

MATERIALI
E STRUTTURE
PROBLEMI DI CONSERVAZIONE

PRIMA E DOPO IL RESTAURO

NUOVA SERIE
ANNO III
NUMERO 5-6
2014

SAPIENZA • UNIVERSITÀ DI ROMA
DIPARTIMENTO DI STORIA, DISEGNO E RESTAURO DELL'ARCHITETTURA

MATERIALI
E STRUTTURE
PROBLEMI DI CONSERVAZIONE

PRIMA E DOPO IL RESTAURO



NUOVA SERIE

III

NUMERO 5-6

2014

MATERIALI E STRUTTURE. PROBLEMI DI CONSERVAZIONE

© Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura
Piazza Borghese, 9 – 00186 – Roma

Rivista semestrale, fondata nel 1990 da Giovanni Urbani
Autorizzazione del Tribunale di Roma n. 265 del 25/09/2012
Nuova serie, anno III (2014), 5-6

ISSN 1121-2373

Direttore editoriale: Donatella Fiorani

Consiglio Scientifico: Giovanni Carbonara, Paolo Fancelli, Antonino Gallo Curcio,
Augusto Roca De Amicis, Maria Piera Sette, Fernando Vegas, Dimitris Theodossopoulos

Comitato di Redazione: Maurizio Caperna, Adalgisa Donatelli, Maria Grazia Ercolino,
Rossana Mancini

La rivista è di proprietà dell'Università degli Studi di Roma «La Sapienza»

© Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura
Piazza Borghese, 9 – 00186 – Roma

Roma 2014 – Edizioni Quasar di Severino Tognon s.r.l.
via Ajaccio 41/43 - 00198 Roma
tel. 0685358444 - fax 0685833591

Per ordini e abbonamenti:

www.edizioniquasar.it
qn@edizioniquasar.it

Sommario

- 5 EDITORIALE
- LAURA MORO
- 9 MATERIALE/IMMATERIALE: FRONTIERE DEL RESTAURO
- DONATELLA FIORANI
- 25 RISCHI NATURALI E PATRIMONIO CULTURALE ITALIANO
- DANIELE SPIZZICHINO
- 39 LA GESTIONE DELLE EMERGENZE DERIVANTI DA CALAMITÀ
NATURALI PER LA SALVAGUARDIA DEL PATRIMONIO CULTURALE
- CATERINA RUBINO
- 55 CONOSCENZA E CATALOGAZIONE: LA COOPERAZIONE
TRA SISTEMI INFORMATIVI PER LA GESTIONE DEI
DATI PRIMA E DOPO L'EMERGENZA
- ANTONELLA NEGRI
- 81 LA CARTA DEL RISCHIO: UN APPROCCIO POSSIBILE
ALLA MANUTENZIONE PROGRAMMATA. IL CASO DI ANCONA
- MARTA ACIERNO, CARLO CACACE, ANNA MARIA GIOVAGNOLI
- 107 LA PROGRAMMAZIONE DEGLI INTERVENTI: QUALITÀ,
MODELLO DI GESTIONE, RICONOSCIMENTO DELLE
ESTERNALITÀ POSITIVE
- STEFANO DELLA TORRE
- 119 TAVOLE
- 136 RECENSIONI
- 147 ABSTRACT

Autori

LAURA MORO
Direttore dell'Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD), Ministero dei Beni e delle Attività culturali e del Turismo (MIBACT)
laura.moro-01@beniculturali.it

DONATELLA FIORANI
Prof. Ordinario, "Sapienza" – Università di Roma
donatella.fiorani@uniroma1.it

DANIELE SPIZZICHINO
Ricercatore, Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA)
daniele.spizzichino@isprambiente.it

CATERINA RUBINO
Ingegnere, Segretariato Generale – MIBACT
caterina.rubino@beniculturali.it

ANTONELLA NEGRI
Architetto, Responsabile del Servizio per i beni architettonici e ambientali, Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD) – MIBACT
antonella.negri@beniculturali.it

MARTA ACIERNO
Architetto, Assegnista di Ricerca, "Sapienza"
Università di Roma
acierno.marta@gmail.com

CARLO CACACE
Responsabile del Sistema informativo territoriale Carta del Rischio, Istituto superiore per la Conservazione e il Restauro (ISCR), MIBACT
carlo.cacace@beniculturali.it

ANNA MARIA GIOVAGNOLI
Direttore-coordinatore del Laboratorio di Chimica, ISCR, MIBACT
annamaria.giovagnoli@beniculturali.it

STEFANO DELLA TORRE
Prof. Ordinario, Politecnico di Milano
stefano.dellatorre@polimi.it

Responsabili Peer Review per il presente numero:

CARLA BARTOLOMUCCI, FABRIZIO DE CESARIS, FRANCESCO DOGLIONI, ANGELA FERRONI, LAURA MORO, STEFANO FRANCESCO MUSSO, RENATA PICONE, GIAN PAOLO TRECCANI

La Carta del Rischio: un approccio possibile alla manutenzione programmata. Il caso di Ancona

MARTA ACIERNO, CARLO CACACE, ANNAMARIA GIOVANOLI

La riflessione sulla metodologia operativa capace di sostenere una politica di prevenzione dei danni del patrimonio culturale costruito è un argomento da tempo dibattuto e, sebbene sia da decenni ormai una questione ampiamente esplorata dalle diverse istituzioni dell'amministrazione pubblica, rimane un tema di grande attualità.

Alla luce di questa considerazione la presente ricerca¹ ha inteso indagare la possibilità di valersi di uno strumento già esistente, come la Carta del Rischio, per mettere a punto una strategia attiva finalizzata alla manutenzione, raramente portata a compimento in una realtà operante. Si è esplorata, in questo caso, la possibilità di affiancare, alla vocazione principalmente descrittiva e diagnostica della Carta, una potenzialità programmatica, finora inespressa, rivolta alla pianificazione di una cura vigile e attenta dei monumenti. La ricerca si è svolta nell'ambito del territorio della città di Ancona e il campione d'indagine è stato definito selezionando edifici che presentassero un discreto stato di conservazione o comunque problematiche di degrado incipienti tali da non richiedere un intervento di restauro.

1. *La nascita e lo sviluppo della Carta del Rischio*

L'Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro (già Istituto Centrale per il Restauro) ha realizzato un sistema alfanumerico e cartografico nazionale denominato Sistema Informativo Territoriale (SIT) della "Carta del Rischio del Patrimonio Culturale", esso raccoglie l'esperienza e l'approccio metodologico del Piano per la Conservazione programmata dei Beni Culturali in Umbria, introdotto nel 1975 da Giovanni Urbani². Lo scopo è quello di gestire, all'interno di una piattaforma cartografica sia vettoriale che *raster*, i dati sui fattori di degrado che interessano l'intero patrimonio monumentale legati alla pericolosità del territorio nazionale (in *Tav. 1*, p. 132, esempio di clas-

¹ Gli argomenti relativi alla nascita e allo sviluppo della Carta del Rischio e sui concetti della vulnerabilità sono stati curati da Carlo Cacace e Annamaria Giovagnoli, l'illustrazione del lavoro di schedatura, l'analisi dei risultati e le considerazioni sugli oneri della manutenzione sono di Marta Acierno.

² Giovanni Urbani nell'intento di sviluppare il concetto di restauro preventivo introdotto da Cesare Brandi (BRANDI 1956, pp. 87-92; URBANI 1973, pp. 5 e sgg.) avviò un progetto pilota, il "Piano pilota per la conservazione dei beni culturali in Umbria", ripreso più volte dagli esperti ISCR (vedi ACCARDO CORDARO 1978).

sificazione sismica nazionale). Molte banche dati nazionali possedute da vari organi dell'amministrazione e da istituzioni scientifiche sono state acquistate e interfacciate con una cartografia digitale del territorio, composta da alcuni elementi geografici vettoriali (confini amministrativi, sezioni di censimento, reti di comunicazione, fiumi, laghi, curve di livello ecc.). A partire dall'aprile 2005, il sistema Carta del Rischio, ha censito e georiferito oltre 100.000 beni immobili monumentali, sviluppando avanzate esperienze di ricerca scientifica nel campo della pericolosità e vulnerabilità.

La vulnerabilità rappresenta lo stato di conservazione del bene culturale, essa viene calcolata statisticamente su un numero consistente di variabili, reperite attraverso fasi di schedatura le quali descrivono le condizioni conservative del bene³ con il rilevamento dei danni sulle strutture per caratterizzarne lo stato di conservazione.

Ad oggi si dispone di una base dati idonea a garantire una adeguata gestione delle emergenze e delle attività di prevenzione nel caso si verificassero. Il sistema permette immediatamente, in presenza di un disastro naturale che colpisca il territorio, di indicare quali siano i fabbricati monumentali esistenti nell'area colpita, fornire scenari di danno (*Tav. 2*, p. 133) e conseguentemente indirizzare in modo adeguato le attività di rilevamento. Le informazioni così raccolte possono essere reperite *on line* da parte dei responsabili (Commissari straordinari, Direttori Regionali, Soprintendenze architettoniche e paesaggistiche, Soprintendenze archeologiche, Protezione Civile, Regioni, ecc.) per essere fruite e utilizzate. Nel campo della prevenzione dei disastri è possibile, in tempo di pace, utilizzare il sistema per immettere e gestire i dati di interesse relativi ad esempio alle condizioni di vulnerabilità delle fabbriche architettoniche o dei monumenti archeologici, incrementare le anagrafiche dei beni ecc. I dati così raccolti sono relazionati con le aree inserite nei piani dei domini di pericolosità territoriale per le decisioni di competenza del Dipartimento della Protezione Civile, del MIBACT, degli Enti locali e dei proprietari. Tra le varie informazioni presenti nel sistema Carta del Rischio ci sono, ad esempio, i dati raccolti nel 1997 realizzando una scheda per il rilevamento del danno del sisma Umbria-Marche, mutuata da quella di vulnerabilità del monumento architettonico. Questa scheda venne applicata al 100% sul territorio umbro e in parte su quello delle Marche. Tutte le schede di rilevamento *post-sisma* sono state raccolte in un sottosistema della Carta del Rischio (circa 2300 per l'Umbria e circa 300 per le Marche) diventando patrimonio dell'anagrafica georiferita del SIT Carta del Rischio. Nel periodo 2004-2007 si sono acquisiti gli atti amministrativi di vincolo emessi su beni immobili dall'amministrazione nel periodo 1902-2004, raccolti e archiviati in formato *raster*. Infine con i fondi ottenuti dal CIPE nelle regioni Sicilia e Calabria, sono stati censiti circa 3000 beni culturali immobili, sulla base dati ana-

³ Gli indici che rappresentano la vulnerabilità sono relativi a determinati aspetti rappresentativi dello stato di conservazione dell'edificio e vengono presi in considerazione a seconda del tipo di monumento considerato. Nel caso di monumenti

archeologici si valuta solo la vulnerabilità globale. Per quanto riguarda i monumenti architettonici si valutano invece tre indici: statico-strutturale, superficiale e globale (cfr. ACCARDO, CACACE, RINALDI 2005).

grafica e cartografica, e schedati con i tracciati di vulnerabilità sismica che sono stati studiati in modo da essere coerenti con le Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, pubblicate nella Gazzetta Ufficiale n. 24 del 29 gennaio 2008. L'ISCR tra i vari partner istituzionali, nel 2001, ha realizzato con l'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale del Ministero dell'Ambiente e per la Tutela del Territorio e del Mare) un'apposita convenzione "Sulla valutazione e la quantificazione del danno causato dall'inquinamento atmosferico e da altri fattori di pressione ambientali al patrimonio storico-artistico"), mettendo in relazione la concentrazione territoriale dei beni culturali con la pericolosità sia da rischio frane e idrogeologico che ambientale-aria. In questo articolo si vuole approfondire l'aspetto conservativo legato alla possibilità di avere uno strumento che permette l'attuazione di tutte le strategie necessarie per una corretta manutenzione programmata delle attività di prevenzione e restauro.

2. La scheda di rilevamento della Carta del Rischio: uno strumento per pianificare la manutenzione

Il sistema Carta del Rischio offre uno strumento di rilevamento dello stato di vulnerabilità di monumenti architettonici e archeologici e prevede due diversi livelli di indagine. Il primo livello, più speditivo, viene espresso mediante una scheda sintetica, il secondo, più analitico, richiede invece un approfondimento maggiore. In entrambi i casi il tracciato schedografico si articola in tre fasi: l'identificazione, la descrizione e l'analisi dello stato di conservazione. Quest'ultima riguarda sia lo stato di degrado delle componenti dell'organismo architettonico, sia lo stato di funzionamento degli impianti. Ogni scheda prevede inoltre la possibilità di essere periodicamente aggiornata.

L'identificazione del monumento oggetto di analisi avviene su più piani. Inizialmente viene definita la posizione geografica e amministrativa, successivamente viene descritto il contesto nel quale si è sviluppata la storia dell'organismo architettonico o archeologico. Tale approfondimento viene svolto mediante la descrizione degli artisti eventualmente intervenuti, seguita dalla descrizione dell'ambito culturale e completata dalla successione degli eventi caratterizzanti le trasformazioni. Una rappresentazione fotografica e grafica completa, infine, la fase identificativa. Le due modalità sono entrambe finalizzate alla rappresentazione dell'oggetto di studio, in particolare del suo contesto, dei suoi aspetti architettonici generali e di dettaglio, del suo stato di conservazione. In quest'ottica il livello di approfondimento dell'indagine determina il tipo di elaborato e la selezione delle inquadrature fotografiche. La scheda sintetica richiede l'inserimento della cartografia di inquadramento territoriale, completata da una serie di disegni che, alle scale opportune, rappresentino gli aspetti metrici e architettonici della fabbrica e da fotografie generali e di dettaglio. Diversamente la scheda analitica integra il corredo iconografico con elaborati tali da illustrare il maggiore approfondimento di indagine. Pertanto dovranno inserirsi analisi tematiche sui materiali

costituenti il manufatto, sia esso architettonico o archeologico, e sul degrado, evidenziandone la distribuzione ed eventualmente le cause e gli effetti sull'edificio.

La descrizione del monumento analizzato è prevalentemente orientata a definirne la tipologia architettonica, gli aspetti formali, relativi sia all'impianto sia all'apparato decorativo, la posizione rispetto al contesto. Un campo specifico è poi dedicato all'uso e all'accessibilità e mette in evidenza tanto il non-uso quanto il tipo di frequentazione del sito e la qualità di protezione degli accessi.

La fase descrittiva è seguita dallo studio dello stato di conservazione delle componenti edilizie. Questo è rappresentato mediante una tabella specifica per ogni livello di approfondimento. Entrambe le tabelle sono strutturate secondo uno schema che obbliga a considerare tutti gli elementi costruttivi e richiede allo schedatore di esprimersi rispetto alla presenza o meno dell'elemento, alla ispezionabilità, al tipo di danno. Questo è riferito a sei classi principali: A = danni strutturali; B = disgregazione materiale; C = umidità; D = attacchi biologici; E = alterazione degli strati superficiali; F = parti mancanti. Ogni danno viene localizzato e espresso in base alla gravità, all'urgenza e alla diffusione⁴. Un'ulteriore indicazione riguarda l'azione richiesta dallo stato di avanzamento del danno che potrà essere di pronto intervento, obbligatorio qualora la valutazione avesse denunciato la massima urgenza, o di monitoraggio. L'approfondimento richiesto dalla tabella analitica riguarda l'identificazione della tipologia dell'elemento danneggiato, dei materiali costituenti la componente edilizia, la specificazione dei fenomeni di degrado su essi rilevati e l'annotazione di dati relativi ad interventi conservativi pregressi eventualmente realizzati. Il rilevamento dello stato di conservazione costituisce l'elemento di distinzione tra le due schede. Nel caso di schedatura di un bene archeologico già nel primo livello di indagine viene richiesto di specificare i materiali costituenti e le tecniche costruttive degli elementi murari⁵, mentre per gli edifici architettonici e solo per i materiali questo tipo di dati rientra nella scheda analitica.

Lo studio dello stato di conservazione prosegue e si conclude con la valutazione dell'efficienza degli impianti di smaltimento delle acque piovane, idraulico, elettrico e di riscaldamento.

La scheda della Carta del Rischio, in tutte le sue possibili forme, si pone come sistema di indagine speditivo, pertanto non prevede la possibilità di indagini o approfondimenti che possano essere richiesti dalle specificità del monumento o da particolari condizioni del suo stato di conservazione⁶. Essa mira ad una struttura di indagine standardizzata che possa fornire risultati immediati e costituirsi come primo punto di riferimento per studi successivi. Tuttavia è importante notare come essa non intenda limitarsi alla sola analisi dello stato di conservazione dell'oggetto bensì la consideri nella sua interezza e complessità. Una buona parte della fase identificativa è infatti de-

⁴ *Ibidem*.

⁵ CACACE, FERRONI 2006.

⁶ Il tracciato schedografico non richiede indagini specifiche ma non esclude la possibilità di inserirle come allegati.

dicata all'approfondimento conoscitivo della sua storia, in particolare del suo contesto e delle sue trasformazioni.

Inoltre, pur rimanendo uno strumento speditivo, non ignora l'aspetto soggettivo e critico della qualità delle informazioni raccolte al suo interno. In questa direzione sia i campi relativi alle note (presenti alla fine delle sezioni descrittive e di analisi dello stato di conservazione), sia le didascalie delle immagini e dei disegni possono intendersi come mezzi per esprimere le chiavi interpretative dello schedatore, senz'altro utili alla piena comprensione dei dati. In tal modo gli utenti finali della scheda, siano essi funzionari pubblici, professionisti privati o studiosi, avranno modo di essere messi a conoscenza anche degli aspetti meno evidenti, spesso forieri di informazioni preziose tanto per progettare l'intervento di restauro quanto per avviare un progetto di approfondimento della conoscenza.

Un aspetto ulteriore sul quale è interessante fermare l'attenzione riguarda l'apertura della scheda alla fase operativa della conservazione. Questa è, come si è visto, necessariamente limitata e articolata in sole due modalità: pronto intervento, inteso sostanzialmente come messa in sicurezza, e monitoraggio. Tuttavia, imponendo allo schedatore di esprimersi rispetto all'azione da compiere, sollecita il senso di responsabilità della valutazione rispetto alle sue conseguenze, e al tempo stesso mette in evidenza la stretta dipendenza tra l'analisi dei danni e l'azione di tutela. Orbene, se da un lato questo aspetto è senz'altro encomiabile dall'altro però mostra una potenzialità non espressa della scheda stessa. Infatti le possibilità di intervento appaiono risposte estremamente limitate rispetto alle informazioni che la scheda stessa è in grado di fornire. Sebbene tali informazioni non siano assolutamente in grado di fondare l'elaborazione di un giudizio critico nei confronti del monumento, necessario al progetto di restauro, esse offrono però la possibilità di valutare la messa a punto di una manutenzione programmata ed eventualmente di definirne i contenuti. Un ulteriore aspetto che sembra confermare questa attitudine della scheda ancora inespressa riguarda la possibilità di aggiornarla con campagne di rilievo successive, che potrebbero di volta in volta denunciare eventuali inadempienze. Appare dunque interessante immaginare la possibilità di articolare maggiormente l'indagine proposta dalla scheda per tentare di ampliarne l'efficacia con un progetto di manutenzione là dove lo stato di conservazione del monumento sia tale da non richiedere un progetto di restauro.

3. *La sperimentazione ad Ancona*

Nell'ambito del progetto "LIFE ACT" (*Adapting to climate Change in Time*, un progetto europeo finanziato con fondi strutturali), con l'obiettivo di analizzare i cambiamenti climatici a livello comunale, per valutarne l'impatto sui monumenti, e individuare strategie operative per la riduzione dei danni, L'ISCR e l'ISPRA hanno lavorato nel comune di Ancona studiando 27 edifici (*Tav. 3*, p. 134). Questi sono stati selezionati in prossimità delle centraline fisse di rilevamento ambientale predisposte dall'ISPRA, in modo da avere un riscontro immediato con i dati rilevati sulla qualità dell'aria. Lo studio

ha comportato l'inserimento di ogni monumento nella Carta del Rischio ottenendo così la descrizione dello stato di fatto e il calcolo della vulnerabilità superficiale (*tabella 1*). La lettura comparata di tali elementi con la pericolosità locale ambientale dell'aria, ha portato poi alla definizione del rischio ambientale locale⁷. Sulla base di questi risultati la ricerca è proseguita con l'identificazione di alcuni casi in cui i danni, sebbene non particolarmente urgenti e tali da non richiedere un progetto di restauro, erano ricorrenti e incisivi sullo stato generale di conservazione. Alla luce dunque di tale verifica si è proposto, lì dove le condizioni lo consentivano, un intervento di manutenzione, articolato in singole operazioni localizzate e quantificate anche dal punto di vista economico.

3.1. *Il campione di indagine*

L'area presa in considerazione copre perlopiù il centro storico di Ancona. Essa comprende un'ampia parte della fascia costiera delimitata a nord dal porto di Traiano e a sud dall'isola artificiale dalla mole vanvitelliana. Si estende poi a sud-est verso il rione Capodimonte, coinvolgendo la Fortezza Sangallesca, prosegue verso nord-est fino a comprendere i rioni Santo Stefano e Cardeto e si chiude a nord includendo il colle Guasco, antica acropoli della città. I monumenti rilevati nell'ambito della ricerca sono tutti collocati all'interno dell'area descritta eccetto la chiesa di Santa Maria di Portonovo, inclusa nell'indagine per la sua importanza storico architettonica e per l'interesse derivato dalla sua collocazione, a poca distanza dal mare.

Le fabbriche studiate presentano tutte un grande valore storico architettonico⁸ (*Fig. 1*) e nella loro eterogeneità sono pienamente rappresentative della complessa stratificazione della città e della ricchezza che ogni periodo storico ha sedimentato su di essa.

Sebbene le condizioni ambientali siano specifiche per ogni fabbrica, la restrizione dell'ambito nel quale si è svolta la campagna di schedatura ha consentito di identificare le manifestazioni di deterioramento ricorrenti. Si è potuto notare che tali manifestazioni appaiono caratteristiche e influenzate prevalentemente dall'ambiente territoriale e urbano. In particolare il contesto appare incidente sia sul piano delle cause esogene, dunque legate alle condizioni ambientali, sia sul piano dei fattori endogeni, legati nello specifico ai materiali costituenti e alle caratteristiche architettoniche⁹.

⁷ CACACE, GIOVAGNOLI, GADDI, CUSANO, BONANNI 2014.

⁸ La presente ricerca ha preso in esame i monumenti di interesse architettonico mentre quelli archeologici sono stati solo rilevati con la scheda di primo livello. Tale scelta è legata a ragioni solo contingenti: i secondi oltre ad essere un numero decisamente esiguo (solo due) presentavano stati di conservazione molto diversi tra loro costituendo un campione di indagine non adeguato alla corrente trattazione. Si ritiene tuttavia che l'argomento debba essere oggetto di

prossimi studi per completare la messa a punto della ricerca.

⁹ Nell'ambito dell'esposizione dei risultati della ricerca si sono privilegiati i dati relativi al deterioramento delle superfici esterne perché l'obiettivo principale era la verifica dell'impatto dei cambiamenti climatici sulla conservazione del patrimonio, tuttavia lo studio, nello specifico, ha tenuto conto dello stato di degrado del monumento nel suo complesso. Per un approfondimento generale sul rapporto tra l'architettura e i fattori di degrado esogeni ed endogeni si veda FIORANI 1996, pp. 297-334.

LA CARTA DEL RISCHIO

DENOMINAZIONE	TIPO	SUPERFICIALE	GLOBALE	STRUTTURALE
MURA SANGALLESCHES	MURA	-1,651	-0,618	6,161
EDIFICIO B (EX FORESTERIA - CITTADELLA)	FORESTERIA	-1,578	-0,613	2,243
TORRE DI GUARDIA (CITTADELLA)	TORRE	-1,544	-1,521	-1,23
SAN CIRIACO	CHIESA	-1,336	-1,025	-0,049
PORTA FARINA	PORTALE	-1,248	0,422	0,483
EDIFICIO A (EX FORESTERIA- CITTADELLA)	FORESTERIA	-1,246	0,966	3,938
FUCILIERA (CITTADELLA)	FORTE	-1,134	-0,232	5,506
ARCO CLEMENTINO	ARCO	-1,129	-0,014	1,715
IMMOBILE SITO IN COMUNE DI ANCONA (VECCHIO FARO)	FARO	-1,09	-0,633	0,964
PALAZZO MENGONI-FERRETTI	PALAZZO	-1,036	-1,108	-1,23
PALAZZO DEGLI ANZIANI	PALAZZO	-0,979	-0,475	0,327
PALAZZO BOSDARI	PALAZZO	-0,979	-1,011	0,218
CHIESA DEI SS. PELLEGRINO E FILIPPO NERI	CHIESA	-0,969	-0,468	0,349
PORTA PIA	PORTALE	-0,912	-0,535	0,591
LOGGIA DEI MERCANTI	LOGGIA	-0,874	-1,164	-0,819
CHIESA DI SANTA MARIA DELLA PIAZZA	CHIESA	-0,863	-0,502	-0,713
EX CHIESA DI S. AGOSTINO	CHIESA	-0,803	-0,104	-0,021
CHIESA DI S.MARIA DI PORTONOVO	CHIESA	-0,705	0,235	-0,409
CHIESA DI S. DOMENICO	CHIESA	-0,335	0,335	-0,026
PALAZZO FERRETTI	PALAZZO	-0,207	-0,034	0,954
RIVELLINO	RIVELLINO	-0,055	2,061	-0,201
TEMPIO DI SAN ROCCO	TEMPIO	0,293	0,545	-1,231
CHIESA DEL GESU'	CHIESA	0,458	0,401	0,89
CHIESA DEL SS SACRAMENTO	CHIESA	0,551	0,006	-0,922
MOLE VANVITELLIANA O LAZZARETTO	LAZZARETTO	0,832	0,796	1,155

Tab. 1. Tabella delle vulnerabilità ordinate secondo l'andamento crescente di quella superficiale, all'aumentare del valore peggiora lo stato di conservazione.



Fig. 1. Fotografia aerea della città di Ancona e individuazione dei monumenti schedati.
1. Mura Sangallesche; 2. Ex foresteria (b)-Cittadella; 3. Torre di guardia-Cittadella; 4. San Ciriaco; 5. Ex foresteria (a)-Cittadella; 6. Fuciliera-Cittadella; 7. Arco Clementino; 8. Vecchio Faro; 9. Palazzo Mengoni Ferretti; 10. Palazzo Bosdari; 11. Palazzo degli Anziani; 12. Chiesa dei Santi Pellegrino e Filippo Neri; 13. Porta Pia; 14. Loggia dei Mercanti; 15. Chiesa di Santa Maria della Piazza; 16. Ex chiesa di Sant'Agostino; 17. Chiesa di San Domenico; 18. Palazzo Ferretti; 19. Rivellino; 20. Tempio di San Rocco; 21. Porta Farina; 22. Chiesa del Gesù; 23. Chiesa del Santissimo Sacramento; 24. Mole Vanvitelliana o Lazzaretto; 25. Arco di Traiano; 26. Anfiteatro. 27. Chiesa di Santa Maria di Portonovo.

4. Incidenza del contesto sulle cause esogene

Analizzando la distribuzione sul territorio dei monumenti considerati si possono individuare tre zone principali definite sulla base di alcuni caratteri connotanti, non necessariamente legati alla sola localizzazione geografica ma piuttosto all'incidenza ambientale sui danni mostrati dagli edifici¹⁰. Si evidenziano in tal senso una fascia a ridosso della costa (entro 300 metri dalla linea di costa), una seconda che include le zone centrali di Ancona più urbanizzate e infine una terza che riguarda le aree meno contaminate dall'inquinamento atmosferico¹¹ e piuttosto lontane dal mare.

4.1. La fascia costiera

All'interno della prima area sono collocati gli archi di trionfo Clementino e di Traiano, la Loggia dei Mercanti, Il Rivellino e la Mole Vanvitelliana, Porta Pia. I fenomeni di degrado prevalenti sono rappresentati da diverse forme di disgregazione del materiale (ambito B della carta del rischio) sia relative ai mattoni sia alla pietra d'Istria. Esse sono tutte prevalentemente legate all'effetto distruttivo della pressione esercitata sulla superficie esterna dei materiali dalla cristallizzazione dei sali, veicolati dall'aerosol marino¹². Lo stesso fenomeno è osservabile chiaramente sulle superfici della chiesa di Portonovo.

In particolare sulla facciata orientale e sulle superfici interne dell'arco Clementino, interamente realizzate in mattoni, si osserva una generale perdita dello strato superficiale. Il fenomeno è particolarmente rilevante in corrispondenza dei giunti di malta che, polverizzandosi, determinano l'espulsione dei mattoni. Inoltre la presenza di subfiorescenze ha determinato in alcuni punti la frantumazione del laterizio in scaglie. Sulla pietra d'Istria le stesse cause di degrado si manifestano con l'erosione degli elementi scolpiti e la scagliatura dei conci.

Sull'arco di Traiano le cornici originali in marmo dell'Imetto appaiono alveolizzate ed erose e in corrispondenza delle superfici non protette, i profili sono a tratti interrotti da mancanze. Le cornici all'imposta dell'arco e quelle dei riquadri ad essa contigui presentano, soprattutto agli spigoli, un fenomeno di scagliatura e conseguente perdita del materiale. Anche le parti di restauro realizzate in marmo di Carrara appaiono alveolizzate. I capitelli sono leggermente erosi, ma in particolare la decorazione del concio di chiave dell'arco è piuttosto compromessa.

Una situazione simile si rileva sul prospetto verso il mare della Loggia dei mercanti dove sia i mattoni sia la pietra appaiono prevalentemente erosi. Anche la Mole Vanvitelliana mostra una particolare vulnerabilità legata alla corrosione delle superfici

¹⁰ Di seguito è riportata la descrizione dello stato di conservazione dei monumenti considerati nella campagna di schedatura svolta durante l'estate 2011 da Marta Acierno e Martina Murzi. Sono stati esclusi gli approfondimenti relativi all'anfiteatro e alla cittadella perché costituiscono esempi

con situazioni di degrado specifiche non utili alla presente trattazione.

¹¹ *Ibidem*.

¹² Tra gli studi svolti per approfondire l'impatto dell'aerosol marino si veda: GIOVAGNOLI, MARABELLI 1999; SABBIONI 1994.

dei paramenti lapidei che non sembra diminuire all'interno della mole stessa, in corrispondenza del Rivellino, del tempietto di San Rocco e della vicina Porta Pia.

Infine completa la serie dei monumenti prevalentemente minacciati dalla vicinanza al mare la chiesa Santa Maria di Portonovo. La costruzione è interamente in conci di pietra del Conero ad eccezione di alcune parti, lungo la fascia basamentale, in blocchi di tufo. Un fenomeno diffuso di erosione e corrosione dei conci rivela l'aggressione chimico-fisica degli agenti atmosferici sui materiali lapidei. In particolare è evidente il danneggiamento prodotto sulla pietra dalla cristallizzazione dei sali contenuti nell'aerosol marino con l'erosione profonda delle colonnine del tiburio. Il fenomeno dell'alveolizzazione è limitato invece ai blocchi di tufo presenti alla base di muri.

4.2. *Il centro urbano*

La seconda area identifica la zona in cui si trovano gli edifici che mostrano la prevalenza dei danni legati all'inquinamento atmosferico: questi sono prevalentemente situati sulle strade urbane maggiormente trafficate. Le maggiori forme di degrado sono legate anche in questo caso alle alterazioni superficiali ma perlopiù dovute ai depositi di particolato atmosferico, alla presenza di croste nere e alla perdita di materiale conseguente al completamento del processo di carbonatazione o solfatazione dei materiali calcarei posti a contatto con l'acido carbonico e l'acido solforico presente negli agenti inquinanti dell'aria. Il problema è particolarmente sviluppato nelle zone protette dal dilavamento da cornici e aggetti. Generalmente il partito architettonico e le parti scultoree in pietra appaiono notevolmente danneggiate sia sul piano propriamente materico sia su quello figurativo. L'incidenza degli agenti inquinanti presenti nell'aria si manifesta all'interno dell'area considerata in due stadi differenti. Il primo stadio consiste nel deposito di particolato atmosferico che appare inizialmente innocuo: incidente solo sul piano cromatico e spesso dilavato dalla stessa acqua meteorica. Il secondo stadio invece è sicuramente più invasivo e si verifica in quei casi in cui il deposito superficiale, non venendo rimosso dal dilavamento perché protetto dalla configurazione architettonica stessa, ha modo di progredire e innescare i processi più distruttivi.

Generalmente le situazioni che rientrano nel primo caso sono relative ad edifici restaurati di recente, purtroppo la progressione del degrado da inquinamento è piuttosto rapida e direttamente dipendente dall'esposizione più o meno diretta al traffico veicolare. Spesso si osservano edifici con manifestazioni anche piuttosto eterogenee a motivo della diversa esposizione come, ad esempio, nei palazzi Mengoni Ferretti e Ferretti o nella chiesa di San Domenico. Le migliori condizioni di conservazione complessivamente si riscontrano sui prospetti non interessati dal passaggio delle automobili. Sulle superfici invece più esposte, come sulla facciata della chiesa di San Domenico o quella del palazzo Ferretti, si osservano in modo diffuso alterazioni cromatiche dovute sostanzialmente a depositi superficiali sull'intonaco e sulle cornici in pietra delle finestre, dei portali e dei cantonali (*Fig. 2*).

Le condizioni di degrado da inquinamento più avanzato si riscontrano sui fronti della Porta Farina, del palazzo degli Anziani e del chiostro interno del palazzo Bosdari.

All'interno del chiostro di palazzo Bosdari, i pilastri che sostengono le arcate e i balaustrini in pietra d'Istria sono interamente ricoperti dal deposito superficiale e sono a tratti erosi e mancanti. Problemi analoghi si rilevano in facciata. Qui si osserva il deposito superficiale sia sulle superfici intonacate che sulle cornici in pietra; inoltre la presenza di croste nere può osservarsi in corrispondenza delle superfici protette dagli aggetti, mentre nelle parti più esposte si rilevano macchie dovute ad acqua di percolazione. In particolare le cornici lapidee presentano zone di alveolizzazione e profili generalmente indefiniti perché parzialmente erosi.

A poca distanza dal palazzo Bosdari e in posizione quasi adiacente al palazzo Mengoni Ferretti sorge la Porta Farina dove la pietra d'Istria del prospetto est è interessata principalmente dal fenomeno della decoesione del materiale lapideo, caratterizzata da scagliature in profondità. Simili danni possono osservarsi al palazzo degli Anziani, sul prospetto verso la città, dove il degrado prevalente è riferibile a depositi superficiali e croste nere presenti sulla pietra d'Istria nelle zone protette dalle cornici, particolarmente in corrispondenza dei lacunari del balcone (*Fig. 3*) e sotto le aperture. Sulle cornici si rilevano inoltre diverse fessurazioni e mancanze, probabilmente dovute al progredire dei fenomeni descritti. Sul fronte orientale, quello rivolto verso il mare, la prevalenza di danni si manifesta con disgregazione e polverizzazione causate principalmente dall'aerosol marino. In ogni caso l'azione congiunta della cristallizzazione dei sali contenuti nell'aria e degli agenti atmosferici produce fenomeni diffusi su tutti i prospetti dove i paramenti in mattoni si presentano a tratti erosi e mancanti o ricoperti dal deposito superficiale.

Un'osservazione particolare meritano la chiesa di Santa Maria della Piazza e l'edificio dell'ex chiesa di Sant'Agostino. Ambedue le fabbriche presentano un deterioramento superficiale avanzato, che si manifesta con la perdita di materiale in più punti, compromettendo la continuità figurativa dei fronti.

Nel caso di Santa Maria in Piazza, gli agenti atmosferici, l'inquinamento e in ultimo la presenza di sali contenuti nell'aria, sono le cause della scagliatura degli elementi lapidei in rilievo, realizzati in pietra del Conero e in marmo dalmatico, e delle superfici della zona basamentale, nonché, in forma lieve, della cortina laterizia. Le altre superfici esterne sono interessate generalmente da depositi superficiali diffusi e localizzate croste nere. Queste sono collegate a fenomeni di ricarbonatazione con inglobamento della polvere e dei prodotti carboniosi con la formazione di depositi di colore scuro aderenti al supporto nelle parti protette da aggetti e riparate dall'azione dilavante della pioggia (*Fig. 4*).

Sulla facciata della ex chiesa di Sant'Agostino si rileva un'ampia distribuzione di deposito superficiale e, in particolare, di croste nere nelle zone protette dalle cornice o dai rilievi scultorei delle decorazioni. Il paramento murario in mattoni del fronte nord appare anch'esso a tratti ricoperto da deposito superficiale e in più punti mancante della superficie esterna perché erosa e disgregata.



Fig. 3. Palazzo degli Anziani. Croste nere in corrispondenza dei lacunari del balcone del prospetto principale.

Fig. 2. Chiesa di San Domenico. Nonostante il discreto stato di conservazione della chiesa si rileva la presenza di ampie zone coperte dai depositi di particolato atmosferico.

Fig. 4. Chiesa di Santa Maria in Piazza, dettaglio del fronte meridionale. Depositi e croste nere in corrispondenza degli aggetti e degli elementi scultorei maggiormente articolati.



4.3. *Gli ambienti meno inquinati: le dorsali del Conero*

I monumenti costruiti nelle zone lontane dal traffico e relativamente lontane anche dal mare sono pochi ma tutti di notevole importanza: si tratta del duomo di San Ciriaco, della Fortezza Sangallesca e dell'edificio del cosiddetto Vecchio Faro. Osservarne lo stato di deterioramento risulta particolarmente interessante perché consente di studiare le manifestazioni del degrado isolandole dalle cause identificate nelle altre zone come preponderanti, ossia il forte inquinamento atmosferico e la vicinanza al mare. Probabilmente l'importanza della committenza ha fatto sì che tali monumenti sorgessero nei luoghi più appropriati realmente in grado di garantire la *firmitas* Vitruviana¹³. In questi casi il naturale invecchiamento dei materiali, legato all'azione degli agenti atmosferici, appare accelerato prevalentemente dalla scarsa manutenzione

Il duomo di San Ciriaco¹⁴ presenta, generalmente, un buono stato di conservazione, tuttavia si rilevano diversi fenomeni di degrado in atto sulle superfici esterne, quasi interamente costituite dalla pietra d'Istria. Queste sembrano generalmente colpite da scagliatura ed erosione, patologie più diffuse sul fronte sud. Tali fenomeni sono prevalentemente da riferirsi agli agenti atmosferici e, in particolare, al meccanismo fisico della dilatazione termica indotto dalle variazioni di temperatura.

Sulla torre del Faro, oltre ai danni legati a situazioni specifiche di incuria, si osservano fenomeni legati alla progressione del degrado dovuto all'azione degli agenti atmosferici. Il paramento mostra problemi di scagliatura nei mattoni e si rilevano diverse lacune dove il fenomeno disgregativo è maggiormente progredito. In particolare si osservano molti elementi mutili in corrispondenza delle mensole di appoggio del coronamento e dell'attacco a terra¹⁵.

Le mura sangallesche, in cima al rione Capodimonte, presentano uno stato di degrado piuttosto omogeneo su tutti i fronti, causato sia da motivi esogeni, generati all'esterno del monumento che da elementi endogeni, legati cioè alla qualità dei materiali e alla conformazione architettonica. Le mura sono articolate su due livelli: il fronte inter-

¹³ Appare interessante notare come la descrizione dei luoghi adatti alla costruzione di un edificio proposta da Vitruvio sembra corrispondere ai luoghi scelti per le costruzioni meglio conservate tra quelle prese in esame: "Per prima cosa il sito deve essere particolarmente salubre, in posizione elevata, non soggetto a foschie né gelate, né all'influenza di zone paludose, non esposto a mezzogiorno né a tramontana" (VITRUVIO, libro I, capitolo IV)

¹⁴ Un altro fenomeno presente sul prospetto sud è l'alveolizzazione, soprattutto sulle fasce superiori delle cornici basamentali modanate con profilo a toro. Il fronte nord è meglio conservato, sebbene presenti zone ricoperte da patina biologica, in parte riconducibile allo scarso funzionamento di un discendente. In facciata, oltre ai lievi fenomeni di esfoliazione ed erosione del paramento

murario, si osserva sugli elementi in marmo rosso di Verona un scagliatura diffusa, in particolare sui leoni stilofori e sulle colonnine. Queste ultime, sebbene restaurate, mostrano punti di particolare fragilità. Infine, sulla fascia basamentale sud della facciata si nota l'avanzamento dell'erosione della pietra, probabilmente legato alla presenza di umidità di risalita.

¹⁵ Diverse mancanze sono nei gradini della scala e nell'intonaco di rivestimento interno e del parapetto del ballatoio. La causa comune a questi fenomeni di degrado può attribuirsi all'azione meccanica degli agenti atmosferici, ai meccanismi fisici indotti dai fenomeni superficiali quali la scagliatura e la disgregazione, e alla cristallizzazione dei sali veicolati dall'umidità, probabilmente presenti anche all'interno dei materiali.



Fig. 5. Mura sangallesche. I mattoni del paramento murario appaiono in più punti polverizzati e mancanti.

no, più basso, è prevalentemente coperto dal terreno, mentre quello esterno è totalmente in vista. Le cortine murarie, in specie nella fascia basamentale a scarpa, sono coperte da patina biologica e vegetazione infestante, la cui proliferazione è favorita dalla presenza di umidità all'interno della struttura, a sua volta derivante dalle particolari condizioni costruttive del muro a contatto con il terreno. L'inclinazione della superficie, infatti, trattiene una maggiore quantità di acqua rispetto al tratto soprastante retto, favorendone maggiormente il ristagno e, di conseguenza, la colonizzazione biologica. Un altro fattore che alimenta tale fenomeno è l'esposizione al sole: i fronti settentrionali e orientali appaiono maggiormente degradati. Un'ulteriore condizione di ristagno dell'acqua è favorita all'interno delle buche puntaie, dove si osserva la presenza frequente di vegetazione infestante. Ulteriori forme di alterazione dei paramenti sono l'erosione e la scagliatura dei mattoni, riferibili alla gelività e alla cristallizzazione dei sali presenti nell'aria. Il progredire di questi fenomeni ha generato diverse mancanze nella cortina (Fig. 5). Le angolate risultano poi particolarmente degradate, con lacune, sconessioni murarie e lesioni, generalmente attribuibili alla spinta del terreno¹⁶. Le cornici lapidee sono spesso erose e ricche di alveolizzazioni, principalmente a causa degli agenti atmosferici.

5. Incidenza del contesto sulle cause endogene

5.1. I materiali dell'architettura

La città di Ancona si sviluppa su un promontorio articolato da due crinali secondari che costituiscono la diramazione del crinale principale del monte Conero: la dorsale costiera formata dalle marne calcaree delle alture del Cardeto, Cappuccini e Guasco e la dorsale meridionale, formata dalle marne arenarie dei monti Pelago e Pulito e delle colline di Santo Stefano e dell'Astagno¹⁷. Le due dorsali definiscono

¹⁶ Il degrado strutturale dell'edificio è stato qui tralasciato perché non pertinente agli obiettivi della ricerca.

¹⁷ Il rapporto tra le trasformazioni della città di Ancona ed il territorio è particolarmente indagato nell'interessante saggio di Stefania Sebastiani (SEBASTIANI 2004, pp. 1-16).

una valle anticamente costituita prevalentemente da terreno alluvionale, composto da detriti argillosi e sabbiosi.

La facile reperibilità non appare l'unico criterio che ha condizionato la scelta dei materiali per l'architettura anconetana. Il diffuso impiego di laterizi è senz'altro legato all'ampia disponibilità di argilla, ma spesso i mattoni sono accompagnati dalla pietra d'Istria, importata dall'altra parte dell'Adriatico. Tale pietra, poco porosa e pertanto scarsamente permeabile, resiste meglio alla cristallizzazione salina, come ben sapevano i costruttori veneziani. In alcuni casi la più prossima pietra del Conero si affianca o si sostituisce alla pietra d'Istria. Solo poche architetture presentano altri materiali di importazione come il marmo dell'Imetto, nell'arco di Traiano, il marmo dalmatico, nella chiesa di Santa Maria della Piazza, o il rosso di Verona, nei leoni stilofori del duomo.

Nel territorio anconetano, la causa di degrado maggiore della pietra d'Istria è l'inquinamento. La sua natura sedimentaria e la costituzione carbonatica rendono il materiale lapideo vulnerabile agli attacchi degli agenti acidi presenti nell'aria¹⁸. Sostanze come solfati, carbonati, cloruri, contenuti nel particolato atmosferico e veicolati generalmente dall'acqua, innescano un processo di solubilizzazione e successiva cementazione superficiale della componente carbonatica che dà luogo alla formazione delle cosiddette croste nere. Il loro progressivo ispessimento e la contemporanea polverizzazione del materiale sottostante, accompagnati dagli *stress* indotti dalle dilatazioni differenziali provocate dalle escursioni termiche, determinano profonde scagliature e distacchi¹⁹. Questi, oltre ad alterare figurativamente l'architettura, mettono a nudo le componenti costruttive più interne, esponendole ad un irreversibile processo di disgregazione e polverizzazione.

Nei casi in cui l'inquinamento è lieve o assente, le forme prevalenti di degrado sono invece legate ai fattori atmosferici. L'azione eolica, la pioggia e l'umidità atmosferica provocano sulle superfici lapidee disgregazioni e corrosioni. Tuttavia queste forme di deterioramento, presenti, come s'è visto, nel duomo di San Ciriaco, appaiono molto meno invasive.

Di fatto, le condizioni ambientali iniziali dei monumenti anconetani sono cambiate e le pietre impiegate nelle costruzioni storiche, in grado di offrire una buona resistenza ad agenti naturali relativamente aggressivi come l'aerosol marino, sono più esposte ai fenomeni dell'inquinamento.

I paramenti laterizi di numerosi edifici costruiti fra XVII e XVIII secolo sembrano resistere meglio: le forme prevalenti di degrado sono perlopiù legate al dilavamento indotto dall'acqua piovana, alla cristallizzazione dei sali solubili e alle sollecitazioni meccaniche indotte dai processi di gelo e disgelo. La presenza dei sali solubili è veicolata dall'aerosol marino e dalla risalita capillare (in vicinanza del mare) ma è talvolta

¹⁸ Tra i numerosi contributi che approfondiscono l'argomento della dissoluzione del materiale a base carbonatica in seguito agli attacchi acidi si segnala: CARDELL FERNANDEZ, VLEUGELS, TORFS, VAN GRIEKEN 2012; DELALIEUX et al. 2002;

DE SANTIS, ALLEGRI 1992; GIAVARINI, SANTARELLI, NATALINI, FREDDI 2008; GUIDOBALDI, MECCHI 1990.

¹⁹ Per un approfondimento maggiore sui processi di formazione delle croste nere e sulle reazioni chimiche ad esse legate si veda: FIORANI 1996.

anche dovuta alla composizione del materiale, come si è riscontrato nell'impasto dei laterizi della mole Vanvitelliana²⁰.

Data la sostanziale omogeneità dei materiali sui monumenti anconetani è possibile, una volta analizzati la composizione fisica e chimica e i meccanismi di deterioramento, soprattutto alla luce delle mutate condizioni ambientali, prevedere le situazioni più a rischio e valutare le soluzioni manutentive più appropriate.

5.2. *Le caratteristiche costruttive e figurative*

Nell'ottica di identificare situazioni ricorrenti di incidenza sui processi di deterioramento dovuti a cause ordinarie e non eccezionali, sono emerse diverse criticità legate alle tecniche costruttive e al linguaggio figurativo dell'architettura anconetana. Determinate soluzioni costruttive e linguistiche, che caratterizzano molti monumenti della città, sembrano infatti mostrare una particolare vulnerabilità all'azione degli agenti atmosferici.

Sul piano costruttivo, si è osservato ad esempio che la struttura a scarpa delle Mura fortificate Sangallesche e della Mole Vanvitelliana crea un ambiente particolarmente favorevole alla crescita di organismi biologici e vegetazione. Il piano inclinato rende meno veloce lo smaltimento dell'acqua piovana, che viene trattenuta dalla struttura muraria. In aggiunta, un altro veicolo di acqua, all'interno delle mura, è rappresentato dai canali di dispiuvio della marciaronda e della piazza d'armi, che sovente corrono all'interno della sezione muraria.

Un'altra forma di degrado ricorrente si riscontra presso gli aggetti e le cornici: nell'intradosso e sulle porzioni di superficie lapidea protette dalla pioggia si sviluppano facilmente depositi superficiali e croste nere. Di contro, all'estradosso di tali elementi aggettanti, il problema è opposto. Spesso, infatti, la superficie non è adeguatamente impermeabilizzata o non sufficientemente inclinata per assicurare lo smaltimento dell'acqua piovana.

Considerando l'ampio numero di edifici medievali e protorinascimentali di Ancona in cui il dettaglio scultoreo caratterizza notevolmente il linguaggio dell'architettura, le vulnerabilità dell'intradosso degli elementi in aggetto appaiono particolarmente gravi. Il ricco apparato decorativo di edifici come Santa Maria della Piazza o San Ciriaco potrebbe essere minacciato. Il peso figurativo delle sequenze degli archetti pensili è indebolito dai risalti, resi troppo lievi e dalle ritmiche lacune. L'assetto figurativo della facciata della Loggia dei Mercanti è completamente demandato ai chiaro-scuro scultorei del partito decorativo ma la scarsa definizione dei profili ne rende decisamente meno incisiva

²⁰ Tale osservazione appare anche confermata da una ricerca condotta negli anni Novanta presso l'Università di Ancona (cfr. CASTELLANO, ANTONUCCI, MORICONI, COLLEPARDI 1992). Tale ricerca condotta sui mattoni e sulle forme di degrado presenti nella mole Vanvitelliana ha identificato due tipologie di mattoni all'interno

del monumento, i gialli e i rossi diversi non solo per colore ma anche per composizione e reazione agli agenti atmosferici. Lo studio ha evidenziato comunque che i sali non sono i soli responsabili del degrado: sembra infatti che questo sia molto maggiore nei mattoni il cui impasto è privo di contenuto salino.

Fig. 6. Chiesa del Gesù. A poca distanza dal restauro la vegetazione invasiva è nuovamente presente all'estradosso delle volute e delle cornici. Nelle zone protette dal dilavamento si osserva già l'incipiente sviluppo delle croste nere.



l'immagine. Una situazione analoga si riscontra nell'ex chiesa di Sant'Agostino, dove la preziosa articolazione della facciata in pietra d'Istria mostra pericolose mancanze.

I fenomeni di degrado all'estradosso delle cornici investe soprattutto, invece, le componenti in mattoni: il ristagno dell'acqua alimenta il processo di risalita e infiltrazione, incentivato dalla porosità del laterizio. Si innescano così i processi di disgregazione del materiale dovuti alla cristallizzazione dei sali e lo sviluppo di organismi biologici, in specie di vegetazione infestante il cui sviluppo radicale sollecita meccanicamente la compagine muraria. Tali circostanze si manifestano anche a poca distanza dalla conclusione di interventi di restauro.

L'architettura barocca anconetana è prevalentemente caratterizzata da superfici in mattoni articolate dall'alternanza di curve e controcurve, le cui superfici sono spesso difficilmente raggiunte dal dilavamento, e da aggetti pronunciati che offrono condizioni favorevoli al ristagno dell'acqua. Lo stato di conservazione delle facciate della chiesa del Gesù o dei Santi Pellegrino e Filippo Neri mostra tali caratteristiche in tutta la loro vulnerabilità. In particolare la facciata del Gesù, pur presentando al momento del rilievo buone condizioni di conservazione, mostrava già alcune manifestazioni di deterioramento dovute alla vegetazione invasiva, agli attacchi biologici e contemporaneamente ai depositi superficiali e alle croste nere, benché queste fossero poco diffuse. La presenza di vegetazione e microorganismi biologici si è osservata soprattutto sulle superfici orizzontali: all'estradosso del cornicione, delle volute, delle cornici in laterizio e al piede delle murature del portico (Fig. 6). I depositi del particolato atmosferico sono soprattutto sulla parte interna delle colonne e, più in generale, sugli elementi architettonici in pietra. Un'altra manifestazione legata alla crescita di organismi biologici si osserva sulle facciate della chiesa di San Ciriaco: la cornice ad archetti pensili presenta all'estradosso, con profilo rettilineo, uno strato di patina biologica dovuta al ristagno dell'acqua. Si nota inoltre la presenza intrados-

sale di deposito superficiale, mentre le superfici circoscritte dagli archetti appaiono ricoperte di patina biologica e disgregate.

L'azione degli agenti inquinanti e la scarsa manutenzione dei sistemi di smaltimento delle acque appaiono pertanto cause di degrado correnti e non trascurabili, il cui controllo dovrebbe essere facilmente programmabile.

6. *La fase programmatica*

La campagna di schedatura, svolta all'interno di un territorio delimitato e su un discreto numero di edifici, ha consentito di identificare alcune situazioni rappresentative di un processo generale che sembra coinvolgere la maggior parte dei monumenti della città. Tale processo appare influenzato grandemente da situazioni ricorrenti, legate sia all'ambiente sia alle caratteristiche degli edifici. Pertanto appare possibile pianificare interventi di prevenzione e presidio mirati. La previsione di un piano di manutenzione nasce dalla valutazione dei risultati della campagna di schedatura, considerando, in particolare, la registrazione di danni prevalentemente legati alle superfici (rappresentati dalla classe B ed E nella scheda), con un basso livello di gravità e urgenza.

Si è notato che gli edifici che presentavano uno stato di conservazione discreto mostravano comunque l'accento di fenomeni di degrado ricorrenti e generalmente legati a cause interne. Queste apparivano riconducibili alla composizione dei materiali, alla configurazione architettonica o a cause esterne e non sempre eliminabili, come ad esempio l'aerosol marino o l'inquinamento atmosferico. In questi casi i fenomeni manifestati tendono a riproporsi ciclicamente e il loro controllo consente la programmazione di interventi di manutenzione in grado di limitare o quantomeno procrastinare gli interventi maggiormente invasivi²¹. Tale valutazione ha reso possibile una previsione di massima delle operazioni necessarie al mantenimento dell'efficacia degli interventi pregressi, finalizzati alla conservazione delle superfici.

Possiamo esemplificare le considerazioni elaborate considerando il caso della Loggia dei Mercanti²². Il monumento, all'atto della schedatura da poco restaurato, mostrava accenni di fenomeni di degrado che potevano essere adeguatamente limitati

²¹ Le indicazioni operative sono state presentate per i seguenti monumenti: tempio di San Rocco, chiesa del Santissimo Sacramento, palazzo Mengoni Ferretti, chiesa dei Santi Pellegrino e Filippo, arco Clementino, chiesa di San Ciriaco, Loggia dei Mercanti, chiesa di Santa Maria di Portonovo, ex chiesa di Sant'Agostino, porta Farina, palazzo Bosdari. Lo studio dei monumenti che necessitano un vero e proprio intervento di restauro è stato viceversa limitato alla schedatura speditiva.

²² Il prospetto orientale, rivestito in pietra d'Istria, manifestava alterazioni della superficie

lapidea dovute prevalentemente all'inquinamento atmosferico (depositi superficiali, croste nere e profili erosi per corrosione). L'alveolizzazione, rilevata sulle cornici, presentava uno stadio irrilevante. Sul fronte opposto, rivolto verso il mare, era presente, sui mattoni, un lieve deposito superficiale e la corrosione delle superfici dovuta presumibilmente all'aerosol marino. Infine sulla terrazza si rileva la presenza di vegetazione invasiva e colonizzazione biologica dovuta ad un leggero ristagno dell'acqua piovana sulla pavimentazione.



Fig. 7. Loggia dei Mercanti. Particolare della facciata. Sono evidenti il deposito superficiale e alcune croste nere in fase iniziale.

da interventi puntuali. Questi sono stati identificati sulla base del rilievo svolto con la schedatura della Carta del Rischio²³ e confermati alla luce dello studio comparato con gli altri ventisei monumenti oggetto della ricerca. Le operazioni previste riguardavano diverse fasi di pulitura quali la rimozione degli organismi biologici, del deposito superficiale e di localizzate croste nere (Fig. 7). Gli interventi così definiti sono stati quantificati, sulla base del *Prezziario per il Restauro dei Beni Artistici*, Dei, Roma 2003, prescindendo dai costi delle opere provvisorie (Tabb. 2,3).

Prospettive e conclusioni

Le conclusioni che possono trarsi da questa esperienza sono molteplici. Principalmente si è visto come sia possibile ampliare la potenzialità della scheda della Carta del Rischio inserendo tra i possibili interventi la voce 'manutenzione'. Questa potrebbe richiedere alcuni campi specifici che, approfondendo l'analisi dello stato di conservazione, consentano di guidare l'intervento identificando quali siano le operazioni necessarie. Oltre alle pratiche di corrente attenzione al monumento quali il diserbo costante, il controllo del funzionamento dell'impianto di smaltimento delle acque, il controllo dell'ossidazione degli elementi in ferro, occorre infatti prevedere anche operazioni più specifiche, quali ad esempio la pulitura meccanica per la rimozione del deposito superficiale, l'applicazione periodica di biocidi o la verifica dello stato di efficienza della protezione.

In secondo luogo è emerso che la schedatura contemporanea di più edifici svolta all'interno di un ambito territoriale ristretto consente di ottenere risultati di più ampio respiro. Accanto alla raccolta dei dati specifici, la valutazione comparativa consente

²³ Il livello di analisi svolto è pari al secondo livello della scheda tuttavia per motivi contingenti

è stata imputata nel sistema solo la scheda di primo livello.

di identificare i caratteri comuni delle condizioni dei monumenti e di conseguenza le situazioni, ricorrentemente, più o meno vulnerabili connesse al contesto. Se si aggiungesse, alla possibilità di schedare più monumenti sul territorio, l'opportunità di una revisione periodica dei dati, si otterrebbe un osservatorio assolutamente prezioso dello stato di conservazione dei monumenti e delle loro condizioni. Tale osservatorio privilegiato consentirebbe la creazione di un bagaglio di conoscenza in grado di orientare non solo una ricerca per attuare una politica di prevenzione dei danni del patrimonio storico architettonico, ma la concreta messa a punto di una strategia operativa per la manutenzione programmata. Un bagaglio che, vista la flessibilità della struttura della Carta del Rischio, capace di recepire anche documenti diversi fra loro, potrebbe essere aggiornato continuamente con gli approfondimenti di volta in volta sostenibili dalle amministrazioni (ricerche specifiche, rilievi speditivi o analitici ecc.). Si potrebbe effettivamente mettere a punto una 'buona prassi' che consentirebbe di esprimere al meglio le potenzialità di uno strumento al servizio della pubblica amministrazione, talvolta in parte sottovalutato.

STATO DI CONSERVAZIONE DELLE COMPONENTI EDILIZIE (TABELLA SINTETICA)

Data del sopralluogo: 12/7/2011

Componente	Presenza / Assenza	Parte ispezionabile	Assenza di danno	Analisi dei danni	Gravità	Diffusione %	Urgenza	Interventi	Concentrato / Diffuso	Localizzazione dei danni
Strutture in elevazione	p	4								
				BC	1	30%	1	m	d	Erosione diffusa dei mattoni del paramento murario dovuta alla cristallizzazione dei sali veicolati dall'umidità e probabilmente contenuti nell'argilla dei mattoni.
				B	1	25%	1	m	d	La compresenza di alveolizzazione ed erosione caratterizza le superfici in pietra d'Istria su entrambi i prospetti; è presente sulla facciata verso la strada in corrispondenza del basamento e sotto le mensole
Strutture di orizzontamento	p	5	a							
Coperture	p	2	a							
Collegamenti verticali	p	5	a							
Pavimentazione interna	p	5	a							
Pavimentazione esterna	p	5		BCD	1	5%	1	m	d	Presenza di vegetazione invasiva e colonizzazione biologica dovuta ad un leggero ristagno dell'acqua piovana.
Rivestimenti e decorazioni interne	p	5		BC	1	10%	1	m	c	Si rileva un fenomeno diffuso di rigonfiamento dell'intonaco in corrispondenza dei radiatori e delle lastre lapidee nell'angolo sud-ovest.
Rivestimenti e decorazioni esterne	p	5		A	1	5%	1	m	c	La balaustra nord presente sulla facciata verso la strada evidenzia un leggero dissesto probabilmente dovuto alla sollecitazione meccanica delle lastre di pietra d'Istria indotta dal rigonfiamento degli elementi in ferro.
				CDE	1	40%	1	m	d	Il fronte verso la strada, a causa dell'intenso traffico, è caratterizzato da un'importante presenza di deposito superficiale e di croste nere in corrispondenza delle zone protette dalle cornici.
				F	1	10%	1	m	d	Alcune mancanze dovute a danni meccanici sono distribuite sulle cornici su entrambi i fronti.
Infissi	p	5	a							

Tab. 2. Carta del Rischio, tabella sintetica di analisi dello stato di conservazione della Loggia dei Mercanti. Si noti il basso indice di gravità e urgenza dei danni rilevati.



Fig. 8. Loggia dei Mercanti. Vista del prospetto principale.

LOGGIA DEI MERCANTI

Previsione delle operazioni di conservazione delle superfici esterne e calcolo indicativo del costo

n. elenco prezzi	Operazione	% superficie da trattare	superficie da trattare (mq)	prezzo unitario	prezzo totale
	Disinfezione mediante applicazione di biocida e rimozione manuale della vegetazione superiore; esclusi gli oneri relativi al fissaggio delle superfici circostanti in pericolo di caduta, su tutti i tipi di opere in pietra situate in ambienti esterni				
15051	vegetazione poco radicata:				
b	al mq di intervento	5	2	€ 41.97	€ 83.94
	Disinfezione da colonie di microorganismi autotrofi o/e eterotrofi mediante applicazione di biocida e successiva rimozione meccanica, su opere situate sia in ambienti esterni sia in ambienti interni; da valutare al mq effettivamente interessati dal fenomeno, escluso gli oneri relativi al fissaggio delle superfici circostanti in pericolo di caduta:				
	nel caso di pellicole:				
15056	a pennello, a spruzzo o a siringhe				
a	su marmo, calcari duri, brecce, arenarie, calcari teneri	8	10	€ 92.47	€ 924.70
	Rimozione di depositi superficiali coerenti, concrezioni, incrostazioni e macchie solubili mediante irrorazione di acqua con impianto di atomizzazione; inclusi gli oneri relativi al montaggio dell'impianto, alla protezione delle superfici circostanti mediante sistema di raccolta e deflusso delle acque di scarico e alla successiva rimozione meccanica dei depositi solubilizzati mediante pennellesse, spazzole, bisturi, specilli, su opere situate in ambienti esterni:				
15061	depositi compatti e molto aderenti alle superfici:				
a	su marmo, calcari duri, brecce, arenarie, calcari teneri			€ 159.98	
c	decremento per superfici maggiori di mq	15	25	€ 143.98	€ 3,599.55
	Rimozione di depositi superficiali coerenti, incrostazioni, concrezioni mediante applicazioni di compresse imbevute di soluzioni di Sali inorganici, carbonato o bicarbonato di ammonio.				
15063	depositi compatti e molto aderenti alle superfici:				
a	arenarie e calcari duri e teneri	5	15	€ 273.69	€ 4,105.35
TOTALE					€ 8,713.54

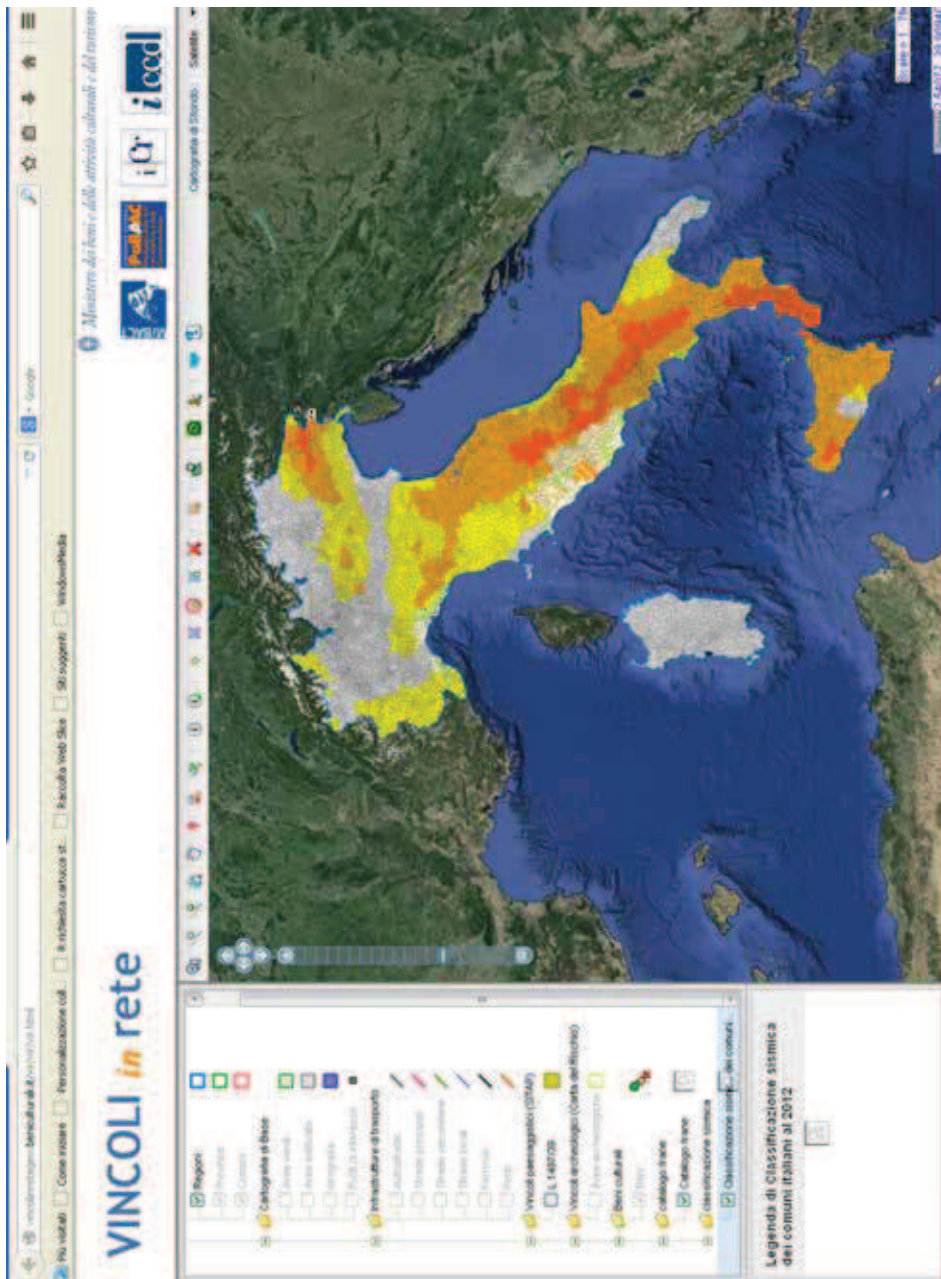
Tab. 3. Loggia dei Mercanti. Elenco delle operazioni di pulitura previste e quantificate indicativamente.

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

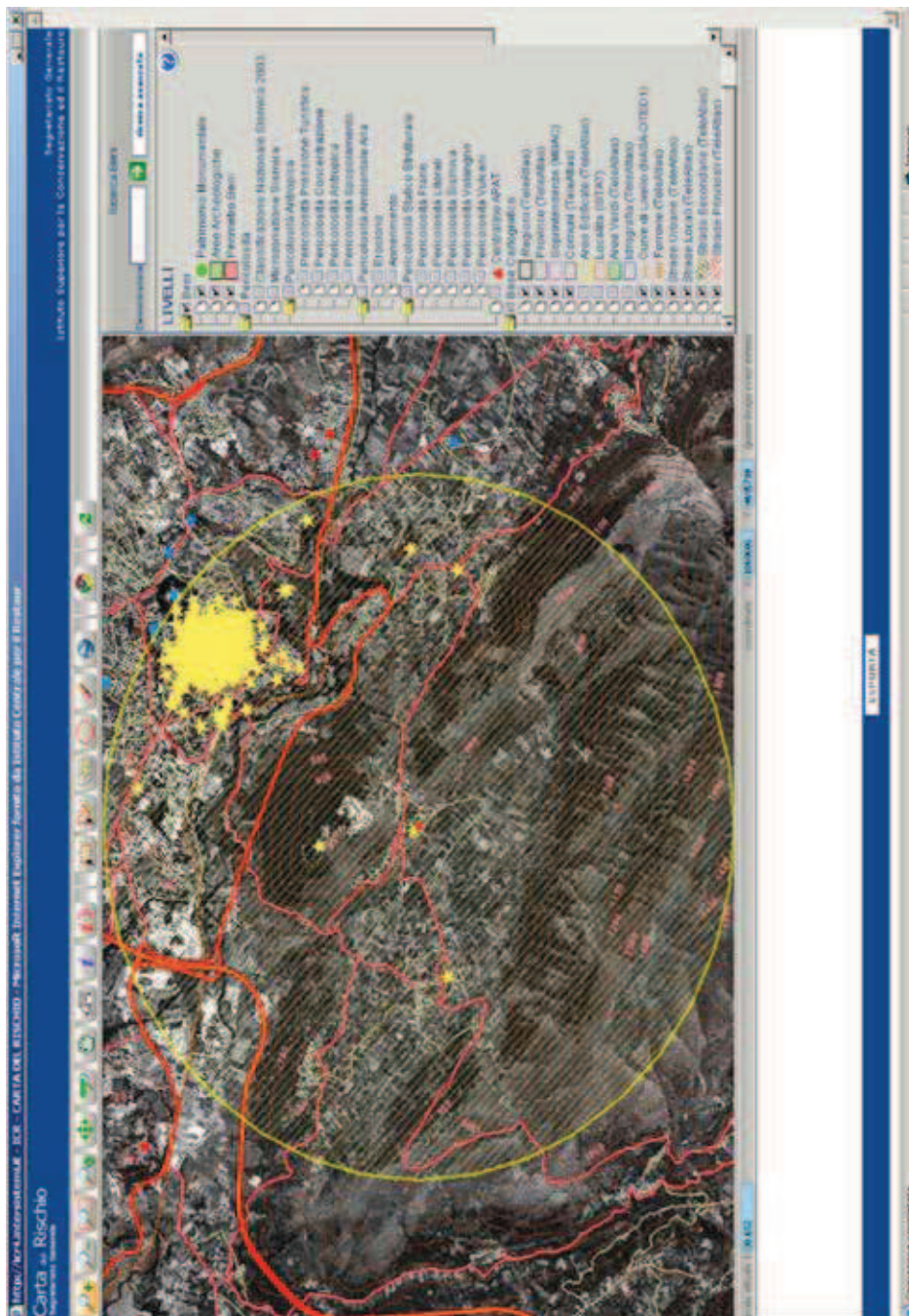
- AA.VV. 1987: AA.VV., *Per una carta del rischio del patrimonio culturale*, in *Memorabilia: il futuro della memoria*, Ministero per i beni culturali e ambientali, Istituto Centrale per il Restauro, Roma 1987, pp. 371-388
- ACCARDO, CACACE, RINALDI 2005: G. Accardo, C. Cacace, R. Rinaldi, *Il Sistema Informativo Territoriale della Carta del Rischio*, in «Arkos. Scienza e Restauro dell'Architettura», s. IV, 10, aprile/giugno 2005, pp. 43-52
- ACCARDO, CORDARO 1978: G. Accardo, M. Cordaro, *Criteri per la memorizzazione di dati riguardanti lo stato di conservazione di alcune classi di beni culturali*, in *First International Conference on Automatic Processing of Art History Data and Documents* (Pisa, Scuola Normale Superiore, 4-7 settembre 1978), Pisa 1978, pp. 1-11
- ACCARDO, GIANI, GIOVAGNOLI, 2003: G. Accardo, E. Giani, A. Giovagnoli, *The Risk Map of Italian Cultural Heritage*, in «Journal of Architectural Conservation», 2, 2003, pp. 41-57
- ACCARDO, ALTIERI, CACACE, GIANI, GIOVAGNOLI 2002: G. Accardo, A. Altieri, C. Cacace, E. Giani, A. Giovagnoli, *Risk map: a project to aid decision-making in the protection, preservation and conservation of Italian cultural heritage* in H. Townsend, Joyce (a cura di), *Conservation Science 2002*, papers from the Conference held in Edinburgh (Edinburgh, 22-24 maggio 2002), London 2003, pp. 44-49
- BARTOLOMUCCI 2004: C. Bartolomucci, *Una proposta di cartella clinica per la conservazione programmata*, in «Arkos. Scienza e Restauro dell'Architettura», s. IV, 5, 2004, pp. 59-65
- BONANNI *et al.* 2006: P. Bonanni, R. Daffinà, R. Gaddi, A. Giovagnoli, V. Silli, M. Cirillo, *L'impatto dell'inquinamento atmosferico sui beni di interesse storico - artistico esposti all'aperto*, Rapporto APAT, 2006
- BONAZZA, MESSINA, SABBIONI, GROSSI, BRIMBLECOMBE 2009: A. Bonazza, P. Messina, C. Sabbioni, C. M. Grossi, P. Brimblecombe, *Mapping the impact of climate change on surface recessions of carbonate buildings*, in «Europe Science of the Total Environment», 407, 2009, pp. 2039-2050
- BONAZZA, SABBIONI, MESSINA, GUARALDI, DE NUNTIIS 2009: A. Bonazza, C. Sabbioni, P. Messina, C. Guaraldi C., P. De Nuntii, *Climate change impact: Mapping thermal stress on Carrara marble* in «Europe Science of the Total Environment», 407, 2009, pp. 4506-4512
- BRANDI 1956: C. Brandi, *Cosa debba intendersi per restauro preventivo*, in «Bollettino dell'Istituto Centrale del Restauro», 27-28, 1956, pp. 87-92
- CACACE *et al.* 2012: C. Cacace, R. Gaddi, A. Giovagnoli, M. Cusano, P. Bonanni, *Gli impatti dei cambiamenti climatici sui beni culturali di Ancona*, in *Annuario dei dati ambientali 2011-Tematiche in primo piano*, ISPRA, Roma, pp. 134-143
- CACACE, FERRONI 2006: C. Cacace, A. M. Ferroni, *La vulnerabilità dei monumenti e dei complessi archeologici: schedatura conservativa e calcolo dell'indice* in M. C. Laurenti (a cura di), *Le coperture delle aree archeologiche. Museo aperto*, Gangemi Editore, Roma 2006, pp. 35-45
- CACACE, GIOVAGNOLI, GADDI, CUSANO, BONANNI 2014: C. Cacace, A. Giovagnoli, R. Gaddi, M. Cusano, P. Bonanni, *Gli impatti dei cambiamenti climatici e dell'inquinamento atmosferico sui beni culturali di Ancona*, in «Bollettino ICR», n.s., 2014, 28, pp. 47-67
- CAPRIOLO *et al.* 2012: A. Capriolo, F. Giordano, R. Mascolo, G. Finocchiaro, L. Sinisi, J. Tuscano, R. Gaddi, C. Mastrofrancesco, M. P. Cusano Bonanni, C. Vicini, S. Mandrone, D. Spizzichino, M. Di Leginio, F. Assennato, C. Cacace, A. Giovagnoli, *Progetto Life Act. Adapting*

- To Climate Change In Time*, in *Qualità dell'ambiente urbano, VIII Rapporto*, ISPRA, Roma pp. 215-239
- CASTELLANO, ANTONUCCI, MORICONI, COLLEPARDI 1992: M.G. Castellano, R. Antonucci, G. Moriconi, M. Collepardi, *Considerazioni sul degrado delle superfici in mattoni a vista: la Mole Vanvitelliana di Ancona*, in G. Biscontin, D. Mietto (a cura di), *Le superfici dell'architettura: il cotto. Caratterizzazioni e trattamenti*, atti del convegno di studi di Bressanone, (Bressanone, 30 giugno - 3 luglio 1992), Libreria progetto, Padova 1992, pp. 347-356
- CARDELL FERNANDEZ, VLEUGELS, TORFS, VAN GRIEKEN 2012: C. Cardell Fernandez, G. Vleugels, K. Torfs, R. Van Grieken, *The process dominating Ca dissolution of limestone when exposed to ambient atmospheric conditions as determined by comparing dissolution models*, in «Environmental Geology», 43, 2002, pp. 160-171
- CASTELLI 1997: G. Castelli, (a cura di), *La Carta del Rischio del Patrimonio Culturale*, ICR - Bonifica, Roma 1997
- CATTANI *et al.* 2010: G. Cattani, A. Di Menno Di Bucchianico, D. Dina, M. Inglessis, C. Notaro, G. Settimo, G. Viviano, A. Marconi, *Evaluation of the temporal variation of air quality in Rome, Italy from 1999 to 2008*, in «Annali dell'Istituto Superiore di Sanità», vol. 46, 3, 2010, pp. 242-253
- CECCHI, GASPAROLI 2010: R. Cecchi, P. Gasparoli, *La manutenzione programmata dei beni culturali edificati. Procedimenti scientifici per lo sviluppo di piani e programmi di manutenzione. Casi studio su architetture di interesse archeologico a Roma e Pompei*, Alinea, Firenze 2011
- COPPI 1997: R. Coppi, *Metodologia per la costruzione di modelli di rischio del patrimonio culturale*, in G. Castelli (a cura di), *La Carta del Rischio del Patrimonio Culturale*, ICR - Bonifica, Roma 1997
- DE LA FUENTE *et al.* 2011: D. De la Fuente, J.M. Vega F. Vieji, I. Diaz, M. Morcillo, *City scale assessment model for air pollution effects on the cultural heritage*, in «Atmospheric Environment», 45, 2011, pp. 1242-1250
- DE SANTIS, ALLEGRI 1992: F. De Santis, I. Allegrini, *Heterogeneous reaction of SO₂ and NO₂ on carbonaceous surfaces*, in «Atmospheric Environment», 26A, 16, 1992, pp. 3061-3064
- DESIATO *et al.* 2010: F. Desiato, A. Toreti, G. Fioravanti, P. Frascchetti, W. Perconti, *Baseline Climate Scenario, Climate trends and projections*, LIFE ACT Project 2010 (http://issuu.com/actlife/docs/climate_trends_and_projections?mode=a_p. [18/11/2014])
- FIORANI 1996: D. Fiorani, *L'invecchiamento e il degrado*, in G. Carbonara (a cura di), *Trattato di restauro architettonico*, vol. II, Utet, Torino 1996, pp. 297-418
- GIOVAGNOLI, MARABELLI 1999: A. Giovagnoli, M. Marabelli, *Influence of Marine Aerosol on Calcareous Stones Decay*, Art 099, Roma 1999
- MARABELLI, GIOVAGNOLI, IVONE 2000: M. Marabelli, A. Giovagnoli, A. Ivone, *The risk map and the blackening index: a new recording apparatus*, in V. Fassina (a cura di), *9th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, proceedings (Venice 19 - 24 June 2000), Elsevier Science B. V., Amsterdam 2000, vol. 1, pp. 375-381
- MILIZIA 1781: F. Milizia, *Principi di architettura civile*, Finale (seconda ed. a cura di G. Antolini, Milano 1847; ristampa, Mazzotta, Milano 1972)
- SABBIONI, GHEDINI, MACCHIAROLA 1998: C. Sabbioni, N. Ghedini, M. Macchiarola, *Deposizione atmosferica di zolfo e carbonio sui monumenti in pietra di Roma*; in *Atti della 5ª Giornata di Scienza della Terra e dell'Archeometria* (Bari, 19-20 febbraio 1998), Patron Editore, Bologna 1998, pp. 141-144

- SABBIONI 1994: C. Sabbioni, *L'aerosol atmosferico e il degrado dei monumenti in pietra*; in *Conservazione del patrimonio culturale*, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma 1994
- SEBASTIANI 2004: S. Sebastiani, *Ancona. Forma e Urbanistica*, "L'Erma" di Bretschneider, Roma 2004
- URBANI 1973: G. Urbani, *Problemi di Conservazione*, Compositori, Bologna 1973
- URBANI 1975: G. Urbani, *Piano pilota per la conservazione programmata dei beni culturali in Umbria, progetto esecutivo*, ICR-Tecneco, Roma 1975
- URBANI 1983: G. Urbani, *La protezione del patrimonio monumentale dal rischio sismico*, Istituto Centrale del Restauro, Roma 1983.
- URBISCI 2001: S. Urbisci, *Regione Lombardia*, in *Carta del Rischio del Patrimonio Culturale*, Atti del seminario italo-spagnolo (Roma, 26 settembre 2001), pp. 44-48 e 64-66
- Vitruvio, *De Architettura: libri X*, (trad.it. 1999), Edizioni Studio Tesi, Pordenone 1993



Tav. I. Carta del rischio, rappresentazione cartografica della classificazione sismica nazionale.



Tav. II. Carta del rischio, rappresentazione di estrazione dei beni dalla cartografia: esempio beni culturali del L'Aquila estratti in un raggio di 3 km dall'epicentro del terremoto del 2009.



Tav. III. Carta del rischio, rappresentazione della distribuzione dei beni culturali di Ancona nell'introno delle centraline di rilevamento ambientale aerea.