

Massimo Valentini
Riccardo Negrotti

L'attività di diagnostica del Fi.T.Be.C. presso il Battistero della Collegiata di Castiglione Olona e il Convento dell'Annunciata di Abbiategrasso

Diagnostic activity of Fi.T.Be.C. laboratory: the Baptistery of the Collegiata of Castiglione Olona and the Convent of the Annunciata of Abbiategrasso

Introduzione

Il Laboratorio di Fisica Tecnica Ambientale per i Beni Culturali (Fi.T.Be.C.) rappresenta la formalizzazione di un'attività di ricerca e diagnostica che è in essere all'interno del dipartimento di Energetica fin dagli anni '60, periodo di fondazione dell'allora centro di microscopia elettronica, poi trasformato in centro del C.N.R. dedicato alla memoria di Gino Bozza (Rettore del Politecnico con un profondo interesse per le opere d'arte), ed attualmente integrato nell'Istituto per la Conservazione e Valorizzazione dei Beni Culturali (I.C.V.B.C.). A parte gli studi iniziali sui materiali metallici, l'interesse si è concentrato sui materiali lapidei naturali ed artificiali (marmi, pietre, malte, intonaci, prodotti ceramici) e, necessariamente, sui manufatti, in particolare gli edifici, che tali materiali utilizzano.

Le competenze del laboratorio

Oltre a studi a carattere sperimentale sui meccanismi di degrado dei materiali lapidei e sull'efficacia di alcune tecnologie utilizzate nel restauro, il laboratorio ha un'intensa attività di diagnostica mirata alla valutazione dello stato di conservazione del manufatto in relazione agli scambi di massa e calo-

Introduction

The Fi.T.Be.C. laboratory (Thermal environment engineering for Cultural Heritage) collects the knowledge of the research and diagnostic activity of the Dipartimento di Energetica of Politecnico di Milano born in the sixties with the Centre for Electron Microscopy (this Centre was later officially founded under an agreement with C.N.R. in memory of Gino Bozza, Director of the Politecnico and scientist deeply interested in works of art. It is now integrated in the Institute for Conservation and Valorisation of Cultural Heritage). After some initial studies about metallic artefacts, the interest of the laboratory actually concerns natural and artificial stone materials (marble, stone, mortar, plaster, ceramics products) and their utilization in the historical buildings.

Laboratory competences

Besides studies about decay mechanisms and effectiveness of some restoration technologies, the laboratory develops an intense activity of diagnostic aimed to estimate the transfer of heat and mass to the environment; particularly, the presence and the provenience of water and salts into walls was investigated. This phenomena combined with the internal microclimate conditions are one of the main cause of stone degradation and decay processes. Water and soluble salts are often in the walls of ancient buildings; this induce the decay of stone by way of some phenomenona like the cycles of evaporation and watering of the wall surfaces (which correspond cycles of crystallization of salts that cause strong thrusts on the porous of the material due to their volume variations) and the catalyst action of the water with some pollutant products in the air (carbon and sulphur oxides). Another material decay factor is the environment

re con l'ambiente; in particolare, vengono indagati la presenza e le modalità di provenienza dell'acqua e dei sali nelle murature di un edificio e le condizioni microclimatiche degli ambienti confinati, elementi che producono effetti combinati sul degrado dei materiali lapidei.

Acqua e sali solubili sono spesso presenti nelle murature degli edifici antichi: ad essi sono associati fenomeni di degrado legati a vari meccanismi di attacco tra i quali vanno ricordati i cicli di evaporazione e bagnatura delle superfici murarie (cui corrispondono cicli di cristallizzazione e risolubilizzazione dei sali che provocano forti spinte nei pori dei materiali lapidei a causa delle variazioni di volume dei sali stessi) e l'azione di catalizzatore che l'acqua ha nei confronti di quei prodotti inquinanti presenti nell'aria, tipicamente gli ossidi di carbonio e di zolfo, in grado di attaccare i componenti della pietra e distruggerli.

Se acqua e sali danneggiano la muratura *dall'interno*, l'altro fattore di degrado dei materiali lapidei è imputabile a ciò che sta *fuori*, vale a dire l'ambiente che avvolge il manufatto. Oltre all'aspetto chimico, le grandezze che hanno un'azione di tipo fisico sul degrado dei materiali lapidei sono parametri quali la temperatura e l'umidità relativa dell'aria, le temperature delle superfici, le precipitazioni atmosferiche, l'illuminamento, il contenuto in polveri, ecc. (in questo ambito il Laboratorio Fi.T.Be.C collabora con il Laboratorio di condizionamento dell'aria e refrigerazione del Dipartimento di Energetica). L'approccio metodologico delle misure sarà diverso a seconda che il *soggetto* indagato sia il contenitore stesso (vale a dire l'edificio di pregio storico, artistico, architettonico) oppure il contenuto (in generale l'oggetto esposto in un museo); in entrambi i casi, lo scopo è quello di valutare le condizioni ambientali in cui il Bene è

1.
Castiglione Olona. Sonda per la misura della temperatura ed umidità relativa dell'aria interna
Castiglione Olona. Internal air temperature and relative humidity probe



that *wraps* the building. Apart from the chemical actions, the other factors that have a physical action are the climate and microclimate parameters (temperature and relative humidity of the air, surface temperature, rainwater, radiation, particulate content, etc.). The methodological approach is different according if the measures are carried out on buildings or museum objects: however, the aim is to evaluate the environmental conditions and to find out the decay path of objects. The knowledge of the laboratory led to a definite project sequence: diagnosis, intervention, and

conservato ed indagare l'esistenza di meccanismi di degrado dei materiali.

Le conoscenze del laboratorio si inseriscono così in un preciso percorso progettuale che lega *diagnosi, intervento, controllo*. La diagnosi permette di definire lo stato igrometrico delle strutture murarie, di caratterizzare il comportamento dei materiali costituenti l'edificio nei confronti dell'acqua e di valutare l'azione dell'ambiente sul manufatto; la necessità dell'intervento e la sua progettazione vengono definite in relazione ai risultati acquisiti nella fase precedente (e alla conoscenza delle caratteristiche del manufatto e dell'intervento stesso); il controllo, a posteriori, consente di valutare la reale efficacia dell'intervento nei riguardi dell'edificio in esame e permette di acquisire conoscenza ed esperienza per gli interventi futuri. Per presentare l'aspetto più operativo dell'attività del laboratorio, sono stati scelti due casi reali; due metodologie di indagine diverse tra loro perché diversi erano gli obiettivi e le esigenze conservative, ma che hanno in comune la sensibilità dimostrata dai progettisti degli interventi nei confronti della tutela del Bene Culturale e di quel cammino progettuale appena indicato che vede le indagini diagnostiche come il primo, necessario passo per definire il seguito dell'intervento.

Le condizioni di conservazione degli affreschi presso il Battistero della Collegiata di Castiglione Olona

Costruita su una collina a picco sul fiume Olona, Castiglione conobbe un periodo di splendente rinascita a partire dal 1420 ad opera del cardinale Branda Castiglioni, che la ricostruì secondo lo stile e le idee del Rinascimento. In cima ad una strada in acciottolato, attraverso un arco, antico ingresso della rocca, ci si immette sul sagrato della Collegiata della Beata Vergine e dei Santi Stefano e Lorenzo costruita in stile gotico lombardo. Sul lato sinistro della Collegiata sorge il Battistero di San Giovanni, ricavato in una torre dell'antica rocca, al cui interno è visibile il ciclo di affreschi di Masolino da Panicale rappresentante le storie di S. Giovanni Battista e datato 1435. Oltre alle indagini diagnostiche di supporto al recente restauro degli affreschi (che negli anni '60, a causa del loro degrado, erano già stati staccati, collocati su pannelli e rimessi in sede) si è proceduto, su indicazione della competente Soprintendenza, ad una campagna di misure allo scopo di monitorare le condizioni ambientali nelle quali sono conservati gli affreschi stessi per



2.
Castiglione Olona.
Termocoppia per la misura della temperatura di superficie posta sulla vela di una volta
Castiglione Olona.
Termocouple for surface temperature measure on a vault

monitoring. The diagnosis defines the hygrometric condition of the building walls, the water behaviour in the materials and the environmental actions involved; the opportunity and the project of an intervention have to come from the results of the first step, the analysis of building and the intervention characteristics; the monitoring consent to evaluate the real effectiveness of the intervention and to acquire new knowledge and new experience for the future.

In order to highlight the operative activity of the laboratory, two real cases are presented; two different enquire methodologies, as far as different were the aims and the requirements, that nevertheless show the same sensibility for the protection of the Cultural Heritage and for the project sequence showed above.

The Baptistry of the Collegiata in Castiglione Olona: frescoes conservation conditions measures

Castiglione Olona was built on a hill by Branda Castiglioni according with Rinascimental style. At the top of a cobbled paving road, there is the entrance of the Collegiata della Beata Vergine, built on an ancient fortress in a gothic style. On the left side there is the Baptistry, built in a tower of the fortress. Inside the Baptistry there is a cycles of frescoes painted by Masolino da Panicale in 1435. After some initial measurements in order to aid a recent frescoes restoration (in the sixties the frescoes was put on panels to avoid their degradation) a series of measurements to monitoring environmental conditions was carried out to decide if an internal microclimate control plan was necessary or not.

The presence of water and salts in the walls and the fluctuations of air and surface temperature and relative humidity of the air have been monitorated.

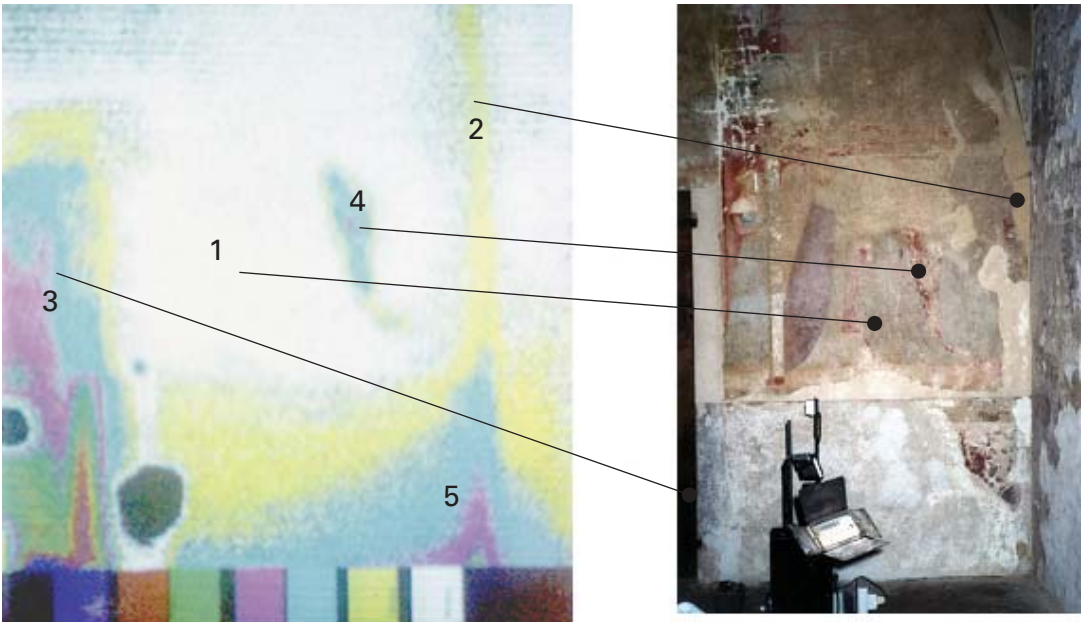
3.

Castiglione Olona.
Termogramma e corrispondente immagine nel campo del visibile della parete Ovest. Nell'immagine termografica si possono riconoscere i contorni del pannello che supporta l'affresco (1), lo spigolo tra le due pareti (2) e la porta di ingresso (3).
La macchia azzurra al centro

dell'affresco (4) evidenzia la parte sulla quale stava lavorando la restauratrice poco prima di effettuare la ripresa termografica. La zona azzurra della fascia basale della muratura (5) individua una zona più fredda che indica la presenza di umidità nelle murature

Thermograms frames and visible state of the west wall. One can see the panel contour (1), the edge between the two walls (2) and the door (3). Before the thermographic shot, the restorer was working on the area marked with the blue spot (4) in the middle of the fresco.
The blue band on the basis of

the wall (5) shows a colder zone due to water presence in the wall



verificare la necessità di realizzare un impianto di trattamento dell'aria in grado di controllare il microclima. La campagna di misure, che ha avuto la durata di un anno per monitorare anche l'influenza delle variazioni climatiche, è stata condotta rilevando da un lato la presenza di umidità e sali nelle murature e dall'altro le variazioni nel tempo e nello spazio della temperatura ed umidità relativa dell'aria e delle temperature di superficie (queste ultime per valutare la presenza di fenomeni di condensazione superficiale). La posizione delle sonde di misura è stata scelta sulla base di una mappatura

The position of temperature probes has been decided after a series of initial measurements made with an infrared camera to identify the different temperature zones.

The convent of the Annunciata of Abbiategrasso: the measures after intervention

The convent and the church, built at the end of 1400, were restored a short time ago. A portion of the convent has turned into dwelling house, while the frescoed rooms that faced to the little cloister will became conference halls of

4.

Abbiategrasso. Fase di iniezione del formulato per barriera chimica

Abbiategrasso. Chemical barrier injection



preliminare effettuata con un'apparecchiatura termografica.

Il controllo dopo l'intervento nel convento dell'Annunziata ad Abbiategrasso

Il convento e la chiesa annessa risalgono alla fine del 1400; gli edifici sono in mattoni e l'intero complesso è stato da poco ristrutturato. Una parte è adibita a residenza civile, mentre le sale che si affacciano sul piccolo chiostro, molte delle quali recanti affreschi della scuola lombarda, saranno utilizzate come sale per conferenze da parte dell'Università Statale. Nel caso in esame, una delle maggiori cause di degrado è rappresentata dall'acqua che dal terreno sale nelle murature. I progettisti del restauro, che ha ovviamente interessato anche la parte strutturale e gli affreschi, sono intervenuti contro l'umidità nelle murature utilizzando la tecnica della barriera chimica che consiste nel creare, ai piedi della

the Università Statale of Milan.

In order to reduce the water in walls rising damp from the floor, the walls have been isolated with a chemical barrier. This barrier consists in a waterproof layer, along the entire thickness of the wall, obtained by the injection of liquid siloxane-based products.

The problems connected with this relatively recent technology concern the conservation of building (the intervention is not reversible) and the effectiveness of the barrier (it is not possible to verify if the layer into the wall is homogeneous). In order to solve the second doubt, a series of measurements have carried out to verify the reduction of the water content of the walls. A new, simple and less destructive technique has been set up for this purpose: a lateritious cylinder (9 mm of diameter and 50 mm of length) inserted in a hole of the wall comes in thermoigrometric equilibrium with the

muratura e per l'intero spessore della stessa, una sorta di strato impermeabile all'acqua attraverso l'iniezione di formulati chimici a base di silicio che, inizialmente liquidi, una volta polimerizzati solidificano. La tecnica è relativamente recente e i dubbi che la accompagnano sono di tipo conservativo (l'iniezione all'interno della muratura di una sostanza che non può essere più eliminata è, secondo alcuni, contrario ai principi di reversibilità che un intervento di restauro sui Beni Culturali dovrebbe avere) e di ordine pratico (non esiste la possibilità di verificare che la barriera all'interno della muratura sia effettivamente continua e, quindi, efficace).

Per verificare questo secondo dubbio, è possibile valutare gli effetti della barriera sull'acqua contenuta nelle murature che, nel caso di corretta applicazione, dovrà ridursi nel tempo. Allo scopo è stata utilizzata una metodica semplice e poco invasiva che consiste nell'inserire, in un foro praticato nella muratura, una carota in laterizio (con diametro 9 mm e lunghezza 50 mm) che si porta in equilibrio termoisometrico con la muratura una volta che il foro sia stato tappato per impedire gli scambi con l'esterno: misurando la quantità di acqua assorbita dalla carota, si ha un valore proporzionale alla corrispondente quantità di acqua presente nella muratura. Le misure sono ancora in corso e stanno comunque fornendo indicazioni positive sull'efficacia dell'intervento.

5.

Abbiategrasso. Inserimento della carota in laterizio per la misura delle variazioni del contenuto di umidità nelle murature

Abbiategrasso. Insertion of the lateritious cylinder to measure the humidity content variations



wall when the hole is plugged and could be used as water tester; the measurement of the quantity of water absorbed by the cylinder is proportional with the water in the wall.