarto: in un determinato insieme, un personaggio, un oggetto o un animale si distinguono per un dettaglio, quello che gli dà significato poiché è scarto rispetto a ciò che si sa di lui, all'aspetto che dovrebbe avere e alle relazioni che dovrebbe instaurare con gli altri. Si mette in evidenza uno scarto rispetto alla prassi. Diffuso è anche il meccanismo del contrasto: riprendendo Giuda e i suoi capelli rossi nel tardo Medioevo, ecco che il colore rosso diventa anche quello della barba e dei capelli del Cristo, vittima e carnefice, che non possono essere confusi tra loro, ma sono uniti simbolicamente dallo stesso colore, dal colore del tradimento.

È interessante approfondire come questi meccanismi si rapportino alle tecniche pittoriche, come la rappresentazione di un colore influenzi la sua consistenza materica, e viceversa, come il metodo della distribuzione e dello scarto si riflettano nella tecnica e nelle scelte pittoriche, in uno studio che è ancora tutto da costruire.

Così, allo stesso modo in cui i sistemi simbolici medievali trovano il proprio equilibrio in un gioco di corrispondenze e contrasti rispetto al contesto, ovvero come un animale, un numero, un colore trovano il proprio significato se associati ad altri animali, numeri e colori, così si ritiene trovino rilevanza e significato le associazioni ed i contrasti dei pigmenti.

In vista di una storia simbolica in un contesto così complesso risulta naturale chiedersi come venissero scelti i colori.

Il rosso non è in assoluto il colore della passione o del peccato, ma quello che interviene in modo violento, nel bene e nel male: quale evento caratterizza?

Il verde è il colore del disordine e del rinnovamento: chi lo porta?

Il blu è un colore che dà calma e stabilizza: quali rapporti ha con l'insieme?

Il giallo è il colore della trasgressione: chi lo indossa?

Quale pigmento interviene in questi eventi e quando viene sostituito da un altro?

Ecco allora come una ricerca sistematica e scientifica si mescola ad una ricerca profonda di significato e di simboli in una disciplina che ancora deve muovere i primi passi.

Raramente si parla approfonditamente dei colori per difficoltà di vario tipo, da quelle documentarie, a quelle metodologiche ed epistemologiche. Il colore si è conservato su supporti di vario tipo, ma sempre esso appare quel che ci è stato tramandato dal tempo, non quel che era in originale. Il tempo trasforma i materiali, e ancora di più lo fa l'uomo, quando ridipinga, modifica, ripulisce e restaura. Non si conoscono i

colori originali di quel che osserviamo oggi, né nessuna tecnica o restauro consentiranno di tornare allo stato originale delle opere d'arte che conosciamo.

Vi sono tecniche di ricostruzione virtuale che possono aiutare nel ridare l'«impressione» di quel che si è perduto, inteso come unitarietà dell'insieme, e senza pretesa di viaggiare cromaticamente nel tempo. Il restauro virtuale è spesso visto in modo avverso per le procedure spesso poco critiche di rielaborazione, eppure impiegato con le dovute cautele può dare al visitatore una delle possibili «impressioni» suscitate negli occhi di chi accedeva a un preciso luogo di culto. Il restauro virtuale non restituisce quel che è stato, ma può avvicinare l'uomo moderno al “valore percepito” quando è stata commissionata e realizzata l'opera, il senso del luogo per la comunità che aveva accesso a quello spazio sacro. Non è trascurabile ricordare che qualunque viaggio nel tempo deve fare i conti con situazioni di luce molto diverse da quelle a cui siamo abituati: la luce elettrica diffonde una luce che niente ha a che vedere con l'antico calar della sera, l'illuminazione delle torce, lumi ad olio, candele e ceri. Per quanto queste osservazioni possano sembrare quasi banali, quando il nostro sguardo incontra i colori del passato diventano di fondamentale rilevanza per non cadere nella trappola di una verità storica che possiamo solo avvicinare.

Nello studio e nella percezione del colore vi sono condizionamenti culturali che a volte si fatica a riconoscere legati al passare stesso della storia: si pensi alle circostanze documentarie che a partire dal XVI secolo hanno portato storici, architetti, artisti ed archeologi all'osservazione delle immagini in bianco e nero attraverso stampe, incisioni e fotografie. Per quasi quattro secoli la documentazione per lo studio delle testimonianze iconografiche del passato è stata disponibile solo in formato «in bianco e nero» con forti influenze sul pensiero e la sensibilità policroma degli studiosi, tramandatasi inconsapevolmente fino a noi.

Siamo abituati a un universo in bianco e nero, o privo di colore, che era poi la stessa cosa, che per le culture antiche e medievali non è mai nato!

Ed è forse per questo che ancora amiamo i candidi marmi della statuaria antica ed osservare i contrasti più sui fili del disegno che su quelli delle sfumature cromatiche.

Nonostante la fotografia a colori sia ormai diffusa nella maggior parte dei libri di testo, non si dimentichi che la nostra cultura e tradizione storiografica e metodologica dell'arte sono ancora impregnate dell'educazione visiva fondata su immagini non policrome. Ancora oggi tenere conto del colore non è operazione banale se si pensa alla documentazione digitale ed alla possibilità che essa possa tradire i colori, soprattutto i rossi e i gialli.

La policromia, con la sua complessità, pone lo studioso di fronte a molte sfaccettature che tuttora non sono state inquadrare in schemi di studio precisi: come correlare le questioni materiche, tecniche, chimiche, iconografiche, artistiche e simboliche che ruotano intorno al colore? E tra quali figure è necessario creare una sinergia e non contrasto?

La policromia deve dunque essere rivista come un sistema codificato in ogni opera, come un linguaggio avente significato nei nessi tra il manufatto policromo, il supporto impiegato, la superficie dipinta, i colori presenti, i colori assenti, i giochi di composizione e contrasti cromatici secondo la sensibilità dell'epoca di riferimento, i pigmenti e i materiali posti in opera, per poi applicarvi il simbolismo cromatico e iconografico.

Si ricordi peraltro che le immagini medievali non riproducono la realtà seguendone l'esattezza cromatica, neanche nelle miniature e nei testi giunti fino a noi: non vi è documento che non sia testimonianza specifica ed allo stesso tempo infedele. Menzionare il colore di un oggetto è frutto di una scelta influenzata dalle condizioni sociali, politiche, sociali e simboliche espresse in quel contesto, così come la parola prescelta per enunciare la natura, la qualità e la funzione del colore stesso. Allo stesso modo si ricordi che la menzione cromatica non è necessariamente la stessa nel passaggio da un'epoca storica all'altra: banalmente, se noi chiedessimo a un uomo medievale ed un uomo contemporaneo di pensare al colore verde, la loro rappresentazione cromatica sarà differente.

Una delle difficoltà nello studio del colore risiede dunque nella distanza dal "tempo cromatico" in osservazione, dalle sue definizioni, concezioni, classificazioni. Ritornando all'esempio del blu come colore caldo, il riconoscimento dei colori come caldi o freddi è un fattore convenzionale, variabile per epoca e società. La nostra concezione di colori caldi e freddi, le teorie sui colori fondamentali e complementari, le classificazioni dei colori secondo lo spettro elettromagnetico, gli accoppiamenti che percepiamo come contrasto, sono verità transitorie e passeggere, relativismi della storia da non dimenticare.

Così si ricordi che per l'uomo medievale il verde non si colloca tra giallo e blu, poiché questi colori sono così lontani tra loro da non poter avere il verde come intermediario. Il verde ha rapporti col blu, ma non col giallo, e questo è facilmente dimostrabile e difatti le prime ricette che insegnano a mescolare il giallo e il blu per ottenere il verde risalgono al XV secolo.

Le conoscenze e le verità che pure sembrano assolute devono essere filtrate per non proiettare sul passato un sistema di valori diverso dal suo. I contrasti cromatici che il nostro occhio percepisce deboli possono risultare stridenti per l'occhio medievale, e viceversa. Rosso e verde formano la combinazione di colori più diffusa negli abiti degli aristocratici tra VIII e XII secolo, divenendo un contrasto debole, quasi monocromo, che noi percepiamo invece violento, un contrasto tra un colore fondamentale ed il suo complementare. Allo stesso modo, associare giallo e verde, un contrasto per noi debole per il fatto che questi due colori sono vicini nello spettro elettromagnetico, esprime il contrasto più violento che si possa esprimere in epoca medievale, utilizzato per i matti e per chi assume atteggiamenti pericolosi, trasgressivi o diabolici.

Per questo ogni viaggio nei colori non può prescindere dalla loro storia delle società che li impiega associandoli alle proprie problematiche e percezioni fenomenologiche.

Il colore passa attraverso una società e il suo lessico, i nomi, la chimica dei pigmenti, le tecniche di tintura e pittura, l'abbigliamento ed i suoi codici, il colore nella vita quotidiana, i regolamenti delle autorità, le parole degli uomini di chiesa, i pensieri e gli scritti degli uomini di scienza e degli artisti, gli aspetti professionali e simbolici, etici, teologici ed eretici in un viaggio che ancora deve essere raccontato.

La policromia murale che ha consentito questo viaggio mette in luce come questo progetto di ricerca muova solo i primi passi in un terreno in cui ancora una strada deve essere aperta verso una conoscenza più piena della sfera medievale.

4.5 Conoscenza e condivisione: la reti sociali per una «storia simbolica» collaborativa

A conclusione di questo lavoro mi venga concessa una parentesi sul come il complesso telaio multidisciplinare imbastito nel paragrafo precedente possa diventare conoscenza per lo studio del nostro patrimonio culturale e quali strumenti possa utilizzare.

Come incentivare la ricerca e trarre nuovo *humus* dagli studi nel settore culturale se le conoscenze rimangono frammentarie? Come superare le difficoltà di accesso ai faldoni delle Istituzioni che tutelano le nostre opere e che faticano a digitalizzare la mole di materiale che custodiscono?

Scrivo Bearat nel 1996 in occasione dell'*International Workshop on Roman Wall Painting* svoltosi a Friburgo: *“Ad eccezione delle analisi ben documentate di S. Augusti confluite nel 1967 nella famosa opera I colori pompeiani, non è possibile qualificare le analisi effettuate occasionalmente su pitture pompeiane che come sforzi frammentari, dispersivi e poco utilizzabili. D'altra parte non si può fare a meno di qualche considerazione su queste analisi, Esse sono sovente realizzate a solo titolo di curiosità da parte dell'analista e senza definizione alcuna di una problematica archeologica ben mirata. Manca inoltre un buon coordinamento, così come tra archeologi, archeometri e restauratori, anche tra le diverse équipes di analisti. I risultati sono talora poco precisi e la loro interpretazione troppo semplicistica.”* (Varone, 1997)

A venti anni da questa affermazione, si deve tristemente osservare che ancora le pubblicazioni sulla pittura murale romana, e non solo, sono frammentarie e spesso sommarie, mancano di dettagli utili al confronto se non nell'individuazione del pigmento in comune. E la stessa frammentarietà si riscontra in molti studi culturali settoriali trainati dalla “fobia della divulgazione” e da un sistema della ricerca che costringe a portare avanti i progetti e pubblicare in fretta semplificando o omettendo tutte quelle particolarità che aiuterebbero i confronti con altri casi di studio, e il tempo di comprenderne natura, cause e soprattutto conseguenze. La nazione italiana si porta dietro una ritrosia alla divulgazione di testi, immagini, relazioni, che oggi si sta lentamente superando con il sempre più diffuso utilizzo degli strumenti del Web collaborativo.

Comunicare il patrimonio culturale alla collettività nei suoi aspetti storico-artistici e scientifico-materici senza trascurarne gli aspetti più specialistici è probabilmente un compromesso difficilmente raggiungibile, ma consente di diminuire il divario tra le conoscenze collettive e dei professionisti, ovvero di diffondere conoscenza.

La scarsa attenzione al comune uomo della strada ed al suo naturale desiderio di conoscenza rischia infatti di diventare un atto inconsapevole di svalutazione del nostro patrimonio traducibile in musei vuoti e dimenticati, nella mancanza di una programmazione nazionale ad ampio respiro per il coinvolgimento delle comunità, nella cancellazione della storia dell'arte dalle materie scolastiche, nella mancanza di nuovi fondi per la ricerca. La percezione e la conoscenza del patrimonio culturale da parte della comunità non addetta ai lavori è uno degli indicatori della capacità del sistema istituzionale culturale attuale di coinvolgere e raccontare al pubblico i beni di cui è tutore e promotore.

La maggior parte dei dipinti murali sardi coinvolti in questo progetto di ricerca non sono attualmente coinvolti in linee di programmazione volte a valorizzare le emergenze culturali territoriali. Poiché questo progetto nasceva con il desiderio non solo di colmare le lacune sulle tecniche e i materiali impiegati nei dipinti murali sardi di epoca romana e medievale, ma anche con la speranza che i risultati potessero essere utili alle Istituzioni preposte alla loro tutela da una parte, e comunicate alla comunità dall'altra, si auspica che questa diffusione delle conoscenze possa avvenire. Comunicare i dipinti murali sardi con le loro peculiarità potrebbe rientrare nelle linee di programmazione delle Istituzioni e degli enti locali all'interno di un piano strategico per la creazione di un percorso di fruizione del territorio nel rispetto delle opere e del loro ambiente.

Il sorgere di un sistema sinergico, oltre a valorizzare il patrimonio, porterà in modo naturale alla crescita degli attori della filiera culturale locale e delle imprese creative e culturali che sapranno incontrare le esigenze dei visitatori con ritorni in termini di crescita sociale e culturale.

Ritornando alla comunità degli addetti ai lavori, operatori culturali, ricercatori e studiosi, essi non possono più esimersi dall'ingresso in una comunità più *smart* che utilizza le tecnologie informatiche e il Web al fine di ampliare la propria rete di collaborazioni e conoscenza.

La conoscenza genera domande e le domande la necessità e il desiderio di rispondere: la curiosità muove la ricerca, ma necessita di agevolazioni sostanziali in un'epoca in cui le esperienze sono ridotte allo scatto di un *selfie*.

È per agevolare il settore della ricerca sono nati sul Web sistemi basati sul funzionamento delle reti sociali, di cui si citano brevemente due esempi.

Academia.edu è una piattaforma dedicata agli accademici per la condivisione delle proprie ricerche il cui fine ultimo è quello di accelerare la ricerca nel mondo. Registrandosi alla piattaforma è possibile condividere i propri lavori, monitorare il fattore della propria ricerca e ampliare la propria rete personale con ricercatori aventi profili comuni.

Research Gate è un progetto nato da un gruppo di scienziati della Harvard University per promuovere una scienza collaborativa tra accademici e ricercatori che sentano il bisogno di interagire, collaborare, scambiare idee e conoscenze con altri ricercatori. Iscrivendosi a questo *social network* è possibile definire un proprio profilo definendo il proprio settore di ricerca e relative competenze, inserire le proprie pubblicazioni e crearsi una rete di contatti.

Queste piattaforme si fondano sull'idea del libero accesso alla letteratura scientifica e vantano comunità di milioni di utenti che condividono i propri lavori. Le ricerche semantiche per parole chiave, la condivisione di file, la possibilità di rendere fruibili i propri testi, ma anche la possibilità di aprire discussioni, semplificano la comunicazione tra ricercatori dello stesso settore disciplinare.

La collaborazione e la condivisione delle idee d'altronde, sono i valori alla base della ricerca scientifica e la nascita di questi strumenti sta portando alla cosiddetta *Science2.0*, - termine in prestito dalla linguaggio del Web – la condivisione sociale della ricerca scientifica. L'obiettivo è rendere le ricerche delle comunità scientifiche più efficienti e potenziate dallo scambio di idee e risultati più rapido dei sistemi editoriali tradizionali.

Si ritiene infine che solo l'impiego delle tecnologie informatiche Web possa favorire la nascita di una disciplina come la «storia simbolica» grazie alla creazione di un sistema online e condiviso, previamente pianificato e programmato come un sistema in cui confluiscono le esigenze delle diverse figure professionali, in grado di registrare i risultati scientifici raggiunti sul patrimonio culturale così come immagini, testi e risultati scientifici. È evidente come questo si possa realizzare solo se alla base del sistema vi è una comunità di ricercatori che credono in questo valore sociale dell'allargamento delle conoscenze. La creazione di un database concepito come una tradizionale enciclopedia o senza tenere conto delle correlazioni tra i dati provenienti dalle diverse discipline sarebbe infatti uno spreco di fondi ed energie. Le attuali tecnologie informatiche possono essere il punto di partenza per la nascita di una disciplina quale la «storia simbolica» collettiva, che nasce dal confronto.

La comunità scientifica e le istituzioni culturali saranno in futuro chiamate a confrontarsi con i sistemi collaborativi, ma sempre sarà importante tornare al comune uomo della strada, curioso,

desideroso di storie da portare a casa. Al fruitore, dove non arriva un sistema di accompagnamento museale, oggi può essere facilmente messa a servizio la tecnologia: ricostruzioni virtuali, QR code, immagini del passato, testi, beacon, tanti sono gli interventi a basso costo che consentono di portare una storia che il visitatore porterà con sé oltre l'impressione di un'opera che nel tempo si decolora nella memoria. È la mancanza di una visione strategica che frammenta il territorio in piccole realtà.

Il collante sarà l'apporto di tutte le professioni coinvolte nello studio del patrimonio culturale, l'insorgere di nuove domande, il desiderio di trovare risposte e la volontà di comunicarle, certi che un percorso di rinnovamento conoscitivo e culturale passi attraverso il coinvolgimento della comunità nella comprensione del patrimonio culturale sul suo territorio. Allora, camminando per le strade, i beni culturali emergeranno dallo sfondo della quotidianità per farsi storia e ricordo.

CAPITOLO QUINTO

CONCLUSIONI

Il presente progetto di ricerca, a partire dalla carenza di informazioni materiche sui dipinti murali presenti nel territorio sardo, si è posto come obiettivo la ricostruzione della tavolozza pittorica e delle tecniche artistiche impiegate dagli antichi maestri pittori che hanno operato in Sardegna in epoca tardo romana e medievale. Il progetto ha coinvolto lo studio dei dipinti murali di due tombe ipogeiche cagliaritane di epoca romana e di quattro chiese di epoca medievale. Attraverso un protocollo analitico integrato sono stati caratterizzati i materiali costituenti i dipinti murali, nonché i prodotti di alterazione e restauro delle superfici pittoriche. I dati elaborati ampliano le attuali conoscenze sulle tecniche artistiche pittoriche murali romane e medievali e consentiranno di progettare interventi di manutenzione, conservazione e restauro a partire dall'identità materica dei manufatti investigati.

Studiare il *colore* significa entrare in contatto con l'elemento più fragile della superficie pittorica e architettonica, con l'abito ricamato per e sulle pareti del luogo predisposto ad accoglierlo, con ciò che trascendendo dalla materia diventa simbolo, racconto, immagine e identità. Il colore dei dipinti murali, all'interfaccia tra struttura architettonica, ambiente e occhio umano, è un sistema alla continua ricerca di equilibrio, il più suscettibile alle interazioni ambiente/materiali. Ed è la pellicola pittorica che racchiudere in sé le tecniche, le conoscenze e le scelte materiche dei maestri pittori, ad avere guidato questo progetto.

La pittura murale ipogeica romana nel territorio cagliaritano è stata indagata nella tomba dei Pesci e delle Spighe presso Tuvixeddu e nel cubicolo di Munazio Ireneo, presso il cimitero monumentale di Bonaria. La tavolozza dei pigmenti indagati copre blu, rossi e gialli; mancano i bianchi e i neri, ipotizzabili rispettivamente come bianco di calce e nero carbone, ma non ritrovati come strato di colore campionabile. Poiché il numero di campioni è piuttosto esiguo, i confronti e le ipotesi si riferiranno all'ambito cagliaritano ipogeico romano dei primi secoli dell'era volgare.

La tavolozza pittorica è coerente con la letteratura scientifica: l'utilizzo di pigmenti preziosi e l'accorta preparazione delle pareti rocciose alle stesure pittoriche fanno supporre una committenza piuttosto elevata. Nella Tomba dei Pesci e delle Spighe il blu è costituito da Blu Egizio, per una migliore resa cromatica steso su uno strato preparatorio scuro costituito da carbonato di calcio, inerti silicatici e nero carbone. I pigmenti rossi e gialli sono terre. Su un campione, steso su uno strato pittorico rosso a base di terra, è stato ritrovato il cinabro: si ipotizza uno strato preparatorio a base di terra rossa e una presenza più

diffusa di pigmenti preziosi. Le stratigrafie della Tomba dei Pesci e delle Spighe presentano frequentemente una base cromatica nei blu e nei rossi; nei gialli è stata ritrovata una base cromatica rossa tuttavia, data l'esiguità dei campioni, è difficile spingersi oltre l'ipotesi. La tavolozza del cubicolo di Munazio Ireneo è costituita da terre rosse e verdi.

La tecnica pittorica murale romana negli ambienti ipogeici cagliaritani indagati sembra utilizzare diffusamente un additivo proteico, pertanto non è riconducibile ad una tecnica pura ad affresco. Si ipotizza che le botteghe romane, oltre a proteggere gli intonaci ricoprendo le pareti rocciose con uno strato pozzolanico, mettessero in opera un intonachino addizionato di una componente organica, o ne stendessero un sottile strato sopra, perché l'intonaco fosse più "compatibile" con le finiture superficiali a secco, con migliori risultati in termini di aderenza e coesione tra i materiali, nonché per preservare la pittura da problemi di decoesione in un ambiente in costante condizione di alta umidità quale un ipogeo.

Si ritiene che le variazioni termoigrometriche non idonee alla conservazione dei dipinti murali e la circolazione di sali siano le maggiori cause del distacco delle superfici pittoriche dei due ipogei. Le superfici murali mostrano diffuse cristallizzazioni superficiali di gesso e calcite e i prelievi sembrano essere ricchi di sali deliquescenti. La presenza di silicati di magnesio (probabilmente sepiolite e attapulgite) negli strati più superficiali del cubicolo di Munazio Ireneo si ascrive a possibili residui di prodotti di pulitura non perfettamente rimossi.

Le analisi condotte sugli strati superficiali delle stratigrafie pittoriche indicherebbero un intervento di restauro in entrambi gli ipogei. In un breve futuro si procederà alla loro caratterizzazione tramite estrazione e gascromatografia di massa. Le potenzialità di queste informazioni sono evidenti se si pensa alla totale mancanza di notizie di interventi sulla Tomba dei Pesci e delle Spighe, ed alla documentazione vaga sul cubicolo di Munazio Ireneo in relazione alla volontà delle Istituzioni di avviare interventi di recupero e restauro.

Quali sviluppi futuri è auspicabile indagare la penetrazione dei prodotti di restauro del passato nei dipinti murali ed eventuali alterazioni indotte: in abbinamento ad uno studio materico integrato di altri siti del territorio cagliaritano si giungerebbe non solo ad approfondire la tecnica pittorica impiegata nell'areale, ma anche agli effetti sulle pitture murali dagli interventi di restauro la documentazione risulta vaga o assente.

La pittura murale medievale in Sardegna è stata indagata nei cicli pittorici presenti presso la chiesa di S. Pietro in Galtelli, la Basilica della Santissima Trinità di Saccargia in Codrongianus, la chiesa di S. Nicola di Trullas in Semestene e la chiesa di Nostra Signora *de sos Regnos Altos* in Bosa.

La tavolozza dei pigmenti indagati copre blu, rossi, gialli, verdi, bianchi e si presenta ricca per il diffuso impiego di *Lapis* nei blu, seppure il resto della tavolozza è costituita da terre rosse, gialle e verdi. Non si

esclude che i dipinti in passato avessero sulle loro superfici finiture a base di pigmenti più preziosi oggi irrimediabilmente perduti a causa di distacchi o eccessive puliture delle superfici pittoriche.

I pigmenti blu sono costituiti da *Lapis*, diffusamente impiegato nella chiesa di S. Pietro in Galtelli, spesso sopra uno strato scuro, miscelato a carbonato di calcio, silicati e nero carbone nella chiesa di N.S. *de sos Regnos Altos* di Bosa, dagli spessori molto esigui nella chiesa di S. Nicola di Trullas. Presso la basilica della SS. Trinità di Saccargia si ipotizza che i blu siano andati perduti, o che la loro resa fosse affidata al Nero Carbone: si tratterebbe di un “blu ottico”.

I rossi, i gialli e i verdi, costituiti da terre, sono variamente addizionati a carbonati, silicati e nero carbone secondo l'intenzione cromatica dell'*artifex*. Talvolta le sezioni presentano più strati pittorici. In particolare nei verdi si possono osservare due differenti *modus operandi*: i verdi cromaticamente più chiari sono direttamente stesi su una preparazione bianca; i verdi più scuri presentano una preparazione scura costituita da carbonato di calcio, silicati e nero carbone. È pertanto possibile accertare l'uso di una base cromatica per la stesura dei pigmenti verdi. L'esiguità degli spessori più superficiali è indice della consunzione dei dipinti murali al tempo e agli interventi dell'uomo.

Per quanto riguarda la tecnica pittorica non sono stati rilevati segnali riconducibili a leganti diversi dal latte di calce, tuttavia la diffusa presenza di ossalati di calcio potrebbe essere indicativa dell'impiego di un legante organico ormai totalmente mineralizzato. La loro presenza diffusa viene ricondotta all'applicazione di una soluzione di latte di calce e caseina. Si avanzano le ipotesi che questo sia avvenuto o in fase di messa in opera al fine di modificare la porosità dell'intonaco, e proteggere il film pittorico da una asciugatura troppo veloce a causa del potere assorbente della muratura, per l'intenzione di creare una base più “compatibile” per le finiture a secco o un substrato molto duro; un'ulteriore ipotesi è che si tratti della conseguenza di iniezioni di una miscela di latte di calce e caseinato applicate in fase di restauro al fine di ripristinare la coesione tra intonaco e supporto murario, per quanto al momento si ritenga meno probabile. Sui dipinti murali medievali è evidente l'impiego di consolidanti di tipo acrilico giunti in profondità fino agli strati di preparazione, indicatore della mancanza di finiture a secco a frenarne la penetrazione. Compatibilmente con le relazioni di restauro si tratterebbe di Primal. I diversi restauri subiti dai dipinti murali medievali sardi nell'ultimo secolo rendono tuttavia complesso ricomporre la storia dei materiali.

Alla luce delle incertezze degli interventi di restauro del passato e delle loro conseguenze, la pianificazione e la programmazione degli interventi sui beni culturali devono essere oggi intese come una possibilità di conoscere più approfonditamente l'anamnesi del manufatto, ciò che è e rappresenta in sé e nel suo contesto materico e culturale. Le emergenze culturali che si è abituati a vedere sullo sfondo delle proprie giornate nelle città italiane sono tutt'altro che imperiture. Un approccio culturale multidisciplinare il cui fine ultimo non sia la mera salvaguardia dell'emergenza culturale, ma tutto ciò che essa rappresenta, i

valori che porta, la storia che tramanda, portano progetti di ricerca come questo in forza sinergica con le conoscenze pregresse sul patrimonio culturale e i dati raccolti a formare un telaio di conoscenze utili ai fini più pratici della conservazione ed alla trasmissione delle conoscenze alla collettività. Il presente progetto offrirà alle Istituzioni, ed ai professionisti che interverranno sui dipinti murali indagati, una conoscenza materica e tecnica utile per la progettazione di interventi manutentivi e conservativi.

All'interno di questo progetto di ricerca sono stati indagati gli apporti che la diagnostica artistica applicata alla policromia possono portare alla nascita di una nuova disciplina quale la «storia simbolica» in cui i simboli vengono indagati e riscoperti quale espressione di una società. Si ritiene che una trama affascinante come questa non possa svincolarsi dall'impressione che la policromia imprime sull'occhio umano in relazione alle sue caratteristiche materiche, fisiche e chimiche.

Il sistema *colore* quale filone della «storia simbolica» va inteso come correlazione tra cromatismi, materia, tecnica e studi sociali, artistici, religiosi, letterari, economici. Ne consegue la necessità di una rilettura critica degli apparati policromi. L'operazione da compiersi sarà investigare come la percezione del colore in una data epoca storica si rifletta nelle tecniche pittoriche, nella scelta del colore e del pigmento influenzando la consistenza materica del dipinto murale.

Il progetto di ricerca esplora infine i meccanismi e gli strumenti necessari ad imbastire il telaio della conoscenza in questa complessità multidisciplinare: la risposta è nei sistemi di conoscenza collaborativa del Web che consentono non solo il confronto tra i dati provenienti dalle diverse discipline come una enorme enciclopedia, ma anche il confronto tra siti, immagini, testi e dati analitici provenienti da siti e gruppi di lavoro geograficamente lontani.

Si ritiene infine che l'ampliamento delle conoscenze debba essere condiviso con il fruitore secondo linee programmatiche volte alla riscoperta del patrimonio culturale territoriale: a partire da interventi a basso costo, quali la condivisione di contenuti con il fruitore per mezzo di QR code, *beacon*, o semplicemente l'installazione di pannelli esplicativi il visitatore potrà essere guidato tra le bellezze policrome del territorio regionale.

Il presente progetto di ricerca si configura pertanto come un tentativo di far luce sulla policromia e sulle tecniche pittoriche impiegate in epoca romana e medievale in Sardegna, in una visione che trascende dalla pura metodologia analitica per aprirsi al fruitore ed alla condivisione delle conoscenze tra le diverse discipline perché ogni singolo studioso o curioso uomo della strada sia arricchito dai fili colorati delle trame del tempo.

RINGRAZIAMENTI

La vera natura dei musei non consiste nell' esporre oggetti d' arte [...] ma nel fare in modo che i visitatori pensino e riflettano su di essi. I musei sono, o dovrebbero essere, delle «macchine per pensare»

Salvatore Settis

Si ringraziano la Soprintendenza Archeologica delle provincie di Cagliari e Oristano, la Soprintendenza dei Beni Architettonici e Paesaggistici storici artistici ed etnoantropologici per le provincie di Sassari e Nuoro (BAPSAE SS), l'Ufficio per i Beni Culturali Ecclesiastici per le provincie Alghero-Bosa, Nuoro e Sassari, e tutti coloro che ci hanno accolti in sito. Si ringrazia il laboratorio M2ADL dell'Alma Mater Studiorum Università di Bologna, campus di Ravenna, per l'accesso ai laboratori.

Si ringrazia il Prof. Ulrico Sanna per avermi incoraggiata ad affrontare la prova di ammissione al dottorato e intraprendere questo percorso, sempre dimostrandomi grande fiducia. Si ringrazia la Prof.ssa Paola Meloni per avermi affiancata, illuminata, guidata, in questo viaggio nella policromia sarda.

Si ringrazia Matteo Positano per i preziosi consigli diagnostici e di redazione, Flavia Fiorillo per il tempo, il supporto, i confronti.

Si ringraziano tutti i docenti e i professionisti del settore incontrati in questi anni di ricerca per i confronti, le suggestioni, gli insegnamenti. In particolare si ringraziano i restauratori Georgia Toreno e Domenico Gazzana, la fotografa Rossella Fadda, gli storici dell'arte Fernanda Poli e Alessandro Ruggeri.

Si ringraziano le dottorande e i collaboratori del Laboratorio di Bonaria di Cagliari per l'accoglienza, l'aiuto, le chiacchiere, le avventure.

Un grazie a tutti coloro che non posso nominare singolarmente, ma che han seguito questo percorso di ricerca tra avventure, disavventure e soddisfazioni.

Ringrazio chi ho dimenticato, e me ne scuso, perché l'influenza di molti è stato tassello importante per la stesura di questo lavoro.

La *conservation science* forse non salva la vita, ma poiché l'arte e la Cultura fanno bene all'anima, lasciatemi pensare che l'energia impiegata in questo lavoro di ricerca ne preservi brillantezza e colori.

BIBLIOGRAFIA

- Aldovrandi, Alfredo, Picollo Marcello. 2001.** *Metodi di documentazione e indagini non invasive sui dipinti.* 2007. Saonara (Padova) : Il prato, 2001. p. 112.
- Aliatis, I., Bersani D., Campani E., Casoli A., Lottici P.P., Mantovan S., Marino I.G. 2010.** Pigments used in Roman wall paintings in the Vesuvian area. *Journal of Raman Spectroscopy.* 2010, Vol. 41, 11, p. 1537-1542.
- Amadori, M.L., Barcelli S., Poldi G., Ferrucci F., Andreotti A., Baraldi P., Colombini M.P. 2015.** Invasive and non-invasive analyses for knowledge and conservation of Roman wall paintings of the Villa of the Papyri in Herculaneum. *Microchemical Journal.* 2015, Vol. 118, p. 183-192.
- Andersen, F.G. 1985.** Pompeian Painting - Some Practical Aspects of Creation. *Analecta romana Instituti danici.* 1985, 14, p. 113-128.
- Angela, A. 2007.** *Una giornata nell'antica Roma. Vita quotidiana, segreti e curiosità.* Milano : Mondadori, 2007.
- Bachet, Jérôme. 2014.** *L'iconografia medievale.* [trad.] Fabio Scirea. 1. Milano : Jaca Book, 2014. p. 231.
- Ball, Philip. 2001.** *Colore. Una biografia. Tra arte storia e chimica, la bellezza e i misteri del mondo del colore.* [trad.] Vicentini P. Lanza L. 2015. Trabaseleghe (PD) : BUR Biblioteca Univ. Rizzoli, 2001. p. 378.
- Baraldi, P., Baraldi C., Curina R., Tassi L., Zannini P. 2007.** A micro-Raman archaeometric approach to Roman wall paintings. *Vibrational Spectroscopy.* 2007, Vol. 43, 2, p. 420-426.
- Bearat, Hamdallah. 1997.** Quelle est la gamme exacte des pigments Romains? Confrontation des resultats d'analyse et des textes de Vitruve et de Pline. *Proceedings of the International Workshop on Roman Wall Painting, Fribourg 1996.* Friburgo : s.n., 1997, p. 11-34.
- Bevilacqua, N., Borgioli, L., Adrover Garcia, I. 2010.** *I pigmenti nell'arte dalla preistoria alla rivoluzione industriale.* [trad.] 304. Saonara (Padova) : Il prato, 2010.
- Billi, Eliana. 2014.** Cercando l'«incanto fantastico di colorito»: restauri italiani di monumenti medievali nel XIX secolo. *BTA Bollettino Telematico dell'Arte.* Ottobre 2014, Vol. 737. URL: <http://www.bta.it/txt/a0/07/bta00737.pdf>.

- Bloch, Marc. 1949.** *La società feudale*. 2010, decima. Belvedere di tezze sul Brenta (Vicenza) : Einaudi, 1949.
- Borgioli L., Cremonesi P. 2005.** *Le resine sintetiche usate nel trattamento di opere policrome*. Saonara (PD) : Il Prato, 2005.
- Borgioli, L. 2002.** *Polimeri di sintesi per la conservazione della pietra*. seconda. Saonara (PD) : Il Prato, 2002.
- Botticelli, Guido. 1992.** *Metodologia di restauro delle pitture murali*. 2003. Firenze : Centro Di, 1992. p. 176.
- Botticelli, Guido, Botticelli, Silvia. 2008.** *Lezioni di restauro. Le pitture murali*. 2012. Firenze : Centro Di, 2008. p. 208.
- Canepa, Maurizia. 1984.** Cagliari (Karalisi) loc. Tuvixeddu. *I sardi : la Sardegna dal paleolitico all'eta romana*. Milano-Cagliari : Jaca Book, 1984, p. 38-43.
- Cara S., Carcangiu G., Massidda L., Meloni P., Piras M.G., Sanna U. 2002.** Conservative characterisation of the plaster coating the Red Sacellum of Monte d' Accoddi (Sardinia). [a cura di] Galan e Zezza. *Protection and Conservation of the Cultural Heritage in the Mediterranean Cities: Proceedings of the 5th International Symposium, Sevilla, Spain, 5-8 April 2000*. Sevilla, Spain : Swets & Zeitlinger, Usse, 2002.
- Cariati F., Rampazzi L., Toniolo L., Pozzi A. 2000.** Calcium Oxalate Films on Stone Surfaces: Experimental Assessment of the Chemical Formation. *Studies in Conservation*. 2000, Vol. 45, 3, p. 180-188.
- Casoli A., Santoro S. 2012.** Organic materials in the wall paintings in Pompei: a case study of Insula del Centenario. *Chemistry Central Journal*. 2012, Vol. 6, 107.
- Castelnuovo, E. 2006.** L'artista. [a cura di] Jacques Le Goff. *L'uomo medievale*. Bari : Laterza, 2006, 6.
- Castelnuovo, Enrico. 2004.** *Artifex bonus. Il mondo dell'artista medievale*. [a cura di] E. Castelnuovo. Bari : Laterza, 2004. p. 245.
- Chalmin, E., Menu, M., Vignaud, C. 2003.** Analysis of rock art painting and technology of Paleolithic painters. *Meas. Sc. Technol.* 2003, p. 1590-1597.
- Chiantore O., Lazzari M. 2001.** Photo-oxidative stability of paraloid acrylic protective polymers. *Polymer*. 2001, Vol. 42, p. 17-27.
- Chiantore O., Trossarelli L., Lazzari M. 2000.** Photooxidative degradation of acrylic and methacrylic polymers. *Polymer*. 2000, Vol. 41, p. 1657-1668.
- Conti, C. 2002.** *Storia del restauro e della conservazione delle opere d'arte*. Milano : Mondadori Electa, 2002.

- Corso, G., Gelzo M., Vergara A., Grimaldi M., Piccioli C., Arcari P. 2013.** Pigments and binders in Pompeian four styles wall paintings. *Proceedings International Conference Built Heritage 2013 (BH2013) Monitoring Conservation, Management, Milano, 18 Novembre 2013*. Milano : s.n., 2013, p. 1391-1398.
- Daehne A., Herm C. 2013.** Calcium hydroxide nanosols for the consolidation of porous building materials - results from EU-STONECORE. *Heritage Science*. 2013, Vol. 11, 1.
- D'Armada P., Hirst E. 2012.** Nano-Lime for Consolidation of Plaster and Stone. *Journal of architectural conservation*. 2012, Vol. 18, 1.
- Davidson M.W., Abramowitz M. 1998-2008.** Introduction to Optical Microscopy, Digital Imaging, and Photomicroscopy. [Online] 1998-2008. <http://micro.magnet.fsu.edu/primer/>.
- De Rossi, G.B. 1892.** Cubicoli sepolcrali cristiani adorni di pitture presso Cagliari in Sardegna. *Bullettino di archeologia cristiana*. 1892, Vol. 5, 3.
- Delort, Robert. 1989.** *La vita quotidiana nel Medioevo*. [trad.] Maria Garin. Titolo originale: *La vie au Moyen Age* (1972). Bari : Laterza, 1989.
- Disegno e creazione delle immagini nella pittura romana. Esposito, Domenico. 2010.* s.l. : Università degli Studi di Napoli "L'Orientale", 2010. Atti del X Congresso Internazionale Association Internationale pour la peinture murale antique (AIPMA), Napoli, 17 - 21 settembre 2007. Volume 12; Volume 18 di *Annali di archeologia e storia antica*.
- Dufour Bozzo, Colette. 1973.** La pittura parietale antica. [aut. libro] a cura di C. Maltese. *Le tecniche artistiche*. 2006. Azzate (Varese) : Mursia, 1973, p. 309-335.
- Duran A., Jimenez De Haro M. C., Perez-Rodriguez J. L., Franquelo M. L., Herrera L. K., Justo A. 2010.** Determination of pigments and binders in Pompeian Wall paintings using synchrotron radiation - high-resolution X-Ray powder diffraction and conventional spectroscopy - chromatography. *Archaeometry*. 2010, Vol. 52, 2, p. 286-307.
- Duran A., Perez-Rodriguez J.L., Jimenez de Haro M.C., Franquelo M.L., Robador M.D. 2011.** Analytical study of Roman and Arabic wall paintings in the Patio De Banderas of Reales Alcazares' Palace using non-destructive XRD/XRF and complementary techniques. *Journal of Archaeological Science*. 2011, Vol. 38, 9, p. 2366-2377.
- Eastaugh N., Walsh V., Chaplin T., Siddall R. 2004.** *The Pigment Compendium. Optical Microscopy of Historical Pigments*. Oxford : Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004.

- Edreira M.C., Feliu M.J. , Fernández-Lorenzo C., Martín J. 2001.** Roman wall paintings characterization from Cripta del Museo and Alcazaba in Mérida (Spain): chromatic,. *Analytica Chimica Acta*. 2001, Vol. 434, 2, p. 331-345.
- Edreira, M. C., Feliu, M. J., Fernández-Lorenzo, C. Martín, J. 2003.** Roman wall paintings characterization from Cripta del Museo and Alcazaba in Mérida (Spain): Chromatic, energy dispersive X-ray fluorescence spectroscopic, X-ray diffraction and Fourier transform infrared spectroscopic analysis. *Analytica Chimica Acta*. 2003, Vol. 434, 2, p. 331-345.
- Edreira, M. C., Feliu, M. J., Fernández-Lorenzo, C., Martín, J. 2003.** Spectroscopic analysis of roman wall paintings from Casa del Mitreo in Emerita Augusta, Mérida, Spain. *Talanta*. 2003, Vol. 59, 6, p. 1117-1139.
- Esposito, Giuseppe. 2011.** Il sistema economico e produttivo della pittura romana. Esempi dall'area vesuviana. *Les savoirs professionnels des gens de métier. Études sur le monde du travail dans les sociétés urbaines de l'empire romain*. Napoli : CIP entre Jean Bérard, 2011.
- Fachechi, G. M. 2015.** Quando le cattedrali non erano bianche: uso e funzione del colore nell'architettura sacra medievale. [a cura di] M. Zammerini. *Il mito del bianco in architettura*. s.l. : DiAP PRINT, 2015, p. 192.
- G., Montagna. 1993.** *I pigmenti. Prontuario per l'arte e il restauro*. s.l. : Nardini, 1993.
- Gelzo M., Grimaldi M., Vergara A., Severino V., Chambery A., Dello Russo A., Piccioli C., Corso G., Arcari P. 2014.** Comparison of binder compositions in Pompeian wall painting styles from Insula Occidentalis. *Chemistry Central Journal*. 2014, Vol. 8, 65.
- Genestar C., Pons C. 2005.** Earth pigments in painting: characterization and differentiation by means of FTIR spectroscopy and SEM-EDS microanalysis. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2005, Vol. 382, p. 269-274.
- Gettens, R.J., Stout, G. 1966.** *Painting materials: a short encyclopedia*. New York : Dover, 1966.
- Gizzi, S., [a cura di]. 2007.** *Ss. Trinità di Saccargia. Restauri 1891-1897*. Roma : Gangemi, 2007.
- Guidetti, M., [a cura di]. 1988.** *Il Medioevo. Dai Giudicati agli Aragonesi*. Milano : Jaca Book, 1988. Vol. 1-2.
- Guillou, André. 1988.** La diffusione della cultura bizantina. [a cura di] M. Guidetti. *Il Medioevo. Dai Giudicati agli Aragonesi*. Milano : Jaca Book, 1988, Vol. 1, 15, p. 373-459.
- . **1988.** La lunga età bizantina: politica ed economia. [a cura di] M. Guidetti. *Il Medioevo. Dai Giudicati agli aragonesi*. Milano : Jaca Book, 1988, Vol. 1, 14, p. 329-371.

- Hauser, Arnold. 1955.** *Storia sociale dell'arte. Preistoria Antichità Medioevo.* [trad.] Bovero A. Novara : Einaudi, 1955. p. 440. Vol. I.
- Hradil, D., Grygar T., Hradilová J., Bezdička P. 2003.** Clay and iron oxide pigments in the history of painting. *Applied Clay Science.* 2003, Vol. 22, 5, p. 223-236.
- I., Adrover Garcia. 2001.** *Applicazioni della spettrometria IR allo studio dei beni culturali.* s.l. : Il Prato, 2001.
- Intonaci colore e coloriture nell'edilizia storica, Atti del Convegno, Roma 25-27 ottobre 1984.* **1986.** Roma : Bollettino dell'Arte, 1986. Intonaci colore e coloriture nell'edilizia storic. Vol. suppl. 35.36.
- Intonaci colore e coloriture nell'edilizia storica: atti del convegno di studi, Roma, 25-27 ottobre 1984.* **Bureca A., Palandri G., [a cura di]. 1986.** Roma : Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, 1986. Intonaci colore e coloriture nell'edilizia storica. Vol. Supplemento al Bollettino dell'Arte, n.35-36.
- Kendrick, E., Kirk C.J., Dann S.E. 2007.** Structure and colour properties in the Egyptian Blue Family, $M_1-xM'xCuSi_4O_{10}$, as a function of M, M' where M, M' = Ca, Sr and Ba. *Dyes and Pigments.* 2007, Vol. 73, 1, p. 13-18.
- Khallaf M.K., El-Midany A.A., El-Mofty S.E. 2011.** Influence of acrylic coatings on the interfacial, physical, and mechanical properties of stone-based monuments. *Progress in Organic Coatings.* 2011, Vol. 72, p. 592-598.
- La couleur à la Grande Grotte d'Arcy-sur-Cure (Yonne).* **Baffier, D., Girare, M., Menu, M., and Vignaud, C. 1999.** 1, Paris, France : Elsevier, 1999, L' Anthropologie , Vol. 103, p. 1-21.
- La Monica, G. 1985.** *Giuseppe Patricolo Restauratore.* Palermo : ILA PAMA, 1985.
- Le domus de janas del Logudoro-Mejlogu.* **Meloni, M.G. 1994.** Sassari-Oristano, Italia : s.n., 1994. L'ipogeismo nel Mediterraneo: origini, sviluppo, quadri culturali: atti del congresso internazionale, 23-28 maggio 1994. p. 789-802.
- Le Goff, Jacques, [a cura di]. 2006.** *L'uomo medievale.* [trad.] Garin M., Tastelli C. e Panzone R. 24. s.l. : Laterza, 2006.
- Le Goff, Jacques. 2007.** *Il Medioevo raccontato da Jacques Le Goff.* [trad.] Riccardi R. 2010. Bari : Laterza, 2007. p. 106.
- **2006.** *L'uomo medievale.* [trad.] Garin M., Tastelli C. e Panzone R. 19. Bari : Laterza, 2006. p. 440.
- Loddo, R. 1907.** Tombe puniche e romane nella necropoli occidentale di Cagliari presso S. Avendrace. *Archivio storico sardo.* 1907, Vol. 3, p. 427-431.
- Luzzatto, L. e Pompas R. 1988.** *Il significato dei colori nelle civiltà antiche.* Pavia : Rusconi Libri S.p.A., 1988.

- Maltese, Corrado. 1973.** *Le tecniche artistiche*. 2006. Azzate (Varese) : Mursia, 1973. p. 552.
- Marini A., Matteini M., Fratini F. 2007.** Riflessioni critiche e nuove sperimentazioni sui trattamenti protettivi e consolidanti a base di ossalato di calcio artificiale. *Il consolidamento degli apparati architettonici e decorativi*. s.l. : Arcadia Ricerche, 2007.
- Matteini, Mauro, Moles Arcangelo. 1989.** *La chimica nel restauro*. 2007. Firenze : Nardini, 1989. p. 386.
- Mazzocchin G.A., Vianello A., Minghelli S., Rudello D. 2010.** Analysis of roman wall paintings from the Thermae of "Iulia Concordia". *Archaeometry*. 2010, Vol. 52, 4, p. 644-655.
- Mazzocchin, G., Agnoli, F., Mazzocchin, S., Colpo, I. 2003.** Analysis of pigments from Roman wall paintings found in Vicenza. *Talanta*. 2003, Vol. 61, 4, p. 565-572.
- Meloni, Riccardo. marzo 1968.** Cimitero cristiano in Bonara in Cagliari. *La Zagaglia : rassegna di scienze, lettere ed arti*. marzo 1968, 37.
- Melucco Vaccaro, Alessandra. 1989.** *Archeologia e restauro. Storia e metodologia del problema*. 2000. Città di Castello (Perugia) : Veilla, 1989.
- Milia, Graziano. 1988.** La civiltà giudicale. [a cura di] M. Guidetti. *Il Medioevo. Dai Giudicati agli Aragonesi*. Milano : Jaca Book, 1988, Vol. 2, 5, p. 193-229.
- Mirti, P., Appolonia L., Casoli A., Ferrari R.P., Laurenti E., Amisano Caresi A., Chiari G. 1995.** Spectrochemical and structural studies on a roman sample of Egyptian blue. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 1995, Vol. 51, 3, p. 437-446.
- Montagna, Giovanni. 1993.** *I pigmenti. Prontuario per l'arte e il restauro*. Firenze : Nardini, 1993. p. 264.
- Morolli, G., [a cura di]. 2002.** *Basiliche medievali della città di Lucca. La guida inedita di Enrico Ridolfi (1828-1909)*. Milano : Silvana Editoriale, 2002.
- Nardini Despotti Mospignotti, A. 1902.** *Il Duomo di San Giovanni, oggi Battistero di Firenze*. Firenze : Salvatore Landi, 1902.
- Nimmo M., Olivetti C. 1985-86.** Sulle tecniche di trasposizione dell'immagine in epoca medievale. 1985-86, 3, VIII-IX.
- Nordberg, D., [a cura di]. 1982.** *Sancti Gregorii Magni registrum epistularum libri VII-XIV, Corpus Christianorum, Series Latina*. Brepols : Turnhout, 1982. Vol. CXL A.

- Papliaka Z.E., Vaccari L., Zanini F., Sotiropoulou S. 2015.** Improving FTIR imaging speciation of organic compound residues or their degradation products in wall painting samples, by introducing a new thin section preparation strategy based on cyclododecane pre-treatment. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2015, Vol. 407, 18.
- Pastoureau, Michel. 2005.** *Medioevo simbolico*. Bari : Gius. Laterza & Figli Spa, 2005. p. 410.
- Piovesan, Siddall R., Mazzoli C., Nodari L. 2011.** The Temple of Venus (Pompeii): a study of the pigments and painting techniques. *Journal of Archaeological Science*. 2011, Vol. 38, 10, p. 2633-2643.
- Piponnier, F. e Mane, P. 1995.** *Se vêtir au moyen âge*. Paris. Paris : Biro, 1995.
- Pirenne, Henry. 1971.** *Le città del Medioevo*. [trad.] Elsa Romeo. Bari : Laterza, 1971. Titolo originale: Les villes du Moyen Age (1927).
- Poli, Fernanda. 2014.** Il complesso monastico della SS. Trinità di Saccargia. Gli affreschi: restauri e narrazione storico-critica delle storie rappresentate. [a cura di] Strinna G. e Vidili M. *I 900 anni della basilica della SS. Trinità di Saccargia. Atti del convegno di Saccargia (Codrongianos), 15 dicembre 2012*. Sassari : Editrice Democratica Sarda, 2014.
- . **1999.** *La chiesa del castello di Bosa. Gli affreschi di Nostra Signora de Sos Regnos Altos*. Sassari : Editrice Democratica Sarda, 1999.
- Pouyet E., Lluveras A., Nevin A., Saviello D., Sette F., Cotte M. 2014.** Preparation of thin-sections of painting fragments: Classical and innovative strategies. *Analytica Chimica Acta*. 2014, Vol. 822, p. 51-59.
- Prati, S., F. Rosi, G. Sciutto, P. Oliveri, E. Catelli, C. Miliani, R. Mazzeo. 2013.** Evaluation of the effect of different paint cross section preparation methods on the performances of Fourier transformation infrared microscopy in total reflection mode. *Microchemical Journal*. 2013, Vol. 110, p. 314-319.
- Rampazzi L., Campo L., Cariati F., Tanda G., Colombini M.P. 2007.** Prehistoric wall paintings: the case of the Domus de Janas necropolis (Sardinia, Italy). *Archaeometry*. 2007, Vol. 49, 3, p. 559-569.
- Rampazzi, L., Cariati, F., Tanda, G., Colombini, M.P. 2002.** Characterisation of wall paintings in the Sos Furrighesos necropolis (Anela, Italy). *Journal of Cultural Heritage*. 2002, Vol. 3, p. 237-240.
- Ridolfi, M. 1879.** *Scritti d'arte e di antichità*. Firenze : Successori Le Monnier, 1879.
- Salvat, M. 1988.** Le traité des couleurs de Barthélemy l'Anglais. *Les couleurs au Moyen Âge*. Aix-en-Provence : Presses universitaires de Provence, 1988, Vol. 24, p. 359-385. <http://books.openedition.org/pup/3636>.

- Salvi, Donatella. 1996.** *Una tomba con i pesci, spighe ed altri fregi nella necropoli cagliaritana di Tuvixeddu: notizia preliminare.* Ministero per i beni culturali e ambientali, Soprintendenza archeologica per le province di Cagliari e Oristano. 1996. p. 211-215, Quaderni.
- Sanchez Sanjurjo, J. 2009.** Origin of Gypsum-rich Coatings on Historic Buildings. *Water Air Soil Pollution.* 2009, Vol. 204, p. 53-68.
- Selva Bonino V.E., Tegoni M., Mucchino C., Predieri G., Casoli A. 2015.** Model study of the constituents of wall painting degradation patinas: the effect of the treatment with chelating agents on the solubility of the calcium salts. *Microchemical Journal.* 2015, Vol. 118, p. 62-68.
- Spades, S, Russ, J. 2005.** GC-MS analysis of lipids in prehistoric rock paints and associated oxalate coatings from the lower Pecos region, Texas. *Archaeometry.* February 2005, Vol. 47, 1, p. 115-126.
- Spano, G. 1861.** *Guida alla città di Cagliari e dintorni.* Cagliari : s.n., 1861.
- Spanu, P.G.I. 2000.** Martyria Sardiniae: i santuari dei martiri sardi. *Mediterraneo tardoantico e medievale. Scavi e ricerche, 15.* Oristano : S'Alvure, 2000.
- Tangheroni, Marco. 1988.** L'economia e la società della Sardegna (XI-XIII secolo). [a cura di] M. Guidetti. *Il Medioevo. dai Giudicai agli Aragonesi.* Milano : Jaca Book, 1988, Vol. 2, 4, p. 157-191.
- Trigger, Bruce G. 1996.** *Storia del pensiero archeologico.* [trad.] Scandone Matthieu G. San Giustino (Perugia) : La Nuova Italia, 1996.
- Varone, A., Bearat H. 1997.** Pittori romani al lavoro. Materiali, strumenti, tecniche: evidenze archeologiche e dati analitici di un recente scavo pompeiano lungo via dell'Abbondanza (REG. IX INS.12). *Proceedings of the International Workshop on Roman Wall Painting, Fribourg 1996.* 1997, p. 199-214.
- Vasari, Giorgio. 1996.** *Le tecniche artistiche.* [a cura di] F. Diano. [trad.] Diano F. 1996. Vicenza : Neri Pozza Editore, 1996. p. 316. Baldwin Brown, G..
- Vitruvio. 1997.** *De Architectura.* [a cura di] Pierre Gros. [trad.] A. e Romano E. Corso. Martellago (Venezia) : Einaudi, 1997.
- Vivanet, F. 1892.** Catacombe cristiane di Cagliari, scoperte nella collina di Bonaria, presso l'attuale cimitero. *Notizie degli scavi.* 1892.
- Weber J., Prochaska W., Zimmermann . 2009.** Microscopic techniques to study Roman renders and mural paintings from various sites. *Materials Characterization.* 2009, Vol. 60, 7, p. 586-593.

Weyer, Angela, et al. 2015. *EwaGlos - European Illustrated Glossary of Conservation Terms for Wall Paintings and Architectural Surfaces*. s.l. : <http://www.hornemann-institut.de/doi/233.php>, 2015. doi:10.5165/hawk-hhg/233.

Yates, Frances Y., 1972. *L'arte della memoria*. [trad.] Alberto Biondi. Torino : Giulio Einaudi, 1972. Originale: *The art of memory* (1966).

Zucca, R. 2000. Il cimitero paleocristiano di Bonaria. *Insulae Christi. Il Cristianesimo primitivo in Sardegna, Corsica e Baleari. Guida alla Mostra (Oristano 1 Aprile - 31 dicembre 2000)*. s.l. : Mythos iniziative, 2000, p. 29-31.

INDICE DELLE IMMAGINI

INDICE DELLE IMMAGINI

Figura 1 Localizzazione geografica dei siti coinvolti nel progetto.	38
Figura 2 La fase di prelievo dei campioni.	40
Figura 3 Preparativa dei campioni.....	40
Figura 4 Spiegazione della legge di Bragg.	43
Figura 5 - La Tomba dei Pesci e delle Spighe: visione di insieme e immagini di campionamento.	62
Figura 6 Sezioni stratigrafiche blu della serie TPC in luce visibile e ultravioletta.....	66
Figura 7 In alto: TPC21 tal quale e in sezione stratigrafica in luce visibile e ultravioletta. A seguire: spettro FTIR acquisito sul pigmento blu del campione TPC21; spettro acquisito in cella di diamante dal campione TPC21.....	69
Figura 8 Microanalisi SEM-EDS su microstratigrafia blu: a) Immagine BSE; b) spettro EDS.	70
Figura 9 Spettro FTIR del Blu Egizio.	70
Figura 10 Spettro FTIR acquisito in cella su un grano blu del campione TPC21.....	71
Figura 11 Spettro acquisito in cella sul campione TPC7.....	71
Figura 12 Microscopia ottica in luce visibile e ultravioletta di alcune sezioni stratigrafiche rosse della serie TPC.	72
Figura 13 Spettro FTIR acquisito su uno strato pittorico rosso.	73
Figura 14 Spettro FTIR acquisito sullo strato rosso del campione TPC1.	74
Figura 15 Analisi SEM-EDS su un campione rosso: a) Immagine BSE; b) Spettro EDS.	74
Figura 16 Sezione stratigrafica in luce visibile del campione TPC15 in alto a destra; a seguire mappe SEM-EDS.....	75
Figura 17 Sezione stratigrafica del campione giallo TPC13 al microscopio ottico in luce visibile e UV.	76
Figura 18 Analisi SEM-EDS su una sezione stratigrafica gialla. a) Immagine BSE; b) Microanalisi EDS.....	76
Figura 19 Acquerello del dipinto murale del cubicolo di Munazio Ireneo da un acquerello di fine Ottocento.	81
Figura 20 Cubicolo di Munazio Ireneo: sezioni stratigrafiche in luce visibile e ultravioletta.....	85
Figura 21 Spettri FTIR acquisiti sul campione MI1.	86
Figura 22 MI1: spettro FTIR in modalità ATR dello strato pittorico rosso.....	87
Figura 23 Spettro FTIR acquisito sullo strato superficiale, fluorescente in luce UV, del campione MI5, sotto in sezione stratigrafica.	88

Figura 24 Visione d'insieme e particolare del dipinto murale di Galtelli.	98
Figura 25 Fase di campionamento dal dipinto murale di Galtelli.	98
Figura 26 Sezioni stratigrafiche blu della serie GTL in luce visibile e ultravioletta.	101
Figura 27 Spettro FTIR acquisito sullo strato di preparazione della stratigrafia GTL14.	102
Figura 28 Spettro FTIR acquisito sullo strato di preparazione della sezione stratigrafica GTL4 e pattern di confronto.	102
Figura 29 Spettro FTIR acquisito nella preparazione del campione GTL10.	103
Figura 30 Spettro FTIR del pigmento blu dalla mappa sul campione GTL4.	104
Figura 31 Mapping ATR-FTIR sulla sezione stratigrafica GTL4.	104
Figura 32 Sezioni stratigrafiche verdi in luce visibile e ultravioletta della serie GTL.	105
Figura 33 Spettro FTIR del pigmento verde dal campione GTL12.	106
Figura 34 Spettro FTIR relativo ad un materiale di tipo organico proteico acquisito sullo strato verde del campione GTL3.	106
Figura 35 Mapping ATR sul campione GTL3.	107
Figura 36 Stratigrafie rosse e gialle della serie GTL.	107
Figura 37 Spettro FTIR acquisito sullo strato rosso del campione GTL16.	108
Figura 38 Spettro FTIR sullo strato giallo del campione GTL6.	109
Figura 39 Mapping ATR sul campione GTL6.	109
Figura 40 Spettro FTIR acquisito sulla preparazione del campione GTL13 e sezione stratigrafica.	110
Figura 41 La chiesa di N.S. de sos Regnos Altos a Bosa.	112
Figura 42 In alto le sezioni stratigrafiche dei campioni blu della serie BOS. In basso: spettro FTIR dello strato di preparazione del campione BOS20.	117
Figura 43 Spettri FTIR sullo strato scuro della sezione stratigrafica BOS21 campionata come blu.	118
Figura 44 Spettri FTIR sullo strato scuro della sezione stratigrafica BOS21 campionata come blu.	118
Figura 45 Stratigrafie verdi della serie BOS.	119
Figura 46 Confronto tra lo spettro FTIR acquisito sulla preparazione della sezione stratigrafica BOS26 (in viola) e uno spettro di riferimento di una resina acrilica (PRIMAL).	119
Figura 47 Spettro FTIR acquisito sullo strato verde del campione BOS28.	120
Figura 48 Spettro SEM-EDS acquisito sul pigmento verde del campione BOS26.	120
Figura 49 Sezioni stratigrafiche rosse della serie BOS.	121
Figura 50 Spettro FTIR acquisito nello strato di preparazione della sezione stratigrafica BOS25.	121
Figura 51 Spettro FTIR acquisito sullo strato rosso della sezione stratigrafica BOS25.	122
Figura 52 Spettro FTIR acquisito sullo strato pittorico scuro della sezione stratigrafica BOS23.	122
Figura 53 Spettro FTIR acquisito sullo strato scuro della sezione stratigrafica BOS23.	123

Figura 54 Spettri FTIR acquisiti sulla sezione stratigrafica BOS29, di colore bianco.	123
Figura 55 La chiesa di S. Nicola di Trullas.	125
Figura 56 Spettro FTIR acquisito sulla preparazione della sezione stratigrafica SN1.	129
Figura 57 Spettro FTIR acquisito sulla preparazione della sezione stratigrafica SN11.....	129
Figura 58 Spettri FTIR a confronto acquisiti sullo strato scuro delle sezioni stratigrafiche SN2 e SN7....	130
Figura 59 Spettro FTIR acquisito sullo strato blu del campione SN1.....	130
Figura 60 Spettro FTIR del pigmento blu acquisito sulla sezione stratigrafica SN2.	131
Figura 61 A sinistra SN1: sezione stratigrafica in luce visibile. A destra: spettro SEM-EDS acquisito sui cristalli blu del campione SN1.	131
Figura 62 Spettro FTIR acquisito sullo strato superficiale della sezione stratigrafica SN11.....	132
Figura 63 Stratigrafie verdi della serie SN.	132
Figura 64 Spettro acquisito sullo strato verde del campione SN12.	133
Figura 65 Stratigrafie rosse della serie SN.....	134
Figura 66 Spettro FTIR acquisito nello strato di preparazione della sezione stratigrafica SN5.....	134
Figura 67 Spettro FTIR acquisito sullo strato rosso della sezione stratigrafica SN5.....	135
Figura 68 Spettro FTIR acquisito sullo strato rosso del campione SN9.	135
Figura 69 Spettro FTIR acquisito sullo strato superficiale della sezione stratigrafica SN4.....	136
Figura 70 La Basilica della Ss. Trinità di Saccargia.	139
Figura 71 Spettro FTIR acquisito sullo strato nero della sezione stratigrafica SAC1.	141
Figura 72 Mappa ATR-FTIR in falsi colori della sezione SAC1.....	141
Figura 73 Stratigrafie verdi della serie SAC.	142
Figura 74 Spettro acquisito sullo strato verde del campione SAC10.	143
Figura 75 Spettro FTIR acquisito sullo strato rosso della sezione stratigrafica SAC2.....	145
Figura 76 Spettro FTIR acquisito sullo strato di preparazione del campione SAC8.	145
Figura 77 Spettro FTIR acquisito sullo strato giallo della sezione stratigrafica SAC8.....	146