

The refurbishment of of prefabricated residential buildings in socialist countries (1954-1970): methodological criteria and social perspectives

Angelo Bertolazzi*, Giorgio Croatto, Michelangelo Savino,
Umberto Turrini, Anisa Abazai, Giovanni Santi

Highlights

By the identification of the main critical issues of prefabricated building techniques, it's possible to set some criteria and guidelines for intervention aimed at the sustainable redevelopment of this particular – but relevant – stock, also through innovative methodologies allowing also a social approach to the refurbishment.

Abstract

Prefabrication was the instrument by which European countries, both the Eastern and the Western countries, sought to cope with the growing demand for housing after the Second World War. In the Soviet Union and the socialist countries, this choice is closely linked to the construction of the communist society.

The paper analyzes the housing and construction models developed in the Soviet Union in the late 1950s and subsequently exported to Eastern Bloc countries, focusing on the Albanian case study. The survey aims to define the main characteristics of the buildings with these systems, in terms of seismic resistance and energy performance.

Keywords

Prefabrication, Socialist countries, Refurbishment, Construction history, Residential buildings

1. INTRODUCTION

After World War II, the urban residential fabric, together with European cities grew very rapidly; in western and eastern European countries this was due to reconstruction and to population increase stemming from economic development, which in turn led to people abandoning rural areas and agricultural pursuits in favour of urban settlements and industry-related jobs. This caused a quick industrialization in the building sector and a massive resort to pre-fabrication in order to meet the soaring demand for houses [1]. In the Soviet Union, industrialization and the development of cities and of

Angelo Bertolazzi

DICEA - Dipartimento di
Ingegneria Civile edile ed
Ambientale, Università degli
Studi di Padova, via F. Marzolo
9, Padova, 35131, Italia

Giorgio Croatto

DICEA - Dipartimento di
Ingegneria Civile edile ed
Ambientale, Università degli
Studi di Padova, via F. Marzolo
9, Padova, 35131, Italia

Michelangelo Savino

DICEA - Dipartimento di
Ingegneria Civile edile ed
Ambientale, Università degli
Studi di Padova, via F. Marzolo
9, Padova, 35131, Italia

Umberto Turrini

DICEA - Dipartimento di
Ingegneria Civile edile ed
Ambientale, Università degli
Studi di Padova, via F. Marzolo
9, Padova, 35131, Italia

Anisa Abazai

DICEA - Dipartimento di
Ingegneria Civile edile ed
Ambientale, Università degli
Studi di Padova, via F. Marzolo
9, Padova, 35131, Italia

Giovanni Santi

DESTEC - Dipartimento di
Ingegneria dell'Energia, dei
Sistemi, del Territorio e delle
Costruzioni, Università degli
Studi di Pisa, Via C. F. Gabba,
22, Pisa, 56122, Italia

* Corresponding author
Tel.: +39-049-8275483;
fax: +39-049-8275483;
e-mail:
angelo.bertolazzi@unipd.it

residential prefabricated building typologies this entailed, were strictly linked to setting up the new communist society, since they were regarded as spaces and elements belonging to the new production-based society: hence they were bound to conform to its functional and structural roots [2]. The patterns of housing complexes laid down in the Soviet Union have been embraced – for obvious political reasons – by post-World-War-II builders in eastern European countries.

The interest for the upgrading of prefabricated residential housing of Soviet origin have been mainly prompted by many countries belonging to the former Soviet block (East Germany, Poland, Czech Republic, Slovakia, Estonia, Latvia, Lithuania, Romania, Bulgaria and Albania) joining or applying to join the European Union. In these countries residential building has developed according to the rules laid down by real socialism, which has led to about 95% of the overall building stock being made up of prefabricated buildings. Such a high percentage of buildings relying on prefabrication-related techniques and a renewed concern for the life-cycle of buildings, require their upgrading as a priority, rather than their being pulled down – unless in particular cases.

The objects of the research can be listed as either general or specific ones. The general objects (which can be classified under the heading “upgrading existing buildings” - according to the aims laid down by the Roadmap to a Resource Efficient Europe) are meant to trace a methodology of intervention purposely concerning prefabricated residential housing and proving economically sustainable thanks to the correct assessment of their main features (construction-related distinctive parts, materials, structural behaviour and energy efficiency).

The specific object of the research has instead been to define a reference table as regards energy efficiency as a starting point leading to upgrading prefabricated residential building within a framework of economic and social sustainability. The analysis has been carried out within a logical framework aiming to upgrade the building as a whole through successive steps. The construction systems surveyed have been the ones of the I-464 and I-335 soviet series and of their derivatives, as well as the Albania N° 1 series, which was developed out of these Russian models and employed in building the n° 9 quarter in Tirana, belonging to one of the largest urban prefabricated-panels building complexes of the capital, which has been chosen as a case study.

2. MODELS AND TECHNIQUES FOR MASS HOUSING IN SOCIALISTIC COUNTRIES (1955-1965)

In the Soviet Union laying down housing and planning models of residential

1. INTRODUZIONE

Gli anni successivi alla Seconda Guerra Mondiale hanno visto una rapida crescita del tessuto residenziale urbano delle città europee, le cui ragioni – nell'Europa occidentale ed orientale – sono legate alla ricostruzione e allo sviluppo demografico determinato da quello economico, con la conseguente migrazione dalle aree e dalle attività agricole a quelle urbane ed industriali. Questo fenomeno determinò un'accelerazione dell'industrializzazione del settore delle costruzioni e un massiccio impiego della prefabbricazione per soddisfare la nuova domanda di alloggi. [1].

In Unione Sovietica l'industrializzazione e il conseguente sviluppo della città e delle tipologie residenziali prefabbricate erano strettamente legate alla costruzione della nuova società comunista in quanto spazio ed elementi funzionali alla nuova società fondata sulla produzione, di cui non potevano che rifletterne le matrici funzionali e strutturali [2]. I modelli di residenza collettiva elaborati in Unione Sovietica hanno rappresentato, per ovvie ragioni politiche, la base di quelli che a partire dal secondo dopoguerra si affermarono nei paesi dell'Europa orientale.

L'interesse della ricerca nei confronti della riqualificazione dell'edilizia residenziale prefabbricata di origine sovietica è legata all'ingresso o all'avvicinamento nell'Unione Europea di molti paesi dell'ex-blocco sovietico (Germania Orientale, Polonia, Repubblica Ceca, Slovacchia, Estonia, Lettonia, Lituania, Romania, Bulgaria e Albania), nei quali lo sviluppo dell'edilizia residenziale ha seguito da vicino la via proposta dal socialismo reale e il cui risultato è un stock edilizio di cui il 95% circa è rappresentato da edifici prefabbricati. L'elevata percentuale di edifici realizzati con tecniche proprie della prefabbricazione e la rinnovata attenzione per il ciclo di vita dell'organismo edilizio escludono quindi, se non in casi particolari, l'opzione della sua sostituzione e pongono quale priorità la sua riqualificazione.

Gli obiettivi della ricerca si possono suddividere in obiettivi generali e specifici. Quelli generali, riconducibili alla riqualificazione del costruito secondo quanto individuato dalla Roadmap to a Resource Efficient Europe, riguardano la determinazione di una metodologia di intervento calibrata per l'edilizia residenziale prefabbricata e che risulti economicamente sostenibile grazie alla corretta individuazione delle principali caratteristiche (aspetti costruttivi, materiali, comportamento strutturale e prestazioni energetiche).

L'obiettivo specifico della ricerca è stato invece quello di definire un quadro di riferimento in termini di prestazioni energetiche quale punto di partenza per il progetto di riqualificazione dell'edilizia residenziale prefabbricata in una prospettiva di sostenibilità

buildings was closely linked to setting up the communist society. Such connections got stronger starting from the late 50s, when the principles and the objects of the Revolution and the concept itself of Plan were focused on anew by the new policy enacted by President Krushov [3].

The new guidelines regarding Soviet residential housing laid down by the USSR Council of Ministers led to both a theoretical and a practical change [Figure 01]. On the one hand, in fact, there was a shift from “producing in order to produce” typical of the 30s to a “scientific” object of production, which was strictly linked to the organization of the Plan as far as objects, instruments and policies were concerned [4]. On the other, instead, it led to a more general overhaul in the field of construction, which meant resorting to prefabrication and to the industrialization of the whole production system, from project to production and building yard; this applied both to research and to the implementation of norms [5].



Figure 1. a) Review “Construction and Architecture” of 1957; b) residential complex built in early 60s in the Moscow’s south outskirts; c) 60s propaganda poster showing the successes of soviet mass residence policy.

From a technical-construction-related point of view, the main result of the above program was the increased resort to heavy prefabrication, according a “model-based” approach, chosen as the means of achieving satisfactory results as far as quantity and reduction of construction costs were concerned. The buildings consisting entirely of prefabricated elements amounted to 25% in 1950, 70% in 1958 and 88% in 1965. As far as figures are concerned, the 129,8 million of square metres built between 1951 and 1955 increased to 592,3 million between 1956 and 1965, which amounts to 6,052 million flats built in the years 1951-1955 and 22,843 million flats in the years 1956-1965 [6]. In the process of scientific rationalization of the project (which was the unavoidable foundation stone in the development of socialist housing) standardization and modularity played a basic role, since they allowed to achieve the “industrial” efficiency of the project in the new houses [7]. Only later on an attempt was

economica e sociale. L’analisi è stata condotta all’interno di un quadro logico mirato all’individuazione della riqualificazione globale dell’edificio per successivi passi. I sistemi costruttivi analizzati sono stati quelli delle serie sovietiche I-464 e I-335 e dei loro derivati, oltre alla serie N°1 albanese, sviluppata a partire da questi modelli russi ed impiegate nella costruzione del Quartiere n°9 nella città di Tirana, scelto quale caso studio.

2. MODELLI E TECNICHE PER LA RESIDENZA DI MASSA NEL SOCIALISMO (1955-1965)

In Unione Sovietica la messa a punto di modelli insediativi e planimetrici dell’edilizia residenziale era strettamente collegato alla costruzione della società comunista. Questa relazione si rafforzò a partire dalla seconda metà degli anni ’50, quando i principi e gli obiettivi della Rivoluzione ed il concetto stesso di Piano trovarono una nuova centralità all’interno della nuova

politica promossa dal presidente Krushov [3].

Le nuove linee guida riguardanti l’edilizia residenziale sovietica dettate dal Consiglio dei Ministri dell’URSS portarono ad un cambio sia teorico che pratico [Figura 1]. Da un lato infatti si passò dal “produrre per produrre” degli anni ’30 ad un produttivismo “scientifico” strettamente collegato all’organizzazione del Piano per quanto riguarda obiettivi, strumenti e politiche di attuazione [4]. Dall’altro invece comportò una più generale ristrutturazione del settore delle costruzioni fondata sulla prefabbricazione e sull’industrializzazione dell’intero ciclo produttivo, dal progetto alla produzione e al cantiere, attuata sia a livello di ricerca che a livello normativo [5].

Il principale risultato del programma dal punto di vista tecnico-costruttivo fu l’aumento dell’importanza della prefabbricazione pesante, secondo un approccio chiuso o

made to suit the housing typologies and their construction systems to the varying geographic and climatic features and to withstand the seismic risks in the southern Soviet Republics (Kazakistan, Azerbaijan, Turkmenistan, Tagikistan and Kirghizistan), risks that came to a dramatic head in the 1966 Tashkent earthquake [8].

“per modelli”, quale strumento per ottenere risultati in termini quantitativi e di riduzione dei costi di costruzione. La percentuale degli edifici realizzati interamente con elementi prefabbricati passò dal 25% del 1950 al 70% del 1958, per raggiungere nel 1965 l'88%. Questo significò passare dai 129,8 milioni di metri quadri costruiti nel periodo 1951-1955 ai 592,3 milioni

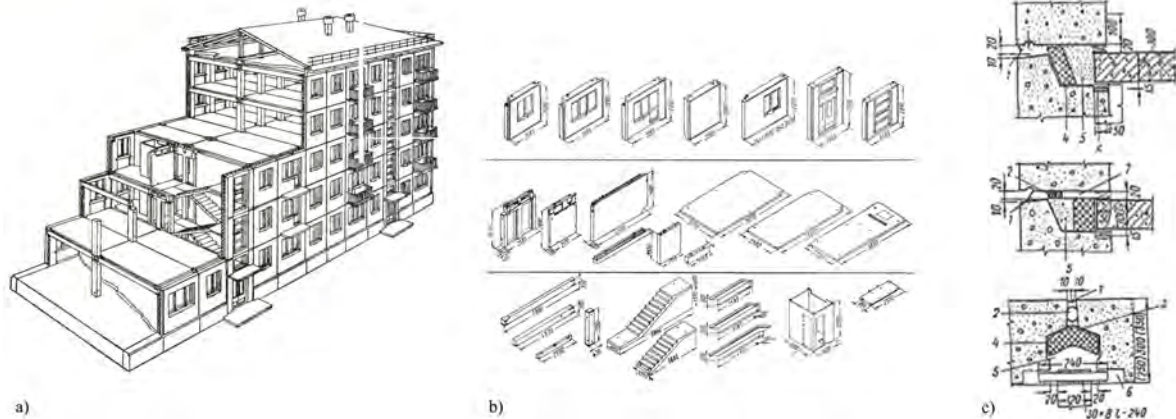


Figure 2. The I-335 type: a) axonometric view of the building (1957); b) construction panels; c) constructive details.

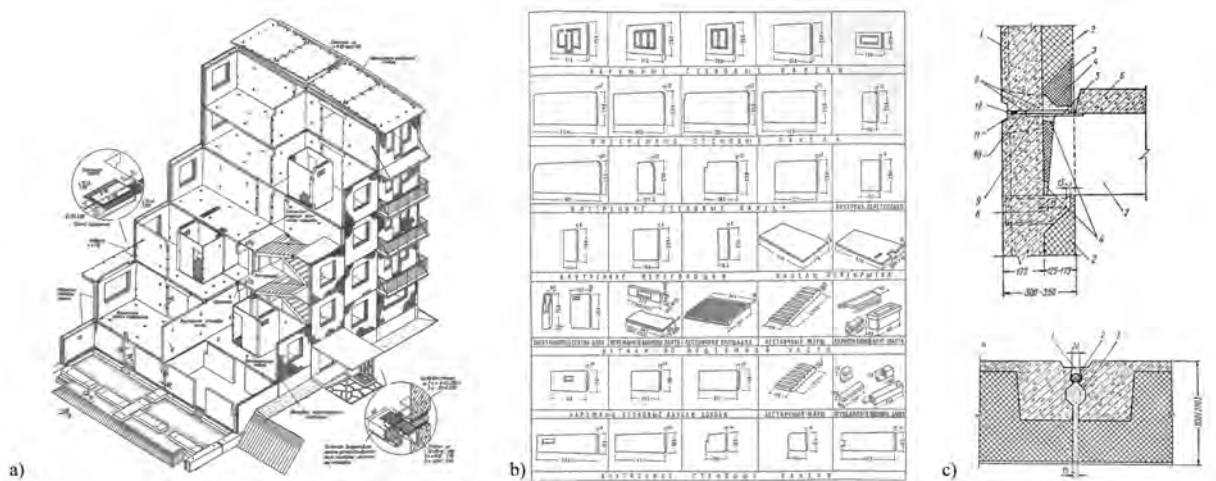


Figure 3. I-464 type: a) axonometric view of the building (1957); b) construction panels; c) constructive details.

The needs following the quick increase in the demand, the hindrances posed to building-yards by climatic conditions, the priority given to quantity rather than quality, according to the production-targeted aims of the Plan, were summed up in the concept of „mass housing standard“: they underlie the construction and formal simplification of 1955-1965 residential housing, treading the line laid down by the new policies issued by the PCUS Central Committee in order to set up the new identity of socialism. Applying an industrial logic to the huge soviet housing program – resorting to a model-based approach – led to residential buildings planned and built according to productive series, so as to make mass production easier. The concept of „productive series“ was

del periodo 1956-1965, valori che equivalgono rispettivamente a 6,052 milioni di appartamenti costruiti tra il 1951-1955 e 22,843 milioni del periodo 1956-1965 [6]. Nel processo di razionalizzazione scientifica del progetto, base imprescindibile per lo sviluppo della residenza socialista, assunsero un ruolo di primo piano la standardizzazione e la modularità che consentirono di raggiungere l'efficienza “industriale” del progetto per le nuove residenze [7]. Solo in un secondo momento si cercò di adattare le tipologie residenziali e i loro sistemi costruttivi alle differenti situazioni geografiche e climatiche e al rischio sismico presente nelle repubbliche sovietiche meridionali (Kazakistan, Azerbaijan, Turkmenistan, Tagikistan e Kirghizistan) e rivelatosi in tutta la

also perfectly in keeping with the guidelines issued by Kruschov in 1954 and in particular with the „standard project“ that set down the specific lay-outs of the various plans, the construction system, the materials, the methods of execution in the workshop and in the building-yard.

Among the so-called „first generation“ series, of particular interest are I-335 [Figure 2] and I-464 [Figure 3], since not only have they been the most widely employed in the USSR (amounting to almost three quarters of buildings between 1958 and 1974), but have also been widely used in the socialist countries from the mid-60s onwards [9]. As we shall see in the next paragraph, the main production series planned in Albania came from the Tirana Institute of Studies and Designs N° 1; based on the former Russian projects, it was quite similar to the 60s soviet I-464, though it resorted to the triple stratigraphy of the I-335 A sub-series, which came from I-335 and was made suitable for colder climates.

The cheap materials, simplicity and the limited number of prefabricated elements (only 25 of them allowed the realization of all the types belonging to the I-464 and I-335 series) the reduction of setting-up times (the panels did not require any further finishing work) made these series competitive, if compared with the first generation ones. Their building simplicity made them suitable for the rigid residential planning types required by Gosstroj in 1956 regarding the new socialist housing, exploiting as far as possible the 2,6 m and 3,2 m structural pitch. On the other hand, the presence of various sub-series – which was dictated by the need to make the buildings suitable for the different climatic conditions of the USSR – accounts for the long-lasting life of the original series, which were kept in production up to the early 70s.

Though looking at the outsides, it was difficult to tell which series the buildings belonged to, from a construction-related point of view there were substantial differences: the I-464, in fact, consisted entirely of two-dimensional panels, whereas the I-335 resorted to a half-frame structure in which the perimeter and horizontal panels were joined by one-dimensional (i.e. beams and pillars) elements inside the building supporting the floors. This feature caused several problems almost immediately, resulting from a sizable increase in the number of the joints inside and outside, problems that were tackled in the various sub-series. The I-464 series, instead, - consisting entirely of two-dimensional elements – on the one hand was more easily produced serially and needed fewer joints, on the other required greater rigidity of planning and was less suitable for the different weather conditions.

Choosing either series depended on the technical means available, on the inside layout, on the materials available locally and on the construction

sua drammaticità con il terremoto di Tashkent nel 1966 [8].

Le necessità dettate dal rapido aumento della domanda, le limitazioni climatiche del cantiere, le priorità di quantità rispetto alla qualità dettate dagli obbiettivi produttivistici del Piano, vennero riassunti nel concetto di “standard abitativo di massa” e sono alla base della semplificazione costruttiva e formale degli interventi residenziali degli anni 1955-1965, in linea con il nuovo indirizzo dato dal Comitato centrale del PCUS per la costruzione della nuova identità del socialismo. L'applicazione della logica industriale al gigantesco programma edilizio sovietico, impostato sull'approccio per modelli, portò a realizzare edifici residenziali progettati e realizzati secondo serie produttive, facilitando in questo modo la produzione in massa. Il concetto di “serie produttiva” trovava perfetta corrispondenza anche con le linee guida presentate da Kruschov nel 1954 e in particolare con il “progetto tipo” che implicava la definizione delle piante aggregate ai diversi piani, il sistema costruttivo, i materiali, i metodi di esecuzione in officina e in cantiere.

Tra le serie della prima generazione, meritano un'attenzione particolare la I-335 [Figura 2] e la I-464 [Figura 3], in quanto non solo sono state le più usate in Unione Sovietica, quasi i tre quarti del costruito tra il 1958 e il 1974, ma hanno conosciuto anche una grande diffusione negli altri paesi socialisti a partire dalla metà degli anni '60 [9]. Come vedremo nel paragrafo successivo la principale serie produttiva messa a punto in Albania, venne progettata dall'Istituto degli Studi e delle Progettazioni N°1 di Tirana, sulla base delle precedenti esperienze russe, era molto simile alla I-464 sovietica degli anni '60, ma riprendeva la triplice stratigrafia delle sotto-serie I-335A, derivata dalla I-335 e studiata per i climi più rigidi.

L'economia di materiali, la semplicità e il numero limitato di elementi prefabbricati – solo 25 – la riduzione dei tempi di montaggio, ottenuta con pannelli che non necessitavano di ulteriori trattamenti di finitura, le resero competitive rispetto alle altre serie di prima generazione. La loro semplicità costruttiva permetteva anche l'adattabilità ai rigidi tipi planimetrici residenziali elaborati nel 1956 dal Gosstroj per la nuova residenza socialista, sfruttando al massimo il passo strutturale di 2,6 m e 3,2 m. La presenza invece di numerose sotto-serie, nate dall'esigenza di adattare gli edifici alle diverse condizioni climatiche dell'Unione Sovietica, è alla base della longevità delle serie originali, che vennero mantenute in produzione fino agli inizi degli anni '70.

Sebbene esternamente le due serie fossero difficilmente distinguibili esistevano delle differenze sostanziali dal punto di vista costruttivo: mentre la I-464 era realizzata unicamente con elementi bidimensionali, la I-335 presentava uno schema a telaio parziale (half-frame) nel quale ai pannelli perimetrali ed orizzontali si aggiungevano

method of the wall panels. As regards the last-mentioned item, in the above surveyed construction series, the curtain panels could consist of either one or two layers, which impacted sizably on the hygro-thermal behaviour of the buildings, as the next paragraph will analyse. The limited availability of materials suitable for ensuring both insulation and structural performances in one- layer walls, led to devising and then widely resorting to between 7-and-10cm.-thick multi-layered ribbed- two-plated panels that could be employed in up to six-storey-high buildings.

3. FROM THE SOVIET MODEL TO THE PRACTICE: THE ALBANIA CASE

The experience gathered in the USSR during the seventh Plan (1959-1966) was exported to the satellite countries, giving birth to quite similar construction systems (*Plattenbau* in East Germany, *Panelak* in Czechoslovakia and *Panehalz* in Hungary) [Figure 4]. With a view to exporting the “models of the new communist society” throughout the soviet bloc, inside the Moscow *Gosstroj* was set up an office dealing with the sharing of technologies with other bloc countries, by translating the technical reports, ensuring the maintenance of plants and scheduling periodical calls of the foreign technicians at the Russian yards and workshops. Sharing such technological as well as ideological models was lastly implemented by the COMECON permanent building Commission, which actively oversaw “the socialist integration in the field of residential housing”, enacting housing policies, researches on standardization, on prefabrication techniques and on the methods of running big building yards [10].

Exporting the above-mentioned models, however, was not without hindrances. The ideological features could, in fact, be easily transmitted through the governments aligned politically with the Soviet Union, whereas the technical features could not. Within the COMECON were in fact joined already industrialized countries (East Germany, Czechoslovakia, Poland) or the ones that had just moved the first steps towards industrialization (China, Rumania, Hungary) as well as others that were quite backward (Bulgaria, Cuba, Albania, Mongolia, North Korea); for them shifting to a highly-industrialized construction system proved rather long and difficult. Such differences led to a different appraisal of the original model: in East Germany, Poland and Czechoslovakia the soviet productive series were the foundation stones for a local technological progress that led to original realizations, whereas in the remaining technologically less evolved countries, the imported models were more or less reproduced without variations up to the 90s.

elementi monodimensionali (travi e pilastri) posti internamente e su cui si appoggiavano i solai. Questa peculiarità creò quasi subito numerosi problemi, derivanti dal sensibile aumento dei giunti interni ed esterni, a cui si cercò rimedio nelle numerose sotto-serie. La I-464 invece, composta unicamente da elementi bidimensionali, se da un lato era più facile da produrre in serie e riduceva il numero dei giunti, dall'altro presentava una maggiore rigidità nell'impostazione planimetrica e nell'adattabilità alle differenti regioni climatiche. La scelta di un sistema rispetto all'altro dipendeva da mezzi tecnici disponibili, dalla distribuzione interna, dai materiali disponibili in sito e dalla metodologia costruttiva dei pannelli parete. In merito quest'ultimo aspetto, nelle due serie costruttive analizzate i pannelli di chiusura potevano essere realizzati a uno o più strati, cosa che influisce notevolmente sul comportamento termo-igrometrico dell'edificio, come verrà evidenziato più avanti. La limitata disponibilità di materiali idonei a garantire sia la coibenza che le prestazioni strutturali per pareti mono-strato, portò all'introduzione e alla diffusione di pannelli multistrato con doppia piastra nervata dello spessore compreso tra 7 e 10 cm utilizzabili per edifici di altezza sino a sei piani.

3. DAL MODELLO SOVIETICO ALLA PRATICA: IL CASO DELL'ALBANIA

L'esperienza accumulata in Unione Sovietica nel corso del settimo piano (1959-1966) venne esportata nei paesi satelliti, dando origine a sistemi costruttivi molto simili (Plattenbau in Germania Orientale, Panelák in Cecoslovacchia e Panehálz in Ungheria) [Figura 4]. Nell'ottica di esportare i «modelli della nuova società comunista» in tutto il blocco sovietico, venne istituito all'interno del Gosstroj di Mosca un ufficio che si occupava del trasferimento tecnologico negli paesi, traducendo la documentazione tecnica, assicurando l'assistenza per l'impianto degli stabilimenti e programmando visite periodiche dei tecnici stranieri nei cantieri e nelle officine russe. Il trasferimento di questi modelli, tecnologici quanto ideologici, venne infine sancito dalla Commissione permanente per le costruzioni del COMECON, che coordinava attivamente l'«integrazione socialista nel campo dell'edilizia residenziale», indirizzando politiche abitative, ricerche sulla standardizzazione, sulle tecniche di prefabbricazione e sui metodi di gestione dei grandi cantieri [10]. L'esportazione di questi modelli trovò diversi ostacoli tuttavia. Se infatti l'aspetto ideologico poteva essere facilmente veicolato attraverso i governi allineati politicamente con l'Unione Sovietica, non era così per gli aspetti tecnologici. All'interno del COMECON erano infatti riuniti paesi già industrializzati (Germania Orientale, Cecoslovacchia, Polonia), o che avevano da poco intrapreso la



Figure 4. a) Residential buildings in Magdeburgo, 1964 (East Germany); b) Prague outskirts, 1965 (Czechoslovakia); c) Prefabricated building during the construction in Budapest, 1966 (Hungary).

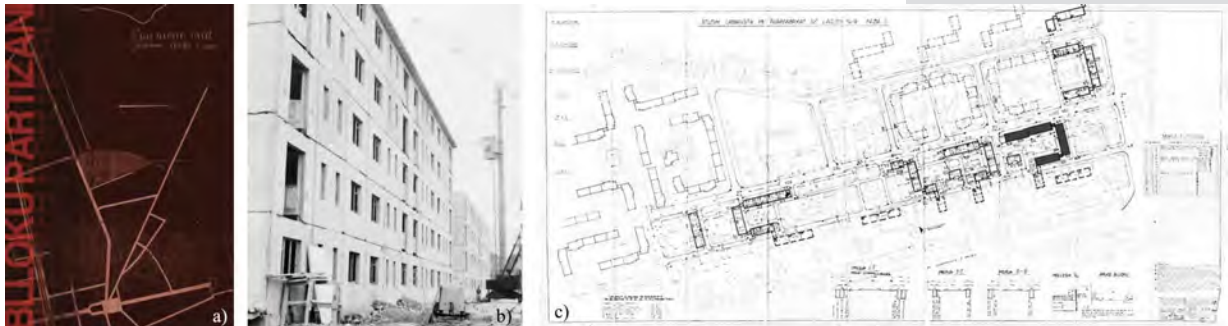


Figure 5. Residential buildings in Socialist Albania: a) Poster of Blloku Partizani (1968-1972); b) Prefabricated building construction in Tirana (1970); c) n°9 quarter plan in Tirana.

This situation is exemplified very well in Albania, which embraced the soviet model in 1945 and whose both official and residential architecture was heavily influenced, since architecture was called upon to represent the new communist society. Claiming a national style in architecture led not only to the removal of former experiences, but also to the refusal of contemporary European ones [11].

The layout models were the same as the soviet (and later Chinese) ones from a construction point of view, though the different industrial and production-related conditions in Albania called for specific techniques suitable for local requirements [Figure 5]. Beside the two-dimensional concrete prefabricated panels, further technological solutions were devised: as terracotta and silicate bricks, similar to the ones used in the soviet Russia in the 30s, which were ditched in the early 50s and substituted by large concrete panels [12].

strada dell'industrializzazione (Cina, Romania, Ungheria), accanto ad altri molto arretrati (Bulgaria, Cuba, Albania, Mongolia, Corea del Nord), per i quali il passaggio ad un'edilizia altamente industrializzata risultò lungo e difficile. Queste differenze comportarono una ricezione del modello originario differente: se infatti in Germania Orientale, Polonia e Cecoslovacchia le serie produttive sovietiche costituirono la base per un progresso tecnologico locale che portò a realizzazioni originali, negli altri paesi industrialmente meno evoluti la riproduzione dei modelli importanti venne portata avanti pressoché invariata fino agli anni '90. Questa situazione è esemplificata molto bene dall'Albania, dove l'adesione del paese balcanico al modello sovietico nel 1945 ebbe notevoli conseguenze anche dal punto di vista dell'architettura, sia quella ufficiale che quella residenziale, chiamate entrambe

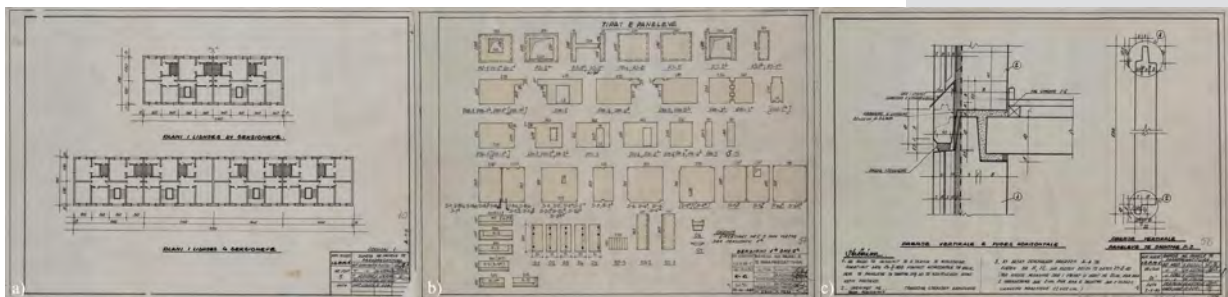


Figure 6. N°1 albanian type: a) plan scheme for a five storey building; b) construction elements; c) constructive details.

The Albanian N°1 series allowed building residential blocks as high as 6 storeys, employing only flat two-dimensional elements [Figure 6]. From a construction point of view, the series is mid-way between I-464 and I-335; from the former in fact it borrows the system of weight-bearing panels allowing the reduction in the number of joints, it shares with the latter triple-layered panels securing a better insulation of external walls. Differently from the Russian series, the Albanian one consisted of as many as 45 elements, which, on the one hand reduced the industrial efficiency, on the other allowed a better choice of layouts, offering four modular solutions (17). From the 70s on, in the Albanian residential complexes new -even angular- layout solutions were resorted to. In this case connecting modules were employed, joined by means of a structural concrete system and a brick wall, so as to obtain linear buildings. The patterns devised in the 70s were later improved adding new layout solutions allowing walking through spaces, obtained without modifying the construction system (18).

a rappresentare la nuova società comunista: la proclamazione di uno stile nazionale comportò non solo la rimozione delle precedenti esperienze ma anche l'allontanamento da quelle contemporanee europee [11]. Se i modelli planimetrici riproponevano quelli russi, e cinesi poi, dal punto di vista costruttivo le differenti condizioni industriali e produttive dell'Albania, imposero l'adozione di tecniche specifiche per la realtà locale [Figura 5]. Accanto a soluzioni prefabbricate con pannelli bidimensionali in calcestruzzo vennero sviluppate infatti altre soluzioni tecnologiche che utilizzavano mattoni in terracotta e mattoni silicati, simili alle esperienze della Russia sovietica degli anni '30 e abbandonate all'inizio degli anni '50 a favore delle costruzioni in grandi pannelli cementizi. [12]. La serie N°1 albanese consentiva di realizzare edifici residenziali di sei piani al massimo utilizzando unicamente elementi piani bidimensionali [Figura 6]. Da un punto di vista costruttivo si colloca a metà tra la serie I-464 e I-335: della prima riprende infatti il sistema a pannelli portanti con la conseguente

Series	Year	Type	Nr components	Structure width	Building length	Nr Floors	Roof	Substructure
I-464	1958-1964	Close	25	2,60 m	11,74 m	5-6	pitched/flat	Direct
		Bi-dimensional		3,20 m				
I-464 A	1961-1974	Close	25	2,60 m	11,74 m	5-6	flat	Direct
		Bi-dimensional		3,20 m				
I-335 (*)	1959-1974	Close	25	2,60 m	11,60 m	5-8	pitched/flat	Direct
		Half-frame		3,20 m				
N°1 Alb	1967-1987	Close	45	3,60 m	9,60 m	5-6	flat	Direct
		Bi-dimensional						

(*) the descriptions includes the derived series I-335A, I-335D, I-335K e I-335AK.

Figure 7. Typological features of soviet I-335 and I-464 types and albanian N°1 type.

Series	Coupling systems	Panels material	Panel thickness	Stratigraphy (external walls)
I-464	Galvanized hooks and metal profiles	cheramsite concrete (resistance 200 kg/cm ²)	21 cm exterior panels	21 cm (concrete)
			10-12 cm interior panels	
			10 cm floor and roof	
I-464 A	Galvanized hooks and metal profiles	concrete (resistance 200 kg/cm ²) rock wool	23 cm exterior panels	4 cm (concrete)
			10-12 cm interior panels	12 cm (lana di roccia)
			10 cm floor and roof	5 cm (concrete) 2 cm (cheramsite)
I-335 (**)	Galvanized hooks and metal profiles	concrete (resistance 200 kg/cm ²) gasbeton (resistance 10 kg/cm ²)	30 cm exterior panels	12,5 cm (concrete)
			30 cm interior panels	17,5 cm (gasbeton)
			8-10 cm floor and roof	
I-335 A	Galvanized hooks and metal profiles	concrete (resistance 200 kg/cm ²) gasbeton	30 cm exterior panels	12,5 cm (concrete)
			30 cm interior panels	5 cm (gasbeton)
			8-10 cm floor and roof	12,5 cm (concrete)
N°1 Alb	Metal hooks	concrete (resistance 200 kg/cm ²)	22 cm exterior panels (PJ)	14 cm (calcestruzzo)
		lightened concrete (resistance 4 kg/cm ²)	14 cm interior panels (PM)	2 cm (lightened)
		iron (resistance 2100 kg/cm ²)	10 cm dividing walls (PN)	concrete)
			18 cm floor and roof (S)	6 cm (concrete)

(**) Data referred to I-335 and I-335A series.

Figure 8. Material features of soviet I-335 and I-464 types and albanian N°1 type.

4. ANALYSIS OF ENERGY PERFORMANCES RESULTING FROM THE LAYOUT CASE

As hinted at above, upgrading prefabricated residential buildings is rendered difficult owing to the scanty awareness both of the original material, construction and production-related features and of the behaviour and performance decay, even taking into account the new requirements about curbing energy consumption and the environmental impact of buildings.

To these technical issues, social ones – not to be slighted – are to be added. Prefabricated residential quarters, in fact, evidence clear problems of decay, resulting even from the scanty means of their inhabitants, which makes the economic sustainability of any upgrading project hardly viable. The dwellers generally lack any sense of identity and of belonging in relation to the quarters and the buildings they live in, which would suggest demolition and rebuilding; however, this course is not to be taken, owing to the amount of prefabricated residential buildings that would make the whole procedure scarcely viable, even taking the disposal of the waste materials resulting from the demolition into account.

Upgrading – in a broad sense – nowadays involves multidisciplinary approaches, since it deals with functional, architectural, static, energy and plant-related issues. In the past few years more and more attention has been focused on up keeping both individual buildings and whole quarters. As a result, operational practices have evolved, so that some approaches widely resorted to up to thirty years ago are now obsolete and no longer viable, or at least need to be thoroughly updated.

In order to suggest guidelines of intervention, it is necessary first of all to assess the peculiar features of any construction system and decide which elements require further surveying [Figure 7 and Figure 8]. The assessment of the general performances of the three construction systems started from the residual resistance of the structures of the buildings, underlining their main features, since this is the first step in order to evaluate the economic feasibility of the upgrading interventions.

First of all, it has been confirmed that the main difference between prefabricated and non-prefabricated buildings are the connecting joints: in non-prefabricated buildings in fact joints are monolithic, whereas in prefabricated buildings joints constitute “gaps” both from a structural and a thermal point of view and therefore require the greatest attention. As regards the joints, in spite of a few secondary differences, the three systems surveyed featured a “labyrinth” that afforded better weather protection; this device was resorted to even in other

riduzione del numero dei giunti, mentre analogamente alla seconda presenta pannelli a triplice strato per migliorare la coibenza delle pareti esterne. A differenza invece delle due serie russe, quella albanese era composta da molti componenti, ben 45, cosa che se da un lato riduceva l'efficienza industriale, dall'altro ha consentito una maggiore flessibilità planimetrica con quattro soluzioni modulari, come nei complessi residenziali degli anni '70 dove vennero impiegate nuove soluzioni planimetriche ad angolo. Qui i moduli erano uniti a due a due per ottenere edifici lineari elementi di connessione in calcestruzzo e muratura in mattoni; tali schemi vennero poi migliorati con nuove soluzioni planimetriche passanti ottenute senza modificare il sistema costruttivo.

4. ANALISI DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE DA PROGETTO

Come precedentemente accennato la riqualificazione dell'edilizia residenziale prefabbricata è resa difficile dalla scarsa conoscenza sia degli aspetti materiali, costruttivi e produttivi originari, sia del comportamento e del degrado prestazionale alla luce anche delle nuove esigenze di contenimento dei consumi energetici e dell'impatto del costruito sull'ambiente.

A queste problematiche di natura tecnica si aggiungono quelle, non secondarie, di natura sociale. I quartieri di edilizia residenziale prefabbricata presentano infatti notevoli problemi di degrado legati all'estrema povertà degli residenti che rende difficile la stessa sostenibilità economica del progetto di riqualificazione. Il mancato senso di identità e di appartenenza nei confronti dei quartieri e degli edifici da parte degli abitanti, consiglierebbe la sostituzione del costruito, cosa che non è possibile per la vastità del patrimonio edilizio prefabbricato e per la difficoltà di gestire l'intero processo, non ultimo lo smaltimento dei materiali provenienti dalla demolizione.

Il tema del recupero, in senso generale, coinvolge oggi ambiti multidisciplinari poiché comprende aspetti funzionali, architettonici, statici, energetici, impiantistici, ecc. Negli ultimi anni si è potuto assistere ad una notevole espansione dell'attenzione alla conservazione sia di singoli manufatti che di interi ambiti. Il risultato è stata l'evoluzione della prassi operativa che ha reso obsoleti alcune modalità di intervento diffusamente applicate solo trent'anni fa oggi non sono più proponibili o, quantomeno, necessitano di importanti modifiche. Al fine di proporre linee guida di intervento è necessario preliminarmente comprendere quali possono essere le caratteristiche intrinseche nel sistema costruttivo e gli elementi che necessitano di essere indagati approfonditamente [Figura 7 e Figura 8]. La verifica delle performance generali dei tre sistemi costruttivi, è partita dall'analisi dei sistemi costruttivi, evidenziandone le caratteristiche principali, in

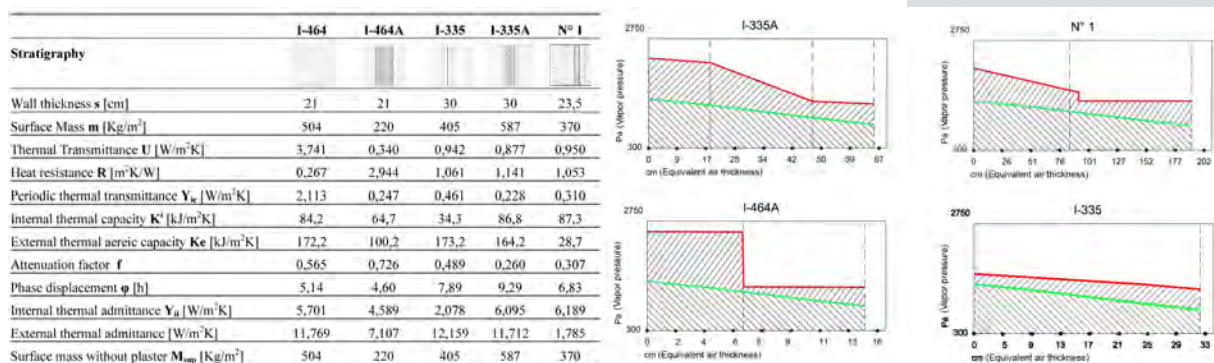


Figure 9. Materials and fundamental thermal parameters of the wall element of the analyzed series and monthly graphs of saturation and partial steam pressures (critical month: January).

Western Europe prefabricated construction systems, such as Camus-Lorraine (1963), or the Concari-Soltan (1976-77) device. Even in this case the device was applied to the wall-floor joints: to withstand the oozing in of water and reduce the thermal bridge, “labyrinth-shaped” panels were used together with mineral wool. The weight-bearing outside panel represents the soul of the building in all three series. The study undertaken has led to interesting results evidencing how the construction systems – in the way they have been planned and applied (especially so in the first series) – reveal a whole range of shortcomings hindering (at least at present) any thermal comfort, even taking into account the new living comforts the new performances are required to afford, as well as the more aware social needs. The theoretical thermal analysis below has underlined the following features of the panels [Figure 9]. From the above-quoted surveys it is to be noticed that from a hygro-thermal point of view the Albanian series ranges midway between the performances afforded by the two other panels. The I-335 series offers better performances since it guarantees 9,29-hour phase-shifts, even though this is not enough to afford acceptable comfort. The I-464 series, instead, having a reduced surface mass provided by only two 4+5cm.-thick weight-bearing layer has a poorer performance – i.e. little more than 4-hour phase-shifts – insufficient to afford any acceptable thermal comfort. Furthermore, from the pressure diagram one can notice an uneven behaviour in the change of state between the three layers, even if surface and interstitial condensation never occurs in any, throughout the year. On the other hand, as far as global thermal transmittance is concerned, thanks to its less extended surface, the I-464 series reaches better results (0,340 W/m²K), practically in keeping with present-day Italian norms, whereas the remaining two series reach a benchmark three times over Italian norms for areas the same latitude as Tirana. To sum up therefore, all three series afford insufficient thermal comfort, the Albanian series reaching average values half-way between the two remaining construction typologies.

quanto questo è il primo passo per la determinazione della fattibilità economica degli interventi di riqualificazione.

In primo luogo è stato possibile confermare che la principale differenza tra le strutture in opera da quelle prefabbricate è il nodo di collegamento tra i vari elementi poiché mentre nel primo caso si è in grado di garantire monoliticità del nodo, nel secondo esso rappresenta un punto di discontinuità sia dal punto di vista strutturale che termico, verso il quale è necessario porre la massima attenzione. Per quanto riguarda i giunti, nonostante alcune differenze secondarie, tutti e tre i sistemi analizzati presentano un “labirinto” che garantisce una maggiore protezione alle intemperie, soluzione presente anche in altri sistemi costruttivi prefabbricati dell’Europa occidentale, come il Camus-Lorraine (1963) o il sistema Concari-Soltan (1976-77). Anche in questo caso le soluzioni erano caratterizzate dal nodo parete-solaio che prevedeva, per scongiurare l’entrata dell’acqua e mitigare il ponte termico, geometrie di pannello “a labirinto” oltre che materiali coibenti come la lana di roccia.

Il pannello portante esterno rappresenta l’anima dell’edificio in tutte e tre le serie. Dallo studio condotto sono emersi interessanti risultati che dimostrano come i sistemi costruttivi, così come sono stati progettati e realizzati – specialmente nelle prime serie – presentino una casistica di difetti che ne compromettono pesantemente la possibilità di offrire, nello stato in cui sono, alcun tipo di confort termico anche nell’ottica delle nuove esigenze abitative dettate dai nuovi criteri prestazionali e da esigenze sociali più articolate. L’analisi termica teorica che segue ha evidenziato le differenti caratteristiche dei pannelli [Figura 9].

Dalle verifiche si nota come la serie albanese dal punto di vista termigrometrico si collochi a metà tra le performance offerte da quelle russe. La serie I-335 è la più performante poiché garantisce sfasamenti di 9,29 ore, anche se non sufficienti a garantire confort sufficiente. La serie I-464, invece, possedendo una ridotta massa superficiale data dalle sole due “cartelle” portanti di 4+5

5. CONCLUSIONS AND FURTHER DEVELOPMENTS

The research underlines therefore how the construction systems, as they have been planned and realized, afford energy performances not in keeping with the up-to-date housing requirements based on better performances and higher social expectations. A first quantitative analysis – at this stage carried out disregarding the material, and therefore performance-related decay – has already underlined how such buildings fail to reach standards aligned with present-day energy requirements.

To these technical failures, the not-to-be-slighted social shortcomings are to be added. The prefabricated residential housing quarters show clear signs of decay owing to the fact their inhabitants are extremely poor, which makes the economic sustainability itself of the upgrading projects hardly viable.

In the specific case of residential buildings in East European countries – especially so in the poorest ones - the decay can also be partly ascribed to the shift from a socialistic to a capitalistic economy, beside to the scanty economic means of the inhabitants. This has caused the almost complete lack of maintenance, which has certainly failed to improve initial project-related, material and construction standards. In contexts where demolition and rebuilding costs would be unaffordable for the local economy, upgrading becomes even more the only sustainable option.

Question	Scope	Data observed
A	Building	Data relating to the year of the building construction, number of floors, location, type, orientation and surface of the housing unit, the recovery modifications carried out in the last twenty-five years (mainly the interventions for the improvement of the level of thermal insulation and on the replacement of frames and fixtures).
B	Installations	Data relating to the installations present, type and energy used, (heating, cooling, cooking, AC, lighting).
C	Apartment	Data relating to the use of the apartment. Data relating to the use of the unit (number of occupants, habits, etc.).
D	Consumption	Energy consumption data and how residents perceive it (monthly energy expenditure).
E	Renewable energy sources	Renewable sources. Data relating the degree of information to residents on alternative and renewable energy sources and how to save energy in their homes
F	Structure	Data relating to the structural condition of the buildings.
G	Refurbishment	Data relating to income and investment opportunities by inhabitants (information on the level of information regarding the existing financing programs of investments that aim to save energy).

Figure 10. Summary of the questionnaire given to the inhabitants of the Tirana case studies .

In upgrading many (even small) players are involved that often do not possess the suitable awareness and know-how allowing them to take consistent and rational decisions when upgrading is under way. This implies their decisions may result from a distorted perception of the risks, that is to say often disconnected from the real risk of a specific investment [13]. In order to evaluate the results obtained by means of the theoretical analysis, it may

cm, manifesta un comportamento più penalizzante, con sfasamenti di poco più di 4 ore, insufficienti per garantire qualsivoglia tipo di confort termico. Oltre a ciò si nota dal diagramma delle pressioni un comportamento non omogeneo nella transizione di stato tra i tre strati anche se in tutti e tre i casi non avviene mai la formazione di condensa superficiale e interstiziale in ogni periodo dell'anno. Viceversa, a livello di trasmittanza termica globale la serie I-464, con la sua massa superficiale inferiore, ottiene valori maggiori (0,340 W/m²K), praticamente in linea con le normative Italiane attuali, mentre le altre due serie manifestano valori tripli rispetto ai valori normativi attuali per una zona italiana di latitudine equivalente a quella di Tirana. In conclusione, quindi si può prevedere una mancanza di confort termico in tutte le tre serie, con valori medi di quella albanese collocati tra le rimanenti due tipologie costruttive.

5. CONCLUSIONI E FUTURI SVILUPPI

La ricerca evidenzia quindi come i sistemi costruttivi, così come sono stati progettati e realizzati, presentino delle prestazioni energetiche non allineate con le nuove esigenze abitative dettate dai nuovi criteri prestazionali e da esigenze sociali più articolate. Una prima analisi quantitativa – condotta in questa prima fase senza considerare il degrado materiale e quindi prestazionale – evidenzia già le difficoltà di raggiungere

standard allineati con i più recenti requisiti energetici. A queste problematiche di natura tecnica si aggiungono quella, non secondaria, di natura sociale. I quartieri di edilizia residenziale prefabbricata presentano infatti notevoli problemi di degrado legati all'estrema povertà degli residenti che rende difficile la stessa sostenibilità economica del progetto di riqualificazione. Nel caso specifico dell'edilizia

be useful to resort to a questionnaire [Figure 10]: the inhabitants are asked to answer 37 questions regarding the 7 main subjects the upgrading and the various features of the buildings are concerned with (plants, the number of people each family unit is composed of, consumption, structure, availability of different energy sources and awareness of the upgrading process) [14].

The survey started in 2016 and an operative field research is about to be concluded; it has involved the inhabitants in the Rruga Riza çuka and Rruga Muhamet Gjollështa (also known as Blloku Partizani) complexes in the 21 Dhjetori area situated in the Laprake quarter in n°9 quarter. The questionnaire has provided information regarding the energy performances of Albanian buildings even throwing light on their material and performance-related decay. In this way it is possible to detect not only technical, but even social and economic critical issues beforehand, so as to upgrade the prefabricated residential buildings and to lay down viable guidelines of intervention leading to an economically and socially sustainable upgrading project.

7. REFERENCES

- [1] Artigliere E. [et al.], *La prefabbricazione edilizia in Europa ed oltremare*. In: AA.VV., *Prefabbricazione edilizia*, Ed. AITEC, Roma, 1964, p. 153.
- [2] Smith M. B., *Property of Communists: The Urban Housing Program from Stalin to Khrushchev*, Northern Illinois University Press, DeKalb, 2010, p. 23-25; Harris S., *Communism on Tomorrow Street: Mass Housing and Everyday Life after Stalin*, Johns Hopkins University Press, Baltimore, 2013, p.78-83; Meuser P., Zadorin D., *Towards Typology Soviet Mass Housing Prefabrication USSR 1955-1991*, DOM Publishers, Berlin, 2015, p. 13-15.
- [3] Andrusz G. D., *Housing and Urban Development in the USSR*, State University of New York Press, Albany, 1984, p. 21; De Magistris A., *Urss, l'altra ricostruzione*, «Rassegna», 54 (1993), p. 76-83; Meuser P., Zadorin D., *Towards Typology Soviet Mass Housing Prefabrication USSR 1955-1991*, DOM Publishers, Berlin, 2015, p. 193.
- [4] Baranov N.V., *Edilizia Urbana ed uso abitativo*. In AA.VV., *Esperienze ed orientamenti nell'edilizia abitativa sovietica*, Edizioni Ente Autonomo Fiere, Bologna, 1976, p. 186; Petrignani M., op. cit., p. 112-113.
- [5] Wright J. R. (ed.), *Industrialized Building in the Soviet Union*, National Bureau of Standards Special Publication N° 334, Washington D.C., 1970, p. 18-19; De Magistris A., *Urss, l'altra ricostruzione*, «Rassegna», 54 (1993), p. 81.
- [6] Narodnoe khozyaistvo SSSR v 1980g, p. 387 e Narodnoe khozyaistvo SSSR v 1967g, p. 562 e p. 565. Questi valori sono riportati anche in: Baranov N.V., op. cit., p. 187; AA.VV., *Industrializzazione edilizia e politica della casa: le esperienze straniere*, Franco Angeli, Milano, 1976, p. 79; Andrusz G. D., op. cit., p. 21.
- [7] Petrignani M., *Pianificazione ed industrializzazione edilizia nell'URSS*, Antonio Salzano Editore, Salerno, 1978, p. 111.
- [8] Meuser P., *Seismic Modernism. Architecture and Housing in Soviet Tashkent*, DOM Publisher, Berlin, 2016, p. 36-39.
- [9] The I-464 type was designed by Giprostroiindustriya in Moscow (arch. N. P. Rozanov, I. Yu. Markova, ing. V.G. Koshenkov, A. G. Rozenfeld e I. P. Polozov) and produced between 1958 and 1964 (I-464) e 1961-1974 (I-464a). The I-335 type designed by *Lengorstroyproekt* in Leningrad (arch. B. N. Banykin, ing. L. G. Yuzbashev, A. A. Sizov) was in production in 1959-1974 years by the further types I-335A, I-335D, I-335K e I-335AK. Banykin B.N., Mktrumjan A.K., *Nuove tecniche di prefabbricazione*, ETAS Kompass, Milano, 1955, p. 33.
- [10] Solopova N., *Dai pannelli alla città. Alcune tappe della prefabbricazione pesante in URSS*, «Storia Urbana», 101 (2002), p. 103.
- [11] Bego M., *Skeda arkitekture 1965-2004. Në kronikën e një jete të dallgëzuar*. Monografi:

residenziale nei paesi dell'Europa orientale – soprattutto quelli più poveri – il degrado è imputabile in parte anche al passaggio da un'economia di tipo socialista a quella capitalista, oltre che alle ridotte possibilità economiche degli abitanti. Questo ha comportato l'abbandono pressoché totale della manutenzione che non ha di certo migliorato gli standard progettuali, materiali e costruttivi iniziali. In contesti dove i costi di demolizione e ricostruzione sarebbero insostenibili per l'economia locale, il recupero diventa a maggior ragione l'unica via sostenibile.

Nella riqualificazione sono coinvolti molti attori, anche piccoli, che spesso non possiedono adeguati livelli di conoscenza e consapevolezza che consentano loro di prendere decisioni coerenti e razionali per il processo di riqualificazione. Questo implica che le loro decisioni sono prese con una percezione alterata del rischio, che raramente è collegata con l'effettivo rischio economico dell'investimento [13]. Al fine di verificare quanto emerso dalle analisi teoriche uno strumento utile può essere un questionario [Figura 10] da sottoporre agli abitanti, con il quale si chiede di esprimersi, mediante 37 domande, sulle 7 tematiche fondamentali riguardanti il recupero e i diversi ambiti dell'edificio (impianti, composizione nucleo familiare, consumi, struttura, disponibilità di fonti energetiche alternative e consapevolezza della riqualificazione) [14]. L'indagine, iniziata nel 2016 e in via di ultimazione una campagna di ricerca operativa sul campo che ha coinvolto gli abitanti dei complessi del quartiere n°9, di Rruga Riza çuka e quello di Rruga Muhamet Gjollështa – conosciuto anche con il nome di Blloku Partizani – nella zona 21 Dhjetori che si trovava nel quartiere Laprake. Tale indagine sta completando quella sul campo delle prestazioni energetiche degli edifici albanesi alla luce anche del loro degrado materiale e prestazionale. Questo è un modo per identificare in anticipo le criticità – di natura non solo tecnica ma anche sociale ed economica – per la riqualificazione dell'edilizia residenziale prefabbricata e individuando delle possibili linee guida di intervento per un progetto di recupero che sia economicamente e socialmente sostenibile.

Çështja e strehimit në periudhën e socializmit, Dea, Tiranë, 2009.

- [12] Islami Gj., *Përmirësimi i performancës energjetike në banesat me panele të parapërgatitura në Tiranë* [PhD thesis]. Tiranë: Fakulteti i Arkitekturës dhe Urbanistikës, Universiteti Politeknik i Tiranës. Shqipëri, 2016.
- [13] AA.VV., *THINK. How to refurbish all buildings by 2050*, final report, June 2012, pp. 4-5 (available at <http://think.eui.eu>) [accessed on 22/04/2019].
- [14] Islami G., *Il miglioramento del rendimento energetico nelle abitazioni coi pannelli prefabbricati a Tirana* [master thesis]. Tirana: Università Politecnica di Tirana, 2013; Keci M. *Gli edifici di Tirana del dopoguerra. Proposte di riqualificazione energetica, funzionale e architettonica* [master thesis]. Padova: Dipartimento di Ingegneria Civile Edile e Ambientale, Università degli Studi di Padova, 2016.