





**Collana**

ArchitetturaTecnica

**Serie**

Quaderni di Architettura Tecnica

**Direttore**

Michele Di Sivo

Daniela Ladiana

Giovanni Santi

**Coordinamento Scientifico**

Daniela Ladiana (Università G. d'Annunzio Chieti Pescara)

**Comitato scientifico**

Giorgio Croatto (Università di Padova)

Enrico Dassori (Università di Genova)

Antonio Frattari (Università di Trento)

Marina Fumo (Università di Napoli Federico II)

Barbara Gherri (Università di Parma)

Antonello Monsù Scolaro (Università di Sassari)

Enrico Sicignano (Università di Salerno)

Renato Teofilo Giuseppe Morganti (Università dell'Aquila)

Fabrizio Tucci (Università La Sapienza, Roma)

Rosa Ma Domínguez Caballero (Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de la Universidad de Sevilla, Spagna)

Evelyn Temmel (Institute for Design and Building Typology at Graz University of Technology)

Manuel Cerdà Perez (Università Politecnica de Valencia, Spagna)

Stefan Balici (Università di Bucarest)

Adolfo Arata (Pontificia Universidad Católica de Valparaíso - Cile)

Kevser Coskun (Okan Üniversitesi Tasarım Topluluğu, Istanbul, Turchia)

*I volumi pubblicati in questa serie sono soggetti a peer review*

**Monitoraggio delle mura urbane. Sicurezza e conservazione. Linee guida** è il risultato della ricerca svolta dall'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA - D.E.S.TE.C. coordinata dalla REGIONE TOSCANA e dal CONSORZIO LaMMA. Protocollo d'intesa RT - UNIPI finalizzato all'avvio del "Percorso di innovazione nell'acquisizione dell'informazione geografica in materia di governo del territorio" (Delibera di Giunta n.625 maggio 2019).

**"Attività di realizzazione di Basi informative tematiche di interesse generale sullo stato delle componenti del patrimonio territoriale. Intervento B2e-Città murate"**.

La ricerca è stata orientata dall'obiettivo della definizione di metodi per la conoscenza del patrimonio delle città murate della Toscana allo scopo di aggiornare i quadri conoscitivi della strumentazione urbanistica/paesaggistica e individuare possibili modelli di monitoraggio delle criticità evidenziate. Le attività hanno incluso l'inquadramento conoscitivo sulla dislocazione e tipologie di città murate toscane in relazione alle caratteristiche tipologiche, costruttive, materiali ecc. e lo sviluppo di un caso studio per la sperimentazione dei modelli definiti di monitoraggio della vulnerabilità delle mura urbane. Esito della ricerca sono le banche dati delle città murate toscane e il protocollo sperimentale di monitoraggio.

**LaMMA**, Laboratorio di Monitoraggio e Modellistica Ambientale per lo sviluppo sostenibile.

Responsabile Dott. Lorenzo BOTTAI

**REGIONE TOSCANA**. Sistema Informativo Regionale Integrato per il Governo del Territorio.

Responsabile Arch. Ilaria TABARRANI

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA.**

D.E.S.TE.C. DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'ENERGIA, DEI SISTEMI, DEL TERRITORIO E DELLE COSTRUZIONI



**Mo.M.U.**

**Monitoraggio delle Mura Urbane**

*Tecnologie, metodi e strumenti*

*Per la conservazione delle mura urbane*

**Responsabile scientifico**

*Michele Di Sivo*

*Professore ordinario UniPi*

**Coordinamento scientifico**

Anna De Falco

Daniela Ladiana

Ricercatrice UniPi

Ricercatrice UniCh

**Unità di ricerca**

Francesca Giuliani

Francesca Gaglio

Lediana Rrjollì

Davide Bordo

Dottore di Ricerca

Ingegnere

Ingegnere

Ingegnere

**Consulenti**

*Escuela Técnica Superior de Arquitectura*

Jacinto E. Canivell Garcia De Parede

Emilio Jose Mascort Albea

Rocio Romero Hernandez

Professore

Ricercatore

Ricercatrice

© Copyright 2021

EDIZIONI ETS

Palazzo Roncioni - Lungarno Mediceo, 16, I-56127 Pisa

info@edizioniets.com

www.edizioniets.com

*Distribuzione*

Messaggerie Libri SPA

Sede legale: via G. Verdi 8 - 20090 Assago (MI)

*Promozione*

PDE PROMOZIONE SRL

via Zago 2/2 - 40128 Bologna

ISBN 978-884676124-8

Layout grafico e copertina:

Lucio Antonio Pazienza

È vietata la riproduzione, anche parziale, con qualsiasi mezzo effettuata, anche a uso interno e didattico, non autorizzata.

Quaderni di Architettura Tecnica

# MONITORAGGIO DELLE MURA URBANE SICUREZZA E CONSERVAZIONE Linee guida

**Michele Di Sivo Anna De Falco Daniela Ladiana**

*anteprima*  
*visualizza la scheda del libro su*  
*[www.edizioniets.com](http://www.edizioniets.com)*



**Edizioni ETS**



# Indice

## INTRODUZIONE

## PARTE I

### LA CONSERVAZIONE PROGRAMMATA DEL PATRIMONIO STORICO-ARCHITETTONICO. TEORIE E METODI

<b>LA CONSERVAZIONE PROGRAMMATA</b>	14
Verso la conservazione programmata	16
La conservazione programmata come processo	19
La conservazione programmata come sistema	21
Il progetto conservativo e la conoscenza	24
<b>DIAGNOSTICA E MONITORAGGIO PER LE MURA URBANE</b>	27
Il processo diagnostico	27
Indagini non distruttive e semi distruttive	29
Rilievi della risposta dinamica della struttura	31
Diagnostica e monitoraggio	32
La diagnostica strumentale delle mura urbane	33
Il monitoraggio strumentale delle mura urbane	39
<b>L'APPROCCIO METODOLOGICO ALLA VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA DELLE MURA</b>	51
Modelli informativi dei livelli	55
Livello 1. Anagrafica e geolocalizzazione delle opere	56
Livello 2. Caratterizzazione e ispezioni	57
Livello 3. Valutazione delle classi di attenzione	59
Sistema di sorveglianza e di monitoraggio	71

## PARTE II

### LA CONOSCENZA E LA VALUTAZIONE DEL PATRIMONIO DELLE MURA. IL SISTEMA INFORMATIVO

<b>ARTICOLAZIONE E CONTENUTI DEL SISTEMA INFORMATIVO</b>	80
Scheda di livello 1	82
La compilazione della scheda di livello 1	87
Scheda di livello 2	96
La compilazione delle schede di livello 2	103
Scheda di livello 3	112
La compilazione della scheda di livello 3	112
Schede di identificazione e valutazione del degrado	115
Le schede di ispezione e monitoraggio	145

## PARTE III

### IL CASO STUDIO DI PISA

<b>LE MURA DI PISA</b>	152
Inquadramento storico-architettonico	152
Il rilievo fotogrammetrico	154
La scheda di livello 1	157
La scheda di livello 2	171
La scheda di livello 3	205

## ALLEGATI

<b>IL GIS PER IL MONITORAGGIO DELLE MURA URBANE</b>	221
Finalità e organizzazione del data-base	221
L'interfaccia per l'implementazione dei dati	222
Architettura del GIS	222



## INTRODUZIONE

*I fenomeni di degrado e danno che sempre più spesso investono il patrimonio delle mura urbane, anche in relazione ai disastri meteorologici, indicano la conservazione programmata come scelta culturale e strategica, efficace strumento per il mantenimento delle cinte murarie e dei loro contesti in relazione ai molteplici fattori di rischio che connotano ciascuno specifico ambito urbano e territoriale.*

*La conservazione programmata del patrimonio delle mura che cingono i nuclei più antichi delle nostre città per poter prevedere interventi efficaci e tempestivi, deve essere supportata da un efficiente monitoraggio.*

*Il monitoraggio in questo documento è delineato come un processo indispensabile al fine di garantire la permanenza nel tempo poiché si costituisce come imprescindibile momento di conoscenza, comprensione delle mura, non come sistemi astrattamente isolati ma in mutevole, dinamica, relazione con il proprio ambiente antropico e naturale. L'interesse di questa tecnologia è di fondare la pratica della conservazione su un approccio di tipo sistemico e processuale spostando l'interesse dall'evento restaurativo attuato sul singolo elemento murario alla sequenza coordinata di azioni di prevenzione, dalla singola fortificazione all'insieme costituito dal rilevante patrimonio delle mura delle città della Regione Toscana e in stretto rapporto con i propri territori.*

*La ragione della centralità del tema del monitoraggio è che ciascun atto del processo conservativo postula un giudizio critico, culturalmente e scientificamente determinato, la cui adeguatezza è strettamente correlata alla qualità della conoscenza su cui lo stesso ripone. In una realtà urbana e territoriale sottoposta ad accelerata trasformazione dei propri assetti infrastrutturali, geomorfologici e ambientali è evidente che il processo di conoscenza e acquisizione dei dati sulle fortificazioni urbane deve essere necessariamente periodicamente reiterato per la definizione/aggiornamento delle strategie e delle modalità d'intervento da prevedere nel progetto di conservazione di tipo programmato.*

*Il processo di conservazione per potersi implementare nel tempo deve essere, infatti, alimentato da un sistema di conoscenze e da un flusso costante d'informazioni utili a orientare verso l'ottimizzazione delle scelte.*

*La determinazione delle forme, dei modi e dei tempi degli interventi sulle mura,*



*Fig. 1 Mura di Lucca - Baluardo San Martino*



*Fig. 2 Mura di Pisa - Piazza dei Miracoli*



*Fig. 3 Mura di Lucca*

*ex-ante, si basa su una costante pratica di analisi, monitoraggio, diagnosi, archiviazione di dati; successivamente, ex-post intervento, la valutazione della validità delle misure adottate e l'osservazione delle insorgenti nuove forme di degrado si basano anch'esse su controlli, programmati e periodici; inoltre, indipendentemente dagli interventi previsti o attuati, il processo di monitoraggio deve costantemente registrare le eventuali trasformazioni subite dal sistema in interazione "Manufatto-Ambiente"*

*L'apparato conoscitivo, si costituisce, quindi, come fondamentale nell'individuazione delle numerose componenti da mantenere e nella continua programmazione, attuazione, verifica delle previsioni e degli esiti degli interventi, nonché nel permanente adeguamento, affinamento, degli strumenti d'indagine, delle previsioni.*

*Il "Monitoraggio delle Mura Urbane. Sicurezza e conservazione. Linee guida", nell'approccio delineato, intendono esplicitare procedure e strumenti operativi per il monitoraggio del patrimonio delle mura urbane; indirizzi per l'implementazione di una fase strategica per la costruzione di un efficace processo di conservazione di carattere sistemico, ovvero capace di includere l'analisi di tutti i possibili rischi alle diverse scale e per l'uso di strumenti e tecnologie avanzate utili ad acquisire i dati per la conoscenza dell'edificio e del relativo contesto territoriale.*

Michele Di Sivo



Edizioni ETS  
Palazzo Roncioni - Lungarno Mediceo, 16, I-56127 Pisa  
info@edizioniets.com - www.edizioniets.com  
Finito di stampare nel mese di giugno 2021

