



PVBLICA

## **ReUSO 2024**

### **Documentazione, restauro e rigenerazione sostenibile del patrimonio costruito**

a cura di  
**Alessio Cardaci, Francesca Picchio, Antonella Versaci**



ISBN: 978-88-99586-454



PUBLICA

## **ReUSO 2024**

### **Documentazione, restauro e rigenerazione sostenibile del patrimonio costruito**

a cura di  
Alessio Cardaci, Francesca Picchio, Antonella Versaci

**ISBN: 978-88-99586-454**

Alessio Cardaci, Francesca Picchio, Antonella Versaci (a cura di)  
*Reuso 2024: Documentazione, restauro e rigenerazione sostenibile del patrimonio costruito*  
© PUBLICA, Alghero, 2024  
ISBN 978 88 99586 454  
Pubblicazione Ottobre 2024

I saggi contenuti in questo volume sono stati sottoposti  
a referaggio cieco (*double blind peer review*) da parte di *referee*  
facenti parte di un apposito comitato scientifico.

Dipartimento di Ingegneria e Scienze Applicate  
Università degli Studi di Bergamo

Dipartimento Ingegneria Civile Architettura DICAr  
Università degli Studi di Pavia

Dipartimento di Ingegneria e Architettura  
Università degli Studi di Enna “Kore”



PUBLICA  
WWW.PUBLICAPRESS.IT



## COMITATI

### DIREZIONE SCIENTIFICA

Alessio Cardaci – Università degli Studi di Bergamo  
Francesca Picchio – Università degli Studi di Pavia  
Antonella Versaci – Università degli Studi di Enna ‘Kore’

### COMITATO D’ONORE

Sergio Cavaliere – Magnifico Rettore Università degli Studi di Bergamo  
Elena Carnevali – Sindaco del Comune di Bergamo  
Sergio Gandi – Vicesindaco del Comune di Bergamo, delegato alla Cultura e Rapporti con l’Università  
Elisabetta Bani – Pro-Rettore Università degli Studi di Bergamo  
Giuseppe Franchini –Direttore DISA – Università degli Studi di Bergamo  
Andrea Penna – Direttore DICAr – Università degli Studi di Pavia  
Francesco Castelli – Direttore DIA – Università degli Studi di Enna “Kore”  
Francesca Fatta – Presidente UID – Unione Italiana Disegno  
Rossella Salerno – Vicepresidente UID – Unione Italiana Disegno  
Fabio Fatiguso – Presidente Ar.Tec. – Società Scientifica di Architettura Tecnica  
Renata Picone – Presidente SIRA – Società Italiana per il Restauro dell’Architettura  
Maurizio Caperna – Vicepresidente SIRA – Società Italiana per il Restauro dell’Architettura  
Elena Svalduz – Presidente AISU – Associazione Italiana di Storia Urbana  
Massimiliano Savorra – Vicepresidente AISU – Associazione Italiana di Storia Urbana  
Edoardo Currà – Presidente AIPAI – Associazione Italiana per il Patrimonio Archeologico Industriale  
Bernardo Naticchia - Presidente ISTeA - Italian Society Science Technology and Engineering of Architecture  
Roberta Frigeni – Direttore del Museo delle Storie di Bergamo  
Cristiana Iommi – Responsabile Biblioteca Civica Angelo Mai e Archivi storici  
Giovanni Carlo Federico Villa – Presidente Ateneo di Scienze Lettere ed Arti  
Laura Serra Perani – Vicepresidente Ateneo di Scienze Lettere ed Arti  
Maria Mencaroni Zoppetti – Vicepresidente Ateneo di Scienze Lettere ed Arti  
Sergio Tosato - Presidente della Fondazione Dalmine  
Carolina Lussana - Vice-Presidente della Fondazione Dalmine  
Mariangela Carlessi - Presidente della Fondazione ‘Giusi Pesenti Calvi’

### COMITATO SCIENTIFICO

Andrea Arrighetti – Università degli Studi di Siena  
Marcello Balzani – Università degli Studi di Ferrara  
Calogero Bellanca – Università degli Studi di Roma ‘La Sapienza’  
Andrea Belleri – Università degli Studi di Bergamo  
Stefano Bertocci – Università degli Studi di Firenze  
Daniela Besana – Università degli Studi di Pavia  
Matteo Bigongiari – Università degli Studi di Firenze  
Vanessa Borges Brasileiro – Universidade Federal de Minas Gerais  
Maria Sole Brioschi – Università degli Studi di Bergamo  
Susanna Caccia Gherardini – Università degli Studi di Firenze  
Alessio Cardaci – Università degli Studi di Bergamo  
Santi Cascone – Università degli Studi di Catania  
Chiara Circo – Università degli Studi di Catania

Antonio Conte – Università degli Studi della Basilicata  
 Valentina Cristini – Universitat Politècnica de València  
 Fauzia Farneti – Università degli Studi di Firenze  
 Marinella Fossetti – Università degli Studi di Enna ‘Kore’  
 Emanuele Garda – Università degli Studi di Bergamo  
 Daniela Giretti – Università degli Studi di Bergamo  
 Alessandra Ghisalberti – Università degli Studi di Bergamo  
 Alessandro Greco – Università degli Studi di Pavia  
 Antonella Guida – Università degli Studi della Basilicata  
 Mariangela Liuzzo – Università degli Studi di Enna ‘Kore’  
 Nora Lombardini – Politecnico di Milano  
 Alessandra Marini – Università degli Studi di Bergamo  
 Giovanni Minutoli – Università degli Studi di Firenze  
 Camilla Mileto – Universitat Politècnica de València  
 Giulio Mirabella Roberti – Università degli Studi di Bergamo  
 Susana Mora Alonso-Muñoyerro – Universidad Politécnica de Madrid  
 Marco Morandotti – Università degli Studi di Pavia  
 Maurizio Oddo – Università degli Studi di Enna ‘Kore’  
 Luis Palmero Iglesias – Universitat Politècnica de València  
 Caterina Palestini – Università degli Studi “G. d’Annunzio” Chieti-Pescara  
 Elisabetta Palumbo – Università degli Studi di Bergamo  
 Sandro Parrinello – Università degli Studi di Firenze  
 Francesca Picchio – Università degli Studi di Pavia  
 Davide Prati – Università degli Studi di Bergamo  
 Monica Resmini – Università degli Studi di Bergamo  
 Marco Ricciarini – Università degli Studi di Pavia  
 Paolo Riva – Università degli Studi di Bergamo  
 Emanuele Romeo – Politecnico di Torino  
 Riccardo Rudiero – Politecnico di Torino  
 Giuseppe Ruscica – Università degli Studi di Bergamo  
 Massimiliano Savorra – Università degli Studi di Pavia  
 Barbara Scala – Università degli Studi di Brescia  
 Marco Tanganelli – Università degli Studi di Firenze  
 Ilaria Trizio – Istituto per le Tecnologie della Costruzione CNR  
 Silvio Van Riel – Università degli Studi di Firenze  
 Fernando Vegas López-Manzanares – Universitat Politècnica de València  
 Antonella Versaci – Università degli Studi di Enna ‘Kore’  
 Maria Rosaria Vitale – Università degli Studi di Catania

#### SEGRETERIA ORGANIZZATIVA

Pietro Azzola – Università degli Studi di Bergamo  
 Sara Brescia – Università degli Studi di Pavia  
 Gabriele Daleffe – Università degli Studi di Bergamo  
 Anna Dell’Amico – Università degli Studi di Pavia  
 Elisabetta Doria – Università degli Studi di Pavia  
 Luca Renato Fauzia – Università degli Studi di Enna ‘Kore’  
 Francesca Galasso – Università degli Studi di Pavia  
 Silvia La Placa – Università degli Studi di Pavia  
 Monica Lusoli – Università degli Studi di Firenze  
 Giulia Porcheddu – Università degli Studi di Pavia  
 Michele Russo – Università degli Studi di Enna ‘Kore’

#### COMITATO FONDATORE ASSOCIAZIONE ReUSO

Stefano Bertocci – Università degli Studi di Firenze  
 Fauzia Farneti – Università degli Studi di Firenze  
 Giovanni Minutoli – Università degli Studi di Firenze  
 Susana Mora Alonso-Muñoyerro – Universidad Politécnica de Madrid  
 Silvio Van Riel – Università degli Studi di Firenze

#### CON IL SUPPORTO DI



#### CON IL PATROCINIO DI



#### SPONSOR





## INDICE

- XXI *Introduzione*
- XXIV *Conservare il patrimonio in tempo di crisi*
- XXVI *Presentazioni istituzionali*
- XXVIII *Lista degli autori*

### SEZIONE 1 - Tecnologie e strumenti al servizio del percorso di conoscenza: letture storico-critiche, documentazione, rappresentazione, valorizzazione del patrimonio costruito e paesaggistico anche mediante il mondo digitale

- 3 Renato Morganti, Laura Ciammitti  
*Strumenti per il recupero del patrimonio costruito: relazioni tra normativa e manualistica*
- 15 Daniele Romagnoli  
*BIM e GIS 3D per la mappatura del degrado: casi studio a confronto*
- 27 Francesca Lembo Fazio  
*Riuso dell'antico a Roma e nei suoi territori circostanti. Alcuni casi nei possedimenti sotto l'influenza degli Orsini*
- 39 Riccardo Rudiero  
*Across religious wars and resistance: the transnational valorization of Waldensian Valleys*
- 49 Sonia Mollica  
*Il Villaggio del Fanciullo di Marcello D'Olivio: per una valorizzazione del pensiero progettuale*
- 61 Valentina Astini, Mariana Bettolli, Pasquale Cucco, Carla Ferreyra  
*Among the rocks: Roccagloriosa's castle as a place of knowledge and interpretation*
- 73 Federica Pompejano, Sara Mauri, Marta Casanova, Sara Rocco  
*DBMS and GIS for the knowledge of the Ferrania (post) industrial site (Savona, Italy) within the Land-in-pro research project*
- 83 Antonella Salucci, Serena Sanseviero  
*Integrità dell'immagine dell'abitare collettivo. da 'Prato-Della-Fiera' a primo quartiere social-housing d'Abruzzo*
- 95 Marco Bussoli, Giacomo Cardella  
*Conoscenza della fabbrica e consolidamento: il caso di San Francesco a Ferrara*
- 105 Daniele Romagnoli, Marta Lalli  
*Modelli 3D e progetto di restauro: strumenti e metodi per l'analisi e la risoluzione del testo architettonico*
- 117 Cassia De Lian Cui, Edoardo Currà, Antonio Fioravanti, Wei Yan  
*AI-powered built heritage: enhancing interpretation and recovery processes with generative ai models*
- 129 Anna Gallo  
*Acqua e architettura. Percorsi di conoscenza del patrimonio storico urbano per future strategie di gestione, tutela e valorizzazione nell'ottica della sostenibilità*

**141** Giuseppe Fortunato, Lorenzo Russo, Antonio Agostino Zappani  
*Verso un modello informativo della facciata della chiesa di San Domenico in Soriano Calabro*

**153** Federica Fiorio, Nicola Parisi  
*Il ruolo del digitale nella conoscenza e valorizzazione del patrimonio culturale: prospettive multidisciplinari per la costruzione di approccio progettuale integrato*

**163** Giovanni Caffio  
*Ri-generare i piccoli comuni abruzzesi: un’ esplorazione attraverso il disegno a mano libera*

**173** Vincenzo Cirillo, Rosina Iaderosa  
*Il rilievo integrato e la documentazione digitale per la conoscenza dei borghi storici*

**185** Gennaro Pio Lento, Angelo De Cicco  
*I Jardines de Alfabia sull’isola di Palma de Mallorca in Spagna. Processi di conoscenza del patrimonio naturale e costruito*

**195** Gianluca Gioioso  
*Il chiostro della cattedrale dell’Assunzione di Maria Vergine e di San Frutos a Segovia, in Spagna. Conoscenza, rappresentazione, documentazione*

**205** Antonella Salucci, Emanuela Chiavoni  
*Osservatorio urbano tra disegno, colore e fotografia. Piazza Perin del Vaga al Flaminio, Roma*

**217** Stefano Cecamore, Claudio Mazzanti  
*Dalle case di terra alle ville suburbane: architettura rurale da tutelare nella Regione Abruzzo*

**229** Stefano Cecamore, Giancarla Eleuterio  
*Ciudad y patrimonio construido, análisis y valorización de la Arquitectura del Siglo XX en el contexto de conservación y desarrollo urbano. Villa Clemente en Pescara*

**241** Alessio Altadonna, Alessia Chillemi, Giuseppina Salvo, Fabio Todesco  
*Digitalizzazione del patrimonio edilizio a Massa San Nicola (ME): un caso di studio per una gestione efficiente dei dati e la conservazione*

**253** Domenico Iovane, Margherita Cicala  
*Documentazione e conoscenza per un re-uso consapevole: la Filanda del Complesso Monumentale del Belvedere di San Leucio*

**265** Fabiana Guerriero, Luigi Corniello  
*The Temple of Debod in Madrid. Knowledge and representation of monumental architecture in Spain*

**275** Luca Sbrogiò  
*Livelli di informazione e di sviluppo nella modellazione informativa degli edifici storici (HBIM) per il restauro*

**287** Francesco Trovò, Ilaria Forti  
*Le Galeazze dell’Arsenale di Venezia tra didattica e opportunità di riuso*

**299** Luigi Corniello  
*Tecnologie e strumenti per la conoscenza della rete infrastrutturale dei trasporti in Albania*

**309** Alessia Garozzo, Rosario Scaduto  
*Architetture dismesse. Rappresentazione e valorizzazione*

**321** Caterina Palestini, Stella Lolli, Elena Eramo  
*Lettture grafiche per la valorizzazione delle memorie tangibili e intangibili di Lama dei Peligni*

**333** Riccardo Florio, Raffaele Catuogno, Teresa Della Corte, Anna Sanseverino, Alessandra Tortoriello, Mario Delli Prisco, Caterina Borrelli  
*Costruzione di un ecosistema informativo digitale: il caso studio del c.d. Tempio di Venere a Baia*

**345** Alessio Altadonna, Antonino Nastasi  
*Palinsesti inevitabili: alcune letture e rilievi sulla città di Milazzo*

**357** Carlo Biagini, Andrea Bongini, Daniele D’Errico, Gianmarco Dell’Orca  
*Exchange Information Requirements (EIR) in BIM Uses for the structural analysis of historic buildings: the case study of Aldobrandeschi Palace in Grosseto*

**369** Raissa Garozzo, Angela Moschella, Cettina Santagati  
*Tecnologie digitali a supporto del percorso di conoscenza del patrimonio industriale: l’ex-conceria dei fratelli Rizzo ad Acireale*

**381** Silvia La Placa, Elisabetta Doria, Jolanta Sroczynska  
*Fast survey methodologies for knowledge, analysis, and digital valorization of the built heritage in educational context*

**393** Stefano Bertocci, Federico Cioli, Maria Chiara Forfori  
*Protocolli sperimentali per la documentazione del patrimonio teatrale. Esperienze di rilievo digitale dei teatri storici fiorentini*

**403** Ilaria Trizio, Francesca Savini, Gianluca Ciuca, Antonio Sandoli, Giovanni Fabbrocino, Adriana Marra  
*Progettazione integrata in ambiente HBIM del recupero di un’area urbana in stato di abbandono*

**415** Alessio Cardaci, Pietro Azzola, Antonella Versaci  
*A virtual museum in the Upper Town of Bergamo. Reuse and digitalisation to preserve and enhance the former convent of San Francesco*

**427** Anna M. Gueli, Mariangela Liuzzo, Giuseppe Margani, Giuseppe Stella  
*Un approccio multidisciplinare per lo studio dell’uso e del riuso degli antichi edifici termali*

**439** Regina Helena Vieira Santos  
*Architettura Moderna: Clube Paineiras do Morumby*

**451** Giovanni Pancani, Rosa Romani, Maddalena Branchi  
*I centri minori del Casentino, come laboratorio di rigenerazione sociale, ambientale ed economica delle aree interne*

**463** Matteo Bigongiari  
*La Cittadella Appiani a Piombino: uno sguardo sul passato per valorizzare gli interventi futuri*

475 Gianlorenzo Dellabartola, Anna Dell’Amico  
*Georeferenziazione e analisi multilivello per la conoscenza e la rappresentazione digitale dell’isola di Madonna del Monte a Venezia*

487 Anna Marotta, Giulio Marchettoni  
*La cittadella di Alessandria, faro di pace in Europa: un progetto del Consiglio d’Europa dalla storia al futuro*

SEZIONE 2 - Restauro, riuso, fruizione, valorizzazione:  
teorie, orientamenti e indirizzi metodologici per la conservazione del patrimonio  
architettonico, archeologico, paesaggistico e delle componenti materiche e strutturali

499 Fabio Ambrogio  
*Il teatro e l’anfiteatro di Magontiacum. Progetti e trasformazioni per la tutela del patrimonio archeologico. Un work in progress*

511 Elisabetta Grandis  
*Nascita e adattamenti del tempio valdese di Genova: da Carlo Gabetti a Giovanni Klaus Koenig*

521 Matilde Caravello  
*La Grotticina di Madama: il rilievo critico di un arredo cinquecentesco all’interno del Giardino di Boboli a Firenze*

531 Andrea Savorelli  
*Il chiostro dell’abbazia di San Mercuriale a Forlì, dal restauro di “innovazione” di Gustavo Giovannoni del 1939 ai restauri conservativi nel nuovo millennio*

541 Emanuele Romeo  
*Alcune considerazioni sul restauro archeologico tra conservazione della memoria e valorizzazione compatibile*

551 Maria Parente, Federica Ottoni  
*Una conoscenza guidata tra geometria, storia e struttura: la conservazione delle strutture in legno in ambiente H-BIM*

563 Ilaria Forti, Isabella Friso, Gabriella Liva, Irene Rocca  
*San Francesco della Vigna a Venezia. Tecniche di rilievo per la valorizzazione e il monitoraggio dei beni architettonici*

575 Chiara Atanasi Brilli  
*Progetto di riqualificazione e restauro del complesso edilizio del mercato coperto di piazza Cavour\_ PNNR Missione 5 Rigenerazione Urbana*

585 Gabriella Guarisco, Daniela Oreni  
*La conoscenza per la valorizzazione della foresteria dell’abbazia cistercense di Chiaravalle Milanese*

597 Brunella Canonaco  
*Dalla conoscenza alla conservazione di un patrimonio di archeologia industriale nel Mediterraneo: le Imprese della Cannamele*

609 Angela Valentina Campolongo, Federica Castiglione  
*Analisi per la conoscenza di un opificio molitorio emblematico nella Calabria Citra: il Mulino di Mezzo nella Valle del Fullone.*

621 Adriana Trematerra  
*Strategie di valorizzazione per un turismo religioso sostenibile: il riuso dell’architettura ortodossa balcanica*

631 Marta Inama, Cinzia Martino, Alessia Vergari  
*Advanced technologies for built cultural heritage conservation: palazzo Polo – Freguglia facade*

641 Cecilia Antonini Lanari  
*Restauro e museografia in Italia*

649 Calogero Bellanca, Susana Mora Alonso-Muñoyerro  
*Un ejemplo historico en Espana: los Paradores*

661 Laura Suvieri, Fabio Bianconi, Marco Filippucci, Andreas Lechner  
*Typological adaptive reuse of contemporary European commercial derelicts. Studies for the transformations of real estate into multifunctional third spaces*

673 Valentina Vacca  
*Narrating ancient landscapes: infrastructure and archaeological areas*

681 Enrica Petrucci, Claudia Vagnozzi  
*Itinerari di patrimonio alla riscoperta dei manufatti legati all’uso dell’acqua*

693 Maria Grazia Ercolino  
*L’insediamento industriale della Snia-Viscosa a Roma: cento anni di [r]esistenza tra storia, natura e architettura*

705 Alessandra Renzulli, Luisa Lombardo  
*Between the enhancement of heritage and geotourism: sustainable approaches for the re-generation of Geoparks UNESCO*

717 Manlio Montuori, Luca Rocchi  
*La conservazione preventiva nei luoghi custodi della memoria e il monitoraggio degli agenti biodeteriogeni*

727 Giovanna Badaloni  
*Oltre il Muro. Verso Nuovi Scenari di Valorizzazione e Riuso della Cittadella di Ancona*

739 Benida Kraja, Fiona Nepravishta, Vjola Ilia  
*The impact of systematic cataloging on the preservation of cultural heritage for traditional albanian tower house*

749 Francesca Albani, Matteo Gambaro  
*Il patrimonio diffuso come occasione per la città di riscoprire sé stessa. Il caso delle zone “extra moenia” di Monza*

761 Calogero Vinci, Gianvito Cacciatore  
*I balconi in travertino di Alcamo. Analisi e conoscenza per un recupero compatibile*

773 Fiona Nepravishta  
*Industrial heritage preservation and adaptive reuse: Kombinat case study*

785 Anna Laura Petracci  
*L'auto-recupero nel cantiere di restauro del Palazzo del Podestà al Galluzzo a Firenze: una forma partecipata per il riuso e la valorizzazione del patrimonio culturale*

797 Elisabetta Caterina Giovannini, Davide Prati, Virna Maria Nannei, Giulio Mirabella Roberti  
**Interdisciplinarity in architecture: an HBIM data modelling approach for the church of San Tomè in Almenno (BG)**

809 Anna Trupia  
*Scenari di riuso e valorizzazione delle rovine archeologiche. Il caso delle Terme Imperiali di Caracalla a Roma*

821 Marco Ricciarini, Anastasia Cottini, Veronica Braccini  
*Metodologie di documentazione digitale per la valutazione e il recupero di insediamenti urbani: i casi studio di Camporgiano, Fornovolasco e Villa Basilica (LU)*

833 Antonella Versaci, Raimon Farré Moretó, Núria Salvadó Aragonès, Luca Renato Fauzia, Michele Russo, Irene Vaccalluzzo  
*Dalla percezione del genius loci al progetto. Proposte di riuso dell'ex chiesa di Sant'Anna a Piazza Armerina*

845 Massimiliano Savorra, Francesca Galasso  
*Digital storytelling and participatory tools. Enhancing and preserving the urban historical memory of the city of Bethlehem*

857 Sofia Velichanskaia, Nora Lombardini  
*"Bitter work": the problem of safeguarding policies the Modernist heritage of former Soviet Republics*

867 Miriam Terzoni, Nora Lombardini  
*Awareness of context identity for the conservation of cultural heritage*

877 Monica Resmini  
*La facciata delle Marmoreas... Domos di Benedetto Ghislandi (detta dell'Arciprete): cronaca di un restauro*

887 Beatrice Bolandrini, Roberta Grazioli  
*Affreschi strappati nel monastero di S. Spirito a Bergamo: restauro e rinascita*

897 Christian Campanella, Michela Tesson  
*Le ragioni del progetto (di architettura). Ritrovare Santa Marta*

909 Clara Verazzo  
*The modern ruin. some reflections about the monument Gabriele D'Annunzio*

921 Daniela Oreni, Gianfranco Pertot  
*La tormentata vicenda della chiesa e dell'ex monastero di San Bernardo in Milano, sede del collegio Calchi Taeggi. Studi e rilievi per la conoscenza, la conservazione e il riuso*

933 Alessandro Bazzoffia  
*Peschiera: fortezza veneziana di terraferma tra il Garda e il Mincio*

941 Fauzia Farneti  
*Palazzo Pucci a Firenze e il restauro innovativo di Piero Sanpaolesi*

951 Susanna Caccia Gherardini  
*Usus sine doctrina. Around a possible theory of micro-restoration*

SEZIONE 3 - Mitigazione del rischio sismico, idrogeologico e antropico dei Beni Culturali, architettonici, urbani e ambientali: indirizzi e criticità degli interventi di conservazione finalizzati alla tutela del Patrimonio

963 Andrea Donelli  
*Dissonanze: disegno – rilievo recupero e/o restauro del costruito edilizio*

975 Guido Romano, Gabriele Bernardini, Enrico Quagliarini, Marco D'Orazio  
*Flood risk in historic built environments: how do safe human behaviors matter?*

985 Maria Teresa Cristofaro, Giorgio Caselli, Costanza Stramaccioni, Marco Tanganelli  
*Studio sperimentale delle prestazioni meccaniche di una malta a base di calce per interventi su edifici monumentali*

997 Filippo Maria Del Vecchio, Anna Livia Ciuffreda, Agnese Gasparotti, Marco Tanganelli  
*Approcci integrati per la conoscenza ai fini della valutazione della sicurezza strutturale di edifici scolastici*

1009 Nebai Osorio Ugalde  
*Riabilitazione del patrimonio storico per la sostenibilità di Città del Messico*

1019 Gülru Koca  
*Evaluation of retrofit interventions in terms of seismic resistance*

1029 Cesare Tocci, Francesca De Cola  
*La standardizzazione del rilievo del danno. Meccanismi ricorrenti nei sistemi voltati in occasione del terremoto de L'Aquila del 2009*

1041 Francesco Monni, Enrico Quagliarini  
*Confinamento di colonne in muratura di mattoni facciavista con micro-trefoli in acciaio annegati nei giunti di malta: risultati sperimentali*

1053 Francesco Monni  
*L'intervento di recupero come risorsa per avviare un processo di conservazione preventiva: il caso del Palazzo Comunale di Corinaldo (Marche, Italia)*

SEZIONE 4 - Strategie di intervento sul patrimonio costruito: abitabilità, accessibilità, trasformabilità, adattabilità e resilienza

1065 Francesco Spada, Laura Greco  
*Un contributo alla conoscenza del patrimonio costruito prefabbricato del Sud-Italia. Due interventi degli anni Settanta a Cosenza*

**1077** Pierfrancesco Fiore, Antonio Nesticò, Francesco Pisani, Emanuela D’Andria  
*Strategies for the sustainable regeneration of small towns: integrated reuse. Model and application to a case study in Campania (Italy)*

**1087** Domenico Amati, Marica Marazia, Sabrina Mellacqua  
*Il patrimonio ecclesiastico abbandonato: il caso dell’ex convento di Sant’Elia a Trepuzzi. Conoscenza, conservazione, restauro e valorizzazione*

**1099** Cristina Navajas Jaén  
*El museo Kolumba de Peter Zumthor en Colonia. Una construcción sobre las ruinas de la antigua iglesia gótica*

**1111** Maria Grazia Cianci, Michela Schiaroli  
*Lo spazio dell’immateriale. La ex fabbrica Mira Lanza, tra permanenze archeologiche e connessioni dello spazio urbano*

**1121** Domenico Chizzoniti, Tommaso Lolli, Amra Salihbegovic  
*The post-war reconstruction of spaces for worship.three project proposals in Mosul*

**1133** Michele La Noce, Grazia Massimino, Gaetano Sciuto  
*Il recupero dell’architettura rurale. Il caso studio della masseria Maucini*

**1143** Laura Magri  
*Efficientamento energetico e valorizzazione dell’architettura residenziale del secondo Novecento. Sfide, ricadute e potenzialità degli incentivi fiscali*

**1151** Rolando Pizzoli, Paola Bassani, Giuliana Cardani  
*The preservation of cultural heritage through the national recovery and resilience plan: opportunities and criticalities*

**1161** Fausta Fiorillo, Riccardo Mirri, Giuliana Cardani  
*Back to court: a reuse perspective to preserve identity and memory of Palazzo Visconti Nuovo (Brignano Gera d’Adda - BG)*

**1173** Federica Ribera, Antonello Pagliuca, Pier Pasquale Trausi, Giulia Neri, Roberto Facendola  
*Conoscenza e recupero della Palazzina di Comando dell’Idroscalo di Taranto di Armando Brasini*

**1183** Santi Maria Cascone, Lucrezia Longhitano, Salvatore Polverino, Giuliana Sciacca  
*Conoscenza, recupero e riutilizzo. Il caso genovese del Tabarca*

**1195** Giorgia Ranieri  
*Patrimonio architettonico VS. speculazione edilizia: la masseria Solito a Taranto*

**1205** Giorgia Strano, Francesca Castagneto  
*Ripensare i nuovi luoghi della cultura: strategie ibride di recupero e riuso culturale. Il progetto di rigenerazione urbana degli Ex Magazzini della Stazione Ferroviaria di Noto*

**1217** Vincenzo Sapienza, Angelo Monteleone  
*Digital building technologies for the architectural sustainable modules, in fragile context. Application in the fragile context of Aeolian islands*

**1229** Daniela Besana, Carmine Isi, Marco Morandotti  
*Strumenti di valutazione per la lettura del grado di reversibilità del patrimonio costruito*

**1241** Rebecca Moroni, Cinzia Maria Luisa Talamo, Oscar Eugenio Bellini  
*Il riuso a scopi sociali dei beni confiscati alla criminalità organizzata: il caso di regione Lombardia*

**1253** Valentina Spagnoli, Maria Vittoria Arnetoli, Sandra Carlini  
*La residenzialità studentesca come strumento di rigenerazione del patrimonio storico e moderno dismesso*

**1263** Salvatore Di Maggio, Calogero Di Maggio, Rossella Corrao, Calogero Vinci  
*Volte realine. Interventi di recupero e manutenzione*

**1273** Gianni Di Giovanni  
*Una metodologia operativa per il recupero tecnologico degli aggregati edilizi: verso un modello di interoperabilità*

**1283** Attilio Ferraro, Emanuela D’Andria, Pierfrancesco Fiore  
*Riuso adattivo e flessibilità architettonica: un modello partecipato e sostenibile per la trasformazione del Complesso “Lanzani” in Barlassina (MB), Italia*

**1295** Vjola Ilia, Florian Nepravishta, Benida Kraja  
*Restoration and revitalisation of Korça and Gjirokastra bazaars in Albania*

**1307** Giuseppe Canestrino, Roberta Lucente  
*Dialoghi compositivi con le fortificazioni. Una mappatura (2009 -2024) per la codifica di possibili azioni progettuali sulle fortezze “alla moderna”*

**1319** Alessandro Greco, Marco Morandotti, Daniela Besana  
*Strategie e approcci sostenibili per l’edilizia universitaria: la rigenerazione dell’area degli “Istituti Scientifici” in Pavia*

**1331** Alberto Anello, Angelo Ganazzoli, Luigi Savio Margagliotta  
*Il borgo rurale nella contemporaneità: progetti per la valorizzazione*

**1343** Antonino Margagliotta, Paolo De Marco, Emanuele Richiusa  
*Il patrimonio e la città. Un’occasione di riuso adattivo*

**1355** Teresa Casale, Emilia Garda, Valentina Porta  
*L’educazione alla legalità. Il caso dei beni confiscati alle mafie*

**1367** Luca Zecchin  
*Architettura interrotta. Paesaggio interspeciale*

**1379** Simonetta Acacia  
*Uso e riuso delle ville genovesi tra trasformazioni urbane e tutela*

**1391** Emanuele Garda, Marta Rodeschini  
*Strumenti di partenariato speciale e processi di rigenerazione del patrimonio pubblico: l’esperienza del Monastero del Carmine a Bergamo*

**1403** Pedro Murilo Freitas, Cristina Tasso, Ana Marques, João Ling, Teresa Cunha Ferreira  
*Training Experiences on Contemporary Architectural Heritage through heuristic activities: values-based reuse designs for the Escuelas Profesionales San José, Valencia, Spain*

**1415** Maurizio Oddo, Alessandro Barracco  
*Architettura, Storia e Contemporaneità. Innovazione tecnologica versus Restauro del Moderno*

**1427** Regina Helena Vieira Santos, Leticia Falasqui Tachinardi Rocha  
*Solar da Marquesa de Santos, del XVIII secolo, il suo reuso*

**1437** Michelle Gualdi, Andrea Belleri, Elisabetta Palumbo  
*Riuso di pannelli in acciaio formato a freddo per la riqualificazione integrata di edifici esistenti e per nuove costruzioni*

**1447** Pablo Alejandro Cruz Franco, Elena Gómez Bernal, María Pérez Sendín, Adela Rueda Márquez de la Plata  
*Nuevas fronteras en la conservación del patrimonio: integración de NERF en la restauración de monumentos arquitectónicos y control de obra.*

**1457** Pablo Alejandro Cruz Franco, Diego Gaspar Rodríguez, Elena Gómez Bernal, María Pérez Sendín, Adela Rueda Márquez de la Plata  
*DIGIMAP: diseño y gestión eficiente de gemelos digitales mediante sistemas de información: bases de datos geospaciales para la preservación del patrimonio arquitectónico*

**1469** Giorgio Ghelfi  
*Trattamenti conservativi per la pietra. Il caso della Porta de las Granadas dell’Alhambra*

**1479** Eugenio Vassallo, Bogumil Filipczuk, Giuseppe Nucara, Riccardo Sonzogni, Virginio Brocajoli, Carlo Pavan, Alessio Leondini, Paolo Sette  
*Dal Restauro del Grand Hotel di San Pellegrino Terme spunti e riflessioni su questioni di metodo e scelte operative*

SEZIONE 5 - Strategie di intervento per la gestione, la rivitalizzazione e la rigenerazione delle città, dei centri storici e delle aree periferiche: pianificazione, strategie e progetti di intervento sul costruito urbano, sul territorio e sul paesaggio

**1489** Pablo Altaba Tena, Juan A. García-Esparza, Anna Valentín  
*Assembling cultural and natural values in vernacular landscapes: an experimental analysis*

**1499** Samia Chergui  
*Using building archaeology for a more careful and efficient restoration of architectural heritage in ottoman Algiers*

**1511** Alessandra Palma  
*Ri-costruire con la vegetazione. Kamarina (Ragusa) e la percezione del tempo*

**1523** Laura Lucarelli, Arturo Gallozzi, Marcello Zordan, Michela Cigola  
*Conservazione e recupero dei centri storici minori: il caso di Atina nel Lazio Meridionale*

**1535** Laura Lucarelli, Arturo Gallozzi, Michela Cigola, Marcello Zordan  
*Castelli e architetture difensive nei centri minori italiani. Il caso studio della Valle di Comino*

**1547** Ivana Passamani, Olivia Longo, Virginia Sgobba, Davide Sigurtà  
*Il paesaggio dentro l’architettura. Microarchitetture per una nuova mobilità sostenibile e resiliente*

**1559** Barbara Scala  
*Oltre il mutuo aiuto: il valore del credere nelle risorse locali per la rivitalizzazione del territorio e del paesaggio dell’alta Valle Trompia*

**1571** Alessandra Vazzoler, Olivia Longo, Davide Sigurtà  
*Progetto di valorizzazione architettonica e urbana delle “Ex Trafilerie” a Nave (BS)*

**1583** Francesca Bilotta, Francesco Garofalo  
*Fabbriche rurali nella Piana di Sibari: l’esempio di masseria Torre della Chiesa*

**1593** Maria Paola Gatti, Giorgio Cacciaguerra  
*To regenerate the small villages of the Terragnolo Valley through responsible and sustainable tourism*

**1603** Claudia Battaino, Maria Paola Gatti, Andrea Zaniboni  
*The Arco landscape factory: conservation, valorisation and use of the rural heritage*

**1613** Cristian Tolù, Stefania Mornati, Ilaria Giannetti  
*Valorizzare il patrimonio della prefabbricazione leggera in Italia: una piattaforma digitale a supporto della “decostruzione selettiva”*

**1623** Mariangela Carlessi, Fabrizio Bonomi, Sergio Valetti  
*The ‘Belvedere’ Compendium in Alzano Lombardo. Themes and strategies for managing a multifaceted and complex heritage*

**1635** Emanuele Giaccari, Paolo Giannandrea, Marianna Calia, Mariangela Piumini, Emanuel Quarto  
*Il patrimonio immobiliare abbandonato di Alianello in Basilicata. Analisi e proposte per il riuso*

**1649** Lia Ferrari, Massimo Cotti  
*Architetture storiche rurali: una proposta di valorizzazione per il “Casello” della Commenda Gerosolimitana in Calerno*

**1661** Giulia Luciani  
*Patrimonio in azione. Mobilizzare il passato nella rigenerazione ecologica delle città europee*

**1673** Corrado Scudellaro  
*I fattori di rischio antropico sul patrimonio in terra lionese: cause, sintomi e prospettive*

**1683** Mariangela Carlessi, Alessandra Kluzer  
*Oltre ogni ragionevole dubbio. Accogliere l’attitudine dei luoghi come trait-d’union tra conoscenza e progetto funzionale*

**1693** Ornella Zerlenga, Vincenzo Cirillo, Riccardo Miele  
*In-accessibilità. Santa Maria della Sanità in Napoli fra best-practices e spazi inesplorati*

**1703** Amra Salihbegović  
*Military brownfields. From assessment to design strategy for the Sarajevo University Campus*

**1713** Giulia Formato  
*I silos granari. Difficoltà e opportunità per il riuso a confronto*

1725 Elena Zanazzi, Luca Leoni  
*Chiese emiliane e storia sismica recente: un’indagine sull’(in)efficacia degli interventi pregressi*

1737 Altea Panebianco, Barbara Caselli  
*Piattaforme digitali per le aree interne. Il caso studio di Stigliano*

1749 Lorna Dragonetti, Cecilia Mazzoli, Anna Chiara Benedetti, Annarita Ferrante  
*Riqualificazione energetica del patrimonio edilizio scolastico recente: metodo S.C.O.R.E.S. per la valutazione degli impatti delle strategie sostenibili di intervento*

1761 Stefano Cecamore  
*Earthquakes and endless reconstructions. Irpinia 1980, from Lioni to Cairano towards adequate protection and conservation of the historic centres*

1773 Stefano Cecamore, Arianna Petraccia  
*La chiesa dei SS. Marciano e Nicandro, terremoti, trasformabilità e adattabilità del patrimonio culturale aquilano*

1785 Stefano Cecamore  
*Una comunità per la conservazione e valorizzazione della Piana del Cavaliere. La tutela del patrimonio e la chiesa di San Giorgio Martire a Pereto (AQ)*

1795 Ilva Hoxhaj  
*Valona tra suolo e acqua: riconnettere il tessuto urbano attraverso il progetto del waterfront*

1805 Francesco Paolo R. Marino  
*Ventilated rainscreen, new materials and modern construction techniques in the renovation and recovery of a historic heritage building*

1817 Gianluca D’Agostino  
*Il patrimonio architettonico di Shahjahanabad: un destino incerto per le haveli della città vecchia di Delhi tra abbandono, heritage hotels e centri culturali*

1825 Esther Almarcha Núñez-Herrador, Rafael Villena Espinosa, José Manuel López Torán  
*Patrimonio monumental y turismo en la España Franquista*

1835 David Ordóñez-Castañón, Teresa Cunha Ferreira, Poliana Marques da Silva  
*Continuity and creation: adaptive reuse of a manor house in Esposende as Municipal Library by Bernardo Ferrão (1979-1992), Portugal*

1847 Carlo Atzeni, Stefano Cadoni, Massimo Faiferri, Stefano Mais, Silvia Mocci, Marco Moro, Fabrizio Pusceddu  
*Scientific infrastructure and landscape. First developments of the “Laboratory of architecture and territory” of the etic project*

1857 Marco Galimberti, Mauro Casartelli  
*Aree industriali dismesse: fragilità delle strategie di intervento per il comparto sud della Ticosa di Como (1982-2024)*

1867 Elena Cantatore, Vincenzo Ambrosio, Margherita Lasorella, Fabio Fatiguso  
*The systematization of technical information about architectural heritage in historic district by Citygml-Based Models. Preliminary activities towards digital recovery plans*

1879 Francesca Privitera, Emiliano Romagnoli  
*Contemporary Models of Co-living for ‘the three human ages’: strategie di intervento per una rigenerazione urbana e sociale del quartiere del Soccorso a Prato*

1891 Caio Felipe Gomes Violin, Renata Baesso Pereira  
*The reuse Project of Fazenda Mato Dentro in the city of Campinas-SP (Brazil): From a manor house to a Peace Museum*

1899 Albina Scioti, Ippolita Mecca  
*Il riuso degli edifici storici dismessi: il caso delle carceri*

1911 Alberto Cervesato  
*Borghi urbani. Sguardi progettuali per il riuso*

1923 Francesca Picchio, Marianna Calia, Silvia La Placa, Rossella Laera  
*Strategie di documentazione integrata e di rilievo speditivo per la valorizzazione dei contesti fragili*

1935 Sara Brescia, Giulia Porcheddu, Francesca Picchio  
*Strategie di rappresentazione di uno scavo archeologico*

1947 Chiara Marchionni  
*Strategies for the regeneration and revitalisation of historic port areas: the case of the “ca-liscendi” of the port of Giulianova (TE)*

1959 Silvia Meschini, Lavinia Chiara Tagliabue, Stefano Rinaldi, Giovanni Miri, Andrea Bracciali, Roberto Nai, Rosa Meo, Giuseppe Di Giuda  
*Blockchain-Driven Transparency: Revolutionizing Construction Tenders with Smart Contracts and Sustainable Waste Management*

1971 Luca Guardigli, Annarita Ferrante, Sara Lanzoni, Carlo Costantino, Lei Sun  
*Exploring the potential of wood for urban densification: a case study of sustainable architectural design education*

1983 Chiara Marchionni, Eleonora Laurini, Marianna Rotilio, Gianni Di Giovanni  
*La rigenerazione urbana sostenibile per le città resilienti. Il caso di studio del complesso sportivo di “Centi Colella” dell’Aquila*

1995 Elena Paudice  
*La memoria dei territori della produzione e la forma del paesaggio. Tutelare l’abitare attraverso il recupero della storia dei luoghi*

2007 Martina Porcu  
*Il ruolo delle grandi fabbriche dismesse nei processi di riqualificazione e rigenerazione urbana*

2019 Ana Velosa, Hugo Rodrigues, Paulo Silva  
*Intervention in historic villages: conservation, rehabilitation and sustainability*

## LISTA DEGLI AUTORI

### SEZIONE 1 - Tecnologie e strumenti al servizio del percorso di conoscenza: letture storico-critiche, documentazione, rappresentazione, valorizzazione del patrimonio costruito e paesaggistico anche mediante il mondo digitale

Alessio Altadonna, Valentina Astini, Pietro Azzola, Mariana Bettolli, Carlo Biagini, Matteo Bigongiari, Andrea Bongini, Caterina Borrelli, Maddalena Branchi, Marco Bussoli, Giovanni Caffio, Alessio Cardaci, Giacomo Cardella, Marta Casanova, Raffaele Catuogno, Stefano Cecamore, Emanuela Chiavoni, Alessia Chillemi, Laura Ciammitti, Margherita Cicala, Vincenzo Cirillo, Luigi Corniello, Pasquale Cucco, Edoardo Currà, Daniele D’Errico, Angelo De Cicco, Teresa Della Corte, Cassia De Lian Cui, Gianlorenzo Dellabartola, Anna Dell’Amico, Mario Delli Priscoli, Gianmarco Dell’Orca, Elisabetta Doria, Giancarla Eleuterio, Elena Eramo, Carla Ferreyra, Iliaria Forti, Antonio Fioravanti, Federica Fiorio, Riccardo Florio, Giuseppe Fortunato, Anna Gallo, Alessia Garozzo, Raissa Garozzo, Gianluca Gioioso, Anna M. Gueli, Fabiana Guerriero, Rosina Iaderosa, Domenico Iovane, Marta Lalli, Silvia La Placa, Francesca Lembo Fazio, Gennaro Pio Lento, Mariangela Liuzzo, Stella Lolli, Giulio Marchettoni, Giuseppe Margani, Anna Marotta, Adriana Marra, Sara Mauri, Claudio Mazzanti, Sonia Mollica, Renato Morganti, Angela Moschella, Antonino Nastasi, Giovanni Pancani, Caterina Palestini, Nicola Parisi, Federica Pompejano, Sara Rocco, Daniele Romagnoli, Rosa Romani, Riccardo Rudiero, Lorenzo Russo, Antonella Salucci, Giuseppina Salvo, Anna Sanseverino, Serena Sanseviero, Cettina Santagati, Luca Sbrogio, Rosario Scaduto, Jolanta Sroczyńska, Giuseppe Stella, Fabio Todesco, Alessandra Tortoriello, Francesco Trovò, Antonella Versaci, Regina Helena Vieira Santos, Wei Yan, Antonio Agostino Zappani.

### SEZIONE 2 - Restauro, riuso, fruizione, valorizzazione: teorie, orientamenti e indirizzi metodologici per la conservazione del patrimonio architettonico, archeologico, paesaggistico e delle componenti materiche e strutturali

Francesca Albani, Fabio Ambrogio, Giovanna Badaloni, Alessandro Bazzoffia, Calogero Bellanca, Fabio Bianconi, Beatrice Bolandrini, Veronica Braccini, Chiara Atanasi Brilli, Susanna Caccia Gherardini, Gianvito Cacciatore, Christian Campanella, Angela Valentina Campolongo, Brunella Canonaco, Matilde Caravello, Federica Castiglione, Anastasia Cottini, Maria Grazia Ercolino, Fauzia Farneti, Raimon Farré Moretó, Luca Renato Fauzia, Marco Filippucci, Iliaria Forti, Isabella Friso, Francesca Galasso, Matteo Gambaro, Elisabetta Caterina Giovannini, Roberta Grazioli, Elisabetta Grandis, Gabriella Guarisco, Vjola Ilia, Marta Inama, Benida Kraja, Cecilia Antonini Lanari, Andreas Lechner, Gabriella Liva, Nora Lombardini, Luisa Lombardo, Cinzia Martino, Giulio Mirabella Roberti, Manlio Montuori, Susana Mora Alonso-Muñoyerro, Virna Maria Nannei, Fiona Nepravishta, Daniela Oreni, Federica Ottoni, Maria Parente, Gianfranco Pertot, Anna Laura Petracci, Enrica Petrucci, Davide Prati, Alessandra Renzulli, Monica Resmini, Marco Ricciarini, Irene Rocca, Luca Rocchi, Emanuele Romeo, Michele Russo, Núria Salvadó Aragonès, Andrea Savorelli, Massimiliano Savorra, Laura Suvieri, Miriam Terzoni, Michela Tessoni, Adriana Trematerra, Anna Trupia, Valentina Vacca, Irene Vaccalluzzo, Claudia Vagnozzi, Sofia Velichanskaia, Clara Verazzo, Alessia Vergari, Antonella Versaci, Calogero Vinci.

### SEZIONE 3 - Mitigazione del rischio sismico, idrogeologico e antropico dei Beni Culturali, architettonici, urbani e ambientali: indirizzi e criticità degli interventi di conservazione finalizzati alla tutela del Patrimonio

Gabriele Bernardini, Giorgio Caselli, Anna Livia Ciuffreda, Maria Teresa Cristofaro, Francesca De Cola, Filippo Maria Del Vecchio, Andrea Donelli, Marco D’Orazio, Agnese Gasparotti, Gülru Koca, Francesco Monni, Nebai Osorio Ugalde, Enrico Quagliarini, Guido Romano, Costanza Stramaccioni, Marco Tanganelli, Cesare Tocci.

### SEZIONE 4 - Strategie di intervento sul patrimonio costruito: abitabilità, accessibilità, trasformabilità, adattabilità e resilienza

Simonetta Acacia, Domenico Amati, Alberto Anello, Vittoria Arnetoli, Alessandro Barracco, Paola Bassani, Andrea Belleri, Oscar Eugenio Bellini, Daniela Besana, Virginio Brocajoli, Giuseppe Canestrino, Giuliana Cardani, Maria Sandra Carlini, Teresa Casale, Santi Maria Cascone, Francesca Castagneto, Domenico Chizzoniti, Maria Grazia Cianci, Rossella Corrao, Pablo Alejandro Cruz Franco, Teresa Cunha Ferreira, Emanuela D’Andria, Francesca De Cola, Paolo De Marco, Gianni Di Giovanni, Calogero Di Maggio, Salvatore Di Maggio, Roberto Facendola, Leticia Falasqui Tachinardi Rocha, Attilio Ferraro, Bogumil Filipezuk, Pierfrancesco Fiore, Fausta Fiorillo, Angelo Ganazzoli, Emanuele Garda, Emilia Garda, Giorgio Ghelfi, Elena Gómez Bernal, Alessandro Greco, Laura Greco, Michelle Gualdi, Vjola Ilia, Carmine Isi, Benida Kraja, Michele La Noce, Alessio Leondini, João Ling, Tommaso Lolli, Lucrezia Longhitano, Roberta Lucente, Marica Marazia, Antonino Margagliotta, Luigi Savio Margagliotta, Ana Marques, Grazia Massimino, Sabrina Mellacqua, Riccardo Mirri, Angelo Monteleone, Marco Morandotti, Rebecca Moroni, Pedro Murilo Freitas, Cristina Navajas, Florian Nepravishta, Giulia Neri, Jaén Antonio Nesticò, Giuseppe Nucara, Maurizio Oddo, Antonello Pagliuca, Elisabetta Palumbo, Carlo Pavan, María Pérez Sendín, Francesco Pisani, Rolando Pizzoli, Salvatore Polverino, Valentina Porta, Giorgia Ranieri, Federica Ribera, Emanuele Richiusa, Marta Rodeschini, Diego Gaspar Rodríguez, Adela Rueda Márquez de la Plata, Amra Salihbegovic, Vincenzo Sapienza, Michela Schiaroli, Giuliana Sciacca, Gaetano Sciuto, Paolo Sette, Riccardo Sonzogni, Francesco Spada, Valentina Spagnoli, Giorgia Strano, Cinzia Maria Luisa Talamo, Cristina Tasso, Cesare Tocci, Pier Pasquale Trausi, Eugenio Vassallo, Calogero Vinci, Regina Helena Vieira Santos, Luca Zecchin.

### SEZIONE 5 - Strategie di intervento per la gestione, la rivitalizzazione e la rigenerazione delle città, dei centri storici e delle aree periferiche: pianificazione, strategie e progetti di intervento sul costruito urbano, sul territorio e sul paesaggio

Esther Almarcha Núñez-Herrador, Pablo Altaba Tena, Carlo Atzeni, Renata Baesso Pereira, Claudia Battaino, Anna Chiara Benedetti, Francesca Bilotta, Fabrizio Bonomi, Andrea Bracciali, Sara Brescia, Giorgio Cacciaguerra, Stefano Cadoni, Marianna Calia, Mariangela Carlessi, Mauro Casartelli, Barbara Caselli, Stefano Cecamore, Alberto Cervesato, Samia Chergui, Michela Cigola, Carlo Costantino, Massimo Cotti, Teresa Cunha Ferreira, Gianluca D’Agostino, Gianni Di Giovanni, Giuseppe Di Giuda, Lorna Dragonetti, Massimo Faiferri, Annarita Ferrante, Lia Ferrari, Giulia Formato, Marco Galimberti, Arturo Gallozzi, Juan A. García-Esparza, Francesco Garofalo, Maria Paola Gatti, Emanuele Giaccari, Paolo Giannandrea, Iliaria Giannetti, Luca Guardigli, Ilva Hoxhaj, Alessandra Kluzer, Rossella Laera, Sara Lanzoni, Silvia La Placa, Eleonora Laurini, Luca Leoni, Olivia Longo, José Manuel López Torán, Laura Lucarelli, Giulia Luciani, Stefano Mais, Chiara Marchionni, Francesco Paolo R. Marino, Poliana Marques da Silva, Cecilia Mazzoli, Ippolita Mecca, Rosa Meo, Silvia Meschini, Giovanni Miri, Silvia Mocci, Stefania Mornati, Marco Moro, Roberto Nai, David Ordóñez-Castañón, Alessandra Palma, Altea Panebianco, Ivana Passamani, Elena Paudice, Arianna Petraccia, Francesca Picchio, Mariangela Piumini, Giulia Porcheddu, Martina Porcu, Francesca Privitera, Fabrizio Pusceddu, Emanuele Quarto, Stefano Rinaldi, Emiliano Romagnoli, Marianna Rotilio, Amra Salihbegović, Virginia Sgobba, Davide Sigurtà, Barbara Scala, Albina Sciotti, Corrado Scudellaro, Davide Sigurtà, Lavinia Chiara Tagliabue, Lei Sun, Cristian Tolù, Anna Valentín, Sergio Valetti, Alessandra Vazzoler, Rafael Villena Espinosa, Caio Felipe Gomes Violin, Elena Zanazzi, Andrea Zaniboni, Marcello Zordan.



## SEZIONE 5

**Strategie di intervento per la gestione,  
la rivitalizzazione e la rigenerazione delle città,  
dei centri storici e delle aree periferiche:**

pianificazione, strategie e progetti di intervento  
sul costruito urbano, sul territorio e sul paesaggio

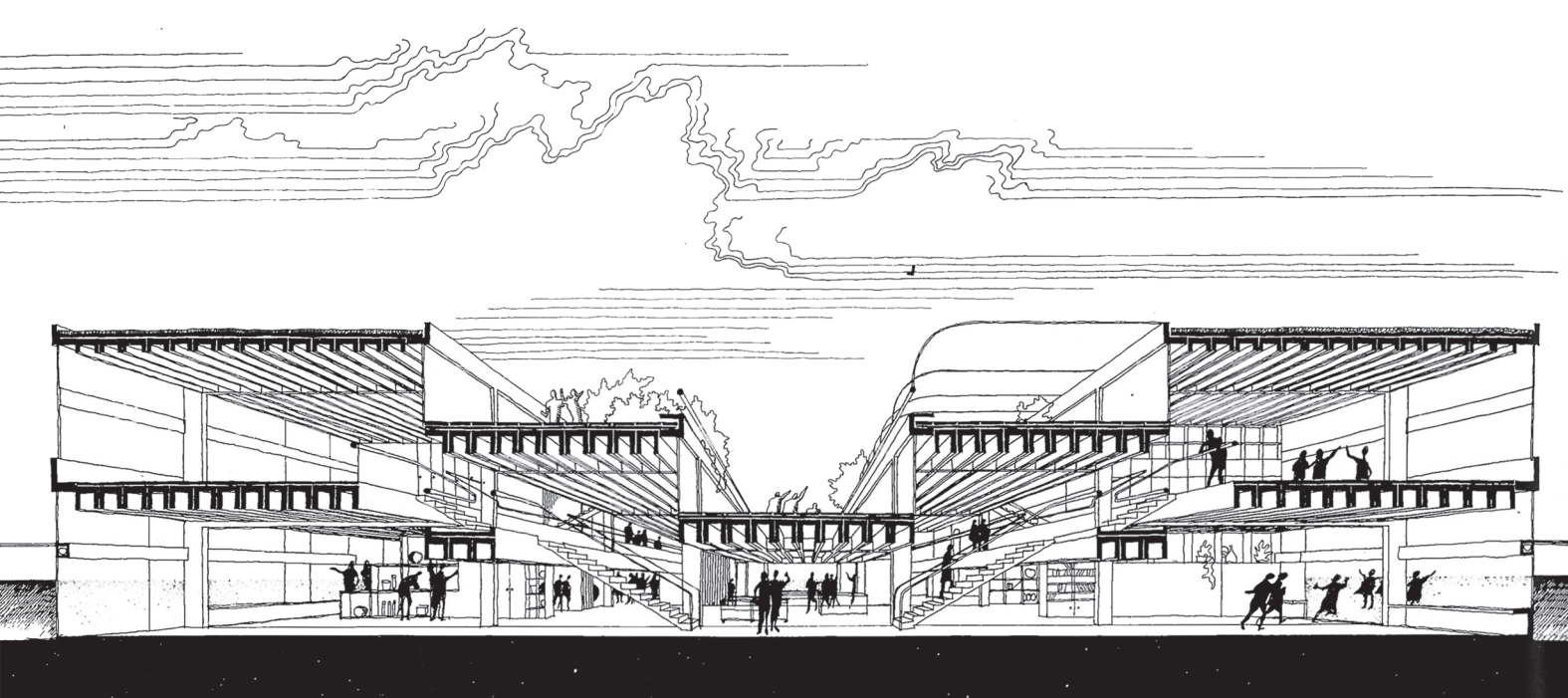
Alessio Cardaci, Francesca Picchio, Antonella Versaci (a cura di)

***Reuso 2024: Documentazione, restauro e  
rigenerazione sostenibile del patrimonio costruito***

© PUBLICA, Alghero, 2024

ISBN 978 88 99586 454

Pubblicazione Ottobre 2024



## RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEL PATRIMONIO EDILIZIO SCOLASTICO RECENTE: METODO S.C.O.R.E.S. PER LA VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DELLE STRATEGIE SOSTENIBILI DI INTERVENTO

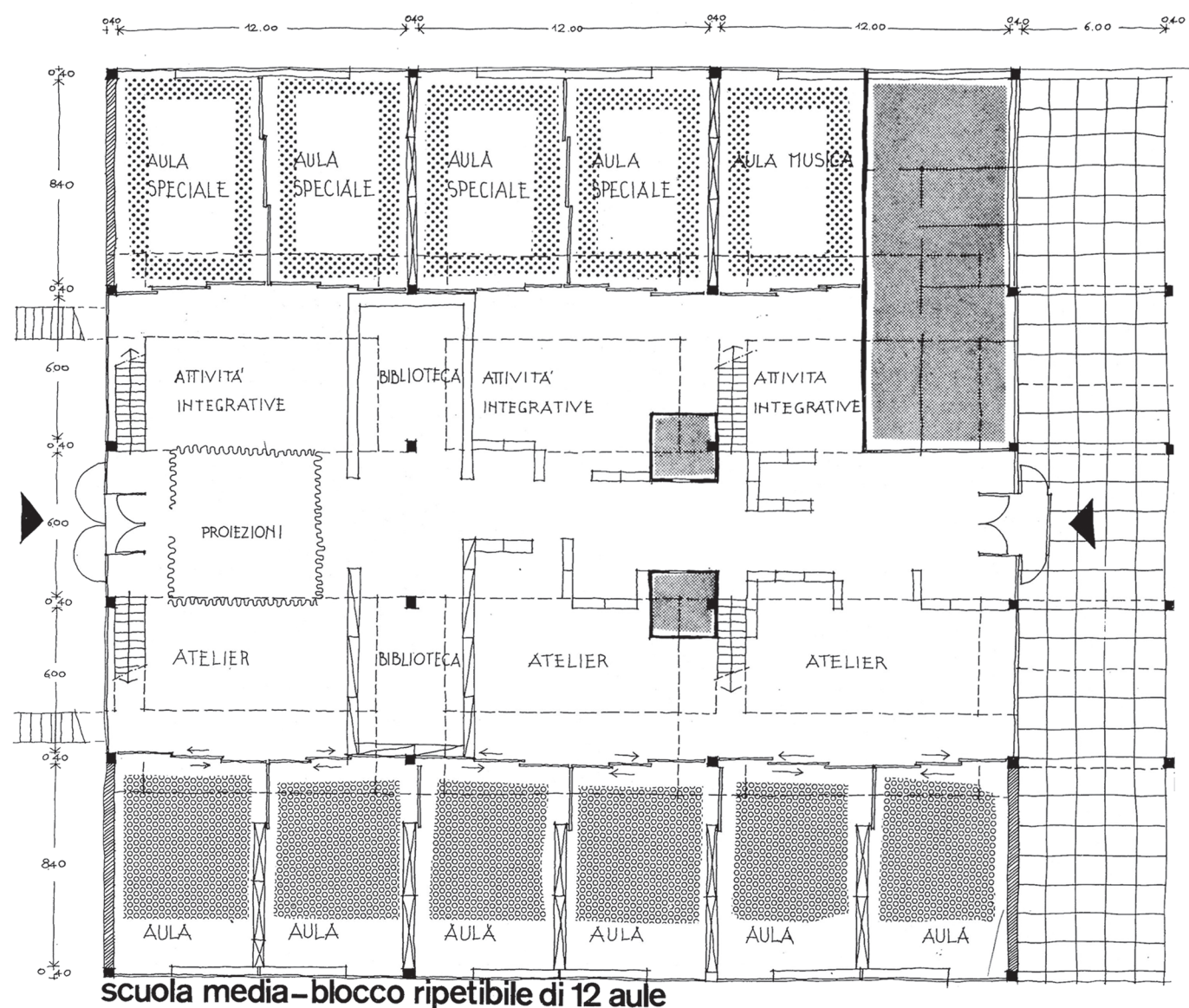
ENERGY RETROFITTING OF THE RECENT SCHOOL BUILDING STOCK:  
S.C.O.R.E.S. METHOD FOR ASSESSING THE IMPACTS OF SUSTAINABLE  
INTERVENTION STRATEGIES

**Lorna Dragonetti** - Dipartimento di Architettura (DA), Università di Bologna, Bologna, Italia, e-mail: lorna.dragonetti2@unibo.it

**Cecilia Mazzoli** - Dipartimento di Architettura (DA), Università di Bologna, Bologna, Italia, e-mail: cecilia.mazzoli@unibo.it

**Anna Chiara Benedetti** - Dipartimento di Architettura (DA), Università di Bologna, Bologna, Italia, e-mail: annac.benedetti@unibo.it

**Annarita Ferrante** - Dipartimento di Architettura (DA), Università di Bologna, Bologna, Italia, e-mail: annarita.ferrante@unibo.it



**Abstract:** The construction sector is responsible for 36% of greenhouse gas emissions and 40% of total energy consumption in the EU, the energy retrofitting of existing buildings is crucial for environmental sustainability. In Italy, over 41,000 school buildings consume substantial energy, with many of them not meeting current standards. Barriers to renovation include high initial costs, insufficient funding, complex building conditions, and issues related to school activities' interruption. In this context, decision support tools are essential. The "S.C.O.R.E.S." method is an expeditive procedure to compare different intervention scenarios highlighting long-term benefits and facilitating the process by providing user-friendly interfaces accessible to non-experts. S.C.O.R.E.S. can analyze four scenarios and rank them based on users' priorities and building performance (energy, environmental, and economic aspects) using various Key Performance Indicators. The proposed method has been applied and validated in several residential and service buildings. This paper shows the application to a specific educational building "Scuola Secondaria di I grado Besta", built in the late 1970s in Bologna. The results demonstrate the method's potential, showing how engaging users and highlighting the financial and environmental benefits of retrofitting can promote acceptance and foster energy-efficient building initiatives.

**Keywords:** School Building Stock, Deep Renovation, Demolition With Reconstruction, Digital Assessment Tool, Impact Assessment.

### 1. Introduzione

La riqualificazione energetica del patrimonio edilizio rappresenta una necessità imprescindibile e urgente per la sostenibilità ambientale e l'efficienza energetica a livello globale. Il settore delle costruzioni è notoriamente molto impattante dal punto di vista ambientale e contribuisce in maniera rilevante al cambiamento climatico: le attività di costruzione, utilizzo e manutenzione degli edifici sono responsabili del 36% delle emissioni totali di gas serra, a cui si aggiunge un ulteriore 10% se si considera anche l'impatto legato al carbonio incorporato nei materiali, e del 40% del consumo totale di energia in Unione Europea (UE) [1]. Per questo motivo, nel corso degli ultimi anni, l'UE ha approvato una serie di normative e

strategie per favorire e incrementare il tasso di riqualificazione degli edifici. Tra le principali, vi sono la Direttiva sulla Prestazione Energetica nell'Edilizia (*Energy Performance of Buildings Directive*, EPBD) [2], la strategia *Renovation Wave* [3] e vari programmi di finanziamento a sostegno delle misure di efficienza energetica e delle ristrutturazioni edilizie per edifici privati e pubblici. Per raggiungere l'ambizioso obiettivo della neutralità climatica entro il 2050 [4], sono necessarie misure di riduzione delle emissioni degli edifici, soluzioni energeticamente efficienti, diffusione dell'utilizzo di fonti di energia rinnovabile e, in generale, la promozione di pratiche di costruzione sostenibile.

Anche il patrimonio immobiliare scolastico ha un impatto ambientale significativo. In Italia, ci sono oltre 41.000 edifici destinati all'uso scolastico, e questi sono responsabili per circa 9,5 TWh/a e 3,66 TWh/a, rispettivamente per consumi termici ed elettrici. La maggior parte di questi edifici è stata costruita prima del 1975, anno in cui sono state introdotte le prime normative energetiche. Questo comparto risulta quindi particolarmente impattante dal punto di vista energetico, a causa della presenza di sistemi impiantistici piuttosto datati e dell'impiego di tecniche costruttive tradizionali prive di sistemi di isolamento termico, che oggi rendono gli edifici inadeguati a soddisfare le prestazioni attuali. A questi aspetti si aggiungono, genericamente, carenti condizioni conservative e prestazionali legate a operazioni di manutenzione non sufficienti nel corso del tempo [5].

## 2. Il patrimonio scolastico a Bologna

Le condizioni socioeconomiche della popolazione italiana durante la prima stagione dell'espansione demografica all'inizio degli anni Sessanta del Novecento fanno emergere la necessità di realizzare in poco tempo infrastrutture e servizi di prossimità, primi fra tutti gli edifici scolastici. Il comparto dell'edilizia pubblica risalente agli anni compresi tra il 1960 e 1980 è stato realizzato mediante sistemi costruttivi prefabbricati in conglomerato cementizio armato. La prefabbricazione è stata selezionata come tecnica costruttiva per le sue grandi potenzialità in termini di standardizzazione, controllo degli standard qualitativi durante la fase di progettazione ed esecuzione, ottimizzazione delle modalità di realizzazione e delle tempistiche di esecuzione, ottimizzazione delle risorse economiche, flessibilità nella disposizione dei componenti, distribuzione degli spazi conforme ai principi di una concezione moderna di scuola, nel rispetto dei protocolli tecnici normati e condivisi su scala nazionale. Le conseguenze architettoniche e costruttive che inevitabilmente derivano da questa scelta costruttiva sono osservabili nella standardizzazione delle soluzioni progettuali - si passa da soluzioni monumentali rappresentative dell'istituzione a spazi architettonici anonimi, privi di qualsiasi carattere architettonico-costruttivo specifico, atti ad accogliere un servizio sociale - che implicano anche la reiterazione degli esiti formali, fatta eccezione per alcuni rari casi degni di nota.

L'esperienza di Bologna si iscrive in linea con le tendenze del paese, e la prefabbricazione viene sposata come modalità vincente per la realizzazione di nuovi edifici scolastici in tempi brevi. Infatti, durante il quinquennio dal 1970 al 1975, vengono costruiti 100 edifici scolastici dei 154 progetti redatti, e altri 51 progetti sono stati realizzati nel quinquennio successivo (1975-80), per la maggior parte destinati alle Scuole Secondarie di I grado (ex Scuole Medie) per un totale di 105 aule per questo ordine scolastico, contro le 60 classi elementari [6]. Il 60% delle Scuole Secondarie di I grado pubbliche e private del Comune di Bologna è costruito durante il periodo compreso tra il 1940 e il 1990, e di questi edifici il 70% è realizzato mediante l'impiego di tecniche costruttive integralmente o parzialmente prefabbricate: questi dati confermano le tendenze dell'epoca. [7]. A Bologna, un elemento particolarmente significativo del piano di realizzazione di edifici scolastici in questi anni è rappresentato dall'organizzazione tecnico-amministrativa dell'apparato comunale: la maggior parte dei progetti è elaborata dall'Ufficio Tecnico Comunale con una minoranza commissionata a progettisti esterni e costruita sotto la direzione di tecnici comunali o di soggetti esterni. Inoltre, visto il carattere di urgenza delle opere, l'Ufficio Tecnico si avvale di progetti tipo, più volte replicati e adattati di volta in volta al contesto di ubicazione dell'edificio, mantenendo comunque le stesse caratteristiche. I risultati sono spesso molto simili, se non addirittura identici; in molti casi, anche le strutture portanti sono le stesse, soprattutto se realizzate dalla stessa impresa (o consorzio) vincitrice dell'appalto concorso. È questo il caso della Scuola Secondaria di I grado Besta, nel quartiere San Donato, che rientra in una serie di cinque casi di studio significativi, realizzati dall'Ufficio Tecnico Comunale durante la seconda metà degli anni Settanta, successivamente all'emanazione della Legge 5 agosto 1975, n. 412 - *Norme sull'edilizia scolastica e Piano Finanziario*

*di Intervento*. Il confronto delle piante del progetto globale di questi cinque Istituti Comprensivi (I.C.) conferma il processo progettuale vigente all'epoca, secondo cui il progetto di partenza viene elaborato dallo stesso personale tecnico, per poi essere ripetuto identicamente e applicato a vari complessi scolastici collocati in quartieri diversi (fig. 1). Nonostante la diversità dei contesti urbani in cui questi cinque I.C. sono inseriti, si nota come sia impiegato sempre lo stesso criterio di orientamento secondo l'asse eliometrico, ossia disponendo gli edifici lungo l'asse nord-sud, inclinato di 19°: secondo le teorie elaborate durante i primi anni del Novecento, questa disposizione corrisponde alla migliore soluzione per ottimizzare i valori termici e luminosi [7]. La Scuola Besta è stata realizzata negli anni 1979-80, secondo uno schema funzionale a blocco semplice e un modello distributivo a unità funzionali (fig. 2). La struttura portante è di tipo prefabbricato, con un telaio di travi e pilastri in cemento armato e solai prefabbricati in cemento armato realizzati con tegoli prefabbricati (altezza 30 cm). I tamponamenti esterni sono realizzati con pannelli prefabbricati modulari di rivestimento (dimensioni 1,20 x 1,20 m, spessore 20 cm) costituiti da un doppio strato in calcestruzzo (spessore 6 cm ciascuno) con interposto uno strato di polistirolo (spessore 8 cm) [8]. Tale patrimonio presenta oggi una serie di criticità, che potrebbero essere definite "genetiche", in quanto è stato concepito secondo un quadro normativo che non regola - o soltanto marginalmente - i requisiti prestazionali relativi soprattutto alla vulnerabilità sismica e ai consumi energetici. Tuttavia, è possibile riconoscere la presenza di specificità e valenze di carattere storico-documentale che giustificano l'attivazione di strategie di riqualificazione volte a estendere la vita utile di questo patrimonio, con una duplice finalità: da un lato, conservare il valore testimoniale di edifici rappresentativi dell'epoca in cui la prefabbricazione industriale governava i processi costruttivi; dall'altro, evitare gli impatti significativi ambientali, economici e sociali che l'ipotesi di demolizione e ricostruzione comporterebbe. In generale, alla base di qualsiasi scenario di intervento per l'edificio, devono essere posti obiettivi quali il miglioramento sismico, l'incremento del comfort ambientale, il contenimento dei consumi energetici e l'efficientamento dell'involucro edilizio. La presente ricerca intende proprio indagare questi possibili scenari di intervento per valutare e comparare i diversi impatti, attraverso l'adozione di un metodo di valutazione speditivo.

## 3. Barriere per la riqualificazione degli edifici e *user-orientated tool*

La riqualificazione degli edifici, siano essi pubblici o privati, deve superare barriere economiche, tecniche e sociali. In particolare, nel caso degli edifici scolastici, occorre considerare molti fattori (vi). Anzitutto, la necessità di investimenti iniziali molto significativi, che possono rappresentare un ostacolo importante per le amministrazioni locali (i). Tale aspetto è anche legato al problema di finanziamenti spesso insufficienti (ii): esistono, infatti, varie forme di finanziamento, ma le risorse disponibili non sono sufficienti per coprire tutte le esigenze o è difficile riuscire ad ottenerle per la mancanza di un facile accesso alle procedure amministrative e burocratiche. Sotto il profilo tecnico, inoltre, la condizione obsoleta degli edifici scolastici (iii) rende gli interventi di riqualificazione particolarmente complessi e costosi, anche in relazione agli aspetti, talvolta conflittuali, di riqualificazione energetica e strutturale. Manutenzione e gestione (iv) sono aspetti anch'essi rilevanti in quanto la mancanza di competenze tecniche del personale scolastico e degli amministratori locali può complicare la gestione dei progetti di riqualificazione e la successiva manutenzione degli edifici rinnovati. Un'altra barriera è rappresentata dalla resistenza al cambiamento (v): infatti, gli operatori scolastici potrebbero rilevarsi riluttanti rispetto alla richiesta di modificare le proprie abitudini e adattarsi ai nuovi sistemi di gestione energetica. La

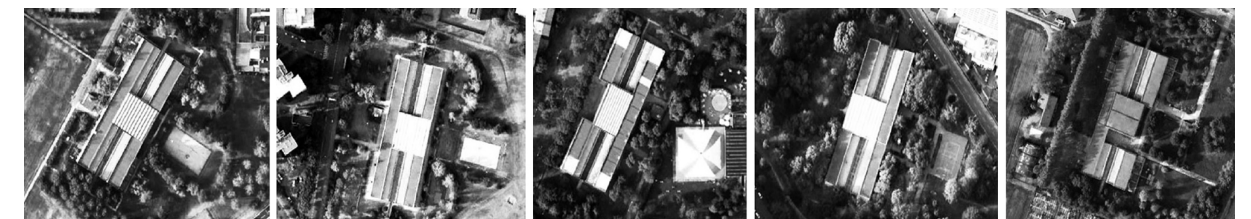


Fig. 1 - Ortofoto degli I.C. nel Comune di Bologna realizzati replicando il medesimo progetto in diversi contesti (da sinistra verso destra): I.C. n. 10 "Besta" – Quartiere San Donato, I.C. n.1 "Dozza" – Quartiere Reno, I.C. n.9 "Guericino" – Quartiere Savena, I.C. n.10 "Besta" – Quartiere San Donato, I.C. n.14 "Volta" – Quartiere Borgo Panigale, I.C. n.15 "Zappa" – Quartiere Navile (Autori, 2015).

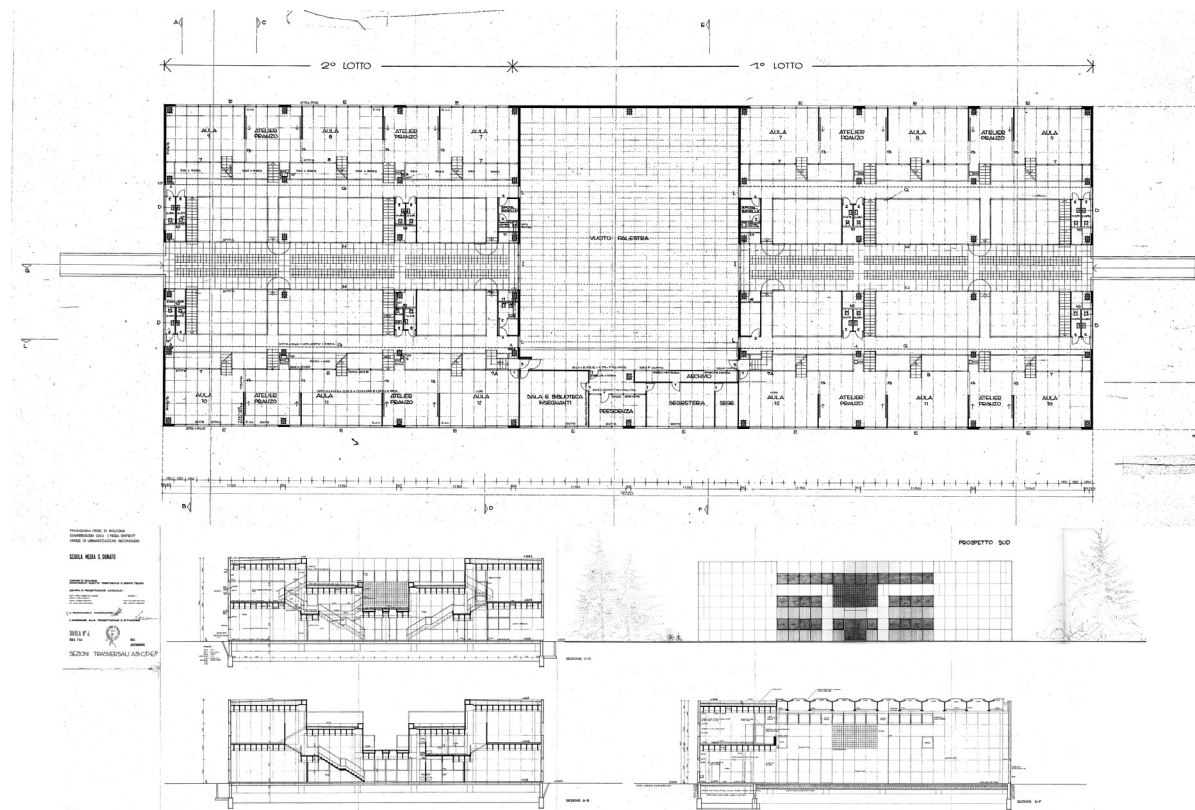


Fig. 2 - Elaborati tecnici del progetto della Scuola Secondaria di I grado Besta: pianta del piano primo, sezioni trasversali e prospetto sud (Fonte: Archivio Storico di San Giorgio di Piano, Polo Archivistico Regionale dell'Emilia-Romagna, San Giorgio di Piano, Bologna, 2015).

conoscenza e l'aumentata consapevolezza dei benefici lungo l'intero ciclo di vita dell'edificio può migliorare questo aspetto. In ultimo, occorre considerare la partecipazione limitata degli utenti (in questo caso, insegnanti, studenti e genitori) (vi), il cui mancato o insufficiente coinvolgimento nelle fasi di progettazione e implementazione può portare ad una minore accettazione e comprensione dei progetti di riqualificazione. Il superamento delle barriere negli interventi di riqualificazione energetica delle scuole richiede un approccio olistico che includa adeguate risorse finanziarie, competenze tecniche specifiche e strategie di coinvolgimento degli attori rilevanti e degli utilizzatori finali. Questo approccio mira a favorire l'adozione di misure di efficienza energetica mediante la partecipazione degli utenti e promuovendo una comprensione profonda del contesto di intervento, degli obiettivi, delle motivazioni e dei bisogni degli utenti. Strumenti digitali *user-orientated*, progettati secondo le esigenze e preferenze degli utenti, possono facilitare l'accessibilità e la comprensione del processo di riqualificazione energetica. Inoltre, possono essere di supporto per amministrazioni ed enti scolastici, permettendo di confrontare diverse possibilità di intervento e fornire informazioni sugli impatti energetici, ambientali ed economici relativi all'intero ciclo di vita dell'edificio, nonché guidare il processo di progettazione del prodotto o servizio grazie alle informazioni raccolte.

#### 4. Valutazione speditiva degli scenari di riqualificazione: il tool S.C.O.R.E.S.

I metodi di valutazione speditiva possono facilitare la comprensione delle dinamiche di riqualificazione da parte degli utenti finali, aiutandoli a identificare gli impatti di diverse soluzioni di intervento. Questa maggiore comprensione può ridurre la resistenza iniziale alle modifiche e aumentare l'accettazione e l'apprezzamento delle soluzioni di riqualificazione. Inoltre, una partecipazione attiva aiuta a promuovere le misure legate alla sostenibilità a lungo termine, contribuendo alla diffusione della consapevolezza sui benefici della riqualificazione energetica. Gli elevati costi iniziali, infatti, sconsigliano proprietari e investitori pubblici e privati, e il lungo periodo di recupero degli investimenti aumenta l'incertezza e la riluttanza degli attori coinvolti. Un investimento iniziale più elevato, però, non sempre comporta un tempo di ritorno dell'investimento più lungo. In alcuni casi, interventi inizialmente più costosi, posso-

no portare a risparmi annuali maggiori e quindi corrispondono a tempi di recupero più rapidi [9]. Per utenti non esperti, la valutazione energetica può risultare complessa poiché coinvolge parametri tecnici e normativi non intuitivi; inoltre, la comprensione dei benefici economici di investimenti in termini di efficienza energetica richiede conoscenze specifiche sull'effettivo risparmio energetico. Rendere consapevoli gli individui dell'impatto ambientale degli edifici e dell'importanza della riqualificazione per la sostenibilità richiede una comprensione dettagliata dei sistemi di riscaldamento, raffrescamento e dei materiali edilizi. Per affrontare queste sfide, è fondamentale educare gli utenti tramite una comunicazione chiara e fornire strumenti semplificati per gestire la complessità dei fattori coinvolti. Da questa premessa nasce l'idea di sviluppare lo strumento "S.C.O.R.E.S." - Sustainable Construction Or Renovation Easy Scoring, un *tool user-orientated* che consente di confrontare rapidamente diversi scenari di intervento. Tale strumento fornisce una valutazione rapida quantitativa, espressa tramite un punteggio numerico, per ciascuna strategia di intervento considerata. In questo modo, i vari scenari possono essere facilmente confrontati tra loro, ottenendo una vera e propria classifica. Lo strumento è stato sviluppato nell'ambito di una tesi di Dottorato di Ricerca [10] ed è stato elaborato a partire dai risultati ottenuti dalle attività svolte durante progetti europei in cui il gruppo di ricerca è coinvolto. Durante lo studio, la coerenza dei risultati è stata verificata attraverso l'applicazione del *tool* a diversi edifici, considerando per ognuno quattro scenari di intervento, e cinque diversi intervalli di tempo (15-100 anni). Queste analisi sono state ripetute sia con valori di fabbisogno di energia primaria (EP) reali che statistici, al fine di validare la coerenza dei risultati e verificarne l'affidabilità a seguito di un processo di valutazione da parte del gruppo di ricerca. Infine, il *tool* è stato testato da un campione di potenziali utilizzatori, esperti e non, per sperimentarne l'accessibilità per diverse categorie di utenti.

#### 4.1. Strategie di progetto e scenari di intervento

L'obiettivo di S.C.O.R.E.S. è confrontare rapidamente vari scenari di intervento assegnando loro un punteggio in base a un numero ridotto di indicatori. Dopo aver inserito pochi dati riguardanti l'edificio, il *tool* consente di scegliere tra tre diverse strategie che riflettono la priorità dell'intervento: *Energia* per ottimizzare le prestazioni energetiche minimizzando il fabbisogno di energia primaria; *Ambiente* per diminuire le emissioni di gas serra prodotte lungo il ciclo di vita dell'edificio; *Costi* per minimizzare i costi da affrontare lungo il ciclo di vita dell'edificio. La simulazione contempla la valutazione di nove indicatori, equamente distribuiti tra gli aspetti energetici, ambientali ed economici. Inoltre, tre indicatori specifici legati all'intervento proposto possono condizionare il punteggio finale in base alle esigenze dell'utente. Questo metodo permette di ottenere una classifica dei diversi scenari, in base alla durata della simulazione (15, 25, 50, 75 o 100 anni) e alla strategia scelta (*Energia*, *Ambiente*, *Costi*). Gli scenari di intervento presi in considerazione dal *tool* sono:

- Stato di fatto: conservazione dello stato attuale dell'edificio senza interventi. L'analisi dei consumi, dei costi e delle emissioni viene condotta considerando l'anno corrente come punto di partenza, escludendo gli anni precedenti fino alla fase di costruzione.
- Riqualificazione: intervento di riqualificazione che riduce i consumi energetici del 60%.
- Riqualificazione con ampliamento: intervento di riqualificazione profonda che riduce i consumi energetici del 60% e prevede la costruzione di un esoscheletro in acciaio per il consolidamento sismico e un'estensione volumetrica del 20%. Questo scenario fa riferimento a una specifica strategia, proposta nell'ambito del progetto europeo Horizon 2020 "Pro-GET-onE" [11]: tramite il "GET system", si prevede la realizzazione di un esoscheletro in acciaio resistente al sisma, che consenta, al tempo stesso, di ampliare un edificio esistente su ogni piano e di migliorarne l'efficienza energetica. La struttura è composta da un telaio in acciaio collegato ad ogni piano, con elementi di controventatura nella direzione trasversale, connesso alla struttura esistente ai nodi tra travi e pilastri. Nella direzione longitudinale, i telai sono interconnessi tramite travi supplementari incernierate, creando lo spazio per le estensioni volumetriche.
- Demolizione e Ricostruzione: demolizione totale dell'edificio esistente e costruzione di un nuovo edificio NZEB (*Near Zero Energy Building*), ossia con un fabbisogno energetico e delle emissioni in fase di utilizzo quasi nulle. In questo scenario viene simulato un edificio che abbia la stessa sagoma e volumetria dell'originale, con una struttura portante in GLULAM (*Glued Laminated Timber*) e pareti e solai in CLT (*Cross-Laminated Timber*), in modo da minimizzare l'impatto in fase di costruzione.

4.2. Valutazione degli impatti e implementazione del *tool*

Il *tool* S.C.O.R.E.S. si presenta sotto forma di foglio di calcolo in cui il numero di input richiesti è ridotto al minimo, e i dati vengono elaborati mediante un algoritmo volto a semplificare e parametrizzare i calcoli per la valutazione degli impatti, al fine di facilitarne la compilazione anche per gli utenti che non sono a conoscenza di caratteristiche dettagliate dell’immobile.

Gli unici dati assolutamente necessari sono il periodo di costruzione e la superficie lorda dell’edificio. A partire da queste informazioni, lo strumento associa un valore del fabbisogno di energia primaria EP (misurato in kWh/m²a) statistico, basato sul periodo di costruzione: tale valore viene selezionato da un database ottenuto dalla consultazione delle statistiche presenti nel rapporto annuale sulla certificazione energetica degli edifici curato dal Dipartimento Unità l’Efficienza Energetica (DUEE) dell’Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l’energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA) e dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI), aggiornato a Luglio 2023 [12].

L’EP viene poi eventualmente ridotto nel caso in cui l’utente indichi che l’immobile ha subito lavori di ristrutturazione [13]. Qualora l’utente sia invece a conoscenza della classe energetica dell’edificio, il sistema carica un valore di EP statistico basato sia sul periodo di costruzione che sulla classe energetica. Anche in questo secondo caso, i dati sono presi dal sopracitato rapporto annuale sulla certificazione energetica degli edifici e dal sito web per il monitoraggio Sistema Informativo nazionale degli Attestati di Prestazione Energetica (SIAPE) [14]. Se l’utente conosce l’EP o i consumi reali dell’edificio, il calcolo è svolto in maniera più precisa. In base a questi dati, vengono calcolati automaticamente i valori degli indicatori suddivisi nelle quattro categorie e raccolti nella Tabella 1.

A ciascun indicatore è associato un punteggio da 1 a 4, in base alla prestazione calcolata con ogni indicatore. Tali punteggi sono poi influenzati dalla strategia scelta (*Energia, Ambiente, Costi*) che attribuisce un peso ad ognuno, moltiplicandoli per un coefficiente a scelta tra 0, 1, 2, 3.

Il punteggio degli indicatori specifici viene invece definito dall’utente in base alle sue priorità: questi vengono moltiplicati per 1 se il requisito è soddisfatto dallo scenario di intervento e per 0 se non è soddisfatto.

I risultati finali sono espressi mediante un valore numerico dato dalla somma dei punteggi ottenuti e sono rappresentati sotto forma di classifica tra i differenti scenari (fig. 3). Il *tool* consente inoltre di rappresentare con un grafico i costi cumulativi per ogni scenario, mettendo a confronto tutti i costi che l’edificio dovrà sostenere nel periodo di simulazione scelto, in modo da mostrare graficamente la proiezione dei costi futuri. Infine, è possibile visualizzare nel dettaglio punteggi, indicatori e prestazioni per ogni singolo scenario tramite schede e grafici dedicati.

| Categoria                  | Indicatore                                                              | Unità di misura      |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Indicatori energetici      | Fabbisogno di energia primaria globale (EP <sub>gl</sub> )              | kWh/m²a,             |
|                            | Fabbisogno di energia primaria non rinnovabile (EP <sub>gl,nren</sub> ) | kWh/m²a              |
|                            | Percentuale di Energia Primaria Globale rinnovabile                     | %                    |
| Indicatori ambientali      | Emissioni in fase di costruzione                                        | tCO <sub>2</sub> eq, |
|                            | Emissioni per l'utilizzo di Energia                                     | tCO <sub>2</sub> eq  |
|                            | Emissioni Totali, comprese fasi di manutenzione e fine vita             | tCO <sub>2</sub> eq  |
| Indicatori economici       | Investimento Iniziale                                                   | €                    |
|                            | Costi per i consumi energetici                                          | €                    |
|                            | Costi totali per tutto il ciclo di vita attualizzati                    | €                    |
| Altri indicatori specifici | Sicurezza sismica                                                       | -                    |
|                            | Necessità di lasciare l’edificio. durante i lavori                      | -                    |
|                            | Incremento Volumetrico del 20%                                          | -                    |

Tab. 1 - Indicatori calcolati dal *tool* S.C.O.R.E.S..



Fig. 3 - Schermata relativa ai risultati del *tool* S.C.O.R.E.S. applicato alla Scuola Besta, a 100 anni, selezionando la strategia *Energia*; (Autori, 2024).

5. Applicazione di S.C.O.R.E.S. al caso di studio

Sono state effettuate delle simulazioni con S.C.O.R.E.S. sulla Scuola Besta, selezionata come caso di studio per la ricerca qui presentata. Come si può vedere in fig. 4, gli input inseriti sono:

- periodo di valutazione: sono state effettuate diverse simulazioni a 15, 25, 50, 75 e 100 anni per valutare come cambiano i risultati in base agli anni futuri presi in considerazione;
- periodo di costruzione: la scuola è stata costruita alla fine degli anni ‘70, quindi è stato selezionato il periodo 1977-1991;
- superficie lorda: il dato preciso è stato rilevato pari a 5.415 m².

Non essendo state indicate né la realizzazione di interventi di riqualificazione, né la classe energetica, né l’EP dell’edificio, il *tool* restituisce un valore dell’EP statistico pari a 168,1 kWh/m²a e delle emissioni pari a 49,30 kgCO<sub>2</sub>e/m²a.

In seguito, sono stati impostati i punteggi da assegnare agli indicatori specifici. In particolare, si evidenzia come sia stato assegnato un punteggio alto, pari a 3, alla sicurezza sismica e alla possibilità di non dover lasciare l’edificio durante i lavori, che rappresentano aspetti di fondamentale importanza nella valutazione degli scenari di intervento per un edificio scolastico; è stato invece assegnato un punteggio

| DATI EDIFICIO                                 |                                                       |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Nome Progetto                                 | SCUOLE BESTA                                          |
| Indirizzo                                     | BOLOGNA                                               |
| Periodo valutazione (anni)                    | 50                                                    |
| Inserisci i dati dell'edificio                |                                                       |
| Anno di costruzione                           | 1977-1991                                             |
| Tipologia edilizia                            | Altro                                                 |
| Superficie lorda                              | 5415                                                  |
| Sono state effettuate delle ristrutturazioni? | No                                                    |
| Se sì, indica quali                           | Generatore (Caldia a condensazione o pompa di calore) |
| Conosci la classe energetica dell'edificio?   | No                                                    |
| Se sì, indica quale                           | B                                                     |
| Conosci l'EPgl dell'edificio?                 | No                                                    |
| EPgl nren se conosciuto (kWh/m2anno)          |                                                       |
| EPgl nren se conosciuto (kWh/m2anno)          |                                                       |
| Conosci i consumi dell'edificio?              | No                                                    |
| metri cubi di gas naturale (m3 in un anno)    |                                                       |
| kWh di energia elettrica (kWh in un anno)     |                                                       |
| Conosci le spese in bolletta dell'edificio?   | No                                                    |
| Spese totali annuali per gas                  |                                                       |
| Spese totali annuali per elettricità          |                                                       |

| Prestazioni Energetiche                        |                                |
|------------------------------------------------|--------------------------------|
| EPgl nren di partenza                          | Classe energetica di partenza  |
| 168,1                                          | E                              |
| EPgl nren utilizzato per la simulazione        | Coefficiente Ep di simulazione |
| 168,1                                          | 1                              |
| Emissioni                                      |                                |
| kgCO2eq/m2a                                    | 49,30                          |
| Costi energetici                               |                                |
| Totale spese per il consumo energetico (€/m2a) | 17,16 €                        |

Fig. 4 - Schermate di Input del *tool* S.C.O.R.E.S. (Autori, 2024).

basso, pari a 1, all’incremento volumetrico del 20%.

Le valutazioni sono state fatte per tutte le tre strategie. Considerando le strategie *Energia e Ambiente*, i risultati non cambiano in base alla durata della simulazione, mostrando sempre la demolizione e ricostruzione come lo scenario con il livello prestazionale più elevato. Infatti, ipotizzando un nuovo edificio a energia quasi zero, i valori degli indicatori energetici in questo caso risultano maggiori rispetto a tutti gli altri scenari. Dal punto di vista delle emissioni, invece, quelle prodotte nelle fasi di demolizione e ricostruzione sono abbondantemente bilanciate dalle emissioni quasi nulle prodotte in fase d’uso per l’utilizzo dell’energia. Queste considerazioni dipendono dalle condizioni iniziali dell’edificio: migliore è la prestazione di partenza, più a lungo la riqualificazione risulterà più conveniente rispetto alla demolizione e ricostruzione. Analogamente, ipotizzando una riqualificazione che porti l’edificio in classe energetica A4, la riqualificazione risulta lo scenario migliore per periodi più lunghi. La fig. 5, che rappresenta i grafici dei fabbisogni di EP globale per i prossimi 50 anni, mostra come lo stato di fatto rappresenti lo scenario più critico, con un dispendio energetico molto più elevato degli altri scenari. Seguono i due scenari di riqualificazione (semplice e con ampliamento), con un fabbisogno notevolmente ridotto ma che, tuttavia, rimane più elevato rispetto a quello della ricostruzione, in virtù di un nuovo NZEB. La fig. 6 riporta i grafici relativi alle emissioni di gas serra in fase di costruzione, di uso dell’energia e totali, sempre nei prossimi 50 anni. Lo stato di fatto non ha emissioni in fase di costruzione, dal momento che non prevede interventi. La riqualificazione con ampliamento risulta essere lo scenario più impattante, seguito da quello di nuova costruzione e infine dall’intervento di riqualificazione. Sebbene in fase di costruzione quest’ultimo scenario risulti quello meno critico, si nota come in fase d’uso lo scenario di ricostruzione risulta essere il migliore, grazie al fabbisogno energetico quasi nullo. Questo vale anche per le emissioni totali, e il distacco è maggiore quanto più lungo è il periodo preso in considerazione, perché si sommano le emissioni prodotte annualmente per il consumo di energia primaria non rinnovabile. Selezionando la strategia *Costi*, i risultati cambiano in base al periodo preso in considerazione e alle condizioni iniziali. Ammortizzare i costi di investimento richiede meno tempo se l’edificio ha dei consumi alti, perché i risparmi in bolletta bilanciano prima i soldi investiti. Maggiore è la durata della simulazione, maggiore è la convenienza dell’intervento di demolizione e ricostruzione perché il risparmio energetico ed economico, e le emissioni evitate, cumulandosi in tanti anni, riescono a giustificare un intervento più invasivo. Nello specifico, come mostrato in fig. 7, a 15 anni, lo scenario più conveniente risulta essere la riqualificazione con 37 punti, seguito da demolizione e ricostruzione, stato di fatto e riqualificazione con ampliamento. Per intervalli più lunghi, la demolizione e ricostruzione sostenibile diventa lo scenario migliore e, poco dopo i 25 anni, lo scenario di riqualificazione con ampliamento diventa più conveniente dello stato di fatto. Dal grafico dei costi cumulativi (fig. 8), emerge che, già dopo 12 anni, lo scenario di riqualificazione diventa più conveniente rispetto allo stato di fatto. L’intervento di demolizione e ricostruzione ha un tempo di rientro di circa 22 anni, mentre quello di riqualificazione con ampliamento di circa 26. Fino a circa 55 anni lo scenario di riqualificazione risulta il migliore dal punto di vista dei costi, ma non permette di raggiungere il target di zero emissioni e di sicurezza sismica. Questi risultati sono coerenti con quelli ottenuti sui test effettuati in fase di ricerca su vari edifici, relativi a diversi tipi edilizi [10]. In generale, infatti, si conferma una tendenza a favorire lo scenario di

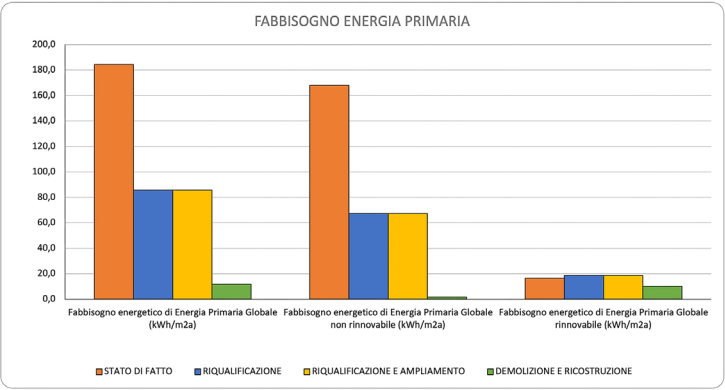


Fig. 5 - Grafico dei fabbisogni di Energia primaria nei diversi scenari per le strategie *Energia e Ambiente* per un periodo di calcolo pari a 50 anni (Autori, 2024).

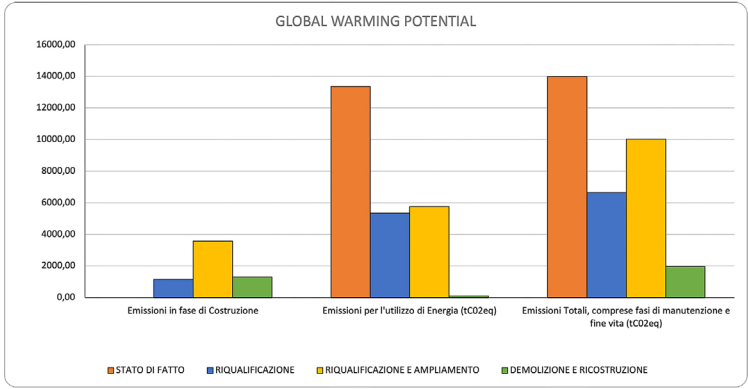


Fig. 6 - Grafico delle emissioni di gas serra nei diversi scenari per le strategie *Energia e Ambiente* per un periodo di calcolo pari a 50 anni (Autori, 2024).

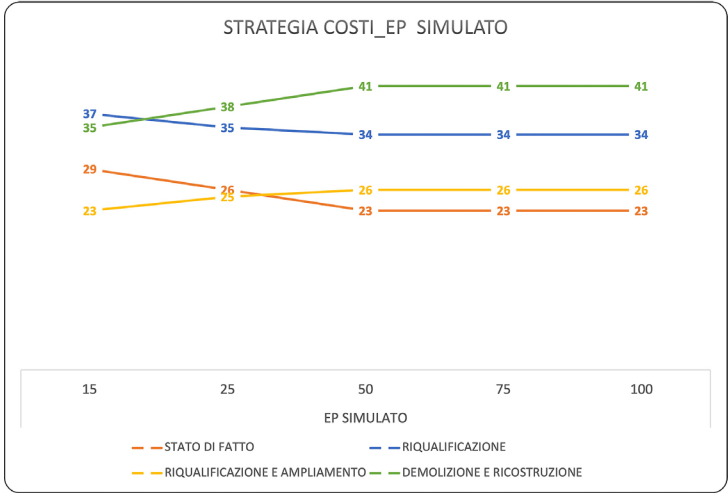


Fig. 7 - Grafico dei punteggi finali secondo la strategia *Costi* (Autori, 2024).

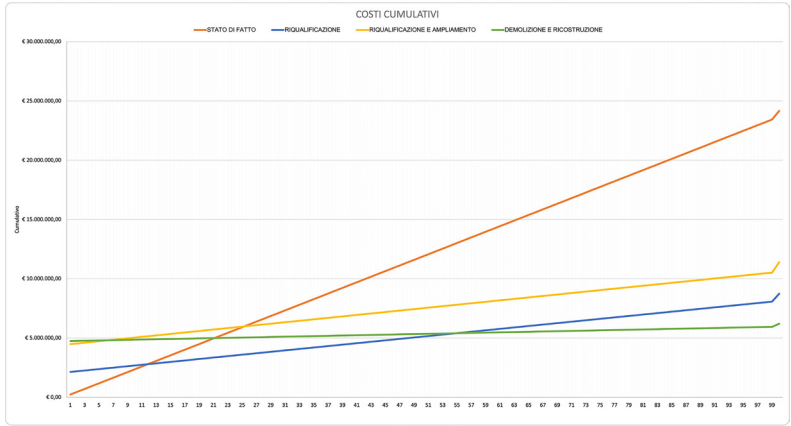


Fig. 8 - Grafico dei costi cumulativi con termine a 100 anni per la Scuola Besta (Autori, 2024).

demolizione e ricostruzione per intervalli di tempo medio-lunghi. Per orizzonti temporali più brevi, i risultati dipendono dalle condizioni di partenza, oltre che dall’efficacia degli interventi di riqualificazione: migliori sono le prestazioni al tempo zero e post riqualificazione, più a lungo gli scenari meno invasivi risultano meno impattanti.

## 6. Conclusioni e futuri sviluppi

Il contributo presenta un metodo per la valutazione speditiva degli impatti energetici, ambientali ed economici degli scenari di intervento sul patrimonio edilizio esistente. Il metodo si avvale del *tool* S.C.O.R.E.S. (sviluppato nell’ambito di una tesi di Dottorato di Ricerca condotta dal Dipartimento di

Architettura dell’Università di Bologna) [10]. Tramite pochi passaggi, è possibile visualizzare e comparare gli impatti di diversi scenari di intervento: stato di fatto; riqualificazione; riqualificazione con ampliamento volumetrico; demolizione e ricostruzione. Inoltre, grazie all’approccio *user-orientated* con cui è stato concepito lo strumento, l’utente può personalizzare la simulazione selezionando tra diverse strategie: *Energia*, *Ambiente* e *Costi*. Nel caso di studio specifico delle Scuole Besta, S.C.O.R.E.S. ha dimostrato le potenzialità degli scenari di riqualificazione e di demolizione con ricostruzione. In particolare, scegliendo come prioritaria la strategia economica, la riqualificazione risulta la soluzione economicamente più conveniente fino a circa 55 anni, con un ritorno dell’investimento dopo poco più di 10 anni. Se si considerano prioritari gli aspetti ambientali ed energetici, invece, lo scenario più efficace risulta essere quello di demolizione con ricostruzione sostenibile, soprattutto per intervalli di tempo superiori ai 15 anni. Questo succede perché la ricostruzione porta ad avere un edificio NZEB e progettato in modo da minimizzare l’impatto della costruzione; inoltre la riqualificazione permette un abbattimento solo del 60% dei consumi energetici. Ipotizzando una riqualificazione più invasiva, che porti anch’essa all’ottenimento di una energia quasi zero, questa risulterebbe favorevole rispetto alla demolizione e ricostruzione, non raggiungendo però le stesse prestazioni a livello sismico.

La validazione del metodo potrebbe trovare maggiore robustezza tramite il futuro approfondimento delle ricerche, applicando il *tool* S.C.O.R.E.S. ad altri edifici scolastici campione, collocati in diverse località. Questo permetterebbe di confrontare le potenzialità del metodo in vari contesti e di risolvere eventuali criticità dello stesso, legate al processo di semplificazione e parametrizzazione dei risultati che – allo stadio attuale – sembra condurre a un livellamento dei risultati, garantendo una maggiore affidabilità del *tool*. Concepito per essere accessibile a tutti gli utenti coinvolti nel processo progettuale degli interventi di riqualificazione del patrimonio edilizio, questo strumento potrebbe rappresentare un supporto decisionale per abitanti, proprietari e investitori. La ricerca dimostra l’importanza di valutare gli impatti lungo l’intero ciclo di vita degli edifici, evidenziando la variabilità dei risultati in funzione dell’intervallo temporale considerato. Attraverso un approccio integrato, è possibile demolire e ricostruire in maniera sostenibile e circolare, ottenendo alti livelli prestazionali di efficienza e di contenimento dell’impatto ambientale sul lungo termine. Tuttavia, l’elevato investimento iniziale, le possibili limitazioni spaziali, temporali e logistiche, rappresentano spesso ostacoli che non sempre sono superabili. Le Scuole Besta sono oggi al centro di un dibattito tra il Comune e alcuni cittadini per un progetto di demolizione e ricostruzione, non ancora approvato, all’interno del parco adiacente [15]. Il comitato di cittadini e studenti contrari all’intervento ha sollevato preoccupazioni legate all’impatto ambientale che questa operazione potrebbe generare – non solo in termini di abbattimento degli alberi – e preferirebbe riqualificare l’edificio anziché demolirlo. Nell’ambito degli edifici pubblici, l’utilizzo di strumenti di valutazione rapida degli impatti che considerino aspetti energetici, ambientali ed economici può essere di supporto per le decisioni preliminari e per coinvolgere la cittadinanza, simulando diversi scenari d’intervento in maniera partecipata e facilitando il processo di comprensione e accettazione del cambiamento ad essi correlato. Anche se tali strumenti non sono in grado di sostituire analisi dettagliate nelle fasi avanzate della progettazione, il loro scopo principale è rendere più attraenti gli interventi di miglioramento energetico grazie alla loro facilità d’uso e all’accessibilità dei risultati, contribuendo ad aumentare il numero di iniziative di riqualificazione energetica.

## Note

In copertina, Progetto dell’Ufficio Tecnico Comunale di Bologna (gruppo Arch. Gualdi, Ing. Finzi, Ing. Gabriele) per una Scuola Media a Borgo Panigale, fonte: Direzione dei servizi di informazione e relazioni pubbliche del Comune di Bologna (a c. di), Il Comune di Bologna per la scuola 1970-1975, Bologna Documenti del Comune - Febbraio/Marzo 1975, Bologna, 1975.

## Bibliografia

- [1] “Greenhouse Gas Emissions from Energy Use in Buildings in Europe.” Data di accesso 20 maggio 2024. <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emissions-from-energy>.
- [2] European Union. (2010). Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings. Official Journal of the European Union, L 153,

13-35.

- [3] European Commission. Renovation Wave. from [https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave\\_en](https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en). Ultimo accesso 19 Maggio 2024
- [4] Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 (‘European Climate Law’)
- [5] ENEA. “L’efficienza energetica nelle scuole, negli ospedali e nelle imprese: tre casi studio.” ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l’energia e lo sviluppo economico sostenibile, <https://www.eai.enea.it/archivio/efficienza-energetica-avanti-tutta/l-efficienza-energetica-nelle-scuole-negli-ospedali-e-nelle-imprese-tre-casi-studio.html>.
- [6] Cervellati P., Assessore dell’edilizia pubblica e privata, in Aa. Vv., Il Comune di Bologna per la scuola 1970-1975, Bologna Documenti del Comune - Febbraio/Marzo 1975, Bologna, 1975.
- [7] Cecilia Mazzoli (2020). Il recupero del patrimonio scolastico a Bologna (1960-1980). Criteri e metodi per un modello bioclimatico. Monfalcone (GO): EdicomEdizioni.
- [8] Cecilia Mazzoli (2015). Sistemi tecnologici innovativi di involucro per il recupero del patrimonio edilizio recente. L’edilizia scolastica nel Comune di Bologna. Dissertation thesis, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dottorato di ricerca in Architettura, XXVII Ciclo, ISSN: 2038-7946, <http://amsdottorato.unibo.it/6790/>
- [9] Annarita Ferrante, AAA Adeguatezza, adattabilità, architettura. Teorie e metodi per la riqualificazione architettonica, energetica ed ambientale del patrimonio edilizio esistente. Mondadori Bruno, 2013, EAN: 9788861598560
- [10] Dragonetti, L. (2024), Valutazione speditiva degli impatti negli scenari di ricostruzione o riqualificazione di edifici residenziali esistenti, Dissertation thesis, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Dottorato di ricerca in Architettura e culture del progetto, XXXV Ciclo.
- [11] Pro-GET-onE. <https://www.progetone.eu/project/>, ultimo accesso il 25 Maggio 2024
- [12] Dipartimento Unità l’Efficienza Energetica (DUEE), ENEA. (2023). Rapporto annuale sulla certificazione energetica degli edifici - Annualità 2023. Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l’energia e lo sviluppo economico sostenibile.
- [13] Ballarini, I., Corrado, V., Madonna, F., Paduos, S., & Ravasio, F. 2017. Energy refurbishment of the Italian residential building stock: Energy and cost analysis through the application of the building typology. Energy Policy. Vol. 105. Pag. 148-16. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421517301015>
- [14] ENEA. Sistema Informativo per l’Attestazione della Prestazione Energetica degli Edifici (SIAPE). <https://siape.enea.it/>
- [15] Il Post. (2024, 11 aprile). Le proteste a Bologna contro le scuole medie Besta. <https://www.ilpost.it/2024/04/11/proteste-bologna-scuole-medie-besta/>