

Un approccio multi-layer alla rigenerazione urbana: efficienza energetica e ottimizzazione delle condizioni di comfort

RICERCA E
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Andrea Boeri, Jacopo Gaspari,
Dipartimento di Architettura, Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Italia

andrea.boeri@unibo.it
jacopo.gaspari@unibo.it

Abstract. Il *paper* si propone di sintetizzare gli elementi chiave di una ricerca avente per oggetto la definizione e lo sviluppo di una piattaforma *multi-layer* volta a supportare processi di rigenerazione urbana e in particolare di approfondire gli aspetti legati al miglioramento delle condizioni di comfort. Il *paper* descrive la metodologia adottata e le principali fasi in cui la ricerca è organizzata. La dorsale della piattaforma *multi-layer* è descritta in funzione dello scopo e degli impatti attesi. È inoltre approfondito il ruolo di questo strumento e del supporto ICT nell'aumentare il livello di consapevolezza degli utenti nei confronti dei potenziali benefici derivanti dall'adozione di soluzioni ad alta efficienza e di misure per la riduzione della domanda energetica. Una riflessione riguarda le possibili barriere a ulteriori sviluppi e le più promettenti opportunità di implementazione completa il testo.

Parole chiave: Approccio *multi-layer*, Condizioni di comfort, Efficienza energetica, Riqualificazione urbana

Nuovi strumenti e approcci per affrontare le sfide della rigenerazione urbana

Sebbene i processi di rigenerazione urbana siano stati oggetto di numerose ricerche nel corso degli ultimi decenni, la maggior parte degli studi, condotti in passato in ambito europeo, si è concentrata sull'individuare come la questione energetica potesse diventare il motore di efficaci risposte per migliorare la qualità dell'ambiente costruito riducendo, nel contempo, l'uso intensivo di suolo che contraddistingue il convenzionale sviluppo delle città¹. La maggior parte degli sforzi sono stati indirizzati a soddisfare gli obiettivi di riduzione fissati dall'Unione Europea con un decremento delle emissioni di CO₂ del 30% entro il 2030 e della domanda energetica da fonti fossili (e delle relative emissioni) dell'80-90% entro il 2050². Minore attenzione è stata riservata alla relazione tra il raggiungimento di elevati standard di efficienza energetica alla scala edilizia e gli impatti che le soluzioni adottate possono produrre sullo spazio tra gli edifici che rappresenta non solo il tessuto connettivo delle città, ma anche un ambito condiviso dai cittadini in molteplici attività sociali.

Sebbene i processi di rigenerazione urbana siano stati oggetto di numerose ricerche nel corso degli ultimi decenni, la maggior parte degli studi, condotti in

A multi-layer approach to urban regeneration: energy efficiency and comfort condition optimization

Abstract. The paper provides an overview of the key elements of a research project focused on the development of a multi-layer platform aimed at supporting regeneration process at district scale particularly for what concerns the improvement of comfort conditions. The paper describes the adopted methodologies and the main stages in which the research is organized. The backbone of the multi-layer platform is described according to the purpose and to the expected impacts. The role of the tool and of ICT in increasing the end-users' awareness about the potential benefit deriving by the adoption of efficient solution and energy saving measures is discussed. A reflection concerning the barriers to further developments and the most promising implementation opportunities completes the text.

Keywords: Multi-layer approach, Comfort condition, Energy efficiency, District renovation

L'insieme di differenti progetti ed esperienze in ambito europeo ha spesso prodotto eccellenti risultati che hanno prodotto un significativo avanzamento delle conoscenze in questo settore fornendo soluzioni molto performanti. Tuttavia, la definizione di strategie più ampie, a livello di quartiere, richiede un maggiore sviluppo per ottenere una visione sistematica capace di massimizzare i potenziali impatti su scala urbana. Inoltre, una buona parte degli abitanti sta spostando la propria attenzione dalla mera valutazione economica dei vantaggi prodotti dall'adozione di soluzioni ad elevata efficienza energetica per concentrarsi sugli impatti che esse producono in termini di comfort e qualità in relazione alla rapida evoluzione delle necessità e dello stile di vita focalizzandosi su obiettivi tangibili e funzionali^{3,4,5}. Non di meno, è opportuno considerare con la dovuta cautela gli effetti dei cambiamenti climatici – che molte città stanno subendo con eventi di straordinaria rilevanza e ondate di calore di inusuale intensità – sia per quanto concerne la vulnerabilità a scala urbana sia per quanto riguarda l'incremento dei consumi energetici individuali⁶.

La più stimolante sfida dei progetti di rigenerazione urbana risiede pertanto nel considerare adeguatamente le interazioni che intervengono tra gli edifici a scala di quartiere coinvolgendo numerosi fattori chiave appartenenti ad ambiti diversi: complessità, variabilità, frammentazione del ciclo di vita degli edifici, gestione e consapevolezza da parte dell'utenza, aspetti comportamentali e partecipativi, nuovi modelli finanziari e di investimento, interoperabilità attraverso diverse soluzioni ICT. Per colmare la distanza tra un approccio convenzionale al recupero e una visione volta a realizzare da più prospettive un ambiente a basso impatto sono necessari nuovi strumenti^{7,8}. Essi devono essere in grado di integrare le conoscenze e le esperienze acquisite nell'ultimo decennio

New tools and approaches to face the challenges of urban regeneration

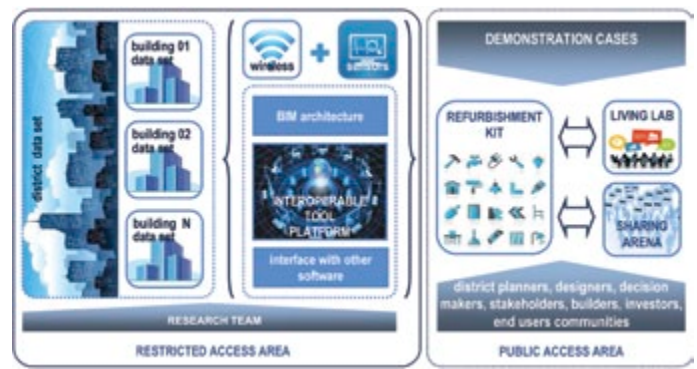
Despite urban regeneration processes have been widely investigated in the last decades, most of the studies developed across Europe in the past years was focused on understanding how the energy issue should become the driver of effective answers for improving the quality of the built environment while reducing the land use that typically follows the conventional approach to city development¹. Most of the efforts were spent to fulfil the EU savings targets which mean a reduction of CO₂ emissions by 30% until 2030, and of fossil fuel based energy consumption (and related greenhouse gas emissions) by 80-90% until 2050². Minor attention was given to the relation between the achievement of high level of energy efficiency at the building scale and the impacts the adopted solutions should have

on the space in between the buildings that represents both the connecting fabric of the city and the space citizens share for several social activities.

The amount of different experiences and renovation projects developed in several cities across the EU often produced excellent results significantly improving the knowledge in this sector and providing very performing solutions at building scale. However, comprehensive strategies at district or city level still require to be adequately developed in order to achieve a systemic vision able to maximize the potential impacts at urban scale. Furthermore, the attention of a large part of inhabitants is shifting from the mere economic advantages derived by adopting energy efficient solutions to the impacts they produce on living and comfort conditions considering the very fast evolution of needs and lifestyles as well as

01 | La piattaforma è progettata per gestire serie di dati provenienti da differenti edifici e sistemi con l'obiettivo di definire dei kit di recupero che possano essere consultati da diversi utenti in ambienti virtuali distinti
The platform is designed to manage series of data set from different buildings and domains in order to create interactive refurbishment kits that can be operated by different users in separate virtual environments

01 |



in un ambiente operativo dove le soluzioni possano essere efficacemente testate^{9,10}.

L'Unità di Ricerca di Tecnologia del Dipartimento di Architettura dell'Università di Bologna sta lavorando per mettere a punto una visione sistematica e una metodologia volta a favorire l'adozione di efficaci soluzioni per la rigenerazione urbana coinvolgendo i principali attori del processo ai diversi livelli. La ricerca^{11,12} mira allo sviluppo di uno strumento interoperabile che tenga in considerazione una molteplicità di fattori legati alla riduzione della domanda energetica e al contestuale approvvigionamento da sistemi più efficienti con generazione in situ e minor impronta ecologica. Lo strumento è teso a favorire il passaggio dal piano teorico a quello pratico, supportando l'acquisizione dati da differenti ambiti e rafforzando la prospettiva olistica del processo e i relativi impatti. (Fig.1).

La metodologia di ricerca si basa sullo sviluppo e sull'adozione di una piattaforma interoperabile con architettura BIM che permetta di integrare diversi data set per mappare e visualizzare interazioni tra gli edifici coinvolti. Questo strumento consente di combinare diverse soluzioni specifiche per il recupero di ciascun edificio e analizzare gli effetti a scala di distretto per indirizzare il processo verso un approccio ottimizzato e bilanciato. La piattaforma è pensata per essere impiegata da diversi tipi di utenza: è specificamente progettata per supportare le Pubbliche Amministrazioni e i pianificatori nella scelta della soluzione più efficace sotto il profilo tecnico e socio-economico, ma è anche concepita per fornire un'interfaccia *user-friendly* al cittadino o all'utente finale con lo scopo di aumentare il suo livello di comprensione dei vantaggi che ciascuna soluzione attuata produce e renderlo parte attiva del processo di rigenerazione¹³.

focusing on very tangible and useful goals^{3,4,5}. In addition, the effects of climate change - that many cities are suffering by experiencing extreme events or increased heat waves - have to be carefully considered both for what concerns the vulnerability at urban level and the related energy consumption at individual level⁶.

The most challenging issue of urban regeneration lies therefore in adequately considering the interactions between buildings at district/ neighbourhood scale that involve a number of key factors from various domains: complexity, variability, fragmentation of building life cycles, management and end user awareness, behaviour and participation, new business and financing models, interoperability of various ICT supports. New tools are needed to bridge the gap between conventional renovation approaches and a multi-perspec-

tive transition vision to create a real low carbon environment^{7,8}. They are expected to integrate knowledge and experiences acquired in the last decade into an operational environment where effective (and specific) solutions can be tested^{9,10}.

The Technology Research Unit working at the Department of Architecture of University of Bologna is trying to provide a systemic vision and a methodology to foster the adoption of effective strategies and solution to improve the development of district regeneration models engaging the key players at different level. The research^{11,12} aims to develop an interoperable tool which takes into consideration factors related to both energy demand reduction and simultaneous supply of decentralised and more efficient energy systems, locally generated and with the lowest carbon footprint. The tool is a key enabler to

Questo testo offre una sintesi della metodologia adottata, della struttura della piattaforma, dei parametri chiave che sono stati considerati nel processo e degli impatti attesi così come una riflessione riguardo i limiti e le barriere ai futuri sviluppi.

Struttura metodologica, obiettivi e architettura della piattaforma multi-layer

Questo testo offre una sintesi della metodologia adottata, della struttura della piattaforma, dei parametri chiave che sono stati considerati nel processo e degli impatti attesi così come una riflessione riguardo i limiti e le barriere ai futuri sviluppi.

L'altro punto chiave della ricerca riguarda l'identificazione dei potenziali fruitori o utilizzatori: il progetto individua sei *target group* principali dalla municipalità all'utente individuale. I gruppi possono essere elencati come segue: i proprietari degli edifici, gli utenti degli edifici, i progettisti, i soggetti decisori, le amministrazioni e

shift from theory to practice, supporting the collection and management of data from different domains, empowering the holistic design perspective and the derived impacts (Fig. 1).

The research methodology is based on the development and adoption of a BIM based Interoperable Platform that integrates different data sets in order to map and visualize the interactions between the involved buildings. This tool allows to combine specific solutions aimed to renovate each building in order to analyse the effects at district scale and address the process towards an optimized and more balanced approach. The platform is intended to have different level of use: it is specifically designed to support Public Administration and City Planners to choose the most effective solutions both in terms of technical design and socio-economic impacts, but it is also thought to be an

L'aspetto fondamentale da cui muove la ricerca è il superamento del convenzionale approccio al recupero dell'esistente che - essendo generalmente finalizzato

al raggiungimento di soglie di prestazione predefinite per ciascun edificio in modo da soddisfare specifici obiettivi di riduzione della domanda energetica - considera i processi di rigenerazione urbana come la somma di singoli risultati^{14,15} e di progredire verso una visione più coordinata. Il raggiungimento di questo obiettivo impone di considerare e analizzare una quantità di parametri diversi la cui dimensione aumenta in modo più che proporzionale al numero di edifici inclusi nel processo. Di conseguenza la prima attività del progetto è stata quella di strutturare la piattaforma come uno strumento scalabile.

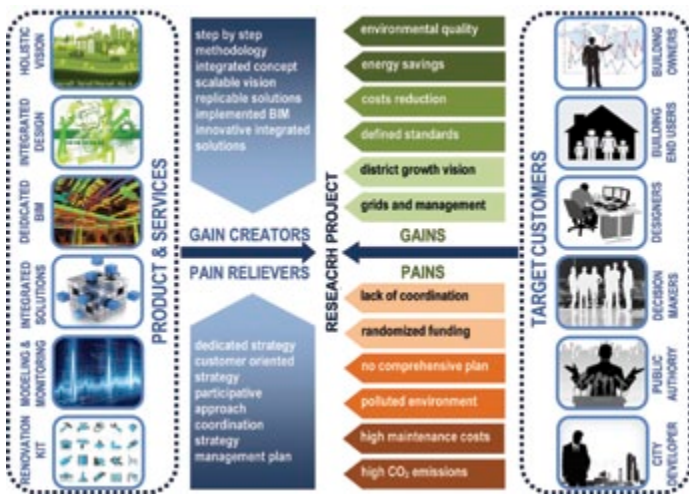
L'altro punto chiave della ricerca riguarda l'identificazione dei potenziali fruitori o utilizzatori: il progetto individua sei *target group* principali dalla municipalità all'utente individuale. I gruppi possono essere elencati come segue: i proprietari degli edifici, gli utenti degli edifici, i progettisti, i soggetti decisori, le amministrazioni e

user-friendly tool for end users and citizens for understanding the advantages each option should provide and for taking a more active part in the regeneration process¹³.

This paper provides an overview of the adopted methodology, of the main structure of the platform, of the key parameters considered in the process and of the expected impacts as well as a reflection concerning the limits and the barriers to further developments.

Methodological structure, goals and architecture of the multi-layer platform

The key concept on which the research is based mostly focuses on overcoming the conventional approach to renovation of the existing stock that - being usually aimed at achieving pre-defined performance thresholds for each single building according to specific energy



02 | Diagramma dei deficit e dei benefit che investono i target group dei processi di rigenerazione in relazione ai prodotti e ai servizi offerti nel settore edilizio
Diagram of the "pains and gains" that involve the target groups of regeneration process with relation to the product and services provided in the renovation field

02 |

gli investitori (compresi fornitori e gestori delle reti). Ciascun gruppo comprende svariate sottocategorie che rappresentano condizioni più specifiche, tuttavia le categorie elencate condividono – spesso da prospettive opposte – l’interesse per un miglioramento dell’*Indoor Environmental Quality* [IEQ], dell’efficienza energetica, della qualità della vita, ecc. nelle città e per una contestuale riduzione dell’inquinamento, delle emissioni di CO₂ e di gas serra, dei costi, ecc. che affliggono la maggior parte delle città europee¹⁶. Una volta individuati i «Deficit» e i «Benefit», delimitate le tematiche principali a un numero limitato di parametri, le interazioni tra gli attori principali e l’interesse a disporre di nuovi strumenti per affrontare le sfide della scala urbana diventano più evidenti (Fig. 2). Ciascun attore è interessato per svariate (e talvolta contrastanti) ragioni a prendere parte al processo di rigenerazione che è in genere il risultato di una combinazione di prodotti e servizi appartenenti tradizionalmente al settore edilizio. La piattaforma è volta a gestire queste combinazioni attraverso un approccio coordinato che sposta l’attenzione dalla prestazione pura a un risultato qualitativo che esprime una visione multi-criteriale coerente con una rigenerazione sostenibile nel senso più ampio.

savings targets – considers city regeneration processes as the collection of these single results^{14, 15} and move towards a more coordinated vision. The achievement of this goal requires to consider and analyse a number of different parameters whose size increases more than proportionally according to the number of buildings included in the process. Therefore, the very first task of the project was to structure the whole platform as a scalable tool. The other key point of the research concerns the identification of potential customers or end-users: the project identifies six main target groups from the city scale level to the individual user. The target customer groups can be listed as follows: building owners, building end users, designers, decision makers, public authorities, city developer (including energy infrastructures owners and operators). Each group includes a

number of sub-categories representing more specific conditions, however these main categories share – often from opposite perspectives – the interest of improving Indoor Environmental Quality [IEQ], environmental quality, energy efficiency, life quality, etc. in city districts while reducing pollution, CO₂ and greenhouse gas emissions, costs, etc. that affect most of European cities¹⁶. Once «Pains» and «Gains» have been detected and summarized in a limited number of main aspects, the interactions between the key players and their common interest in having new tools to face the district challenges became more evident (Fig. 2). Each key player is interested for several (and sometimes opposite) reasons to have access or take part to the renovation process that is usually the result of a combination of services and products typically belonging to the building sector. The platform

Dal punto di vista metodologico, la piattaforma è sviluppata assumendo delle soglie di miglioramento attese come gli elementi costanti che le soluzioni tecnologiche, valutate come possibili opzioni nel contesto dei progetti di riqualificazione, devono essere in grado di raggiungere. Ciascuna di esse è considerata nel contesto di un *Renovation Kit* che può includere diverse soluzioni specifiche (implementazione dell’involucro, isolamento, sostituzione degli infissi, miglioramento della dotazione impiantistica, ecc.) per soddisfare gli obiettivi energetici predefiniti assumendo nel contempo come variabili da indagare le condizioni di comfort indoor e outdoor, le condizioni percepite dall’utente, le impostazioni di gestione in fase di esercizio^{17, 18}. La tabella 1 offre un esempio di come i principali parametri coinvolti vengano aggregati durante il processo di valutazione delle diverse soluzioni tecnologiche utilizzabili per la messa a punto dei *Renovation Kit*. Con l’obiettivo di affrontare la riduzione della domanda energetica per la climatizzazione (estiva e invernale) in modo più efficiente, la metodologia adottata coniuga i tradizionali strumenti di valutazione delle caratteristiche termo fisiche alla scala edilizia con la valutazione di parametri che influenzano le condizioni di comfort a scala urbana. Gli obiettivi della ricerca possono essere sintetizzati come segue:

- definire parametri progettuali chiave di interrelazione tra la scala edilizia e quella dell’insula urbana, attraverso fattori misurabili (che considerino le specifiche condizioni climatiche) per sviluppare azioni di mitigazione e migliorare le condizioni di comfort;
- definire specifiche progettuali e gestionali da attuare in ambiente operativo: strategie progettuali (a scala edilizia e urbana), soluzioni tecnologiche (per il riscaldamento/raffrescamento, la ventilazione, la produzione di acqua calda sanitaria, l’uso di

is intended as a tool to manage this combination through a coordinated and systemic approach shifting the focus from the pure performance towards a balanced qualitative result that expresses a multi-criteria vision coherent with a sustainable regeneration in a wider sense. From a methodological point of view, the platform is based on the assumption that a limited number of increasingly energy saving thresholds can be considered as constant pre-defined expected targets as the results of the adoption of specific technical solutions, which are just one of potential combination of services and products enabling the renovation process. So each technical option is considered in the framework of a *Renovation Kit* that shall include a number of specific solutions (building envelope implementation, insulation, glazing replacement, equipment im-

provement, etc.) according to the needs to fulfil the pre-defined energy saving threshold, while indoor and outdoor environmental conditions, perceived comfort conditions, management during operation are assumed as variable factors to be investigated^{17, 18}. Table 1 offers an example of how the main involved parameters are aggregated while assessing the different technological option to deliver the renovation kit. In order to approach the reduction of energy demand for cooling (and heating) more effectively, the adopted methodology couples the traditional analysis involving the specific features of the building components performed at building scale with the parameters influencing comfort conditions at district scale. The key goals of the research can be listed as follows:

- to define key design parameters and

BUILDING CATEGORY	Size	Specific site conditions		
residential	m ²	isolated		no vegetation
tertiary	m ³	line		partial vegetation
other		court		adequate vegetation

SATRTING EP

INPUT LOCAL CLIMATE

Climatic zone		January average outside temperature [°C]	
A	D	August average outside temperature [°C]	
B	E	Average global horizontal radiation [kWh/m ² yr]	
C	F	Annual heating degree days [oC/yr]	

BUILDING FEATURES

Façade/wall	U	W/m ² K	
Roof	U	W/m ² K	
Ground floor	U	W/m ² K	
Glazing	U _g	W/m ² K	
Average U-value	U _{av}	W/m ² K	
Glazing	g	total solar energy transmittance of glazing [%]	
Shading		Shading correction factor	
Ventilation rate	FS	air changes/hr	

RENOVATION OPTIONS

Strategy	[kWh/m ² yr]	Starting condition	Target reduction %	Achieved reduction %
Heating + ventilation				
Cooling + ventilation				
Ventilation				
Lighting				
Over-cladding + insulation				
Domestic hot water				
RES integration				
Other ...				

INFLUENCED ENVIRONMENT

Average indoor condition after intervention	Average outdoor condition after intervention	
---	--	--

fonti rinnovabili, l'accumulo termico, la produzione e la distribuzione di energia elettrica, l'involucro edilizio e i relativi componenti), modalità costruttive e sistemi di gestione dell'edificio e del quartiere;

- combinare elevati standard di efficienza energetica con soluzioni economicamente sostenibili;
- definire adeguati geo-cluster per gestire la complessità del patrimonio esistente e ottenere set omogenei di dati aggregati che possano essere impiegati come indicatori chiave per interventi ad ampia scala;

interrelation between buildings at district scale, by the mean of clear and measurable factors (considering the specific climate conditions), to develop mitigation actions improving comfort conditions;

- to define design and management settings to be applied in the operational environment: design strategies (at building and district scale), technical solutions (for heating/cooling, ventilation, domestic hot water production, renewable energy sources, thermal storage, electrical energy production and distribution, building envelope systems, building components), construction processes, building management system/district management system;
- to combine energy efficiency with cost-effective standards at district level;
- to create adequate geo-clusters in or-

der to manage the complexity of the existing building stock and to obtain a homogeneous set of aggregated data to be used as key indicators in large-scale interventions;

- to raise awareness and acceptance of sustainable energy use and promoting behavioural change towards energy efficient sources and technology. The platform is therefore a tool to manage renovation action according to a defined methodology and to address the process towards a multi-criteria dimension that puts the quality of the built environment and the role of end users at the centre of the regeneration vision. The platform itself follows a BIM based architecture in order to let either an easier management of data set or the potential web development according to a network system¹⁹. As figure 3 shows, once the platform concept is defined according to the multi-perspec-

- aumentare la consapevolezza e la partecipazione nei confronti di un uso sostenibile dell'energia promuovendo comportamenti adeguati all'impiego di tecnologie e risorse.

La piattaforma è pertanto uno strumento volto a gestire le azioni di riqualificazione secondo una metodica definita e a indirizzare il processo verso una dimensione multicriteriale che pone la qualità dell'ambiente costruito e il ruolo dell'utente al centro dell'iniziativa di rigenerazione.

Gli obiettivi legati agli standard prestazionali sono conseguiti in funzione di *Key Performance Indicators* [KPI] già in uso e mutuati

and holistic vision of a sustainable regeneration, a number of data set concerning the main features of the buildings (energy performance, thermal transmittance, construction system, insulation system, equipment typology, etc.), the included typologies, the density, the circulation (connections, parking areas), the transport system, the green areas can be translated into different layers that provides filtered maps of the district. The platform is expected to be integrated with already existing ICT tools and software in order to ensure the widest compatibility and to easy data collection. The tool is intended to big data gathering and analysis, to include GIS-based maps and to allow smart simulations for providing a fast feedback after any changing to the parameters settings²⁰. (Fig. 3-4)

A second stage of the research will be aimed to actively involve users' com-

munities in developing the tool applications according to three main tasks:

- definition of participatory design protocols to let inhabitants be informed about the potential deriving benefits based on socio-economic analysis at district scale;
- involvement of district communities and end users via mobiles and apps;
- creation of a virtual space for sharing knowledge and experiences to boost the interaction between the key players and the end-users.

During this second stage of the research the involvement of end-users and inhabitants assumes a central role²¹: the platform interface via smart devices is expected to significantly increase both the individual and collective awareness level providing clear and easy to manage information concerning the effects of the adopted solutions on the comfort and living conditions as well as of the

da precedenti progetti, la definizione dei *geocluster* e la gestione dei data set è invece legata ai protocolli di acquisizione dati (laddove già disponibili), mentre gli aspetti legati all'*engagement* dell'utenza si basano su un'adeguata ed efficace comunicazione delle informazioni. La piattaforma in sé segue un'architettura di tipo BIM al fine di permettere tanto una più agile gestione dei data set quanto un potenziale sviluppo in termini di network¹⁹. Come sintetizza la figura 3, una volta definita la concezione della piattaforma secondo la molteplicità di prospettive che investono una rigenerazione sostenibile, una grande quantità di informazioni riguardanti le caratteristiche degli edifici (prestazione energetica, trasmittanza termica, sistema costruttivo, isolamento, dotazione impiantistica, ecc.), le tipologie coinvolte, la densità, la distribuzione (collegamenti, viabilità, parcheggi), il sistema di trasporti, le aree verdi, possono essere tradotte in diversi layer che restituiscono mappature filtrate dell'intero quartiere. La piattaforma è progettata per essere integrata agli strumenti ICT già in uso per assicurare la massima compatibilità e una più agevole raccolta dei dati. Questo strumento è inoltre finalizzato alla gestione e all'analisi di grandi quantità di dati, comprese mappe GIS, e per fornire un rapido feedback sugli effetti che ogni cambiamento delle impostazioni può avere sul sistema²⁰. (Figg. 3-4)

Una seconda fase della ricerca sarà destinata a coinvolgere le varie comunità di utenti nello sviluppo di tre attività principali:

- la definizione di protocolli di progettazione partecipativa per consentire agli abitanti di essere informati sui potenziali benefici alla scala di quartiere attraverso un'analisi di tipo socio-economica;
- il coinvolgimento della comunità e del quartiere attraverso l'uso di App e dispositivi mobili;
- la creazione di uno spazio virtuale per la condivisione e la di-

relation between the end-users' behaviour and the units' performances²².

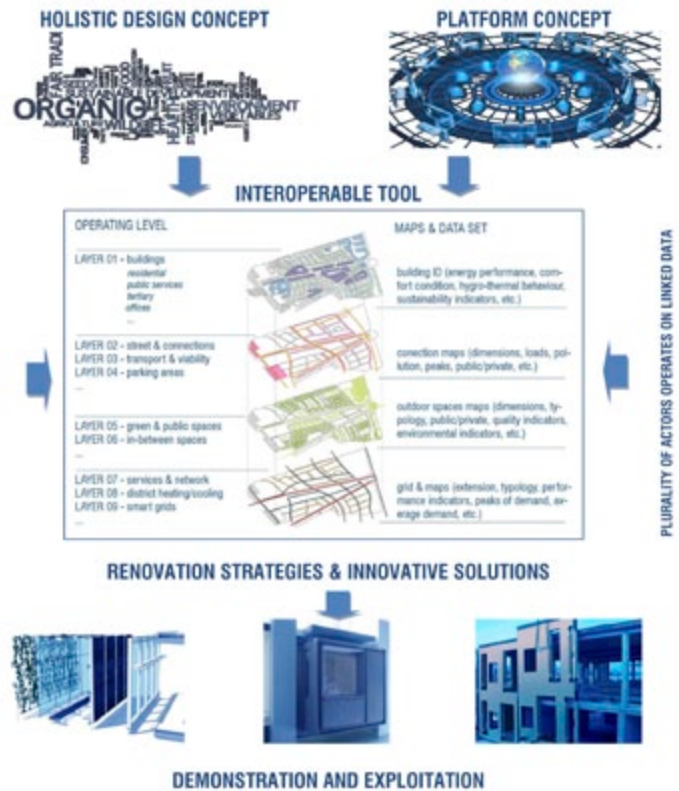
Results, barriers and expected impacts

The innovative character of the research lies in considering the district as a whole in terms of renovation projection, performance level, achieved results, while analysing and processing data acquired on the single elements (buildings, green areas, circulation, etc.) composing it. This approach requires a very multi-disciplinary team including experts from different domains particularly for what concerns the ICT development and software integration.

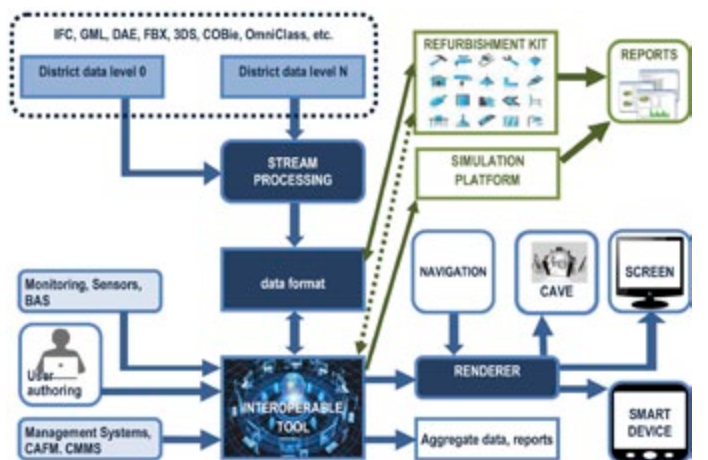
At the current stage, the methodology backbone of the research is defined and the Renovation Kits are going to be tested on demo-cases that the Municipality of Bologna has provided as strategic sites to promote and test very effective

renovation strategies according to a systemic and coordinated vision^{23,24}.

The methodology adopted is based on several steps – that reflect the way the platform processes data – starting from the definition of the key parameters (building features concerning both the construction system and equipment, site features, relation with neighbouring buildings, circulation, connection to grids, etc.) and of the protocols for data acquisition. Once these elements are fixed a circular check process is used to assess the effect each technical solution to be implemented can produce according to the pre-defined targets. So as figure 5 shows the methodological backbone is feed by a number of input according to precise processing rules in order to optimize the platform functioning. The platform is therefore the first application of the methodology and, at the same time, the tool to check



03 | Visualizzazione del concept della piattaforma multi-layer
Visualization of the multi-layer concept of the platform



04 | Diagramma dell'architettura virtuale della piattaforma. Strumenti specifici e app permetteranno all'utente di navigare le diverse opzioni dei Renovation Kit e di valutare gli effetti delle scelte
Diagram of the "pains and gains" that involve the target groups of regeneration process with relation to the product and services provided in the renovation field

scussione di esperienze, conoscenze, informazioni tra gli utenti e i principali attori del processo. Durante questa seconda fase della ricerca il coinvolgimento degli utenti e degli abitanti assume un ruolo centrale²¹: l'interfaccia della piattaforma dovrebbe permettere attraverso i dispositivi Smart di aumentare significativamente la consapevolezza degli individui e della comunità nei confronti degli effetti che le soluzioni adottate producono sulle condizioni di comfort e di vivibilità così come nei confronti della relazione che intercorre tra comportamento dell'utente e prestazione dell'unità edilizia²².

Risultati, limiti e impatti attesi

Il carattere innovativo della ricerca risiede nel considerare il quartiere nel suo insieme in termini di possibilità di rigenerazione, di livelli di prestazione e di obiettivi pur analizzando ed elaborando dati acquisiti a partire dai singoli elementi (edifici, aree verdi, viabilità, ecc.) che lo costituiscono. Questo approccio richiede un gruppo di lavoro multidisciplinare che comprende esperti da diversi ambiti in particolare per quanto concerne lo sviluppo e l'integrazione dei software e degli strumenti ICT.

Allo stato attuale la dorsale metodologica della ricerca è definita, come pure i *Renovation Kit* che dovranno essere testati su casi di studio individuati dalla Municipalità di Bologna come aree strategiche per promuovere efficaci strategie di recupero in modo coordinato a scala urbana^{23,24}.

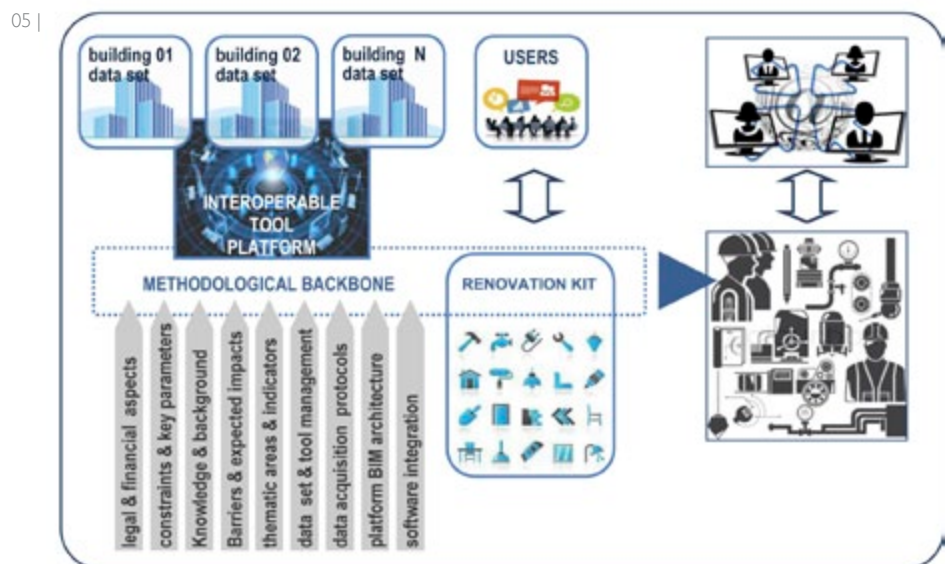
La metodologia adottata è basata su diversi *step* – che riflettono il modo in cui i dati sono gestiti dalla piattaforma – a partire dalla definizione dei parametri (caratteristiche dell'edificio riguardanti sistema costruttivo e impianti, caratteristiche del sito, relazione

con gli edifici prospicienti, distribuzione, collegamento alle reti, ecc.) e dei protocolli di acquisizione dati. Quando questi elementi sono fissati, un processo di controllo circolare viene impiegato per valutare gli effetti che ciascuna delle soluzioni tecnologiche in procinto di essere implementate possono produrre in base ai target pre-definiti. Come evidenzia la figura 5 la dorsale metodologica è alimentata da una serie di input secondo precisi protocolli di gestione al fine di ottimizzare il funzionamento della piattaforma. Essa è pertanto la prima applicazione della metodologia stessa e, al tempo stesso, lo strumento per controllare la sua coerenza e affidabilità. I primi risultati ottenuti sono l'aderenza del metodo al modello della piattaforma e l'aggregazione di soluzioni altamente performanti nei *Renovation Kit* risultati dall'applicazione dello strumento. Il passaggio successivo sarà l'implementazione dei casi impiegati come dimostratori e la relativa estensione delle funzionalità della piattaforma secondo la prospettiva multiutente prevista. (Fig. 5)

I *Renovation Kit* sono soluzioni integrate validate che combinano gli effetti di varie opzioni per la riqualificazione in base a specifici target di risparmio energetico lavorando sull'implementazione di impianti, RES, involucro edilizio e altri aspetti al fine di ottimizzare il comportamento dell'edificio in termini di condizioni indoor e outdoor. La figura 6 offre un esempio di soluzioni integrate adatte a uno degli edifici campione. (Fig. 6)

La principale barriera a un rapido sviluppo del processo è rappresentata dalla natura discontinua e puntuale degli investimenti che sono in genere associati a iniziative su siti isolati piuttosto che su più ampie e interconnesse porzioni di città. Anche la diversa forma di proprietà costituisce spesso un ostacolo all'attuazione di azioni coordinate sotto il profilo decisionale. Tuttavia, l'attiva collabora-

its coherence and reliability. The first achieved research results are the consistency of the applied method to the platform model and the aggregation of very performing solutions in renovation kits deriving by the application of the tool. The next steps will be the implementation of the demo-cases and the related extension of platform functionalities according to the envisaged multi-user perspective. (Fig. 5) Renovation kits are validated integrated solutions that combines different renovation options according to specific energy savings targets and working on both equipments, RES, building envelope implementation as well as on other features in order to optimize the building behaviour in terms of indoor and outdoor condition. Figure 6 offers an example of integrated solutions customized for one of the demo-cases. (Fig. 6)



zione instauratasi con la Municipalità di Bologna costituisce una promettente premessa al superamento di eventuali ostacoli di natura amministrativa o contestuale.

Una volta che la fase di sperimentazione avrà fornito il feedback necessario, l'architettura virtuale della piattaforma potrà essere definitivamente sviluppata e ciò richiederà certamente un notevole contributo dal gruppo ICT. Non di meno, ulteriori sviluppi richiederanno maggiori sforzi sul piano della comunicazione per raggiungere l'obiettivo di ampliare il bacino di utenza di questo strumento.

La ricerca rappresenta un progetto molto ambizioso concepito per fasi sin dall'inizio con l'obiettivo di sviluppare ciascuno *step* secondo un processo di verifica circolare e di procedere in base al relativo budget evitando il rischio che l'intero processo possa essere interrotto senza aver almeno raggiunto dei risultati intermedi.

La collaborazione con i principali *stakeholders* dei processi di rigenerazione costituisce in questo senso un punto di debolezza e di forza al tempo stesso: da una parte questa molteplicità di soggetti genera una maggiore complessità di gestione con il rischio di dilatazione dei tempi politici o amministrativi, dall'altra è necessaria per avere accesso alla considerevole mole di dati necessaria, la cui gestione rappresenta un elemento critico del processo.

Sono attesi impatti positivi dal progetto:

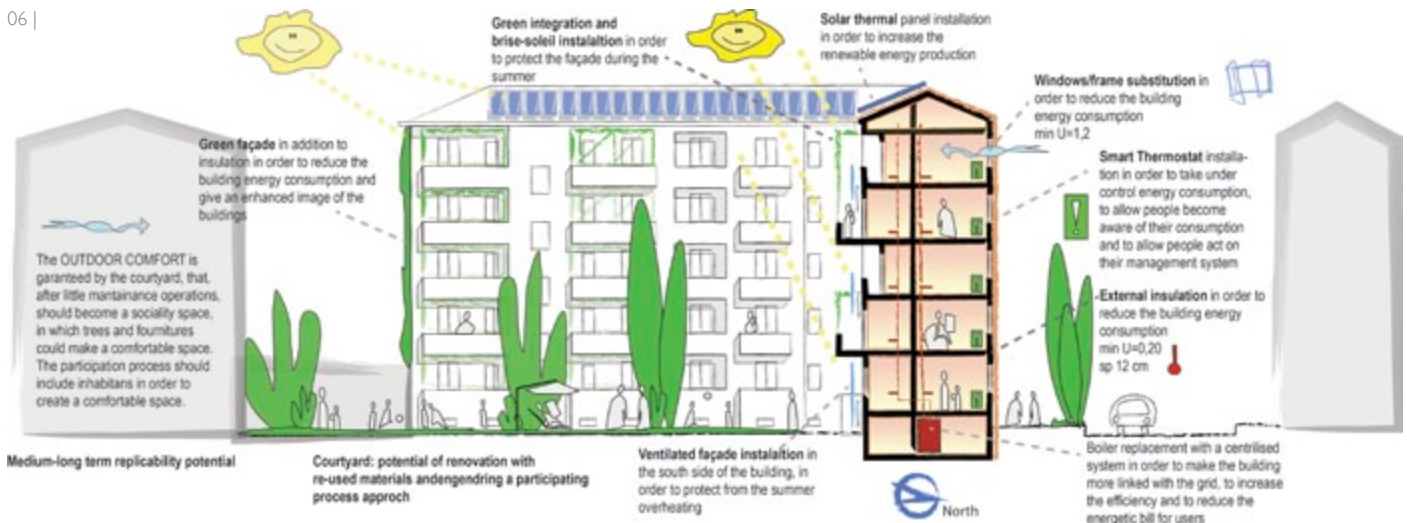
- a breve termine, esso guiderà i processi verso l'adozione di strumenti innovativi per il controllo e la gestione dell'energia nel campo del recupero e accrescerà il livello di consapevolezza dei principali attori generando una maggiore domanda di soluzioni ad alta efficienza (isolamento, ventilazione, gestione dell'acqua, ecc.) e di servizi di supporto e gestione;
- a medio termine, esso indirizzerà i progetti di riqualificazione verso una visione coordinata elaborata sulla base delle mappatu-

re fornite da ciascun layer aggregando i dati raccolti con l'obiettivo di lasciare maggiore spazio a una ri-progettazione/re-ingegnerizzazione dell'ambiente costruito secondo una prospettiva più resiliente ai cambiamenti climatici.

L'originalità della ricerca è dunque principalmente connessa alla sua natura multi-criteriale e multi-utente che è strettamente correlata al concetto di scalabilità, assunto sin dalle prime fasi del progetto come elemento chiave per garantire la replicabilità delle metodiche tanto in diverse aree della città quanto in città con differenti contesti e dimensioni. Questo è certamente un fattore cruciale per definire adeguati modelli di replicabilità e per indirizzare la struttura della piattaforma verso futuri sviluppi che non comprendano semplicemente l'inclusione di nuovi layer o map-pature, ma di nuove applicazioni strettamente legate alla dimensione progettuale dello Smart Building e della Smart City, la quale richiederà nel prossimo futuro uno scambio sempre maggiore di informazioni tra il piano fisico e quello virtuale²⁵.

REFERENCES

- European Environment Agency (2006), *Urban sprawl in Europe, the ignored challenge*, Office for Official Publications of the European Communities, L.
- EU Council (2011), "European Council conclusions of 10 June 2011", in: *Energy Efficiency Plan 2011*.
- IBM Institute for Business Value (2010), *Smarter city for smarter growth. How cities can optimise their systems for the talent-based economy*, IBM Global Services.
- United Nation Population Fund (UNFPA) (2011), *The state of world population 2011. People and possibilities in a world of 7 billion*, USA.
- GIZ and ICLEI (2014), *Operationalizing the Urban NEXUS: towards resource efficient and integrated cities and metropolitan regions*, GIZ Eschborn, DE.



- Schiano-Phan, R., Weber, F. and Santamouris, M. (2015), "The mitigative potential of urban environments and their microclimates", in *Buildings*, No. 5, pp. 783-801.
- Kramers, A., Hojer, M., Lovenhagen, N. and Wangel, J. (2014), "Smart sustainable cities. Exploring ICT solutions for Reduced Energy Use in Cities", in *Environmental Modelling and Software*, No. 56, pp. 52-62.
- ESPON (2014), *Territories finding a New Momentum: Evidence for Policy Development Growth and Investment*, Third ESPON Synthesis Report, L.
- Economidou, M. (2011), *Europe's Buildings under the Microscope. A Country-by-Country Review of the Energy Performance of Buildings*, Buildings Performance Institute Europe (BPIE), Bruxelles, B.
- AA.VV. (2010), *CONCERTO: a cities guide to a sustainable built environment*, CONCERTO Plus for the Directorate-General for Energy of the European Commission.
- Boeri, A., Boulanger, S., Gaspari, J. and Longo, D. (2014), "Smart buildings and grids in the renovation of the built environment", in *World Sustainable Building 2014*, GBCe, Madrid, ES.
- Boeri, A., Antonini, E., Gaspari, J. and Longo, D. (2015), *Energy design strategies for retrofitting. Methodology, technologies and applications*, Wit Press, Southampton, NY, USA.
- Nam, T. and Pardo, T. (2011), "Conceptualizing Smart City with Dimension of Technology, People and Institutions", *Proceedings of the 12th Annual Int. Digital Government Research Conf. on Digital Gov. Innovation in Challenging Times*.
- Stafford, A., Gorse, C. and Shao, L. (2011), *The Retrofit Challenge: Delivering Low Carbon Buildings*, Centre for Low Carbon Futures, Leeds, UK.
- Williams, K., Burton, E. and Jenks, M. (2000), *Achieving Sustainable Urban Form*, E & FN Spoon, London, UK.
- Burdett, R. and Robe, P. (2011), "Cities Investing in Energy and Resource Efficiency", in *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*, United Nations Environment Programme (UNEP): Nairobi, Kenya.
- Erell, E., Perlmutter, D. and Williamson, T. (2011), *Urban Microclimate: Designing the Spaces between buildings*, Routledge, London, UK.
- Assimakopoulos, D.N., Assimakopoulos, V.D., Chrisomallidou, N., Klitsikas, N., Mangold, D., Michel, P., Santamouris, M. and Tsangrassoulis, A. (2001), *Energy and Climate in the Urban Built Environment*, Routledge, London, UK.
- Wolfram, M. (2012), "Deconstructing Smart Cities: an Intertextual Reading of Concepts and Practises for Integrated Urban and ICT Development", in *Proceedings of REAL CORP 2012*, pp. 171-181.
- Hajer, M. and Dassen, T. (2014), *Visualizing the Challenge for 21st Century Urbanism*, naio10publisher/PBL publishers, Amsterdam, NL.
- Wilhite, H.L. (2009), "The conditioning of comfort", in *Building Research and Information*, No. 37, pp. 84-88.
- Emmanuel, M.R. (2005), *An Urban Approach to Climate-Sensitive Design: Strategies for the Tropics*, Spoon Press, London, UK.
- Giffinger, R. and Fertner, C. (2007), *City ranking of European Medium-Sized Cities*, Vienna University of Technology, University of Ljubljana, Delft University of Technology, Delft, NL.
- State of The World's Cities 2012/2013 (2013), *Prosperity of Cities*, Routledge: New York, NY, USA.
- Smart City Council (2013), *Smart Cities Readiness Guide. The planning manual for building tomorrow's cities today*.

The main barrier to speed up the process is represented by the spotted nature of the investments that are usually associated to single isolated areas rather than to a more concentrated and larger portion of the city. The ownership regime is also a critical element that obstacles coordinated decision-making processes. However, the very active cooperation with the Municipality of Bologna is a promising premise to successfully overcome procedural and contextual barriers.

Once the testing phase on the demo-cases has provided the expected feedback, the virtual architecture of the platform could be definitely fixed and this certainly requires a strong contribution from the ICT team. Never the less, further development are required in the communication and social sector in order to achieve the goal of a deeper involvement of inhabitants and end-users.

The research is a very ambitious project that has been planned in several stages in order to allow the development of each single phase according to a circular checking process and to proceed according to the budget availability in each single stage avoiding the risk the whole process is stopped before obtaining the intermediate results at least. The cooperation with all the key stakeholders of regeneration process is, in this sense, a weakness and a strength point at the same time: on the one hand, such a multiplicity of subjects make the management of the process more complex with the risk of administrative or political impasse, on the other one, it is absolutely needed to have access to the huge amount of data set whose management represent a critical element of the process.

However the project is expected to produce very positive impacts on city regeneration process:

- in the short term, it will drive innovations in energy management and control technologies in the field refurbishment actions and will increase the key player awareness generating a greater demand for both innovative retrofit solutions (e.g. insulation, ventilation, water saving, etc.) and training and support services for building managers;
- in the medium term, it will address renovation project to a coordinated vision drafted according to the feedback of the layered maps obtained by processing data sets at district level with the aim to leave room for re-designing/re-engineering urban areas according to a more climate resilience perspective.

The originality of the research is indeed mostly connected with its multi-criteria and multi-user dimension which is strictly related with the core concept of

scalability that was assumed in the very early phase of the project conception as the key element to satisfy the replicability of the methodology either on several part of the city or on other cities with different contexts and size. This is certainly a crucial element for defining adequate replication models and for driving the platform structure to further implementations including not simply new layers or maps but new potential applications strongly related with the smart building and smart city dimension which will require a constant exchange of information between the real and the virtual realm in the very near future²⁵.