

Confrontarsi col tempo. Unità abitative temporanee in legno per anziani non autosufficienti

RICERCA E
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Francesca Camerin, Francesco Incelli, Massimo Rossetti,
Dipartimento di Culture di Progetto, Università Iuav di Venezia, Italia

fra.camerin@gmail.com
francescoincelli@gmail.com
rossetti@iuav.it

Abstract. Il paper presenta i risultati di una ricerca finanziata dalla Regione Veneto relativa allo studio di unità abitative provvisorie innovative in legno per il ricovero e la sistemazione di persone anziane nel caso di riqualificazione funzionale di edifici adibiti a case di riposo. Il progetto prende origine dalla constatazione che anche gli edifici esistenti adibiti a case di riposo possono spesso necessitare di riqualificazione: in tale scenario, un'unità abitativa provvisoria con avanzate caratteristiche di comfort e di risparmio energetico potrà quindi costituire una soluzione ottimale per la tutela delle persone anziane e permettere, allo stesso tempo, di sperimentare nuovi modelli nell'abitare e assumere eventualmente carattere di alloggio permanente.

Parole chiave: Residenze per anziani; Edilizia abitativa temporanea; Costruzioni in legno; Prefabbricazione; Riqualificazione edilizia.

Introduzione

Il contesto sociale in cui oggi viviamo appare profondamente influenzato dal fattore “tempo”, in modalità del tutto diverse rispetto al passato e tali da richiedere approcci innovativi e strategie sperimentali in grado di fungere da apripista per una trasformazione del contesto sociale e ambientale che ci circonda. Anche il mondo dell'architettura e della progettazione si trova perciò ad affrontare una necessaria trasformazione per rispondere alle richieste, talvolta espresse, talvolta ancora in fase di formulazione, legate a una società sempre più in movimento e sempre più anziana, che vive spesso la necessità di un approccio temporaneo, flessibile, trasformabile e velocemente adattabile al problema dell'abitare declinato in tutte le fasi della vita umana.

Queste tematiche, tanto imperative nella loro attualità quanto generative e stimolanti per il mondo dell'architettura, hanno rappresentato la base per lo sviluppo di una ricerca internazio-

nale intitolata “Studio di unità abitative provvisorie innovative in legno per il ricovero e la sistemazione di persone anziane in caso di riqualificazione funzionale di edifici adibiti a case di riposo”, sviluppata dall'Università Iuav di Venezia, in qualità di ente capofila, in collaborazione con la University of Kent di Canterbury (UK), l'azienda Bozza S.r.l., la rete d'impres Green Tech Italy e il Consorzio Legno Veneto e conclusasi nell'autunno del 2019¹.

Tale progetto di ricerca è scaturito dall'intreccio di tematiche trasversali ai vari partner, tutte estremamente attuali e profondamente legate al “tempo” come fattore di progetto e di prestazione: l'analisi dello stato medio di conservazione degli edifici adibiti a case di riposo e in generale degli immobili in Italia, nei quali i segni del tempo sono spesso ben visibili e richiedono interventi di adeguamento e riqualificazione, il progressivo invecchiamento della popolazione e le relative ricadute sociali ed economiche, le potenzialità del legno come materiale funzionale e versatile, in grado di rispondere in maniera ottimale alla necessità di edifici temporanei, smontabili, trasportabili e adattabili a molteplici configurazioni, l'attenzione verso i temi dell'analisi dell'intero ciclo di vita degli edifici (Life Cycle Assessment) e dell'economia circolare. La “messa a sistema” di questi temi ha permesso lo sviluppo di un progetto di ricerca caratterizzato da notevoli implicazioni sociali e ambientali, premiate mediante il finanziamento della Regione Veneto all'interno del Programma Operativo Regionale Fondo Sociale Europeo 2014-2020, con l'obiettivo generale degli “Investimenti in favore della crescita e dell'occupazione” per favorire la ricerca a sostegno della trasformazione aziendale.

Facing time. Temporary wooden housing units for the non-self-sufficient elderly

Abstract. The paper presents the results of a research funded by the Veneto Region concerning the study of innovative temporary wooden housing units for the hospitalisation and accommodation of elderly people in the case of functional requalification of buildings used as care homes. The project originates from the observation that existing buildings used as care homes may often need to be re-developed. In this scenario, a temporary housing unit with advanced comfort and energy saving features may, therefore, constitute an optimal solution for the protection of elderly people and, at the same time, to experiment with new models of living, besides possibly adapting them for permanent accommodation.

Keywords: Residences for the elderly; Temporary housing; Wooden constructions; Prefabrication; Building requalification.

Introduction

The social context in which we live today appears to be deeply influenced by the “time” factor, in completely different ways compared to the past, and requiring new approaches and experimental strategies able to act as a forerunner for a transformation of the social and environmental context around us. The world of architecture and design is, therefore, faced with an essential transformation to respond to demands, sometimes expressed, sometimes still at the formulation stage, related to an increasingly mobile and ageing society, which often feels the need for a temporary, flexible, transformable and quickly adaptable approach to the issues of living throughout all stages of human life.

These topics, which are so imperative in their importance as generative and stimulating factors for the sphere

of architecture, formed the basis for the development of an international research entitled “Study of innovative temporary wooden housing units for the admittance and accommodation of elderly people in case of functional redevelopment of buildings used as nursing homes”. The study was completed in autumn 2019 and developed by the Iuav University of Venice as the lead institution, in collaboration with the University of Kent (UK), the firm Bozza Srl, the business network GreenTech Italy and the Veneto Regional Timber Consortium.

This research project was inspired by interweaving themes shared by the various partners, all extremely current and deeply linked with the concept of “time” as a design and performance factor. The themes include: analysis of the average state of conservation of buildings used as nursing homes

Progettare l'offerta residenziale in una società che invecchia

ciò che emerge dal report Istat del maggio 2018 riguardante il futuro demografico del paese, che evidenzia anche come questo cambiamento comporterà importanti ricadute sull'assetto sociale, sanitario, economico e produttivo nazionale. La diminuzione della natalità, unita all'aumento dell'aspettativa di vita, darà origine a un cambiamento demografico radicale per il quale la società attuale appare impreparata (Bernabei *et al.*, 2016): la percentuale della popolazione di età pari o superiore a 65 anni passerà dall'attuale 22,6% (Istat, 2018) al 33,3% nel 2065. Ancora, all'alba del 2020 l'Italia si avviava ad avere oltre 2 milioni di anziani con più di 85 anni, che diventeranno oltre 5 milioni nel 2065, segnando un cambiamento sociale per il quale è necessaria un'organizzazione tempestiva e capillare.

Anche per quanto riguarda la regione Veneto, bacino principale di indagine, i dati appaiono in linea con le statistiche nazionali: nel 2017 la percentuale di over 65 era del 22%, prevista in crescita fino al 32,9% nel 2065. Tali statistiche impongono una necessaria riorganizzazione della società in ambito sanitario-assistenziale, ambientale, urbanistico e architettonico: la popolazione anziana richiede infatti una particolare attenzione nella progettazione dell'abitare, poiché si compone di utenti fragili, che spesso necessitano di ausili speciali, di assistenza domestica o di un'offerta residenziale dedicata in apposite strutture in grado di fornire servizi sanitari e sociali. Secondo i dati forniti dal Ministero dell'Interno, in Veneto sono presenti quasi 400 strutture residenziali di accoglienza per anziani, di cui circa 330

Nei prossimi decenni, l'Italia assisterà a un progressivo e inarrestabile fenomeno di invecchiamento della popolazione: è

and of buildings in Italy, in general, in which the signs of ageing are often clearly visible and require adaptation and redevelopment; the progressive ageing of the population and the associated social and economic fallouts; the potential of timber as functional and flexible material able to respond optimally to the needs of temporary, dismantlable, transportable and easily adaptable buildings; and focus on issues concerning the life cycle analysis of buildings (Life Cycle Assessment) and Circular Economy.

Putting together all these themes has allowed to develop a research project characterised by significant social and environmental implications, funded by the Veneto region within the Regional Operational Programme - European Social Fund 2014-2020, with the general objective of "Investments for growth and jobs" to encourage re-

search supporting business transformation.

Designing the housing offer in an ageing society

In the upcoming decades, the Italian population will witness a progressive and unstoppable ageing phenomenon. This is the evidence emerging from the National Institute of Statistics' report, published in May 2018, concerning the demographic future of the country, which also highlights how this change will lead to important repercussions on the national social, healthcare, economic and manufacturing set-up. The decrease in birth rates combined with the increase in life expectancy will give rise to a radical demographic change, for which the current society appears totally unprepared (Bernabei *et al.*, 2016). The rate of the population aged 65 or over will rise from the

adatte a ospiti non autosufficienti. Le statistiche riguardanti il periodo di costruzione di tale patrimonio immobiliare appaiono in linea con i risultati del censimento del patrimonio abitativo residenziale italiano del 2011: quasi il 20% delle case di riposo risulta edificato prima del 1919, il 14% è antecedente al 1945, il 42% appartiene agli anni del boom economico e decenni successivi (1946-1990) e solo il 21% è stato costruito dopo il 1990. Ciò significa che una notevole percentuale delle case di riposo necessita di riqualificazione a causa dell'età degli immobili e di caratteristiche prestazionali spesso obsolete. Sebbene numerosi interventi siano stati già effettuati, il 25% delle strutture dichiara di avere in programma ulteriori lavori, tra cui interventi di ampliamento, consolidamento strutturale, rifacimento degli impianti o sostituzione dei serramenti. In tale scenario, considerata la "fragilità" dell'utenza, la collocazione provvisoria degli ospiti durante la fase di cantiere presenta molteplici problematiche e deve essere gestita con particolare attenzione.

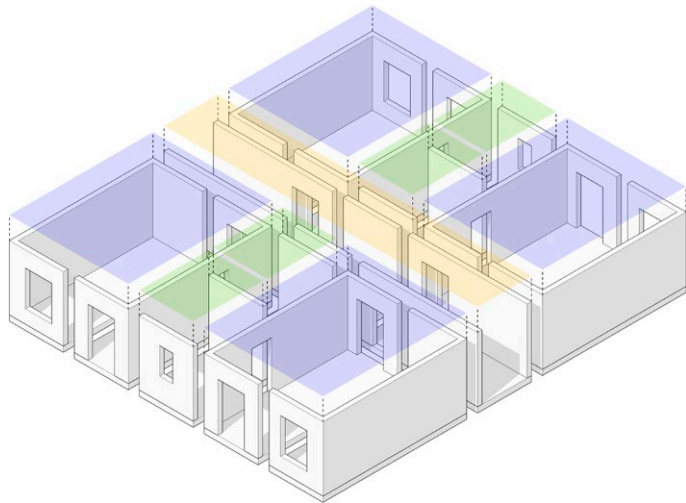
La presente ricerca coglie la sfida insita nello scenario demografico e sociale qui descritto, proponendo lo sviluppo di un'unità abitativa provvisoria in legno dotata di avanzate caratteristiche di comfort e di risparmio energetico, in grado di accogliere persone anziane anche non autosufficienti e rispondere adeguatamente alle loro necessità durante le fasi di riqualificazione delle strutture esistenti, permettendo, nello stesso tempo, di sperimentare nuovi modelli di abitare e di assumere eventualmente carattere di alloggio permanente. Inoltre, il progetto ha focalizzato la propria attenzione sul materiale legno, capace di garantire la flessibilità richiesta per la definizione di varie tipologie distributive o unità abitative e di permettere un alto livello di comfort, funzionalità (Benedetti, 2009) e reversibilità, con la conseguente possibilità di

current 22.6% (Istat, 2018) to 33.3% in 2065. Still, at the dawn of 2020, Italy was on its way to having over 2 million elders aged over 85, who will become over 5 million in 2065, causing a social change that requires a rapid and widespread plan.

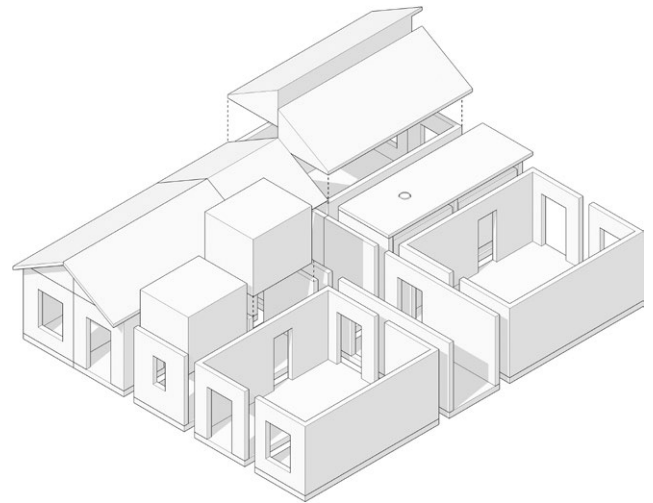
Also, with regards to the Veneto region, the main research area, results appear to be in line with national statistics. In 2017 the rate of the population aged over 65 was 22%, and was expected to rise to 32.9% in 2065. These statistics demand a necessary reorganisation of society in healthcare, environmental, urban and architectural frameworks. In fact, the elderly population requires particular attention when designing housing, since it consists of fragile users, who often need special care, home assistance or a dedicated residential offer in specific facilities that meet the need for both health and social servic-

es. According to data provided by the Ministry of the Interior, Veneto counts almost 400 residential facilities for the elderly, around 330 of which are suitable for not-self-sufficient guests. Statistics concerning the construction period of this real estate property appear to be in line with the results of the survey of the Italian residential housing stock made in 2011. Almost 20% of nursing homes were built before 1919, 14% are antecedent to 1945, 42% belong to the years of the economic boom and subsequent decades (1946-1990), and only 21% were built after 1990. This means that a significant percentage of nursing homes needs redevelopment due to the ageing of the buildings and performance features, which are often outdated. Although several building works have already been carried out, 25% of nursing homes claim to have further works planned, including ex-

01 | Schema dell'aggregazione di base: quattro camere doppie (in blu) con bagni privati interposti (in verde) e corridoio distributivo centrale
Basic aggregation scheme: four double rooms (in blue) with interposed private bathrooms (in green) and central distribution corridor



02 | Vista assonometrica schematica degli elementi prefabbricati: elementi semi scatolari di base, cellule bagno prefabbricate, elementi di copertura piana e a falde
Axonometric view of the prefabricated elements: semi-box base elements, prefabricated bathroom cells, flat and pitched roof elements



riutilizzo del sistema, nell'ottica del più basso impatto ambientale possibile rispetto all'analisi dell'intero ciclo di vita dell'edificio e alla realizzazione del progetto in funzione dell'economia circolare.

Organizzazione e metodologia di ricerca

L'attività di ricerca è stata strutturata in tre fasi. La fase iniziale è stata dedicata all'analisi e raccolta di dati riguardanti la tematica delle case di riposo al fine di individuarne le caratteristiche principali in termini di organismo edilizio, ma anche di organizzazione, distribuzione, esigenze di comfort, sicurezza e fruibilità, modalità d'uso da parte

tension, structural reinforcement, existing systems replacement or joinery renewal. In this scenario, the temporary placement of guests during the construction phase presents multiple issues due to the "fragility" of users, and must be managed with care.

This research takes up the challenge embedded in the demographic and social situation described above by proposing the development of a temporary wooden housing unit with advanced comfort and energy-saving features, suitable to welcome elders, even those who are not self-sufficient, by adequately meeting their needs during the redevelopment of existing structures, allowing simultaneously to experience new models of living and possibly becoming a permanent accommodation. Furthermore, the project focused its attention on timber, a material that can guarantee the flex-

ibility required to define different types of distribution of housing units. It can allow a high level of comfort, functionality (Benedetti, 2009) and reversibility, with the additional possibility of re-using the system in a perspective of the lowest possible environmental impact regarding the analysis of the entire life cycle of the building and the design of the project according to the principles of Circular Economy.

Organisation and research methodology

The research activity was structured in three phases. The first phase was dedicated to the analysis and data collection about the topic of nursing homes in order to identify the main characteristics concerning building structures, but also management, distribution, comfort needs, safety and usability needs, user's methods of use, main

dell'utenza, principali dotazioni e dispositivi presenti. L'area di interesse e il campo d'azione sono stati circoscritti al territorio della regione Veneto, sia per esigenze legate all'origine dei finanziamenti ricevuti, sia in relazione alle tempistiche imposte alla ricerca. In questa fase è stata effettuata una mappatura del patrimonio edilizio, accompagnata da una serie di sopralluoghi e da una raccolta dati a fini statistici mediante l'invio di un questionario a tutte le strutture presenti negli elenchi regionali.

La seconda fase ha previsto la definizione di un quadro di riferimento per quanto riguarda l'edilizia provvisoria e in legno, con particolare riferimento alle tipologie utilizzate, ai sistemi costruttivi e materiali, alle caratteristiche funzionali e dimensio-

equipment and devices. The focus area and field of action were restricted to the Veneto area, both for needs related to the origin of the funding received, and with regard to the research timeline. A process of mapping the building heritage was carried out in this phase, along with a set of walk-troughs and a data collection process for statistical purposes made by sending a questionnaire to all the structures that were registered in the regional lists.

The second phase involved defining a reference framework about temporary and wooden buildings, with particular reference to the different types used, construction systems and materials, functional and dimensional qualities, production systems, transportation, assembly, disassembly and equipment. The third phase was dedicated to the design of a temporary housing unit for the elderly, made entirely of pre-

fabricated wooden elements, flexible enough to allow different spatial and layout configurations, ergonomic and functional, with a high level of comfort, developed with attention to the environmental impact of the system, its reuse in the perspective of circular economy, and its applicability in geographic and territorial contexts that might also be different from the Veneto one.

The project features: a modular, flexible and transportable prefabricated housing unit

The project was developed to achieve the following goals:

- modularity, to foster the development of adaptable buildings suitable for different or changed spatial needs, allowing extensions and transformations, as well as simplifying the operations of construction,

nali, ai sistemi di produzione, trasporto, montaggio, smontaggio e alle dotazioni.

La terza fase è stata dedicata alla progettazione di un'unità abitativa provvisoria per anziani, costituita interamente da elementi prefabbricati in legno, dotata di flessibilità per poter assumere diverse configurazioni spaziali e distributive, ergonomica e funzionale, con un alto grado di comfort, sviluppata con particolare attenzione all'impatto ambientale del sistema, al suo riutilizzo nell'ottica dell'economia circolare e alla sua applicabilità in contesti geografici e territoriali anche diversi da quello veneto.

Caratteristiche del progetto: un'unità abitativa prefabbricata modulare, flessibile e trasportabile

Il progetto è stato sviluppato con l'obiettivo di raggiungere i seguenti obiettivi:

- modularità, al fine di favorire lo sviluppo di edifici adattabili alle diverse o mutate necessità spaziali consentendo ampliamenti e trasformazioni, nonché per semplificare le operazioni di realizzazione, montaggio e smontaggio del sistema prefabbricato;
- flessibilità, allo scopo di consentire disposizioni planimetriche variabili e spazi interni adattabili anche a modalità abitative innovative o sperimentali;
- alto grado di prefabbricazione, con l'obiettivo di velocizzare le operazioni di cantiere rispondendo prontamente anche a situazioni di carattere emergenziale, garantendo costi certi e permettendo il riuso dell'intero sistema-edificio;
- reversibilità, volta a favorire le politiche di consumo di suolo zero e a garantire il minor impatto possibile dell'edificio sull'ambiente circostante;

- assembly and disassembly of the prefabricated system;
- flexibility, in order to allow variable layouts and to create inner spaces that are adaptable to innovative or also experimental lifestyles;
- a high degree of prefabrication, aiming to speed up construction site phases by promptly responding to emergency situations, guaranteeing certain costs and allowing the reuse of the entire building system;
- reversibility, designed to promote zero land consumption policies and ensure the building's least possible impact on the surrounding area;
- sustainability, obtained using eco-friendly and recyclable materials, such as wood and timber products, to guarantee excellent levels of indoor comfort and environmental quality;
- circularity, expressed in the project as an intention to create an easily re-

usable building system, designed to produce the least possible amount of waste at the end of its lifetime. The entire project is developed according to a modular grid, designed to optimise the inner spatial dimensions of the prefabricated elements, and to allow their load and transport operations on trucks, as well as to rationalise the use of panels forming the vertical structures. Each basic housing unit consists of a double bedroom with *en suite* bathroom. Their volumes are made by juxtaposing some semi-box-shaped prefabricated elements consisting of a flat timber frame slab and vertical walls made up of CLT panels, topped with prefabricated timber-framed elements to form a double-pitched roof for the bedrooms and a flat prefabricated element for the roof of toilets. The aggregation of two housing units

- sostenibilità, ottenuta mediante l'utilizzo di materiali eco-compatibili e riciclabili quali il legno e i suoi derivati, al fine di garantire ottimi livelli di comfort interno e qualità ambientale;
- circolarità, declinata nel progetto come volontà di creare un sistema-edificio facilmente riutilizzabile, progettato in modo tale da creare la minor frazione possibile di rifiuto al termine della sua vita utile.

L'intero progetto è sviluppato secondo una griglia modulare, studiata per ottimizzare le dimensioni spaziali interne degli elementi prefabbricati e consentirne le operazioni di carico e trasporto su camion, nonché per razionalizzare l'uso dei componenti che formano le strutture verticali.

Ciascuna unità abitativa base è composta da una camera doppia e un bagno privato, i cui volumi sono realizzati mediante la giustapposizione di elementi prefabbricati semi-scatolari formati da un solaio piano a telaio in legno e pareti verticali in pannelli X-LAM, sormontati da elementi prefabbricati intelaiati in legno a formare una copertura a doppia falda per le camere e da un elemento prefabbricato piano per i servizi igienici. L'aggregazione di due unità abitative è quindi posta in relazione con il resto dell'edificio mediante elementi corridoio prefabbricati, aperti su due lati. L'intero sistema poggia su elementi puntuali di fondazione formati da blocchi in c.a. con ancoraggi preinstallati in acciaio, progettati per rialzare il solaio dal piano campagna di circa 60 cm allo scopo di proteggere la struttura in legno dall'umidità di risalita e creare un'intercapedine tecnica.

La camera presenta una metratura superiore al minimo normativo, capace di garantire gli spazi e i percorsi liberi necessari alla movimentazione di ausili per la deambulazione, sollevatori e se-

is, therefore, connected to the rest of the building by prefabricated corridor elements opened on two opposite sides. The entire system is placed on isolated foundation elements made by either reinforced concrete blocks or piles with pre-installed steel anchors, designed to raise the floor from the ground level by about 60 cm in order to protect the wooden structure from damp and create a technical cavity. The bedroom size is bigger than the regulatory minimum, and it can guarantee the free spaces and paths that are necessary for the movement of walking aids, lifting devices and wheelchairs, as well as spaces necessary for healthcare, enhancing the user's sense of well-being. A wooden modular patio can extend the private space outside. Each room is equipped with adjustable beds, bedside tables with call system, armchairs for guests,

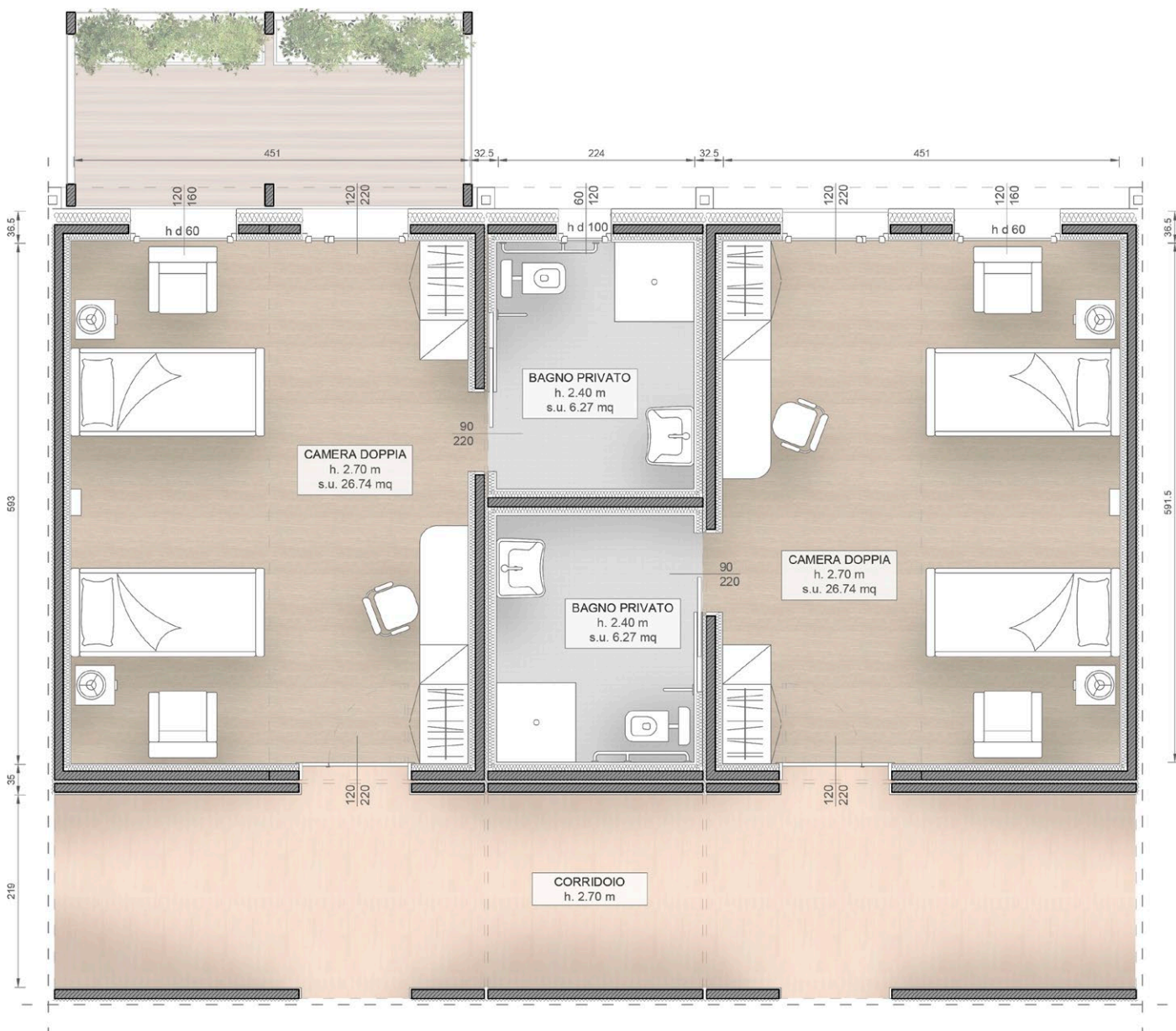
wardrobes with shelves and a writing desk or small kitchenette upon the customer's request. Two large glazed openings towards the outside, a glass door and a window with low sill, allow the entrance of natural light, and offer a view of the outside even to bedridden guests. The modular structure enables to experiment with new housing models, varying the functions included in the project volumes and adapting the environments to suit different types of residential solutions, including a solution with communicating double bedrooms with shared entrance and bathroom, or a distribution comprising small mini-apartments designed for self-sufficient guests with independent entrance, single bedroom, kitchenette, bathroom with window and outdoor patio. The development of the project starting from modular

die a rotelle, nonché di spazi necessari per l'assistenza sanitaria, aumentando la sensazione di benessere degli utenti. Lo spazio privato può essere esteso all'esterno mediante l'installazione di un patio pergolato in legno, anch'esso modulare. Ogni camera è dotata di letti ad altezza regolabile, comodini con sistema di chiamata, poltrone per gli ospiti, armadi con modulo scaffale e uno scrittoio o un piccolo cucinino su richiesta della committenza. Due ampie aperture verso l'esterno, una porta finestra e una finestra con davanzale ribassato, permettono l'ingresso di

luce naturale e il contatto visivo con l'esterno anche agli ospiti allettati.

La struttura modulare consente di sperimentare nuovi modelli abitativi, variando le funzioni inserite nei volumi di progetto e adattando gli ambienti a soluzioni residenziali di tipo diverso, tra cui una soluzione a camere doppie comunicanti con ingresso e bagno condiviso, oppure una distribuzione in miniappartamenti adatti ad ospiti autosufficienti con ingresso indipendente, camera singola, angolo cottura, bagno finestrato e patio esterno.

03 |

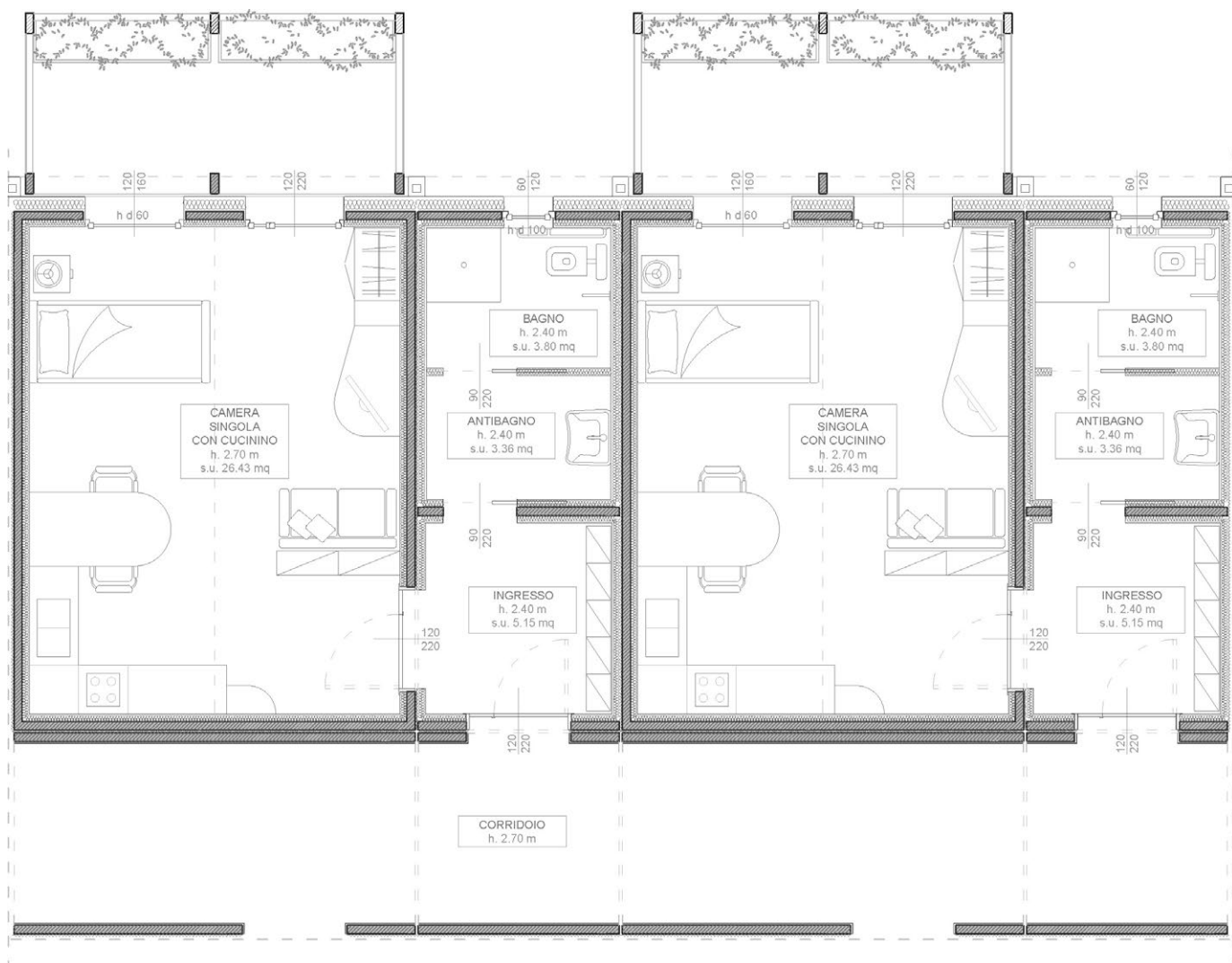


Lo sviluppo del progetto a partire da unità volumetriche modulari garantisce grande flessibilità planimetrica, consentendo illimitate configurazioni in grado di soddisfare le diverse esigenze dell'utenza finale e di rispondere con facilità a richieste di trasformazioni o ampliamenti futuri. Inoltre, tale flessibilità permette di adattare il progetto alla specifica area di installazione senza sostanziali modifiche alle strutture.

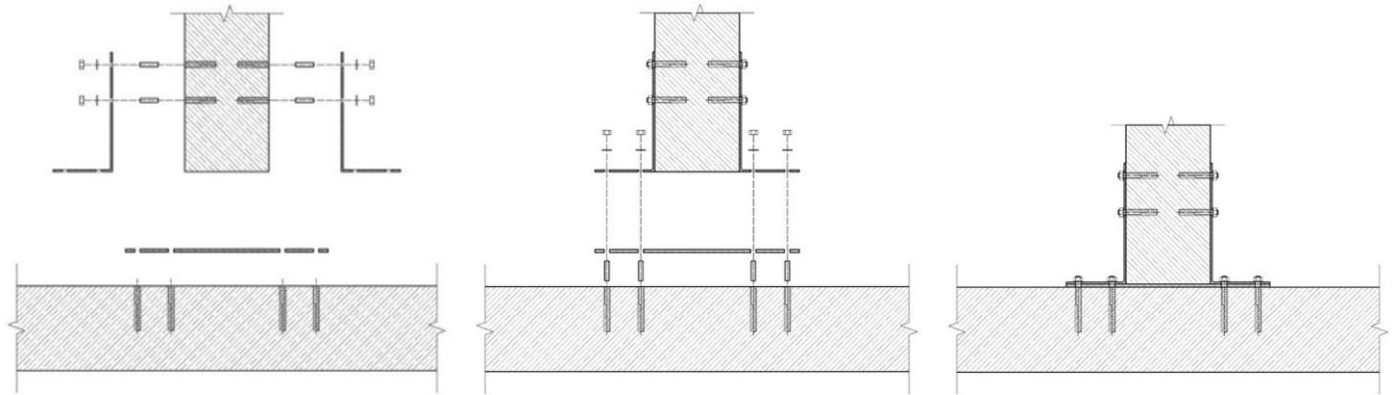
La ricerca ha indagato e sviluppato molteplici possibili configurazioni planimetriche, a partire dall'analisi degli ambienti necessari per il trasferimento di un nucleo tipo di una casa di riposo da 24 posti letto, completo di tutti i servizi necessari quali soggiorno e cucina di nucleo, bagno assistito, depositi, spazi a magazzino e locali per il personale (Lombardo, 2017). Con semplici variazioni nella disposizione dei moduli prefabbricati è possibile sviluppare planimetrie "a stecca" compatte,

caratterizzate da un corridoio centrale e ambienti residenziali e di servizio sui due lati, ma anche soluzioni planimetriche più articolate quali configurazioni a corte centrale, a "T" o a croce, che permettono di superare la caratterizzazione tipica dei reparti ospedalieri e presentano alcuni vantaggi quali, a seconda del caso, l'ottimizzazione dei flussi di beni e materiali, la centralizzazione dei servizi comuni, la riduzione dei percorsi per gli operatori. La libertà di aggregazione e configurazione data dal sistema risulta vantaggiosa anche in relazione alle particolari esigenze gestionali che ciascuna specifica casa di riposo potrebbe richiedere.

Per quanto riguarda i materiali, il progetto investe fortemente le costruzioni in legno, dalle strutture portanti e involucri, fino



05 |



a finiture e arredamenti. Gli elementi in legno presenti nel progetto sono molteplici: pannelli X-LAM per le strutture verticali e orizzontali, travetti e travi in legno lamellare per le strutture orizzontali e inclinate, pannelli OSB per i tamponamenti degli elementi a telaio, pannelli lamellari multistrato a strati incrociati per il solaio orizzontale controterra, pannelli in sughero per il cappotto esterno, listelli e tavole in legno di larice per la parete ventilata, pannelli in fibra di legno per l'isolamento termoacustico dell'involucro.

Reversibilità strutturale ed economia circolare

Il progetto strutturale è stato realizzato applicando all'estremo uno dei quattro criteri dell'economia circolare, ovvero il "riuso" (Raworth, 2017), in quanto esso prevede il reimpiego del materiale senza ulteriori trasfor-

mazioni in stadi successivi al termine della vita utile di progetto. Per questo, il parametro fondamentale della ricerca è stata l'esplorazione della riutilizzabilità del modulo, risolta in una quasi totale reversibilità dei collegamenti strutturali adottati.

Il progetto è stato condotto in linea con le norme tecniche per le costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018), considerando la collocazione del modulo sull'intero territorio della regione Veneto e comunque non al di sopra dei 1.600 m s.l.m. La progettazione del dettaglio strutturale è stata condotta secondo le citate norme corroborate dalle norme CNR-DT 206/2007 e simulazioni agli elementi finiti. Si configura pertanto come un'applicazione quantitativa e metodologica dell'economia circolare al progetto reale, piuttosto che una mera speculazione o valutazione teorica della medesima.

volumetric units guarantees remarkable planimetric flexibility, allowing unlimited configurations that are able to meet the different needs of the end-users, and to easily respond to requests for future transformations or extensions. Furthermore, this flexibility allows to adapt the project to the specific installation area without implementing substantial modifications to the structures.

The research investigated and developed many possible planimetric configurations, starting from the analysis of the features needed to host a typical nursing home's cluster of up to 24 guests and sleeping accommodation, complete with all the necessary services, such as a living room and kitchen, assisted bathing, deposits, storerooms and staff rooms (Lombardo, 2017). By implementing simple variations in the arrangement of the prefabricated mod-

ules, compact "stick-like" plans can be developed, characterised by a central corridor, and residential and service areas on both sides. More articulated solutions can also be designed, such as a layout with central courtyard, "T-shaped" or "cross-shaped" plans, which overcome the typical hospital unit layout and have some advantages such as, depending on the case, optimised goods and materials flows, centralised general services, and reduced operator paths. The freedom of aggregation and configuration given by the modular system is also an advantage in relation to the specific management needs of each nursing home.

With regard to materials, the project heavily involves the use of timber, from load-bearing structures and envelopes to finishes and furnishings. The project included several timber elements: CLT panels for vertical and horizontal

structures, laminated wooden beams for horizontal and sloping structures, OSB panels for closing frame elements, multi-layered cross-laminated panels for the horizontal ground floor, cork panels for the external coat, larch wood boards for the external ventilated façade, and wood fibre panels for the casing thermal and acoustic insulation.

Structural reversibility and Circular Economy

The structural design was carried out by applying one of the four criteria of the circular economy to the extreme, namely "reuse" (Raworth, 2017). As opposed to recycling, reusing implies utilising the materials with no further transformations in stages subsequent to the end-of-life stage. For this reason, the fundamental parameter of the research was the exploration of the *reusability* of the module, which revealed

the almost complete *reversibility* of the structural connections adopted.

The project was implemented in accordance with the Italian technical standards for construction (Ministerial Decree of 17 January 2018), considering the module's installation on the entire territory of the Veneto region and, in any case, not above 1,600 m a.s.l. Structural detailing was carried out according to the aforementioned standards corroborated by the CNR-DT 206/2007 standards and finite element simulations. The work is, therefore, configured as a quantitative and methodological application of the circular economy to the real case scenario, rather than a mere speculation or theoretical evaluation of the same.

The design of the connections

Having identified structural reversibility as the main parameter for circular-

La progettazione delle connessioni

Avendo individuato la reversibilità strutturale come il principale parametro di circolarità, essenziale per prolungare la vita utile del manufatto, la fase successiva è stata quella di selezionare gli elementi strutturali privilegiando la standardizzazione. La scelta immediata è stata di utilizzare pannelli di legno massiccio incollato a strati incrociati XLAM e pannelli intelaiati rispettivamente per i setti verticali e i solai. Il sistema di copertura è invece intelaiato con elementi strutturali in legno lamellare ed elementi di irrigidimento realizzati con pannelli OSB. Questi sistemi garantiscono il riutilizzo versatile degli elementi costruttivi prolungandone il tempo di reimpiego in altri manufatti a fine vita della struttura principale. Il parametro prestazionale che ha influenzato la strategia progettuale delle connessioni è la capacità della struttura di subire cicli di montaggio e smontaggio (circolare) nel breve e lungo periodo senza subire danni che causerebbero un deterioramento del materiale e aumenterebbero il bisogno di trasformazioni e riparazioni al termine di ogni ciclo di utilizzo. La risposta a tale problema è stata individuata nella riduzione del numero di connessioni, minimizzandone le interfacce e riducendo le lavorazioni sugli elementi lignei. La ricerca ha inoltre evidenziato come la reversibilità strutturale determini la circolarità completa del ma-

nufatto e, da un punto di vista pratico, ha progettato la reversibilità delle connessioni lignee attraverso la realizzazione di unioni ibride acciaio-legno. Sfruttando l'uso di una tecnologia disponibile, ma finora poco esplorata per le unioni in legno – quella degli inserti metallici – si possono creare interfacce di unione tra elementi lignei completamente reversibili in cui la trasmissione dei carichi è mediata da elementi quali flange metalliche, barre filettate e bulloni, gestibili alla stregua di comuni unioni bullonate in acciaio. Questa strategia ha un impatto sostanziale sull'estensione della vita utile degli elementi lignei che va ben oltre il limite convenzionalmente fissato a 50 anni e permette di sfruttare al massimo la durabilità del legno. Così facendo, gli elementi non subiscono alcun danno durante il montaggio e smontaggio dei moduli, dando la possibilità di disporre di elementi strutturali il cui deterioramento è rallentato nel tempo rispetto al caso di unioni chiodate o avvitate. Quest'ultimo tipo di unioni è stato ridotto al minimo proprio per contenere l'inevitabile accelerazione del decadimento che esse producono.

L'approccio all'innovazione seguito è quello di sfruttare tecnologie già presenti e largamente disponibili ed economicamente sostenibili (inserti metallici in legno e piastre di collegamento in acciaio) portandone le potenzialità ad un livello più avanzato per far sì che, nel caso delle connessioni, la possibilità di realiz-



| 06

zare il modulo su larga scala non sia ostacolata da alti costi di produzione dovuti allo sviluppo di tecnologie attualmente non disponibili.

Un progetto orientato all'economia circolare

La possibilità di trasferire l'interfaccia di collegamento al sistema "inserto/barra filettata/piastra metallica" fa sì che la circolarità nell'uso del materiale sia rispettata e che la successiva modificazione della geometria delle piastre metalliche consenta una riconversione geometrica degli elementi strutturali per generare una struttura completamente nuova, senza il ricorso ad eccessive lavorazioni sul legno. Per far sì che un edificio di qualsiasi scala possa vincere la sfida del tempo la progettazione deve, quindi, trattare l'edificio stesso come una "banca di materiali" e questo modulo è infatti sviluppato secondo il concetto di "building as a bank of material" e la reversibilità è il determinante della riuscita di questo approccio progettuale (Durmisevic, 2019).

Il lavoro svolto ha permesso di applicare al progetto un modello di circolarità in sintonia con il sistema auto-rigenerante di Stahel (Campbell, 2019). Il massimo impiego della reversibilità nelle soluzioni di dettaglio determina un sistema nel quale i materiali possano essere riutilizzati per l'89% senza subire trasformazioni sostanziali, con un conseguente scarto dovuto al deterioramento del materiale pari al 4% come effetto del necessario, seppur limitato, uso di chiodi o viti, e un 7% trasformato in forme alternative e disponibili per altri cicli produttivi. Questo equivale a prolungare la vita utile del 96% dei componenti della struttura che vengono così reimmessi in nuovi cicli di utilizzo sottraendosi alla condanna del tempo.

ity, essential for prolonging the service life of the product, the next step was to select the structural elements by favouring standardisation. The immediate choice was to use solid wood panels in CLT and framed panels for vertical partitions and floors, respectively. The roofing system is, instead, framed with structural elements in laminated wood and stiffening elements made of OSB panels. These systems guarantee versatile reuse of the construction elements, extending their utilisation time beyond the main structure's end of life. The performance parameter that influenced the design strategy of the connections is the structure's ability to undergo repeated assembly and disassembly cycles (circularity) in the short and long term without suffering damage that would cause deterioration of the material, and increase the need for transformations and repairs at the

end of each cycle of use. The answer to this problem has been identified in the reduction of the number of connections, thus minimising the interfaces and reducing the workings on the wooden elements. The research also highlighted how structural reversibility determines the product's complete circularity and, from a practical point of view, the reversibility of the wooden connections can be effectively implemented through the design of hybrid steel-wood joints. By exploiting the use of available technology, which has, to date, been scarcely explored for wooden connections – that of the metal inserts – completely reversible connections can be created between wooden elements, in which the transmission of the loads is mediated by elements, such as metal flanges, threaded bars and bolts, manageable as common bolted steel connections.

Conclusioni e sviluppi futuri

I risultati del presente progetto appaiono strumentali a diversi aspetti del sistema produttivo e sociale territoriale, quali la valorizzazione della filiera produttiva del legno grazie anche al coinvolgimento del Consorzio Legno Veneto e del partner aziendale, il miglioramento del patrimonio edilizio esistente e il conseguente coinvolgimento delle numerose figure operanti nel settore delle costruzioni e della produzione di materiali e componenti per l'edilizia. Inoltre, la messa a punto di un sistema costruttivo fortemente orientato a coniugare modularità e flessibilità, capace di sfruttare e incentivare le attuali potenzialità a livello produttivo delle imprese di territorio, si propone come risposta concreta e realizzabile alle nuove richieste di un'architettura temporanea, qualitativamente apprezzabile e sostenibile sotto il profilo ambientale ed economico, presentando la concreta possibilità di espandere il proprio campo d'azione a livello nazionale e internazionale, in un contesto diverso da quello del Veneto, e di estendere le possibili destinazioni d'uso del manufatto dalla funzione di residenza assistenziale per anziani a molteplici altre funzioni sociali e architettoniche. Anche i risultati della prima fase di ricerca, dedicata in particolare all'analisi e raccolta dati riguardanti le case di riposo in Veneto, possono fungere da database di partenza per ulteriori ricerche in campo architettonico, sanitario o sociologico operanti sulla medesima tematica.

A conclusione del lavoro è stata avviata la realizzazione di un prototipo in scala reale del sistema progettato, con l'obiettivo principale di costruire un'unità abitativa base presso la sede del partner aziendale e verificarne le caratteristiche tecnico-funzionali, l'efficacia del sistema di produzione, trasporto, montaggio e

This strategy has a substantial impact on the extension of the service life of the wooden elements, which goes well beyond the limit conventionally set at 50 years, and allows to maximise the durability of the wood. In this way, the elements do not suffer any damage during the assembly and disassembly of the modules, allowing to have a structure, whose deterioration has slowed down over time, compared to the case of nailed or screwed joints. The latter type of connections has been reduced to a minimum on purpose to limit the inevitable acceleration of the decay they produce.

The approach to innovation followed is to exploit technologies that are already present, widely available and economically sustainable (metal inserts in wood and steel connection plates), bringing their potential to a more advanced level to ensure that, in the case

of connections, the possibility of producing the module on a large scale is not hindered by high production costs due to the development of technologies that are currently not available.

A project oriented toward Circular Economy

The possibility of transferring the structural connection of the interface to the insert/threaded bar/metal plate system ensures compliance with circularity in the use of the material, and that subsequent modification of the geometry of the metal plates allows a geometric conversion of the structural elements to generate a completely new structure without excessive reworking. In order for a building of any scale to meet the challenge of time, the design must, therefore, treat the building itself as a "bank of materials". In fact, this module is developed according to the

smontaggio, le dotazioni interne, l'impatto ambientale dato dalla produzione, dall'utilizzo e dalla eventuale dismissione finale del manufatto. L'obiettivo è che tale campione funga da primo esemplare per una futura produzione su più larga scala, fornendo inoltre un valore aggiunto alla diffusione del progetto offrendo ad eventuali *stakeholder* la possibilità di sperimentare personalmente la realizzabilità e qualità del progetto attraverso una visita all'interno del prototipo stesso.

La ricerca sta tuttora investendo nella diffusione dei risultati, affinché essi possano tradursi in casi studio per un ulteriore livello di progettazione, che coinvolga attivamente attori ed enti interessati all'effettiva sperimentazione del sistema².

NOTE

¹ Ricerca internazionale "Studio di unità abitative provvisorie innovative in legno per il ricovero e la sistemazione di persone anziane in caso di riqualificazione funzionale di edifici adibiti a case di riposo" finanziata dalla Regione Veneto per un importo di 44.000 euro mediante il Programma Operativo Regionale Fondo Sociale Europeo 2014-2020, all'interno dell'obiettivo generale "Investimenti in favore della crescita e l'Occupazione" – Reg. 1304/2013 – Asse I Occupabilità – "La ricerca a sostegno della trasformazione aziendale – Innovatori in azienda" (DGR n. 11/2018). Responsabile scientifico: Massimo Rossetti, Università Iuav di Venezia; Assegnista di ricerca: Francesca Camerin, Università Iuav di Venezia; Visiting Professor: Francesco Incelli, University of Kent di Canterbury (UK).

² Questo articolo è frutto della stretta collaborazione tra i tre autori.

concept of "building as a bank of material", and reversibility determines the success of this design approach (Durmisevic, 2019).

The work carried out allowed to apply a circularity model to the project, consistently with the self-regenerating system of Stahel (Campbell, 2019). The extensive use of reversibility in detailed solutions determines a system in which 89% of the materials can be reused without undergoing transformations, with 4% waste resulting from deterioration of the material, as a consequence of the necessary, albeit limited, use of either nails or screws, and 7% transformed into alternative forms and made available for other production cycles. This is equivalent to extending the service life of 96% of the structural components, which are, thus, reintroduced into new cycles of use by avoiding the damaging effect

of time.

Conclusions and future developments

The results of this project appear instrumental to different aspects of the territorial production and social systems, such as the enhancement of the wood production chain thanks to the involvement of the Veneto Wood Consortium and the partner company, the improvement of the existing building heritage and the consequent involvement of the numerous figures operating in the construction sector and in the production of building materials and components. In addition, the development of a construction system strongly oriented to combine modularity and flexibility, capable of exploiting and stimulating the current production potential of local businesses, is proposed as a factual and achievable

REFERENCES

- Baratta, A.F.L., Farina, M., Finucci, F., Formica, G., Giancotti, A., Montuori, L. and Palmieri, V. (Eds.) (2018), *Abitazioni sicure e inclusive per anziani. Atti della Giornata Internazionale di Studi "Abitazioni sicure e inclusive per anziani"*, Anteferma, Roma.
- Baratta, A.F.L., Conti, C. and Tatano, V. (Eds.) (2019), *Abitare inclusivo - Il progetto per una vita autonoma e indipendente*, Anteferma, Roma.
- Benedetti, C. (2009), *Costruire in legno: edifici a basso consumo energetico*, Bolzano University press, Bolzano.
- Bernabei, R., Casiddu, N. and Spadolini, M.B. (2016), *Habitat per invecchiare: spazi per la vita attiva e protetta: seminario di studi 2016 sull'abitare per l'uomo*, Fondazione Ispirazione, Treviso.
- Campbell, A. (2019), "Mass timber in the circular economy: paradigm in practice?", *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability*, Vol. 172(3), pp.141-152.
- Davies, C. (2006), *The prefabricated home*, Reaktion Books, London.
- Durmisevic, E. (2019), "Circular economy in construction - Design strategies for reversible buildings", available at: <https://www.bamb2020.eu/wp-content/uploads/2019/05/Reversible-Building-Design-Strategies.pdf>.
- Knaack, U., Chung-Klatte, S. and Hasselbach, R. (2012), *Prefabricated Systems: Principles of Construction*, Birkhäuser, Basel, Boston.
- Kolb, J. (2008), *Systems in timber engineering: loadbearing structures and component layers*, Birkhäuser, Basel, Boston.
- Lombardo, S. (2017), *Residenze per anziani: guida alla progettazione*, D. Flaccovio Editore, Palermo.
- Raworth K. (2017), *Doughnut Economics, Seven Ways to Think Like a 21st Century Economist*, Random House Business Books, London.
- Quale, J.D. and Smith, R.E. (2017), *Offsite architecture: Constructing the future*, Taylor and Francis Group, London.

response to new demands to temporary architecture that is qualitatively appreciable and sustainable from an environmental and economic point of view. The research expresses the possibility of expanding its field of action at a national and international level, in a context other than the Veneto region, and of extending the possible intended use of the product from residential care for the elderly to many other social and architectural functions. Even the results of the first research phase, particularly dedicated to analysis and data collection concerning nursing homes in Veneto, can act as a starting database for further research in the architectural, health or sociological field operating on the same topic. At the end of the work, the construction of a full-scale prototype of the designed system was initiated with the main objective of building a basic

housing unit at the headquarters of the partner company, and of checking its technical-functional characteristics, the effectiveness of the production system, transport, assembly and disassembly, internal equipment, the environmental impact of production, use and possible final disposal of the product. The objective is for this sample to act as the first example for future production on a larger scale, also providing added value to the project's advertising process by offering any stakeholder the opportunity to personally experience the feasibility and quality of the unit through a visit inside of the prototype itself. Research is still investing in publicising the results so that they can be translated into case studies for a further level of design, which actively involves actors and organisations interested in actually testing the system.