

The image is a vertical composition of antique items. The top section shows several woven baskets of various shapes and sizes, some with handles, resting on a wooden shelf. Below this, another shelf holds a variety of wooden vessels, including a large, rounded earthenware jar, several smaller wooden barrels or casks with metal bands, and a large, rectangular wooden tub. The bottom half of the image is dominated by a large, rectangular wooden tray filled with an assortment of metal gears and wheels of different sizes and designs, some with spokes and others with teeth. The lighting is soft and directional, highlighting the textures of the wood, metal, and woven materials.

*magazine*  
recupero *e* conservazione





ISSN 2283-7558

luglioagosto2018

# 148

- 3 L'EDITORIALE \_ di Cesare Feiffer  
**La terza via**
- 6 **Il terremoto nel Centro Italia: ricostruzione e identità dei luoghi**  
di Giovanni Carbonara
- 16 IL RESTAURO TIMIDO \_ di Marco Ermentini  
**Uno sguardo sul futuro. La nuova alleanza con il passato**
- 21 TREVISO FORNESIC 2018  
**Argomenti e dettagli delle giornate dedicate al restauro forense**  
**Seminario Tecnico, venerdì 28 settembre a Treviso**
- 23 RESTAURO E LEGGE \_ di Eugenio Tristano  
**L'affiancamento legale nel campo del restauro. Verso un nuovo modello di lavoro**  
da ALA-Assoarchitetti *Associazione Liberi Architetti*
- 24 **Chi sarà e cosa farà l'architetto nel 2040?**  
di Giovanni Vencato
- 27 **Uno strumento decisionale per grandi patrimoni immobiliari PARTE PRIMA**  
**Calcolo energetico e fattibilità economica**  
di Marta Calzolari, Pietromaria Davoli, Laura Gabrielli, Aurora Ruggeri  
da do.co.mo.mo.
- 35 **La Cité de Refuge di Le Corbusier e Pierre Jeanneret**  
**Il restauro condiviso di un patrimonio architettonico e sociale**  
di Francesca Rosa
- 43 **Nuovi antichi paesaggi fluviali**  
**Riqualficazione paesaggistica alla nuova centrale idroelettrica di Pontoglio**  
di Claudio Sangiorgi  
da ARCo *Associazione per il Recupero del Costruito*
- 51 **I buoni interventi di restauro: conservazione, adeguamento, riuso**  
VIII Convegno Nazionale. 18-19 gennaio 2019 - Palazzo Reale, Napoli
- 53 **Gli interventi premiati. Mura urbiche al Premio Mastrodicasa 2017 PARTE SECONDA**  
**Mura civiche di Viterbo - Mura sud orientali di Ninfa**
- 60 **Rinforzi in fibra di carbonio. Le ex Colonie Padane a Cremona**  
di Cecilia Zampa
- 67 **Digital manufactory al servizio del restauro**  
**Ricostruzione digitale e fisica di un elemento decorativo danneggiato**  
di Veronica Campani e Matteo Fabbri
- 75 **Restauro e consolidamento di murature in tufo**  
**Palazzo Belmonte Riso sede del Museo Regionale d'Arte Moderna e Contemporanea a Palermo**  
di Davide Bandera  
da Assorestauo *Associazione italiana per il restauro architettonico, artistico e urbano*
- 80 **La categoria 'Altri Servizi per i Beni Culturali'. Ecco chi sono i Soci di Assorestauo**  
**Tra i Soci, presentiamo ATE\_Associazione Tecnologi per l'Edilizia**

articolo  
estratto



# UNO STRUMENTO DECISIONALE PER GRANDI PATRIMONI IMMOBILIARI

Calcolo energetico e fattibilità economica

## PARTE PRIMA

Marta Calzolari, Pietromaria Davoli,  
Laura Gabrielli  
Dipartimento di Architettura,  
Università degli Studi di Ferrara  
marta.calzolari@unife.it  
pietromaria.davoli@unife.it  
laura.gabrielli@unife.it

Aurora Ruggeri  
Dipartimento di tecnica e gestione dei  
sistemi industriali,  
Università degli studi di Padova, Vicenza  
aurora.ruggeri@phd.unipd.it

L'attuale sfida della ricerca nel campo della transizione verso un'economia sostenibile e circolare, in risposta alle richieste della Comunità Europea, riguarda il retrofit energetico dello stock edilizio esistente. In Italia, dove un quarto dell'intero patrimonio è rappresentato da edifici costruiti prima del 1946, la proporzione di edifici di nuova costruzione è esigua rispetto all'esistente. Per di più, una quota consistente del patrimonio edificato riguarda edifici storici e monumentali. Da indagini specifiche (Filippi, 1987) risulta che in Italia siano localizzati circa 4.000.000 dei 5.367.000 monumenti censiti in Europa, per i quali l'efficiamento deve seguire e rispettare i principi del restauro e della conservazione. Alcuni di essi presentano deboli performance energetiche o condizioni precarie di conservazione. Poiché sono una così alta percentuale del parco edilizio nazionale, un intervento che affianchi alle consuete operazioni di manutenzione e restauro strategie di valorizzazione delle loro performance energetiche rappresenterebbe una grande opportunità per diminuire i consumi energetici del Paese e le emissioni di CO<sub>2</sub>, contribuendo sensibilmente a raggiungere i target Europei dell'*Energy Roadmap 2050* (European Commission, 2011) per l'energia e il clima. Studiare metodi e strumenti di programmazione e attuazione di strategie di retrofit del patrimonio storico non permette solo di favorire il raggiungimento degli obiettivi comunitari, ma anche, e soprattutto, di supportare proprietari privati e Amministrazioni Pubbliche nella corretta e più efficace gestione di questi edifici.

## PAROLE CHIAVE

Efficienza energetica, calcolo speditivo, analisi economica, patrimonio edilizio pubblico, riqualificazione energetica

## KEYWORDS

Energy efficiency, simplified calculation, economic analysis, public buildings, energy retrofit

La ricerca ha l'obiettivo di sviluppare un modello per la progettazione di un software capace di gestire interventi di efficientamento energetico su ampi patrimoni immobiliari, comprendendo analisi di fattibilità e processi di ottimizzazione, per supportare ed indirizzare l'iter decisionale. In particolare, nel caso di beni storici, l'efficientamento energetico è un'operazione estremamente complessa, costosa e difficile da governare, soprattutto se estesa a grandi portafogli: diventa allora cruciale valutare numerosi scenari alternativi di intervento per identificare le azioni che possano portare all'allocazione ottimale delle risorse, bilanciando al meglio risparmi e costi.

## ***A programmatic decision-making tool for large property assets Energy calculation and economic feasibility - FIRST PART***

*This research aims to develop a model for the design of a software capable of managing energy efficiency operations in large property assets, including feasibility analysis and optimization processes, to support and direct the decision-making process. Whether applied to historic or traditional assets, energy efficiency is a complex and expensive operation, especially if broadened to large building stocks: it becomes crucial to evaluate alternative scenarios and identify the actions that can lead to the optimal resources allocation, considering the best balance between energy savings and total costs. The assessment at the early stage of economic convenience is strategic, including methods capable of controlling both the energetic behavior of the buildings and the monetary amounts involved. This study, hence, intends to elaborate a replicable model for the preventive economic evaluation in retrofit operations, especially for large property portfolios, where it is harder to define which combination of interventions leads to the optimal result. In particular, this model is processed starting from the project, "Unife sostenibile: screening energetico del patrimonio edilizio dell'ateneo di Ferrara e proposte preliminari per la fase di programmazione degli interventi di retrofit", developed by the Research Center "Architettura > Energia (Unife)." The project chosen has analyzed a group of buildings in Ferrara, finding their thermo-hygrometric behavior, their annual consumption and other information about their installation systems, giving us a significant database necessary to implement the economic evaluation model to a detailed case-study. Thus, the goal of the research is to produce a calculation tool which can be easily used, and which can quickly identify the best retrofit scenario. Moreover, the model should be exportable and applicable in other contexts as well by varying the input data only.*

IN APERTURA\_Palazzo Tassoni Estense, sede del Dipartimento di Architettura dell'Università di Ferrara. Salone d'Onore al primo piano (Archivio P. Davoli).

A LATO\_Palazzo Tassoni Estense. Salone di ingresso da via Ghiara (Archivio P. Davoli).

OPENING\_Palazzo Tassoni Estense, Department of Architecture of the University of Ferrara. Main hall at first floor (Archive P. Davoli)

ON SIDE:Palazzo Tassoni Estense. Entrance hall from via Ghiara (Archive P. Davoli)





Il controllo del microclima interno può garantire alti standard di comfort per gli utenti, contemporaneamente alla conservazione del bene stesso e dei suoi apparati decorativi. Numerosi studi e ricerche in questi ultimi anni (Ascione et al, 2017; Pascucci e Lucchi, 2016; Adhikari et al, 2013; Pracchi e Lucchi, 2013) si sono occupati del delicato tema del recupero del patrimonio ad elevato valore storico-testimoniale, cercando di mediare le criticità che insorgono quando all'obiettivo dell'efficientamento si affianca quello della conservazione. Un buon risultato si ottiene attraverso una progettazione specifica degli interventi, affinata caso per caso a partire da una analisi dello stato di fatto che riesca a garantire un'accurata valutazione delle soluzioni di retrofit. Questo si traduce in una progettualità integrata degli interventi, calibrata sulle peculiarità di ogni singola fabbrica, dei suoi sottoinsiemi e delle tecnologie utilizzate, spesso uniche, che richiedono indagini conoscitive talvolta non convenzionali e valutazioni lunghe e complesse.



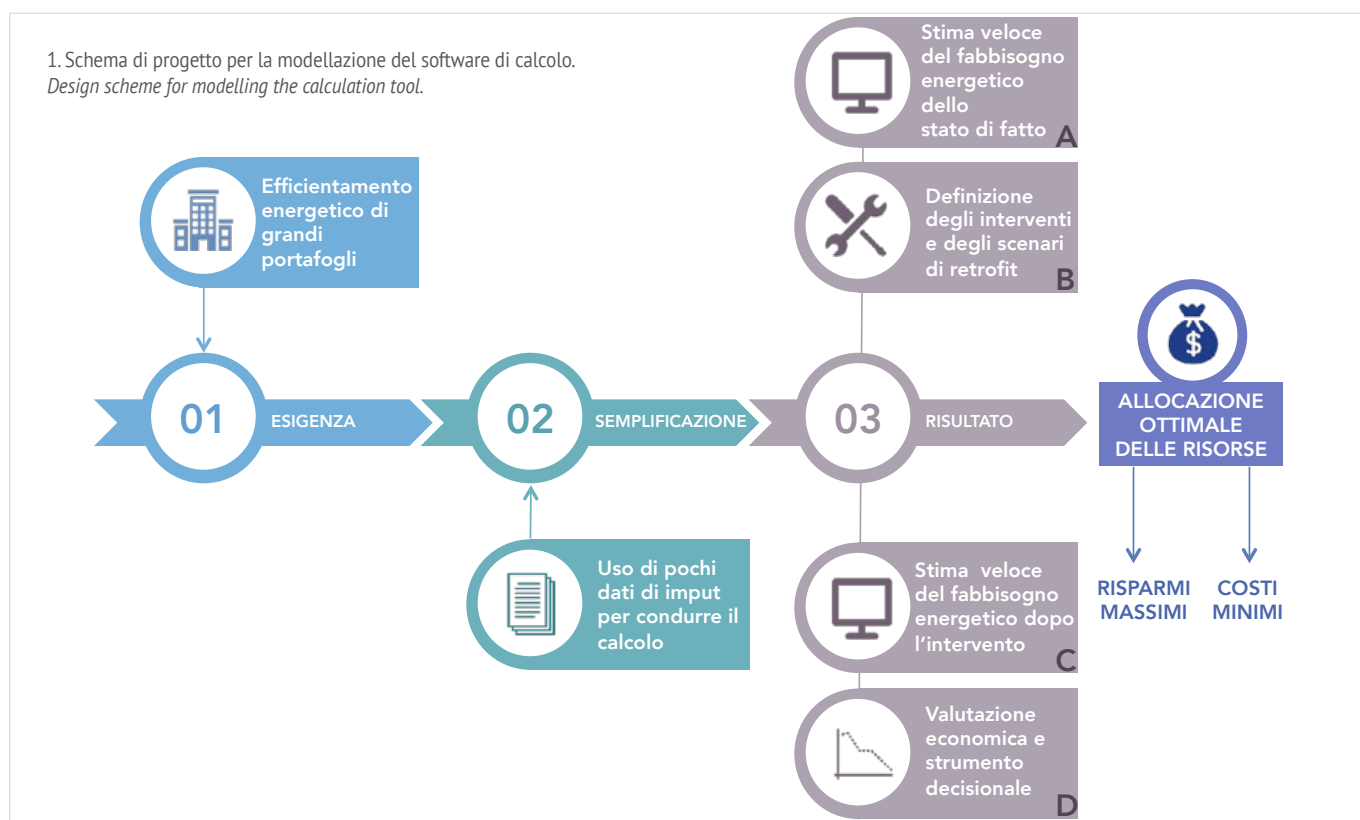
Palazzo Tassoni Estense, portale e fronte principale su via Ghiara (Archivio P. Davoli).  
Palazzo Tassoni Estense, gate and main facade, via Ghiara (Archive P. Davoli)



Se questo approccio progettuale risolve le possibili criticità nelle situazioni in cui si opera su un unico organismo edilizio, ben altri ordini di problemi si manifestano nella gestione di grandi patrimoni immobiliari, come nel caso di quelli di proprietà o in uso alla Pubblica Amministrazione. Come è stato descritto in un precedente contributo (Belpoliti et al, 2017) il tema è particolarmente emergente poiché l'Europa richiede agli Stati Membri di intervenire rapidamente sul proprio stock edilizio a partire proprio dal loro patrimonio pubblico (D.Lgs. n. 102/2014). Tuttavia, le singole Amministrazioni non possono permettersi, in termini di impegno, sia temporale sia economico, di sottoporre a campagne di analisi dettagliata ognuno degli edifici del proprio parco immobiliare per poter accuratamente mettere a confronto più soluzioni di retrofit e decidere quale sia la più idonea in termini di rapporto costo/benefici. Risulta perciò necessario, di fronte a queste difficoltà, partire da una fase preliminare di sola "pianificazione su larga scala" che anticipi la progettazione di dettaglio. Durante questa fase, attraverso l'uso di idonei strumenti di valutazione speditivi e di facile impiego, l'Amministrazione può ottenere una fotografia dello stato di fatto del proprio patrimonio edilizio sulla quale poter impostare una serie di ragionamenti e valutazioni comparative fra i possibili scenari di intervento a partire dalle potenzialità degli edifici e compatibilmente con le disponibilità economiche. Solo dopo questa fase preliminare l'Amministrazione sarà realisticamente in grado di individuare le priorità di intervento su cui convogliare tutte le risorse finanziarie a disposizione e le energie necessarie a una progettazione estremamente accurata e mirata dell'intervento.

Da questi presupposti aveva preso avvio la ricerca precedentemente documentata *“Unife sostenibile. Screening energetico del patrimonio edilizio dell’ateneo di Ferrara e proposte preliminari per la fase di programmazione degli interventi di retrofit”* (Recupero e Conservazione Magazine 142) con la quale si è messo a punto un primo strumento speditivo di elaborazione e valutazione di diverse soluzioni di riqualificazione per grandi patrimoni edilizi<sup>1</sup>. Il lavoro è poi confluito, come conseguente avanzamento, nella ricerca qui illustrata: *“Economic feasibility and energy retrofit: a decision-making tool for large property assets”* (“Fattibilità economica e retrofit energetico: uno strumento decisionale per grandi patrimoni immobiliari”)<sup>2</sup>. L’obiettivo principale di questo successivo *step* di lavoro è rendere esportabile e ulteriormente semplificato il modello speditivo di calcolo del fabbisogno energetico degli edifici messo a punto attraverso i processi di “clusterizzazione” e semplificazione sviluppati e testati con la ricerca *“Unife sostenibile”*. Il risultato finale consisterà nello sviluppo di un software che permetta, attraverso l’inserimento di pochi dati di input, di calcolare in modo automatico, rapido e semplificato il consumo energetico di estesi gruppi di edifici, di quantificare e valutare le potenzialità di differenti strategie di retrofit e di stimare l’allocazione ottimale delle risorse economiche in possesso dell’Amministrazione (figura 1).

La ricerca è divisa in due fasi. La prima riguarda l’elaborazione del sistema di calcolo che sottende la valutazione energetica dei fabbricati. La seconda si occuperà dell’estensione del software alle analisi di carattere economico. Il presente contributo descrive i risultati preliminari della prima fase di ricerca.



Nota 1. La prima finalità della ricerca riguardava la messa a punto di uno strumento di simulazione (non di certificazione) energetica che potesse fornire all’Amministrazione, in tempi rapidi e con metodo speditivo, una fotografia del comportamento energetico del proprio patrimonio allo stato di fatto, per individuare le potenzialità di miglioramento e i punti deboli su cui convogliare le quasi sempre ridotte risorse economiche a disposizione per gli interventi. Questo strumento, per le sue caratteristiche intrinseche, permette di fare valutazioni senza richiedere l’analisi dettagliata di tutti i suoi edifici (operazione che in caso di patrimoni edilizi molto vasti sarebbe temporalmente ed economicamente spesso improponibile). Diventa, pertanto, utile creare uno strumento di veloce utilizzo per la programmazione degli interventi di riqualificazione degli edifici per una gestione più consapevole ed efficiente del patrimonio, sia in termini energetici sia economico-finanziari. I risultati di questo audit speditivo servono, poi, da base conoscitiva a chi affronterà la successiva progettazione, attenta e dettagliata, degli interventi prioritari (Belpoliti et al., 2017 op. cit.).

Nota 2. Dottorato in Ingegneria Economico Gestionale. Università degli Studi di Padova. Supervisore: Prof. Arch. Laura Gabrielli. Dottoranda: Aurora Ruggeri.

## La stima semplificata del fabbisogno energetico

Il primo scopo del software oggetto di studio è la stima del fabbisogno energetico dello stato di fatto per ogni edificio del patrimonio su cui si sta pianificando di intervenire.

Perché possa diventare un efficace strumento di programmazione per le Pubbliche Amministrazioni è necessario, prima di tutto, che il software calcoli la performance energetica in modo automatico ed estremamente veloce, così da essere di facile impiego anche per i non addetti ai lavori. Per questa ragione la ricerca si è concentrata sulla semplificazione del calcolo energetico da inserire nel programma, sia per quanto riguarda il numero e il tipo di dati da possedere sia per quanto riguarda il metodo stesso di calcolo<sup>3</sup>. In base ai risultati ottenuti dalla ricerca precedente è stato possibile individuare i dati che per ciascuna tipologia di edificio (cluster) possono essere:

- **trascurati** perché non influenzano in maniera significativa la performance energetica;
- **considerati costanti** per tutti gli edifici appartenenti alla stessa categoria;
- **calcolati o reperiti** per ciascun edificio, perché non parametrizzabili.

Questa semplificazione permette di limitare il numero di dati da dover conoscere specificatamente per ogni edificio. Si tratta:

1. del coefficiente di dispersione dell'edificio, calcolato come media ponderata sulle superfici delle trasmittanze di tutte le chiusure esterne (tecnologia dell'involucro e temperature);
2. del volume netto riscaldato moltiplicato per il tasso di ricambio orario richiesto e della superficie netta in pianta (geometria);
3. della superficie vetrata equivalente<sup>4</sup> (orientamento);
4. della presenza/assenza di ombreggiamento (caratteristiche);
5. della destinazione d'uso dell'edificio (da cui dipendono gli apporti interni);
6. del rendimento dell'impianto (impianto).

In particolare, l'operatore/compiler deve completare la tabella illustrata in figura 2. Questi dati, che sintetizzano le caratteristiche geometriche e tecnologiche degli edifici, sono informazioni di facile reperimento, poiché l'Amministrazione di norma ne è già in possesso.

Nota 3. La funzione alla base del calcolo permette di condurre un'analisi semplificata a partire però da una funzione ottenuta con dati di benchmark derivati da calcoli energetici in regime dinamico.

Nota 4. La superficie vetrata equivalente considera coefficienti di ponderazione differenti per ogni orientamento. Questo è necessario poiché il calore guadagnato dal sistema per irraggiamento varia considerevolmente in base all'orientamento delle superfici.

2. Tabella dei dati da inserire per il calcolo automatico del fabbisogno energetico.  
Data table to fulfil for the automatic assessment of energy demand.

SEZIONE	CARATTERISTICA	UNITÀ DI MISURA
<b>1a. TECNOLOGIA DELL'INVOLUCRO</b>	Area muri esterni	m <sup>2</sup>
	U value	W/m <sup>2</sup> K
	Area muri interni	m <sup>2</sup>
	U value	W/m <sup>2</sup> K
	Area solaio a terra	m <sup>2</sup>
	U value	W/m <sup>2</sup> K
	Area soli esterni	m <sup>2</sup>
	U Value	W/m <sup>2</sup> K
	Area finestrata	m <sup>2</sup>
	U value	W/m <sup>2</sup> K
<b>1b. TEMPERATURA</b>	Temperatura media esterna	K
	Temperatura interna	K
	Temperatura del suolo	K
<b>2. GEOMETRIA</b>	Superficie in pianta netta	m <sup>2</sup>
	Volume netto	m <sup>3</sup>
<b>3. ORIENTAMENTO</b>	Superficie equivalente SUD	m <sup>2</sup>
<b>4. CARATTERISTICHE</b>	Ombreggiamento	0-1
	Funzione	0-8
<b>5. IMPIANTO</b>	Rendimento	η



3. Divisione delle zone climatiche italiane e relative equazioni. *Italian climatic zones and corresponding equations.*



Nota 5. Il procedimento di regressione lineare multipla appartiene ai metodi della statistica inferenziale e si occupa di trovare la legge che lega una variabile dipendente (il fabbisogno energetico) alle variabili indipendenti (le caratteristiche dell'edificio).

Partendo da questa semplificazione, l'obiettivo della ricerca in corso è trovare l'equazione di calcolo su cui impostare il software che sia in grado di simulare la domanda energetica a partire dall'inserimento di queste variabili, attraverso un'interfaccia *user-friendly* e di semplicissima compilazione.

Per trovare la funzione più corretta si è applicato il procedimento della regressione lineare multipla<sup>5</sup> su un campione di 150 edifici. Come mostrato in figura 3 l'obiettivo è di costruire un'equazione specifica per ogni zona climatica italiana, sia in condizione invernale, sia in condizione estiva. In questo modo è possibile semplificare ulteriormente il calcolo, sottintendendo alla sola scelta della zona climatica di appartenenza tutte le informazioni ambientali e climatiche dell'edificio necessarie al calcolo.

Questo programma e questa metodologia di approccio sono stati applicati proprio agli edifici oggetto della precedente ricerca "*Unife sostenibile*" e dunque sul patrimonio dell'Università degli Studi di Ferrara (figure 4-7), di cui già erano disponibili i dati di input da inserire e i consumi energetici effettivi ("consumi in bolletta") da utilizzare come confronto.

È stato perciò possibile applicare il modello sviluppato ad un caso studio significativo e complesso, verificando come l'utilizzo del software renda più agevole e veloce la fase di programmazione delle azioni di retrofit. I passaggi da seguire sono di seguito riassunti:

1. Identificazione della zona climatica in cui si opera;
2. Inserimento nella tabella delle variabili prima illustrate per ognuno degli edifici;
3. Scelta per ogni edificio della categoria di appartenenza in modo che alcuni dati si carichino di default (ad esempio il tasso di ventilazione);
4. Calcolo in automatico del fabbisogno energetico dello stato di fatto.

4. Via Savonarola a Ferrara sulla quale insistono quattro degli edifici dell'Ateneo, la cui simulazione energetica è stata condotta usando lo strumento di audit semplificato: sulla sinistra Palazzo Gulinelli con il portale in pietra, sulla destra dal fondo Palazzo Renata di Francia, Palazzo Strozzi e Palazzo Tassoni Mirogli. Tutti gli edifici appartengono al cluster "Edifici storici monumentali" (Archivio M. Calzolari). *Four of the University buildings simulated with the simplified survey tool are faced on via Savonarola in Ferrara: Palazzo Gulinelli on the left, characterized by the stone gate, and on the right from the bottom Palazzo Renata di Francia, Palazzo Strozzi and Palazzo Tassoni Mirogli. All the buildings belong to the cluster "Heritage and historical buildings". (Archive M. Calzolari).*





Una volta ottenuto così rapidamente il comportamento energetico degli edifici allo stato di fatto è possibile, attraverso la stessa equazione, stimare numerosi e differenti scenari di miglioramento energetico. Il programma propone, attraverso un menu a tendina, numerose alternative riguardanti, per citarne alcune a scopo esemplificativo, il cambio dell'impianto, la sostituzione degli infissi, diverse tipologie di isolamento dell'involucro o l'installazione di sistemi di produzione di energia da fonte rinnovabile.

Per ciascuna tipologia di edificio sono stati impostati differenti gradi di libertà con cui è possibile operare in base al cluster di appartenenza, definiti a partire dalle caratteristiche intrinseche dei fabbricati e alla loro vocazione alla riqualificazione energetica. I livelli di intervento impostati sono stati definiti di "ristrutturazione energetica" o di "miglioramento energetico conservativo". Nel primo caso l'obiettivo è il raggiungimento degli standard energetici NZEB, pertanto gli interventi possono essere anche più incisivi ed "invasivi". Nel secondo caso invece, ci si riferisce a un miglioramento delle prestazioni dell'edificio con interventi molto più contenuti e rispettosi dei caratteri architettonici per i quali l'edificio è tutelato.

L'utente a questo punto può simulare scenari di diversa natura per poterli mettere a confronto. Gli interventi precedentemente scelti vengono quindi combinati in una serie di scenari alternativi da minimo a massimo: al primo corrispondono costi minori, ma anche performance energetiche minori, al secondo corrispondono i costi più elevati e potenzialità di miglioramento maggiori. Tra questi due estremi vengono proposti scenari intermedi. Il programma, quindi, è in grado di calcolare in automatico per ogni edificio quale sia il consumo energetico conseguente all'applicazione di ogni scenario, individuando, inoltre, istantaneamente, i possibili risparmi che derivano dall'applicazione di ciascun intervento. Il calcolo è veloce poiché il programma, in base alle scelte fatte, sostituisce in automatico i nuovi valori di trasmittanza, superficie, rendimento dell'impianto o quant'altro vari in base al progetto selezionato.

5. Palazzo Tassoni Estense. Rientra nel gruppo degli "Edifici storici monumentali ristrutturati", su cui è stato testato il metodo di calcolo messo a punto. Questo insieme di edifici raccoglie i fabbricati che hanno subito interventi di restauro o ristrutturazione dopo il 1991 (anno della Legge 10) e che per questa ragione presentano caratteristiche di involucro più evolute in riferimento alla prestazione energetica. (Archivio M. Calzolari). *Palazzo Tassoni Estense. It belong to the "Restored Heritage and historical buildings" group, on which the calculation method has been tested. The buildings of this group are been restored after 1991 (Legge 10) and for this reason they have some characteristics more evolved in term of energy performance (Archive M. Calzolari).*



6. Palazzo Renata di Francia (chiostro interno). Come Palazzo Gulinelli fa parte del gruppo degli "Edifici storici monumentali", su cui è stato testato il metodo di calcolo messo a punto. (Archivio M. Calzolari). *Palazzo Renata di Francia (internal courtyard). As Palazzo Gulinelli it belongs to the "Heritage and historical buildings" group, on which the calculation method has been tested. (Archive M. Calzolari).*

7. Ex Zuccherificio, sede del Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Ferrara. Il complesso appartiene alla tipologia "Edifici ex-industriali". (Archivio M. Calzolari). *Ex Zuccherificio, Department of engineering of the University of Ferrara. The building is part of the "Industrial sites" group. (Archive M. Calzolari).*



## Considerazioni conclusive e prossime fasi della ricerca

Nella seconda parte dell'articolo (rec\_magazine149) verrà illustrata l'analisi economica che il software esegue e il procedimento che porta alla scelta degli scenari da applicare secondo il processo di ottimizzazione. Infatti, sempre in maniera automatica, il programma esprime i parametri di valutazione economica che caratterizzano le proposte indeterminate, in particolare il *tempo di rientro*, il *costo globale* e i *risparmi netti*. L'applicazione al caso studio del metodo messo a punto ha evidenziato che il risultato più significativo ottenuto è la flessibilità con cui è possibile modificare la scelta degli interventi e visualizzare istantaneamente i parametri energetici ed economici che ne conseguono. Questo permette di simulare diverse soluzioni, cambiando gli scenari e confrontando agevolmente i risultati.

## Bibliografia | References

- Ambrogio, K. (2013) "Better performance while respecting the past. Improvement vs conformity. The right balance between conservation and performance," *Ottagono*, vol. 265, pp. 118–141.
- Ascione, F., Ceroni, F., De Masi, R.F., De' Rossi F., and Pecce, M.R., (2017), "Historical buildings: Multidisciplinary approach to structural/energy diagnosis and performance assessment." *Applied Energy* (185): 1517–1528.
- Belpoliti V., Bizzarri G., Calzolari M., Cattani E., Davoli P., Pitzianti S., Rinaldi A. (2016), "Energy screening of wide building stock", *Proceedings 41st IAHS WORLD CONGRESS, Sustainability and Innovation for the Future, 13-16th September 2016, Albufeira, Algarve, Portugal*
- Belpoliti V., Bizzarri G., Calzolari M., Cattani E., Davoli P., Rinaldi A. (2017), "Grandi patrimoni pubblici. Strumenti di supporto alla programmazione degli interventi di retrofit energetico. Il caso dell'Università di Ferrara", *recuperoconservazione\_magazine*, vol. 142, pp. 15-30, rec\_editorice.
- Canziani, A. (2009), *Planned Conservation of XX Century Architectural Heritage*, Electa, Milano.
- D.Lgs. n. 102 – 4/7/2014, recepimento della Direttiva Europea 2012/27/UE.
- Dalla Negra, R., Ambrogio, K. and Zuppiroli, M. (2010) "Miglioramento dell'efficienza energetica in sistemi aggregati di edilizia storica: tra istanze conservative e prestazionali, potenzialità di ricerca ed approcci operativi", in Davoli, P. (2010), *Il recupero energetico ambientale del costruito*, Maggioli, pp. 29–37.
- De Santoli, L. (2015), "Guidelines on energy efficiency of cultural heritage", *Energy Build.*, vol. 86, pp. 534–540.
- European Commission, "Roadmap to a Resource Efficient Europe", 2011.
- Filippi, M. (1987), "Gli impianti nei musei," *J CDA - Condiz. dell'Aria Riscald. e Refrig.*, vol. 8, pp. 965–984.
- MiBACT, "Linee di indirizzo per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale. Architettura, centri e nuclei storici ed urbani", 2015.
- Pascucci, M. and Lucchi, E. (2016), "Efficienza energetica e patrimonio culturale: analisi e simulazioni termo-igrometriche per la gestione del progetto - Energy efficiency and cultural heritage: studies and hygrothermal simulation for the design management", in Antonello Pagliuca, Antonella Guida, edited by, *Colloqui.AT.e 2016 MATER(i)A. Materials, Architecture, Technology, Energy/Environment, Reuse (Interdisciplinary), Adaptability, Matera, Italy, 13-14 October 2016*, Gangemi Editore (ISBN 978-88-4923-311-7).
- Pracchi, V. and Lucchi, E. (2013) *Efficienza energetica e patrimonio costruito: La sfida del miglioramento delle prestazioni nell'edilizia storica*. Santarcangelo di Romagna (RN): Maggioli.





*magazine*  
**recupero e conservazione**

ISSN 2283-7558  
148\_luglioagosto2018

Direttore Responsabile **Chiara Falcini**  
chiara.falcini@recmagazine.it

Direttore Editoriale **Cesare Feiffer**  
cesarefeiffer@studiofeiffer.com

Vicedirettore **Alessandro Bozzetti**  
a.bozzetti@studiocroci.it

Comitato Scientifico Internazionale  
**Giovanna Battista, Nicola Berlucchi, Paola Boarin, Marta Calzolari, Giulia Ceriani Sebregondi, Pietromaria Davoli, Marco Ermentini, Marcella Gabbiani, Paolo Gasparoli, Lorenzo Jurina, Alessandro Melis, Chiara Parolo, Marco Pretelli, Anna Raimondi, Franco Tomaselli, Michele Trimarchi, Angelo Verderosa**

Editore  
via Dormelletto, 49  
28041 Arona (NO)

**rec***\_editrice*

Redazione\_redazione@recmagazine.it

Grafica\_JungleMedia

**NOTA** In questo numero sono stati sottoposti a peer review gli articoli pubblicati alle seguenti pagine: 16-20, 24-26, 27-34, 35-42, 43-50.

RIVISTA PERIODICA VENDUTA IN ABBONAMENTO  
6 numeri/anno – uscita bimestrale  
abbonamenti@recmagazine.it

Tutti i diritti di riproduzione sono riservati  
Pubblicazione online a periodicità bimestrale registrata  
presso il Tribunale di Verbania  
n.3 del 2.03.2017 - n. cron. 594/2017

in COPERTINA  
Fondazione Museo Ettore Guatelli, Ozzano Taro (PR).  
Straordinaria raccolta di oggetti d'uso quotidiano della civiltà contadina.



La prima e l'unica rivista digitale periodica dedicata agli operatori del mondo del restauro e del riuso. Il magazine di aggiornamento e di approfondimento per chi si occupa di beni culturali e di tutela, di riqualificazione e di consolidamento strutturale.

*magazine*  
**recupero e conservazione**

è per tutti coloro che ritengono che conservare il patrimonio sia un piacere oltre che un dovere.

[www.recuperoeconservazionemagazine.it](http://www.recuperoeconservazionemagazine.it)

[www.recmagazine.it](http://www.recmagazine.it)

[info@recmagazine.it](mailto:info@recmagazine.it)