

Enrico Dassori, Renata Morbiducci
Dipartimento DSA, Università degli Studi di Genova

renata.morbiducci@unige.it
dassori@unige.it

Abstract. Gli autori presentano i primi risultati del progetto europeo R2CITIES vincitore del bando "Smart Cities and Communities 2011" il cui obiettivo è lo sviluppo di una strategia replicabile per la progettazione, costruzione e gestione di interi quartieri residenziali a consumo 'quasi zero'. L'esperienza, sia nella fase di partecipazione alla competizione che in quella, in corso, di operatività del progetto, è particolarmente significativa soprattutto per la sinergia che si è necessariamente sviluppata, a scala internazionale, fra ente pubblico, struttura di ricerca, industria e settori del no-profit e della finanza. Per quanto riguarda il ruolo dell'Università è evidente il contributo offerto in termini di conoscenza e di forza di coesione fra i diversi attori coinvolti, il tutto a beneficio della riqualificazione del settore delle costruzioni.

Parole chiave: Progetto europeo, Riqualificazione energetica di quartieri, Prestazioni energetiche, Valutazioni sostenibili mediante LCA

Introduzione

La dotazione italiana di edilizia residenziale sociale è di gran lunga inferiore rispetto ai canoni europei: solo il 4%, rispetto al 20% generale della media comunitaria. Nel secondo dopoguerra la rapida crescita della popolazione e lo sviluppo economico hanno determinato la necessità di provvedere alloggi a basso costo stimolando l'intensiva costruzione di edilizia sociale. L'efficienza energetica, la durabilità e la sostenibilità non erano in quegli anni tematiche sensibili, risultando comunque irrilevanti in confronto alla richiesta quantitativa di residenza. La tendenza di crescita nei volumi residenziali ha avuto un picco negli anni Settanta, durante i quali si è creato un parco edilizio consistente oggi fortemente degradato e quindi bisogno di riqualificazioni tecnologiche e funzionali. Quasi sempre, al bisogno di riqualificazione tecnologica si accompagna la necessità di rigenerare il tessuto sociale dell'utenza che il basso livello della qualità edilizia non ha certamente aiutato a trovare occasioni di coesione e crescita identitaria.

Gli stati membri dell'Unione Europea hanno da tempo incomin-

ciato a promuovere un processo di rinnovamento tecnologico di queste realtà urbane muovendo dall'occorrenza di migliorarne le condizioni di benessere abitativo riducendo contestualmente l'utilizzo dell'energia necessaria al loro funzionamento. Ogni paese membro possiede un parco edilizio di consistenza diversa e con problematiche differenti, ed ha cercato quindi, nell'ultimo decennio, di intervenire con logiche e approcci differenti a partire dalla comune constatazione che queste costruzioni, proprio per i loro vizi originali, fossero destinate a invecchiare più rapidamente di altre. La riqualificazione energetica si pone allora come strumento di miglioramento della qualità del sistema edilizio e, nel contempo, di evoluzione sostenibile del tessuto urbano. Essa si configura quindi come strumento di risoluzione per problematiche non solo tecnologiche alla scala di edificio, ma anche ambientali, economiche, sociali e occupazionali.

Il parco edilizio del Comune di Genova conta poco più di 33.000 edifici, di cui circa 32.000 utilizzati. Il 91,74% di essi è ad uso abitativo, realizzato principalmente fra la fine degli anni Venti e l'inizio degli anni Novanta. La maggior parte di questi edifici è stata realizzata in epoca antecedente alla prima normativa sul contenimento dei consumi energetici nel settore civile e terziario (Legge 373/76), possiede involucri non prestazionali energeticamente, affiancati spesso da sistemi di riscaldamento autonomi con produzione istantanea di acqua calda sanitaria. Si riscontra quindi un sistema involucro/impianto di bassa efficienza ed elevati consumi.

Genova, assieme ad altre trenta città dell'Unione Europea, è una delle *Smartcity* che riceveranno finanziamenti dalla Comunità, per un ammontare di quasi 11 miliardi di euro in 10 anni (Fig.1). Nel 2011 Genova ha preso parte al bando "Smart Cities and

Requalification Pilot projects of Nearly Zero Energy Building for "smart" district and cities

Abstract. The authors present the first results of the European project R2CITIES winner of the call "Smart Cities and Communities, 2011". The main objective of R2CITIES is to develop a replicable strategy for the design, construction and management of entire residential neighborhoods with 'almost zero' consumption. The experience, both in the competition participation and in the course of the phases of the project, is particularly significant especially for the synergy that has necessarily developed at international level, including Municipality, researchers, industries, non-profit companies and finance companies. Regarding the role of the University is evident the contribution in terms of knowledge and strength of cohesion between the different actors involved.

Keywords: European project, District energy requalification, Energetic performances, Sustainable evaluations by LCA analyses

Introduction

The equipment Italian social housing is far lower than the European canons: only 4%, compared to 20% of the overall EU average. After the Second World War the rapid population growth and economic development have resulted in the need to provide low-cost housing by stimulating the intensive construction of social housing. In those years energy efficiency, durability and sustainability were not important issues, resulting in any case irrelevant in comparison to the quantitative demand of residence. The trend of growth in residential volumes peaked in the '70s, during which there has been a consistense building stock. Today it strongly degraded and therefore it needs a technological and functional refurbishment. Almost always the need for technological upgrading is accompanied by the need to regen-

erate the social framework for which the low quality level of construction hasn't certainly helped to find opportunities for social cohesion and own growth.

From several years the EU member states have begun to promote a process of technological renovation of these urban realities considering the possibility to improve the internal comfort and the energy efficiency. Each member country has a different existing building stock, with different problems and thus, in the last decade, everyone tried to intervene with specific logic and approaches, but starting from a common observation: these buildings are more vulnerable than other because they are inefficient in several performance aspects. They could consequently deteriorate more rapidly than others. Thus the retrofitting actions are considering as



- 01 | Smartcity a Genova: il logo
Smartcity in Genova: the logo
- 02 | Il quartiere di Begato: localizzazione delle Dighe
The Begato district: localization of Dams

Communities 2011”, lanciato dalla Direzione Generale Energia della Commissione Europea (settimo Programma Quadro), risultando vincitrice per tutti e tre i progetti proposti, uno dei quali è l’oggetto dell’attuale contributo, R2CITIES (gli altri due sono Transform e Celsius).

R2CITIES: il progetto pilota di riqualificazione per un quartiere popolare italiano

L’obiettivo generale di R2CITIES è lo sviluppo di una strategia replicabile per la progettazione, costruzione e gestione di interi quartieri residenziali a

consumo ‘quasi zero’. I progetti consorziati sono tre e riguardano altrettante città europee: Valladolid (Spagna), Istanbul (Turchia) e Genova.

Per ogni città è stato scelto un distretto ‘pilota’, per Genova quello di Begato 3, Settore 9. Il partenariato prevede la collaborazione di enti pubblici (Comune di Genova), enti di ricerca (DSA), industria (nel nostro caso ABB e D’Appollonia), PMI, enti no-profit e finanza.

L’intero intervento nasce in applicazione della legge 167/62 che riporta le disposizioni per l’acquisizione di aree da destinare all’edilizia economica e popolare, appunto, attraverso la redazione di opportuni piani di zona (PdZ). Il Piano di Zona di Begato, nell’anno della sua approvazione, il 1976, aveva estensioni maggiori rispetto a quelle effettivamente realizzate e comprendeva diversi versanti delle colline genovesi.

Le “Dighe” sono due grandi edifici residenziali all’interno dell’ampio progetto di insediamento economico-popolare che riguarda appunto la collina genovese di Begato (Fig. 2). La “Diga Rossa”, oggetto di questo studio, appartiene al Settore 9 di Bega-

to 3 e, insieme alla sua quasi speculare “Diga Bianca”, rappresenta il fulcro visivo dell’intero lotto. Della sua progettazione fu incaricato l’Arch. Piero Gambacciani e l’Associazione Temporanea di imprese Gambino-Secco-Visetti. Il progetto è caratterizzato dalla coesistenza di edilizia convenzionata ed edilizia sovvenzionata.



02 |

Le Dighe sono gli edifici del Settore che hanno registrato i più gravi problemi di disagio abitativo e di degrado; sono fenomeni imputabili a quelle cause che spesso si riscontrano in complessi edilizi di questo tipo: difficoltà di fruizione degli spazi pensati come pubblica aggregazione, mancato avvio delle attività previste nei percorsi connettivi, concentrazione di utenza economicamente svantaggiata e di nuclei familiari colpiti da provvedimenti di sfratto, carenza di servizi pubblici, errata valutazione delle potenzialità di sviluppo dell’intera zona industriale d’ambito che, a

a means of improving the quality of building system and, at the same time, as the sustainable development of the city. It is configured so as a means of solving problems, not only for the scale of building technology, but also for the environmental, economic, social and employment problems.

The Municipality of Genoa is homeowner of almost 33,000 buildings of which about 32,000 used. The 91.74% of them are for residential use, they were mainly built between the late ‘20s and early ‘90s. Most of these buildings was built before the first Italian legislation on the reduction of energy consumption in the residential and commercial sector (Law 373/76). Therefore often it is found a low efficient building envelope and heating system. Genoa (with other thirty European cities) is one of “Smartcity” that it shall receive funding (nearly 11 billion

over 10 years) by the European Community (Fig. 1). In the 2011 Genoa was winner of three different projects for the “Smart Cities and Communities, 2011” European call, launched by the European Commission (Seventh Framework Program), one of which is the object of the present work, R2CITIES (the other two are Transform and Celsius).

R2CITIES: the pilot retrofitting project for a Italian social housing district

The R2CITIES mainly aims to develop and demonstrate an open and easily replicable strategy for designing, constructing, and managing large scale district renovation projects for achieving nearly zero energy cities. For this purpose, it will be developed a demonstration and dissemination framework of innovative strategies and so-

lutions for building energy renovation at district level. Three demo sites will be addressed for demonstrating the framework and associated impacts by developing real cases going beyond current market standards but ensuring the replicability of the concepts deployed. Valladolid, Genoa and Kartal (Istanbul) Municipalities will provide three demo sites for a “ambitious renovation” of three residential districts. For Genoa was chosen the Begato 3, Sector 9. The Italian partnership is composed by Municipality (Comune di Genova), researchers (DSA), industries (ABB and D’Appollonia), no-profit e financial companies.

The “Dams” are two large residential buildings within the large project of public working-class neighborhood located in Begato, a peripheral hill of Genoa (Fig. 2). The original Zone Urban Plane (PDZ) of Begato (by ap-

plication of the Italian Law for council housings 167/62, 1976) includes many hectares with a capacity of around 24,000 inhabitants. It is divided into 11 sectors where a lot of social services were included (i.e. schools, spaces for sports, supermarkets, highways, etc). Only the sectors number 1, 2, 3 and 9 (in which the objects of our project are inserted) were built with public and private investments because of economical and practical problems. The Sector 9 is characterized by the presence of two large buildings, the Red Dam (the subject of this work) and the White Dam (Diga Rossa and Diga Bianca). Their names are due to the color of the façades and they are built in counterslope as to the valley morphology (Fig. 2). Their design was commissioned to Arch. Piero Gambacciani and to the Gambino-Secco-Visetti association. The project

03 | Le Dighe di Begato: uso della tecnica costruttiva francese "banches et tables"
 "banches et tables"
 The Begato Dams: the "banches et tables" French constructive technique

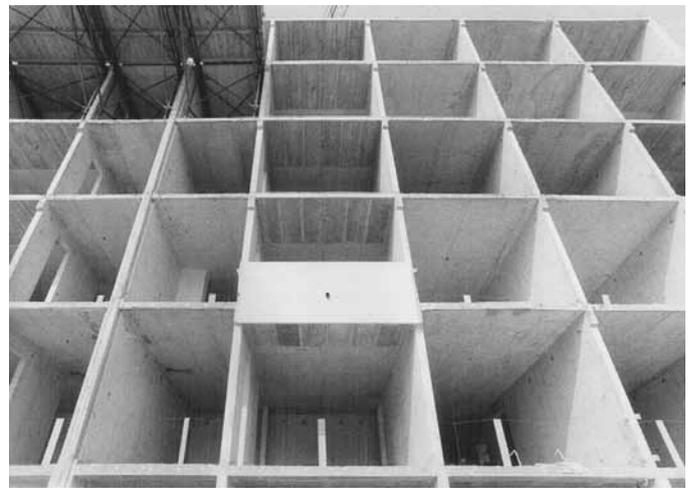
04 | Viste aeree delle Dighe di Begato, vista Ovest
 Bird's-eye view: West view

05 | Pianta tipo della Diga Rossa
 A representative plant of Red Dam

partire dagli anni Ottanta, ha visto un arresto delle attività produttive e la dismissione di industrie.

L'insediamento porta con sé anche notevoli criticità di tipo energetico-ambientale che, date le grandi dimensioni e il carattere pubblico della proprietà, giustificano le iniziative di riqualificazione volte a ridurre gli elevatissimi costi di gestione nell'ottica del principio, anche sociale, della sostenibilità esteso alla qualità di vita di interi quartieri.

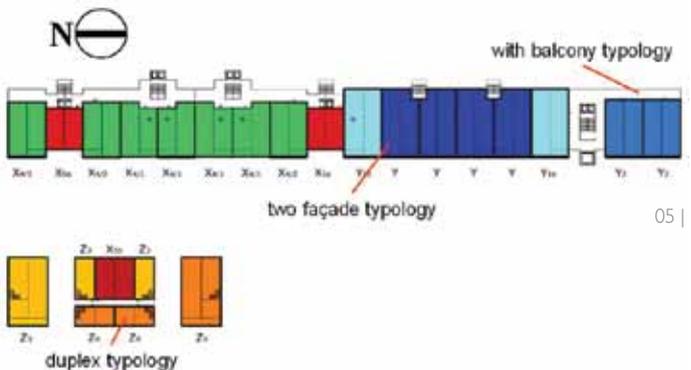
Le Dighe sono dunque due grandi edifici con struttura portante a setti di calcestruzzo armato realizzati con la tecnica francese "banches et tables" molto usata negli anni Settanta-Ottanta del Ventesimo secolo per costruzioni modulari di notevoli dimensioni. Il sistema, come noto, utilizzava cassature metalliche riempibili risolvendo perfettamente opere in grande serie nelle quali era strategica l'ottimizzazione di costi e tempi¹ (Figg. 3 e 4). L'involucro esterno è costituito da tamponamenti opachi in blocchi cementizi e argilla espansa, rivestiti da pannelli in lamiera grecata coibentata di colore rosso (Diga Rossa) o bianco (Diga Bianca) (orientamento est ed ovest), da setti in calcestruzzo armato di 15-20-25 cm (in base alla posizione del piano considerato) – anch'essi rivestiti dagli stessi pannelli in lamiera grecata coibentata (orientamento sud e nord) – e da "blocchi serramento-avvolgibile" in lamierino metallico preverniciato. I prospetti sud e nord sono completamente ciechi, costituiti da setti in calcestruzzo armato e pannelli metallici coibentati. Le unità abitative sono di tre differenti tipologie ripetute in zone e piani diversi: simplex a doppio affaccio est-ovest, simplex a ballatoio con affaccio a ovest, duplex con doppio affaccio (Fig. 5).



03 |



04 |



05 |

is characterized by the simultaneous presence of social housing and private housing.

Dams are the buildings of the Sector with the most serious problems of living and building degradation; these phenomena are due to typical causes of too large building: the difficulty of use of public spaces, not starting of the expected commercial activities, presence of a large number of less well-to-do persons and families affected by eviction, lack of public services, absence of adequate area economic activity as support of new work for the inhabitants.

The housing district also brings itself considerable energy and the environment critical states, due to the large size and the public character of the buildings. For these reasons the requalification of the construction is considered a tool to reduce the very

high costs for management that could help to elevate the level of social and environmental sustainability of entire neighborhoods.

The Dams were built from the end of 1970's to the end of 1980's. It was used the banches et tables constructive technique. The main technical data of Dams are (Figg. 3 and 4):

- Type of structure: cast reinforced concrete (depth horizontal and vertical sets: 15, 20, 25 cm).

- Typology of dwellings: simplex floor with balcony (face oriented to West), simplex floor with double faces (faces oriented to East/West), duplex floors with double faces (faces oriented to East/West).

- Typology of common spaces: three floors for common activities; independent (structurally and for distribution) elevators and staircases for every condominium (5 condomin-

iums in Red Dams, 4 condominiums in White Dams).

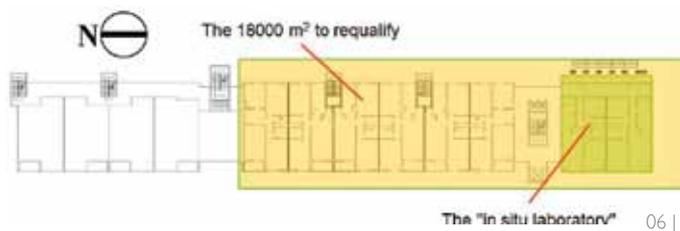
- Main characteristics of constructive elements: foundation on pilots, flat roof, façade with metal wall panels filled with thermal insulation foam and lightweight concrete blocks, windows with metal frame and double air glazing, South and Nord Façades without windows (Fig. 5).

Technical details of the requalification project

The requalification project concerns only a part of the Red Dam, because the European Commission has granted restoration of not more than 18,000 m². Therefore a portion of the building is identified, between the south façade and the part of construction with constant height (Fig. 6), that encloses all types of construction and housing of Dams.

The main objective of the project is to identify operative solutions with the following common factors: reducing energy consumption by at least 50%; increasing sustainable properties in terms of reduced production of greenhouse gases; increasing internal comfort conditions through passive solutions; use of innovative technologies with low economic impact; normalization of the solutions adopted for a real replication in other 'parts' of the district and, in general, in other requalification projects.

For the requalification project "standard" and defined "morphological solutions, that take advantage of the peculiar characteristics of Dams, are chosen. Some solutions considering the total 18,000 m², other, decidedly experimental, will be executed in a 'in situ laboratory', including two simplex floor with balcony dwellings, located



06 | La Diga Rossa: le zone della riqualificazione

The requalification zones of Red Dam

07 | Gli appartamenti del 'laboratorio in situ', il vano scale, il ballatoio e i due appartamenti: pianta con orientamento della distribuzione interna degli spazi, sezioni con l'indicazione dei dettagli costruttivi A e C

The 'in situ laboratory' zone: the staircase zone, the balcony and the dwellings: oriented plant with internal distribution, sections with indicated the A e C constructive details

Dettagli tecnici del progetto di riqualificazione

L'intervento di riqualificazione riguarda solo una parte della Diga Rossa. Questa limitazione è dovuta al fatto che la Commissione Europea ha concesso un finanziamento per un intervento su non più di 18.000 m² di superficie lorda abitabile e quindi si è dovuta individuare una porzione di edificio, tra il prospetto sud e la parte di costruzione ad altezza costante (Fig. 6), che racchiudesse tutte le tipologie costruttive e abitative delle Dighe.

Obiettivo principale del progetto è quello di individuare interventi operativi che mettano a fattore comune: riduzione dei consumi energetici di almeno il 50%; aumento delle proprietà sostenibili in termini di ridotta produzione di gas a effetto serra; aumento delle condizioni di benessere abitativo mediante soluzioni passive; uso di tecnologie innovative a basso impatto economico; normalizzazione delle soluzioni adottate per una reale loro ripetitività in altre 'parti' del quartiere e, in generale, in altri progetti di riqualificazione.

Si sono previsti interventi di riqualificazione "standard" e interventi definiti "morfologici" che sfruttino le caratteristiche peculiari delle Dighe. Alcuni interventi interessano la totalità dei 18.000 m², altri, a carattere decisamente sperimentale, saranno eseguiti in un 'laboratorio *in situ*', strutturato comprendendo due alloggi a ballatoio, localizzati ad un piano intermedio e rappresentativi di un'elevata percentuale di unità abitative delle Dighe (Fig. 6).

Osservando in dettaglio il cosiddetto 'laboratorio' (Fig. 7), si nota che dal vano scala si accede al ballatoio, posizionato sul lato est e schermato rispetto all'esterno da una griglia metallica

l'intervento di riqualificazione riguarda solo una parte della Diga Rossa. Questa limitazione è dovuta al fatto che la

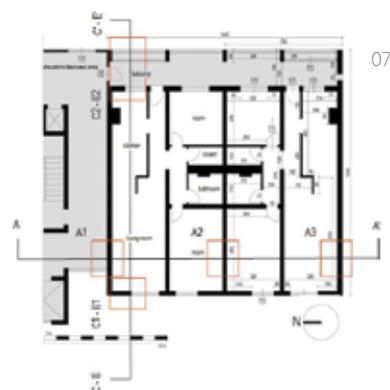
Commissione Europea ha concesso un finanziamento per un intervento su non più di 18.000 m² di superficie lorda abitabile e quindi si è dovuta individuare una porzione di edificio, tra il prospetto sud e la parte di costruzione ad altezza costante (Fig. 6), che racchiudesse tutte le tipologie costruttive e abitative delle Dighe.

Obiettivo principale del progetto è quello di individuare interventi operativi che mettano a fattore comune: riduzione dei consumi energetici di almeno il 50%; aumento delle proprietà sostenibili in termini di ridotta produzione di gas a effetto serra; aumento delle condizioni di benessere abitativo mediante soluzioni passive; uso di tecnologie innovative a basso impatto economico; normalizzazione delle soluzioni adottate per una reale loro ripetitività in altre 'parti' del quartiere e, in generale, in altri progetti di riqualificazione.

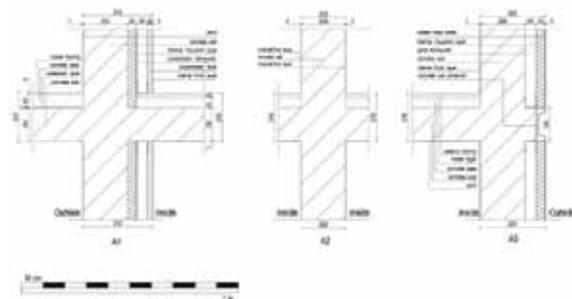
Si sono previsti interventi di riqualificazione "standard" e interventi definiti "morfologici" che sfruttino le caratteristiche peculiari delle Dighe. Alcuni interventi interessano la totalità dei 18.000 m², altri, a carattere decisamente sperimentale, saranno eseguiti in un 'laboratorio *in situ*', strutturato comprendendo due alloggi a ballatoio, localizzati ad un piano intermedio e rappresentativi di un'elevata percentuale di unità abitative delle Dighe (Fig. 6).

Osservando in dettaglio il cosiddetto 'laboratorio' (Fig. 7), si nota che dal vano scala si accede al ballatoio, posizionato sul lato est e schermato rispetto all'esterno da una griglia metallica

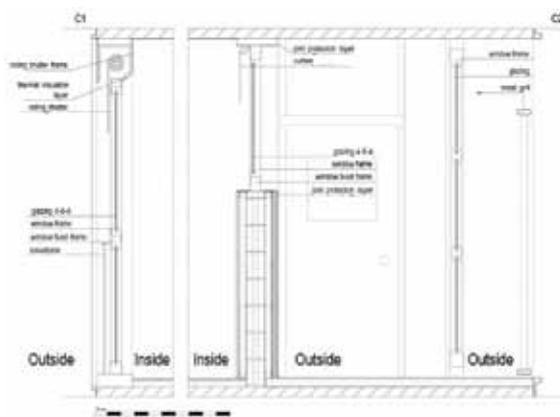
a tutt'altezza, su cui affacciano gli ingressi indipendenti dei due alloggi. Ogni abitazione ha una superficie lorda di circa 80 m², corrispondente a due moduli costruttivi di cui uno dedicato alla zona giorno (cucina e soggiorno) e l'altro alla zona notte (due camere e un bagno). Sul lato ovest l'affaccio consta di due finestre che vanno da solaio a solaio; il lato sud risulta, invece, completamente cieco (Fig. 8 e 9).



07 |



08 |



09 |

at an intermediate level and representing a high percentage of housing units of Dams (Fig. 6).

Looking in detail the so-called 'laboratory' (Fig. 7), we note that the staircase leads to the balcony, located on the east side, closed to the external zone by a metal grid ceiling and contained the entrances of the two dwellings. Each property has a floor area of about 80 m², corresponding to two concrete construction modules, one of which is dedicated to the living area (kitchen and living room) and the other one to the sleeping area (two bedrooms and a bathroom). On the west side two windows overlook the high from floor to ceiling, the south side is, however, completely blind (Fig. 8 and 9).

The project intend to improve the sustainability performance of the building with technical solutions applied to

the external envelope. The following solutions are designed (Tab. 1):

- Standard solutions with traditional and innovative techniques:

- Thermal insulation (in the 18,000 m² and in the 'in situ laboratory')
- Thermal bridges elimination (in the 18,000 m² and in the 'in situ laboratory')
- Change of external windows (in the 18,000 m² and in the 'in situ laboratory')

- Morphological solutions (with automation system for thermal, hygrometric, lighting and security control):

- Transformation of elevators/staircase area in a vertical 'greenhouse' (in the 18,000 m²)
- Installation of photovoltaic panels with storage (on the roof)
- Transformation of balcony in greenhouse (in the 'in situ laboratory')
- Transformation of metal wall panels

08 | Gli appartamenti del 'laboratorio in situ': i dettagli costruttivi A

The 'in situ laboratory' zone: the A constructive details

09 | Gli appartamenti del 'laboratorio in situ': i dettagli costruttivi C

The 'in situ laboratory' zone: the C constructive details.

Il progetto di riqualificazione prevede un miglioramento delle prestazioni di sostenibilità dell'edificio con interventi di diversa natura sull'involucro esterno. Sono previste le seguenti tipologie di intervento (Tab. 1):

- Soluzioni “standard” con tecniche tradizionali e/o innovative:
 - isolamento dei tamponamenti perimetrali opachi (nei 18.000 m² e nel ‘laboratorio *in situ*’)
 - eliminazione dei ponti termici (nei 18.000 m² e nel ‘laboratorio *in situ*’)
 - sostituzione dei serramenti (nei 18.000 m² e nel ‘laboratorio *in situ*’)
- Soluzioni “morfologiche” (con controllo automatico in base alle condizioni interne termoisometriche e visive):
 - trasformazione del vano scala/ascensori in una serra solare verticale (nei 18.000 m²)
 - installazione in copertura di pannelli fotovoltaici ad accumulo (nei 18.000 m²)
 - trasformazione della zona a ballatoio in serra solare (nel “laboratorio *in situ*”)
 - Trasformazione del tamponamento esterno con pannello metallico in muro solare e sostituzione dei serramenti con altri nuovi ad alte prestazioni termiche e visive (nel ‘laboratorio *in situ*’).

in solar walls and use of high thermal and lighting performance windows (in the ‘*in situ* laboratory’).

Preliminary performances analyses

The performances of current state of maintenance and requalification project are carried out as preliminary analyzes (for the winter/summer regime and according to current Italian regulations) in terms of: a) temperature and humidity performances of individual building elements, b) energy needs of 18,000 m² and of the ‘laboratory’, c) winter energy class (Table 2), d) sustainable properties through life cycle analyses (LCA).

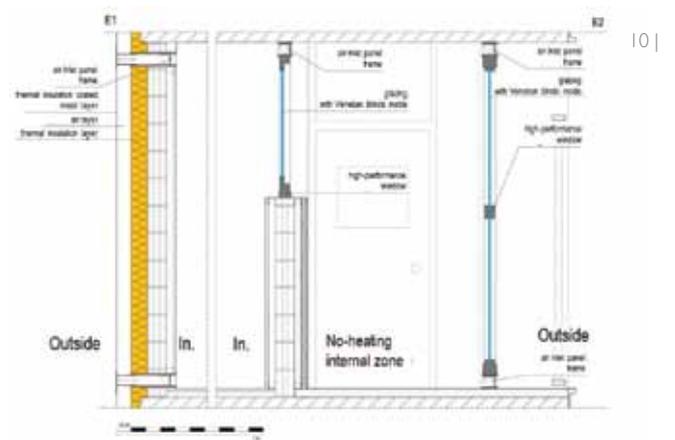
The preliminary energy performances results consider only the “standard” solutions, because the quantitative assessments of the “morphological” solutions require complex numerical analyses that will be performed

during the next development phases of the European project. These first results are nevertheless encouraging because they show an overall reduction in winter energy requirements higher than 60%, a summer energy requirements reduction exceeding the 50% and a change of winter energy class from the “E” class to the “A” class (considering the energy classes of the Regional Law of Liguria n. 6/2012). Furthermore it should be noted that a detailed analysis of individual “standard” solutions highlights the different influences on the energy savings of insulating paintings, wood fiber insulation panels and replacement of high performances windows.

The application of the LCA to the requalification project has as main purpose the evaluation of sustainable advantages of the project in comparison with the current state of maintenance.

"STANDARD" SOLUTIONS WITH STANDARD AND INNOVATIVE SOLUTIONS	
Thermal insulation and thermal bridges elimination (innovative solution)	External envelope thermal insulation by nanotechnology paint
Thermal insulation and thermal bridges elimination (standard solution)	Thermal insulation of the concrete walls, first floor and no-heating intermediate floors by wood fiber panels
Windows replacement	Windows replacement by high-performance windows with solar protection
"MORPHOLOGICAL" SOLUTIONS (WITH AUTOMATION SYSTEM FOR THERMAL, HYGROMETRIC AND LIGHTING CONTROL)	
Transformation of elevators/staircase area in a "greenhouse"	Transformation of elevators/staircase area in a vertical greenhouse by high-performance windows with air inlet panels
Photovoltaic panels installation on the roof with energy storage	Storage areas are in service areas in intermediate floors
Transformation in a greenhouse of balcony area	Transformation of East balcony area in a greenhouse by high-performance windows (with air inlet panels and solar protection) inserted in the external envelope and in the no-heating internal zone (Fig. 10)
Transformation in a solar wall of the metal wall panel	Realization of a ventilated curtain wall in the West façade to create a passive ventilation in entire dwellings/balcony area (Fig. 10)
Windows replacement in the external envelope	Use of high-performance windows (with air inlet panels and solar protection)

TAB. 1 | Progetto di riqualificazione
Riqualification project:



10 | Il progetto di riqualificazione sostenibile: i dettagli costruttivi E
The requalification project: the E constructive details

Analisi prestazionali preliminari

di fatto e del progetto di riqualificazione, in regime invernale/estivo e secondo le norme vigenti, in termini di: a) prestazioni termoigrometriche dei singoli elementi costruttivi; b) fabbisogno energetico dei 18.000 m² e del 'laboratorio'; c) classe energetica invernale (Tab. 2); d) proprietà sostenibili mediante analisi del ciclo di vita (LCA).

I risultati preliminari mostrati per le prestazioni energetiche considerano solo le soluzioni "standard", in quanto la valutazione quantitativa degli effetti dovuti alle soluzioni "morfologiche" richiederanno analisi numeriche complesse previste nelle fasi di svolgimento del progetto europeo appena avviato. Tali risultati sono comunque incoraggianti in quanto mostrano una riduzione complessiva del fabbisogno energetico invernale di più del 60%, una riduzione del fabbisogno estivo superiore al 50% e un passaggio dalla classe energetica invernale dell'involucro "E" alla classe "A" (secondo quanto prevede la Legge Regionale ligure n. 6/2012). Ancora è da osservare che un'analisi di dettaglio dei singoli interventi "standard" mostra le diverse influenze sui risparmi energetici dell'uso di vernici termoisolanti, pannelli in fibra di legno e sostituzione dei serramenti.

L'applicazione delle analisi LCA al progetto di riqualificazione ha come scopo principale la valutazione della convenienza sostenibile dell'intervento rispetto al mantenimento dello stato di fatto. In secondo luogo vuole essere uno strumento di verifica per la scelta ottimale dei materiali e degli elementi costruttivi.

Secondo quanto si vuole essere uno strumento di verifica per la scelta ottimale dei materiali e degli elementi costruttivi.

The LCA analyzes were performed on the dwellings of the 'laboratory'. The components of the housing for all life phases (from extraction of raw materials to the end of life scenario), including the energy used for the installation and for the use phase (heating, kitchen energy uses, hot water and electricity) were considered. For a LCA analysis of a requalification project it is necessary to divide the 'life time' in two intervals:

- t1 - common time interval: from the construction phase to the year of the requalification project (1986-2012).
- t2 - different time interval: a) from the year of the requalification project to the end building life, without the realization of the project (50 years, 2012-2036); b) from the year of the

Come analisi preliminari a quanto proposto sono state eseguite le verifiche dello stato

di fatto e del progetto di riqualificazione, in regime invernale/estivo e secondo le norme vigenti, in termini di: a) prestazioni termoigrometriche dei singoli elementi costruttivi; b) fabbisogno energetico dei 18.000 m² e del 'laboratorio'; c) classe energetica invernale (Tab. 2); d) proprietà sostenibili mediante analisi del ciclo di vita (LCA).

I risultati preliminari mostrati per le prestazioni energetiche considerano solo le soluzioni "standard", in quanto la valutazione quantitativa degli effetti dovuti alle soluzioni "morfologiche" richiederanno analisi numeriche complesse previste nelle fasi di svolgimento del progetto europeo appena avviato. Tali risultati sono comunque incoraggianti in quanto mostrano una riduzione complessiva del fabbisogno energetico invernale di più del 60%, una riduzione del fabbisogno estivo superiore al 50% e un passaggio dalla classe energetica invernale dell'involucro "E" alla classe "A" (secondo quanto prevede la Legge Regionale ligure n. 6/2012). Ancora è da osservare che un'analisi di dettaglio dei singoli interventi "standard" mostra le diverse influenze sui risparmi energetici dell'uso di vernici termoisolanti, pannelli in fibra di legno e sostituzione dei serramenti.

L'applicazione delle analisi LCA al progetto di riqualificazione ha come scopo principale la valutazione della convenienza sostenibile dell'intervento rispetto al mantenimento dello stato di fatto. In secondo luogo vuole essere uno strumento di verifica per la scelta ottimale dei materiali e degli elementi costruttivi.

requalification project to the end building life, with the realization of the project (100 years, 2012-2086).

Through the LCA analyses the convenience and the lowest environmental impact due to the realization of the requalification project are shown in comparison to the current state of maintenance. Specifically, the gains obtained are: CO₂ emissions are reduced by 23%, the winter energy performance index decreases by 83% in winter and by 52% in summer.

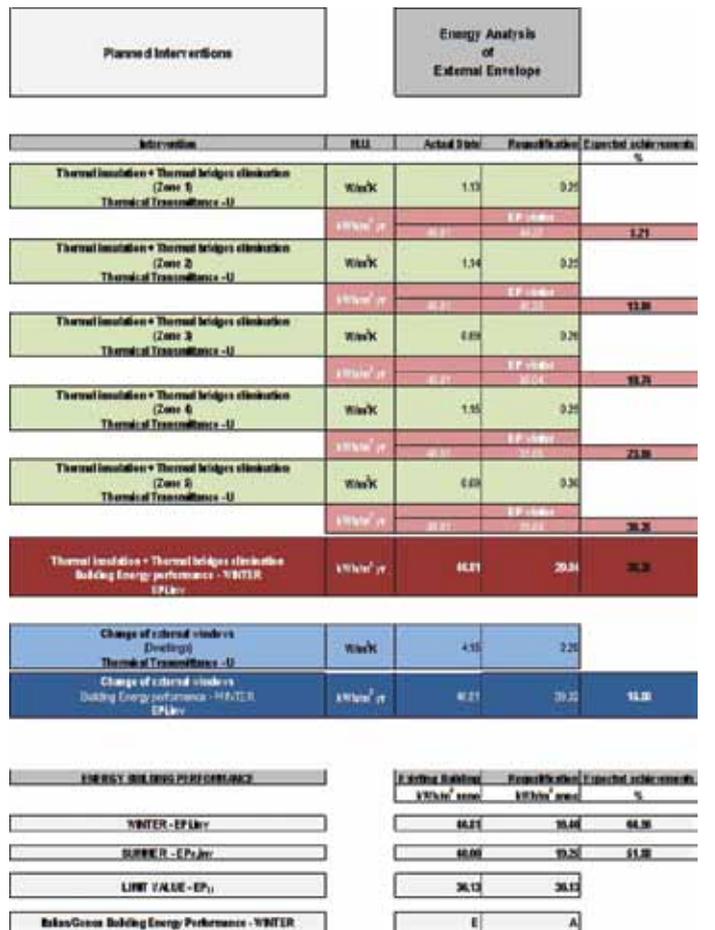
Furthermore the obtained better performances are shown by the analysis of the different environmental impacts of the different "standard" solutions, in terms of: a) kg of material used, b) environmental impacts obtained with the LCA analyses, c) winter energy performance index, d) economic impact (Fig. 11).

Le analisi di LCA sono state eseguite sugli alloggi del 'laboratorio'. Sono stati considerati i componenti dell'involucro per tutte le fasi di vita, dall'estrazione delle materie prime sino allo scenario di fine vita, includendo le energie impiegate per la messa in opera e per la fase d'uso (riscaldamento, gas uso cucina, acqua calda sanitaria, elettricità).

È importante sottolineare che trattandosi di una valutazione di un progetto di riqualificazione è stato necessario suddividere il 'tempo di vita' in due intervalli:

- t1 - arco temporale comune: dalla costruzione dell'edificio fino all'anno di progetto (1986-2012);

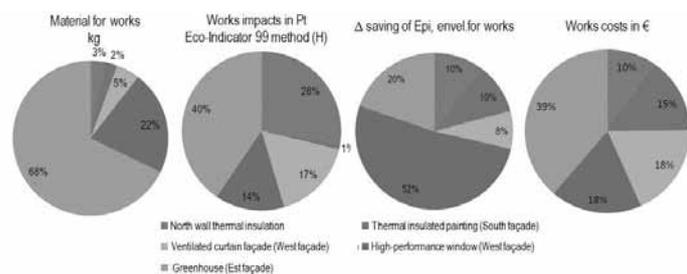
- t2 - arco temporale differenziato: a) dall'anno di progetto alla fine della vita utile, senza realizzazione del progetto stesso (50 anni complessivi, 2012-2036); b) dall'anno di progetto alla fine della vita utile, con la realizzazione del progetto stesso (100 anni complessivi, 2012-2086).



TAB. 2 | Progetto di riqualificazione: sintesi dei risultati energetici previsti
Requalification project: synthesis of the expected energy new performances

Attraverso le analisi LCA effettuate è stata dimostrata la convenienza e il minor impatto ambientale del progetto di riqualificazione rispetto al mantenimento dello stato di fatto. Nello specifico i guadagni ottenuti sono: le emissioni di CO₂ vengono ridotte del 23%, l'indice di prestazione invernale dell'involucro diminuisce dell'83% e quello estivo del 52%.

È stata eseguita, inoltre, un'analisi relativa ai diversi interventi ipotizzati, confrontando l'incidenza di ciascuno in termini di: a) kg di materiale impiegato, b) impatto ambientale ottenuto con l'analisi LCA; c) indice di prestazione invernale dell'involucro; d) impatto economico (Fig. 11).



11 | Confronto dei risultati ottenuti con le analisi di LCA relativi ai singoli interventi di riqualificazione:
a) kg di materiale;
b) impatto ambientale;
c) indice di prestazione invernale dell'involucro;
d) costo

Results of the analyses of the environmental impacts of the different standard "solutions":

- a) kg of material used,
- b) environmental impacts obtained with the LCA analyses,
- c) winter energy performance index,
- d) economic impact

NOTES

¹ Diga Rossa (length: 166 m; depth: 13.5 m; maximum n° of floors: 20; n° of dwellings: 276); Diga Bianca (length: 150 m; depth: 12.5 m; maximum n° of floors: 20; n° of dwellings: 245).

ACKNOWLEDGMENTS

Financial support for this study was provided by a grant from the European Commission (*Smart Cities and Communities 2011*, FP7). The authors wish to thank Dott. C. Vite, A. Bessi and P. Cestino for their work in researching about requalification and LCA application on Begato's Dams.

NOTE

¹ Diga Rossa (lunghezza: 166 m; profondità: 13.5 m; numero massimo di piani fuori terra: 20; numero di appartamenti: 276); Diga Bianca (lunghezza: 150 m; profondità: 12.5 m; numero massimo di piani fuori terra: 20; numero di appartamenti: 245).

REFERENCES

- Amato, A. (1992), *Lulivo sul tetto, 1892-1992: cent'anni di edilizia genovese fra storia e ricordo*, Cassa Edile Genovese, Genova.
- Baldo, G. L., Marino, M. and Rossi, S. (2008), *Analisi del ciclo di vita LCA*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Bobbio, R. (2009), *Un secolo di storia al servizio dell'edilizia sociale*, A.R.T.E. Comune di Genova (2010), *S.E.A.P Sustainable Energy Action Plan - Rapporto 2010*, Genova.
- Cresme Ricerche Spa and Legambiente (2013), *L'innovazione energetica in edilizia - Rapporto ONRE 2013*.
- Galbusera, G., Panzeri, A., Salani, C., Tuoni, G., Leccese, F., Arengi, A. and Scaramella, I. (2011), *Prestazioni estive degli edifici*, TEP srl, Milano.
- Dall'O, G. (2011), *Manuale operativo per la diagnosi energetica e ambientale degli edifici*, Edizioni Ambiente, Milano.
- Dassori, E. and Morbiducci, R. (2010), *Costruire l'architettura*, Tecniche Nuove, Milano.
- Szokolay, S. V. (2006), *Introduzione alla progettazione sostenibile*, Hoepli, Milano.
- Givoni, B. (1969), *Man, Climate and Architecture*, Applied Science Publisher, London.
- Givoni, B. (1998), *Climate considerations in Building and Urban Design*, Int. Thomson Publishing.
- Olgyay, V. (1963), *Design with Climate*, Princeton University Press, New Jersey.
- UNI EN ISO 14040 (2006), *Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi quadro e riferimenti*.
- UNI EN ISO 14044 (2006), *Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida*.
- Zazzerò, E. (Ed.) (2010), *Progettare green cities*, LIsT Lab, Trento.

RINGRAZIAMENTI

Il presente studio è supportato economicamente da un finanziamento della Commissione Europea (*Smart Cities and Communities 2011*, FP7). Gli autori desiderano ringraziare le Dott.sse C. Vite, A. Bessi e P. Cestino per il loro contributo allo svolgimento della ricerca già svolta sulle Dighe di Begati nell'ambito della riqualificazione e delle analisi LCA.