

Knowledge and experimentation for the maintenance and sustainable restoration of architectural heritage

Ippolita Mecca ^{a*}

^a *Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo, Università degli Studi della Basilicata, Via Lazazzera, Matera, 75100, Italia*

Highlights

The present work aims at developing of intervention strategies able to protect and consolidate the historical-architectural heritage by means the use of materials which are at once compatible, innovative, effective and durable. Degradation phenomena, both anthropogenic and natural, are predictable and they can be studied and confined with a good knowledge of the artifact. For this reason, the conservation can be implemented through a synergistic action that includes the proper planning and the choice of materials, technologies and products with low environmental impact.

Abstract

The existent building heritage's retrieval holds the whole of the interventions aimed at preserving, recovering, rebuilding and using better the heritage itself. Any retrieval and restoration procedure and technique of the existing heritage cannot prescind from considering the materials and the building technology used to realize the architectural work where a necessary intervention is required. The retrieval plan gathers chemical, structural, architectural, technical and functional aspects indissolubly. This knowledge is useful in planning the activities of maintenance and management of the interventions.

Keywords

Cultural heritage, Knowledge, Diagnostic, Experimentation, Maintenance

1. INTRODUZIONE

In questi ultimi decenni, l'intero patrimonio costruito storico ha subito un degrado maggiore rispetto agli anni precedenti, dovuto in parte all'azione antropica ed in parte all'azione sinergica dell'inquinamento atmosferico, del cambiamento climatico e della contaminazione biologica. La conservazione di questo patrimonio richiede, oltre alla riduzione dei livelli ambientali di inquinamento atmosferico, che ha dimostrato di dare buoni risultati, lo sviluppo di strategie di intervento, di consolidamento e di protezione della struttura materica che li compone. Strategie sempre più innovative, efficaci, durature che tengano conto del monitoraggio costante e di una giusta programmazione degli interventi durante l'intero ciclo di vita del manufatto. Infatti, in Italia, nonostante esista una legislazione che prevede la programmazione della manutenzione in un'ottica di prevenzione del degrado e di riduzione dei costi di intervento, ad oggi non esistono strumenti a supporto decisionale, utili nella programmazione periodica degli interventi da realizzare.

Dall'osservazione prima, e dalla conoscenza poi del costruito storico si possono programmare congrui interventi atti a risanare, recuperare e rendere nuovamente fruibili luoghi e spazi del passato. Affinché questa volontà di recuperare il patrimonio storico venga attuata con efficacia e coerenza culturale, è necessario acquisire una conoscenza dettagliata dei materiali e delle tecniche costruttive non solo delle singole emergenze ma di tutto quel patrimonio costruito. Il processo conoscitivo deve essere articolato in modo da ottimizzare

* Corresponding author. Tel.: +39-349-780-0027; Fax: +39-0971-68092; e-mail: imstudio@live.com; ippolita.mecca@unibas.it

tempi e tecniche, verificandone in modo continuo la rispondenza alle effettive necessità del bene architettonico in relazione alla sua storia, alle sue caratteristiche tecnico-tecnologiche e al suo stato di conservazione. Occorre, allora, saper individuare le reali problematiche del costruito, definire un processo metodologico per poi passare all'intervento reale.

E' stata, quindi, individuata una metodologia di intervento in cui si evidenzia la necessità di riprendere il dialogo tra le diverse discipline che abbracciano il settore del recupero del patrimonio storico-culturale. Infatti, solo ponendo come base una cultura interdisciplinare è possibile affrontare l'intero iter progettuale per giungere quindi all'esecuzione finale dell'intervento, limitando i possibili errori di valutazione e scelte finali.

2. STATO DELL'ARTE

La maggior parte del patrimonio culturale e monumentale in Italia si trova all'interno di aree urbane. Di conseguenza, esso è soggetto a danni causati dalle emissioni dei processi di combustione e dalle alterazioni dovute agli agenti atmosferici come il vento e la pioggia. Con un attento monitoraggio queste tipologie di degrado possono essere previste, studiate e limitate a condizione che ci sono sia la programmazione degli interventi che le risorse necessarie.

Ogni degrado, inevitabilmente, comporta una perdita delle testimonianze di un passato non più riproponibile, ma soprattutto una perdita economica e sociale. Ciò coinvolge l'intera comunità internazionale, perché il patrimonio culturale appartiene a tutta l'umanità ed i detentori e gestori dei beni devono agire come depositari e curatori, attenti alle esigenze di tutti i possibili fruitori attuali e futuri. La conservazione del patrimonio culturale non può essere fatta da sforzi frammentari, ma è necessario identificare e pianificare il lavoro di conservazione attraverso una strategia per classificare i dati essenziali come i beni, le condizioni reali dei monumenti e la loro velocità di degrado. Con un adeguato progetto diagnostico si possono ridurre al minimo le incertezze interpretative dei fenomeni patologici. E' possibile rispondere in modo adeguato all'impegno a cui tutti siamo chiamati a contribuire solo attraverso un'azione sinergica tra gli interventi di programmazione e l'adozione di tecnologie e prodotti innovativi a basso costo e basso impatto ambientale.

In Italia in particolare, in cui vi è un vasto patrimonio culturale, si dovrebbero adottare politiche di intervento di tipo preventivo piuttosto che curativo, al fine di ottimizzare le poche risorse disponibili.

La mancanza di una strategia sinergica che si concretizzi in una programmazione manutentiva ordinaria, la sicurezza e l'efficienza sono problemi che investono questo settore ed influenzano il lavoro degli operatori, la qualità finale e i costi degli interventi. La valutazione dei beni è estremamente complessa a causa della molteplicità dei fenomeni coinvolti nelle azioni di degrado e alla varietà dei materiali che compongono i manufatti. Qualsiasi materiale dotato di caratteristiche morfologiche, chimiche e fisiche differenti rende il manufatto storico unico ma anche caratterizzato da una propria specifica vulnerabilità. La comprensione dei fenomeni di alterazione dei monumenti che si verificano all'interfaccie con l'ambiente esterno in funzione del tempo e dei fattori di invecchiamento, naturale o antropico, è essenziale per la scelta e la pianificazione delle migliori strategie di restauro, conservazione e protezione [1].

3. METODOLOGIA

La metodologia individuata è facilmente divisibile in tre grandi fasi in grado di abbracciare l'intero iter operativo, dall'idea all'esecuzione dell'intervento fino alla gestione dell'opera ad intervento avvenuto.

La fase *conoscitiva-sperimentale* può a sua volta suddividersi in altre micro fasi che, ad espletamento ultimato, daranno vita alla "conoscenza" del manufatto.

La fase della "conoscenza" coprirà tutti gli aspetti che definiscono il patrimonio architettonico e permetteranno di capire l'essenza, apprezzando il suo valore. In questa fase verrà effettuata una serie molto dettagliata e approfondita di ricerca analitica (storica, territoriale, architettonica, dimensionale, materica e patologica) i cui risultati contribuiranno a ricostruire, documentare e interpretare il monumento, nella sua complessità e stratificazione storica.

La fase *tecnico-costruttiva* può diventare un nuovo campo di sperimentazione e verifica delle scelte effettuate, infatti già in fase di esecuzione dell'opera si possono avere i primi risultati sull'effettiva validità dell'intervento, attraverso:

- la realizzazione dell'intervento; proposizione e verifica delle idee progettuali;
- il monitoraggio delle attività operative svolte nel corso dell'intervento.

La fase *gestionale* diventa una naturale prosecuzione del progetto esecutivo. Questa, oltre alla manutenzione e gestione dell'opera, prevede il monitoraggio dell'intervento e la validazione dello stesso intervento nel tempo mediante ulteriori prove e la progettazione di un dettagliato programma di manutenzione [2].

Un programma di manutenzione opportunamente strutturato consentirà di evitare il degrado della struttura e dei suoi componenti; di aumentare la sicurezza del manufatto attraverso il recupero strutturale e la limitazione del degrado materico; di minimizzare l'impiego di risorse (umane, energetiche e ambientali sia in relazione all'uso sia in relazione alle attività di recupero e successiva manutenzione del manufatto); di istituire un sistema intelligente del programma di manutenzione (insieme di risorse umane e tecnologiche per la gestione, il controllo e la protezione delle caratteristiche estetiche e funzionali dell'edificio); di valutare il comportamento del manufatto prima, durante e dopo l'uso di materiali e tecnologie previste.

Il monitoraggio e la diagnostica nel restauro assumono un ruolo preminente negli approcci tecnico-economici di valutazione delle attività da intraprendere per la conservazione, valorizzazione e salvaguardia di un bene culturale-architettonico. Consentono di individuare un arco temporale entro cui ripristinare la sicurezza del bene, prima che questo subisca compromissioni definitive ed azioni di degrado difficilmente reversibili. Per questo motivo il processo di manutenzione deve porre particolare attenzione alla gestione dei flussi di informazioni provenienti dallo stato di salute del manufatto e dal contesto ambientale in cui esso si trova.

4. RISULTATI

Dall'acquisizione dei dati provenienti dalle precedenti campagne di prove e sperimentazioni effettuate nelle aree campione sui materiali tradizionali e nuovi da utilizzare negli interventi di recupero, e dalla valutazione anche solo visiva dei primi interventi effettuati, si è evinta la necessità di progettare e programmare nuove campagne di prove e sperimentazioni in laboratorio ed in situ.

Sono state eseguite prove tecnologiche per determinare le caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche dei materiali utilizzati nel caso studio in modo da valutare la compatibilità (chimica, fisica, meccanica) con eventuali nuovi materiali da utilizzare in fase di restauro e per validare le scelte effettuate durante alcuni interventi. Per lo studio delle malte storiche lo scopo delle indagini diagnostiche è stato quello di verificare la sequenza degli strati osservata in situ; di caratterizzare le malte all'interno degli strati dal punto di vista mineralogico-petrografico e porosimetrico ed ottenere indicazioni sui rapporti composizionali delle malte costituenti i vari strati; di individuare le eventuali cause responsabili dei fenomeni di disgregazione del rivestimento[3]. I campioni di intonaco, di malta e di pietre sono stati prelevati da diversi siti e monumenti (Sassi di Matera, Palombaro di Matera, Castello di Cancellara, Chiesa di San Pietro a Forenza, Chiesa di San Demetrio a Ceglie Messapica) e sottoposti in laboratorio ad analisi chimiche, fisiche e meccaniche.

Nel caso di Matera tra le tante prove e sperimentazioni eseguite si è studiato il comportamento della calcarenite trattata con un consolidante inorganico. Il prodotto utilizzato ha come principio attivo un mix di alluminati solubili. L'azione consolidante è dovuta alla formazione di allumina gel che precipita nei pori della pietra creando un'interazione di tipo elettrostatico che aumenta la coesione interna e riduce il fenomeno polverulento. Nell'ambito della sperimentazione si è usato lo stesso prodotto in cui si sono variati solo alcuni componenti (P.C a base di calce, P.A a base di alluminati, P.S a base di silicati). I risultati ottenuti sono stati avvalorati sia da un confronto visivo sia dalle immagini al microscopio elettronico a scansione, da cui si evince che la miscela migliore è quella a base di silicati in quanto risulta essere compatibile, duratura, meno invasiva e lascia inalterata la porosità e la colorazione. Sempre a Matera si è caratterizzata la malta di rivestimento delle cisterne (cocciopesto), prelevando campioni di malta storica e sottoponendoli in laboratorio alla caratterizzazione mineralogica-petrografica, fisica e chimica.



Figura 1. I Sassi di Matera: fasi di prelievo, individuazione del provino e immagine al microscopio a scansione elettronica (SEM)

Figura 2. "Palombaro" di Matera: restituzione con laser scanner e fasi di prelievo della malta (cocciopesto) che riveste la cisterna

Nell'ambito di una convenzione tra comune di Cancellara - DAPIT/USB E IBAM/CNR si sono svolte indagini conoscitive finalizzate allo studio approfondito per un intervento di restauro del castello di Cancellara. Tra le prove previste si sono eseguite anche le analisi mineralogico-petrografiche e fisiche dei materiali lapidei inerti, delle malte e degli intonaci, finalizzate alla loro caratterizzazione e alla qualificazione del degrado.

Nel caso della chiesa di San Pietro a Forenza (PZ), durante la operazioni di restauro, prima di eseguire gli interventi sugli intonaci sono stati prelevati dei campioni di malta e sono stati sottoposti a caratterizzazione microstrutturale (morfologica e composizionale) mediante microscopia ottica in luce trasmessa e diffrattometria a raggi X [4]. Nel caso di San Demetrio a Ceglie Messapica (BR) si sono individuate le caratteristiche chimico fisiche del materiale mediante analisi petrografiche sui campioni prelevati in situ.

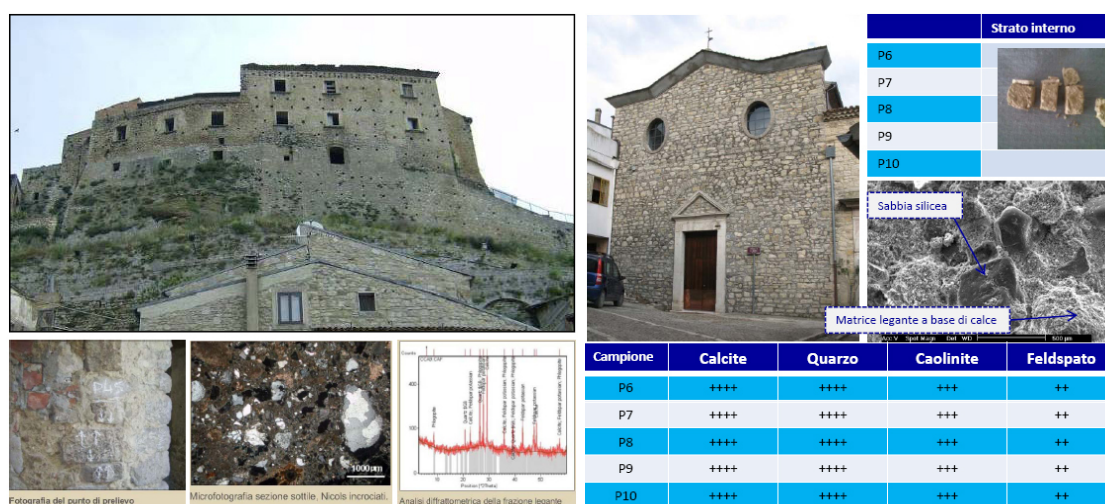


Figura 3. Castello di Cancellara: zona di prelievo della malta, microfotografia sezione sottile, diffrattometria

Figura 4. San Pietro a Forenza: provini, caratterizzazione della malte, immagine al microscopio a scansione elettronica

I risultati di queste campagne di prove ci hanno consentito di individuare e progettare nuove malte e nuovi intonaci compatibili con quelli storici. Questi nuovi prodotti sono stati applicati su alcuni monumenti con lo scopo di monitorarne la reazione in situ. In particolare, sono state selezionate quelle tipologie di malte che presentavano prestazioni fisiche, chimiche e meccaniche molto simili a quelle delle malte storiche a base di calce idrata, calce-pozzolana o calce idraulica. Prima di procedere al confezionamento delle nuove malte si sono eseguite indagini conoscitive sui materiali da utilizzare: leganti ed aggregati. Nello specifico nel caso del "Palombaro" (cisterna grande di Matera) si sono progettate 5 nuove malte con 7 tipologie di leganti su cui effettuare prima prove in laboratorio e poi l'applicazione in situ.

	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	*p.a.f.
LEG1	47,81	5,70	22,58	1,11	1,00	3,64	15,71
LEG2	49,50	5,57	19,53	-	0,80	3,24	17,99
LEG3	32,06	7,49	41,79	2,70	2,50	1,82	8,50

Figura 5. "Palombaro" di Matera: composizione chimica dei leganti impiegati, % in peso (* p.a.f.=perdita al fuoco a 950°C)

Nel caso della chiesa di San Pietro si sono individuati i componenti dell'intonaco storico (strato esterno composto da una matrice legante compatta a base di calcite; strato interno presenta una matrice legante a base di calce ed è composto da una frazione argillosa). Questi risultati hanno determinato la scelta dell'intonaco da usare per il ripristino delle parti mancanti o degradate; intonaco a base di calce compatibile con quello storico.



Figura 6. Chiesa di San Pietro a Forenza: fasi di ripristino dell'intonaco e consolidamento del dipinto

Ed infine, nel caso della chiesa di San Demetrio la caratterizzazione petrografica ci ha consentito di determinare la provenienza del materiale e storico e la compatibilità con quello prelevato da nuove cave. Ciò ha consentito di individuare e reperire materiali lapidei petrograficamente identici a quelli storici da usare per i lavori di consolidamento statico e ricostruzione nelle parti mancanti a seguito di un crollo parziale.

5. CONCLUSIONI

Dalla campagna di prove, sperimentazioni ed applicazioni effettuate in alcuni casi studio, i materiali da utilizzare in fase di restauro e consolidamento dei monumenti, possono derivare sia da prodotti attualmente sul mercato sia dalla progettazione e sperimentazione di nuovi tipi di materiali. La sperimentazione su prodotti innovativi sarà effettuata nell'ambito di un progetto SMART CITIES approvato e finanziato dal MIUR che si propone di progettare nuovi prodotti in grado di ottenere elevate prestazioni nelle operazioni di restauro e consolidamento del patrimonio architettonico nel rispetto dei requisiti di sicurezza dei lavoratori.

Il risultato finale di questa ricerca sarà identificare i materiali che consentano di mantenere la coerenza dei monumenti nel tempo e formulare un modello che mostri la frequenza ottimale di manutenzione di un'opera d'arte a seconda del suo deterioramento, della conseguente perdita di valore, dei costi di manutenzione e delle risorse finanziarie disponibili.

6. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] C. Navarro, et alii Conservation of ornamental stone by *Myxococcus xanthus*-induced carbonate biomineralization, *Applied Environmental Microbiology*, 69 (2003) 2182-2193.
- [2] I. Mecca, A. Guida, The durability of built heritage through tests and experimentations on site" in "A State of the Art Report on Building Pathology, Edited by Vasco Peixoto de Freitas, CIB FEUP Editor, Porto (2013) 177-182. ISBN 978-90-6363-082-9.
- [3] I. Mecca, A. Guida, The "Palombaro" (Sassi of Matera, Italy): The interaction between Water and construction materials, *The e-Journal of Nondestructive Testing* - Vol. 13 No. 9 (2008) 1-11.
- [4] I. Mecca, G. Bernardo, Caratterizzazione microstrutturale e mineralogica di intonaci antichi, in V Congreso Latinoamericano 2014 Sobre "Patología de la Construcción, Tecnología de la Rehabilitación y Gestión del Patrimonio". Santander, del 1 al 4 de abril de 2014 (2014) – ISBN del CD-ROM de artículos 978-84-616-8863-0, 1061-1069.