

IL RESTAURO DELLA FONTANA DI DIANA -Analisi e proposta di intervento a cura di Alfio Di Mauro-



FONTANA DI DIANA SIRACUSA 1906

A fine dell'Ottocento le malte cementizie ebbero un vero e proprio picco di utilizzo in architettura, divenendo più usate della pietra stessa ad esempio, nei monumenti, nelle decorazioni dei palazzi civili, soprattutto nei casi di bugnati che coprivano ampie superfici. Tra i vantaggi c'erano la possibilità di creare elementi più sporgenti, la possibilità di colorare la malta in fase di lavorazione (e non tinggerla dopo la stesura, risparmiando tempo e migliorando la durata futura), ottenendo una maggiore resistenza al degrado e un costo inferiore a quello del materiale lapideo.

Di un impasto cementizio, ottenuto utilizzando la sabbia lavica delle cave di Nicolosi, si servì lo scultore Giulio Moschetti (1847-1909) per l'esecuzione della Fontana di Proserpina a Catania nel 1904 e della Fontana di Diana a Siracusa nel 1906.

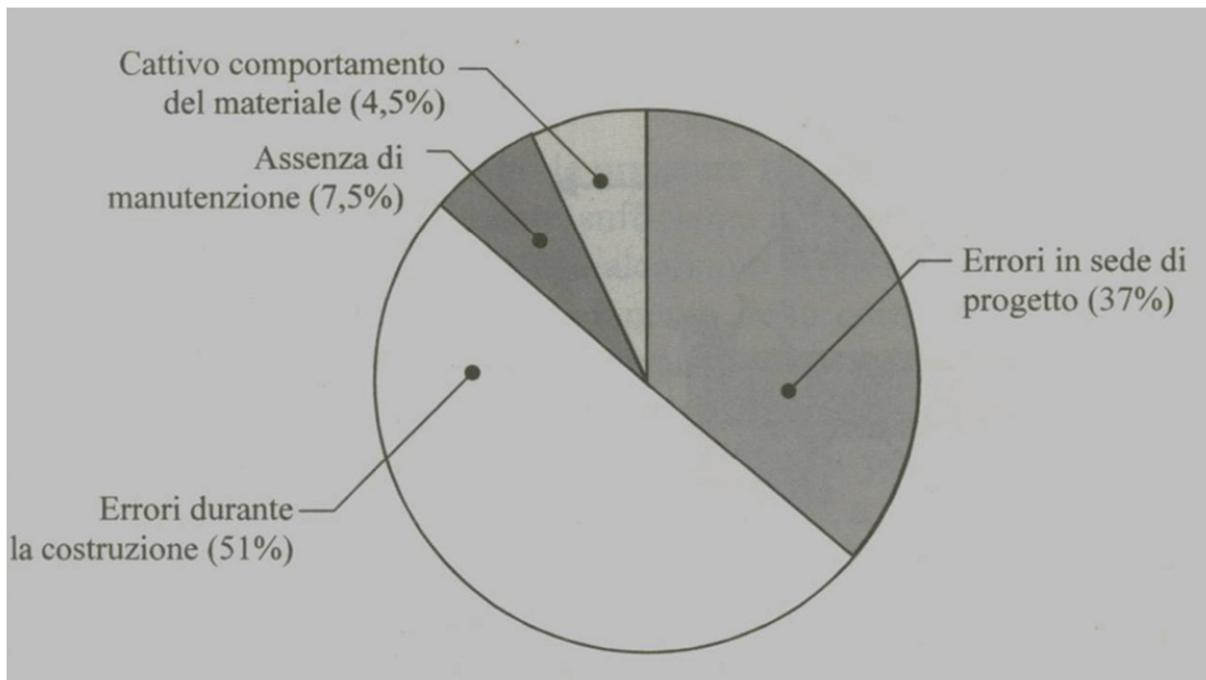
Per l'esecuzione delle due fontane Moschetti sperimentò la tecnica dell'impasto cementizio, modellando le statue, anche quelle secondarie, senza uso di calchi.

Oggi la fontana di Diana necessita di urgenti interventi per aumentare la sua durabilità.

Il progetto conservativo, non più differibile, dovrebbe prevedere un complesso ed articolato intervento di restauro da realizzare sulle sculture. Che dovrà essere rivolto alla tutela e al risanamento dell'opera.

Le fasi esecutive dell'intervento si misureranno con le esigenze di conservazione dell'opera e con azioni di tipo preventivo volte all'eliminazione o al rallentamento delle cause di degrado, in modo da garantirne la migliore conservazione e trasmissibilità.

L'intervento conservativo dovrà perciò individuare, in primis, la natura e l'entità delle cause di degrado in atto, ed essere limitato nel numero e nella consistenza solo alle situazioni di reale emergenza, graduato secondo i criteri della tollerabilità meccanica e della compatibilità fisico-chimica tra nuovi e vecchi materiali.



Cause di corrosione su 10.000 casi esaminati (Patterson, 1984)

CONTROLLI PRIMA DEGLI INTERVENTI

Le indagini conoscitive che, normalmente si fermano alla valutazione visiva basata sul cosiddetto "occhio esperto" senza alcuna verifica di laboratorio, dovranno essere integrate con una serie di campionature e test utili a caratterizzare i singoli elementi costituenti la fontana, le cause di degrado, eventuali prodotti impiegati in precedenti opere di restauro e indicheranno le metodologie e i materiali specifici per un corretto intervento. Commisurando le necessità in relazione all'opera, A monte di tutti gli interventi di restauro vanno sempre effettuati una serie di controlli.

Oggi la tecnologia ci consente di eseguire delle indagini poco invasive che elenchiamo, come esemplificazione.

Prove non distruttive

Le prove non distruttive rappresentano un primo metodo di indagine per la verifica delle reali condizioni di una struttura, già esistente; l'utilizzo di metodi di indagine non distruttivi consente grandi vantaggi non solo in termini di tempo per il completamento della stessa, ma soprattutto in

termini economici.

I controlli possono comprendere tutte o solo alcune delle seguenti prove

Studio allo Stereomicroscopio

Consiste in un'osservazione morfologica del materiale da investigare fino a 100-200 ingrandimenti, senza alcuna preparazione preliminare del campione. Permette di identificare rapidamente la morfologia e la struttura del materiale, ma raramente si arriva a un'identificazione precisa dei materiali costitutivi, per giungere alla quale si deve sempre accompagnare l'osservazione a prove microchimiche o analisi alla microsonda. Tale analisi e' quindi utilizzata soprattutto per pianificare le ulteriori metodologie d'indagine da eseguirsi sul campione.

Sezione Sottile

Le pietre, e tutti i materiali lapidei in genere, siano essi naturali o artificiali, possono essere indagati nelle loro caratteristiche intrinseche mediante uno studio in sezione sottile. Tale studio si basa sull'osservazione al microscopio polarizzatore da mineralogia, fino a 500-1000 ingrandimenti, di sottilissime "fettine" di campione, con uno spessore compreso tra 0.02 e 0.04 millimetri, fissate su appositi vetrini. A questi spessori il lapideo diventa subtrasparente, consentendo l'analisi di parametri che, ad esempio, sono:

- morfologia e disposizione della carica
- addensamento
- granulometria
- composizione percentuale della carica
- composizione e caratterizzazione del legante
- stima della carbonatazione
- tipologia della porosità
- percentuale dei pori
- rapporto cariche/leganti
- stato di conservazione

La conoscenza di queste caratteristiche permette quindi, in un corretto intervento di restauro, di ricostruire impasti simili agli originali.

Lo studio in sezione sottile, eseguito invece su un frammento di pietra, permette di riconoscere il tipo di roccia, caratterizzandone anche la provenienza e lo stato di conservazione; da tali osservazioni si avranno anche precise indicazioni sull'eventuale intervento conservativo che dipenderà, nella scelta dei materiali da utilizzare, dalla composizione chimico-mineralogica della roccia.

In alcuni casi, come, malte e rocce a grana finissima che richiedono maggiori ingrandimenti, oppure si sospetti la presenza di leganti organici o si trovino minerali di dubbia attribuzione, è conveniente affiancare l'osservazione in sezione sottile ad altre metodologie d'indagine, quali la spettrofotometria infrarossa (IR), la diffrattometria ai raggi X (XRD), l'osservazione microscopica a luce riflessa (sezione lucida), l'osservazione al microscopio elettronico a scansione (SEM), l'analisi alla microsonda elettronica (EDS) e l'analisi in fluorescenza X (XRF).

Sezione Lucida

Quest'analisi è fondamentale nello studio di successioni stratigrafiche superficiali siano esse costituite da più strati di pittura sovrapposti, o da patine e depositi alternati. Essa consiste in un'analisi dettagliata al microscopio di una sezione trasversale lucidata a specchio di qualsiasi materiale che presenti uno o più strati in superficie, con osservazioni fino a 500-1000 ingrandimenti della sezione in luce riflessa. Ne consegue che quest'analisi risulta insostituibile nello studio di quadri e affreschi, studio in cui vengono evidenziate le seguenti caratteristiche:

- successione microstratigrafica
- misurazione degli spessori dei singoli strati
- determinazione delle tecniche esecutive con caratterizzazione dei leganti e dei pigmenti
- interpretazione della successione microstratigrafica

Le osservazioni microscopiche per la caratterizzazione dei pigmenti sono spesso complicate dalla loro estrema finezza e spesso, per un'esatta determinazione del tipo di pigmento, risulta possibile solamente affiancando la caratterizzazione ottica con l'analisi microchimica alla Microsonda Elettronica (EDS), che fornisce l'esatta composizione elementare del pigmento. Per la caratterizzazione delle sostanze organiche, utilizzate spesso come leganti degli strati, sono necessarie inoltre delle analisi spettrofotometriche all'infrarosso (FT/IR) con eventuali prove istochimiche. L'utilizzo combinato di queste analisi, sezione lucida+EDS+FT/IR+prove istochimiche, permette quindi di caratterizzare univocamente tutti gli strati e quindi di giungere a un'esatta determinazione delle tecniche esecutive degli strati pittorici e di dare un'interpretazione della successione stratigrafica.

L'importanza della sezione lucida si rivela anche nello studio di depositi, di crosta nera o di patine superficiali per caratterizzare sia le composizioni e gli spessori, sia in fase di controllo di un intervento di restauro, sulla buona asportazione di tali pellicole dannose o deturpanti.

Infine con questa metodologia si possono osservare e identificare i minerali e gli elementi che si presentano opachi all'esame in luce trasmessa, pertanto si può ritenere complementare allo studio in sezione sottile.

Sali Solubili

La verifica della presenza di Sali Solubili è un parametro di notevole importanza ai fini della valutazione dello stato di salute dei materiali lapidei.

Si ricorda, infatti, che la presenza sulle superfici murarie di efflorescenze, erosioni, alveolizzazioni, ecc. è indice di un processo di deterioramento causato spesso dalla presenza di sali solubili. La determinazione del tipo di sale (cloruri, solfati, ecc.) fornisce anche indicazioni sulla loro origine e di conseguenza sui modi per l'eliminazione delle cause.

Microsonda Elettronica (EDS)

La microsonda elettronica, o EDS, è un'apparecchiatura particolare che combinando le possibilità del Microscopio Elettronico a Scansione (SEM), con le proprietà dei Raggi X, permette di eseguire analisi elementari quantitative e qualitative su una minuscola area di pochi micron quadrati. Nella microscopia elettronica un sottile fascio di elettroni colpisce il campione suscitando un'emissione di raggi X con lunghezza d'onda differente secondo l'elemento colpito. Analizzando queste lunghezze d'onda è quindi possibile risalire all'elemento chimico bombardato.

Tale analisi può essere eseguita sia su un campione allo stato naturale, sia, e con risultati migliori, su un campione preparato in sezione piana e lucida. Nel caso ad esempio di una sezione lucida di un frammento che presenti una stratigrafia superficiale, l'osservazione al microscopio ottico delle caratteristiche dei vari pigmenti, unite alla loro composizione chimica, rivelata mediante analisi alla microsonda, permette di risalire in maniera univoca al tipo di pigmento utilizzato per colorare lo strato indagato.

La microsonda permette inoltre anche di eseguire, ad esempio su una sezione lucida, una mappatura o X-grafia di un determinato elemento: questa possibilità riveste particolare importanza quando, ad esempio, si deve studiare come penetra in profondità su di un intonaco un'alterazione gessosa del legante calcareo. Tale mappatura, evidenziata su carta fotografica, mostra esattamente come approfondimenti di questo tipo di alterazione possano essere più o meno legati a fratture, a porosità naturali o ad altri fattori.

Spettrofotometria Infrarossa

Si tratta dell'analisi chimica in assoluto più adatta all'identificazione delle sostanze organiche (resine, colle, oli, ecc.), ma è anche molto efficace per la determinazione di moltissimi composti

inorganici (gesso, carbonati, calce idrata, nitrati, silicati, ossalati, ecc.). Si basa sulla proprietà che hanno quasi tutti i composti di assorbire radiazioni infrarosse (IR) in modo diverso e inequivocabile per ciascuna di loro, così da produrre un diagramma (spettro IR) caratteristico per ognuna di esse. In pratica è "l'impronta digitale" della sostanza.

Di solito però l'esame viene compiuto su composti eterogenei, costituiti da miscele di sostanze, per cui lo spettro tradizionale che si ottiene è molto complesso e dato che deve essere interpretato basandosi sul confronto con migliaia di spettri noti di sostanze pure, aiutandosi eventualmente attraverso opportuni procedimenti di estrazione o di dissoluzione, la lettura non è sempre agevole e richiede molta esperienza e a volte lunghe ricerche. Inoltre poiché nell'ambito del restauro si lavora solitamente con quantità infinitesime di sostanza, in quanto i prelievi devono provocare il minor danno possibile all'opera d'arte, le analisi con l'IR tradizionale possono dare problemi interpretativi per scarsità di sostanze a disposizione.

Tutti questi problemi sono stati in gran parte risolti con l'ultima generazione di spettrofotometri IR, denominati FT/IR, che permettono l'elaborazione degli spettri direttamente in modo strumentale e richiedono quantità di sostanza estremamente limitate, fino a 100 microgrammi, quando con l'IR tradizionale sono richieste quantità 10 volte maggiori.

Nel restauro è quindi raccomandabile eseguire le analisi nell'infrarosso con spettrofotometri FT/IR.

Le analisi IR sono fondamentali per la caratterizzazione qualitativa delle patine superficiali, delle polveri, dei sali affioranti e delle croste nere, ma anche si applicano a stuccature, intonaci, malte, materiali ceramici e a tutto ciò che non è direttamente identificabile. Nei casi tuttavia che richiedono identificazioni più precise delle sostanze cristalline presenti, definizione di più strati sovrapposti, caratterizzazione quantitativa e strutturale dei materiali lapidei, presenza di minerali, pigmenti o sostanze d'incerta classificazione, si dovrà anche in questo caso ricorrere a ulteriori analisi quali osservazioni microscopiche, analisi multielementari, analisi diffrattometriche, analisi termogravimetriche.

Diffrattometria X (XRD)

Questa tecnica strumentale permette di identificare le sostanze allo stato cristallino che compongono un materiale lapideo, una crosta nera o un deposito superficiale. Si basa sul fatto che le radiazioni X (raggi X) vengono diffratte dai reticoli cristallini delle sostanze, in modo caratteristico per ogni fase cristallina, mentre non fornisce nessuna indicazione su sostanze di natura amorfa (prive di reticoli cristallini come vetri, liquidi, colloidali, ecc.). La diffrazione dei raggi X da parte della sostanza cristallina è evidenziata strumentalmente da un diagramma (spettro o diffrattogramma) che è caratteristico di ogni composto cristallino. È la tecnica in assoluto più adatta per l'analisi mineralogica di sostanze molto fini come argille, impasti ceramici, terrecotte e polveri.

Microscopio Elettronico a Scansione (SEM)

E' una tecnica analitica tra le più moderne e all'avanguardia e si basa sul fatto che qualsiasi materiale, purché reso conduttore mediante l'applicazione di carbone o oro in un sistema sottovuoto, investito da un fascio di elettroni a intensità nota, restituisce su uno schermo elettronico la morfologia della superficie colpita dagli elettroni, generando quindi l'immagine ingrandita del materiale. L'immagine che si ottiene è in bianco e nero e con una profondità di campo ben dettagliata, tanto che si possono ben osservare i rilievi e le cavità della superficie investigata in una visione stereoscopica. Si può giungere a un estremo dettaglio, in quanto l'oggetto osservato può essere ingrandito con buona risoluzione fino a 40.000-50.000 volte, con casi fino a 80.000 ingrandimenti.

Tale tecnica analitica è solitamente impiegata per osservare le superfici dei materiali che al microscopio ottico e allo stereo microscopio non sono risolvibili ed è bene affiancarla sempre all'analisi alla microsonda elettronica, con la quale è di norma collegata. E' molto efficace per il controllo delle prove di pulitura o di consolidamento, lo studio delle croste nere, della porosità e delle microstrutture di materiali di qualsiasi tipo. E' inoltre utilissima per l'identificazione degli organismi biodeteriogeni e di alcuni minerali. Anche questa tecnica tuttavia va spesso affiancata ad altre metodologie quali l'XRD, spettrofotometria IR, analisi multielementari, analisi termogravimetriche ed eventuali osservazioni al microscopio ottico in sezione lucida o sottile.

Fluorescenza X (XRF)

Il principio fisico della tecnica di fluorescenza X si basa sulle possibilità di estrarre un elettrone dagli orbitali più interni di un atomo, qualora esso sia colpito da un fascio di fotoni o di particelle cariche di sufficiente energia.

Si ottengono così diversi gradi di energia che sono caratteristici per ogni atomo e vengono visualizzati in uno spettro in cui ogni picco corrisponde a una ben precisa energia caratteristica dello specifico atomo.

La tecnica permette di determinare, con diverse sensibilità, tutti gli elementi chimici con numero atomico superiore del Boro, quindi la gamma di elementi che possono essere registrati comprende praticamente quasi tutta la tavola periodica. Si possono altresì ottenere mappe di distribuzione degli elementi nella zona in esame.

Determinazione dei valori di umidità con apparecchiatura "Hoechst"

la prova determina la percentuale in peso di acqua presente nella muratura e si basa sulla relazione chimica "Carburo di Calcio + acqua = Acetilene", un gas la cui quantità in un recipiente ermetico e' facilmente misurabile mediante manometro.

Corrosione delle armature

Anche l'armatura del calcestruzzo armato, pur essendo immersa nella matrice cementizia, è soggetta a fenomeni corrosivi. Questo avviene quando nel calcestruzzo, a seguito del processo di carbonatazione che si innesca per la diffusione dell'anidride carbonica all'interno della pasta cementizia, si ha una diminuzione del pH che determina l'ambiente ideale per l'innescamento della corrosione dei ferri di armatura. La corrosione dei ferri d'armatura presenta sostanzialmente i seguenti fenomeni degradanti: la diminuzione della sezione resistente del tondino con conseguente riduzione del suo carico portante e della sua resistenza a fatica; la fessurazione del copriferro con conseguente espulsione quando le tensioni che si generano nel calcestruzzo a causa dei fenomeni espansivi che accompagnano la formazione della ruggine, superano la resistenza a trazione del materiale. Naturalmente l'espulsione del copriferro provoca la completa esposizione dei ferri all'azione aggressiva dell'ambiente che viene pertanto accelerata. Il fenomeno può essere valutato e monitorato nel tempo utilizzando sensori in grado di misurare - in maniera totalmente non distruttiva - la differenza di potenziale elettrico che si viene ad ingenerare tra l'armatura e la superficie del cemento armato, segnalando le aree dove il gradiente del potenziale è indice di fenomeni corrosivi in atto. A integrazione di questo tipo di indagine vengono utilizzati anche metodi resistivi con sonda Wenner.

Restauro

CRONOLOGIA DELL'INTERVENTO

Pre-consolidamento

Lavorazione prevista quando, alcuni elementi sono in avanzato stato di degrado e anche un blando intervento di pulitura potrebbe asportare lo strato superficiale.

Pulitura – consolidamento - stuccatura e integrazioni – passivazione dei ferri esposti

Pulitura

E' normalmente effettuata con acqua nebulizzata, integrata, ove lo sporco fosse piu' consistente, mediante impacchi con carbossimetilcellulosa e solventi estrattori calibrati per l'intervento specifico (sali di ammonio in soluzione satura, E.D.T.A., ecc.). Non si consiglia ne sabbatura, ne idrosabbatura. Tali lavorazioni, infatti, asporterebbero la patina superficiale modificando la porosità corticale che innescerebbe quindi nuovi e più veloci processi di degrado (l'eventuale sabbatura è prevista esclusivamente mediante l'uso d'inerti specifici: carbonato di calcio, bicarbonato di sodio, farina di mais, gusci di noce, ecc.)

Per quanto riguarda la pulitura, oltre all'impiego di soluzioni acquose e di classici solventi per procedere alla rimozione dei depositi pulverulenti e delle macchie causate dalla compenetrazione di sostanze collanti o consolidanti usate in precedenti interventi di restauro, si può prevedere anche l'impiego di un'apparecchiatura laser per rimuovere le croste nere senza interagire con il substrato cementizio.

Consolidamento

Nelle zone dove sono in atto fenomeni di disgregazione del conglomerato cementizio si procede al consolidamento in profondità mediante lenta impregnazione a pennello di prodotti come il "silicato d'etile". I distacchi e le fessurazioni profonde saranno invece assicurate al corpo cementizio con iniezioni di sostanze a base di resine

Stuccatura e integrazioni

Le vecchie stucature se necessario vengono rimosse e ripristinate con materiali idonei, oppure, nei casi in cui non fosse necessario eliminarle, vanno rilavorate superficialmente per renderle più omogenee alla superficie. Si deve porre particolare cura nella ricerca di una malta il più possibile simile per colore e granulometria a quella in opera. Se necessario, è da prevedere la formazione di calchi per la riproduzione di elementi mancanti o completamente degradati.

Passivazione dei ferri esposti

Tutti i ferri che sono stati esposti all'atmosfera vanno passivati, cioè saranno adeguatamente trattati con un convertitore di ruggine, previa pulitura meccanica delle parti per eliminare i prodotti di corrosione pulverulenti.

Lo stato di conservazione e tutte le operazioni di restauro debbono essere scrupolosamente documentate mediante una dettagliata campagna fotografica digitale.

Le fasi più salienti dell'intervento conservativo dovranno inoltre essere documentate con un video.

Al termine dell'intervento di restauro verrà redatta una dettagliata relazione tecnica.

Il Piano di Comunicazione e la Visibilità per lo sponsor

Il restauro dell'opera potrà essere realizzato in un cantiere "aperto al pubblico", consentendo ai visitatori di assistere alle varie fasi di restauro. Si tratterebbe di un'iniziativa che sicuramente incontrerebbe grande interesse da parte del pubblico e permetterebbe di avvicinare i cittadini ed i turisti, alle problematiche conservative, che investono il nostro patrimonio culturale. La meravigliosa cornice della piazza l'ubicazione della fontana, all'interno della stessa, renderebbero più accattivante l'iniziativa. Inoltre grande spazio dovrebbe essere dato alla sponsorizzazione dell'evento, allestendo il cantiere con spazi dedicati allo sponsor e promuovendo l'evento attraverso i canali tradizionali della comunicazione visiva: l'iniziativa segnalata sul sito ufficiale del comune e all'ingresso del corso Matteotti, in modo da offrire massima visibilità all'ente sponsorizzatore. Il Comune di Siracusa A conclusione dei lavori dovrebbe organizzare una conferenza per la presentazione del restauro con uno spazio riservato allo sponsor. L'evento rappresenta certamente un'ottima opportunità per accreditare sul mercato una azienda quale impresa attenta e sensibile alle tematiche culturali ed artistiche nonché, più nello specifico, a quel particolare settore che si occupa della salvaguardia dei beni culturali.

Un'ulteriore considerazione deve essere inoltre effettuata in merito al target cui questo progetto può essere rivolto. Il progetto così concepito consentirebbe all'azienda interessata di poter veicolare la propria immagine ad un pubblico eterogeneo che abbraccerebbe un'ampia fascia di età, dai bambini coinvolti in campagne didattiche, agli stranieri che visitano la città, per conoscerne la storia ed ancora ad un pubblico specialistico di addetti ai lavori.