

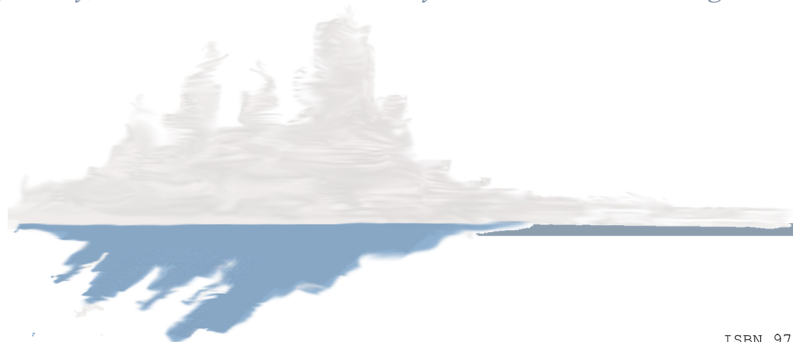
Demographic changes are acknowledged by Europe as being one of the main challenges to face in the next decades. In particular, the ageing population affects different aspects of society, involving not only health, social assistance and welfare policies but also the re-thinking of settlement systems and housing offer, essential components to face social discomfort.

The book deals with the results of the three years PRACTICE Research Project, that aims at outlining the interactions between built up environments and the quality of life of the elderly population and singling out building and planning strategies for an effective integration.

PRACTICE is an Italian-Sweden Bilateral Project, jointly carried out by CITERA (Centro Interdipartimentale Territorio, Edilizia, Restauro, Ambiente – Interdepartmental Centre for Territory, Housing, Heritage and Environment), Faculty of Architecture at Sapienza University of Rome, and the School of Architecture and the Built Environment, Department of Urban Planning of the KTH – Royal Institute of Technology in Stockholm.

Fabrizio Cumo, Associate professor of Environmental Applied Physics at the Faculty of Architecture, member of PDTA (Department of Planning, Design and Architectural Technology) and director of CITERA (Interdepartmental Centre for Territory, Housing, Heritage and Environment) at Sapienza University of Rome. Author of many publications concerning renewable energy sources and innovative systems and technologies for sustainable buildings. Leader of many national and international research projects.

Rossella Roversi, Architect and PhD, collaborates with the CITERA (Interdepartmental Centre for Territory, Housing, Heritage and Environment) at Sapienza University of Rome and with the School of Engineering and Architecture of Bologna University. Researcher in the field of urban and buildings regeneration, energy efficiency, environmental sustainability and innovative building technologies.



CENTRO DI RICERCA
INTERDISCIPLINARE TERRITORIO
EDILIZIA RESTAURO AMBIENTE CITERA

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

ISBN 979-12-200-2721-2



9 791220 027212

EDIZIONI PRESS UP

F. Cumo - R. Roversi

1° edizione

Ambiente costruito per una ageing society
Building environment for an ageing society

Ambiente costruito per una ageing society

Building environment for an ageing society

Fabrizio Cumo
Rossella Roversi

“AGEING POPULATIONS REPRESENT A
CHALLENGE WHICH INVOLVES THE SOCIAL
DIMENSION OF ARCHITECTURE”



La presente pubblicazione è finanziata con i fondi della ricerca PRACTICE – Planning RethinkedAgeingCitiesThrough Innovative Cellular Environments.

PRACTICE è un Progetto Bilaterale di Grande Rilevanza di durata triennale, finanziata per gli anni 2014-2017 dal Ministero dell’Istruzione, dell’Università e della Ricerca e dal Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale. Il progetto fa parte del Programma Esecutivo di Cooperazione Scientifica e Tecnologica tra la Repubblica Italiana ed il Regno di Svezia per il periodo 2014-2017.

Il progetto PRACTICE è risultato vincitore del “Bando per la raccolta dirichieste di contributo 2016 per incentivare progetti di ricerca di base e tecnologica approvati nei Protocolli di Cooperazione scientifica e tecnologica bilaterale” (Identificativo PGR02475) del Ministero per gli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale, della Direzione Generale per la Promozione Del Sistema Paese - Unità per la Cooperazione Scientifica e Tecnologica d’intesa con Ministero Dell’istruzione, Dell’università e della Ricerca - Direzione Generale per il Coordinamento, la Promozione e la Valorizzazione della Ricerca.

Il progetto coinvolge due Unità di Ricerca:

- L’Unità di Ricerca Italiana appartiene al CITERA - Centro Interdipartimentale Territorio Edilizia Restauro Ambiente dell’Università La Sapienza di Roma (Sapienza University of Rome Interdisciplinary Centre for Landscape, Building, Conservation, Environment)

- L’Unità di Ricerca Svedese appartiene al KTH – Royal Institute of Technology, School of Architecture and the Built Environment, Department of Urban Planning & Environment, Stockholm.

Indice

Introduzione	6
1. Research description	8
1.1 Practice Research Project and book contents	8
1.2 Swedish Age-Friendly Approach	12
2. Una metodologia di analisi: lo Strumento di Valutazione della Qualità della Vita degli Anziani	26
2.1 Gli indicatori della qualità della vita	27
2.2 La metodologia valutativa	30
2.3 Casi studio	40
3. Seniors' Home. Enhancing the quality of life through the quality of housing and the integration of Domotics	49
3.1 An ageing world	49
3.2 Who is senior?	54
3.3 Why Domotics?	56
3.4 Smart House or Dumb House?	60
3.5 The evolution of smart housing	61
3.6 Enhancing quality of life through quality of housing	69
3.7 Ageing in place	71
3.8 Senior needs and attitudes	72
3.9 Further development	81
3.10 Conclusions	85
4. L'ambiente costruito Age-Friendly: dalla dimensione urbana all'alloggio	91
4.1 Age-Friendly Urban Environments	91

4.2	The Senior City Urban Planning Approach.....	107
4.3	Soluzioni innovative per spazi urbani Age-friendly ed alloggi Life-long.....	133
4.4	Le nuove forme di residenzialita' assistita nel recupero dell'edilizia esistente	150
5.	Casi Studio	184
5.1	Swedish case study: age-friendly urban planning in Stockholm and Uppsala.....	184
5.2	Progetto di nuova costruzione: un quartiere Age-friendly per Ladispoli.....	210
5.3	Progetto di demolizione e ricostruzione: una multiresidenza a Trevignano Romano.....	221
5.4	Progetto di intervento sull'esistente: Borgo Mazzini Smart Co-housing a Treviso	237
6.	Future developments of the Research.....	255

Autori e collaboratori

Fabrizio Cumo è il responsabile Scientifico Italiano della Ricerca.

Rossella Roversi ha coordinato l'Unità di Ricerca Italiana dell'Università La Sapienza di Roma, costituita da *Davide Astiaso Garcia, Luca Gugliermetti, Elisa Pennacchia e Valentina Stefanini*.

Fabrizio Cumo e *Rossella Roversi* hanno curato e coordinato la redazione della pubblicazione.

Rossella Roversi ha redatto le References dei testi dell'Unità di Ricerca Italiana.

Hanno inoltre collaborato alla pubblicazione: *Federica Barbanera, Alessia D'Angelo, Barbara de Lieto Vollaro, Valentina Sforzini*.

Tigran Haas è il Responsabile Scientifico dell'Ente Straniero, KTH – Royal Institute of Technology, School of Architecture and the Built Environment, Department of Urban Planning. L'unità di Ricerca Svedese è formata inoltre da *Stefan Lundberg* e *Mats Johan Lündstrom*.

Hanno inoltre collaborato alla pubblicazione: *UlfRanhagen* e *Elin Elfström*.

Di seguito, sono indicati i contributi alla redazione dei vari capitoli che compongono il libro:

Cap. 1 Practice Research Project and book contents

Fabrizio Cumo & Rossella Roversi

Swedish Age-Friendly Approach

Stefan Lundberg, Tigran Haas & Mats Johan Lündstrom

Cap.2 Una metodologia di analisi: lo Sstrumento di Valutazione della Qualità della Vita degli Anziani

Davide Astiaso Garcia & Federica Barbanera

Cap. 3 Senior's home. Enhancing the quality of life through the quality of housing and the integration of Domotics

Luca Gugliermetti, Alessia D'Angelo, Barbara de Lieto Vollaro

Cap. 4 Age friendly urban environment

Mats Johan Lundström, Elin Elfström & Stefan Lundberg

The Senior City Urban Planning Approach - *Mats Johan Lundström & UlfRanhagen*

Soluzioni innovative per spazi urbani *Age-friendly* ed alloggi
Life-long

Fabrizio Cumo & Elisa Pennacchia

Le nuove forme di residenzialità assistita nel recupero
dell'edilizia esistente

Rossella Roversi

Cap. 5 Swedish case study: age-friendly urban planning in Stockholm
and Uppsala

Mats Johan Lündstrom, Stefan Lundberg & Tigran Haas

Progetto di nuova costruzione: un quartiere Age-friendly per
Ladispoli

Elisa Pennacchia, Valentina Sforzini

Progetto di demolizione e ricostruzione: una multiresidenza a
Trevignano Romano

Elisa Pennacchia, Rossella Roversi

Progetto di intervento sull'esistente: Borgo Mazzini Smart
Cohousing a Treviso

Rossella Roversi

Future developments of the Research - *Fabrizio Cumo*

5.3 Progetto di demolizione e ricostruzione: una multiresidenza a Trevignano Romano

5.3.1 Introduzione

Il progetto ambientato a Trevignano Romano presentato in questo contributo riprende le tematiche già affrontate nel capitolo precedente nel progetto per Ladispoli: la realizzazione di insediamenti urbani *Age-friendly* sostenibili dal punto di vista energetico-ambientale. La presente applicazione progettuale effettua un approfondimento della scala edilizia definendo la tecnologia costruttiva dell'involucro. Inoltre, mentre l'intervento nel comune di Ladispoli riguarda la realizzazione di un insediamento ex-novo in un'area di espansione, quello di Trevignano è finalizzato alla sostituzione di alcuni edifici esistenti all'interno del tessuto urbano del centro storico (Fig. 48).



Fig. 48 - Area d'intervento

Le aree scelte per la sperimentazione progettuale, Ladispoli e Trevignano Romano, sono due dei quattro casi studio indagati con la metodologia di analisi esposta nel Cap. 2¹⁶⁷, e che coniuga le indagini sul campo, i pareri di esperti del settore e le interviste agli *stakeholders*, con i dati oggettivi desunti da banche dati ufficiali. Trevignano Romano è un

¹⁶⁷Gli altri due sono stati due quartieri di Roma e Firenze.

comune del Lazio di circa 6.000 abitanti, che rientra nel Parco Naturale Regionale del complesso lacuale di Bracciano-Martignano, nel quale sono presenti numerose aree di interesse storico, archeologico e naturalistico.

L'amministrazione locale, che era stata interpellata nella fase di applicazione della metodologia di indagine e di rilevazione dei fattori che influiscono sulla qualità della vita delle persone anziane, ha sottoposto all'attenzione del gruppo di ricerca l'area oggetto di studio perché interessata ad una proposta per la sua riqualificazione.

Il progetto prevede la sostituzione di alcune abitazioni costruite negli anni '60 su una porzione molto pregiata di lungolago. Realizzate con materiali di scarsa qualità, finiture modeste e tecnologie poco appropriate anche per il momento in cui furono costruite, presentano da tempo seri problemi di stabilità strutturale dovuta alla vicinanza alla costa e alla conseguente azione erosiva dell'acqua (Fig. 49). Una loro ristrutturazione tesa al recupero delle strutture esistenti avrebbe richiesto operazioni molto costose, tecnicamente complesse e dai risultati finali non ottimali. Le famiglie che vi abitano avrebbero comunque dovuto essere trasferite per un periodo di tempo consistente. Il modesto valore architettonico degli edifici esistenti e l'inadeguatezza delle loro performance ha portato il gruppo di ricerca, di concerto con l'amministrazione locale, a scegliere la demolizione e la successiva ricostruzione nel rispetto delle stesse cubature.



Fig. 49 – Edifici esistenti

5.3.2 Il progetto architettonico

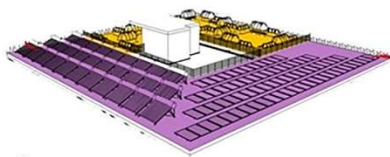
Come per il progetto di Ladispoli, l'impianto planimetrico dell'edificio si organizza attorno ad una corte centrale su cui si affaccia il ballatoio di distribuzione di ciascun piano. L'edificio si compone di tre piani fuori terra, per limitare l'impatto dell'edificio sul paesaggio, soprattutto nella vistadal lago. Ospita 12 appartamenti di 105 mq ciascuno, al primo e al secondo piano. Ogni appartamento è potenzialmente divisibile in due unità abitative, per un totale potenziale di 24 alloggi complessivi. L'area edificabile che si rende disponibile dalla demolizione degli edifici attualmente esistenti è di circa 2.800 m²; considerando gli spazi esterni di distribuzione e raccordo con i percorsi esistenti, sarà possibile realizzare due nuovi edifici a corte affiancati sul lungolago.

Al piano terra sono collocate attività commerciali e di servizio, l'ingresso agli spazi comuni di distribuzione delle residenze, spazi per attività collettive al chiuso¹⁶⁸, parcheggi riservati agli inquilini sia per auto che per biciclette, piccoli depositi e un locale tecnico. In copertura è prevista una zona calpestabile, attrezzata e panoramica verso il lago, fruibile da tutti i residenti. La porzione di copertura con l'esposizione adatta, ospita impianti ad energia rinnovabile: pannelli fotovoltaici e collettori solari¹⁶⁹ (Fig. 50).

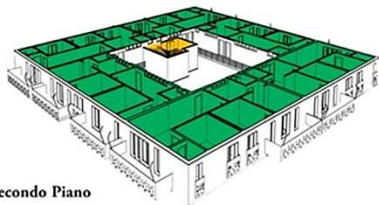
Gli alloggi vengono proposti in due tipologie simili che hanno la possibilità di essere modificati nel tempo per adattarsi alle diverse necessità del nucleo familiare che li abita. Attraverso la predisposizione degli impianti delle cucine, di alcune porte e di alcune pareti mobili, ogni appartamento può essere diversamente articolato al proprio interno, ad esempio trasformando gli ambienti da zone giorno a camere da letto o frazionando le camere da letto in due camere più piccole, oppure può suddividersi in due unità abitative più piccole, ciascuna delle quali può assumere diverse configurazioni a seconda del numero e del tipo di utenza che vanno a servire (Figg. 51 e 52).

¹⁶⁸ Ad esempio per l'attività fisica e ricreativa, piccoli laboratori, eventi ecc...

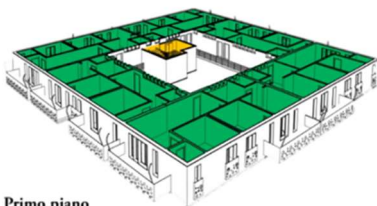
¹⁶⁹ Produzione annua dei pannelli fotovoltaici in progetto: 19 kWp ; produzione annua di acqua calda sanitaria con i collettori solari in progetto: 100.000 litri.



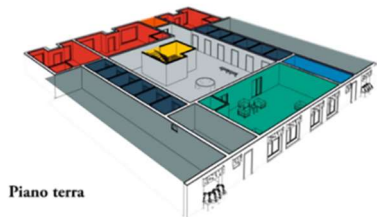
Copertura



Secondo Piano



Primo piano



Piano terra

- Pannelli fotovoltaici e solari termici
- Residenze
- Vano scale ed ascensore
- Attività commerciali
- Ingresso dell'edificio
- Corte interna
- Depositi
- Spazio per attività comuni
- Locale tecnico
- Parcheggio auto e bici
- Residenze
- Vano scale ed ascensore

Figura 50 - Schema funzionale dell'edificio

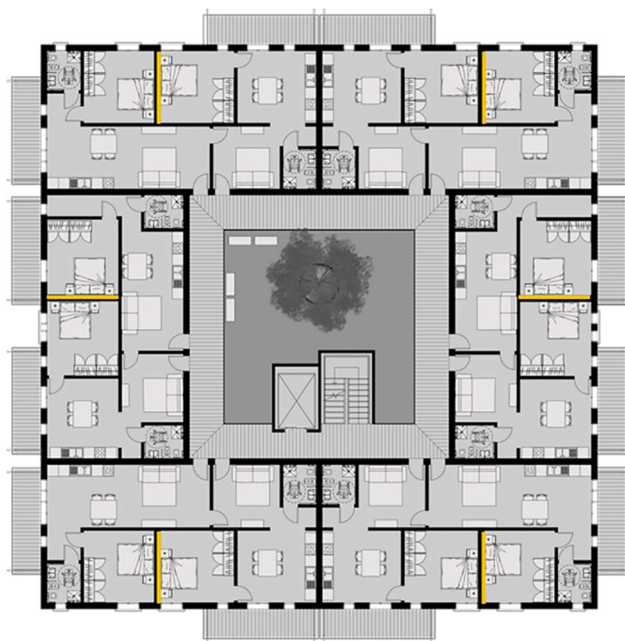


Figura 51 - Pianta del primo piano dell'edificio a corte

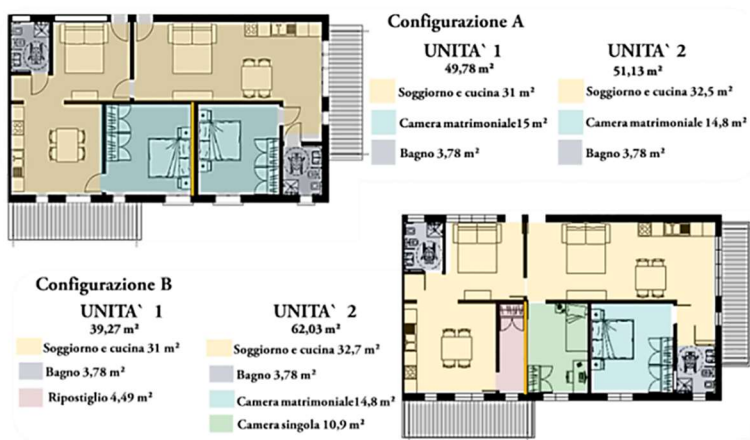


Fig. 52 - Due diverse configurazioni dell'appartamento ottenute dallo spostamento di una parete mobile

Le dimensioni degli alloggi ipotizzati, pur rispettando le misure minime compatibili con l'uso residenziale di un immobile ed il rispetto della normativa per il superamento delle barriere architettoniche¹⁷⁰, sono state tenute molto ridotte per contenere i costi finali degli alloggi, che dovevano rimanere attorno ai 100.000 €.

5.3.4 Il progetto dell'involucro

Altra caratteristica fondamentale del progetto è costituita dall'impiego di rifiuti solidi urbani che vengono riutilizzati in nuove componenti per involucri performanti, adatti ad essere utilizzati in edifici ad alte prestazioni energetiche ed acustiche, facili da assemblare e dal costo ridotto. L'estrazione e l'uso di materie prime non rinnovabili e la crescente quantità di rifiuti prodotti in Europa rappresentano un costo economico, per l'ambiente e per la salute dei cittadini. Lo sviluppo di soluzioni tecnologiche basate sul riutilizzo e l'*upcycling* dei rifiuti¹⁷¹, la promozione di soluzioni eco-innovative e la verifica della loro efficacia effettiva in contesti reali, sono premesse per la loro introduzione e diffusione nel mercato la quale può condurre verso una maggior sostenibilità dell'industria delle costruzioni.

Il quadro normativo dell'Unione europea sulla gestione dei rifiuti, ne incoraggia e incentiva direttamente il riutilizzo¹⁷². Una corretta gestione dei rifiuti è considerata un elemento chiave per garantire l'efficienza delle

¹⁷⁰Il decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 14/6/1989 n. 236 fornisce le norme e le prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata ed agevolata, ai fini del superamento ed eliminazione delle barriere architettoniche.

¹⁷¹ Con il termine inglese *upcycling* si indica il riuso dei rifiuti con attribuzione di una nuova funzione ad un oggetto che ne risulta ormai privo, contrapponendosi al tradizionale processo di riciclo dei rifiuti, definito *downcycling* in quanto causa di distruzione e quindi sottrazione di valore.

¹⁷² European Commission, *Being wise with waste: the EU's approach to waste management*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2010; European Commission, Directorate-General Environment, *Guidance on the interpretation of key provisions of Directive 2008/98/EC on waste*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2012.

risorse e la crescita sostenibile delle economie europee¹⁷³. L'obiettivo a lungo termine è trasformare l'Europa in una “*recycling society*”, evitando gli sprechi nel consumo e interpretando i rifiuti non solo come un problema ma anche come una risorsa¹⁷⁴. La quantità media di rifiuti domestici prodotti nell'UE ogni anno è di circa metà tonnellata a persona, a cui si aggiungono i rifiuti industriali derivanti da attività manifatturiere (360 milioni di tonnellate) e dall'edilizia (900 milioni di tonnellate). La maggior parte dei rifiuti prodotti in Europa proviene da aree urbane e suburbane, dove vive la maggior parte della popolazione e dove sono le maggiori concentrazioni industriali. Il conseguente inquinamento e le emissioni di gas serra hanno un enorme impatto sull'ambiente e contribuiscono ai cambiamenti climatici¹⁷⁵.

La Direttiva Europea sul Rendimento Energetico nell'Edilizia (EPBD)¹⁷⁶ introduce il concetto di Near Zero Energy Buildings¹⁷⁷, per descrivere edifici ad alta efficienza energetica, con un basso fabbisogno energetico principalmente coperto da energia rinnovabile generata in loco. Al fine di raggiungere il livello di prestazioni richiesto per un NZEB, è opportuno sviluppare, applicare e testare strategie di progettazione e soluzioni tecnologiche ed impiantistiche innovative, in modo da identificare le più efficaci, sostenibili ed economiche.

Nel progetto di Trevignano si sono integrati i contenuti di una ricerca effettuata dagli stessi autori, riguardante tre temi fondamentali: l'uso dei rifiuti come risorsa, la progettazione di soluzioni eco-innovative ed

¹⁷³Hultman, J.&Corvellec, H.,*The European Waste Hierarchy: From the Sociomateriality of Waste to a Politics of Consumption*. Environment and Planning 2016, Oxford Journals,pp. 2413-2427.

¹⁷⁴European Parliament, *Directive 2008/98/EC of The European Parliament and of The Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives*, Off. J. Eur. Union, 2008.

¹⁷⁵Williams, P. T. & Wiley, J., *Waste Treatment and disposal*, Chichester, 2013.

¹⁷⁶Direttiva 2002/91/CE, *European Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) of European Parliament*,

poi modificata dalla Direttiva 2010/31/UE *of the European Parliament And Of The Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Buildings*.

¹⁷⁷La Direttiva stabilisce che gli Stati membri provvedano affinché entro il 31 dicembre 2020 tutti i nuovi edifici siano NZEB. Per gli edifici occupati e/o di proprietà delle amministrazioni pubbliche, la scadenza è anticipata al 31 dicembre 2018.

energeticamente efficienti per l'involucro edilizio e la verifica della loro efficacia e fattibilità nell'applicazione ad edifici NZEB ¹⁷⁸.

5.3.5 I componenti edilizi

La prima fase della progettazione dei componenti è stata la selezione ed analisi di diverse tipologie di rifiuti urbani per verificare la loro disponibilità e la fattibilità del loro assemblaggio all'interno di componenti costruttivi di nuova progettazione¹⁷⁹. La scelta è caduta su pneumatici, pallet di legno, tubi di cartone, bottiglie di vetro e di plastica.

Secondo i dati del Consorzio Italiano di riciclaggio e Recupero dei Rifiuti di Imballaggio (COREPLA) e dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), le quantità nazionali di rifiuti generati all'anno e disponibili per il riutilizzo sono riportati nella Tabella 7, che indica anche la disponibilità nei comuni di Ladispoli e Trevignano Romano, i due comuni dove la ricerca Practice ha ambientato le sperimentazioni progettuali dei casi studio.

Tab. 7 - Quantità di rifiuti disponibili per il riuso in Italia, a Ladispoli ed a Trevignano Romano, suddivisi per tipo, in tonnellate per anno.

	Italy	Trevignano Romano	Ladispoli
Cardboard tubes	Not available	0	21 t / year

¹⁷⁸Per approfondimento, vedere:Cumo, F.; Pennacchia, E. &Sferra, A. *Uso, Riuso, Disuso. Criteri e modalità per il riuso dei rifiuti come materiale per l'edilizia*, Franco Angeli Edizioni, Roma, 2015.

¹⁷⁹L'uso dei rifiuti come materiale da costruzione è stato precedentemente sperimentato nelle Earthshiphouses. Un Earthship è una casa solare passiva realizzata con materiali sia naturali che riciclati, sfruttando le fonti di energia disponibili sul posto. L'ideatore è l'architetto Michael Reynolds. Le Earthships sono concepite come case off-grid, con poca o nessuna dipendenza da servizi pubblici e combustibili fossili. Sono caratterizzate da una spessa massa termica e una ventilazione naturale incrociata per regolare le temperature interne. Le Earthshiphouses hanno trovato molte applicazioni negli Stati Uniti, principalmente costruite da non professionisti con sistemi di loro invenzione, quindi non regolamentati o codificati. Questo ne ha impedito una analoga diffusione in Europa. Per approfondimento: Grindley, P.C., Hutchinson, M., *The Thermal Behaviours of an Earthship*; CranfieldUniversity, Cranfield, UK, 1996, pp. 154–159.

Tires	500,000 t / year	18 t / year	101 t / year
Cans	67,500 t / year	38 t / year	38 t / year
Glass bottles	512,000 t / year	224 t / year	260 t / year
Plastic bottles	256,000 t / year	100 t / year	206 t / year
Pallet	1,401,900 t / year	103.4 t / year	444.4 t / year

La seconda fase ha affrontato la realizzazione dei modelli reali, combinando i materiali di scarto con gli altri materiali e strati necessari a formare i componenti, al fine di stabilire le dimensioni e le proporzioni più adatte e identificare i metodi di assemblaggio. Una volta stabilite le caratteristiche geometriche, sono stati calcolati i comportamenti termici e acustici, in modo da rendere i componenti rispondenti alle normative italiane ed europee. I componenti sono stati progettati utilizzando i diversi rifiuti urbani selezionati mantenendo per ogni struttura una trasmittanza termica (U) di circa 0,25 W / m²K¹⁸⁰. Per valutare i costi, i componenti progettati sono stati comparati con componenti tradizionali aventi le medesime prestazioni (Tab. 8)¹⁸¹.

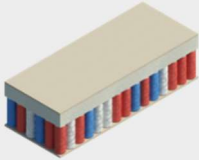
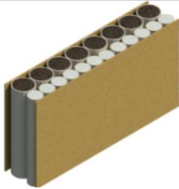
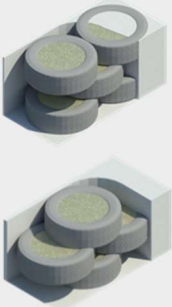
Tab. 8 - Dimensioni e costo di ogni componente progettato (il costo è riferito ai prezzi dei consorzi operanti su Ladispoli e Trevignano Romano)

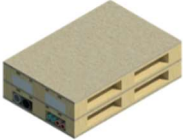

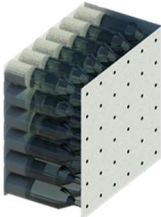
Designed model	Dimension (m ²)	Cost (€)	Parametric cost (€/m ²)
Glass bottles	0.192	10.56	55
Tyres	0.65	40.30	62
Wood pallets	0.96	67.20	70
Plastic bottles	0.384	31.87	83

¹⁸⁰Calcolata secondo la UNI EN ISO 13790 sul comportamento termico negli edifici.

¹⁸¹Per stimare i costi, si sono consultati i valori dichiarati dai consorzi italiani che si occupano del riutilizzo e del riciclaggio di pneumatici (Ecopneus), carta e cartoni (Comieco), legno (Rilegno), plastica (Corepla) e vetro (Coreve). Poiché ciascun componente ha dimensioni diverse, è stato stimato un costo parametrico per metro quadrato. Inoltre, poiché il prezzo dei rifiuti dipende dalle tasse locali e dai processi di riciclaggio usati nel comune preso in considerazione, si sono stimati nello specifico i costi per Ladispoli e Trevignano Romano.

Tab. 9 - Sintesi delle caratteristiche dei componenti edilizi realizzati attraverso l'*up-cycling* di rifiuti solidi urbani.

<i>Materiale</i>	<i>Caratterist. Geometr. ed utilizzo</i>	<i>Componente</i>	<i>Prestaz. termica U (W/m² K)</i>	<i>Prestaz. acustica R_w (dB)</i>
<i>Alluminio (lattina)</i>	<p><i>Solaio alleggerito</i></p> <p>E' costituito da 90 lattine, con una dimensione di 1m x 0,40m x 0,20 m di altezza</p>		0,19	
<i>Cartone (tubo)</i>	<p><i>Tamponatura</i></p> <p>E' costituito da 20 tubi, con una dimensione di 1,92m x 0,44m x 1m di altezza.</p>		0,18	59,7
<i>Gomma (pneumatico)</i>	<p><i>Tamponatura</i></p> <p>Il modulo maschio è costituito da 4 pneumatici, e il modulo femmina da 5 con una dimensione totale di 1,23m x 0,69m x 0,55m di altezza.</p>		0,15	61

<i>Legno</i> <i>(pallet)</i>	<i>Tamponatura e solaio</i> E' costituito da due pallet Eur con una dimensione di 1,2m x 0,80m x 0,32m di spessore.		0,25	56,5
<i>Plastica</i> <i>(bottiglia)</i>	<i>Tamponatura</i> E' costituito da 49 bottiglie da 1,5 l e 27 da 0,5 l, con una dimensione di 0,60m x 0,40m x 0,60m di altezza.		0,20	62,9
<i>Vetro</i> <i>(bottiglia)</i>	<i>Tamponatura</i> E' costituito da 21 bottiglie da 0,75 l, con una dimensione di 0,30m x 0,33m x 0,64m di altezza.		0,26	59,3

La scelta del componente dipende dalla disponibilità dei materiali di rifiuto nell'area urbana nella quale deve essere realizzato il progetto nonché dalle caratteristiche dimensionali e funzionali degli elementi tecnologici che devono essere realizzati. I solai areati controterra possono essere costruiti mediante l'utilizzo di copertoni stallonati che consentono l'agevole alloggiamento delle dorsali delle linee di alimentazione degli impianti idrico sanitari, elettrici, di condizionamento e speciali. Per le chiusure esterne sono indicati i componenti realizzati con le bottiglie di plastica o vetro e con i tubi di cartone. Nel caso dell'utilizzo di bottiglie di plastica e dei tubi di cartone si può procedere ipotizzando un doppio riempimento finalizzato rispettivamente a conferire resistenza meccanica (con terra o sabbia) e resistenza

termo-acustica (inserimento di un isolante naturale o plastico-riciclato). Per l'impiego delle bottiglie di vetro, che a differenza delle precedenti non necessitano di un miglioramento delle prestazioni meccaniche, si può procedere con il solo inserimento di materiale isolante. I solai interpiano possono essere realizzati mediante l'utilizzo di componenti in lattine in alluminio per bevande che permettono di ottenere elementi di alleggerimento dei solai con prestazioni analoghe o perfino migliori di quelle tradizionali¹⁸². Gli imballaggi di legno, in particolare i pallet, grazie alla loro modularità, consentono un uso molto ampio: è infatti possibile realizzare solai aerati, pareti esterne ed interne, solai di copertura. Variando i materiali di riempimento inseriti nello spazio dell'inforcamento, è possibile garantire il rispetto delle prestazioni termo-fisiche richieste al componente (Tab. 9).

I principali vantaggi e le caratteristiche distintive del riutilizzo dei rifiuti solidi urbani all'interno di componenti edilizi possono essere riassunti come segue:

- le tecniche costruttive prefabbricate e con assemblaggio a secco consentono una riduzione dei tempi di preparazione del sito e di costruzione del manufatto edilizio;
- in fase di dismissione dell'edificio, è possibile effettuare una demolizione selettiva e un successivo facile reinserimento dei materiali nel processo di riciclaggio;
- l'aderenza ai requisiti di legge grazie alla combinazione dei rifiuti selezionati con l'inserimento di materiali termicamente e acusticamente isolanti che rendono performante il componente;
- il riutilizzo di un RSU, anziché il loro riciclo, consente di risparmiare una notevole quantità di energia, altrimenti necessaria nei processi industriali per la produzione di elementi riciclati;
- la disponibilità di RSU nelle vicinanze del luogo in cui i componenti sono prodotti e in cui saranno utilizzati, riduce ulteriormente gli impatti ambientali derivanti dal trasporto dei rifiuti¹⁸³.

5.3.6 *Il componente in pallets*

Per il progetto di Trevignano Romano, si è approfondito l'utilizzo del componente realizzato con pallets in legno, nella versione a pallet singolo o a due pallets accoppiati. In questo secondo caso, lo spazio di inforcamento di un pallet verrà riempito di isolante, mentre quello dell'altro potrà rimanere libero per consentire l'alloggiamento di impianti¹⁸⁴ (Tab. 10).

¹⁸² Lo Presti, S., PET-LAT Solaio leggero ecologico, 2006, in <http://www.enco-journal.com/journal/ej33/lopresti.html>

¹⁸³ Per un approfondimento sullo studio dei componenti vedere: Astiaso Garcia, D., Carbonara, E., Cumo, F., Pennacchia, E. & Tiberi, M.G., *Reuse and Upcycling of Municipal Waste for ZEB Envelope Design in European Urban Areas*, Sustainability 2016, 8, 610.

¹⁸⁴ Una applicazione più approfondita e che include anche il componente realizzato con pneumatici, è stata studiata dallo stesso gruppo di ricerca con la

Tab. 10 - Sintesi delle caratteristiche del componente edilizio realizzato attraverso l'*up-cycling* di pallets in legno.

Wood pallets Component	Description and data	
Structure	Single wood pallet component or double overlying wood pallet component	
Insulating filling	Wood fiber or sheep wool panels	
Dimensions	Single pallet component thickness: 170 mm; double pallet total component thickness: 330 mm	
Transmittance	0.25 W/m ² K	
Internal and external finishing	OSB panels with plaster (internal and external)	
Placing	Vertical closure: walls facing West and South, part of the wall facing East Internal partition: between the classroom and the winter-garden Ground floor ventilation space	

progettazione di un'aula scolastica commissionata dal Comune di Mira (VE) con il quale è operativo un accordo di ricerca. La realizzazione dell'aula, un edificio NZEB di circa 60 mq in ampliamento alla scuola esistente, ne consentirà il successivo monitoraggio per verificarne il comportamento reale e testare l'efficacia delle soluzioni adottate. Gli esiti della progettazione esecutiva sono pubblicati in: Roversi, R., Cumo, F., D'Angelo, A., Pennacchia, E., & Piras, G., *Feasibility of municipalwastereuse for building envelopes for Near Zero-Energy Buildings*, WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol. 224/2017, WIT Press, pp.115-117.

Per creare l'edificio a corte in progetto, che misura poco meno di 2.000 m², occorrono circa 2.500 pallet. Il costo complessivo per realizzare un edificio si aggira intorno a 1.300.000 euro. Il costo di un appartamento da 105 m² sarà di 105.000 €. Per la realizzazione di questo edificio (Fig. 53), grazie alla prefabbricazione dei componenti edilizi, occorrono circa 9 mesi.



Fig. 53 - Render del fronte Nord - Ovest

English text

5.3 Demolition and reconstruction design: multi-dwellings in Trevignano Romano

The intervention of demolition and reconstruction involves some buildings located in the small town of Trevignano Romano, in Lazio Region, of about 6,000 inhabitants. Trevignano is part of the Regional Natural Park of the Bracciano-Martignano lake complex.

The project involves the replacement of some houses constructed in the 1960s on the lakefront, with serious problems of structural stability due to the proximity to the coast and the consequent erosive action of water; the resolution of those problems would require very expensive and technically complex operations for the necessary renovation.

In response to this need, a 3-floor building has been designed, which houses on the first and second floor 12 apartments of 105 m² each; all the apartments are divided into two units for a total of 24 housing unit. The

lot area is approximately 2,800 m² so it is possible to insert two court buildings for a total of 48 small apartments.

On the ground floor there are commercial activities, the entrance to the residences, the enclosed common areas, parking spaces for cars and bicycles, small stores and a technical room.

The roof is a walkable area accessible by all residents; on the roof a selected area is equipped with renewable energy plants: photovoltaic panels for a maximum production of 19 kWp and solar collectors per 100,000 liters of hot water for year.

The project integrates a research aimed at aims at illustrating the possibilities of the reuse of municipal waste for designing vertical and horizontal closures for ZEB. The extraction and use of raw resources and the growing quantities of waste produced in Europe represent a cost for the environment, the health of citizens and also have an economic cost. The development and demonstration of technological solutions based on reuse and upcycling of waste, boosting eco-innovative solutions and testing them in real-life environments, will enhance their market uptake and contribute to sustainable global urbanization. Wood pallets, paper packaging, glass and plastic bottles and tyres are available in large amounts, so their reuse in the designed components has been tasted. The selected municipal waste materials are reused in new assembled building envelope structures, properly designed by the authors. First, real models have been made by the authors assembling the selected waste materials in order to establish the most suitable dimensions and proportions of the components and identify the assembly methods. Then, for each considered component, thermal performance (Thermal Conductivity and Thermal Resistance), insulating capacity (Weighted Sound Reduction Index) and economic costs have been investigated (Parametric Cost).

Wood pallets are the most common and cheapest wood structure for reuse among urban waste, so it has been chosen as the waste material for the Trevignano buildings. A 34-cm-thick model has been realized using two pallets and two OSB panels. The model has been insulated to get a 0.25 W/m²K thermal transmittance filling in the wood pallets with wood fiber. Each of the two buildings to be set in Trevignano are made of about 2,500 pallets, and the overall building cost is around 1,300,000 €. The cost of a 105 m² apartment is € 105,000.

References

Astiaso Garcia, D., Carbonara, E., Cumo, F., Pennacchia, E. & Tiberi, M.G., *Reuse and Upcycling of Municipal Waste for ZEB Envelope Design in European Urban Areas*, Sustainability 2016,8, 610.

Cumo, F., Pennacchia, E. & Sferra, A., *Usa, Riuso, Disuso. Criteri e modalità per il riuso dei rifiuti come materiale per l'edilizia*, Franco Angeli Edizioni, Roma, 2015.

Directive 2002/91/EC, *European Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) of European Parliament*.

Directive 2010/31/EU of the European Parliament And Of The Council of 19 May 2010 on the Energy Performance of Buildings.

Directive 2008/98/EC of The European Parliament and of The Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives, Off. J. Eur. Union, 2008.

European Commission, *Being wise with waste: the EU's approach to waste management*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2010.

European Commission, Directorate-General Environment, *Guidance on the interpretation of key provisions of Directive 2008/98/EC on waste*, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2012.

Grindley, P.C. & Hutchinson, M., *The Thermal Behaviours of an Earthship*; CranfieldUniversity, Cranfield, UK, pp. 154–159, 1996.

Hultman, J. & Corvellec, H., *The European Waste Hierarchy: From the Sociomateriality of Waste to a Politics of Consumption*. Environment and Planning 2016, Oxford Journals, pp. 2413-2427.

Lo Presti, S., PET-LAT Solaio leggero ecologico, 2006, in <http://www.enco-journal.com/journal/ej33/lopresti.html>

Rapp, A., Una residenza d'avanguardia per anziani, in Alcacer do Sal, *Domus*, 24, Febbraio, 2011.

Roversi, R., Cumo, F., D'Angelo, A., Pennacchia, E. & Piras, G., *Feasibility of municipal waste reuse for building envelopes for Near Zero-Energy Buildings*, WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol. 224/2017, WIT Press, pp.115-117.

Urbani, S., *Nuove forme per l'abitare sociale*, Altra economia edizioni, Milano, 2011.

Williams, P. T. & Wiley, J., *Waste Treatment and disposal*, Chichester, 2013.