COMUNE DI VERONA

ACCADEMIA DI BELLE ARTI DI VERONA

Fondazione Accademia di Belle Arti di Verona - Via C. Montanari, 5 - 37122 Verona

Palazzo Verità Montanari

Restauro della facciata su via Carlo Montanari

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato n. RPD

RELAZIONE PROGETTO DIAGNOSTICA

Gruppo di progettazione

Prof. arch. Massimiliano Valdinoci

PhD arch. Andrea Piero Donadello

Prof. dott. Vasco Fassina

Prof. sa Francesca Mariotto

Prof. dott.Stefano Marziali

Prof.sa Cristina Todaro

Prof. sa Adele Trazzi

Verona, febbraio 2014

INDAGINI DIAGNOSTICHE PER LO STUDIO DEL DEGRADO DEGLI ELEMENTI ARCHITETTONICI DI PALAZZO VERITÀ MONTANARI

Vasco Fassina

1.Premessa

L'impiego delle metodologie scientifiche per lo studio delle problematiche connesse alla conservazione dei manufatti è ormai da tempo una realtà consolidata e, sulla spinta dei risultati conseguiti dalla ricerca in questo settore, sempre più spesso ci si rivolge alla scienza per approfondire le conoscenze sui materiali costitutivi di un manufatto artistico anche quando questo non necessita di particolari interventi di restauro o conservazione. Tuttavia, sarebbe riduttivo considerare l'apporto scientifico solo in funzione dell'identificazione del materiale. Nella complessità di un manufatto architettonico, l'approccio scientifico consente si di conoscerne i costituenti, ma può anche andare oltre osservando la loro distribuzione, studiando i fenomeni che avvengono all'interfaccia con l'ambiente, interpretando i cambiamenti subiti in funzione del tempo, di altri parametri "naturali" o accidentali. Se poi entriamo nel mondo della conservazione il contributo della scienza può divenire ancora più ampio estendendo lo studio anche ai materiali, vecchi e nuovi, impiegati per la conservazione, alle tecniche di impiego di tali materiali, al controllo degli interventi, alla ricerca e allo sviluppo.

Alcuni *markers* consentono, non solo di accertare "lo stato di conservazione" del manufatto, ma anche di risalire alle cause di eventuali problemi e soprattutto possono dare un contributo determinante per la stesura di un progetto di restauro. Le indagini scientifiche hanno appunto lo scopo, in questi casi, di identificare eventuali prodotti di neoformazione, generati dalla trasformazione dei materiali originali, oppure di misurare anomalie di natura chimica, fisica o biologica degli stessi.

2. Indagine diagnostica delle superfici architettoniche

L'indagine diagnostica mira ad eseguire una serie di indagini conoscitive finalizzate alla sistematica e scientifica acquisizione di dati certi inerenti lo stato di conservazione e all'individuazione di processi di degrado in modo da consentire una diagnosi corretta ed accurata dei meccanismi che provocano il deterioramento al fine d'intervenire su di essi con i rimedi più efficaci.

La diagnosi sarà effettuata commissionando, esclusivamente a laboratori riconosciuti ed autorizzati dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, l'esecuzione di una specifica serie di prove di laboratorio e di analisi da svolgere "in situ". Il laboratorio dovrà eseguire le analisi su campioni di manufatto che dovranno essere prelevati o da personale di sua fiducia o da altra rappresentanza che assolva tale compito sotto il controllo di un esperto scientifico e secondo le modalità descritte nelle Raccomandazioni redatte dalla Commissione Normal ora Commissione UNI Beni Culturali-Normal e più recentemente aggiornate dal Comitato Europeo di Normativa CEN TC 346 Conservation of Cultural Heritage (EN 16085). Le analisi dovranno essere condotte da un laboratorio in possesso della certificazione UNI EN ISO 9001:2008 e di essere accreditato da Accredia secondo la UNI ISO 17025.

In base a quanto sopra esposto si ritiene necessario eseguire indagini relative ai materiali lapidei, agli intonaci e agli altri elementi di natura diversa costituenti le strutture murarie con lo scopo di caratterizzazione dei materiali costitutivi e delle fasi di alterazione che permetteranno di indirizzare verso la scelta delle operazioni di restauro più idonee a risolvere i problemi conservativi delle differenti tipologie di materiali di rilevanza storico artistica e architettonica.

Una seconda fase diagnostica molto importante è quella del "controllo dell'intervento conservativo e delle condizioni di conservazione".

Qualsiasi intervento di restauro è in qualche modo invasivo nei confronti del manufatto, nel senso che agisce su un equilibrio consolidato fra i vari componenti e l'ambiente inducendo delle modifiche strutturali oltre che estetiche del manufatto. Tuttavia non sempre è possibile verificare la correttezza dell'intervento mediante semplici osservazioni, seppur attente, della superficie dell'opera. Le indagini di laboratorio consentono di avere, riguardo questo punto, maggiori certezze. Per esempio, la misura dei parametri fisici e meccanici può confermare l'avvenuto consolidamento della struttura; il controllo della presenza di materiali residui contribuirà alla verifica sia di una corretta pulitura sia del completo risanamento dei materiali e così via.

2.1 Considerazioni sull'importanza del campionamento

I risultati dell'indagine diagnostica sono fortemente influenzati dal campionamento infatti il risultato di una analisi è legato a vari fattori che hanno a che vedere sia con la metodica, e quindi il grado di precisione, sia con i materiali o le strumentazioni utilizzate nella metodologia di analisi.

Se si prende in considerazione che il manufatto in oggetto è un insieme eterogeneo di più materiali, si capisce che le difficoltà operative per realizzare un campionamento significativo aumentano. Per la ricerca e l'identificazione del tipo di materiale presente diventa, quindi, fondamentale definire la quantità di campione sufficiente per avere dei dati significativi. La quantità è condizionata anche dalle caratteristiche che presenta l'eventuale zona di prelievo. Non va trascurato il fatto che alcuni campioni potrebbero non essere sufficientemente rappresentativi dell'insieme opera, ma essere descrittivi di casi particolari nel contesto generale.

Quanto detto porta a comprendere come sia necessario avere un "progetto di campionamento" che deve essere redatto da persona esperta nel settore della conservazione dei materiali e delle relative metodologie analitiche utilizzate nei laboratori di diagnostica. La sua presenza consente di comprendere meglio, inoltre, alcuni tipi di risultati e permette una migliore valutazione dei dati ottenuti alla fine della misura.

L'analisi può fornire dei dati adeguati, che possono essere utili alla conoscenza, se derivano da una precisa serie di domande e di altrettanto precise valutazioni che il progettista può stendere in collaborazione con le altre professionalità coinvolte nel progetto di restauro complessivo.

2.2 Progettazione del campionamento-criteri generali

Una volta definite le necessità diagnostiche per una risposta alle esigenze conoscitive, si passa alla fase di progettazione del campionamento. Questa fase, a sua volta, deve prevedere il numero dei prelievi e deve rispondere a tre quesiti fondamentali:

1. dove campionare
2. quanto campione prelevare
3. quando campionare

A questi si deve aggiungere il concetto di chi deve campionare, in considerazione anche della capacità che ha il campionatore di conoscere le tecniche analitiche e di rispondere alle domande fatte nei precedenti punti.

La scelta di dove campionare sarà ovviamente dettata in primo luogo dal tipo di indagine che si intende svolgere, ma dovrà tenere in considerazione alcuni fattori tutt'altro che insignificanti nella futura interpretazione dei dati.

Il campione dovrà esser prelevato nel modo più completo possibile, ovvero racchiudere in se tutti gli strati che interessano o, altrimenti, l'assenza di uno di questi dovuta, per esempio, a fenomeni di distacco fra le parti, deve essere correttamente documentata.

Si possono scegliere zone di campionamento in vicinanza di lacune o cadute di materiale e fare risultare, quindi, il campionamento più mimetico, ma si dovrà tenere presente che in tali circostanze il dato che si ottiene potrà essere influenzato da una alterazione più accentuata degli strati da studiare.

In ogni caso il campionamento dovrebbe essere preceduto da una progettazione direttamente riportata su un rilievo o su del materiale fotografico, in modo da poter valutare attentamente sia il numero dei campioni che la loro collocazione.
Un po' più complessa è la risposta alla seconda domanda: quanto campione prelevare ? La quantità di campione dovrà essere funzionale a due esigenze, la prima è legata all'oggetto, alle sue dimensioni, alla grandezza delle zone da studiare e, in ogni caso, dovrà essere poco invasiva. La seconda esigenza, quella analitica, si pone in contraddizione alla prima per le questioni già citate di significatività del campione.

E' importante sottolineare che, qualora non fosse possibile effettuare il campionamento di un quantitativo sufficiente di materiale dovrà essere ridimensionato il progetto analitico e valutato il fatto che non si potranno avere, in quel caso, tutte le risposte o le certezze di alcuni risultati.
La terza questione è più facilmente schematizzabile, ovvero tutti i campionamenti andrebbero fatti nelle condizioni e nei luoghi più idonei per salvaguardare l'integrità del campione prelevato.
E' inoltre necessario tenere in considerazione il tipo di materiale prelevato e le caratteristiche delle indagini analitiche previste. Ad esempio, occorrerà garantire la sterilità e la conservazione dei campioni con presenze di natura biologica oppure l'ermeticità dei contenitori da utilizzarsi per misure del contenuto di umidità.
E' sempre opportuno garantire la pulizia e la sicurezza dei campioni utilizzando sistemi ermetici e che non rilascino sostanze che possono contaminare il campione.
Una volta definite le parti progettuali e il numero di campioni si potrà proseguire direttamente sul manufatto per la campionatura. Le modalità del prelievo non sono legate solo all'utensile utilizzato, ma dovranno tenere in considerazione anche alcune procedure che saranno stabilite sulla base della scelta delle finalità analitiche del campione. Si possono effettuare prelievi diretti e globali, ovvero comprensivi di tutti gli strati da studiare, come invece prevedere dei prelievi selettivi, ovvero già scomposti nelle vane fasi che si vogliono analizzare o ancora prevedere che la selettività del campionamento sia fatta successivamente in laboratorio.
Come già detto in precedenza la fase di prelievo dovrà essere effettuata facendo attenzione alle condizioni e con l'aiuto di tutte le strumentazioni possibili per la corretta e limitata esecuzione. Ci sono anche alcuni accorgimenti di tipo analitico e non distruttivo che possono essere utilizzati nella fase progettuale e utili per individuare i punti di prelievo. Fra le tecniche più diffuse sono ricordiamo la microscopia a fibre ottiche che si è diffusa recentemente grazie all'evoluzione tecnologica che ha permesso di costruire dei microscopi portatili con i quali è possibile effettuare una lettura della superficie a ingrandimenti diversi e, quindi, selezionare i punti di prelievo. In considerazione del panorama sopra presentato e relativo ai problemi del campionamento, si può intuire quanto sia importante e complicata questa fase della parte diagnostica.
Spesso, in questo settore, il dato è unico e in certi casi irripetibile, questo crea non pochi problemi soprattutto quando l'informazione ricavata non è molto chiara o può essere interpretata in modo controverso. E' pertanto utile verificare, in fase progettuale, se è possibile affrontare la parte diagnostica attraverso una serie successiva di determinazioni magari sullo stesso campione o in prima istanza con metodi che non distruttive, e di conseguenza ripetibili. Si può costruire così una sequenza che preveda una prima fase con analisi non distruttive, quali per esempio la fluorescenza X o la colorimetria, e a queste far seguire un campionamento mirato con l'asportazione di campioni sui quali effettuare le successive analisi. Diventa importante, a questo punto, la verifica dell'esistenza in laboratorio di tecnologie capaci di effettuare misure di tipo analitico sul campione senza distruggerlo irrimediabilmente in modo da permettere di utilizzarlo nuovamente per altre indagini. Il concetto è quello di utilizzare il campione il più possibile prima di procedere a quelle analisi nelle quali si deve obbligatoriamente distruggere il campione stesso. Anche in questo caso

sarà la fase progettuale a definire esattamente quale tipo di analisi e quale necessità di conoscenza sia necessaria.

2.3 Descrizione macroscopica del degrado ed esecuzione del campionamento

Per poter eseguire una ricerca completa e approfondita che consenta l'identificazione e la caratterizzazione dei materiali costituenti il manufatto, i prodotti di alterazione e i processi di degrado, saranno esaminate le caratteristiche che presenta il manufatto e le relative zone di prelievo,
infatti alcuni campioni potrebbero non essere rappresentativi dell'insieme dell'opera, ma essere descrittivi di situazioni particolari nel contesto generale.
Il campionamento dovrà essere preceduto da una mappatura del degrado mediante il rilevamento delle varie forme di alterazione visibili secondo la norma UNI 11182. Verrà fornita una lettura descrittiva con relativa localizzazione.
L'intera superficie lapidea del manufatto presenta numerose forme di alterazione, più o meno accentuate, probabilmente in relazione all'esposizione ai diversi fattori di degrado e alla struttura-tessitura del materiale costitutivo.
Le principali forme di alterazione osservabili sono: croste nere, depositi superficiali, esfoliazioni, scagliature, degradazioni differenziali, alveolizzazioni, mancanze, efflorescenze saline.
Alcune zone risultano ricoperte prevalentemente da croste nere di alterazione, parzialmente staccate dal substrato, lasciando a vista una superficie disgregata e molto decoesa; in altre presentano aspetto superficiale grumoso.
Nelle zone basamentali è presente una fascia biancastra, probabilmente dovuta alle efflorescenze provocate da risalita di umidità dal terreno. Anche più in alto si osservano efflorescenze saline bianche che assumono un aspetto cristallino meglio definito, talora filamentoso.
Si riconoscono forme di esfoliazione caratterizzate da rigonfiamento e distacco di lamine superficiali, con interfaccia scaglia-pietra polverizzata; forme di disgregazione, con distacco di granuli sotto minime sollecitazioni meccaniche.
Nella definizione del progetto di campionamento, che potrà essere precisata nel dettaglio solo dopo la mappatura delle diverse forme di alterazione, si prevede di eseguire campioni finalizzati alle seguenti esigenze:
-identificazione mineralogico petrografica del materiale lapideo
-identificazione mineralogico petrografica degli intonaci di rivestimento
-identificazione mineralogico-petrografica delle malte costitutive
-determinazione qualitativa e quantitativa dei prodotti di neo-formazione allo scopo di chiarire il meccanismo del degrado in relazione alle diverse tipologie di alterazione macroscopicamente osservabili.
I campioni saranno prelevati tenendo conto delle indicazioni contenute nella Raccomandazione Normal 3/80 e le linee guida EN 16085 del Comitato Europeo di Normativa CEN TC 346.

Saranno impiegate tecniche di analisi petrografica, mineralogica, chimica e chimica puntuale che in alcuni casi saranno condotte sia sui campioni globali, sia su frazioni, consentendo così di ottenere informazioni sulla ripartizione tra porzioni diverse di alcune fasi e/o elementi di interesse.

a) Le caratteristiche strutturali e tessiturali dei campioni saranno esaminate in sezione sottile, impiegando microscopio ottico a luce trasmessa e riflessa (MOLT/R). Le sezioni sottili lucide preparate per le osservazioni al microscopio ottico saranno successivamente impiegate per le osservazioni al microscopio elettronico a scansione ambientale (ESEM), previa metallizzazione delle stesse con un sottile film di grafite sublimata per renderne conduttiva la superficie. Per lo studio morfologico delle superfici dei campioni saranno utilizzati frammenti di campioni tal quali, incollati su vetrino, sui quali viene eseguito un ponte in

argento prima della metallizzazione. Tali preparati saranno osservati usando gli elettroni secondari. L'ESEM è equipaggiato con spettrometro EDS (ESEM-EDS).

b) La determinazione delle concentrazioni di alcuni composti, per lo più anioni, associabili a processi di alterazione (solfati, nitrati, cloruri e ossalati) sarà condotta mediante cromatografia a scambio ionico.
c) La presenza di composti organici è stata investigata mediante Spettrofotometria infrarossa in trasformata di Fourier (FT-IR) analizzando dei tamponi ad acetone prelevati sulle superfici del manufatto; il trattamento di tali campioni prevede che lo stesso tampone, giunto in laboratorio, venga nuovamente sciolto nel medesimo solvente, al fine di riportare in soluzione la sostanza che racchiude
d) Caratterizzazione sui campioni delle fasi cristalline per mezzo della diffrattometria X delle polveri (XRPD).

.

Parte II

SPERIMENTAZIONE IN LABORATORIO SU PROVINI DI CAVA E INVECCHIATI E IN SITU PER LA SCELTA DEI CONSOLIDANTI E PROTETTIVI: CRITERI METODOLOGICI DI APPLICAZIONE E DI VALUTAZIONE.

La scelta del consolidante e del protettivo da utilizzare sarà effettuata in base ad una sperimentazione condotta in laboratorio e in situ.

La sperimentazione in laboratorio è indispensabile per la valutazione di un trattamento su uno specifico litotipo. Infatti, molte delle caratteristiche chimico-fisiche ritenute indispensabili per la valutazione di un trattamento sono misurabili solo attraverso prove di laboratorio. Tuttavia si rende necessaria anche una valutazione del trattamento applicato direttamente sulla superficie del monumento, infatti rispetto ai campioni di laboratorio troveremo alcune differenze fondamentali:

- Il materiale utilizzato per i provini in laboratorio potrà essere simile ma non identico a quello costituente il monumento.
- Lo stato di conservazione della superficie lapidea da trattare sarà diverso da quello dei provini di laboratorio.
- Le modalità di applicazione del prodotto in cantiere sono necessariamente diverse da quelle di laboratorio, scelte in modo da fornire dati ottimali e riproducibili.
- Le condizioni di umidità e temperatura sia dell'ambiente che del materiale costituente il bene culturale nel corso del trattamento e nel tempo successivo della sua stabilizzazione non sono controllabili come quelle di laboratorio.

Le caratteristiche chimico-fisiche fondamentali per la valutazione di un trattamento idrorepellente e le prove per determinarle sono state messe a punto dal comitato europeo di normativa CEN TC 346 (prEN 16581).

Le caratteristiche chimico-fisiche selezionate per la valutazione di prodotti idrorepellenti da impiegare per il trattamento di materiali lapidei sono le seguenti:

- capacità di limitare l'assorbimento d'acqua (metodo 1, 2, 3),
- idrofobicità della superficie lapidea (metodo 4),
- capacità di lasciare fuoriuscire l'acqua presente nella massa del substrato lapideo come vapore (metodo 5),
- valori cromatici (metodo 6)

1-Determinazione dell'assorbimento d'acqua per capillarità-EN 15801

La prova permette di valutare la quantità d'acqua assorbita mediante il fenomeno della risalita capillare e anche la sua cinetica di assorbimento; è, quindi estremamente significativa per capire l'efficacia dell'idrorepellente sia a tempi brevi che lunghi. Essa è eseguibile solo in laboratorio

2-Misura dell'assorbimento d'acqua col metodo della pipetta-EN 16302

Questo test permette di misurare l'assorbimento d'acqua da parte di una superficie lapidea sotto la pressione di un battente definito di acqua. E' quindi una prova volta a misurare l'efficacia di un idrorepellente. Essa è attualmente l'unica prova (approvata a livello europeo) che si può eseguire sia in laboratorio che in cantiere e quindi che può collegare con dati numerici le due valutazioni.

3-*Misura di assorbimento d'acqua mediante spugna di contatto-UNI*

La prova permette di valutare la quantità d'acqua assorbita da una superficie a tempi brevi ed è pertanto utilizzata per misurare l'efficacia di un trattamento.

Essa consiste nel far aderire con una pressione controllata alla superficie una spugna imbibita di una quantità nota di acqua misurandone poi per pesata l'acqua assorbita rispetto a un tempo fissato. I dati forniti possono darci delle prime indicazioni sulla capacità di assorbimento di una superficie e potrebbe essere vista come una rapida, anche se non esaustiva, metodologia di indagine in cantiere.

Essa sembra essere particolarmente utile per monitorare nel tempo l'efficacia di un trattamento *in situ,* avendo l'avvertenza di ripetere la prova nello stesso punto della superficie.

4- Misura dell'angolo di contatto statico-EN 15802

La misura dell'angolo di contatto statico (Fig. 7) valuta le caratteristiche di idrorepellenza della superficie di un materiale, mentre le misure di assorbimento d'acqua (per capillarità, per immersione o sotto bassa pressione) considerano le caratteristiche di tutto il corpo, comprendenti anche le caratteristiche porosimetriche e strutturali, pur sotto diversi aspetti.

5-Misura della permeabilità al vapore acqueo-EN15803

Questa misura esprime la quantità di vapore acqueo che fluisce, nell'unità di tempo, per unità di superficie, in condizioni stazionarie. Tale prova è eseguibile solo in laboratorio ed è considerata fondamentale anche in ambito internazionale per valutare la possibile nocività di un trattamento.

Il flusso di vapore acqueo attraverso il campione viene stabilito per effetto di una differenza di pressione parziale tra le due facce del campione stesso, posto in una cella.

6- Misure colorimetriche di superfici opache-EN15886

Questa misura consiste nel misurare il colore delle superfici prima e dopo l'applicazione di un idrorepellente, essa è volta a valutare l'eventuale nocività del trattamento, che non deve produrre assolutamente produrre variazioni cromatiche.

Tale prova è eseguibile sia in laboratorio che in cantiere anche se in cantiere le misure possono essere influenzate da fattori al contorno in particolare dal contenuto di umidità delle superfici e dalle condizioni climatiche in cui viene effettuata la prova.

Parte III-Controllo dell'intervento conservativo e monitoraggio periodico delle condizioni di conservazione.

Alla fine del trattamento è possibile eseguire delle valutazioni applicando le metodologie 2, 3, 6 appena descritte della misura.

Norme di riferimento
-EN 15801:2010 - Determination of water absorption by capillarity
-EN 15802:2010 - Determination of static contact angle
-EN 15803:2010 - Determination of water vapour permeability (δp)
-EN 15886:2010 - Colour measurement of surfaces
-EN 16302:2013 - Measurement of water absorption by pipe method
-EN 16322:2013 - Determination of drying properties.
-EN 16085:2012 - Methodology for sampling from materials of cultural property-general rules
-prEN 16581: 2014 “Surface protection for porous inorganic materials-laboratory test methods for the evaluation of the performance of water repellent products”

VOCI DI CAPITOLATO

A. ANALISI SUI MATERIALI LAPIDEI (IDENTIFICAZIONE DEL MATERIALE E DEI PRODOTTI DI ALTERAZIONE)
A.1 Studio petrografico quantitativo di un materiale lapideo naturale al microscopio polarizzatore (MPOM) su preparato in sezione sottile secondo NorMaL 10/82. L’analisi permette la classificazione della roccia, se possibile l’individuazione della zona di provenienza e la valutazione dello stato di conservazione
A.2 Analisi microstratigrafica in sezione lucida con microscopia in luce riflessa (RLOM) e in luce ultravioletta (UVOM), analisi al microscopio elettronico a scansione ambientale (ESEM) e alla microsonda elettronica (EDS), analisi microspettrofotometrica all'infrarosso (FTIRM) in modalità ATR o in riflessione sugli strati di alterazione significativi. L'analisi permette la definizione degli strati di alterazione della crosta nera; permette inoltre di osservare fenomeni di alterazione e invecchiamento

A.3 Analisi dei prodotti di alterazione
A.3.1. Determinazione dei sali solubili (anioni) mediante cromatografia ionica per identificare le specie solubili contenute nei prodotti di alterazione
A.3.2. Analisi diffrattometrica ai raggi X (XRD) per il riconoscimento delle fasi cristalline secondo UNI EN 13925-2:2006.L’analisi consente l’individuazione delle fasi cristalline presenti nel composto in esame. Ad esempio è possibile individuare le fasi mineralogiche che compongono un materiale lapideo oppure quelle appartenenti a fenomeni d’alterazione o degrado, come efflorescenze saline, solfatazioni, ossalati.

A.4. Analisi di eventuali trattamenti superficiali e dei prodotti di alterazione mediante microspettrofotometria all'infrarosso in trasformata di Fourier (FT-IRM) in modalità ATR o in riflessione.

B.1 Analisi mineralogico-petrografica sugli strati di intonaco. Studio petrografico quantitativo dell'intonaco al microscopio polarizzatore (MPOM) su preparato in sezione sottile secondo UNI 11176:2006. L'analisi permette la classificazione dell'impasto, la caratterizzazione degli aggregati e del legante, la determinazione delle caratteristiche micromorfologiche, granulometriche, porosimetriche, eventualmente l'individuazione della zona di provenienza degli aggregati e la valutazione dello stato di conservazione.

B.2. Analisi dei prodotti di alterazione

A.2.2.1. Determinazione dei sali solubili (anioni) mediante cromatografia ionica per identificare le specie solubili contenute nei prodotti di alterazione.

A.2.2.2 Analisi diffrattometrica ai raggi X (XRD) per il riconoscimento delle fasi cristalline secondo UNI EN 13925-2:2006.L'analisi consente l'individuazione delle fasi cristalline presenti nel composto in esame. Ad esempio è possibile individuare le fasi mineralogiche che compongono l'intonaco sottostante oppure quelle appartenenti a fenomeni d'alterazione o degrado, come efflorescenze saline, solfatazioni, ossalati.

B.3. Analisi di eventuali trattamenti superficiali e dei prodotti di alterazione mediante microspettrofotometria all'infrarosso in trasformata di Fourier (FT-IRM) in modalità ATR o in riflessione.