

comune di
PRATO



COMUNE DI PRATO

Servizio Ambiente e Qualità dei Luoghi di Lavoro

Via Manassei, 23 - 59100 PRATO



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

Responsabile della ricerca: PROF. ARCH. GIUSEPPE A. CENTAURO
Gruppo di ricerca: DOTT. ARCH. ROBERTO TAZIOLI con la collaborazione del
PERSONALE TECNICO SCIENTIFICO DEL L.A.M., DOTT.SA CRISTINA N. GRANDIN

CASCINE DI TAVOLA RECUPERO DEI MANUFATTI DELL'AREA DELLE PAVONIERE E DEL CANALE DELLA CORSA AI FINI DELLA VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO STORICO CULTURALE DEL PARCO E DELLA RIGENERAZIONE DEL SISTEMA DELLE ACQUE NEI CANALI - PROGETTO ESECUTIVO -

ARCH. CATERINA BRUSCHI
Progettista opere architettoniche

ING. FRANCESCO SANZO
Progettista opere strutturali

DOTT. CHIM. SERGIO SPAGNESI
Progettista aspetti ambientali
e collaborazione al Rup.

GEOM. NUNZIO MICELI
Collaboratore alla progettazione

Dis. SERENA PIANTINI
Collaboratore alla progettazione



Responsabile Unico del Procedimento

ING. GIAMPAOLO BONINI

	ELABORATO	SCALA
IL PROGETTISTA	RELAZIONE SAGGI STRATIGRAFICI	
DATA	LUGLIO 2013	

Oggetto: Cascine di Tavola

Nota riepilogativa sulla campagna di campionamento.

In data odierna ho provveduto ad effettuare una prima campagna di campionamento sui manufatti non residenziali del Parco delle Cascine di Tavola.

I campioni vengono di seguito qui elencati con numerazione progressiva dando indicazione grafica dell'esatto posizionamento del punto di prelievo.

- CAMPIONE N.1 - Tabernacolo ingresso di via del Crocifisso: intonaco con pigmento.

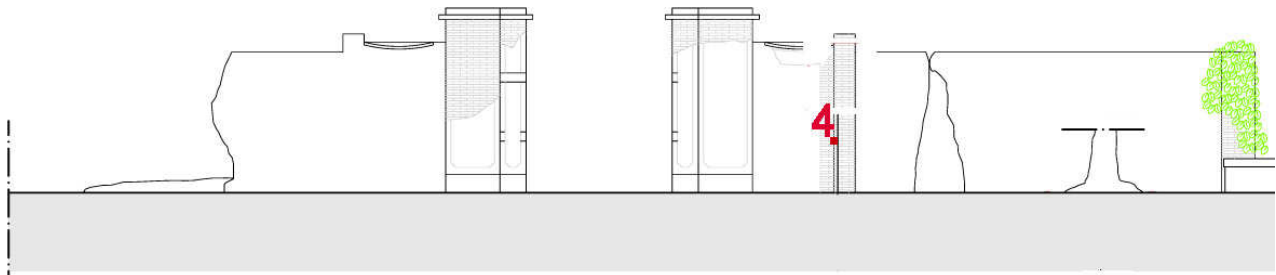


TABERNACOLO - FRONTE INTERNO

- CAMPIONE N.2 - Tabernacolo ingresso di via del Crocifisso: frammento di laterizio (prelievo effettuato su materiale accatastato in situ).

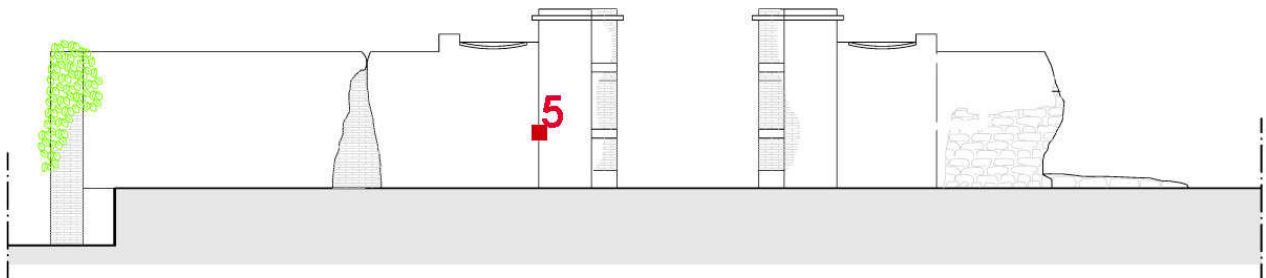
- CAMPIONE N.3 - Tabernacolo ingresso di via del Crocifisso: giunto di malta (prelievo effettuato su materiale accatastato in situ).

- CAMPIONE N.4 - Manufatto n.7: intonaco con pigmento.



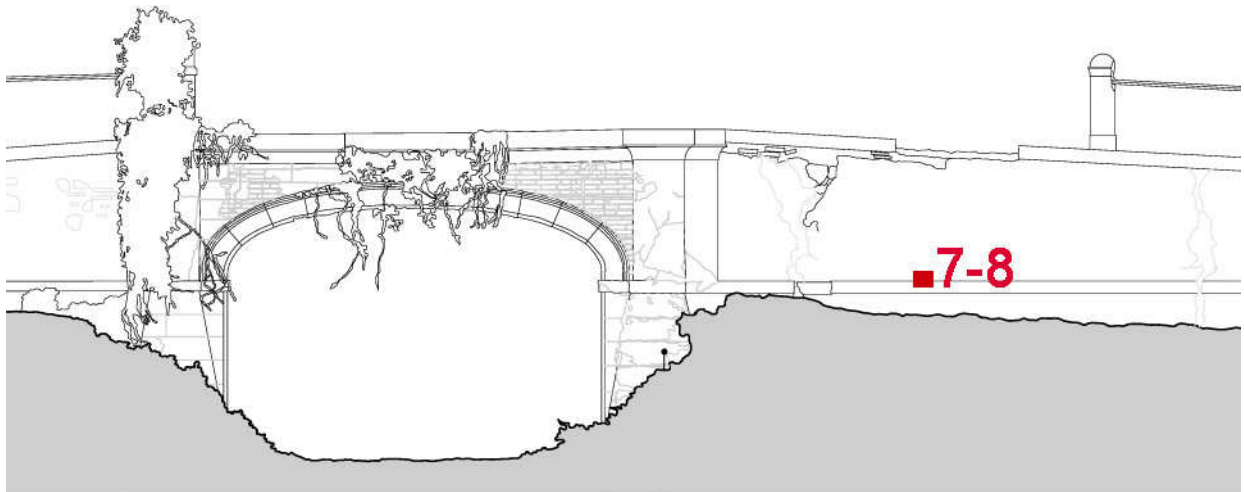
SEZIONE C-C'

- CAMPIONE N.5 - Manufatto n.7: giunto di malta

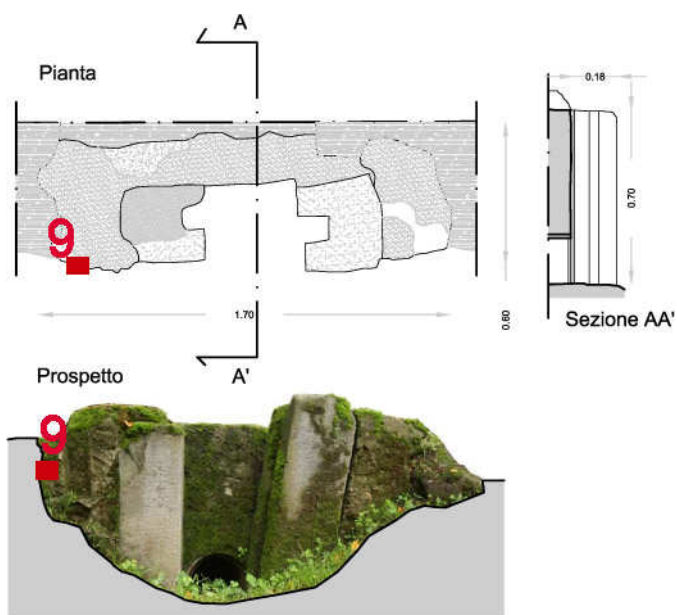


SEZIONE B-B'

- CAMPIONE N.6 - Ponte alla Curva, Canale della Corsa: frammento di arenaria (prelievo effettuato su colonnino accatastato in situ).
- CAMPIONE N.7 - Ponte alla Curva, Canale della Corsa: intonaco con tracce di pigmento.
- CAMPIONE N.8 - Ponte alla Curva, Canale della Corsa: giunto di malta.



- CAMPIONE N.9 - Manufatto n.1, Canale della Corsa: frammento in calcestruzzo.



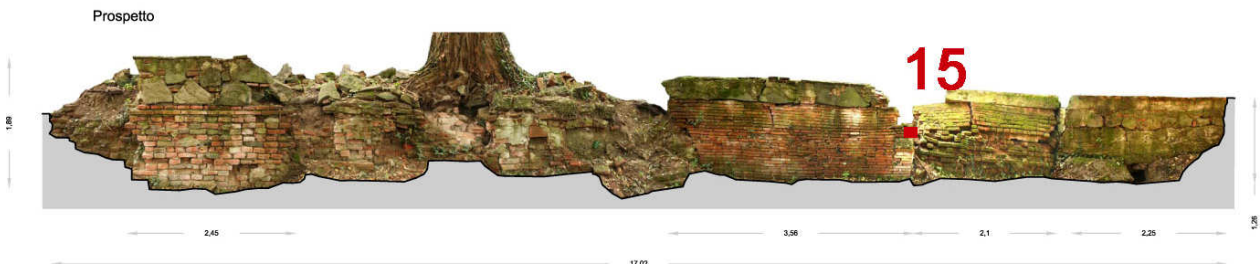
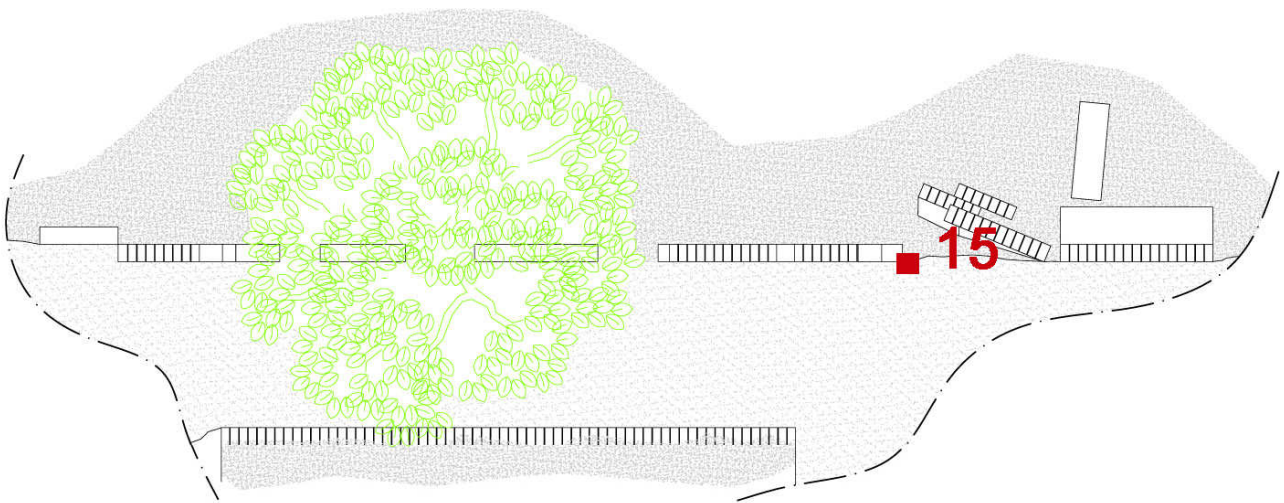
- CAMPIONE N.10 - Manufatto n.4, Canale della Corsa: frammento in calcestruzzo.
- CAMPIONE N. 11 - Manufatto n.4, Canale della Corsa: frammento di laterizio.



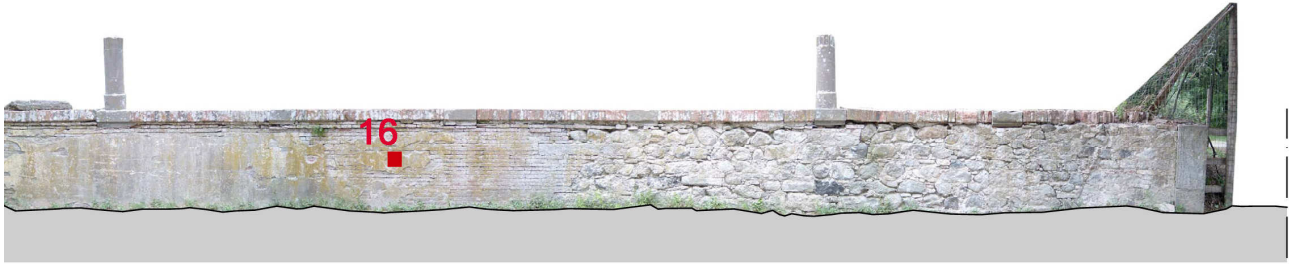
- CAMPIONE N.12 - Ponte con passerella in ferro, Canale della Corsa: giunto di malta.
- CAMPIONE N. 13 - Ponte con passerella in ferro, Canale della Corsa: frammento di arenaria (prelievo effettuato su cimasa accatastata in situ).
- CAMPIONE N. 14 - Ponte con passerella in ferro, Canale della Corsa: frammento di laterizio (prelievo effettuato su materiale accatastato in situ).



- CAMPIONE N. 15 - Manufatto n.6, Canale della Corsa: frammento di laterizio.

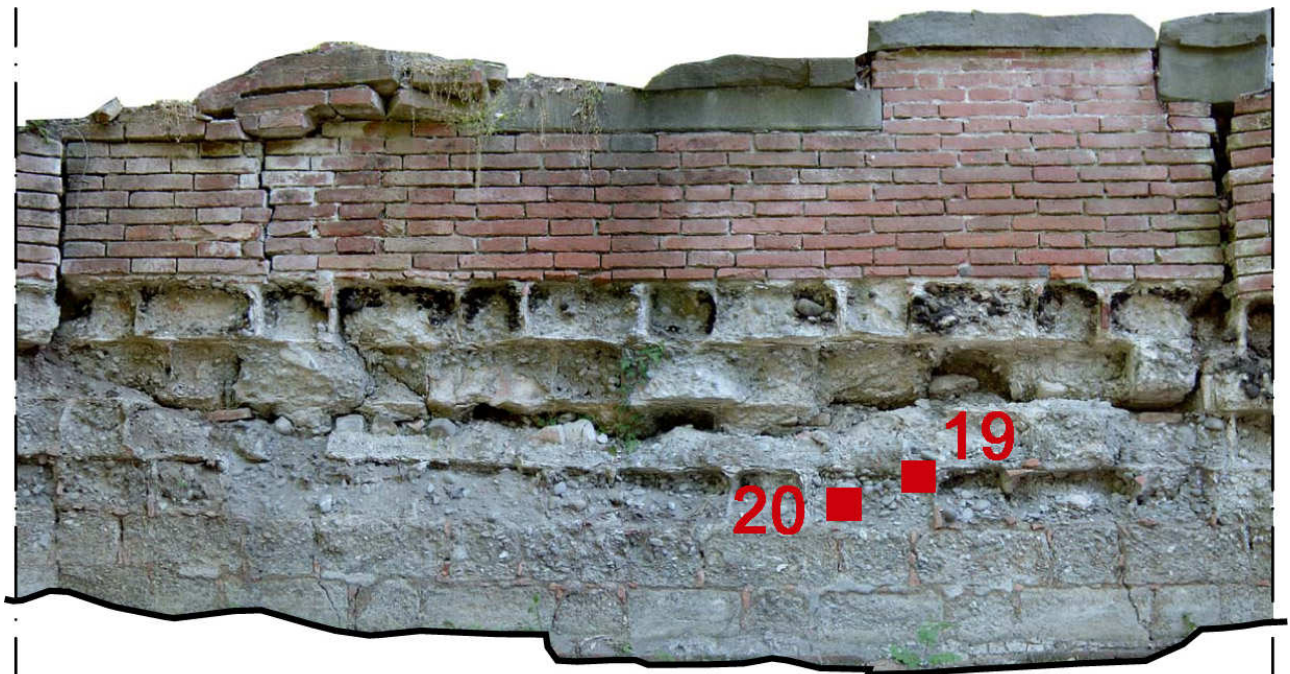


- CAMPIONE N. 16 - Darsena meridionale, Canale della Corsa: frammento di intonaco.



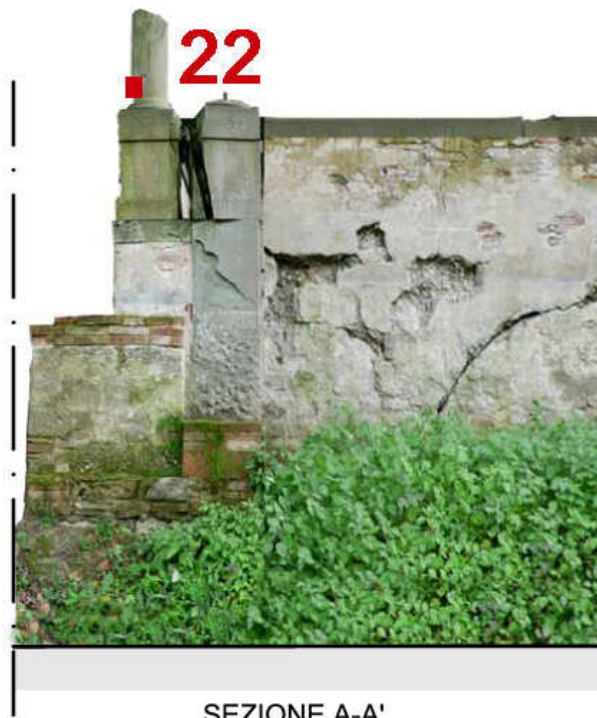
SEZIONE A-A'

- CAMPIONE N. 17 - Darsena meridionale, Canale della Corsa: frammento di arenaria (prelievo effettuato su cimasa accatastata in situ).
- CAMPIONE N. 18 - Darsena meridionale, Canale della Corsa: frammento di laterizio (prelievo effettuato su materiale accatastato in situ).
- CAMPIONE N. 19 - Darsena meridionale, Canale della Corsa: giunto di malta.
- CAMPIONE N. 20 - Darsena meridionale, Canale della Corsa: frammento di blocco in calcestruzzo.



Tratto n.2 -

- CAMPIONE N. 21 - Manufatto n.9, Canale delle Pavoniere: frammento di intonaco.
- CAMPIONE N. 22 - Manufatto n.9, Canale delle Pavoniere: frammento di arenaria.
- CAMPIONE N. 23 - Manufatto n.9, Canale delle Pavoniere: frammento di calcestruzzo (prelievo effettuato su materiale accatastato in situ).
- CAMPIONE N. 24 - Manufatto n.9, Canale delle Pavoniere:: frammento di laterizio (prelievo effettuato su materiale accatastato in situ).



SEZIONE A-A'

- CAMPIONE N. 25 - Ponte dell'Ombrellino, Canale delle Pavoniere: frammento di arenaria (prelievo effettuato su materiale accatastato in situ).

- CAMPIONE N. 26 - Ponte dell'Ombrellino, Canale delle Pavoniere: frammento di laterizio (prelievo effettuato su materiale accatastato in situ).
- CAMPIONE N. 27 - Ponte dell'Ombrellino, Canale delle Pavoniere: frammento di malta (prelievo effettuato su materiale accatastato in situ).

NOTA: l'esatta collocazione dell'ubicazione dei prelievi è meglio visibile nei grafici a scala architettonica (in questa sede non riprodotti).

Dott. Arch. Roberto Tazioli



DIRES

**Dipartimento di Restauro e
Conservazione dei Beni Architettonici**

via Pier Antonio Micheli, 8 - 50121 Firenze
tel. (+39)0552756580 (+39)0552756582 - fax (+39)0552756584
web <http://www.dires.unifi.it> - email resta@unifi.it dires@unifi.it



Università degli Studi di Firenze

Cascine di Tavola: risultati indagini di laboratorio

**Dott.ssa Emma Cantisani
Dott.ssa Marilena Ricci**

Firenze, 27 maggio 2009

Di seguito è riportata una sintetica descrizione delle metodologie analitiche applicate e dei risultati ottenuti sui campioni prelevati dall' Architetto Tazioli sui manufatti non residenziali del Parco delle Cascine di Tavola.

Sono riportati, in forma di scheda descrittiva, i risultati ottenuti sui campioni definiti come:

Campione n 1: Tabernacolo ingresso di via del Crocifisso, intonaco con pigmento

Campione n 4: Manufatto n.7: intonaco con pigmento

Campione n 5: Manufatto n.7 : giunto di malta.

Metodologie analitiche

Sui campioni forniti sono state ottenute sezioni lucide, sottili e polveri per l'applicazione delle seguenti metodologie analitiche:

Indagini allo Stereomicroscopio: Una piccola quantità di materiale, preventivamente orientato, è stato inglobato in una apposita matrice polimerica (resina epossidica), lucidato a specchio, osservato allo stereomicroscopio ottico (ingrandimenti obiettivo da 1X a 12X, fino a 40x, 50X).

Tale tipo di osservazione è particolarmente utile per:

- la caratterizzazione della sequenza stratigrafica degli strati componenti l'intonaco (strati di pittura, tipologie di malte, depositi superficiali, trattamenti artificiali);
- la determinazione dei tipi di ossidi utilizzati come coloranti e presenti negli strati di pittura;
- la determinazione delle caratteristiche morfologiche dei singoli pigmenti;
- stimare le quantità relative dei costituenti minerali di ogni singolo strato;
- verificare lo stato di conservazione dei pigmenti;
- valutare le caratteristiche adesive di due strati successivi;
- trarre elementi utili per l'interpretazione della tecnica pittorica esecutiva e proporre un esame critico della successione microstratigrafica.

Indagini per microscopia ottica in luce trasmessa (OM): I campioni sono stati ridotti ad uno spessore di circa 30 µm in modo da diventare trasparenti alla luce. Lo studio per microscopia in luce trasmessa è stato effettuato utilizzando un microscopio ottico in luce trasmessa polarizzata a nicol paralleli (//) e nicol incrociati (X), con ingrandimenti degli obiettivi da 2,5X a 40X.

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

In particolare riguardo all'aggregato di una malta è possibile studiare i seguenti aspetti:

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

Relativamente al legante si possono trarre indicazioni su:

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

Analisi per spettrofotometria infrarossa (FT/IR) Questo tipo di analisi è stata condotta su polveri del campione, ed è molto utile perché permette di stabilire la natura chimica di tutte le sostanze organiche (oli, resine, colle, coloranti, ecc.) e di numerosissimi composti inorganici (carbonati, solfati, silicati, ossalati, alcuni pigmenti, ecc.). Questo esame sfrutta le proprietà dei gruppi funzionali (carbonati, solfati ecc.) di assorbire radiazioni infrarosse (IR) di lunghezze d'onda specifiche. In base all'assorbimento si ottiene un grafico (spettro IR) per ciascun gruppo funzionale. E' stato utilizzato uno spettrofotometro della Perkin Elmer modello Spectrum 100 equipaggiato con sistema ATR.

Indagini per Microscopia elettronica: le sezioni sottili dei campioni sono state osservate al microscopio elettronico a Scansione Ambientale Modello ESEM Quanta-200 FEI che non necessita di alcuna preparazione preliminare del campione.

Nello studio delle malte, le indagini per microscopia elettronica sono in grado di fornire la composizione chimica del legante, soprattutto dove sia possibile evidenziare dei “grumi” cioè zone di puro legante che quindi rendono più selettiva l’analisi. E’ possibile inoltre analizzare i singoli componenti dell’aggregato.

Più in dettaglio l’osservazione morfologica al SEM e la microanalisi EDS-WDS, di un campione di malta risulta di notevole importanza per:

- verificare lo stato di conservazione superficiale;
- caratterizzare e studiare patine superficiali;
- verificare la porosità e le microstrutture del materiale;
- identificare i fenomeni di decoesione tra gli strati;
- investigare i minerali (es.: costituenti di pigmenti, minerali dell’aggregato, ecc.);
- individuare i fenomeni di degrado fisico, chimico e biologico;
- determinare la composizione chimica della frazione legante.

In particolare sui campioni forniti tale metodologia analitica è risultata molto utile per il calcolo dell’indice di idraulicità, effettuato sia sui grumi che su porzioni di legante. Tale valore è stato calcolato come :

$$I = \frac{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{CaO} + \text{MgO}}$$

Per chiarezza si riporta una tabella relativa alla classificazione delle calce idrauliche in base all’indice di idraulicità.

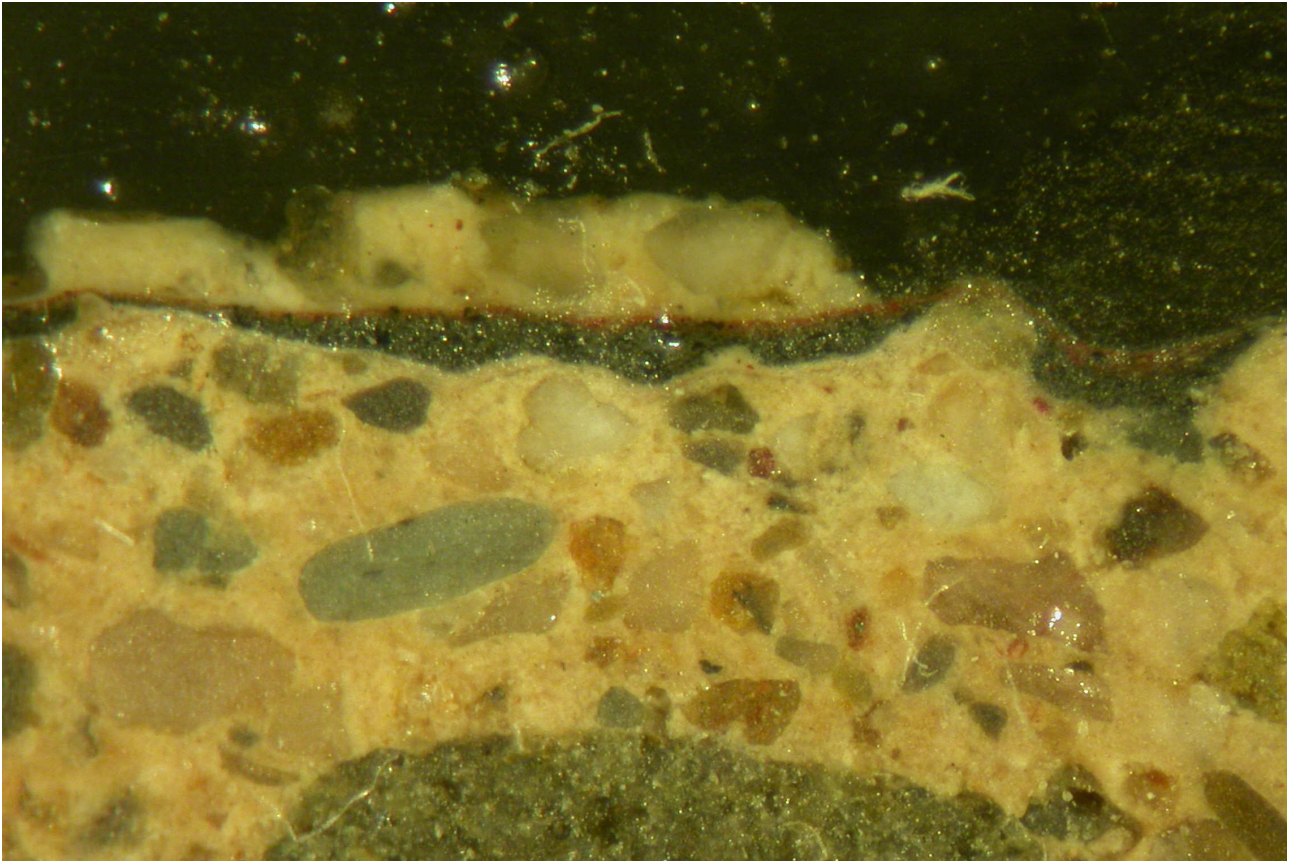
Calce	Indice Idraulicità	% Argilla	Tempi di presa
Debolmente idraulica	0,10-0,16	5-8	15-30 gg
Mediamente idraulica	0,16-0,31	8-15	7-11 gg
Propriamente idraulica	0,31-0,42	15-19	4-7 gg
Eminentemente idrauliche	0,42-0,50	19-22	4 gg
Calci limite (Cementi normali)	0,50-0,65	22-27	4 gg

L’indice di Idraulicità può variare tra 0 e 1, 2. Se il valore è zero significa che le proprietà idrauliche sono praticamente assenti e siamo in presenza di calce aerea. Valori di 0,5 indicano che

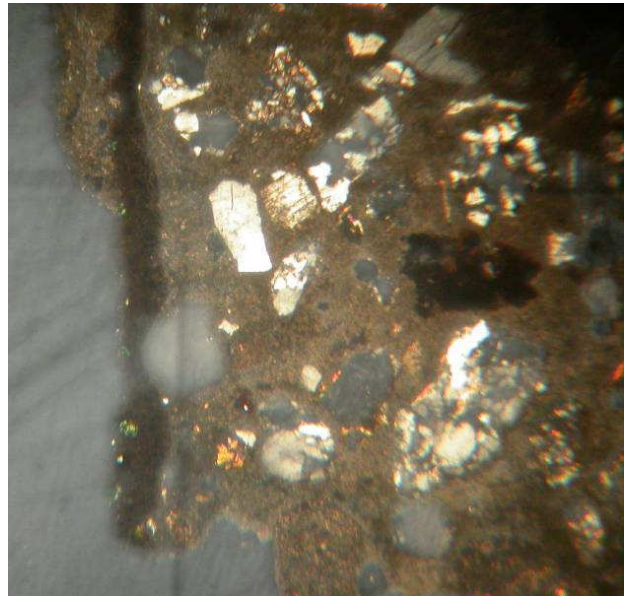
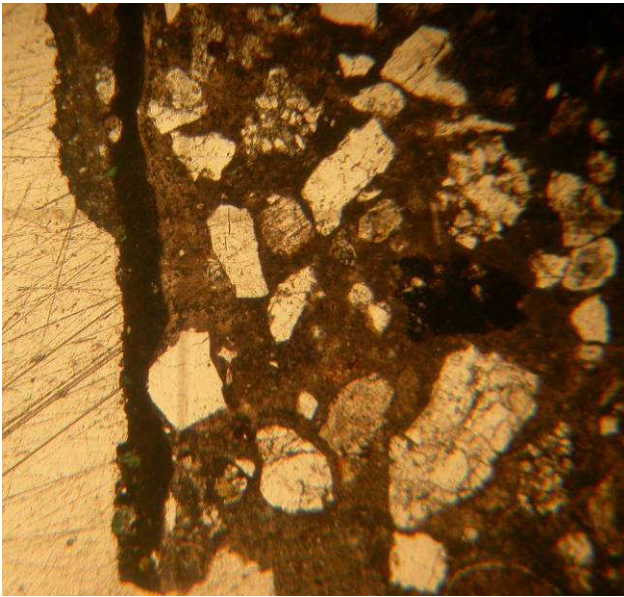
siamo nel campo delle calce limite o cementi, mentre valori superiori fino a 1,2 indicano cementi a presa rapida.

Di seguito sono riportati, sottoforma di schede sintetiche i risultati ottenuti sui singoli campioni.

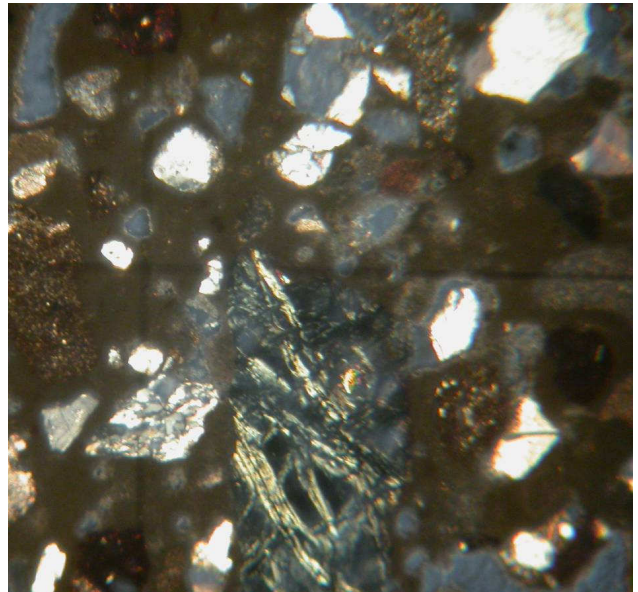
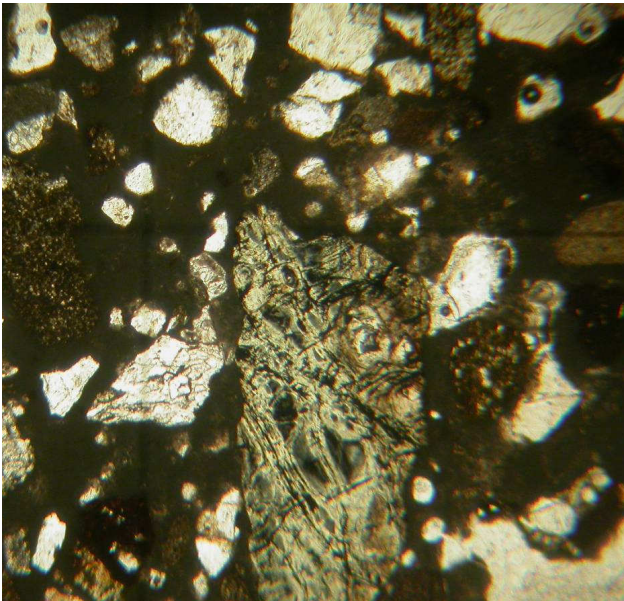
<i>ID campione:</i>	CAMPIONE n. 1
<i>Prelievo effettuato da:</i>	Arch. Roberto Tazioli
<i>Descrizione del campione prelevato:</i>	Tabernacolo ingresso di via del Crocifisso: intonaco con pigmento
<i>Foto del punto di prelievo del campione:</i>	
<i>Analisi stratigrafica in sezione lucida</i>	<p>Il campione è costituito da 4 strati:</p> <ul style="list-style-type: none"> -intonaco realizzato con legante chiaro (spessore massimo del campione 1,5 cm), aggregato costituito da granuli di colore diverso, con dimensioni massime inferiori a 1mm, forma da sub angolare a sub arrotondata; -strato scuro con evidenti granuli verdi; -strato scuro con granuli rossi; -intonaco con scarso aggregato
<i>Analisi petrografica in sezione sottile</i>	<p>In sezione sottile si riconoscono i seguenti strati:</p> <ul style="list-style-type: none"> -un malta realizzata con legante carbonatico, di aspetto omogeneo, debolmente anisotropo con aggregato costituito da frammenti di roccia di origine diversa: frammenti di serpentiniti, di marmo, di arenarie, di cocchiopesto (scarso), di dimensioni massime inferiori al mm, sono presenti anche frammenti monomineralici di dimensioni inferiori (valor medio 150-250 micron), La forma dei granuli dell'aggregato va da sub angolare a sub arrotondata. Sono presenti grumi che suggeriscono l'uso come pietra da calce di un calcare marnoso. La porosità è scarsa ed è data dalla perdita di granuli; - uno strato più scuro con dispersi granuli verdi; -uno strato rosso continuo; -una malta con scarso aggregato
<i>Analisi FT -IR</i>	Non si rileva la presenza di materiale organico nella malta. E' presente gesso sulla superficie, l'analisi del pigmento fa presupporre , per il colore rosso, la presenza di ossidi di ferro.
<i>Analisi ESEM</i>	Sono stati analizzate porzioni di legante per ottenere il valore di indice di idraulicità che per questo campione è risultato pari a 0,3.



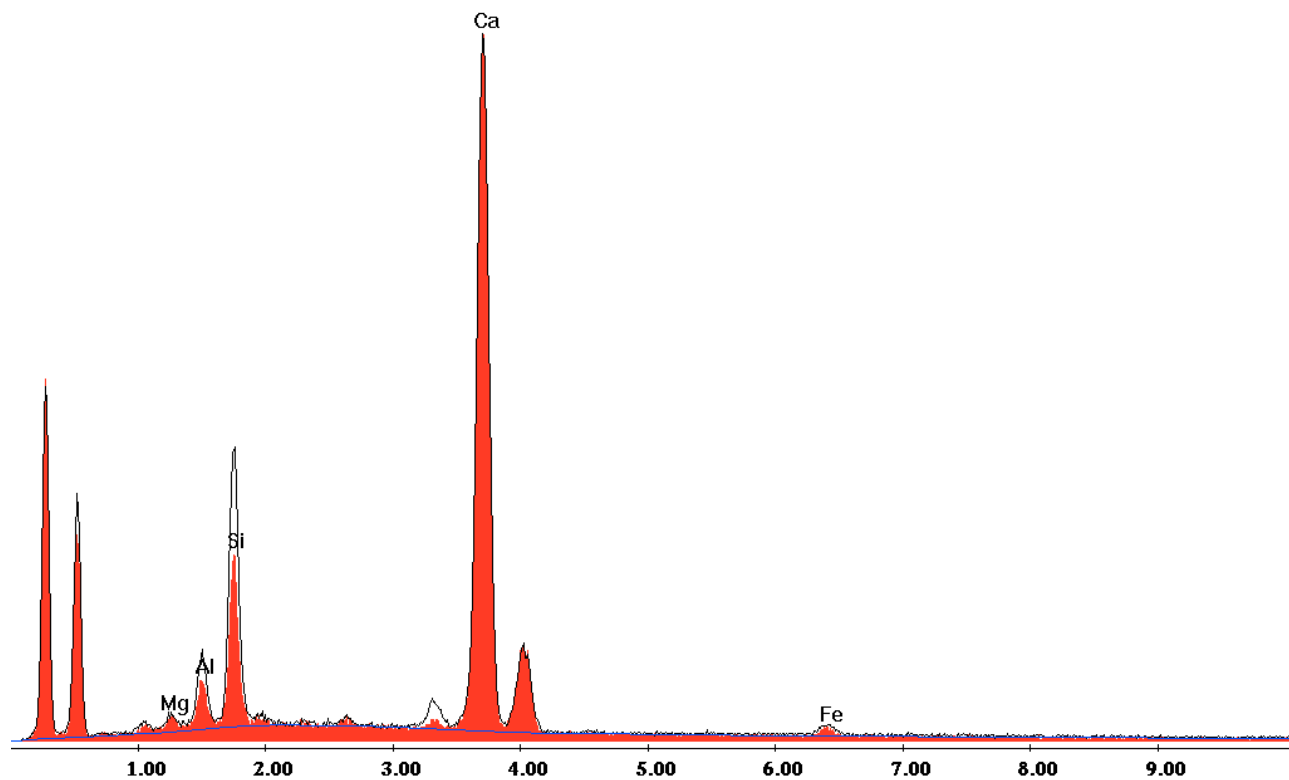
Campione n.1: immagine allo stereomicroscopio (ingrandimento 4X)



Campione n.1: immagine al microscopio ottico polarizzatore della porzione superficiale (sx nicols paralleli, dx nicols incrociati, ingr. 2,5X)

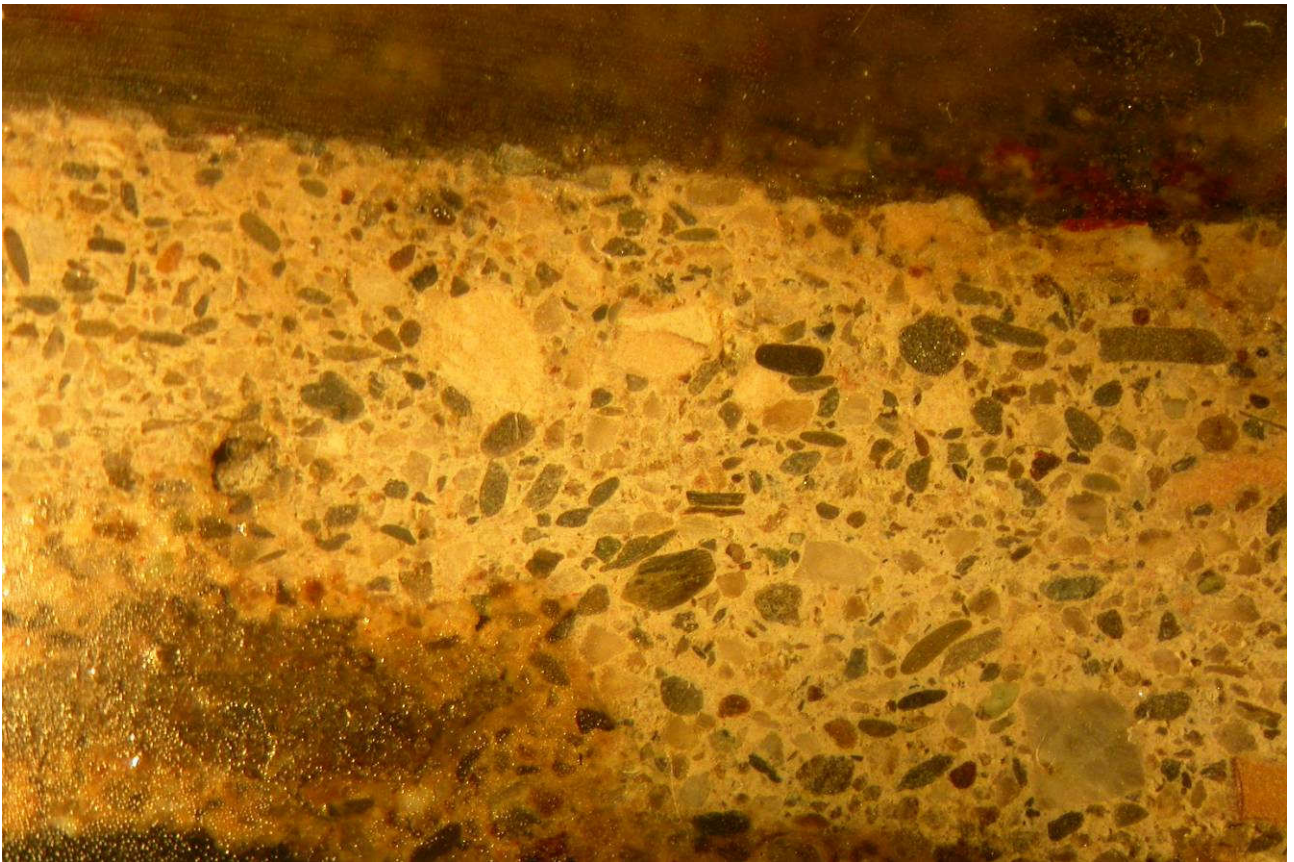


Campione n.1: immagine al microscopio ottico polarizzatore, evidenti i granuli dell'aggregato (sx nicols paralleli, dx nicols incrociati, ingr. 2,5X)

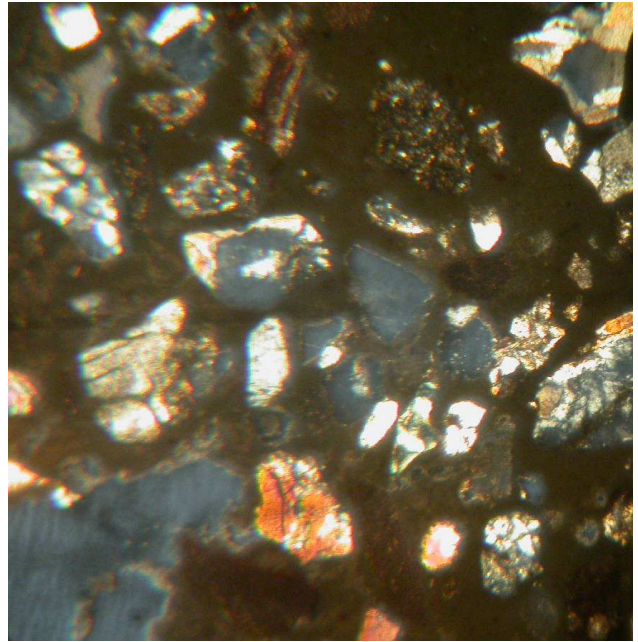
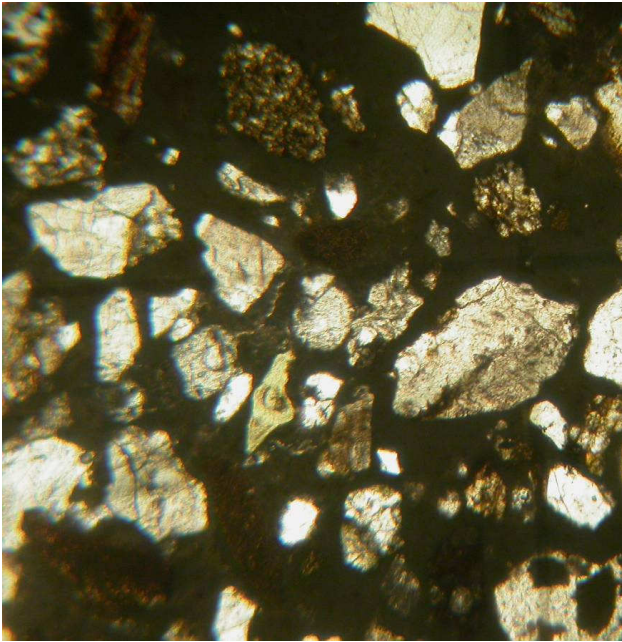


Analisi ESEM del legante del campione n. 1

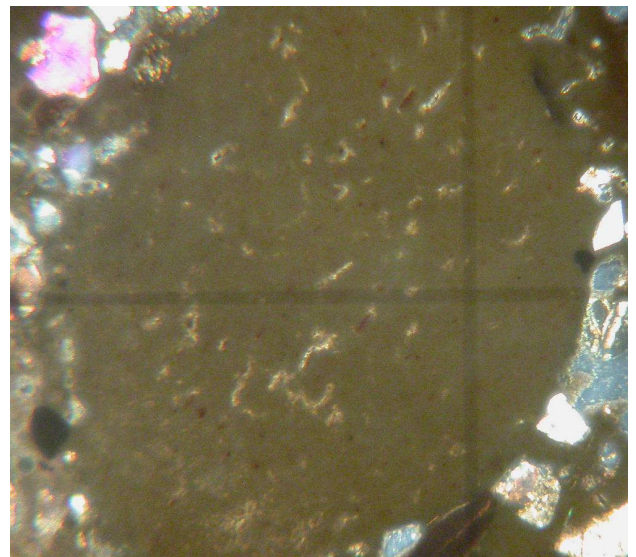
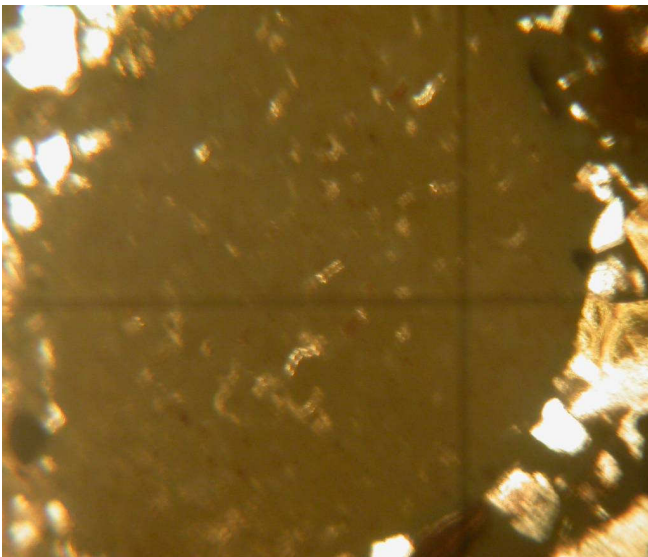
<i>ID campione:</i>	CAMPIONE n. 4
<i>Prelievo effettuato da:</i>	Arch. Roberto Tazioli
<i>Descrizione del campione prelevato:</i>	Manufatto n.7: intonaco con pigmento
<i>Foto del punto di prelievo del campione:</i>	
<i>Analisi stratigrafica in sezione lucida</i>	<p>Il campione è costituito da due strati:</p> <ul style="list-style-type: none"> -malta con legante chiaro e abbondante aggregato di dimensioni massime pari a 1mm, con forma da sub angolare a sub arrotondata; -strato discontinuo di colore rosso.
<i>Analisi petrografica in sezione sottile</i>	<p>In sezione sottile si riconoscono i seguenti strati:</p> <ul style="list-style-type: none"> -malta costituita da un legante debolmente birifrangente, con abbondante aggregato a grana più fine rispetto a quella del campione precedente ma con una distribuzione granulometrica più omogenea. L'aggregato è costituito principalmente da frammenti di arenarie con forma sub arrotondata e frammenti di marmi con bordi spigolosi; si riconoscono meno frammenti di serpentiniti e scarso coccio pesto: presenti granuli monomineralici. Rilevante la presenza di grumi, porosità scarsa; - tracce di pigmento rosso.
<i>Analisi FT -IR</i>	Non si rileva la presenza di materiale organico nella malta. E' presente gesso sulla superficie, l'analisi del pigmento fa presupporre , per il colore rosso, la presenza di ossidi di ferro.
<i>Analisi ESEM</i>	



Campione n.4: immagine allo stereomicroscopio (ingrandimento 1,5X)

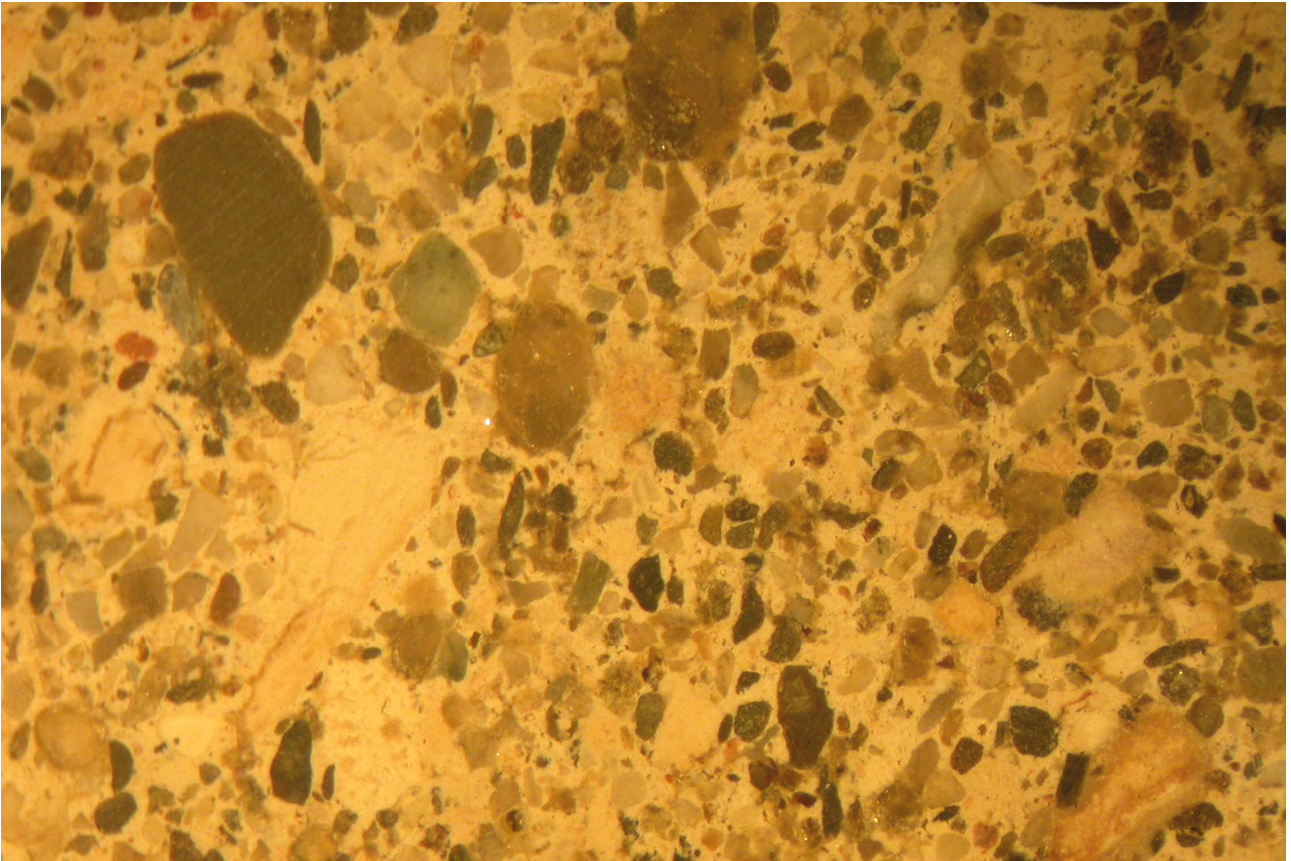


Campione n.4: immagine al microscopio ottico polarizzatore, evidenti i granuli dell'aggregato (sx nicols paralleli, dx nicols incrociati, ingr. 2,5X)

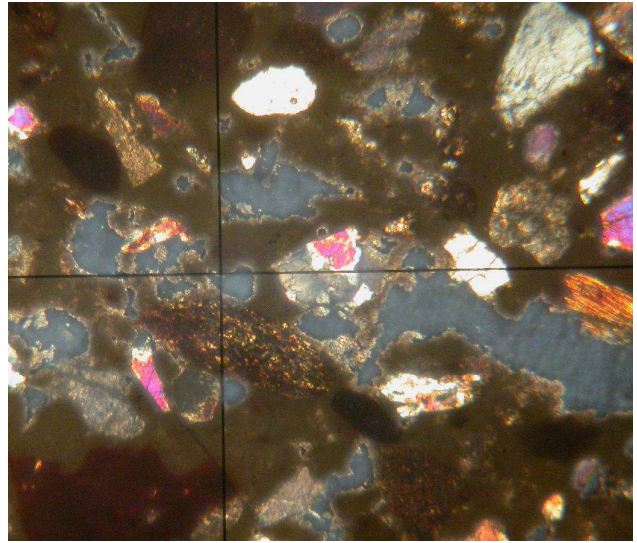
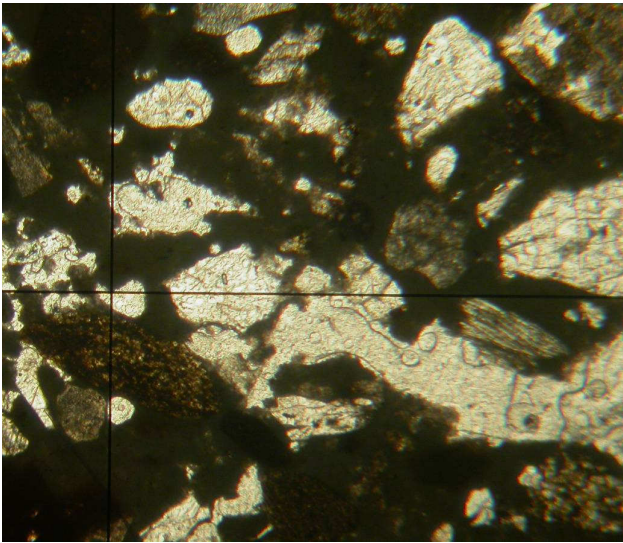


Campione n.4: immagine al microscopio ottico polarizzatore, particolare di un grumo (sx nicols paralleli, dx nicols incrociati, ingr. 10X)

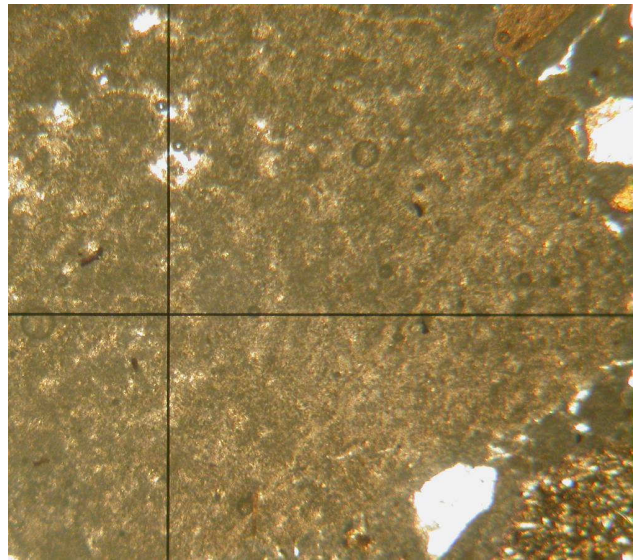
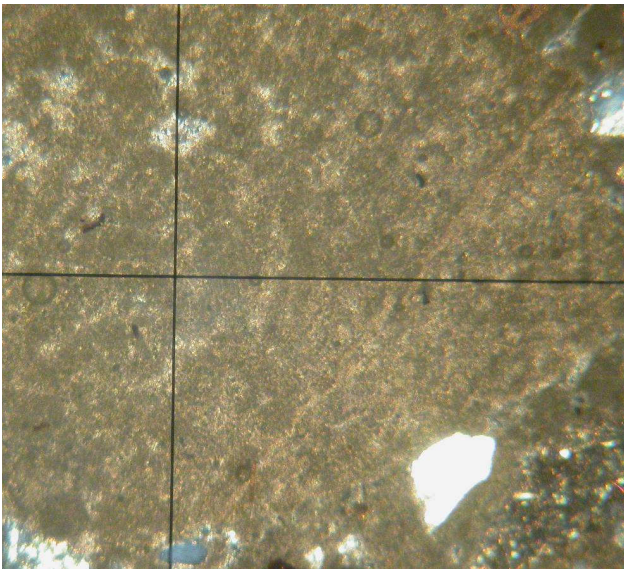
<i>ID campione:</i>	CAMPIONE n. 5
<i>Prelievo effettuato da:</i>	Arch. Roberto Tazioli
<i>Descrizione del campione prelevato:</i>	Manufatto n.7: giunto di malta
<i>Foto del punto di prelievo del campione:</i>	
<i>Analisi stratigrafica in sezione lucida</i>	Il campione è costituito da un unico strato realizzato con legante chiaro, aggregato costituito da granuli di colore diverso, omogeneamente distribuiti nell'impasto ma con una evidente distribuzione granulometrica bimodale i (granuli di dimensione maggiori hanno diametro massimo pari a 2-3 mm).
<i>Analisi petrografica in sezione sottile</i>	In sezione sottile si riconosce una malta realizzata con legante debolmente birifrangente, con abbondante aggregato, presente in due classi granulometriche prevalenti (una classe più grossolana che raggiunge il mm e una classe fine con diametro medio pari a poche centinaia di micron), costituito da frammenti di arenarie, serpentiniti, frammenti monomineralici, raro cocchiopesto. Sono presenti grumi. La forma dei granuli dell'aggregato va da sub angolare a sub arrotondata. In questo campione la porosità è più abbondante ed è data da pori di forma irregolare.
<i>Analisi FT -IR</i>	
<i>Analisi ESEM</i>	Sono stati analizzate porzioni di legante e i grumi per ottenere il valore di indice di idraulicità che per il legante è risultato pari a 0,28 e per i grumi 0,34.



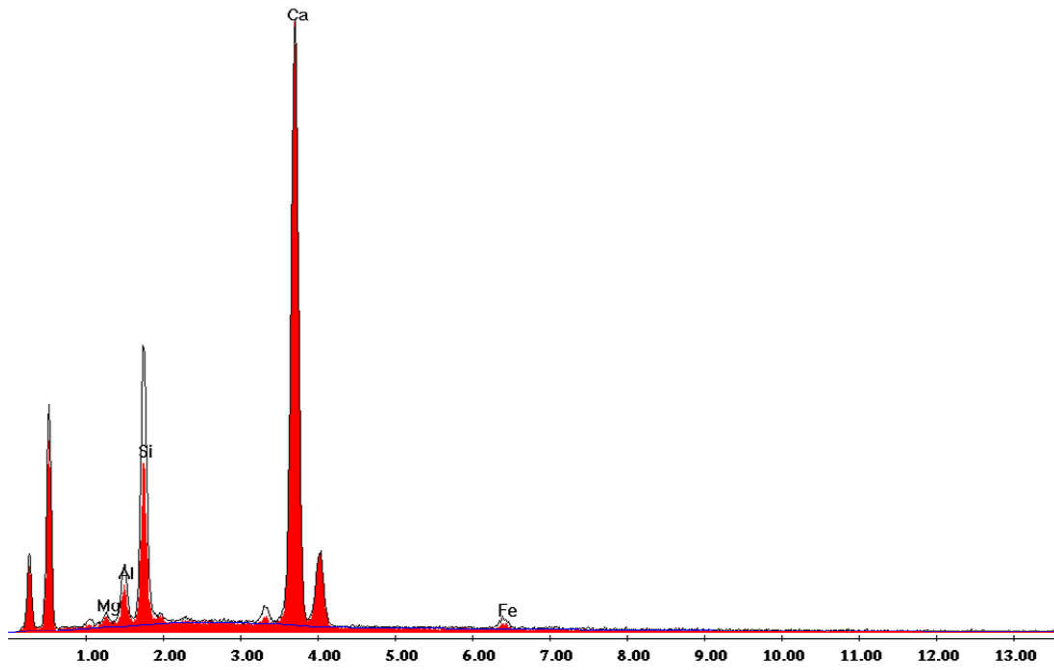
Campione n.5: immagine allo stereomicroscopio (ingrandimento 1,5 X)



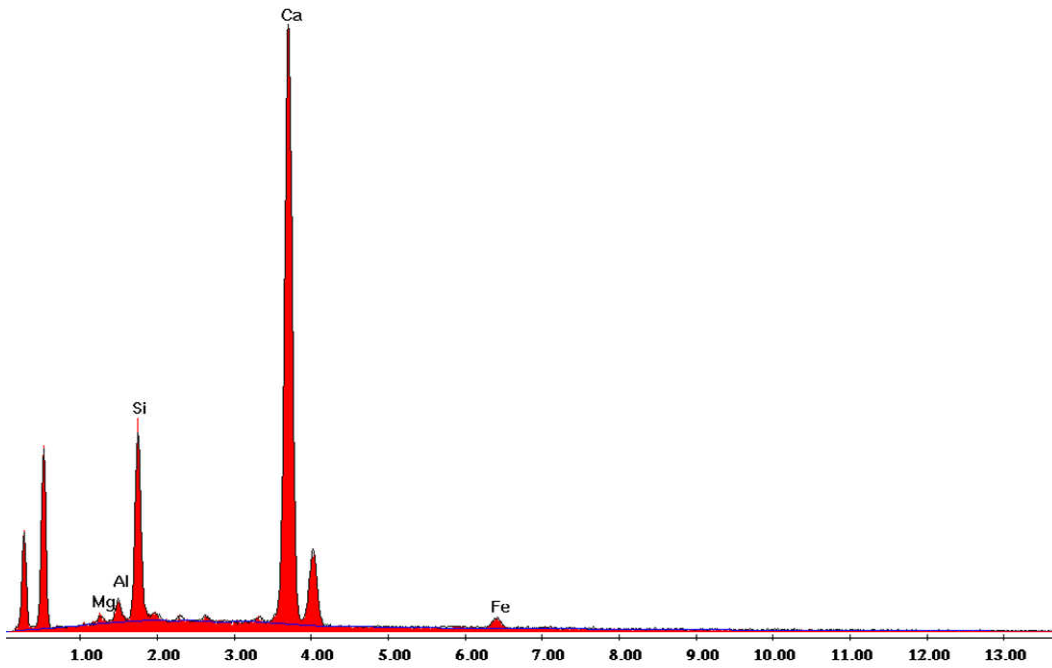
Campione n.5: immagine al microscopio ottico polarizzatore, evidenti i granuli dell'aggregato (sx nicols paralleli, dx nicols incrociati, ingr. 2,5X)



Campione n.5: immagine al microscopio ottico polarizzatore, particolare di un grumo (sx nicols paralleli, dx nicols incrociati, ingr. 10X)



Analisi ESEM del legante del campione n. 5



Analisi ESEM del grumo del campione n. 5

Conclusioni

Dall'integrazione tra le osservazioni condotte al microscopio ottico polarizzatore in cui è risultata evidente la presenza di grumi e le analisi condotte all' ESEM è possibile affermare che il legante delle malte analizzate è stato ottenuto dalla cottura di un calcare marnoso, in questo modo è possibile spiegare il valore dell'indice di idraulicità che ricade nel campo delle calci mediamente idrauliche.

Come aggregato è stato aggiunta del materiale ottenuto da sabbie locali, probabilmente sono stati aggiunti anche granuli ottenuti dalla frammentazione di rocce quali serpentiniti, marmi, arenarie. Mentre nel caso degli intonaci la distribuzione granulometrica è prevalentemente unimodale, nel caso della malta n.5 è evidente una distribuzione bimodale.

La macroporosità è scarsa, quindi in generale si tratta di malte ed intonaci ancora con un discreto stato di conservazione. Gli strati di pigmento risultano invece fortemente discontinui, soprattutto nel campione n. 4, ad indicare un cattivo stato di conservazione. Le analisi in FTIR non consentono con certezza il riconoscimento delle sostanze pigmentanti a causa della natura discontinua dei campioni. E' da sottolineare la possibilità di utilizzare, se di interesse, ulteriori metodologie analitiche puntuali per il riconoscimento dei pigmenti (es. Micro Raman).

Analizzando i campioni di intonaco con pigmento giallo e rosso tramite la spettroscopia FTIR abbiamo evidenziato i seguenti composti:

intonaco con pigmento giallo: calcite, gesso, silicati, ossidi di ferro (ocra gialla)

intonaco con pigmento rosso: calcite, gesso, silicati, quarzo, ossidi di ferro