

' PREMIO ANDREA GALEAZZI '

# Malte in terra di Amatrice

## Studio diagnostico per una conoscenza delle tradizioni costruttive nel cratere dei sismi del 2016 e 2017 a supporto del restauro e della ricostruzione

Chiara Porrovecchio

.....

### Introduzione

Fin dalle prime indagini sul patrimonio edilizio storico danneggiato ad Amatrice e dintorni dai sismi del 2016 e 2017 sono emerse diverse criticità come ad esempio problemi legati alla scarsa qualità costruttiva degli edifici storici e alle pessime condizioni conservative delle malte nei nuclei murari e negli allettamenti. Le malte si sono mostrate decoese, anche a ragione di una loro rilevante componente terrosa. Alle loro caratteristiche prestazionali è stata perlopiù imputata la ragione dei danni agli edifici. Questo ha sinora favorito la scelta di soluzioni demolitive piuttosto che conservative nei confronti del tessuto edilizio diffuso non vincolato.

L'indagine scientifica qui riassunta ha approfondito lo studio delle malte, a fini conoscitivi, per determinare esattamente la natura e i sistemi di lavorazione e, a fini interpretativi, per comprendere la tradizione costruttiva locale in relazione alle risorse disponibili nel territorio.

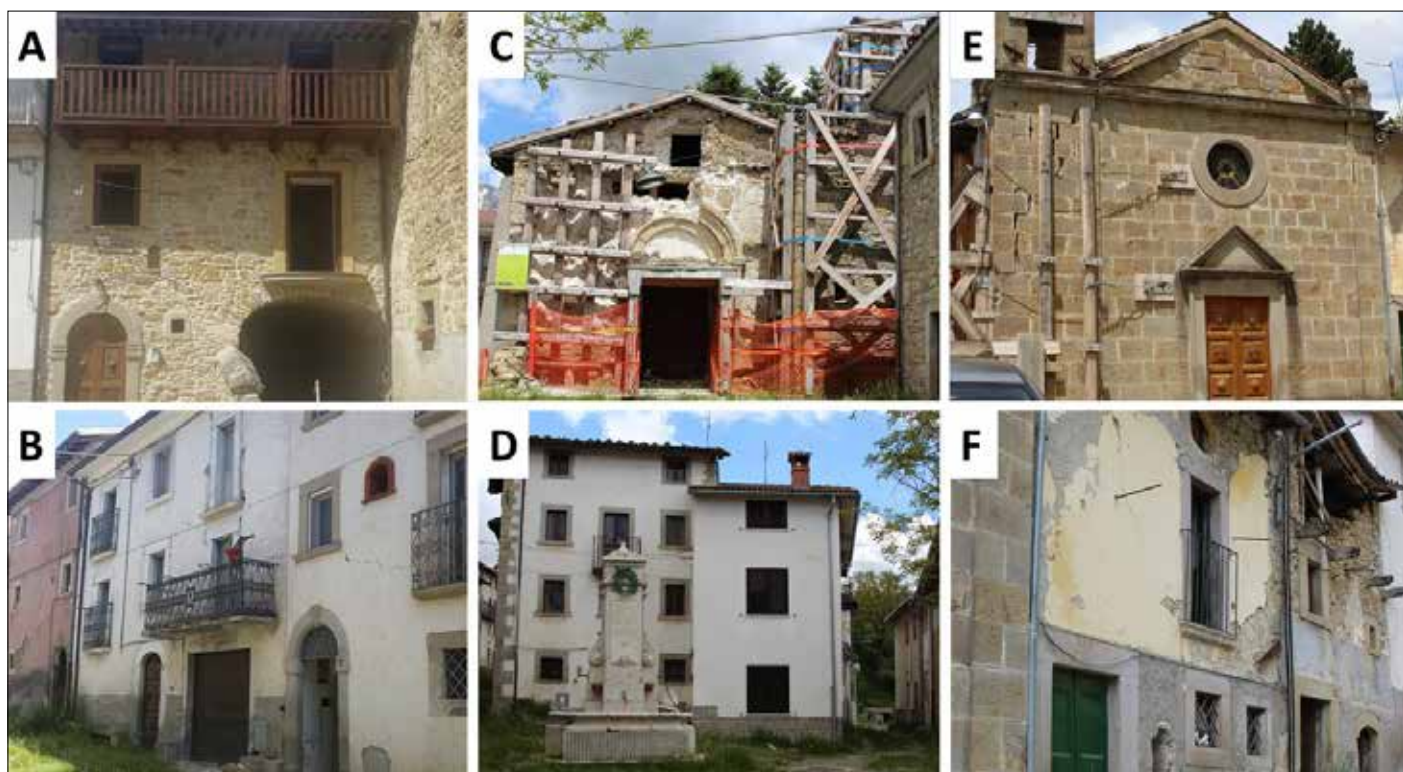
Partendo quindi da problematiche riguardanti la gestione dell'emergenza sismica, sono state combinate in un'ottica multidisciplinare l'analisi a vista delle murature, l'indagine diagnostica sulle malte e la lettura storica e geologica del territorio, per ottenere dati utili alla conoscenza storico-architettonica dei centri colpiti, preliminare alle azioni di restauro o ricostruzione. Nello specifico l'indagine diagnostica sulle malte si è avvalsa principalmente di tre tecniche: microscopia ottica, analisi mineralogica in diffrazione dei raggi X e microscopia elettronica.

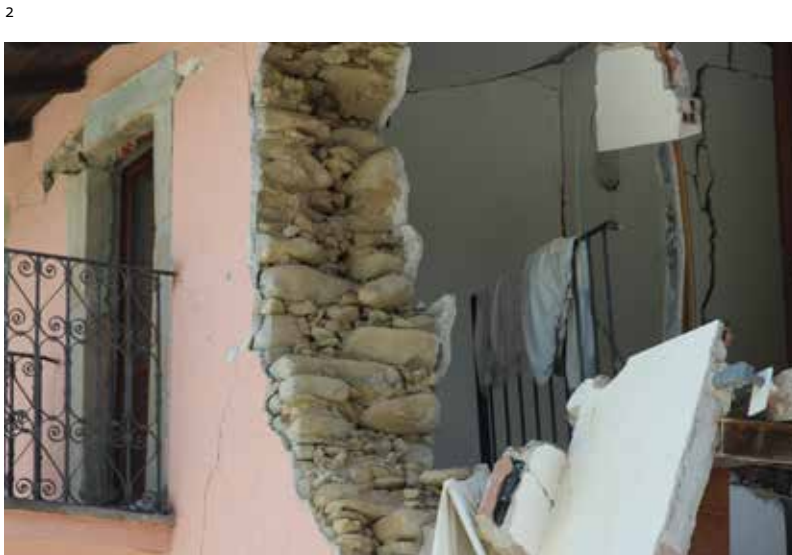
### Analisi a vista delle murature e campionamento delle malte

Ai fini dell'indagine conoscitiva descritta è stata eseguita una serie di sopralluoghi esplorativi ad Amatrice e nelle sue frazioni, da aprile a luglio 2018 (fig. 1). La tecnica costruttiva muraria rilevata sul sito è abbastanza omogenea in tutta l'area e si basa sull'impiego di blocchi di arenaria

Fig. 1. Vedute di alcune frazioni di Amatrice:

- a) Collectreta;
- b) Moletano;
- c) Cornillo Nuovo, chiesa di S. Antonio Abate;
- d) Cornillo Nuovo;
- e) Capricchia, chiesa dell'Annunziata;
- f) Capricchia.





INDAGINE IN MICROSCOPIA OTTICA: MALTE DI FINITURA STORICHE	
<b>Caratteristiche generali</b>	Malte a base di calce aerea e aggregati di tipo sabbioso ben classati. Presentano difetti del legante in forma di grandi calcinelli.
<b>Legante</b>	Calce aerea, in miscela con frazioni di tipo argilloso.
<b>Aggregati</b>	Sabbia quarzifera/micacea.
<b>Granulometria</b>	Molto fine.
<b>Consistenza</b>	Fragile, struttura molto porosa, presenza di vuoti, presenza di numerosi calcinelli.

Tab. 1

INDAGINE IN MICROSCOPIA OTTICA: MALTE DI ALLETTAMENTO STORICHE	
<b>Caratteristiche generali</b>	Malte a legante argilloso e aggregato sabbioso. Consistenza fragile, con numerose fessurazioni.
<b>Legante</b>	Argilla, calce aerea presente in forma di granuli isolati in un solo campione.
<b>Aggregati</b>	Sabbia quarzifera, fillosilicati, miche, ossidi di ferro.
<b>Granulometria</b>	Molto fine.
<b>Consistenza</b>	Fragile, struttura molto porosa, presenza di vuoti.

Tab. 2

a malte di finitura, associando “a coppia” allettamento e finitura, quindi selezionando gli edifici che presentavano ancora entrambi i materiali storici. I campioni sono stati fotografati, schedati e lavorati presso l'ASTRe LabMat del Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura di Sapienza Università di Roma<sup>2</sup>. Per quasi ognuno di essi è stato possibile inglobare in resina un frammento per ottenere una sezione lucida osservabile in microscopia ottica (inglobamento in resina cianacrilica bicomponente a freddo, taglio con troncatrice Remet con lama circolare diamantata) e lasciare una porzione rimanente non trattata, in vista di ulteriori indagini diagnostiche.

### Analisi in microscopia ottica

I campioni sono stati studiati al microscopio ottico sia allo stato originario del prelievo che inglobati in resina, in sezione lucida. Di seguito si riportano le tabelle riassuntive dei dati ricavati dall'indagine (tabb. 1 e 2) con le relative immagini (figg. 5 e 6) catturate in microscopia ottica (microscopio ottico stereo Euromex 10-70X).

### Analisi mineralogica in diffrazione dei raggi x

L'XRD, analisi in diffrazione dei raggi X, è una tecnica in grado di fornire l'esatta composizione mineralogica dei campioni in studio, soprattutto in presenza di composti di tipo cristallino, come presumibilmente in un'analisi di una malta<sup>3</sup>. In questo caso si è scelto di adottare la tecnica XRD al fine di confrontare la composizione mineralogica

**Fig. 2.** Tessitura muraria di un edificio storico danneggiato dal sisma a Retrosi, frazione di Amatrice.

**Fig. 3.** Nucleo murario visibile a causa di un crollo in un edificio storico a Retrosi, frazione di Amatrice.

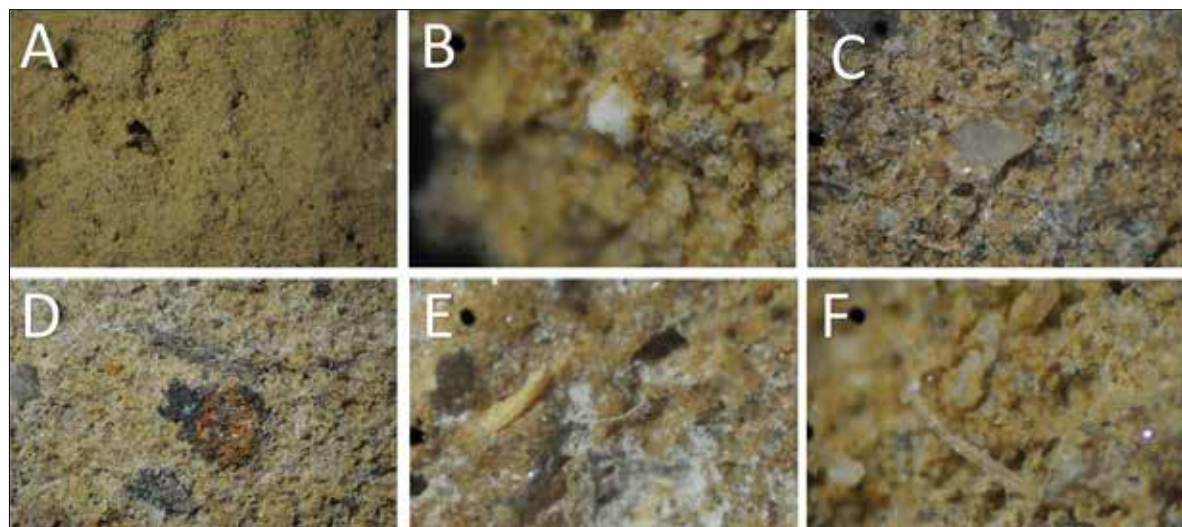
**Fig. 4.** Consistenti tracce di finitura superficiale tradizionale su una porzione di facciata di un edificio storico a Capricchia, frazione di Amatrice.

**Tab. 1.** Indagine in microscopia ottica: malte di finitura storiche.

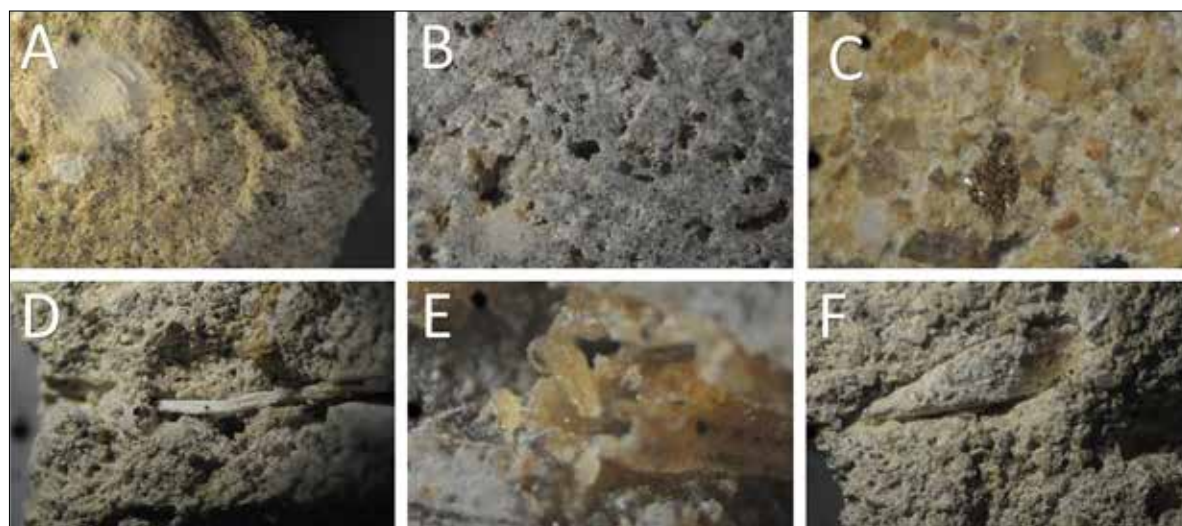
**Tab. 2.** Indagine in microscopia ottica: malte di allettamento storiche.

locale, quadrati ai cantonali e poco o affatto lavorati nelle murature, posti in opera con una discreta attenzione agli orizzontamenti. Le murature sono quasi sempre costituite da paramenti simili e nucleo riempito con scaglie di pietra e malta. Le malte presentano una natura terrosa sia nei nuclei visibili che negli allettamenti (figg. 2 e 3)

Diversi edifici ancora mantengono consistenti tracce di finitura superficiale originaria o, comunque, di tipo tradizionale, anteriore all'arrivo di materiali industriali (fig. 4). Per le indagini diagnostiche sulle malte sono stati ricavati 14 campioni, 7 relativi a malte di allettamento e 7



**Fig. 5. a)** Campione C.N.I., provenienza Cornillo Nuovo, ingrandimento 10X, Apprezzabile la natura argillosa del legante. **b)** Campione R.L.02, provenienza Retrosi, ingrandimento 50X, granulo di calce aerea isolato in un impasto a legante prevalentemente argilloso. **c)** Campione C.I.01, provenienza Capricchia, ingrandimento 20X, granuli di quarzo, fillosilicati e miche. **d)** Campione R.L.02, provenienza Retrosi, ingrandimento 20X, granuli di fillosilicati e ossidi di ferro. **e-f)** Campione R.L.02, provenienza Retrosi, ingrandimenti 20X e 50X, fibre vegetali nell'impasto, non riscontrate in altri campioni.



**Fig. 6 : a)** Campione C.I.02, provenienza Capricchia, ingrandimento 20X, apprezzabile la natura carbonatica del legante, con un grande calcinello ben visibile in alto a sinistra. **b)** Campione C.I.02, provenienza Capricchia, ingrandimento 30X, struttura porosa e presenza di vuoti nell'impasto. **c)** Campione R.L.01, provenienza Retrosi, ingrandimento 50X, granuli di quarzo e miche ben classificati. **d)** Campione C.I.02, provenienza Capricchia, ingrandimento 30X, fibra vegetale aggiunta all'impasto. **e)** Campione C.I.02, provenienza Capricchia, ingrandimento 70X, fibra vegetale aggiunta all'impasto. **f)** Campione C.I.02, provenienza Capricchia, ingrandimento 30X, frammento di pula di grano aggiunta all'impasto.

delle malte analizzate con la composizione mineralogica dei litotipi più diffusi nel territorio, così da stabilire la relazione fra produzione dei materiali edilizi tradizionali e risorse territoriali. A tale scopo sono stati campionati alcuni affioramenti geologici di materiale analogo a quello impiegato nelle murature (fig. 7), in alcuni casi tali affioramenti sono stati individuati sui probabili antichi fronti di cava. Le analisi sono state condotte presso il Dipartimento di Scienze della Terra di Sapienza Università di Roma con Diffrattometro Bruker D5000, radiazione  $\text{CuK}\alpha$ , a 40 kV e 40 mA, step size  $0,02^\circ$  per 2 secondi, campione in polvere<sup>4</sup>. Dalle analisi è emerso che la composizione mineralogica delle malte di allettamento è molto simile a quella della pietra arenaria locale e che nelle malte di finitura la sabbia impiegata in qualità di aggregante ha anch'essa la medesima composizione.

### Analisi in microscopia elettronica e microanalisi in fluorescenza x

Alcuni campioni della malta di allettamento e di finitura superficiale sono stati osservati al Microscopio Elettronico a Scansione (SEM), presso il Centro Microscopie dell'Università degli Studi dell'Aquila (Microscopio Elettronico a Scansione Zeiss Gemini 500 SEM)<sup>5</sup>. L'indagine

ha permesso di chiarire la natura di alcune fibre presenti nei campioni e di verificare a ingrandimenti più spinti la consistenza in relazione alla composizione locale degli impasti. Si riportano le immagini catturate in microscopia elettronica (figg. 8 e 9) e le mappature degli elementi in fluorescenza X (fig. 10), tecnica associata alla microscopia elettronica che consente di localizzare sull'area inquadrata gli elementi chimici presenti in superficie.

### Discussione dei risultati

#### Composizione delle malte di allettamento storiche

Da quanto emerso dagli studi diagnostici sui campioni prelevati in situ, le malte di allettamento storiche sono composte da terra cruda pressata. Le indagini in microscopia ottica evidenziano una composizione a legante argilloso e aggregato sabbioso caratterizzato mineralogicamente su base di analisi XRD. La granulometria molto fine degli aggregati e l'apparente assenza di vagliatura testimoniano un uso diretto del terreno disponibile, senza l'applicazione di raffinatezze particolari. Gli esami XRD evidenziano inoltre la stretta connessione fra le componenti mineralogiche dei litotipi affioranti nel territorio e quelli delle malte di allettamento, a conferma dell'ipotesi

**Fig. 7.** Insieme dei campioni litici prelevati in affioramento.



7

**Fig. 8. a)** Campione R.L.02, provenienza Retrosi, ingrandimento 500X, apprezzabile la natura argillosa del legante, presente una fibra identificabile come ifa fungina.  
**b)** Campione R.L.02, provenienza Retrosi, ingrandimento 1000X  
**c)** Campione R.L.02, provenienza Retrosi, ingrandimento 5000X, struttura cristallina della muscovite, minerale argilloso della componente legante e struttura settata dell'ifa fungina.  
**d)** Campione R.L.02, provenienza Retrosi, ingrandimento 1500X, struttura laminare dei minerali argilloso presenti come legante.

**e)** Campione R.L.02, provenienza Retrosi, ingrandimento 1000X, in bianco, zone dell'impasto ad alta concentrazione di componenti ferrose, si nota una maggiore compattezza dell'impasto.  
**f)** Campione R.L.02, provenienza Retrosi, ingrandimento 80X, più chiare le zone dell'impasto ad alta concentrazione di componenti ferrose.

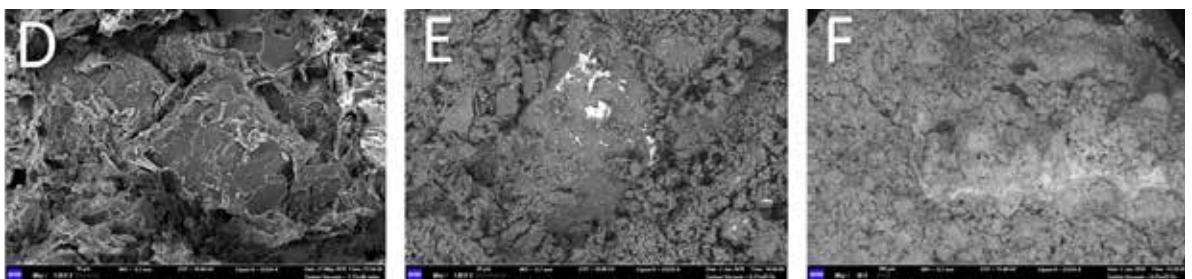
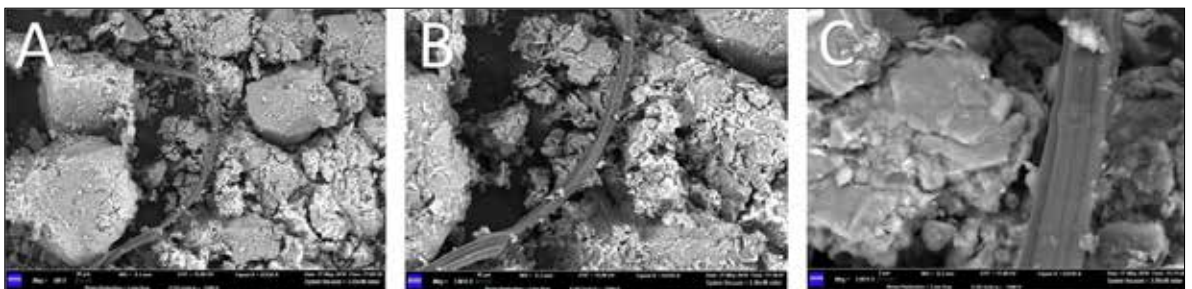
**Fig. 9. a)** Campione C.I.02, provenienza Capricchia, ingrandimento 80X, impasto a base di calce aerea e aggregato sabbioso con aggiunta di fibre vegetali.  
**b)** Campione C.I.02, provenienza Capricchia, ingrandimento 1000X, fibra vegetale presente come aggiunta nell'impasto.  
**c)** Campione C.I.02, provenienza Capricchia, ingrandimento 10000X, struttura della fibra vegetale, con particelle di legante ben adese alle microfibrille.

di un impiego di terra prelevata sul posto. Il terreno infatti si origina dalla degradazione della roccia madre, in questo caso dall'argillificazione dell'arenaria<sup>6</sup>. Sulla base delle analisi condotte, possono essere escluse aggiunte intensionali di fibre in fase di lavorazione. L'aggiunta di fibre, specialmente in un impasto a legante argilloso, riduce il ritiro e le fessurazioni e, contemporaneamente, drena l'umidità verso l'esterno<sup>7</sup>. Tuttavia, la presenza di fibre vegetali è stata riscontrata in un solo campione (R.L.02) e in quantità trascurabile. Altre componenti fibrose, individuate in microscopia ottica, sono state caratterizzate al microscopio elettronico (SEM) e identificate come ife fungine. La presenza di ife fungine è diagnostica di uno stato conservativo precario affetto da attacchi biologici, certamente favoriti dall'alta igroscopicità del materiale. Ulteriori considerazioni riguardano le componenti ferrose dei minerali presenti (Clorite). Queste si riscontrano

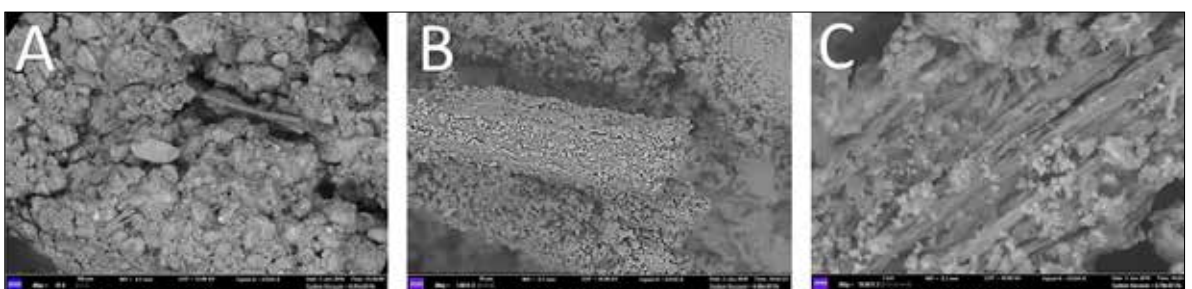
in fase ossidata in microscopia ottica e sono evidenziate anche in distribuzione omogenea e diffusa tramite analisi SEM-EDS. Si riscontra peraltro un aspetto più compatto in corrispondenza delle zone a maggiore concentrazione del Ferro, fenomeno che conferisce alle malte una disomogeneità interna del tutto casuale. Questa disomogeneità apre a una serie d'interrogativi relativi per esempio alla possibilità che le parti più compatte siano maggiormente resistenti rispetto alle altre e ai possibili effetti di questo fenomeno. Questa situazione di disomogeneità può favorire comportamenti di degradazione differenziale, che rendono il materiale molto vulnerabile.

**Composizione delle malte di finitura storiche**

Le malte di finitura risultano composte da legante a base di calce aerea e aggregato sabbioso. Il legante presenta difetti di cottura e/o scarsa lavorazione degli impasti, che contengono anche un buon numero di grandi calcinelli. L'osservazione in microscopia ottica ha evidenziato una buona vagliatura degli aggregati e l'aggiunta sistematica di fibre vegetali negli impasti. Questo riscontro attesta il buon livello raggiunto nella lavorazione degli impasti per le malte di finitura tradizionali. Le indagini XRD sulle specie mineralogiche presenti confermano la provenienza locale delle sabbie utilizzate come aggregati. Le indagini al SEM forniscono informazioni sulla adeguata capacità di adesione del legante alle fibre vegetali, confermando la voluta scelta dell'aggiunta, evidentemente finalizzata a evitare fessurazioni da ritiro e a garantire una buona adesione e la tenuta dell'impasto di finitura rispetto al substrato.



8



9

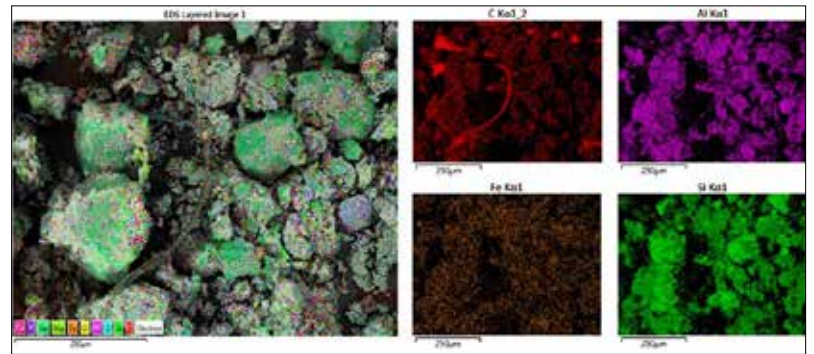
Sorprende la differenza sostanziale tra la composizione e la lavorazione delle malte di finitura superficiale e quelle di allettamento, in primo luogo per l'impiego della calce aerea come legante e in secondo luogo per l'uso, anche ben strutturato, delle fibre vegetali.

### Interpretazione storico-geografica delle lavorazioni delle malte

La presenza di calce aerea nelle malte di finitura e, contemporaneamente, la totale assenza di questo legante negli allettamenti possono suscitare alcuni interrogativi sulle motivazioni delle scelte costruttive e sulla contemporaneità o meno delle diverse lavorazioni. I campioni prelevati si riferiscono a edifici storici presumibilmente riconducibili alla fase di ricostruzione post sismica successiva alla serie di terremoti intercorsa dal 1627 al 1703<sup>8</sup>. È plausibile che, in tali circostanze, siano stati reimpiegati materiali litici provenienti dai crolli, per ricostruire le murature. Il reimpiego, infatti, avrebbe risolto entrambi i problemi del reperimento rapido di materiale per ricostruire e dello smaltimento delle macerie e allo stesso tempo avrebbe permesso una ricostruzione economicamente sostenibile nonché sufficientemente rapida. Parallelamente, anche l'impiego esclusivo di terra negli allettamenti può essere spiegato in un'ottica di economia di risorse e di tempo impiegato per ricostruire. La geologia del territorio è caratterizzata dalla scarsa presenza di calcare adatto alla produzione di calce, come documentato dagli studi geologici. Questo dato, unito alla necessità impellente di ricostruire i centri abitati, in un territorio piuttosto isolato geograficamente e in un periodo storico peraltro particolarmente depresso dal punto di vista economico, giustifica pienamente la tecnica costruttiva osservata. Probabilmente, nello stesso contesto storico, la produzione molto limitata di calce, è stata destinata alla costruzione delle sole opere d'importanza religiosa o civile, e alla realizzazione delle finiture superficiali nell'edilizia comune<sup>9</sup>. Se, infatti, si ipotizza che le malte di finitura siano coeve all'edificazione delle murature analizzate, la presenza di calce, la buona vagliatura degli aggregati, la consapevole aggiunta di materiali fibrosi vegetali e, in generale, la maggiore cura nella scelta di materie prime più performanti, nonché l'uso di lavorazioni più accurate, possono essere spiegati presupponendo che i costruttori fossero consapevoli della fragilità intrinseca di murature allettate con sola terra. Queste murature, infatti, se ben protette da uno strato di buona finitura, potevano comunque assicurare stabilità e durabilità dell'edificio, sempre che fosse garantita una manutenzione periodica delle strutture e delle superfici, anche tramite l'eventuale sostituzione di parti ammalorate.

### Conclusioni

Lo studio presentato ha permesso di caratterizzare le malte di alcuni edifici storici superstiti ai terremoti che hanno colpito il territorio di Amatrice tra il 2016 e il 2017. Sono state definite natura e composizione mineralogica delle malte di allettamento e delle malte di finitura storiche. Si è evidenziata una sostanziale differenza di composizione degli impasti dovuta principalmente alla natura del le-



10

gante: argilla nelle malte di allettamento e calce aerea in quelle di finitura. Dallo studio delle tecniche di lavorazione è emerso un ulteriore dato di difformità. Solo le malte di finitura infatti mostrano caratteristiche attribuibili ad un processo di lavorazione abbastanza articolato, come la vagliatura degli aggregati e l'aggiunta di fibre vegetali negli impasti.

Rileggendo i risultati analitici alla luce dei dati esistenti sulla storia sismica e sulle caratteristiche geografiche e geologiche del territorio, è stata fornita un'interpretazione dell'uso di diversi materiali e lavorazioni nelle diverse tipologie di malte, nonché, in generale, dello sviluppo delle tecniche costruttive storiche più diffuse.

I dati forniti contribuiscono alla conoscenza del patrimonio storico architettonico colpito, potenziando una necessaria consapevolezza nei futuri interventi di restauro o ricostruzione. Costituiscono inoltre la base per ulteriori ricerche finalizzate al trattamento delle murature in un'ottica di restauro conservativo. Si rende infatti evidente che il materiale più vulnerabile tra quelli che compongono le murature studiate sia la malta di allettamento in terra cruda. Varie tecniche per il consolidamento di questo materiale sono già stabilmente in uso da tempo, sperimentate su edifici interamente costituiti da terra cruda<sup>10</sup>. Occorrerebbe quindi sperimentare i diversi consolidanti anche nel particolare caso di Amatrice, in cui sono solo le malte ad essere costituite di terra cruda, adattando a tali caratteristiche costruttive le modalità di applicazione delle sostanze.

Va sottolineato che consolidare le sole malte non basterebbe a risolvere problemi conservativi e di stabilità degli edifici storici studiati. Infatti, sebbene i materiali utilizzati per l'allettamento presentino intrinseche problematiche conservative, non è ad oggi dimostrabile che essi siano stati gli esclusivi responsabili dei crolli avvenuti in seguito al sisma. Numerosi fattori contribuiscono alla stabilità degli edifici, fra questi uno dei più importanti è la qualità muraria, che si è rivelata migliore negli edifici che hanno resistito al sisma. Va inoltre considerato che molti dei piccoli centri colpiti avevano già subito un considerevole spopolamento e, di conseguenza, la mancata manutenzione di alcuni edifici non più abitati. Di contro, le fabbriche che hanno continuato ad essere abitate sono state in molti casi ristrutturate impropriamente. Non va infine dimenticato che, ad oggi studi recenti di microzonazione sismica dimostrano che anche nel confine di un singolo centro abitato possono esistere aree differenziate per capacità

**Fig. 10.** Campione R.L.02, provenienza Retrosi, ingrandimento 500X, Microanalisi SEM-EDS, mappature del carbonio, alluminio, ferro e silicio.

di amplificazione del moto sismico, condizionate da caratteristiche dei suoli diverse sia dal punto di vista geologico che topografico.

Il presente studio va quindi inserito in un'ottica più allargata di valutazione della vulnerabilità degli edifici, nella quale una serie di discipline, sia scientifiche che umanistiche, dovrebbero partecipare per giungere a conclusioni in grado di orientare le amministrazioni locali a prendere decisioni sulle possibilità e modalità di azione per il recupero dei centri storici più colpiti, attraverso il restauro degli edifici ancora in buone condizioni affiancato da una rispettosa ricostruzione di quelli crollati.

#### NOTE

1. Lo studio presentato è parte integrante della ricerca di Dottorato in Restauro dell'Architettura, XXXII Ciclo, del Dipartimanto di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma, dell'autrice Chiara Porrovecchio. Titolo della ricerca: *La diagnostica per gli edifici storici nell'emergenza sismica. Una proposta di metodo finalizzata alla conoscenza e alla definizione di buone pratiche operative*. Tutor Donatella Fiorani, Co-Tutor Elisabetta Giorgi.
2. AStRe-LabMat, Laboratorio Materiali Architettura Storica e Restauro, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura, Sapienza Università di Roma. Responsabili scientifici prof. Donatella Fiorani, prof. Fabrizio De Cesaris. Responsabile tecnico arch. Elisabetta Giorgi.
3. MATTEINI, MOLES 1990.
4. Si ringrazia per la collaborazione dottoressa Aida Maria Conte.
5. Centro Microscopie Università degli Studi dell'Aquila. Direttore prof. Luca Lozzi. Responsabili Tecnici dottoressa Maria Giammatteo, dott. Lorenzo Arrizza.
6. BIGI, MOSCATELLI, MILLI 2008.
7. HOUBEN, GUILLAUD 1994.
8. La zona di Amatrice fu colpita a più riprese da numerosi terremoti fra la prima metà del XVII secolo e gli inizi del XVIII secolo. Il più antico risale al luglio del 1627, con epicentro ad Accumoli e un'intensità stimata di grado 7-8 MCS e magnitudo 5.3. Del successivo terremoto, avvenuto nella notte tra il 7 e l'8 ottobre del 1639 con epicentro tra Amatrice e L'Aquila, sappiamo che la stima dell'intensità del sisma si attesta sul grado 9-10 MCS e Magnitudo 6.2. Seguirono altri due eventi d'importante intensità, uno nel 1646, con epicentro localizzato sui Monti della Laga di grado stimato al 9 MCS o Magnitudo 5.9, e un altro nel 1672, con epicentro ad Amatrice, stimato 7-8 MCS o Magnitudo 5.3.
9. Da osservazioni dirette in fase di sopralluogo e studio delle tecniche costruttive locali, è emerso che nelle tipologie chiese e palazzi, le malte di allettamento sono solo in pochi casi analoghe a quelle campionate sull'edilizia comune. Sebbene si riscontri in ogni caso una più o meno importante frazione terrosa, è anche evidente la presenza di calce negli impasti.
10. ELERT *et al.*, 2019; ELERT, SEBASTIAN, VALVERDE, RODRIGUEZ-NAVARRO 2008; ELERT, SEBASTIAN, VALVERDE, RODRIGUEZ-NAVARRO 2015;

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- S. BIGI, M. MOSCATELLI, S. MILLI, *The Laga basin: stratigraphic and structural settings*, 70th EAGE Conference & Exhibition, "Geological Field Trips", 2009, vol. 1 Roma 2008.
- K. ELERT, E. SEBASTIAN, I. VALVERDE, C. RODRIGUEZ-NAVARRO, *Alkaline treatment of clay minerals from the Alhambra Formation: Implications*

*for the conservation of earthen architecture*, "Clay Science" n. 39, 2008, pp.122-132.

K. ELERT, E. SEBASTIAN, I. VALVERDE, C. RODRIGUEZ-NAVARRO, *Alkaline activation as an alternative method for the consolidation of earthen architecture*, "Journal of Cultural Heritage" vol. 16, n. 4, 2015, pp. 461-469.

K. ELERT *et al.*, *Performance of alkaline activation for the consolidation of earthen architecture*, "Journal of Cultural Heritage", n. 39, 2019, pp. 93-102.

H. HOUBEN, H. GUILLAUD, *Earth construction: a comprehensive guide*, London 1994.

M. MATTEINI, A. MOLES, *Scienza e restauro: metodi di indagine*, Firenze 1990.

#### ABSTRACT

##### EARTHEN MORTARS FROM AMATRICE

A diagnostic study for the knowledge of the historical building traditions in the territories affected by the earthquakes of 2016 and 2017, in support of restoration and reconstruction. The reasons behind the study presented lies in the concern aroused by the conservative conditions of the historical building heritage of Amatrice and its hamlets, following the seismic events of 2016 and 2017. It was considered important to focus on mortars specifically. A methodological approach that synergistically combined the direct observation of structures, the study of the historical and geological characteristics of the territory and the analytical characterization of materials and their production techniques, was adopted. In many cases, the mortars were deemed unsuitable to ensure the stability of the surviving buildings, due to their crumbly consistency and earthy composition. The samples for diagnostic investigations were taken from historical buildings representative of local building characteristics, in different hamlets of Amatrice. The samples were subjected to a series of laboratory investigations such as observation in optical microscopy, X-ray diffraction analysis, electron microscopy observation. Analytical data were crossed with existing data on seismic and socio-economic history, geographical and geological characteristics of the territory. In this way an interpretation of the use of local materials and to product different types of mortars was provided, as well as the development of the most widespread historical construction techniques. This can facilitate the attribution of an identity-type value to the historical construct. This value is can provide an awareness of local governments to adopt as much as possible conservative attitudes. The analytical data provided contribute to knowledge of the architectural heritage damaged by the earthquake. This knowledge can induce local administrations to take conservative choices, respecting the safety of the structures, in future restorations or reconstructions.

#### KEYWORDS

Earthquake, Amatrice, restoration-conservation, mortar characterization

#### L'AUTRICE

- PhD in Restauro dell'Architettura, Specialista in Beni Architettonici e del
- Paesaggio, Esperta in Diagnostica dei Beni Culturali.