



# La diagnostica per il restauro del patrimonio culturale

Prima Edizione: Dicembre 2009



© 2009 CUZZOLIN s.r.l.  
Via Gabriele Jannelli, 256 - 80131 Napoli  
Tel. 081 5451143 - Fax 081 7707340  
cuzzolineditore@cuzzolin.it  
www.cuzzolineditore.com

ISBN 978-88-87998-99-3

Tutti i diritti riservati.  
Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta  
o trasmessa in alcuna forma o con alcun mezzo, compresa  
la registrazione o le fotocopie, senza il permesso dell'editore.

Redazione:  
BRUNELLA IAVARONE

Revisione testi:  
M. CRISTINA AMEDEO

Fotocomposizione:  
FUTURA di Giuseppe Tartaglione

Stampa:  
DIACONIA - Santa Maria a Vico (CE)

# Atti del Convegno DIACOMAST 2008

*Diagnostica per la tutela e la conservazione  
dei materiali nel costruito*

21-22 febbraio 2008  
Belvedere di S. Leucio, Caserta

## Indice

<i>Prefazione</i> .....	1
<i>Carmine Colella</i>	
Il ruolo dell'osservazione delle opere nell'ingegneria geotecnica .....	3
<i>C. Viggiani, G. M.B. Viggiani</i>	
Architettura storica e diagnostica .....	29
<i>A. Aveta</i>	
Caratterizzazione meccanica delle murature attraverso metodi non distruttivi .....	41
<i>C. Faella, G. Rizzano, N. Salerno</i>	
Un caso di edificio in muratura interessato da un apparente dissesto delle fondazioni .....	57
<i>A. Flora, L. de Sanctis</i>	
Identificazione di strutture in legno esistenti attraverso metodi nd: la sala diplomatica del Palazzo Reale di Napoli .....	71
<i>F.M. Mazzolani, B. Faggiano, A. Marzo, E. Guglielmo, D. Calicchio</i>	
Uso del <i>Ground Penetrating Radar</i> (G.P.R.) per individuare una iniezione in un deposito .....	85
<i>C.L. Zenti</i>	
Tomografia a microonde per la diagnostica non distruttiva del costruito a mezzo georadar .....	97
<i>A. Brancaccio, F. Ceroni, G. Leone, G. Manfredi, R. Pierri, F. Soldovieri</i>	
Misure dell'umidità in murature con la tecnica TDR .....	111
<i>L. Mollo, R. Greco</i>	
Tomografia ultrasonica applicata al legno strutturale .....	121
<i>M.R. Migliore, F. Ramundo, G. Spina</i>	
Diagnosi e conservazione del legno antico .....	129
<i>M.R. Migliore, L. Mollo, F. Ramundo</i>	
Malte e pigmenti delle catacombe di San Gennaro in Napoli (V e VI sec. d.C.) ...	139
<i>A. Colella, M. D'Amore, M. de' Gennaro, O. Marino, C. Colella</i>	

Gli intonaci dipinti della Cattedrale di Castel Fiorentino (Foggia, XI-XIV): primi risultati .....	151
<i>A. Busto, F. Carofiglio, G. Eramo, D. Pinto, F. Vurro</i>	
Problemi di conservazione delle camere ipogee in calcarenite nella Fossa della Garofala (Palermo) .....	161
<i>M. Zimbardo, L. Ercoli, N. Nocilla</i>	
Indagini qualitative sullo stato delle Masserie Vesuviane attraverso i criteri della "Regola d'Arte" .....	169
<i>C. Cennamo</i>	
Analisi e caratterizzazione dei materiali nell'architettura vanvitelliana del '700: la breccia della cava Uria .....	177
<i>C. Cennamo, S. D'Angelo</i>	
La "materia" dell'opera d'arte: diagnostica sperimentale per una corretta conservazione .....	187
<i>E. Amendola, R. Miranda, U. Piezzo, D. Acierno</i>	
La diagnostica per il costruito: le applicazioni in Campania .....	195
<i>M. Acanfora, P. Pascale, M. Vicidomini</i>	
Installazione e monitoraggio di catene in fibra di vetro per la protezione sismica del Campanile della Chiesa del Carmine .....	209
<i>F. Ceroni, M. Pecce, A. Prota, G. Manfredi</i>	
Spazi abitabili autosufficienti per gli interventi sul costruito .....	223
<i>C. Claudi de Saint Mihiel</i>	
Il degrado secondo il NorMal: necessità ed integrazioni .....	235
<i>V. Spinelli</i>	
Capitolati speciali per le prove non distruttive .....	249
<i>C. Aveta</i>	
Sui costi delle prove non distruttive per il restauro del patrimonio architettonico .....	255
<i>R. Amore</i>	
Diagnostica e archeologia sottomarina .....	265
<i>M. Salvatori</i>	
Diagnostica e strutture: luci e ombre .....	277
<i>L.M. Monaco</i>	
Una diagnostica per i valori materiali ed immateriali: la conservazione della chiesa rupestre di S. Maria di Piedigrotta a Pizzo Calabro .....	285
<i>B.G. Marino</i>	
Il ruolo della diagnosi nella certificazione del manuale di manutenzione: il sistema dei mulini di Ottati .....	295
<i>G. Caterina, M.R. Pinto, K. Fabbicatti, C. Viscardi</i>	

*Indice*

---

Un esempio di studio globale di una pietra antica: il serpentino . . . . .	305
<i>L. Lazzarini</i>	
I tufi zeolitizzati nell'architettura della Campania . . . . .	327
<i>A. Colella, D. Calcaterra, P. Cappelletti, A. Langella, L. Papa, M. de' Gennaro</i>	
Indagine chimico-fisica su campioni di tufo consolidato con miscele a base di alluminato sodico . . . . .	343
<i>F. Branda, A. Vitale, G. Luciani, B. Silvestri, F. Tescione, A. Costantini</i>	
Caratterizzazione in laboratorio di alcuni materiali usati nel costruito . . . . .	353
<i>A. Cividini</i>	
Il mausoleo dei Plautii a Tivoli: la diagnostica per la conservazione del travertino . . . . .	365
<i>C. Giagnacovo, C. Pelosi, C. Falcucci</i>	
Criteri per l'impiego di analisi NDT a più parametri per la identificazione dei materiali lapidei e dei conglomerati . . . . .	379
<i>M. Brigante, R. Oscurato, F. Toraldo</i>	
I marmi di Vitulano nell'architettura della Campania . . . . .	391
<i>F. Allocca, D. Calcaterra, G. Calicchio, P. Cappelletti, A. Colella A. Langella, M. de' Gennaro</i>	
Le lave nel costruito storico della Campania . . . . .	405
<i>D. Calcaterra, P. Cappelletti, A. Colella, M.P. d'Albora, A. Langella V. Morra, M. de' Gennaro</i>	
Le malte delle mura di cinta (XV-XVII sec.) della città di Monopoli (BA) . . . . .	417
<i>A. Dicoladonato, G. Eramo, R. Laviano</i>	
Le forme di alterazione delle superfici murarie della chiesa di Santa Maria delle Grazie in Campi Salentina (Lecce, XV-XVII) . . . . .	429
<i>G. Eramo, R. Laviano</i>	
Materiali lapidei e forme di alterazione delle superfici murarie della Cattedrale di Ostuni (Brindisi, XV-XVII) . . . . .	439
<i>R. Laviano, G. Eramo</i>	
Resistenza di polarizzazione: strumento di valutazione e collaudo per interventi conservativi su monumenti di bronzo . . . . .	449
<i>C. Bartùli</i>	
Alterazione cromatica indotta dai prodotti di corrosione del rame e delle sue leghe su superfici lapidee di interesse storico-artistico: diagnostica finalizzata alla caratterizzazione del chimismo di base . . . . .	465
<i>A. Macchia, A.M. Salvi, M.P. Sammartino, M. Laurenzi Tabasso</i>	
Legno antico: prove e modellazione numerica . . . . .	477
<i>G. Frunzio, M. Monaco</i>	

*Indice*

---

Il monitoraggio delle opere d'arte . . . . .	491
<i>M. Contaldo</i>	
"Smart Patch" in FRP strumentate con sensori in fibra ottica per il monitoraggio real-time di strutture ed infrastrutture civili: applicazione ad una struttura pilota . . . . .	505
<i>A. Largo, P. Corvaglia, O. Manni, M.A. Caponero</i>	
Sensori in fibra ottica per monitoraggio distribuito . . . . .	517
<i>R. Bernini, A. Minardo, L. Zeni</i>	
Analisi teorico-sperimentale del Ponte della Sanità a Napoli . . . . .	527
<i>M. D'Aniello, G. Della Corte, F.M. Mazzolani, T. Imparato</i>	
Diagnostica elettromagnetica non invasiva per il monitoraggio di catene di rinforzo . . . . .	543
<i>F. Ferraioli, A. Formisano, R. Martone</i>	
Le indagini sul patrimonio edilizio confiscato dallo Stato Italiano alle associazioni criminali: il caso dell'immobile confiscato in danno di Walter Schiavone, in Casal di Principe (CE) . . . . .	553
<i>L. Ferri, G. Frunzio, G. Gazzillo</i>	
Materiali a memoria di forma per il restauro del patrimonio storico- architettonico: il cantiere delle pitture murali di alcune celebri botteghe di Pompei . . . . .	567
<i>M. Vitale, N. Santopuoli</i>	
Influenza del tempo di maturazione sulla microstruttura dei grasselli di calce spenta . . . . .	577
<i>O. Marino, G. Mascolo, A. Vitale</i>	
Caratterizzazione di malte cementizie contenenti detriti da demolizione . . . . .	585
<i>F. Colangelo, R. Sommonte, R. Cioffi</i>	
Studio di adesivi ibridi epossilice per l'impiego nel restauro della pietra leccese . . . . .	597
<i>A. Calia, M. Lettieri, M. Masieri, M. Frigione, L. Prezzi, L. Mascia</i>	
Nuovi materiali polimerici per la conservazione e il restauro di strutture murarie . . .	611
<i>M. Avella, M. Cocca, G. Fabozzi, M. Petrucci</i>	
Schiume ibride poliuretano-cemento per applicazioni funzionali nel settore del costruito . . . . .	619
<i>S. Colini, L. Verdolotti, E. Di Maio, M. Lavorgna, S. Iannace</i>	
Utilizzo di nanocompositi polimerici per la conservazione di materiali lapidei . . . . .	631
<i>L. D'Arienzo, P. Scarfato, L. Incarnato</i>	
Modellazione del meccanismo di degrado di strutture in calcestruzzo armato esposte ad ambienti marini temperati . . . . .	639
<i>F. Vito, L. Sanguigno, M. Borsa</i>	

## IL RUOLO DELLA DIAGNOSI NELLA CERTIFICAZIONE DEL MANUALE DI MANUTENZIONE: IL SISTEMA DEI MULINI DI OTTATI

G. Caterina\*, M.R. Pinto\*, K. Fabbicatti\*, C. Viscardi

\* Università degli Studi di Napoli "Federico II"

### Sommario

L'efficacia e l'efficienza del piano di manutenzione sono strettamente legate ad una corretta diagnosi in grado di restituire lo stato di degrado e di obsolescenza dell'edificio, le cause che lo hanno determinato, gli eventi di guasto che possono verificarsi. La conoscenza del Sistema Tecnologico e dei "comportamenti" nel tempo degli Elementi Tecnici fornisce informazioni indispensabili su cui formulare sia la diagnosi circa il degrado dell'edificio che la previsione dei possibili guasti, definendo la preferibilità tra attività manutentive programmate e non programmate. In particolare, l'analisi dei guasti, relazionando gli effetti del decremento prestazionale, individua i livelli di criticità su cui programmare l'intervento.

Nel 2006, il Dipartimento di Configurazione e Attuazione dell'Architettura dell'Università di Napoli "Federico II" ha ottenuto la Certificazione di Qualità per la ricerca di "Procedure e strumenti per la manutenzione edilizia". Il Sistema di Gestione della Qualità (SGM) è stato applicato al Manuale di Manutenzione del sistema dei mulini del Comune di Ottati nel Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano, finanziato dal Centro di Competenza Regionale BENECON<sup>1</sup>.

La certificazione di qualità del Manuale di Manutenzione consente di controllare il processo manutentivo, a cui appartiene la fase di pianificazione che prevede le attività di diagnosi, attraverso l'efficacia e l'efficienza delle informazioni da rilevare e la verifica della correttezza nel rilevamento ed interpretazione dei dati.

**Parole chiave:** Degrado, Diagnosi, Certificazione di Qualità, Manutenzione

### 1. Introduzione

L'attenzione dei recenti dettati normativi in materia di Opere Pubbliche (D.L. 12 aprile 2006 n. 163 e s.m.i) testimonia l'acquisizione di una maggiore consapevolezza rispetto al passato nei confronti del ruolo strategico affidato alla manutenzione in fase di progetto.

<sup>1</sup> Unità Operativa B2 (*Manutenzione di sistemi urbani e ambientali*), Responsabile scientifico: Prof.ssa G. Caterina; Coordinatore: Prof.ssa M. R. Pinto; Assegnisti: Arch. K. Fabbicatti, PhD; Dott. T. Fabbicatti, Arch. G. Schirru, Arch. C. Viscardi, PhD. Il Centro Regionale di Competenza per i Beni Culturali Ecologia e Economia (BENECON – soggetto capofila: Seconda Università di Napoli), finanziato con la Misura 3.16 POR Campania 2000-2006, è uno dei dieci Centri di Competenza promossi dalla Regione Campania, per il sostegno e il trasferimento tecnologico alle imprese di know-how innovativo.



La manutenzione dei sistemi edili ed urbani, intesa come insieme di attività finalizzate al controllo della variabile tempo, introduce nel processo edilizio modelli decisionali-previsionali in grado di orientare le prassi di gestione del patrimonio costruito. Si tratta di un "agire progettuale" innovativo che instaura un processo di controllo delle trasformazioni di differente entità indotte da contesti turbolenti più o meno aggressivi. Tale scenario richiede la progettazione di procedure e strumenti finalizzati al controllo della qualità del processo manutentivo, finalizzati a garantire strategie di manutenzione efficaci ed efficienti ed adeguate al bene per il quale prolungare il ciclo di vita.

La certificazione di qualità, conseguita ai sensi della norma UNI EN ISO 9001-2000 dal Dipartimento di Configurazione e Attuazione dell'Architettura, ha condotto alla sperimentazione del Sistema di Gestione della Qualità (SGQ) applicato al progetto di ricerca per il Manuale di Manutenzione del sistema dei mulini ad acqua del Comune di Ottati, nel Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano.

La sperimentazione ha avuto come esito l'elaborazione di una *Procedura Operativa per la redazione del Manuale di Manutenzione* (POP) destinata ad un bene immobile e la sua applicazione al caso studio attraverso il *Piano di Progettazione della ricerca* (PIP). Scopo della Procedura Operativa per la redazione del Manuale di Manutenzione (POP) è definire la metodologia che, in conformità con i contenuti della Normativa UNI2 e sulla base dei caratteri dell'organismo edilizio in esame, consente di redigere il Manuale di Manutenzione, strumento per l'attuazione della manutenzione programmata.

## 2. Il piano di progettazione della ricerca (PIP): recupero del sistema dei mulini del comune di Ottati

La pianificazione di un progetto di ricerca consente di studiare e definire, caso per caso, forme organizzative e modi di operare per "... sviluppare al meglio delle proprie possibilità il valore innovativo delle attività" (Centro Qualità d'Ateneo - CQA, linea guida "Gestione della Progettazione" CQA/LNG GeProg.05.004).

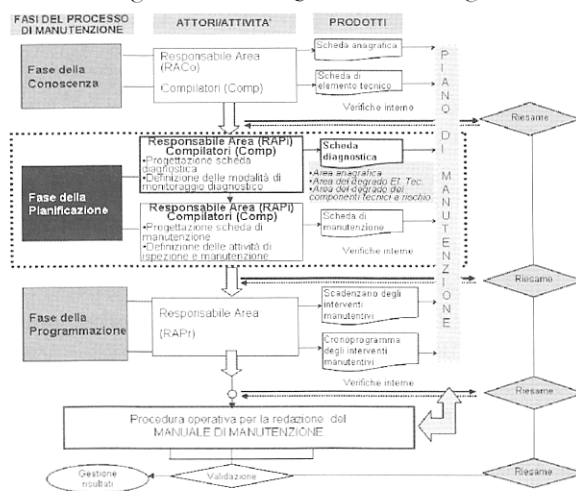


Fig. 1 - Procedura Operativa per la redazione del Manuale di Manutenzione (POP)

² Norma UNI 10874, "Criteri di stesura dei manuali d'uso e di manutenzione", 2000.

Il Piano di Progettazione della ricerca (PIP) guida e controlla il processo della ricerca e l'applicazione di una Procedura Operativa a tutte le fasi del processo manutentivo: Conoscenza, Pianificazione e Programmazione (fig. 1).

L'obiettivo è garantire una corretta redazione del Manuale di Manutenzione destinato ai beni immobili per i quali progettare il piano di manutenzione.

Il Piano di Progettazione (PIP) redatto per la ricerca sul recupero del sistema dei mulini ad acqua del Comune di Ottati è stato strutturato secondo le fasi di sviluppo del Manuale di Manutenzione:

- fase della conoscenza;
- fase della pianificazione;
- fase della programmazione.

Per ciascuna fase di sviluppo del processo, il Piano individua: i tempi di attuazione; le figure coinvolte; le attività previste, con gli eventuali riferimenti normativi e/o procedurali; il prodotto/esito della fase e le modalità di verifica/riesame (fig. 2).

PIANO DI PROGETTAZIONE DELLA RICERCA: AREA DELLA PIANIFICAZIONE	
<b>INDICAZIONE NOMINATIVA DELLE FUNZIONI COINVOLTE</b>	Responsabile Area della Pianificazione (RAP) Compilatore (COMP)
<b>ATTIVITA' PREVISTE</b>	Progettazione delle schede. Compilazione schede diagnostiche per ciascun elemento tecnico, con dati relativi a: - Identificazione tecnologica (tecnico/costruttiva); - area del degrado (degrado rilevato, localizzazione, estensione, modalità di valutazione, decrementi prestazionali); - area del guasto (componenti tecnici a rischio, decrementi prestazionali, livello di criticità, indicatore di guasto, guasto e sua intensità).
<b>DOCUMENTAZIONE DA PRODURRE</b>	Schede diagnostiche. Report relativo all'elaborazione delle schede diagnostiche.
<b>MODALITÀ DI VERIFICA TECNICA</b>	Verifica del grado di chiarezza nella definizione del sistema di relazioni tra cause e fenomeni di degrado o guasto rilevati. Verifica della congruità dei contenuti rispetto ai risultati della ricerca.
<b>MODALITÀ DI RIESAME</b>	Verifica di congruità dei contenuti rispetto alla convenzione di ricerca, stipulata tra il Committente ed il Responsabile Scientifico. Revisione dei documenti da parte del Committente.

SCHEDA DIAGNOSTICA

Fig. 2 - Piano di Progettazione della ricerca (PIP): Area della pianificazione

Nel piano della ricerca relativo al Manuale di Manutenzione del sistema dei mulini dell'Auso sono state definite le attività di ricerca da svolgere e specificati le modalità e i mezzi necessari per la loro realizzazione, le procedure di controllo delle attività e i criteri per valutare e controllare i risultati di tali attività.

La fase di pianificazione rappresenta un momento strategico del processo manutentivo, intorno al quale si articolano e si strutturano sia il piano che il programma di manutenzione. In tale fase è possibile riconoscere le trasformazioni del patrimonio edificato, indotte "... all'interno degli elementi tecnici costituenti l'involucro murario dall'insorgere di fenomeni di degradazione ed alterazione" e prodotte "... in modo arbitrario dall'utente per soddisfare nuove esigenze di fruibilità, sicurezza, benessere"<sup>3</sup>. È a partire da una corretta valutazione dello stato di conservazione del sistema

<sup>3</sup> Cfr. Caterina G. (2002). "Prefazione. Le questioni aperte per gli interventi di recupero edilizio", Cantone F., Viola S., *Governare le trasformazioni*, Guida, Napoli, p. 8.

edilizio che si possono riconoscere i degradi, elaborare il progetto di recupero e prevedere i possibili guasti, definendo la preferibilità tra attività manutentive programmate e non programmate.

La fase della pianificazione ha come prodotto le schede diagnostiche (figg. 3-1, 3-2) e le schede manutentive, in cui sono presenti le strategie manutentive o di recupero e le attività manutentive. La scheda diagnostica deve fornire informazioni circa l'analisi del degrado e la previsione e valutazione dei possibili guasti degli elementi tecnici, causa di decrementi prestazionali.

SCHEDA DIAGNOSTICA										
ESISTENTE					DI PROGETTO					
<b>Oggetto di osservazione:</b> Sistema dei mulini										
<b>Unità Territoriale minima catalogabile:</b> MULINO 1										
<b>Dati localizzativi</b>										
<b>Ambito geografico:</b> Cilento										
<b>Sub-area:</b> Ottati										
<b>Area Anagrafica</b>										
Id. edificio	Identificazione Tecnologica									
	Classe di Unità Tecnologica		Unità Tecnologica		Classe di Elemento Tecnico		Elemento Tecnico			
	Cod.	Denominazione	Cod.	Denominazione	Cod.	Denominazione	Cod.	Id.	Denominazione	
Mulino 1	1	STRUTTURA	1.2	STRUTTURA DI ELEVAZIONE	1.2.1	STRUTTURA DI ELEVAZIONE VERTICALE	1.2.1.1	1	MURATURA	
Localizzazione spaziale	X	0				Accessibilità	ALTA			
	Y	4.5 m					MEDIA			
	Z	2 m					BASSA			
* Per l'individuazione grafica della Localizzazione spaziale si veda la Scheda di Elemento Tecnico										
<b>Area del Degrado, relativa all'Elemento Tecnico</b>										
ANALISI DEL DEGRADO										
<p>PROSPETTO ESTERNO</p>					<p>PROSPETTO INTERNO</p>					
GRAFICO DI RIFERIMENTO										
Degrado rilevato	Localizzazione	Estensione (mq)	Modalità di valutazione		Decrementi prestazionali					
			A vista	Strumentale	Sicurezza	Benessere	Fruibilità	Gestione		
Deposito superficiale	2 D, 2E, 2F 1, 2	Parti alte della muratura; al di sotto dell'arco di scarico	5.9 mq	●						
Disgregazione Malte		Intera parete	26 mq	●	●					
Mancanza	2 E	Lato ovest della cornice in pietra	1.10 mq	●						
Presenza di vegetazione	1 D, 1F 2A, 2B, 2C 2D, 1G, 2G, 1A, 1I	Parte bassa della muratura	8.72 mq	●						

Fig. 3.1 - Scheda diagnostica - Analisi del degrado. Elemento Tecnico: muratura

ANALISI DEI GUASTI											
Componenti Tecnici a rischio		Dati relativi all'ispezione						Parametro di valutazione			
Cod.	Denominazione	Decrementi prestazionali				Livello di criticità	Indicatore di guasto	Guasto	Intensità		
		Sicurezza	Benessere	Fruibilità	Gestione				A	B	C
						MEDIO	Disfacimento dei giunti	Perdita dell'azione legante della malta			
	Malta							Perdita di resistenza ai carichi			
						MEDIO	Presenza di vegetazione spontanea Presenza di polvere a piè di muro "Scomposizione" della tessitura muraria	Perdita dell'azione legante della malta			
	Conci					MEDIO	Mancanza e/o distacco di parti della tessitura muraria	Perdita della resistenza meccanica Perdita isolamento termico			

Fig. 3.2 - Scheda diagnostica - Analisi dei guasti. Elemento Tecnico: muratura

La scheda di diagnosi progettata contiene un'Area Anagrafica e un'Area del Degrado. Per i degrading da rilevare è necessario riportare: i grafici di riferimento; la localizzazione e l'estensione del degrado; le modalità di valutazione; i decrementi prestazionali, in riferimento alle classi di: sicurezza, benessere, fruibilità e gestione. L'Area del degrado relativa ai componenti<sup>4</sup> tecnici a rischio restituisce i guasti<sup>5</sup> individuati attraverso la lettura dei decrementi prestazionali sui componenti e classificati secondo i livelli di criticità, valutati come alto, medio o basso, in funzione della gravità e della frequenza del guasto stesso.

Dai giudizi precedenti scaturisce l'intensità del guasto, valutata in funzione della programmazione degli interventi come:

<sup>4</sup> "Elemento costruttivo o aggregazione funzionale di più elementi facenti parte di un sistema", Norma UNI 10604, "Criteri di progettazione, gestione e controllo dei servizi di manutenzione di immobili", 1997.

- soglia del difetto oltre la quale è consigliabile una diagnosi approfondita ed un eventuale intervento correttivo (indicata nella scheda con la lettera A);
- soglia del difetto oltre la quale è consigliabile un intervento correttivo (indicata nella scheda con la lettera B);
- soglia del difetto oltre la quale valutare l'opportunità di un intervento sostitutivo parziale o totale (indicata nella scheda con la lettera C).

Nella scheda di manutenzione sono definite le strategie di intervento, individuate sulla base delle tipologie dei guasti riscontrati che definiscono la preferibilità tra attività manutentive programmate e non programmate, e le attività manutentive, distinte in ispezioni ed interventi e riferite ai parametri di valutazione della tipologia, frequenza, durata, costo di intervento, interferenza con l'utenza.

La fase di pianificazione prevede sia la raccolta delle informazioni, delle valutazioni e dei giudizi espressi in sede di diagnosi, sia l'individuazione di procedure ed istruzioni da seguire per un monitoraggio periodico dello stato di funzionamento degli elementi stessi. La certificazione dell'attività di ricerca finalizzata alla redazione del Manuale di Manutenzione rappresenta un'innovazione nelle procedure dedicate alla manutenzione perchè consente di effettuare un controllo di qualità sui prodotti che la fase di pianificazione deve rilasciare e che costituiscono i dati diagnostici su cui progettare le attività manutentive dell'edificio al fine di prolungarne il ciclo di vita.

Il Responsabile dell'Area della Pianificazione (RAPi) svolge un ruolo strategico in quanto progetta la scheda diagnostica e controlla: il grado di chiarezza nella definizione del sistema di relazioni tra cause e fenomeni di degrado o guasto rilevati; l'attendibilità delle fonti da cui sono desunti i dati relativi alla durabilità degli elementi tecnici; la quantità e qualità dei fattori di rischio considerati nelle previsioni dei guasti; la congruenza, correttezza e completezza dei dati inseriti con le informazioni richieste dalla scheda diagnostica e dalla scheda di manutenzione; la congruità dei contenuti elaborati rispetto a quanto richiesto dall'attività di ricerca affidata al dipartimento.

### 2.1. Il sistema dei mulini del Comune di Ottati

Il sistema di mulini situato nel Comune di Ottati, nella zona settentrionale del Parco del Cilento e Vallo di Diano, è costituito da cinque mulini a ruota orizzontale alimentati dalla sorgente dell'Auso (figg. 4-7). La tipologia edilizia di tale sistema varia per ciascun mulino, con un'unica invariante costituita dalla sovrapposizione delle due unità ambientali del locale della macina, per la trasformazione del grano, e dell'ambiente inferiore voltato denominato "locale del ritrecine" perchè ospitava la ruota a pale orizzontale (ritrecine) a contatto con l'acqua proveniente dal pozzo a caduta libera.

Il sistema costruttivo dei mulini è caratterizzato da una struttura in muratura continua con blocchi di dimensioni variabili in pietra calcarea estratta dalle cave della zona - oggi non più attive - messi in opera con malta di calce ed inerti di fiume. La copertura a falde è composta da una struttura di travi portanti in legno di castagno e da una struttura secondaria di travetti chiodati all'orditura principale, su cui poggia il manto di copertura in coppi di argilla. Le aperture, delimitate da cornici in pietra calcarea, sono realizzate mediante il posizionamento di un architrave in legno di castagno su piedritti in muratura.

La scheda diagnostica, risultato della fase di pianificazione, ha restituito il livello di degrado degli elementi tecnici dei mulini, dovuto all'interazione degli agenti atmo-



Fig. 4 - Mulino dell'Auso - Comune di Ottati (Sa)



Fig. 5 - Mulino ad acqua - Comune di Ottati (Sa)



Fig. 6 - Mulino ad acqua, torre di caduta - Comune di Ottati (Sa)

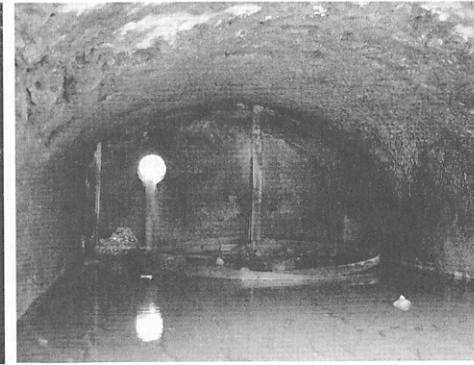


Fig. 7 - Mulino ad acqua, locale del ritrecine - Comune di Ottati (Sa)

sferici con le caratteristiche del sistema morfologico e costruttivo, alle condizioni di abbandono ed alla completa assenza di manutenzione, e i guasti, intesi come non rispondenza dell'elemento alla funzione richiesta.

Nel caso dell'Elemento Tecnico muratura, oltre ai fenomeni di degrado naturale di erosione dei giunti di malta, attacchi biologici, presenza di vegetazione, deposito superficiale, è stata indicata la perdita di parti che ha interessato specifiche zone della tessitura muraria. I dati rilevati hanno consentito di ottenere il quadro analitico dei guasti relativo ai componenti tecnici dell'elemento muratura. Si è evidenziato, in particolare, un decremento prestazionale relativo all'azione legante della malta, nonché alla resistenza meccanica e all'isolamento termico della struttura muraria. Tale situazione è stata aggravata dalla perdita del manto di copertura e dal crollo della struttura portante in legno, che hanno accelerato i processi di degrado dovuti all'azione combinata degli agenti atmosferici e della vegetazione spontanea. Le aperture - prive degli infissi in legno - hanno conservato gli elementi in pietra (stipiti e cornici) e manifestavano fenomeni di sfibramento e di marcescenza degli architravi in legno, soprattutto in corrispondenza delle parti poste a diretto contatto con la muratura.

I locali del ritrecine, con copertura a volta, pur mostrando estesi fenomeni di degrado da umidità ascendente, non presentavano dissesti statici. Il sistema di adduzione idrica, costituito dal fosso di afflusso (o gora), dalla vasca (o bottaccio), dal canale adduttore e dalla torre regolatrice di flusso, mostrava gravi dissesti localizzati (crolli, perdita di parti) ed un diffuso degrado delle superfici lapidee a vista e della malta di allettamento.

L'impianto di molitura ha conservato nella maggioranza dei mulini la struttura originaria composta dalla noria orizzontale a pale (o ritrecine), dalla macina in pietra (o palmento), dall'albero di trasmissione, e manifestava estesi fenomeni di degrado, sia per gli elementi in legno che per quelli in ferro.

Il ruolo della diagnosi del degrado e dell'obsolescenza funzionale dei manufatti rurali è risultato fondamentale per operare scelte di recupero e manutenzione del sistema dei mulini di Ottati. Il riuso degli antichi mulini come sistema destinato a funzioni di ecomuseo è stata individuata come strategia per conservare testimonianze del paesaggio rurale e di un passato produttivo dell'area del Cilento, conciliando le esigenze della sostenibilità economica con quelle della conservazione<sup>6</sup>. La particolare connotazione del sistema edilizio del mulino, in cui i caratteri morfologici e costruttivi sono molto semplici, è risultata compatibile con destinazioni d'uso non invasive, articolate secondo schemi funzionali altrettanto semplici, limitando al minimo gli adeguamenti impiantistici.

Il progetto di recupero garantisce l'accessibilità delle unità ambientali in funzione dei livelli di fruibilità richiesti dalla destinazione d'uso e di manutenibilità indispensabili per la gestione. Infatti, gli elementi tecnici di progetto, da un lato, garantiscono la fruizione degli spazi e, dall'altro, consentono l'esecuzione delle attività manutentive programmate. Le soluzioni progettuali individuate sono scaturite dalla sovrapposizione di due livelli di percorribilità: uno rispondente ai requisiti di accessibilità e fruibilità degli spazi, l'altro, teso ad assicurare la manutenibilità degli Elementi Tecnici.

### 3. Conclusioni

L'applicazione del Sistema di Gestione della Qualità (SGM) al processo manutentivo consente di incrementare la competitività nel campo della ricerca sul recupero e la manutenzione del patrimonio costruito attraverso un'adeguata programmazione delle figure professionali coinvolte, delle attività di cui sono responsabili, dei tempi necessari alla loro attuazione, dei risultati da conseguire.

Il processo certificato per sviluppare attività di ricerca nel settore della manutenzione edilizia ed urbana può assicurare l'efficacia e l'efficienza di tali attività e il controllo degli esiti da produrre. Infatti, la cultura della qualità, nel perseguire il requisito della trasparenza, richiede di stabilire, documentare e monitorare le fasi che caratterizzano il processo manutentivo, le scelte, le azioni messe in gioco per il conseguimento degli obiettivi. Inoltre, i prodotti di ciascuna fase sono sottoposti a controlli di qualità che consentono di limitare gli errori e di "misurare" l'adeguatezza e la coerenza dei risultati ottenuti in relazione agli obiettivi stabiliti e di implementarli nel tempo.

<sup>5</sup> "Cessazione dell'attitudine di un'entità ad eseguire la funzione richiesta", Norma UNI 10147, "Manutenzione. Terminologia", 1993.

<sup>6</sup> Pinto M. R. (2004). *Il riuso edilizio. Procedure, metodi ed esperienze*, UTET Libreria, Torino.

In fase di pianificazione, le schede diagnostiche sono, pertanto, in grado di restituire informazioni affidabili, controllate, e adeguate alle caratteristiche morfologiche e materico-costruttive degli edifici in oggetto e al loro grado di complessità, in modo da poter formulare diagnosi attendibili, indispensabili per stabilire la tempistica con cui le attività di ispezione e di manutenzione vanno effettuate.

La progettazione della fase di pianificazione, secondo una Procedura Operativa, consente di restituire schede diagnostiche contenenti dati riferiti alla specificità del patrimonio costruito per il quale prolungare il ciclo di vita, sulla base dei quali è possibile prevedere l'evoluzione del degrado e dei guasti e di redigere piani di manutenzione in cui siano efficacemente controllate le variabili dei tempi e dei costi.

Il miglioramento continuo - principio che rende dinamico il SGQ - diviene una linea di azione in grado di generare processi, e quindi prodotti, caratterizzati da crescenti livelli di qualità.

## **Bibliografia**

- CATERINA G. (1989). *Tecnologia del recupero edilizio*, UTET, Torino.
- CATERINA G., PINTO M.R., (a cura di), (1997). *Gestire la qualità nel recupero edilizio e urbano*, Maggioli Editore, Rimini.
- CATERINA G., NICOLAIS L., PINTO M.R. ET AL., (1998). "The programming of plaster surface maintenance by the 'evolution scheme' approach", *Proc. of the CIB World Building Congress*, Gavle, Sweden, pp. 635-643.
- CATERINA G., NICOLAIS L., PINTO M.R. ET AL., (1999). "Il processo evolutivo di degrado delle superfici intonacate: linee guida per la manutenzione programmata", *Atti del Convegno di Studi Ripensare alla manutenzione*, Bressanone, Edizioni Arcadi Ricerche, Venezia, pp. 595-603 e Tav. XV.
- CATERINA G., DE MEDICI S., PINTO M.R., (2000). "Inspection activities for the diagnosis of the plaster degradation", *Proc. of the International Workshop on Urban Heritage and Building Maintenance VII - Plaster*, AEDIFICATIO Publishers, D-79104 Freiburg, Germany, pp. 39-47.
- CATERINA G., PINTO M.R., BRUNO A., FABBRICATTI K., (2003). "Recupero e manutenzione del sistema dei mulini del Parco del Cilento e Vallo di Diano: strategie per uno sviluppo sostenibile dello spazio rurale", *Passaro A. (a cura di), Atti del convegno internazionale Esperienze innovative per la configurazione del paesaggio rurale*, Luciano, Napoli, pp. 283-293.
- DE MEDICI S., PINTO M. R., (2007). "Le cause del degrado", *Caterina G., De Joanna P. (a cura di), Il Real Albergo de' Poveri di Napoli. La conoscenza del costruito per una strategia di riuso*, Liguori Editore, Napoli, pp. 258-265.
- GAMBARDELLA C. (a cura di) (2003). *Le vie dei mulini. Territorio e impresa*, Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli.
- GASPAROLI P., TALAMO C., (2006). *Manutenzione e recupero. Criteri, metodi e strategie per l'intervento sul costruito*, Alinea, Firenze.
- MANNONI T. (2000). "Degrado dei materiali e metodi diagnostici", *Montagni C., Materiali per il restauro e la manutenzione*, UTET, Torino, pp. 425-433.
- MUSSO S. F., FRANCO G., (2000). *Guida alla manutenzione ed al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali*, Marsilio, Venezia.



MUSSO S. F., FRANCO G., (2006). *Guida agli interventi di recupero dell'edilizia diffusa nel Parco Nazionale delle Cinque Terre*, Marsilio, Venezia.

PINTO M.R. (2005). "Il controllo di qualità nel progetto della manutenzione", *Caterina G. (a cura di), Per una cultura manutentiva. Percorsi didattici ed esperienze applicative di recupero edilizio ed urbano*, Liguori, Napoli, pp. 107-118.

con il Patrocinio di:



Atti del Convegno

# DIACOMAST 2008

DIAGNOSTICA PER LA TUTELA E  
LA CONSERVAZIONE DEI MATERIALI  
NEL COSTRUITO.



con la collaborazione di:



ISBN 978-88-87998-99-3



9 788887 998993