

# 12

## procedure e strumenti innovativi per la gestione e la manutenzione degli edifici

Maria Rita Pinto

Dipartimento di Configurazione e Attuazione dell'Architettura

### 12.1 Criteri e indicatori per interventi manutentivi in chiave sostenibile

La necessità di ridare "qualità" al costruito, sia in termini di conservazione, sia in termini di crescita di valori nel tempo, guida la manutenzione a superare la definizione di "manutenimento dell'efficienza delle prestazioni offerte", per estendersi al tema della valorizzazione delle risorse esistenti. In questo quadro è necessario considerare la manutenzione come cultura da diffondere sul territorio, cioè come capacità di gestire le risorse da mantenere, trasferendo tali principi ai soggetti interessati a tutti i processi collegati<sup>1</sup>.

La conservazione e valorizzazione del capitale nel tempo è dunque strategia per promuovere la sostenibilità, portando a compimento un percorso coerente, che attraverso azioni di conservazione/manutenzione/gestione metta a sistema le esigenze del capitale naturale, dei manufatti e delle risorse umane e sociali.

Il processo di manutenzione del patrimonio costruito assume un ruolo strategico allo scopo di migliorare la sostenibilità ambientale. L'attività manutentiva, infatti, è orientata alla riduzione del consumo di risorse, attraverso la durabilità degli elementi costruttivi e la riduzione degli interventi di sostituzione e riparazione, con l'obiettivo di limitare l'incidenza dei guasti nel tempo. In tale processo, la riduzione dei consumi di risorse non rinnovabili e di energia devono essere perseguite già in fase di pianificazione delle attività manutentive, selezionando materiali e componenti caratterizzati da affidabilità, riparabilità e sostituibilità, semplici da assemblare e porre in opera, facilmente riutilizzabili o riciclabili in fase di dismissione.

In funzione di tali principi, l'attività manutentiva può incidere sostanzialmente sulla qualità del patrimonio edilizio esistente e favorire il contenimento dei consumi energetici "in una logica di programmazione ed in una visione sistemica delle diverse componenti che possono influire sulla corretta utilizzazione delle risorse energetiche nel rispetto delle esigenze funzionali, delle condizioni di sicurezza, di comfort e compatibilità ambientale"<sup>2</sup>.

Questo approccio al processo di manutenzione è fondato sul legame tra progetto, esecuzione e vita dei manufatti, ovvero proiezione in itinere delle scelte e controllo degli esiti prevedibili, che impongono una revisione degli strumenti tradizionali verso nuovi scenari. La manutenzione programmata rappresenta una strategia non solo per valorizzare in maniera efficace ed efficiente testimonianze del sapere costruttivo, ma anche per diffondere sul territorio una cultura della conservazione nel tempo, come sfida per prospettare un futuro migliore.

Il confronto tra le tematiche del recupero edilizio e ambientale e le istanze di sviluppo sostenibile ha

1. Cfr. Caterina, G. (a cura di) 2005. *Per una cultura manutentiva. Percorsi didattici ed esperienze applicative di recupero edilizio e urbano*. Liguori, Napoli, p. 37.

2. Cfr. Molinari, C. 2002. *Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia*. Esselibri, Napoli, pag. 13.

generato, negli ultimi anni, un ampio dibattito sulla capacità dell'innovazione tecnologica ad innescare processi di riqualificazione sostenibili, finalizzati all'efficienza economica, all'equità sociale, alla tutela ambientale e alla salvaguardia dell'identità culturale degli insediamenti esistenti. Il concetto di sviluppo sostenibile, applicato alla manutenzione dell'ambiente costruito, assume declinazioni "locali", che richiedono spesso interventi sperimentali anche a piccola scala, basati sul consenso sociale e sostenuti da programmi e da prassi amministrative coerenti. Questa visione esige un approccio integrato, in grado di governare i processi di trasformazione e conservazione, che connotano il campo della manutenzione, coinvolgendo utenti e operatori del settore. La manutenzione sostenibile dell'ambiente costruito richiede risposte idonee non solo dal punto di vista tecnico, ma anche rispettose delle dinamiche sociali ed economiche che regolano la vita delle città e dei suoi abitanti. La diversità locale deve essere assunta come criterio progettuale, allo scopo di coordinare le dinamiche di strategie ambientali globali - come il risparmio delle risorse naturali - con le dinamiche spaziali, sociali, culturali, economiche, specifiche di un determinato territorio.

Nell'ambito degli interventi di manutenzione, che prevedono l'uso di tecnologie alternative, questo significa tradurre le innovazioni tecnologiche in soluzioni progettuali e prodotti compatibili con i sistemi edilizi ed ambientali esistenti.

L'analisi delle fasi manutentive ha condotto alla definizione del sistema di requisiti ed all'individuazione di indicatori ambientali, in funzione di criteri che derivano dai principi di sostenibilità.

I criteri individuati consentono il controllo delle attività manutentive nelle diverse fasi del processo e sono di seguito elencati:

- Salvaguardare l'equilibrio dell'ecosistema.
- Garantire condizioni di benessere e sicurezza degli utenti.
- Stimolare la partecipazione della collettività ai processi decisionali.
- Ottimizzare le risorse finanziarie disponibili.
- Tutelare e valorizzare l'identità del patrimonio naturale e costruito.

I criteri per la sostenibilità delle azioni manutentive costituiscono uno strumento di supporto al processo decisionale: essi forniscono informazioni sintetiche, rendendo esplicito e misurabile l'andamento di fenomeni che incidono sulla sostenibilità del processo. In particolare, rispetto alla gestione delle attività manutentive, i criteri consentono il monitoraggio degli impatti ambientali nel tempo, la riduzione degli effetti collaterali e dei disservizi, il mantenimento di livelli prestazionali soddisfacenti rispetto all'esigenza di sicurezza degli utenti e del cantiere, l'incremento della durabilità dei componenti e la riduzione del consumo di risorse e di energia.

La prima categoria di criteri è relativa alla salvaguardia dell'equilibrio dell'ecosistema. L'attività manutentiva è in grado di contribuire al contenimento dei consumi di risorse non rinnovabili, attraverso l'ottimizzazione dell'uso, la riduzione delle dispersioni (azioni di controllo ed interventi sugli elementi dell'involucro), il miglioramento dell'efficienza impiantistica (azioni di controllo, interventi di manutenzione ed adeguamento degli elementi degli impianti e misure per la loro corretta conduzione)<sup>3</sup>. A tali obiettivi si aggiunge l'esigenza di controllare l'emissione di sostanze nocive: l'attività manutentiva può essere condotta attraverso l'attuazione di misure finalizzate all'impiego di materiali e componenti dotati di maggiore durabilità ed affidabilità ed il cui smaltimento non contribuisca ad aggravare il carico di rifiuti da conferire a discarica. Il prolungamento del ciclo di vita dei componenti riduce gli elementi dell'organismo edilizio da dismettere nel tempo. È opportuno sottolineare che l'impatto relativo alla emissione di inquinanti delle attività manutentive riguarda non solo la dismissione di materiali e componenti a fine vita, ma anche le attività di esecuzione degli interventi, attraverso l'uso di materiali, attrezzature e tecniche che limitano la produzione di agenti inquinanti.

---

3. Cfr. Sirtori, L. 1994. "La gestione dell'energia ed i risparmi energetici", in AA.VV. *Manutenzione. Scienza della conservazione urbana*. Il Sole 24 Ore, Milano, pag. 73-84.

In linea con tali principi, la norma UNI n.10874/2000, *Criteri di stesura e struttura dei manuali d'uso e di manutenzione*, che definisce i criteri per la redazione dei manuali di manutenzione, prevede che essi forniscano le "Istruzioni per la dismissione e lo smaltimento". Le istruzioni devono contenere non solo i dati relativi ai componenti dismessi, ma anche le modalità e le procedure per la dismissione (procedure per lo smontaggio ed il disassemblaggio, sistemi e modalità per il deposito differenziato, procedure per consentire i processi di riciclaggio, ecc.).

La seconda e la terza categoria di criteri sono finalizzate ad assicurare condizioni di benessere e sicurezza degli utenti ed a favorire la partecipazione della collettività ai processi decisionali: gli impatti derivanti dalla mancata esecuzione o dall'inefficacia delle attività manutentive, unitamente ai problemi determinati dalle interferenze con gli utenti, incidono sulle condizioni di benessere e di sicurezza dell'utenza. L'attività manutentiva, infatti, nella sua funzione di controllo nel tempo degli standard di funzionamento degli elementi, previene guasti ed avarie che riducono o annullano le prestazioni ambientali erogate con disagio per l'utenza. Le variabili individuate per tale categoria di impatti mirano al controllo delle attività manutentive relative ai componenti che garantiscono il comfort interno, dei sistemi per la sicurezza dei lavoratori e dei fruitori (relativi alla programmazione delle interferenze tra utenti ed attività di cantiere e di monitoraggio, alla definizione e delimitazione delle aree di lavoro, ai sistemi per i controlli e le ispezioni, alla definizione delle priorità di intervento ai fini della sicurezza d'utenza, in conformità con le operazioni e con le norme di sicurezza sui cantieri) ed alla verifica della capacità degli utenti di attuare operazioni di manutenzione, controllo e regolazione in maniera autonoma.

Ai fini di evitare i disagi funzionali ed ambientali e di garantire la sicurezza d'utenza è necessario indirizzare il comportamento degli utenti attraverso la diffusione di manuali d'uso e manutenzione: questi concorrono ad informare gli utenti sui comportamenti da tenere durante l'esecuzione delle attività manutentive *in situ*.

La quarta categoria di criteri persegue l'obiettivo di ottimizzare le risorse finanziarie disponibili nel processo manutentivo. L'analisi dei costi relativa a ciascuna delle fasi del processo consente di mettere in campo strategie per il risparmio di risorse economiche. I criteri individuati riguardano controlli relativi alle diverse azioni del processo ed alle loro modalità di esecuzione. L'analisi degli impatti economici deve considerare la riduzione dei costi derivante dal miglioramento delle condizioni di efficienza del sistema, a seguito dell'attuazione delle attività manutentive, e dalla riduzione degli impatti al contesto. La quinta categoria di criteri riguarda la tutela e la valorizzazione dell'identità del patrimonio naturale e costruito: le attività manutentive possono comportare impatti relativi all'aspetto dell'edificio e del contesto in cui esso si inserisce. Al fine di evitare l'alterazione, a seguito delle attività manutentive, di elementi rappresentativi dell'immagine dell'edificio nel suo rapporto con il contesto, è necessario individuare vincoli alla trasformazione. Tali vincoli devono essere definiti in funzione delle informazioni rilevate nella fase di conoscenza. Essi costituiscono elementi invariati per il progetto di manutenzione e rivestono un ruolo di guida e di indirizzo delle scelte di intervento, verso soluzioni mirate alla salvaguardia dei caratteri identitari del costruito e delle loro relazioni con il contesto naturale ed antropizzato.

In relazione ai criteri definiti, nella fase di conoscenza, per la costituzione di banche dati necessarie alla gestione del sistema informativo, è necessario attuare le seguenti misure per garantire la sostenibilità:

- Salvaguardare l'equilibrio dell'ecosistema: rilevamento delle informazioni relative agli organismi che costituiscono l'ecosistema, al loro ciclo di vita, al ciclo dell'aria e dell'acqua; rilevamento delle informazioni relative al comportamento energetico dell'edificio, dei dati relativi all'impatto ambientale del Sistema Tecnologico e dei materiali che lo costituiscono.
- Garantire condizioni di benessere e sicurezza degli utenti: rilevamento delle informazioni relative alla possibilità di assicurare condizioni di comfort e sicurezza (parametri ambientali, fattori di rischio, ecc.).
- Stimolare la partecipazione della collettività ai processi decisionali: rilevamento dei profili di utenza diretta e potenziale, dei dati relativi al contesto sociale, del grado di adeguatezza dell'esistente all'uso.

- Ottimizzare le risorse finanziarie disponibili: acquisizione e sistematizzazione di dati e informazioni relativi a programmi di finanziamento per lo sviluppo economico e per la manutenzione e valorizzazione delle risorse architettoniche, definiti ed attuati a livello centrale e periferico.
- Tutelare e valorizzare l'identità del patrimonio naturale e costruito: individuazione dei caratteri identitari e degli elementi invariati, definizione del sistema di vincoli alla trasformazione.

Nella fase di pianificazione e programmazione, per l'elaborazione del Piano di manutenzione, è necessario attuare le seguenti misure per garantire la sostenibilità:

- Salvaguardare l'equilibrio dell'ecosistema: individuazione di soglie di sostenibilità ambientale, di standard energetici da garantire nel tempo, dei valori ammissibili per l'emissione di sostanze nocive derivanti dalle attività di manutenzione.
- Garantire condizioni di benessere e sicurezza degli utenti: definizione di standard manutentivi relativi ai fattori che determinano il benessere e la sicurezza durante le attività di cantiere e in fase di esercizio.
- Stimolare la partecipazione della collettività ai processi decisionali: coinvolgimento degli utenti diretti e potenziali per la definizione degli standard manutentivi.
- Ottimizzare le risorse finanziarie disponibili: definizione di standard manutentivi in funzione di soglie minime di accettabilità, tali da garantire l'efficienza del sistema anche in condizioni di limitata disponibilità finanziaria.
- Tutelare e valorizzare l'identità del patrimonio naturale e costruito: individuazione di soglie di accettabilità delle trasformazioni determinate dalle attività manutentive, in relazione ai vincoli identitari individuati.

Nella fase di attuazione e gestione, per l'applicazione del Piano di manutenzione, è necessario attuare le seguenti misure per garantire la sostenibilità:

- Salvaguardare l'equilibrio dell'ecosistema: verifica delle attività e dell'organizzazione del cantiere, in relazione alle sue interferenze con l'ecosistema del sito, predisposizione di aree di stoccaggio differenziato dei rifiuti, uso di materiali, tecniche ed attrezzature eco-compatibili, a basso impatto ambientale e ad elevata durabilità, uso di risorse rinnovabili o parzialmente rinnovabili, uso di tecniche reversibili, messa in opera di dispositivi per la riduzione delle emissioni nocive per l'ambiente.
- Garantire condizioni di benessere e sicurezza degli utenti: verifica delle interferenze tra attività manutentive ed attività degli utenti, verifica del rispetto delle norme in materia di sicurezza e salute sul lavoro.
- Stimolare la partecipazione della collettività ai processi decisionali: verifica degli esiti delle attività manutentive attraverso l'impiego di metodologie per il rilevamento della customer-satisfaction, verifica della comprensibilità dei manuali d'uso e della capacità degli utenti di attuare autonomamente operazioni di manutenzione, controllo e regolazione.
- Ottimizzare le risorse finanziarie disponibili: verifica di rispondenza tra preventivi e consuntivi di spesa, verifica dell'aggiornamento e del rispetto del Cronoprogramma.
- Tutelare e valorizzare l'identità del patrimonio naturale e costruito: predisposizione di opere di manutenzione e di allestimenti di cantiere a basso impatto in relazione alle prestazioni che determinano l'immagine propria dei beni.

## 12.2 Un sistema innovativo di strumenti di supporto alle azioni di manutenzione

Il sistema normativo vigente ha riconosciuto alla manutenzione un ruolo strategico nell'iter progettuale, ponendo quale obiettivo del progetto non solo il raggiungimento del risultato al collaudo, ma la capacità di prevedere e controllare nel tempo i livelli prestazionali raggiunti con l'intervento.

Rispetto alle prassi del passato si attua una ricollocazione della manutenzione dal livello della gestione ad opera compiuta a quello della progettazione, che è il momento in cui si indicano le scelte che influenzeranno significativamente il ciclo di vita del manufatto.

Questa trasformazione comporta una radicale revisione dell'iter progettuale, in cui sono da ridefinire le attività da compiere durante le fasi del processo, gli strumenti attraverso i quali attuare la manutenzione, le professionalità in esso coinvolte.

Cambiando il livello di interazione all'interno del processo edilizio, mutano il ruolo e le competenze coinvolte. Queste ultime, infatti, devono essere in grado di gestire strumenti che consentano di migliorare l'efficacia e l'efficienza dell'azione manutentiva.

L'approccio al processo manutentivo in chiave integrata tra più livelli di competenza è mutuato dalla necessità di definire la prassi della manutenzione nella logica del *Facility Management*, in cui si riconoscono gli orientamenti d'avanguardia sia sul piano teorico che operativo.

Il nuovo scenario impone alla manutenzione una revisione degli strumenti tradizionali e l'elaborazione di sistemi innovativi in grado di implementare la gestione integrata dei servizi sottesi alle fasi del processo manutentivo, dalla conoscenza all'attuazione, fino al controllo tecnico-amministrativo degli interventi.

Ciò che in passato è stata una prassi di mera programmazione ha attualmente una valenza complessa in quanto mette in gioco non solo la conoscenza del contesto fisico-ambientale, ma anche l'interfaccia con l'utenza, il controllo delle priorità tecnico-amministrative e la gestione delle professionalità coinvolte.

Il Piano di manutenzione programmata che scaturisce da tale processo ha lo scopo di pianificare e programmare le attività manutentive, indicando la previsione, nonché l'esecuzione degli interventi di cui si presumono la frequenza, gli indici di costo e le strategie di attuazione nel breve, nel medio e nel lungo periodo. Relativamente a tutti gli elementi tecnici esistenti e di progetto, il Piano indica le procedure, le modalità operative ed i tempi per l'attuazione dell'azione manutentiva, variabili che incidono in modo determinante sull'efficacia e l'efficienza del servizio di gestione.

In questo quadro, è necessario fare riferimento a strumenti in grado di garantire una gestione delle attività manutentive in termini di efficacia ed efficienza secondo le norme di qualità UNI EN ISO 9001-2000<sup>4</sup>.

Il Dipartimento di Configurazione e Attuazione dell'Architettura (DICATA) della Facoltà di Architettura di Napoli ha conseguito la certificazione di qualità per l'attività di ricerca relativa all'elaborazione di "Procedure e strumenti operativi per la manutenzione edilizia", validando la procedura operativa per la redazione di un manuale di manutenzione certificato<sup>5</sup>.

Tale procedura definisce la metodologia operativa che, partendo dalle peculiarità dell'organismo edilizio e sulla base delle indicazioni fornite dalla Normativa UNI, guida la redazione del Manuale di Manutenzione, contenente modalità, criteri e strumenti operativi attraverso cui attuare la manutenzione programmata di un bene immobile.

Il Sistema di gestione della Qualità applicato alla redazione del Manuale di manutenzione costituisce un modello gestionale flessibile ed adattabile, oltre che di grande efficacia per le ricerche nel campo del recupero.

Per ciascuna fase del processo manutentivo (conoscenza, pianificazione, programmazione) vengono indicate: le funzioni coinvolte, con le relative responsabilità; le attività previste, con gli eventuali riferimenti normativi e/o procedurali; i tempi di attuazione; la documentazione da produrre; la programmazione e le modalità di verifica tecnica/ riesame e di validazione dei risultati ottenuti (Fig. 12.2.1).

4. Norma UNI EN ISO 9001:2000, *Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti*.

5. Febbraio 2006 - Certificazione di qualità per l'attività di ricerca "Procedure e strumenti operativi per la manutenzione edilizia" Norma UNI EN ISO 9001-2000. Oggetto della certificazione: Il recupero del sistema dei mulini del Comune di Ottati, nel Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano. Finanziato dal Centro Regionale di Competenza BENECON. N. Certificato 317-c. Responsabile scientifico del progetto: prof. arch. Caterina, G., Responsabile del Manuale di Manutenzione: prof. arch. Pinto, M.R.

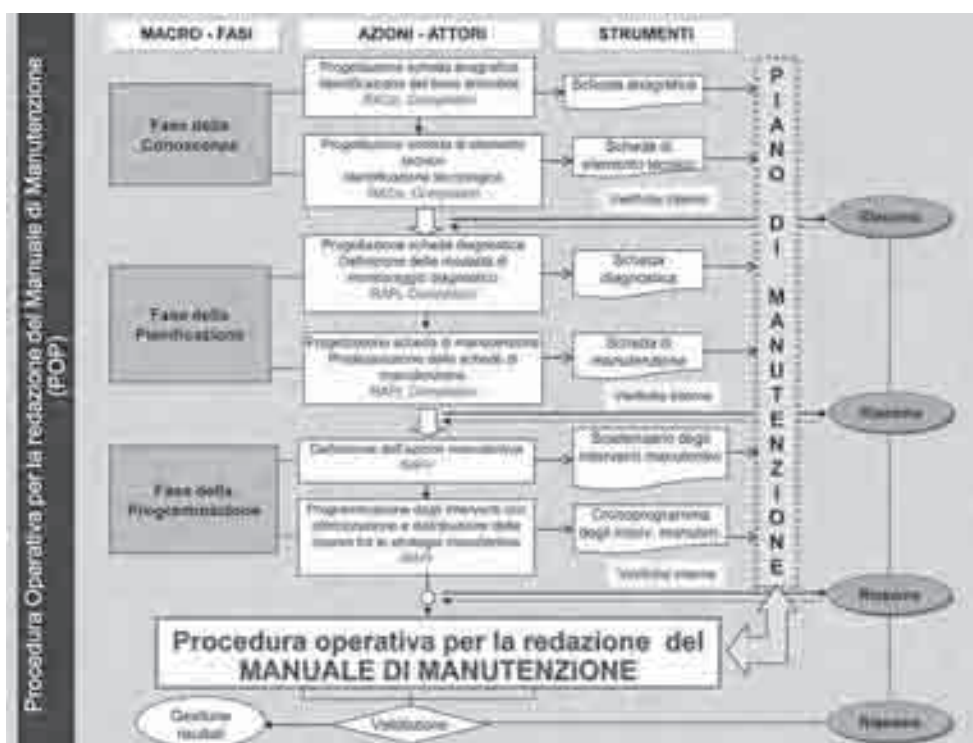


Figura 12.2.1. Le fasi di sviluppo del manuale certificato.

Con riferimento alla Norma UNI EN ISO 9001-2000, ai fini della certificazione di qualità, sono stati elaborati criteri, procedure e specifiche per la gestione delle attività manutentive previste dal Piano di manutenzione programmata, in relazione a tre diverse fasi del processo tra loro correlate:

- fase di conoscenza del Sistema Tecnologico;
- fase di pianificazione e programmazione delle attività manutentive;
- fase di attuazione e gestione del servizio di manutenzione.

Nell'ambito del processo manutentivo, la fase della conoscenza è strategica, in quanto ha come esito il sistema informativo che guiderà l'iter di pianificazione e programmazione delle attività manutentive. Essa è finalizzata alla conoscenza tecnologica e prestazionale dei Sistemi Edilizi in oggetto al fine di programmare la manutenzione sulla base di informazioni relative alle caratteristiche tecnologiche e materiche dei subsistemi e dei relativi elementi tecnici, ai comportamenti nel tempo, all'evoluzione del degrado generato da fattori fisici, chimici e antropici.

In questa fase si evidenziano importanti relazioni fra le parti costituenti il Sistema Edilizio, indispensabili alla comprensione del "come" queste interagiscono, "con quale" iter evolutivo si trasmettono sollecitazioni e degrado, "quanto" e "in che modo" sono coinvolte in interventi, in funzione del tipo di collegamento fra le parti, che crea una relazione fisica e una partecipazione prestazionale.

Il Responsabile dell'Area della Conoscenza (RACo) progetta le Schede Anagrafiche, approvate nel corso di verifiche cui partecipano il Responsabile del Manuale di Manutenzione (RMM).

In questa fase, le attività, che devono essere espletate applicando procedure ispirate al controllo della qualità, riguardano: l'individuazione dei principali dati identificativi del bene immobile; l'identificazione delle Unità Funzionali, degli elementi e dei componenti da sottoporre a manutenzione, delle Unità Ambientali e degli elementi spaziali; la localizzazione spaziale degli elementi tecnici manutenibili; l'ela-

borazione della documentazione relativa allo stato di fatto del sistema costruttivo; la sistematizzazione delle informazioni per la conoscenza tecnologico/prestazionale del sistema costruttivo, rilevanti a fini manutentivi; la diagnosi dello stato di degrado fisico e/o funzionale; l'analisi degli eventi e dello stato di guasto del Sistema Edilizio.

Le aree anagrafica e diagnostica articolano la fase di conoscenza attraverso strumenti specifici quali: Scheda Identificativa bene immobile; Piano di scomposizione e classificazione del Sistema Tecnologico; Ricognitori delle Unità Tecnologiche e degli elementi tecnici; Piano di scomposizione e di classificazione del Sistema Ambientale, Ricognitori delle Unità Ambientali e degli elementi spaziali; Scheda di elemento tecnico; Schede Diagnostiche.

Nella fase di conoscenza, le informazioni restituite riguardano l'anagrafe tecnica, le patologie ed i guasti con i relativi indicatori; la durabilità di materiali e di componenti; l'individuazione di componenti a rischio; l'incidenza del Sistema Ambientale sulle attività manutentive; le prestazioni tecnologiche e ambientali e loro metodiche di valutazione finalizzate al mantenimento dei livelli prestazionali entro range di accettabilità.

Il Piano di manutenzione certificato richiede che vengano verificate a campione da parte del Responsabile della fase di conoscenza: la rispondenza tra rilievo fotografico e restituzione grafica del Sistema Edilizio in esame; la congruenza, correttezza e completezza dei dati inseriti con le informazioni richieste dalla Scheda Anagrafica e dalla Scheda di elemento tecnico; la congruità dei contenuti elaborati rispetto allo sviluppo del Piano di manutenzione.

Nella fase della pianificazione si utilizzano le informazioni raccolte per definire strategie manutentive efficaci ed efficienti, con l'esplicitazione delle ispezioni e degli interventi da effettuare, in relazione alla preventiva analisi del degrado e in funzione delle cadute prestazionali degli elementi tecnici. La natura degli elementi tecnici, il grado di riparabilità, riproducibilità, sostituibilità ed i costi connessi a tali interventi guideranno il "gestore" a scegliere la politica manutentiva maggiormente adeguata e le strategie in grado di sostenerla.

La fase di pianificazione generale, attraverso la predisposizione degli strumenti operativo/ valutativi (Scheda Diagnostica, Scheda di Manutenzione) indica: le strategie di intervento, elaborate sulla base delle tipologie dei guasti riscontrati, e con riferimento alla preferibilità tra attività manutentive programmate e non programmate; le attività manutentive, sia quelle relative alle ispezioni che quelle relative agli interventi, con indicazione della tipologia, frequenza, durata, costo di intervento nonché interferenza con l'utenza.

Il Responsabile dell'Area della Pianificazione (RAPi) verifica a campione i prodotti di tale fase, controllando le seguenti variabili: grado di chiarezza nella definizione del sistema di relazioni tra cause e fenomeni di degrado o guasto rilevati; attendibilità delle fonti da cui sono desunti i dati relativi alla durabilità degli elementi tecnici; quantità e qualità dei fattori di rischio considerati nelle previsioni dei guasti; congruenza, correttezza e completezza dei dati inseriti con le informazioni richieste dalla Scheda Diagnostica e dalla Scheda di Manutenzione.

Infine, nella fase di programmazione, sono fissate le previsioni temporali delle ispezioni e degli interventi localizzati per elementi critici. In un'ottica di gestione in qualità del patrimonio costruito, scopo del Piano è far interagire gli aspetti di carattere tecnologico- costruttivo con quelli di natura gestionale. Gli strumenti operativo/valutativi contenuti nel Piano restituiscono: gli standard manutentivi; le priorità di intervento; la tipologia e la programmazione degli interventi manutentivi; l'ottimizzazione tecnico/economica degli interventi programmati.

Le fasi della pianificazione e della programmazione vedono articolate le aree diagnostica e clinica, con i rispettivi strumenti operativo/valutativi specifici, quali: Scheda di Manutenzione; Ricognitori degli interventi; Scadenario; Cronoprogramma.

Il Responsabile dell'Area della Programmazione (RAPro) definisce l'azione manutentiva attraverso la redazione dello Scadenario degli interventi manutentivi, secondo modalità, frequenze e strategie prestabilite nelle Schede di manutenzione ed elabora il Cronoprogramma, che aggrega le attività ottimizzandole in funzione di "fattori di integrazione" predeterminati (tipologie di intervento, attrezzature impiegate, risorse umane preposte, ecc.). Entrambi gli strumenti svolgono un ruolo chiave nella gestione della manutenzione in quanto

consentono di prevedere e programmare gli interventi in funzione delle caratteristiche dell'edificio, dell'evoluzione e criticità dei processi di guasto e della tipologia delle attività ispettive e manutentive interessate.

Alla fase di attuazione partecipano le figure coinvolte dall'iter manutentivo: gestore, tecnico e utente. In particolare, il gestore attiva le procedure per rendere operativo il Piano di manutenzione programmata consentendo, come da Cronoprogramma, interventi ed ispezioni; il tecnico modifica lo Scadenario generato nella fase precedente, sulla scorta delle informazioni di ritorno, annotando ricorrenze di guasti e riparazioni. L'utente, che spesso è il soggetto che segnala il guasto, potrà orientare una ricalibrazione degli interventi in funzione dei disagi rilevati o di segnalazioni di guasti imprevisti.

Gli obiettivi che il Piano di manutenzione deve perseguire sono articolati in: obiettivi di qualità (competenze ed attività previste; tempi di attuazione; documentazione; verifica tecnica/riesame validazione) obiettivi tecnico-funzionali (sistemi informativi; strategie di manutenzione; formazione degli operatori tecnici; informazione agli utenti sul corretto uso dell'immobile; istruzioni e procedure di verifica della qualità del servizio di manutenzione); obiettivi economici (prolungamento del ciclo di vita del bene immobile; risparmio nella fase di gestione; pianificazione efficiente ed economica del servizio di manutenzione); obiettivi giuridico-normativi (responsabilità degli attori; rispetto dei requisiti di sicurezza e di salvaguardia dell'ambiente; controllo dei rischi connessi con le attività manutentive)<sup>6</sup>.

Nel quadro di tali obiettivi, è stato elaborato uno strumento innovativo: la Carta della vulnerabilità, con lo scopo di incidere in maniera significativa sugli esiti tecnico-funzionali ed economici delle attività di manutenzione. La Carta della vulnerabilità degli elementi tecnici segnala le classi di Unità Tecnologiche omogenee dal punto di vista della vulnerabilità, determinata da parametri riferiti alle caratteristiche di materiali, degradi, esposizione ad agenti esterni, funzioni delle Unità Ambientali e Tecnologiche del Sistema Edilizio. L'elaborazione della Carta consente di individuare gli elementi tecnici ad Alta Priorità Manutentiva, analizzati attraverso Schede, che integrano la documentazione richiesta dalla normativa vigente e di consiglio. Ad ogni parte dell'edificio è associato un livello di vulnerabilità manutentiva, riferito a patologie di guasto e ad indicatori che consentono ai tecnici interpretazioni univoche dei guasti, in un'ottica di gestione della qualità del Piano. Le Schede risultano fondate sulla previsione e l'identificazione di possibili anomalie e guasti che possono verificarsi nel Sistema Edilizio a seguito dell'incidenza di variabili di vulnerabilità in grado di accelerare i normali processi di guasto, incidendo sullo Scadenario e sul Cronoprogramma. Pertanto, i livelli di vulnerabilità, definiti per ciascun elemento e per tipologia di guasto, generano la Carta della vulnerabilità che informa la fase di programmazione delle attività manutentive, preventive e programmate, garantendo l'ottimizzazione degli interventi. Migliorare, attraverso tale strumento, la capacità di programmare la manutenzione significa: prevenire con maggiore affidabilità i guasti, ottenere un risparmio relativo ai costi e limitare i disagi degli utenti dal momento che diversi gradi di interferenza li coinvolgono nel corso dell'intervento.

Se il mantenimento in efficienza dei Sistemi Edilizi ne permette il prolungamento del ciclo di vita, la manutenzione diviene azione strategica per garantire la sostenibilità nel settore delle costruzioni. I protocolli che consentono la valutazione energetica ed ambientale dovrebbero, pertanto, contenere criteri di verifica degli impatti prodotti non solo dall'intervento di nuova edificazione o di recupero, ma anche di quelli prodotti dall'intervento di manutenzione sia in termini di efficienza energetica che di controllo delle risorse impiegate nell'intervento.

Lo strumento del Piano di manutenzione e, in particolare, le modalità di elaborazione dello stesso e le informazioni che restituisce, dovrebbero costituire indicatori in grado di fornire un punteggio positivo al progetto. Nei casi di recupero e manutenzione del costruito, le attività di certificazione energetica ed ambientale devono basarsi su un approccio di tipo prestazionale ed essere finalizzate ad un processo complessivo di valorizzazione del bene, in un'ottica che considera il patrimonio costruito quale "risorsa" da valo-

---

6. Cfr. Norma UNI 10874:2000, *Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri di stesura dei Manuali d'uso e di Manutenzione*.



rizzare per promuovere strategie di sviluppo sostenibile del territorio. In questo quadro, la valutazione dell'efficienza energetica ed ambientale degli edifici riveste un ruolo strategico in un settore - quello edilizio - che rappresenta uno dei principali responsabili dei carichi ambientali del sistema antropico. Attualmente i metodi di valutazione che permettono di accedere ad una certificazione ambientale sono di tipo multicriterio a punteggio, basati sull'indicazione di quali azioni compiere per la riduzione dei carichi ambientali ed energetici, prescrivendo scelte progettuali vincolanti.

Nei casi di recupero e manutenzione edilizia, le esigenze, spesso presenti, di conservazione dell'esistente, insieme alla difficoltà di reperire dati circa la fase di progettazione e la fase di costruzione e riguardo al comportamento di sistemi costruttivi realizzati con materiali e tecnologie costruttive tradizionali, limitano l'applicabilità di metodologie di tipo prevalentemente prescrittivo. L'adeguatezza dei metodi dipende, tuttavia, non solo dalla fase di acquisizione delle informazioni necessarie alla conoscenza del manufatto edilizio esistente, ma soprattutto dall'utilizzo di tali informazioni ai fini delle scelte relative alle trasformazioni da prefigurare. Nel recupero la compatibilità delle scelte di intervento, che concorrono a garantire la più generale finalità di sostenibilità ambientale, costituisce obiettivo prioritario del progetto.

Le attività conoscitive sul costruito risultano, infatti, quali elementi irrinunciabili per orientare l'azione di 'riqualificazione' del patrimonio esistente. In questo scenario, è oggi necessario indagare, valutare e costruire criteri di decisione, finalizzati a governare l'*upgrade* ambientale dell'edificio esistente.

Nell'ambito del processo edilizio, per un'efficace operatività dei protocolli nati su base volontaristica e recepiti dalla vigente normativa cogente, è necessario verificarne l'applicabilità in relazione alla scala, al contesto di utilizzo, alle tipologie di intervento di nuova costruzione o di recupero.

Nel settore del recupero e della manutenzione edilizia, il tema della certificazione si pone solo di recente, ed esige di sviluppare metodi di indagine utili alla valutazione della performance ambientale, compatibili con il patrimonio edilizio esistente. Ciò al fine di integrare le norme tecniche di settore, prive di alcune importanti specifiche relative alla peculiarità del progetto di recupero. Gli attuali sistemi di certificazione propongono processi di verifica di tipo prescrittivo, basati su metodi a punteggio che - in una logica causale - guidano verso soluzioni predeterminate. I principi che sottendono il funzionamento di tali sistemi presentano criticità in relazione ai presupposti culturali e operativi del progetto di recupero ed alle stesse metodologie di valutazione del patrimonio edilizio consolidato. La specificità e il sistema di valori e vincoli del manufatto edilizio oggetto di indagine richiedono, infatti, strumenti di conoscenza flessibili ed adattabili, in grado di integrare dati di tipo qualitativo e quantitativo.

La maggior parte dei sistemi di certificazione, pur prevedendo l'applicazione al recupero, appare elaborata per verificare le prestazioni ambientali degli edifici di nuova costruzione secondo metodi di analisi e controllo del ciclo di vita dell'edificio, dalle fasi che precedono la produzione fino alla dismissione, approccio che risulta quanto mai complesso rispetto al costruito esistente vista la necessità di acquisire e gestire dati sulla storia costruttiva e di trasformazione dell'edificio. Inoltre, in fase di adeguamento si pone la necessità di valutare la compatibilità dello stesso rispetto alle trasformazioni da effettuare per innalzarne le prestazioni di qualità ambientale, verificando gli impatti delle soluzioni progettuali sull'edificio.

Il Protocollo ITACA, adottato in forma esemplificata dalla regione Campania con la L.R. n. 19/2009<sup>7</sup>, modificata dalla L.R. n. 1/2011<sup>8</sup>, è lo strumento sul quale è stata verificata l'opportunità di dare un punteggio al Piano di manutenzione, secondo criteri ed indicatori, associati ad una scala di prestazione.

In riferimento a tale Protocollo sono stati individuati requisiti di integrazione e criteri di ottimizzazione al fine di trasferire la prassi manutentiva nei procedimenti di certificazione ambientale ed energetica del progetto.

7. Regione Campania, Legge Regionale N. 19 del 28 Dicembre 2009. *Misure urgenti per il rilancio economico, per la riqualificazione del patrimonio esistente, per la prevenzione del rischio sismico e per la semplificazione amministrativa.*

8. Regione Campania, Legge Regionale N. 1 del 5 Gennaio 2011 *Modifiche alla Legge Regionale N. 19 del 28 Dicembre 2009, (Misure urgenti per il rilancio economico, per la riqualificazione del patrimonio esistente, per la prevenzione del rischio sismico e per la semplificazione amministrativa) e alla Legge Regionale 22 Dicembre 2004, N. 16 (Norme sul governo del territorio).*

### 12.3 Carta della vulnerabilità degli elementi tecnici

Negli ultimi anni il termine *"vulnerabilità"* è stato usato per esprimere un elemento importante dell'analisi del rischio. Gli elementi che compongono il rischio sono la pericolosità, l'esposizione e la vulnerabilità. Il rischio, infatti, può essere interpretato come risultante della sollecitazione che interessa un dato territorio (pericolosità), della quantità e del tipo degli elementi potenzialmente investiti (esposizione) e della propensione al danno di tali elementi (vulnerabilità).

Più in generale, la vulnerabilità è la propensione di un elemento al danneggiamento per effetto di un'azione esterna, anche per il ruolo aggravante svolto da specifiche condizioni endogene. In edilizia, situazioni nelle quali sono disattese le regole dell'arte e che attengono, soprattutto, alle tecnologie, ai materiali, alla morfologia dell'opera incidono sui livelli di vulnerabilità dell'edificio, ossia sulla propensione ad essere danneggiato a causa di un agente esterno connesso alle condizioni di pericolosità ambientale o antropica.

In ambito urbano, il concetto di vulnerabilità è legato alla complessità del sistema città. Quest'ultimo è un sistema costituito da sub-sistemi e dalle relazioni che si generano tra questi, che interagiscono sinergicamente adempiendo alle diverse funzioni urbane. In un tale sistema sono numerose le variabili che entrano in gioco nel calcolo degli impatti che ciascun elemento del sistema insediativo ha nei confronti degli altri (elementi a rischio). Attualmente, la vulnerabilità e la conseguente valutazione del livello di attenzione rispetto al pericolo urbano sono fondate principalmente su indicatori che esprimono valori di tipo quantitativo, ovvero riferiti alle condizioni fisiche dell'edificio e del suo contesto ed alle ripercussioni sulla sfera sociale ed economica.

Nelle città, intese quali sistemi complessi di relazioni ambientali, economiche, culturali e sociali, la vulnerabilità va ricercata nelle relazioni tra i sub-sistemi e tra le loro componenti. *"Il considerare la città come realtà complessa, rende inattuale il ricorso a strumenti conoscitivi univoci, monodimensionali, mirati a ridurre la molteplicità entro poche categorie qualificanti, sulle quali eventualmente modellare gli strumenti operativi"*<sup>9</sup>.

La valutazione ex-post dei danni subiti dal patrimonio edilizio esistente in termini di perdita di risorse di valore economico, sociale, culturale ed ambientale può diventare strumento di supporto alle decisioni ed allo stesso tempo elemento attraverso il quale valutare il livello di vulnerabilità del costruito ai fini della prevenzione del rischio. L'approccio tecnologico, che interpreta la città quale sistema di relazioni materiali ed immateriali tra gli elementi che la compongono, guida la definizione di un nuovo concetto di vulnerabilità, che, sulla base di *"indicatori di vulnerabilità urbana"*, di tipo quantitativo e qualitativo, è in grado di esprimere in maniera efficace la complessità del Sistema Urbano.

È necessario sottolineare che l'unicità dei Sistemi Edilizi e Urbani e dei valori di cui sono portatori comporta che lo stesso evento può produrre conseguenze diverse in contesti diversi, così che un Sistema Urbano o Edilizio è più vulnerabile di un altro. In un sistema vulnerabile piccole perturbazioni possono qualitativamente alterarne lo stato e lo sviluppo in maniera radicale, provocando attraverso circuiti di feedback risultati devastanti che impediscono il ripristino della situazione precedente<sup>10</sup>. In un sistema resiliente, attraverso processi di riorganizzazione e di *"apprendimento"*, il sistema possiede, invece, non solo la capacità di recuperare nel tempo la situazione precedente al cambiamento, ma la potenzialità di creare opportunità e sviluppo.

Le variabili che rappresentano la propensione al danno del Sistema Urbano o Edilizio in esame, sono utili non solo ad analizzarne i livelli di vulnerabilità e/o a verificare la compatibilità tecnica degli interventi di recupero, ma anche ad acquisire dati per un nuovo modello di conoscenza che possa suppor-

9. Ciribini G., in Fontana C. 1991. *Recuperare, le parole e le cose*. Alinea, Firenze.

10. Graziano, P. 2011. "Rischio, Vulnerabilità e resilienza Territoriale", in atti della XXXII Conferenza Italiana di Scienze Regionali *Il ruolo delle città nella economia della conoscenza*, Torino.

tare le scelte relative ad una programmazione efficace ed efficiente della manutenzione, con impatti positivi sul controllo tecnico-economico delle attività. In questo modo, l'Ente Gestore ha la possibilità di comunicare con maggiore certezza la garanzia degli standard di funzionamento prefissati e di rispondere alla collettività dell'efficacia delle scelte attuate.

La Carta della vulnerabilità rappresenta, pertanto, uno strumento che, se correttamente rilevato, interpretato e condiviso, può guidare le attività di manutenzione verso la prevenzione dei rischi. Essa consente, infatti, di individuare i fattori di disturbo - tecnologici, antropici, fisico-chimico - che, unitamente alle caratteristiche del manufatto edilizio, sono in grado di attivare o accelerare meccanismi che conducono, in tempi ravvicinati, a guasti.

La conoscenza dei fenomeni che hanno condotto al decadimento inatteso del componente edilizio consente di individuare le cause generatrici ed, in particolare, le variabili di vulnerabilità del componente stesso. Tra le variabili di vulnerabilità predisponenti più comuni sono da annoverare i difetti di progettazione ed esecuzione.

Inoltre, le variabili risultano tanto più significative quanto più il nodo costruttivo interessato risulta complesso. Infatti, la qualità tecnologica dei nodi costruttivi dipende dai materiali, dalla morfologia e dalla soluzione di continuità prescelta tra i componenti. Le forme di degrado che generano i guasti si manifestano molto frequentemente nei punti di contatto tra elementi tecnici diversi (solaio/parete perimetrale verticale; infissi esterni verticali/pareti perimetrali verticali, etc.).

La manutenzione incide sulla vulnerabilità secondo due aspetti: il primo relativo alla compatibilità dell'intervento, il secondo relativo all'assenza di cicli di manutenzione programmata.

Nel primo caso, il fenomeno di disturbo sul normale decadimento del Sistema Tecnologico, è rappresentato dall'utilizzo di materiali e componenti non compatibili nell'intervento di manutenzione, nel secondo caso, è l'assenza di manutenzione in tempi utili, nel caso di fenomeni ben prevedibili e conosciuti, ad accelerare i processi degenerativi che conducono ad evoluzioni del degrado che provocano guasti di maggiore entità.

In un Sistema Edilizio, in assenza di una manutenzione programmata, i fenomeni di degrado possono subire nel tempo progressive intensificazioni sia per il persistere delle cause generatrici, sia per l'insorgere di nuove cause con una gravità del guasto che tende ad incrementarsi. Pertanto, risulta necessario osservare la dinamica secondo la quale i fenomeni di degrado si sviluppano, individuando le fasi che li precedono ed ipotizzando le fasi che potrebbero seguire. Inoltre, alle manifestazioni di degrado, in assenza di manutenzione, sono legate ulteriori degrading correlati. È evidente che un quadro degradativo che tende ad assumere connotati di maggiore gravità, innesca meccanismi di guasto sempre più significativi, incidenti sull'efficienza funzionale del componente in esame.

L'ipotesi di evoluzione del degrado si basa sulla conoscenza del contesto ambientale, architettonico, costruttivo ed antropico a cui l'edificio appartiene, e può essere di tipo metamorfico, incrementale o predisponente<sup>11</sup>. Nel primo caso, la forma di degrado si trasforma in un'altra senza lasciare traccia di sé; nel secondo caso il passaggio alla successiva manifestazione comporta la conservazione della forma di degrado che la precede; nell'ultimo caso, infine, l'evoluzione è caratterizzata dall'insorgere di nuove forme di degrado favorite dal degrado iniziale. L'interpretazione del degrado come esito di un processo evolutivo consente di ridurre i margini di incertezza nella scelta dell'intervento di manutenzione e, soprattutto, di effettuare una programmazione efficace ed efficiente delle attività manutentive tesa a ridurre i livelli di vulnerabilità del Sistema Tecnologico.

Le variabili di vulnerabilità predisponenti risultano significativamente influenzate dal contesto architettonico e costruttivo di appartenenza dell'edificio. Infatti, la zona basamentale, la zona paramentale ed

11. Pinto, M.R., De Medici, S., Caterina, G., Palumbo, M., Carotenuto, G., Nicolais, L. 1998. "The programming of plaster surface maintenance by the 'evolution scheme' approach", in Proceedings of CIB World Building Congress *Construction and Environment*. Gavle, pp. 635-643.

il coronamento dell'edificio sono diversamente esposte ad azioni critiche legate agli agenti atmosferici o all'interazione con il suolo e presentano, pertanto, livelli di vulnerabilità differenziati. L'assenza di una protezione della fascia di coronamento o dei serramenti, condizione molto diffusa negli edifici del XX secolo ispirati al linguaggio dell'architettura moderna, incrementa il livello di vulnerabilità di una zona dell'edificio già soggetta al forte impatto da parte degli agenti meteorici.

Le tecnologie impiegate per la realizzazione dell'edificio e la qualità costruttiva che lo caratterizza sono indicatori indispensabili a determinarne il livello di vulnerabilità. Inoltre, le caratteristiche morfologiche del manufatto edilizio e degli elementi che lo compongono incidono anch'esse sui livelli di vulnerabilità. Gli elementi decorativi delle facciate delle architetture preindustriali, sebbene spesso assolvano al fondamentale ruolo di protezione delle superfici verticali, risultano per la loro configurazione elementi a rischio in quanto zone favorevoli al ristagno di acqua e polveri e costituiscono contemporaneamente vincoli all'intervento di manutenzione previsto.

Infine, le condizioni di esercizio e d'uso dei componenti e degli impianti secondo corrette modalità sono in grado di ridurre la vulnerabilità del Sistema Tecnologico, garantendone l'efficienza funzionale. Le variabili di vulnerabilità aggravanti sono quelle che incidono sull'estensione e la gravità del fenomeno e risultano dipendenti, prevalentemente, dal contesto sia ambientale che antropico.

Per quanto riguarda gli agenti relativi al contesto ambientale, questi ultimi incidono sulla vulnerabilità dell'edificio in funzione della loro durata ed intensità e degli impatti che essi provocano sull'edificio, dipendenti dalle condizioni dell'area in cui esso è collocato. La pericolosità antropica è rappresentata dal contesto sociale di riferimento del quartiere in cui si vogliono promuovere le attività manutentive e dal ruolo che l'utenza diretta intende assumere nella cura e manutenzione dell'edificio.

#### **12.4 L'ottimizzazione del Piano di manutenzione attraverso la Carta della vulnerabilità**

La costante disattenzione nei confronti delle tematiche connesse alla gestione del costruito, l'assenza di prassi manutentive e di strumenti e protocolli di tipo integrato per la progettazione e realizzazione di interventi di manutenzione e retrofit, hanno comportato condizioni diffuse di degrado, fisico e funzionale, con la conseguente diminuzione delle prestazioni offerte all'utenza, della qualità ambientale e dei valori del patrimonio edilizio, urbano ed ambientale. La consuetudine, in ambito pubblico e privato, di trascurare le fasi di gestione, ha determinato il risultato che spesso si è costretti a confrontarsi con gravi situazioni di degrado di edifici e/o elementi tecnici.

A fronte di tali problematiche, è stato messo a punto uno strumento innovativo di supporto decisionale e operativo, in chiave sostenibile, per gli interventi sul costruito: la Carta della vulnerabilità degli elementi tecnici. Il fine è quello di orientare gli operatori del processo edilizio - quadri tecnici delle Pubbliche Amministrazioni, progettisti ed imprese di costruzione - verso azioni di salvaguardia preventiva da attuarsi mediante una programmata opera di manutenzione. Tale strumento, partendo dall'individuazione degli elementi tecnici ad Alta Priorità Manutentiva, è in grado di ottimizzare gli interventi di manutenzione attraverso la pianificazione e la calibrazione degli stessi.

La Carta della vulnerabilità degli elementi tecnici, fondata sulla previsione ed identificazione di possibili anomalie e guasti sui suddetti elementi, individua le classi di Unità Tecnologiche omogenee dal punto di vista della vulnerabilità.

La vulnerabilità manutentiva, ovvero la propensione al danneggiamento per effetto di un'azione esterna e per il ruolo aggravante svolto da specifiche condizioni endogene, è data da una serie di variabili che tengono conto delle caratteristiche dei materiali, dei degradi, dell'esposizione ad agenti esterni, delle funzioni delle Unità Ambientali e Tecnologiche all'interno del Sistema Edilizio. Nel caso degli edifici d'autore è, inoltre, strettamente connessa all'unicità del manufatto, alla conservazione dei suoi valori

ed alla presenza di tecnologie non sempre riproducibili; pertanto, le soluzioni progettuali e manutentive devono essere valutate tenendo conto dei vincoli alla trasformazione.

La definizione della Carta della vulnerabilità degli elementi tecnici ha richiesto, nell'ambito del Piano di manutenzione certificato, l'elaborazione della seguente procedura (Fig. 12.4.1 - Fig. 12.4.2):

- la valutazione dei fenomeni di degrado degli edifici esistenti oggetto d'intervento, attraverso l'individuazione delle cause dirette dell'insorgere di tali fenomeni;

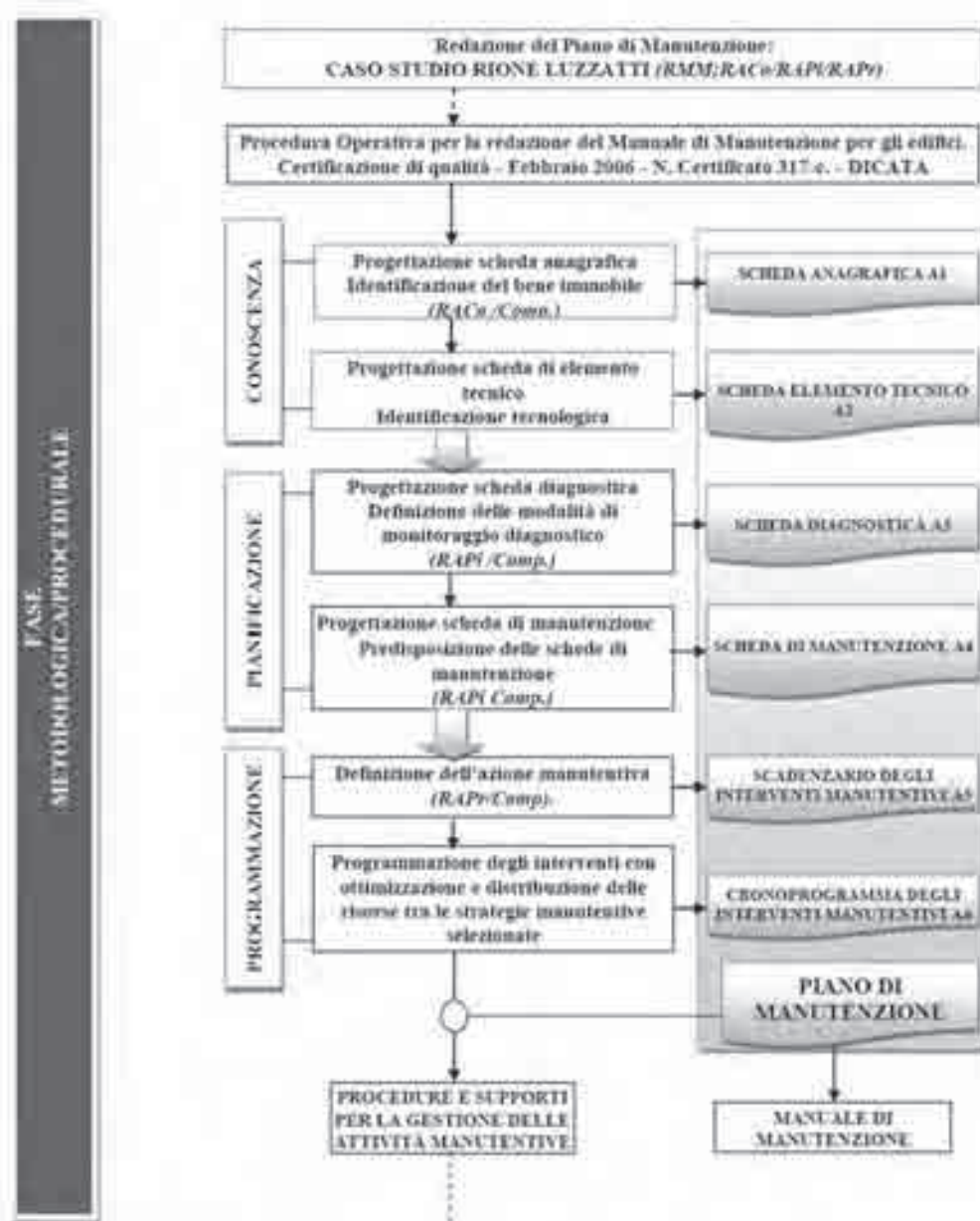


Figura 12.4.1. La procedura per la redazione della Carta della vulnerabilità degli elementi tecnici.

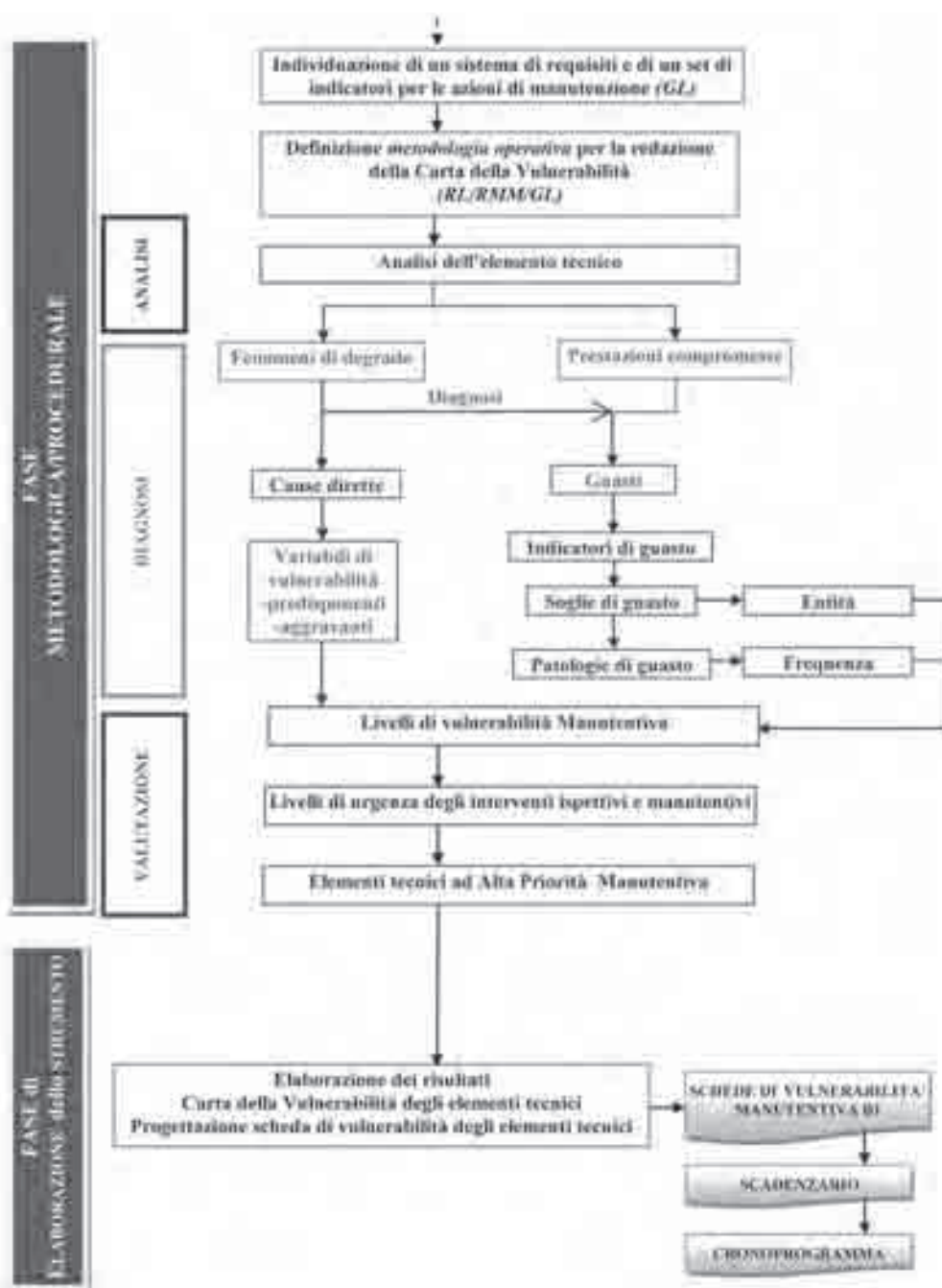


Figura 12.4.2. La procedura per la redazione della Carta della vulnerabilità degli elementi tecnici.

- la definizione dei guasti degli elementi tecnici, attraverso l'identificazione delle cause e degli indicatori di guasto;
- la determinazione della criticità dei guasti degli elementi tecnici del Sistema Edilizio, che ne compromettono le prestazioni;

- l'identificazione delle variabili di vulnerabilità predisponenti ed aggravanti che incidono sul fenomeno di guasto.

Attraverso tale procedura è possibile identificare i livelli di vulnerabilità manutentiva degli elementi tecnici che, nel caso di beni d'autore, risultano dipendenti anche dalla presenza dei vincoli materico-costruttivi, morfologico-dimensionali e percettivo-culturali posti dall'edificio stesso. Riconosciuti gli elementi tecnici ad Alta Priorità Manutentiva, il cui mancato o cattivo funzionamento ha ripercussioni sul livello di vulnerabilità del Sistema Edilizio, è associato ad ogni elemento un differente grado di intervento in ordine decrescente di urgenza.

Le ricorrenze nell'insorgenza dei fenomeni di degrado e la valutazione dei tempi e dei punti in cui più frequentemente il degrado torna a manifestarsi consente di stimare quali siano le "zone critiche" che richiedono di essere monitorate con maggiore attenzione, di definire scadenze diversificate per le attività ispettive di controllo, in relazione al tipo di guasti/danni attesi, e di mettere a punto soluzioni manutentive efficaci ed efficienti.

La Carta della vulnerabilità degli elementi tecnici, costituita da Schede di vulnerabilità che individuano per ogni parte del Sistema Tecnologico un livello di vulnerabilità, associato a patologie di guasto e ad indicatori, informano la fase di programmazione delle attività di manutenzione.

Le Schede della vulnerabilità risultano, dunque, funzionali alla programmazione dei futuri interventi sul patrimonio edilizio e vanno ad implementare ed ottimizzare la documentazione tecnica prevista dal Piano di manutenzione. Tale strumento, in grado di gestire il flusso di informazioni provenienti dalle diverse fasi dell'intervento, utilizza i risultati della Carta della vulnerabilità per migliorare la tempistica relativa alle attività di monitoraggio sullo stato di degrado e sui guasti dell'edificio ed alle azioni necessarie per risolvere le inefficienze funzionali del Sistema Edilizio.

Le informazioni riportate nelle Schede della vulnerabilità degli elementi tecnici, fornendo indicazioni relative ai probabili guasti che si possono manifestare nell'elemento e nei suoi componenti, in presenza di una serie di variabili di vulnerabilità predisponenti ed aggravanti, consentono di:

- integrare i dati rilevati nelle Schede Diagnostiche per Unità Funzionale ed elemento tecnico del Piano di manutenzione, con le informazioni inerenti il degrado, ovvero le previsioni temporali di accadimento dei guasti e le diagnosi effettuate;
- migliorare l'affidabilità delle previsioni presenti nello Scadenario e nel Cronoprogramma (Fig. 12.4.3.).

La programmazione delle attività manutentive avviene attraverso tali strumenti: lo Scadenario, che individua le tipologie di ispezione e di intervento secondo frequenze prestabilite e il Cronoprogramma, strumento di pianificazione degli interventi manutentivi finalizzato all'ottimizzazione delle risorse disponibili e dei tempi di attuazione. Quest'ultimo viene elaborato sulla base delle informazioni contenute nello Scadenario.

Nello Scadenario si individuano, infatti, per ciascun elemento e/o dispositivo, le attività previste per un monitoraggio ed un'azione manutentiva da "effettuarsi in continuità". Le ispezioni e gli interventi sono specificati nelle modalità di esecuzione e nelle risorse impiegate, con l'indicazione delle durate d'intervento e le cadenze temporali, secondo una classificazione di strategie e procedure.

Nel Cronoprogramma viene riportata la successione temporale degli interventi ottimizzati in base alla tipologia degli operatori, alle attrezzature richieste e alla durata degli interventi. Viene definito il quadro sinottico degli interventi, nel quale si evidenzia la loro cadenza temporale, determinando un prospetto delle attività che si ripetono per intervalli prescelti, generando un'agenda operativa.

La definizione del grado di urgenza di un intervento manutentivo da realizzarsi sugli elementi tecnici consente di stabilire gli intervalli temporali tra un'attività di manutenzione e la successiva, da attuarsi sull'elemento tecnico o sui suoi componenti.

Una volta individuate le Classi di Unità Tecnologiche omogenee per grado di vulnerabilità, nello Scadenario è possibile:



Figura 12.4.3. La Carta della vulnerabilità e la programmazione delle attività manutentive.

- definire le azioni manutentive in relazione alle Unità Tecnologiche omogenee per vulnerabilità;
- stabilire gli interventi e le relative modalità di esecuzione, raggruppati per strategie manutentive ed esplicitati in termini di:
  - tipologia d'intervento,
  - frequenza d'intervento,
  - durata,
  - ispezioni e monitoraggio.

Nel Cronoprogramma è possibile redigere il Quadro sinottico degli interventi ottimizzati in relazione al grado di vulnerabilità, in ordine decrescente di urgenza.

La Carta della vulnerabilità manutentiva consente di incrementare gli interventi di manutenzione preventiva e di ridurre quelli a guasto avvenuto con benefici sia economici (minore onerosità dell'intervento), sia funzionali (non interruzione del servizio).

La conoscenza restituita dallo strumento costituisce un supporto alle attività gestionali, indirizzate alla manutenzione programmata del bene.

La costruzione di un modello teorico per la realizzazione della Carta della vulnerabilità degli elementi tecnici e l'applicazione dello strumento al caso studio Rione Luzzatti ha consentito di validare lo strumento ipotizzato, per correggere e modificare le scelte operate, e testarne la flessibilità. (Fig. 12.4.4.). L'attività di validazione delle Schede di vulnerabilità attuata attraverso l'applicazione al Caso Studio ha costituito un momento fondamentale di:

- supporto alla proposta metodologica, fornendo risposte circa l'applicabilità dello strumento;
- verifica delle possibilità di reperimento dati;
- ricalibrazione delle informazioni in relazione alla complessità dell'oggetto e del progetto d'intervento;
- individuazione dei limiti e delle potenzialità dello strumento.





Figura 12.4.4. Strumenti innovativi per la programmazione delle attività manutentive.

Per quanto riguarda le prospettive di utilizzo dello strumento sono stati individuati obiettivi funzionali, gestionali, economici ai quali la Carta della vulnerabilità manutentiva risponde.

**Obiettivi funzionali:**

- Messa a disposizione degli Enti proprietari di Patrimoni Immobiliari, degli Enti Gestori e dei tecnici professionisti, consente, mediante la definizione dei livelli di vulnerabilità per ciascun elemento tecnico e per tipologia di guasto, di acquisire dati sulla frequenza dei guasti, univocamente interpretati.

**Obiettivi gestionali:**

- Fornisce i dati di ritorno utili ai fini della programmazione delle future manutenzioni del bene.
- Consente di "implementare e aggiornare il sistema informativo, qualora presente, e conseguentemente di costruire statistiche ragionate degli interventi manutentivi"<sup>12</sup>, fornendo un contributo strategico per la redazione e l'aggiornamento dei singoli Piani di manutenzione.
- Migliora l'efficacia e l'efficienza del Cronoprogramma e dello Scadenziario del Piano di manutenzione, attraverso l'individuazione degli elementi ad Alta Priorità Manutentiva.

**Obiettivi economici:**

- Consente di ottimizzare l'utilizzo del bene immobile e prolungarne il ciclo di vita con la realizzazione di interventi manutentivi mirati.
- Contribuisce al risparmio di gestione con la riduzione dei guasti e del tempo di non utilizzazione del bene immobile.
- Favorisce una più efficiente ed economica pianificazione ed organizzazione del servizio di manutenzione.

12. Norma UNI 11257:2007, *Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri per la stesura del Piano e del Programma di manutenzione dei beni edilizi - Linee guida.*

## Bibliografia

- Arbizzani, E. 1991. *Manutenzione e gestione degli edifici complessi: requisiti, strumentazioni e tecnologie*. Hoepli, Milano.
- Baldi, C. 2002. *I sistemi qualità per il settore edile*. Maggioli, Rimini.
- Biscontin, G., Driussi, G. (a cura di) 1999. *Ripensare alla manutenzione. Ricerche, progettazione, materiali, tecniche per la cura del costruito*. Atti del convegno di studi di Bressanone. Arcadia Ricerche, Venezia.
- Caterina, G., Pinto, M.R. (a cura di) 1997. *Gestire la qualità nel recupero edilizio e urbano*. Maggioli, Rimini.
- Caterina, G. et al. 2001. "Quality assurance and software for maintenance management in historical heritage", in *Proceedings of CIB World Building Congress Performance in product and practice*. Wellington, New Zealand.
- Caterina, G., Fiore, V. 2002. *Il Piano di Manutenzione informatizzato. Metodologie e criteri per la gestione informatizzata del Piano di Manutenzione*. Liguori, Napoli.
- Caterina, G. (a cura di) 2005. *Per una cultura manutentiva. Percorsi didattici ed esperienze applicative di recupero edilizio e urbano*. Liguori, Napoli.
- Cecchi, R., Gasparoli, P. 2011. *La manutenzione programmata dei beni culturali edificati*. Alinea, Firenze.
- Ciribini, G. 1984. *Tecnologia e progetto: argomenti di cultura tecnologica della progettazione*. Celid, Torino.
- Daniotti, B. 2012. *Durabilità e manutenzione edilizia*. UTET Scienze Tecniche, Torino.
- Di Giulio, R. 2007. *Manuale di Manutenzione edilizia. Valutazione del degrado e programmazione della manutenzione*. III Edizione, Maggioli, Rimini.
- Fusco Girard, L. 2006. "Innovative Strategies for Urban Heritage Conservation, Sustainable Development, and Renewable Energy", in *Global Urban Development Magazine*, vol. 2, Issue 1.
- Fusco Girard, L., Baycan, T., Nijkamp, P. 2012. *Sustainable City and Creativity. Promoting Creative Urban Initiatives*. Ashgate Publishing Limited, Aldershot.
- Gasparoli, P., Talamo, C. 2006. *Manutenzione e recupero*. Alinea, Firenze.
- Graziano, P. 2011. "Rischio, Vulnerabilità e resilienza Territoriale", in atti della XXXII Conferenza Italiana di Scienze Regionali *Il ruolo delle città nella economia della conoscenza*. Torino.
- Lavagna, M. 2008. *Life cycle assessment in edilizia. Progettare e costruire in una prospettiva di sostenibilità ambientale*. Hoepli, Milano.
- Maggi, P.N. 1995. *Controllo e qualificazione dell'attività manutentiva*. Progetto Leonardo, Bologna.
- Molinari, C. 1989. *Manutenzione in edilizia. Nozioni, problemi, prospettive*. Franco Angeli, Milano.
- Molinari, C. 2002. *Procedimenti e metodi della manutenzione edilizia*. Esselibri, Napoli.
- Musso, S. 2009. "La conservazione programmata come sfida per una tutela innovativa del patrimonio culturale", in Canziani, A. *Conservare l'architettura. Conservazione programmata per il patrimonio architettonico del XX secolo*. Electa, Milano.
- Pinto, M.R., De Medici, S., Caterina, G., Palumbo, M., Carotenuto, G., Nicolais, L. 1998. "The programming of plaster surface maintenance by the 'evolution scheme' approach", in *Proceedings of CIB World Building Congress Construction and Environment*. Gavle.
- Pinto, M.R., De Medici, S. 2002. "Controllo della qualità nelle procedure di manutenzione del Patrimonio pubblico", in Fiore, V., De Joanna, P. (a cura di). *Urban Maintenance as Strategy for Sustainable Development*. Atti del Convegno internazionale. Liguori, Napoli.
- Pinto, M.R. 2005. "Il controllo della qualità nel progetto della manutenzione", in Caterina, G. (a cura di). *Per una cultura manutentiva*. Liguori, Napoli.
- Pinto, M.R., De Medici, S. 2005. "Quality Assurance in the Facility Management for Public Real Estate", in Kähkönen, K. (editor). *Combining Forces. Advancing Facilities Management and Construction through Innovation*. Proceedings of the 11th Joint CIB International Symposium. VTT - Technical Research Centre of Finland, and RIL - Association of Finnish Civil Engineers, Helsinki.
- Pinto, M.R., Fabbicatti, K., Viscardi, C. 2007. "Il processo di certificazione per la redazione del manuale di manutenzione: il sistema dei mulini di Ottati", in Fiore, V. (a cura di). *La cultura della manutenzione nel progetto edilizio e urbano*. Atti del convegno nazionale. LetteraVentidue Edizioni, Palermo.

Talamo, C. 2012. *L'organizzazione delle informazioni nei servizi di gestione immobiliare. Conoscere, programmare, coordinare, controllare*. Maggioli, Rimini.

Torricelli, M.C., Marsocci, L. 2007. "Qualità e manutenzione, sicurezza e ambiente", in Fiore, V. (a cura di). *La cultura della manutenzione nel progetto edilizio e urbano*. Atti del convegno nazionale. LetteraVentidue Edizioni, Palermo.

### **Normativa**

Norma UNI 10874:2000, *Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri di stesura dei Manuali d'uso e di Manutenzione*.

Norma UNI EN ISO 9001:2000, *Sistemi di gestione per la qualità - Requisiti*.

Norma UNI 10147:2003, *Manutenzione – Terminologia*.

Norma UNI 11150-3:2005, *Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito – Attività analitica ai fini degli interventi sul costruito*.

Norma UNI 11151:2005, *Processo edilizio – Definizione delle fasi processuali degli interventi sul costruito*.

Norma UNI 11257:2007, *Manutenzione dei patrimoni immobiliari - Criteri per la stesura del Piano e del Programma di manutenzione dei beni edilizi - Linee guida*.

Norma UNI 10366:2007, *Manutenzione - Criteri di progettazione della manutenzione*.

Norma UNI EN 13306:2010, *Manutenzione – Terminologia*.

Regione Campania, Legge Regionale N. 19 del 28 Dicembre 2009. *Misure urgenti per il rilancio economico, per la riqualificazione del patrimonio esistente, per la prevenzione del rischio sismico e per la semplificazione amministrativa*.