

Abstract

keywords: integrated documentation, digital tools, integrated workflow, seismic damage, historic Emilian theatres, damage mitigation.

The Emilia-Romagna Region's "Three-year High Skills Plan for Research, Technology Transfer and Entrepreneurship" under Legislative and Representative Assembly Resolution No. 38 of 10/20/2015, thematic objective 10 of the ERDF ESF 2014/2020 and the Emilia-Romagna Region's smart specialisation axis funded the research. It was scientifically coordinated by the DIAPReM Center of the University of Ferrara with the collaboration of the Agency for the Reconstruction of Emilia-Romagna-Sisma 2012, and the High Tech Network of the Emilia-Romagna Region, the Research Laboratories of the Technopole of the University of Ferrara and the Cluster Build "Building and Construction" network.

Starting from current procedures, standards and tools for seismic damage survey, the research presents an integrated workflow for seismic damage documentation and survey applied to historic theatres in the Emilia-Romagna region damaged by the 2012 earthquake. The 2012 earthquake highlighted the fragility of the cultural heritage and underscored the lack of proactive conservation and management of historic assets.

The research starts by analysing Agenzia Regionale per la Ricostruzione della Regione Emilia-Romagna-ARRER's requests, which had found criticalities in applying the current Mic (Ministero della Cultura) procedures for the damage survey of complex types: the A-DC form for churches and the B-DP form for buildings. Using the two types of forms highlighted the lack of *ad hoc* tools for complex architectural styles such as castles, cemeteries and theatres, resulting in the loss of quantitative and qualitative information necessary for knowledge, conservation and thus management of the reconstruction process. As a result of these considerations, national and international standards of integrated documentation, existing digital databases for cataloguing and classification of cultural property, and seismic risk management were studied to develop a workflow of integrated procedures for seismic damage survey on the specific assigned case study: Regional Historic Theaters affected by the 2012 earthquake. The research used the holistic and interdisciplinary approach of integrated documentation to develop the integrated procedural workflow to enhance and optimise seismic damage detection operations in the case study. In providing a workflow of integrated procedures for the prevention and mitigation of hazards related to potential states of emergency, both natural and anthropic, the research follows an "extensive" methodological approach to test the survey outside the Emilia crater. The methodological framework led to the critical-comparative analysis, divided into two levels: the first involved studying critical issues in the B-DP form, mainly used in the 2012 theatre survey. The second level covered the techniques - laser scanning, digital photogrammetry - and integrated survey methodologies applied during the in-depth investigations for repair and restoration work. The critical-comparative analysis and morpho-typological study led to the development of an integrated procedural flow to survey damage in historic theatres. It is aimed at systematising and optimising the stages of damage documentation.

The workflow consists of three information levels: L1. Screening level for the visual survey; L2 survey level defines the 3D acquisition steps for the geometric-dimensional study by theatres. The BIM L3 Plus level guides implementing the level of knowledge of parametric HBIM models for documentation, management and monitoring of historic theatres. The three levels were tested and verified on the pilot case of the Social Theater of Novi di Modena. In addition, using the extensive methodology, the L1 level was tested on the Masini Theater in Faenza and the theatre in Split. The integrated workflow is the knowledge tool indispensable for documenting historic theatres on the specific historical-architectural features related to seismic vulnerability. The workflow levels are prerequisites for information database development linked to Inception's HBIM semantic platform. Using the HBIM semantic web and the developed ontology allows to understand the specific characteristics and features of theatres and then to manage within a collaborative environment the monitoring and maintenance operations of the asset. The latter aspect is one of the possible future development of the research suggests for optimising the phases of cultural heritage reconstruction and defining strategies for preserving and managing historical and architectural heritage.

Abstract

parole chiave: documentazione integrata, flusso di lavoro integrato, danno sismico, teatri storici emiliani, mitigazione del danno.

La ricerca è stata finanziata dal "Piano triennale delle alte competenze per la ricerca, il trasferimento tecnologico e l'imprenditorialità" della Regione Emilia-Romagna, ai sensi della Delibera dell'Assemblea Legislativa e di Rappresentanza n. 38 del 10/10/2015, dell'obiettivo tematico 10 del FESR FSE 2014/2020 e dell'asse di specializzazione intelligente della Regione Emilia-Romagna. È stata coordinata scientificamente dal Centro DIAPReM dell'Università di Ferrara con la collaborazione dell'Agenzia per la Ricostruzione dell'Emilia-Romagna-Sisma 2012, e della Rete Alta Tecnologia della Regione Emilia-Romagna, dei Laboratori di Ricerca del Tecnopolo dell'Università di Ferrara e della rete Cluster Build "Building and Construction".

Analizzando le attuali procedure, standard e strumenti per il rilievo del danno sismico, la ricerca presenta un flusso di lavoro integrato per la documentazione e il rilievo del danno sismico applicato ai teatri storici dell'Emilia-Romagna danneggiati dal sisma del 2012.

Partendo dall'analisi delle richieste dell'Agenzia Regionale per la Ricostruzione della Regione Emilia-Romagna- ARRER, che aveva riscontrato criticità nell'applicazione delle attuali procedure Mic (Ministero della Cultura) per il rilievo dei danni delle tipologie complesse: la scheda A-DC per le chiese e la scheda B-DP per gli edifici. L'utilizzo delle due schede ha evidenziato la mancanza di strumenti *ad hoc* per le architetture complesse come castelli, cimiteri e teatri, con conseguente perdita di informazioni quantitative e qualitative necessarie alla conoscenza, alla conservazione e quindi alla gestione del processo di ricostruzione. A fronte di ciò, sono stati studiati gli standard nazionali e internazionali di documentazione integrata, le banche dati digitali esistenti per la catalogazione e la classificazione dei beni culturali e la gestione del rischio sismico per sviluppare un flusso di lavoro di procedure integrate per il rilievo del danno sismico sullo specifico caso di studio assegnato: Teatri Storici Regionali colpiti dal terremoto del 2012. La ricerca ha utilizzato l'approccio olistico e interdisciplinare della documentazione integrata per sviluppare un flusso di lavoro procedurale integrato per migliorare e ottimizzare le operazioni di rilevamento del danno sismico nel caso di studio. Nel fornire un flusso di procedure integrate per la prevenzione e la mitigazione dei rischi legati a potenziali stati di emergenza, sia naturali che antropici, la ricerca segue un approccio metodologico "estensivo" per testare l'indagine al di fuori del cratere emiliano. L'impianto metodologico si basa sull'analisi critico-comparativa, suddivisa in due livelli: il primo ha riguardato lo studio delle criticità del modulo B-DP, utilizzato principalmente nell'indagine teatrale del 2012. Il secondo livello ha riguardato le tecniche - laser scanning, fotogrammetria digitale - e le metodologie di rilievo integrato applicate durante le indagini di approfondimento per gli interventi di riparazione e restauro. L'analisi critico-comparativa e lo studio morfo-tipologico hanno portato allo sviluppo di un flusso procedurale integrato per il rilievo dei danni nei teatri storici.

Il flusso integrato è composto da tre livelli informativi: L1. Livello di screening per il rilievo visivo; il livello di rilievo L2 definisce le fasi di acquisizione 3D per lo studio geometrico-dimensionale dei teatri. Il livello L3 BIM Plus guida l'implementazione del livello di conoscenza dei modelli parametrici HBIM per la documentazione, la gestione e il monitoraggio dei teatri storici. I tre livelli sono stati testati e verificati sul caso pilota del Teatro Sociale di Novi di Modena. Inoltre, utilizzando la metodologia estesa, il livello L1 è stato testato sul Teatro Masini di Faenza e sul teatro di Spalato. Il flusso di lavoro integrato è lo strumento di conoscenza indispensabile per documentare i teatri storici sulle specifiche caratteristiche storico-architettoniche legate alla vulnerabilità sismica. I livelli del flusso di lavoro sono i prerequisiti per lo sviluppo di database informativi collegati alla piattaforma semantica HBIM di Inception. L'utilizzo del web semantico HBIM e dell'ontologia sviluppata consente di comprendere le caratteristiche e le peculiarità dei teatri e quindi di gestire in un ambiente collaborativo le operazioni di monitoraggio e manutenzione del bene. Quest'ultimo aspetto è un possibile sviluppo futuro della ricerca che suggerisce di ottimizzare le fasi di ricostruzione dei beni culturali e di definire strategie di conservazione e gestione del patrimonio storico e architettonico.