

ABSTRACT TESI: Nel contesto di una società che invecchia, l'innovazione tecnologica che accompagna le mutazioni imposte dall'era digitale apre nuove frontiere e ambiti di ricerca sul tema degli spazi abitativi per anziani. L'opportunità offerta dall'inserimento di sistemi digitali nell'ambiente costruito prefigura nuovi scenari abitativi e una generale ottimizzazione delle prestazioni ottenibili sulla base di una gamma di soluzioni intelligenti - quindi *smart* - opportunamente predisposte. Il proliferare di prodotti all'avanguardia provenienti dal settore informatico e di componenti di automazione domestica concepite in ambito industriale incoraggia la definizione di modelli abitativi innovativi in grado di interagire con l'utente e il sistema urbano e consente la configurazione di rinnovate soluzioni - spaziali e tecnologiche - *interoperabili*. L'adozione di strumenti interattivi, come piattaforme Ambient Assisted Living, e di principi propri della *modellazione informata* rappresenta la metodologia più adatta a supportare il processo di progettazione e gestione delle informazioni derivanti dall'introduzione negli edifici residenziali di nuovi sistemi digitali, a servizio di una società sempre più anziana, ma anche più *smart*.

ABSTRACT THESIS:
In the context of Ageing Society, the technological innovation supported by changes from digital age discovers new frontiers and research areas dealing with the theme of housing and living spaces for the elderly. The opportunity offered by digital systems in the built environment prefigures new living scenarios and a general optimization of performances obtainable on the basis of a range of intelligent - so *smart* - solutions properly occurred. The proliferation of innovative products and home automation components, deriving from the IT sector and industrial research, encourages the definition of innovative housing models able to interact with users and urban systems, allowing the configuration of renewed - *interoperable* - space and technological solutions. The adoption of interactive tools, such as Ambient Assisted Living platforms, and principles of Building Information Modeling represents the most appropriate methodology to support the design process and manage informations deriving from the introduction of new digital systems in residential buildings, addressed to an increasing *smart* Ageing Society.

Dottorato di Ricerca
Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura

DOTTORANDA
Anna Mangiatordi

Smart Technologies and Design in Ambient
Assisted Living (AAL) for the Ageing Society

Sapienza Università di Roma | SAPIENZA UNIVERSITY OF ROME | ciclo CYCLE XXXI | nov. 2015 - oct. 2018
Scuola di Dottorato in Ingegneria Civile e Architettura | DOCTORAL SCHOOL IN CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE
Dipartimento di 'Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura' | 'PLANNING, DESIGN, TECHNOLOGY OF ARCHITECTURE' DEPARTMENT



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Dottorato di Ricerca PIANIFICAZIONE, DESIGN, TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA
PhD PLANNING, DESIGN, TECHNOLOGY OF ARCHITECTURE
Coordinatore | Director
Prof. Fabrizio Tucci

Curriculum PROGETTAZIONE TECNOLOGICA AMBIENTALE
Curriculum ENVIRONMENTAL TECHNOLOGICAL DESIGN
Coordinatore Curriculum | Curriculum Chair
Prof. Luciano Cupelloni

Smart Technologies and Design in Ambient Assisted Living (AAL) for the Ageing Society

Tecnologie intelligenti e progetto negli ambienti domestici (AAL)
per una società che invecchia

Dottoranda | PhD Candidate Anna Mangiatordi
Supervisore | Supervisor Prof. Eugenio Arbizzani

Ciclo | Cycle XXXI
Novembre 2015 - Ottobre 2018



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

DOTTORATO DI RICERCA

Pianificazione, Design, Tecnologia dell'Architettura

COORDINATORE

Prof. Fabrizio Tucci

CURRICULUM

Progettazione Tecnologica Ambientale

COORDINATORE CURRICULUM

Prof. Luciano Cupelloni

Smart Technologies and Design in Ambient Assisted Living (AAL) for the Ageing Society

Tecnologie intelligenti e progetto negli ambienti domestici (AAL)
per una società che invecchia

DOTTORANDA

Anna Mangiatordi

SUPERVISORE

Prof. Eugenio Arbizzani

CICLO XXXI

Novembre 2015 - Ottobre 2018

INDICE

Introduzione

I.1 Inquadramento scientifico del tema

I.2 Obiettivi e destinatari della ricerca

I.3 Metodologia e articolazione della tesi

PARTE I STATO DELL'ARTE

CAPITOLO 1 VERSO UNA SOCIETÀ CHE INVECCHIA

1.1 La questione del progressivo invecchiamento della popolazione

L'impatto sulla domanda abitativa in Europa e in Italia

Anziani e innovazione digitale

1.2 Orientamenti e tendenze di ricerca sul tema

Programmi di ricerca europea a supporto dell'anziano

1.3 Innovazione tecnologica per l'utenza debole

CAPITOLO 2 DALLE CITTÀ ALLE ABITAZIONI INTELLIGENTI

2.1 Il contesto della Smart City: ricognizione scientifica e normativa

Quadro di ricerca

Evoluzione del quadro normativo

Progetti di ricerca europea in ambito Smart Cities and Communities

2.2 L'edificio intelligente

La casa intelligente per l'utenza debole

2.3 Il BIM a supporto degli Smart Buildings

Building Information Modeling per il Facility Management

L'approccio bim-based per l'ICT/IOT

PARTE II ESPERIENZE DI INNOVAZIONE TIPOLOGICA E TECNOLOGICA

CAPITOLO 3 PROGETTO TIPOLOGICO NELLE ABITAZIONI PER ANZIANI

3.1 Residenzialità e domiciliarità per l'invecchiamento attivo e in salute

3.2 Caratterizzazione tipologica delle abitazioni per anziani

3.3 Housing for elderly: analisi di progetti virtuosi

Casi studio in Europa

Il caso studio Irlandese, Great Northern Haven

Criteri di qualità nelle abitazioni per anziani

CAPITOLO 4 BEST PRACTICES DI RICERCA INDUSTRIALE E SVILUPPO SPERIMENTALE

4.1 Esperienze di ricerca a carattere industriale e sviluppo sperimentale

Modelli prototipali di *smart homes*

Piattaforme interoperabili di servizi

4.2 *Best practices* a scala nazionale e internazionale

Best practices di ricerca

CAPITOLO 5 DISPOSITIVI INTELLIGENTI E SERVIZI INNOVATIVI

5.1 Dispositivi presenti sul mercato e in corso di sperimentazione

Mappatura dei dispositivi *smart*

- Interoperabilità dei dispositivi e protocolli di comunicazione
- 5.2 Classificazione dei dispositivi
 - Catalogo tecnologico
- 5.3 Requisiti ambientali e tecnologici
 - Aggiornamento normativo

PARTE III PROPOSIZIONE DEL MODELLO

CAPITOLO 6 MODELLO ABITATIVO SMART PER ANZIANI

- 6.1 Dai bisogni dell'utenza alle *specifiche di progetto* per servizi dedicati
 - Approccio esigenziale-prestazionale
 - Aggiornamento normativo
 - Categorie d'utenza
 - Esigenze dell'utenza
- 6.2 Applicazione della metodologia BIM
 - Fasi di ricerca applicativa e sperimentale
 - Metodologia BIM
 - Asset di famiglie e parametri
 - Soglie di progetto
- 6.3 Proposizione del modello abitativo
 - Descrizione del caso studio
 - Casi di applicazione
 - Risultati

CAPITOLO 7 PIATTAFORMA INFORMATICA PER L'AAL

- 7.1 Piattaforma AAL per il supporto della qualità della vita
 - Costruzione della mappa concettuale
 - Requisiti e funzionalità
 - Struttura della piattaforma
 - Interfaccia grafica
 - Risultati

PARTE IV EPILOGO

CAPITOLO 8 CONCLUSIONI

- 8.1 Innovazione nel settore delle costruzioni in ambito AAL
 - Innovazione di processo
 - Innovazione di prodotto
- 8.2 Aperture future

References

PARTE V APPARATI

- V.I SIMULAZIONI | Monitoraggio dei moduli abitativi
- V.II SIMULAZIONI | Piattaforma AAL

“Innovare non è sinonimo di inventare, anche se molte innovazioni hanno dell’invenzione la caratteristica della scoperta, della risoluzione originale di un problema, dell’unicità o dell’immaginazione geniale. Innovare è anche, spesso, lavorare su elementi noti scoprendone nuove possibilità o applicazioni” (Sinopoli, N., 2002)

Introduzione

Nel contesto di una società che invecchia, l'innovazione tecnologica che accompagna le mutazioni imposte dall'era digitale apre nuove frontiere e ambiti di ricerca sul tema degli spazi abitativi e urbani per anziani. L'edilizia residenziale a supporto dell'utenza debole rappresenta un'occasione vantaggiosa per rilanciare il mercato delle costruzioni, attraverso la dotazione di nuovi standard qualitativi e il potenziamento dei servizi ad essa connessi.

La domanda crescente di abitazioni per anziani viene compensata dall'adozione di soluzioni innovative e sostenibili che concorrono al miglioramento della qualità della vita della persona in età avanzata. Le opportunità offerte dall'inserimento di tecnologie informatiche e sistemi di automazione nell'ambiente costruito prefigurano nuovi orizzonti di sperimentazione per le residenze per anziani, come risposta alla crescente e mutata domanda insediativa, associata all'invecchiamento della popolazione.

La necessità di affrontare la questione secondo un approccio multidisciplinare e integrato orienta la discussione verso l'approfondimento di temi tra loro trasversali – l'adeguamento del patrimonio edilizio esistente, l'esplorazione di nuovi modelli abitativi, l'efficienza energetica e il risparmio nell'uso delle risorse, l'ottimizzazione delle prestazioni degli edifici, il miglioramento nella logistica delle attrezzature e dei sistemi di trasporto urbani, la digitalizzazione dell'ambiente costruito e dei servizi sanitari e assistenziali, la sostenibilità e qualità delle cure – che trovano il loro fattore comune nell'utilizzo di soluzioni innovative a supporto dell'utente anziano.

Le mutate esigenze espresse da una società che invecchia possono essere efficacemente soddisfatte nella misura in cui il progetto si pone come strumento che dà conto dei primari bisogni dell'uomo. La ricerca sul tema degli spazi abitativi e urbani per anziani richiede la verifica accurata delle soluzioni che di volta in volta si prospettano, nel quadro delle rinnovate esigenze associate ad un mercato sociale in costante crescita e in continua evoluzione. L'indagine sulla caratterizzazione tipologica degli edifici residenziali per anziani risulta, quindi, necessaria, al fine di orientare una corretta progettazione degli spazi abitativi e urbani secondo futuri criteri di qualità. L'integrazione di sistemi tecnologici evoluti nell'ambiente costruito rappresenta, poi, la migliore opportunità per il raggiungimento di un più alto livello di qualità dell'abitare e il ripensamento dell'offerta abitativa proposta attraverso l'erogazione di funzionalità specifiche e di una nuova generazione di servizi digitali. Il proliferare di prodotti all'avanguardia provenienti dal settore informatico e di

componenti avanzate di automazione domestica concepite in ambito industriale consente la ridefinizione dei modelli e la configurazione di rinnovate soluzioni - spaziali e tecnologiche - *interoperabili*, spostando il confine della ricerca verso la messa a punto di nuovi prototipi, in grado adesso di interagire con l'utente e il sistema urbano.

In questo contesto, l'adozione di metodologie proprie della *modellazione informata*¹ sembra rappresentare la modalità più adatta a supportare la raccolta e gestione delle informazioni derivanti dall'introduzione, nell'ambiente costruito, di nuovi sistemi digitali. I dispositivi inseriti consentono, in questo modo, la combinazione di interventi energeticamente efficienti con soluzioni e servizi alla persona socialmente sostenibili per il soddisfacimento di precisi bisogni dettati dai distinti target d'utenza. Le potenzialità che derivano dall'inserimento di sistemi digitali nell'ambiente costruito rendono possibile la prefigurazione di nuovi scenari per la progettazione e gestione degli edifici residenziali per anziani e una generale ottimizzazione delle prestazioni ottenibili sulla base di una gamma di soluzioni intelligenti - quindi *smart* - opportunamente predisposte.

L'ipotesi di rinnovate condizioni d'uso dello spazio abitativo, derivante dalla diffusione pervasiva di dispositivi ICT² e IOT³, suggerisce l'impiego di nuovi strumenti di gestione, socialmente accessibili e interattivi: le *piattaforme informatiche* costituiscono i *tools* di ultima generazione - basati su dispositivi wireless e connessi in Cloud - a servizio di una collettività sempre più anziana, ma anche più *smart*.

Con riferimento al processo propriamente edilizio si evidenzia l'esigenza e la possibilità di un rinnovato approccio alla progettazione e gestione del sistema edilizio e urbano, multidisciplinare e integrato, che consenta una maggiore interazione tra le diverse figure coinvolte (es. progettisti, gestori di strutture sociali-assistenziali, fornitori di sistemi e componenti *smart*, gestori di servizi digitali, utenti finali...) e tra queste e l'ambiente costruito.

A partire dal progressivo aggiornamento della normativa in materia di *Performance-Based Building Design*⁴ e degli assiomi propri della progettazione architettonica e tecnologica alla base della nostra disciplina⁵ - conseguentemente all'assimilazione delle rapide innovazioni nel campo del *Cloud Computing*⁶ e dell'*Intelligenza Artificiale*⁷ - la ricerca definisce un modello abitativo *smart* per anziani (AAL - Ambient Assisted Living⁸) e configura un *tool* interattivo per la gestione del living e dell'ambiente costruito, riferibile a diversi scenari di utilizzo e indirizzato a diversificati target d'utenza coinvolti.

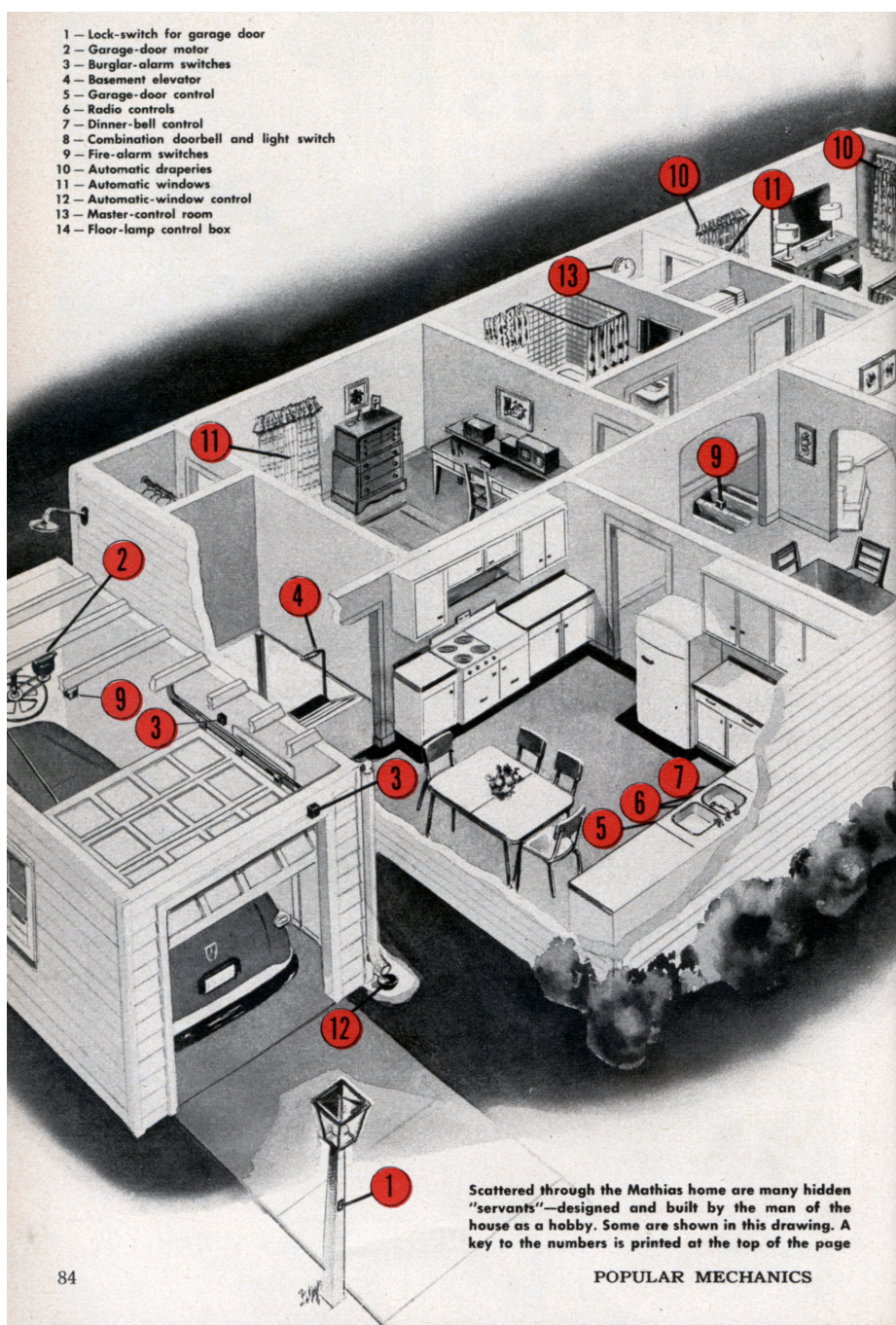


Figura 1. "Per il visitatore occasionale, la casa di Mathias non è diversa da qualsiasi altra confortevole casa americana fino a quando Mathias non tocca un interruttore e le cose iniziano ad accadere! Tutto è nascosto tra i travetti o le pareti del pavimento. Non ci sono fili penzolanti. Non sospetterei la presenza di decine di servitori meccanici che attendono il tuo comando [...] Ma fai un passo nel centro nevralgico del sistema, un armadio nella camera da letto di Mathias, e ti rendi conto che questa casa è diversa da qualsiasi hai mai visto! Le pareti dell'armadio sono rivestite con armamentario. Interruttori, relè, orologi che accendono le cose, orologi che spengono le cose, termostati, trasformatori, raddrizzatori, metri di filo che collegano tutto a qualcos'altro!". Railton, Arthur R. (1950). *Push-button manor*. Jackson Mich. Popular Mechanics magazine, December 1950, pp. 84-87. Traduzione a cura dell'autore.

Note

1. BIM – *Building Information Modeling*. Non esiste una definizione standardizzata del termine, ve ne esistono molte diverse presenti in letteratura. Nella prefazione del manuale di Eastman (2012) dal titolo “BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors” il concetto di *Building Information Modeling* viene introdotto genericamente come “un nuovo approccio alla progettazione, costruzione e facility management” (p. VII). La coniazione dell'acronimo BIM – *Building Information Modeling* si fa risalire, tuttavia, a Jerry Laiserin, che lo utilizzava nelle sue pubblicazioni sin dal 2002, il quale riferisce di una *metodologia* per la rappresentazione digitale di un prodotto edilizio finalizzato a facilitare lo scambio e l'*interoperabilità* dell'informazione all'interno di un formato digitale (Laiserin, 2002). Questa definizione rappresenta una evoluzione del termine *Building Product Model*, utilizzato dallo stesso Eastman per indicare un “modello di dati” o “modello informativo” (Eastman, 1999).

2. ICT - *Information and Communication Technology*. Il termine “tecnologia dell'informazione e comunicazione” indica genericamente il settore delle telecomunicazioni e dell'informatica, ovvero le “tecnologie impiegate per realizzarlo, inclusi l'hardware, il software ed i servizi connessi”. ICT (2017). In *Vocabolario Treccani. Neologismi*. Disponibile da: http://www.treccani.it/vocabolario/ict_res-332c170c-89c5-11e8-a7cb-00271042e8d9_%28Neologismi%29/. Consultato il: 09.09.2019.

3. IOT - *Internet of Things*. Con la locuzione “Internet delle cose” si indica una “rete di oggetti dotati di tecnologie di identificazione, collegati fra di loro, in grado di comunicare sia reciprocamente sia verso punti nodali del sistema, ma soprattutto in grado di costituire un enorme network di cose dove ognuna di esse è rintracciabile per nome e in riferimento alla posizione”. Internet of Things (2012). In *Enciclopedia Treccani. Lessico del XXI Secolo*. Disponibile da: [http://www.treccani.it/enciclopedia/internet-of-things_\(Lessico-del-XXI-Secolo\)/](http://www.treccani.it/enciclopedia/internet-of-things_(Lessico-del-XXI-Secolo)/). Consultato il: 09.09.2019.

4. Il termine PBBD – *Performance-Based Building Design* (ISO 6240,1980) fa riferimento ad un approccio internazionale alla progettazione basato sulla valutazione delle *prestazioni* offerte (ISO 6241, 1984) in risposta ai *requisiti* determinati sulla base di specifiche *esigenze* e vincoli posti dall'utenza (ISO 6242, 1992).

5. Si fa riferimento, in particolare, all'approccio esigenziale-prestazionale, regolato dalle seguenti norme: UNI 8289:1981 – *Edilizia. Esigenze dell'utenza finale. Classificazione*. UNI10838:1999 – *Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia*; UNI 11277:2008 – *Sostenibilità in edilizia – Esigenze e requisiti di ecocompatibilità dei progetti di edifici residenziali e assimilabili, uffici e assimilabili, di nuova edificazione e ristrutturazione*, ritirata senza sostituzione nel marzo 2017; UNI 8290/1:1981 – *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia*.

6. Con il termine *Cloud Computing* – in italiano “nuvola informatica” – si indica una modalità evoluta di elaborare e archiviare i dati basata sulla rete internet per via aerea, memorizzandoli

su un hardware remoto anziché su una stazione locale, sottoforma di architettura distribuita. Il Cloud Computing consente l'accessibilità ai servizi da remoto, rivoluzionando le modalità con cui gli utenti usufruiscono delle infrastrutture informatiche. Cfr. Reese, G. (2010). *Cloud Computing – Architettura, infrastrutture, applicazioni*. Milano: Tecniche Nuove.

7. Dall'inglese AI – *Artificial Intelligence*, indica la disciplina che riguarda la progettazione di sistemi *hardware* e programmi *software* in grado di eseguire compiti tradizionalmente eseguiti da esseri intelligenti. Introdotta negli anni Quaranta del secolo scorso da Alan M. Turing, sotto il nome di intelligenza delle macchine, l'Intelligenza Artificiale nasce ufficialmente nel 1956 e si sviluppa con l'intento di riprodurre, attraverso sistemi digitali o robotizzati le funzioni tipiche dei processi intellettivi umani attraverso meccanismi computazionali. Tra questi sviluppi sono presenti le tecnologie sensoristiche che danno origine alle applicazioni *smart*. Cfr. Intelligenza artificiale. (2015) In *Enciclopedia Treccani. Enciclopedia Italiana – IX Appendice*. Disponibile da: http://www.treccani.it/enciclopedia/intelligenza-artificiale_res-1eabd35b-dd79-11e6-add6-00271042e8d9_%28Enciclopedia-Italiana%29/. Consultato il: 09.09.2019.

8. "AAL, Ambient Assisted Living: parole poco familiari, non ancora entrate nel lessico quotidiano. Per chi di questo si occupa, spesso la prima (e maggiore) difficoltà è spiegarne il significato. Domotica, robotica, automazione, tele-qualche cosa, ecc.: un po' di tutto questo, ma niente rende efficacemente il termine come l'idea dell'ambiente di vita quotidiana che, invece di costituire barriera, ostacolo o pericolo, si pone al fianco della persona che invecchia, collaborando in maniera attiva al raggiungimento degli obiettivi di vita indipendente, autonomia e autosufficienza. Vivere assistiti dall'ambiente che ci circonda [...]". De Munari, I., Matrella, G., Ciampolini, P. (2012). *AAL in Italia. Primo Libro Bianco*. Sandrigo (Vicenza): tgbook.

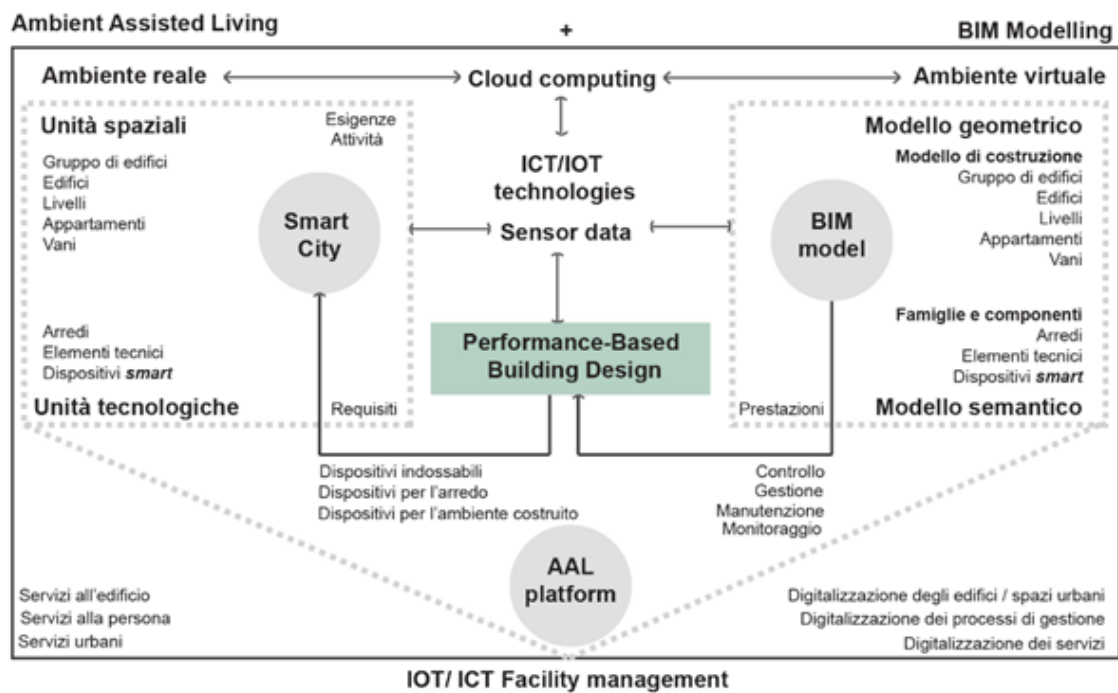


Figura I.1. Relazione tra gli ambiti di ricerca trattati: a) Ambient Assisted Living; b) Building Information Modeling c) ICT / IoT Facility Management. Quadro di indagine.

I. Inquadramento scientifico del tema

La presente ricerca si inserisce nel più ampio dibattito dell'*architettura per il sociale*⁹ e dei *servizi per la collettività*, con un focus specifico sulla tipologia della residenza o abitazione per anziani, e indaga le possibilità che l'innovazione tecnologica in chiave *smart* genera in termini di miglioramento della qualità abitativa e ottimizzazione delle prestazioni offerte sul sistema edilizio, attraverso la definizione di precise configurazioni - architettoniche o spaziali - e la predisposizione e utilizzo di dispositivi *smart* nell'ambiente costruito.

Il fenomeno dell'invecchiamento della popolazione costituisce un aspetto dilagante del nostro tempo, maggiormente evidente nei paesi industrializzati, in cui si radicano nuove richieste ed esigenze espresse per la società, in termini di sostenibilità e di adeguamento della risposta alla nuova e crescente domanda abitativa per gli anziani [United Nations, HelpAge International and AARP, 2017]. Tale richiesta può essere adeguatamente soddisfatta se si tiene conto: da un lato, dell'ampio quadro di esigenze espresse dalla società, ovvero dalle organizzazioni sociali, sanitarie e assistenziali; dall'altro, dei bisogni delle singole utenze coinvolte nei processi di gestione e utilizzo di questi manufatti.

A tal fine, prima ancora di considerare i prodotti *smart* parte integrante del sistema edilizio, è necessario indagare le caratteristiche, le funzionalità e le prestazioni che essi sono in grado di offrire al fine di comprendere i benefici potenziali che potrebbero scaturire dall'inserimento dei dispositivi *smart* nelle abitazioni - esistenti o di nuova realizzazione - rivolte a questa specifica categoria d'utenza.

Il presente studio attinge, quindi, dalle principali innovazioni presenti sul mercato e dalle esperienze maggiormente riuscite nel campo della ricerca industriale e di sviluppo sperimentale, al fine di individuare un campione significativo di dispositivi o servizi che è possibile integrare. L'inserimento di dispositivi ad alto contenuto tecnologico e informatico e di meccanismi di automazione negli edifici e negli ambienti domestici comporta il soddisfacimento di nuovi requisiti e richiede un'operazione di aggiornamento normativo circa i principi che sin dagli anni Ottanta caratterizzano la disciplina della progettazione tecnologica relativamente all'ambito del *Performance Based Building Design*.

A sua volta, il controllo delle prestazioni offerte richiede l'utilizzo di avanzatissimi strumenti di gestione delle informazioni che, richiamando i principi propri della recente *modellazione informata* - Building Information Modelling, ICT/IOT per il Facility Management - migliorano l'interazione dell'utente con l'ambiente costruito.

In questo quadro vuole inserirsi il contributo della ricerca che scompone i risultati delle ricerche in corso finora ottenuti sul tema, servendosi dello strumento della *modellazione informata*, quale tramite tra ambiente reale e ambiente virtuale in una visione del tutto nuova o ampliata: le connessioni tra dispositivi *smart* ICT/IOT e ambiente digitale vengono stabilite alla luce della possibilità di definire nuovi parametri per l'ambiente costruito associabili a riferimenti locali interni ed esterni comunque presenti nella realtà.

A tal fine, la predisposizione di una *piattaforma informatica* costituisce l'esito evoluto e il mezzo pratico d'utilizzo ovvero una nuova possibile modalità di gestione dei dati, degli utenti, dell'ambiente costruito, secondo una visione e un approccio inter-scalare che interessa nuovi diversificati ambiti di servizio per la collettività a più livelli - dall'arredo, allo spazio domestico, all'edificio, all'ambiente distrettuale o urbano - seguendo la logica dell'*interoperabilità* - semantica e geometrica - dettata da queste stesse innovazioni.

II. Obiettivi e destinatari della ricerca

La ricerca è finalizzata, in prima istanza, a comprendere lo stato dell'arte e le principali innovazioni e orientamenti di ricerca sul tema delle *smart homes* per anziani da affrontare nelle due declinazioni - tipologico/spaziale e tecnologico/informatico o dell'automazione - dall'altro a definire nuovi possibili scenari di sviluppo nella ricerca in questo campo di importanza strategica per il settore delle costruzioni.

L'innovazione tecnologica dettata dall'introduzione di dispositivi *smart* nell'ambiente costruito comporta sostanziali modificazioni nella composizione e organizzazione dell'edificio inteso come *sistema edilizio* quale insieme di sistemi e sub-sistemi ambientali e tecnologici [UNI 10838:1999] e richiede un'operazione di aggiornamento circa i *requisiti* ambientali e tecnologici definiti dalla normativa vigente rispetto a quanto finora previsto per l'organismo edilizio tradizionale. Si tratta, in qualche modo, di rivalutare il "contesto del progetto" [Campioli, 1993] tradizionale alla luce delle nuove modalità del costruire all'interno di uno scenario industriale evoluto caratterizzato ora da nuove componenti interattive e di rivalutare la ricerca nel campo del progetto, chiamata a rinnovare i propri strumenti teorici e metodologici per affrontare le sfide della contemporaneità.

Nel caso dell'anziano, le *classi di esigenza* individuabili sono dettate dalla determinazione di specifici bisogni definiti dal target d'utenza, stabiliti in base al grado di fragilità e vulnerabilità della persona e di tutte le figure e *stakeholders* che vi ruotano intorno. L'introduzione di questi dispositivi contribuisce ad aggiornare il quadro dei requisiti normalmente definito, ovvero a favorire l'accessibilità a nuovi servizi digitali, con il risultato di un generale miglioramento e ottimizzazione delle prestazioni ottenibili, per il raggiungimento di un più alto livello di qualità dell'abitare.

La ricerca nell'ambito della modellazione informata - *Building Information Modeling* - orientata al Facility Management [Berik-Gerber et al., 2012] costituisce un filone particolarmente attivo, principalmente concentrato sulle effettive possibilità che questo strumento offre a favore dell'efficientamento delle pratiche edilizie correnti. In questo ambito di ricerca, si inserisce il tema delle possibili interazioni che si vengono a stabilire tra BIM e dispositivi ICT/IOT prevalentemente rivolte all'efficienza energetica, senza tuttavia considerare le implicazioni che potrebbero scaturire dall'introduzione di tecnologie di altra natura volte, invece, a garantire un più generale miglioramento della qualità della vita.

A partire dall'individuazione di eventuali gaps e soluzioni mancanti o da implementare nella pratica accademica e industriale, la ricerca mira a definire due principali

tipologie di prodotto, che facciano riferimento ad un modello fisico utilizzato come caso studio reale: a) un modello abitativo innovativo *smart* per anziani; b) una piattaforma interoperabile di servizi per l'Ambient Assisted Living (AAL). I prodotti della ricerca, pur riferendosi ad un edificio reale, dovranno essere estraibili, nella logica della replicabilità del modello stesso, di cui si ipotizzeranno, tuttavia, alcuni possibili scenari di utilizzo riferiti a specifici target d'utenza.

A tal fine, l'intera trattazione si rivolge a tre diversificate categorie di destinatari: a) gli *utenti finali* (es. anziani, caregivers, operatori del settore sanitario e assistenziale,...), che usufruiscono del valore aggiunto determinato dall'inserimento di dispositivi avanzati nell'ambiente domestico, nell'edificio e nello spazio urbano; b) i *professionisti* del settore (es. progettisti, facility managers, gestori di strutture sanitarie e assistenziali,...) che possono godere di una maggiore facilità nelle pratiche di gestione del progetto e del manufatto edilizio in fase d'uso, a seguito dell'erogazione di nuove facilities digitali; c) il mondo della *ricerca* scientifica – accademica e sperimentale o applicata – per il quale si prospetta una nuova possibile stagione di sviluppo orientata alla realizzazione di edifici *smart*, digitalizzati e informatizzati, controllabili e monitorabili a distanza anche attraverso l'utilizzo dei recenti strumenti di *modellazione informata*.

III. Metodologia e articolazione della tesi

La ricerca è organizzata e sviluppata principalmente in tre fasi, corrispondenti alle prime tre parti in cui è suddivisa l'intera trattazione.

La Parte Prima – *Stato dell'arte* passa in rassegna la conoscenza di base sull'ambito tematico affrontato, al fine di comprendere gli effetti che il fenomeno dell'invecchiamento della popolazione produce sulla domanda abitativa emergente e la conseguente richiesta di aggiornamento e innovazione tecnologica *smart* che ne deriva; vengono indagati i principali programmi e politiche di ricerca sul tema dell'Ageing Society a scala nazionale e internazionale (Capitolo 1 – *Verso una società che invecchia*).

Ci si concentra, quindi, sull'evoluzione del quadro normativo e di ricerca in ambito Smart City, ai vari livelli - Smart Districts, Smart Buildings, Smart Homes. Viene, inoltre, inserita una breve dissertazione sul tema dello strumento della *modellazione informata* - Building Information Modeling, ICT/IOT per il Facility Management - a supporto della gestione e uso dell'ambiente costruito *smart* del prossimo futuro (Capitolo 2. *Dalle città alle abitazioni intelligenti*).

La Parte Seconda – *Esperienze di innovazione tipologica e tecnologica* - introduce un focus sui principali caratteri tipologici che definiscono le attuali sperimentazioni di progetto sul tema delle abitazioni e residenze per anziani volte a favorire migliori condizioni di salute, autonomia e indipendenza e sui requisiti ambientali e tecnologici che le caratterizzano. Da questa analisi emerge la possibilità di affiancare alla pratica di progettazione e configurazione architettonica più tradizionale le innovazioni dettate dagli avanzamenti tecnologici dei dispositivi *smart* - Smart Technologies, Smart Objects, Smart Solutions - nell'ambiente costruito tali da predisporre nuovi possibili servizi digitali e modalità di gestione innovative rivolti alla persona, all'edificio e allo spazio urbano (Capitolo 3. *Progetto tipologico negli ambienti domestici per anziani*).

Lo studio si avvale, quindi, della conoscenza e dei risultati delle sperimentazioni maggiormente riuscite nel campo della Ricerca e Sviluppo (R&S) industriale, condotte in ambito nazionale e internazionale, che hanno portato all'implementazione di due principali tipologie di prodotto: a) modelli prototipali di *smart homes* per anziani; b) piattaforme interoperabili di servizi (Capitolo 4. *Best practices di ricerca industriale e di sviluppo sperimentale*).

La ricerca evidenzia i principali dispositivi *smart* e servizi digitali integrabili nell'organismo edilizio e nel sistema urbano, a partire dai quali definisce un primo *catalogo tecnologico* di soluzioni possibili tra quelle attualmente presenti sul mercato o in corso di sperimentazione (Capitolo 5. *Dispositivi intelligenti e servizi innovativi*)¹⁰.

Nella Parte Terza – *Proposizione del modello* vi è la definizione di un modello abitativo *smart* per anziani a partire dall'analisi e approfondimento di un caso studio reale (Capitolo 6. *Modello abitativo smart per anziani*). Gli step che hanno caratterizzato la fase sperimentale e applicativa della ricerca, condotta singolarmente dall'autore, ovvero la definizione di un modello abitativo *smart* replicabile e scalabile, possono così sintetizzarsi:

1. identificazione degli attori coinvolti nel progetto di ricerca (es. stakeholders di sistema; utilizzatori finali;...) e definizione di esigenze e bisogni dettati dal target d'utenza (es. utente primario, secondario, terziario;...);
2. individuazione delle soluzioni *smart* più adatte ed efficaci per l'erogazione e la promozione di servizi energetici e aggiuntivi alla persona, all'edificio e/o urbani in risposta ai bisogni espressi dall'utente finale, attraverso il contatto diretto con i professionisti del settore (es. medici, infermieri,...) mediante l'applicazione ad un caso studio reale - il Centro Civitas Vitae di Padova – OIC Fondazione Onlus, Infrastruttura di Coesione Sociale;
3. costruzione di un modello abitativo innovativo caratterizzato dall'integrazione di soluzioni spaziali e tecnologiche *smart* interoperabili alle diverse scale della città (dall'unità abitativa al distretto) verificate sul caso studio reale¹¹.

La ricerca si avvale, in questa fase, degli strumenti propri della *modellazione informata* ed introduce una nuova possibile modalità di gestione delle informazioni tale da favorire il controllo delle prestazioni riferite all'edificio e dei dati monitorati alla persona. In questo modo è possibile quantificare i livelli di qualità abitativa raggiunta al fine di promuovere eventuali ottimizzazioni ed opportune valutazioni sulle soluzioni adottate in fase d'uso ed ex-post, in considerazione di specifiche condizioni dettate dai singoli target d'utenza coinvolti.

La ricerca si conclude con la definizione di uno strumento e implementazione della *piattaforma informatica* – utile a definire nuovi possibili scenari di gestione e d'uso degli spazi abitativi o residenziali per gli anziani attraverso l'erogazione di una gamma di funzionalità e servizi (domestici e/o urbani) *smart*, sulla base del modello di simulazione progettuale precedentemente definito.

Nel caso dell'anziano, la piattaforma AAL (Ambient Assisted Living) costituisce uno strumento interattivo basato sull'integrazione di componenti intelligenti alle diverse scale della città - dallo spazio urbano fino all'edificio e all'ambiente domestico - e sull'utilizzo e la gestione di una serie di dispositivi *smart* controllabili a distanza e in grado di rispondere ai vari aspetti e necessità poste dagli utenti.

Un'*architettura di sistema*, integrata all'ambiente domestico, consente la raccolta e il

riutilizzo delle informazioni e permette l'interazione con l'utente mediante un'interfaccia di comunicazione accessibile da cui è possibile abilitare una serie di funzionalità (Capitolo 7. *Piattaforma informatica per l'AAL*).

La PARTE IV – *Epilogo* si conclude con la descrizione dei risultati della ricerca a partire dalla considerazione delle principali implicazioni del tema affrontato in termini di innovazione di processo e di prodotto (Capitolo 8. *Conclusioni*).

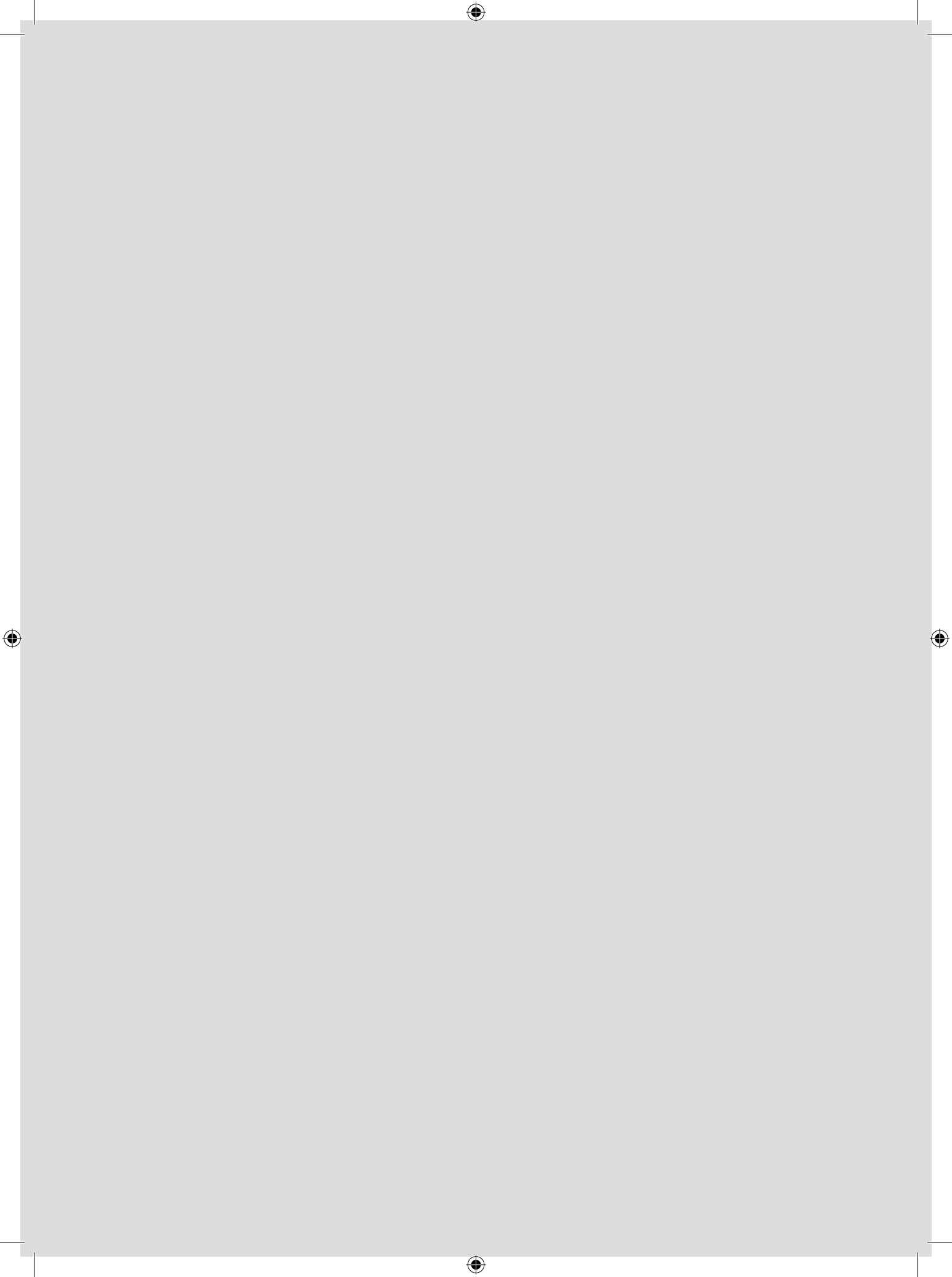
L'attenzione si sposta, quindi, dall'utente - *Wearable Device* - all'oggetto - *Smart Object*, *Smart Appliance* - dal dispositivo - *Smart Device* - alle tecnologie - *Smart Technologies*, *Smart Solutions* - e dall'utente - *Smart User* - allo spazio fisico - *Smart District*, *Smart Building*, *Smart Home* - e virtuale - *(Smart) Building Information Model* - e tiene conto dei possibili diversi gradi di interazione che è possibile stabilire tra persona fisica, mondo digitale e ambiente costruito.

Note

9. "Un'architettura si può definire *sociale* quando lo spazio realizzato non si limita a contenere un'azione sociale, bensì ha la capacità di divenire operatore attivo di relazioni tese alla coesione sociale". Faroldi, E. (2015). Architetture per la salute e la formazione. Lineamenti e tendenze. *Technè*, 9, 9-13.

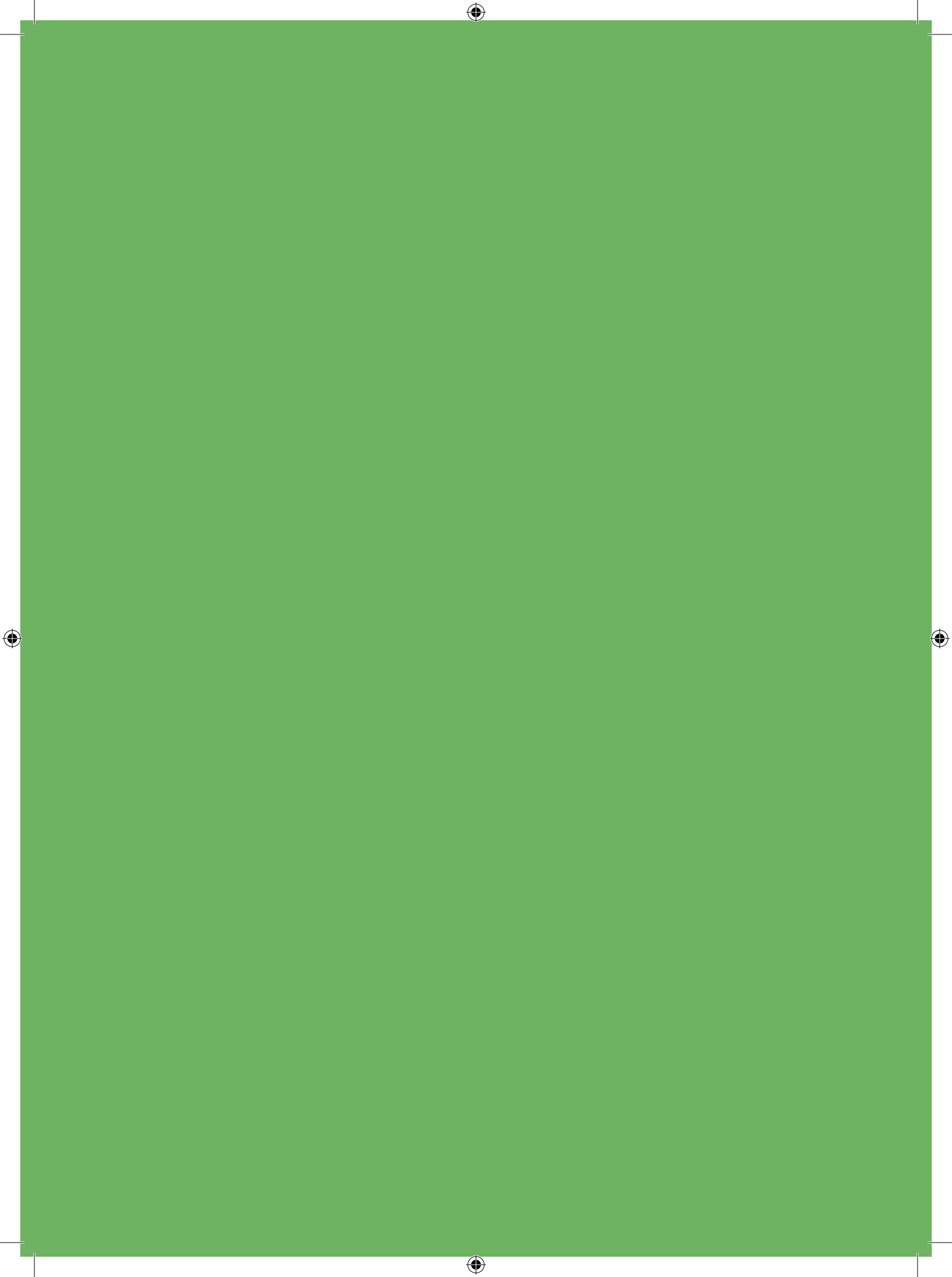
10. Questa fase della ricerca è stata svolta, in parte, in collaborazione con il gruppo di ricerca ENEA, nell'ambito della ricerca d'Ateneo 2017 finanziata da Sapienza, dal titolo "Smart Technology and Design in Ambient Assisted Living for the Ageing Society" - Responsabile scientifico: prof. Eugenio Arbizzani (PDPA Sapienza); Responsabili operativi: Paola Clerici Maestosi (ENEA); Paolo Civiero (PDPA Sapienza) - e ha avuto come finalità la definizione delle possibili soluzioni tecnologiche ICT/IOT da implementare, rispetto alle sperimentazioni di ricerca illustrate e condotte dal centro ENEA a Casaccia (Roma) e da altri istituti di ricerca applicata in questi anni. La visita e partecipazione ai due eventi SMARTER LIVES 2018 e SMARTER LIVES 2019 organizzati dall'Università di Innsbruck e dall'Eurac Research Center di Bolzano nell'ambito dell'AAL Competence Network (Sezione austriaca del programma europeo AAL JP) e la partecipazione a fiere di prodotti e dispositivi *smart*, quali per esempio l'evento MCE – Smart! 2018, svolto a Marzo 2018 presso la Rho Fiera di Milano hanno completato il quadro conoscitivo, alla base del modello operativo poi predisposto.

11. Lo sviluppo e implementazione del *modello abitativo smart* e della *piattaforma informatica* basata su *modellazione BIM parametrica* sono stati svolti durante la fase sperimentale e applicativa della ricerca, condotta singolarmente dall'autore, e costituiscono il contributo propositivo della presente tesi dottorale.



PARTE I

Stato dell'arte



VERSO UNA SOCIETÀ CHE INVECCHIA

ABSTRACT

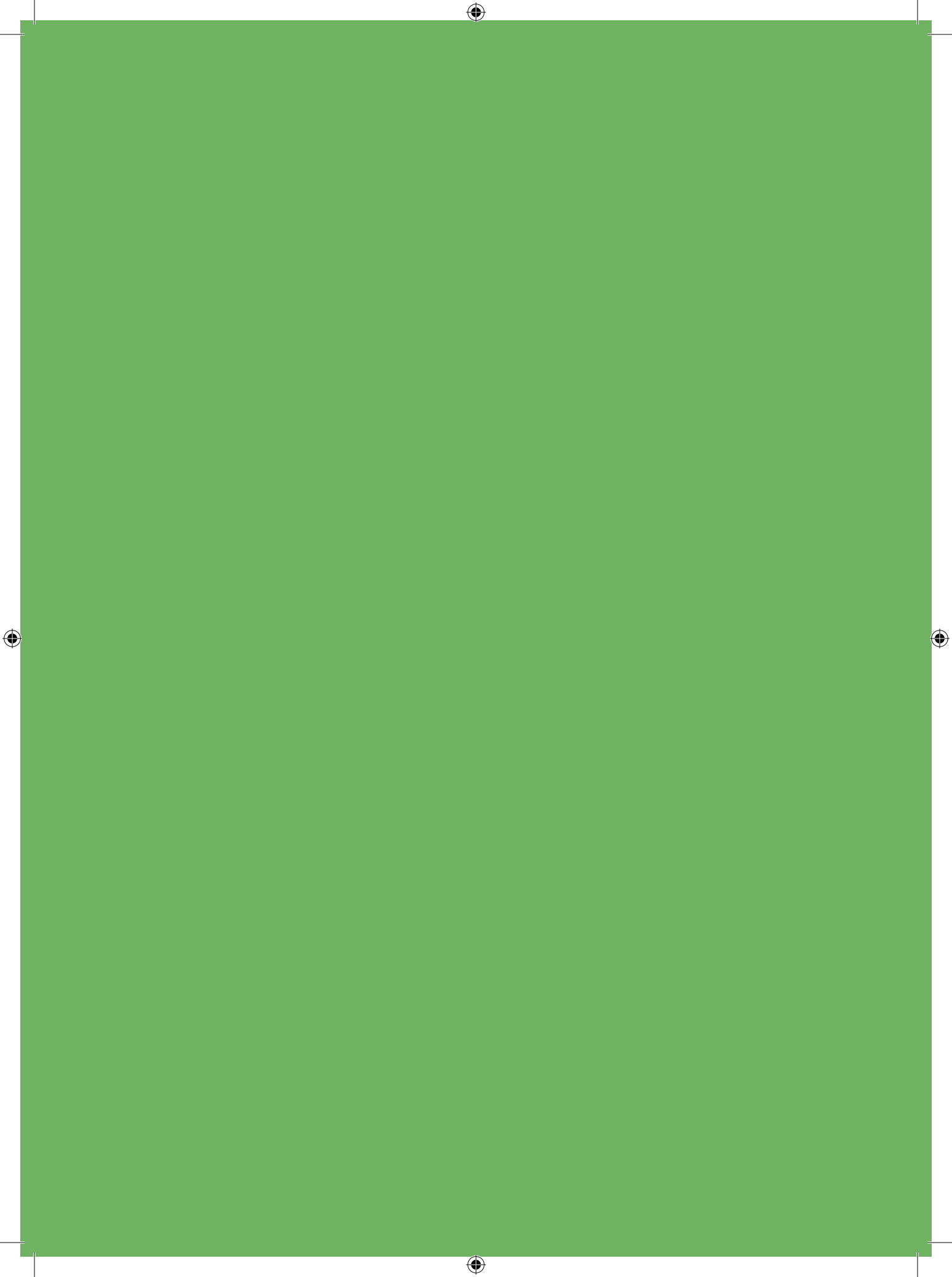
Le indagini statistiche sull'andamento demografico indicano che nel prossimo futuro la popolazione anziana sarà in costante aumento. In Europa la percentuale di anziani – persone adulte di età uguale o superiore a 65 anni – raggiunge la soglia del 19,4% della popolazione totale, mentre in Italia è pari a circa il 22,3% ed è destinata ad aumentare progressivamente.

L'Ageing Society costituisce uno dei temi chiave nell'ambito dei programmi di ricerca europei, in linea con gli obiettivi Horizon 2020, che indirizzano gli effetti correlati a questa importante sfida demografica, verso la promozione di politiche per l'Active and Healthy Ageing.

A partire dal 2008, l'AAL JP mira a migliorare le condizioni di vita degli anziani e ad accrescere le opportunità industriali nell'area delle ICT - Information and Communication Technologies. Nel 2014, il MIUR ha proposto le linee-guida di sviluppo della ricerca sul tema a scala nazionale, sollecitando l'adozione di un approccio scientifico integrato.

In questo quadro di ricerca, la questione dell'Ageing Society sembra offrire nuove opportunità di sviluppo e nuove possibilità di mercato e crescita industriale, con importanti ricadute anche per il settore delle costruzioni, per il quale si prospetta un potenziale rafforzamento delle possibilità di interazione e partecipazione sociale per l'utente anziano nell'ambiente costruito, con una conseguente riduzione dei costi sociali, sanitari e assistenziali.

Le *smart homes* sono un ingrediente essenziale di questa evoluzione tecnologica, grazie alla capacità di aiutare gli anziani e più in generale gli utenti deboli a vivere il più a lungo possibile e in modo indipendente nella propria abitazione. Una gamma di dispositivi intelligenti integrati nel sistema edilizio e urbano consente assistenza e monitoraggio continuo dello stato di salute, assicurando dignità e autonomia alla persona in età avanzata.

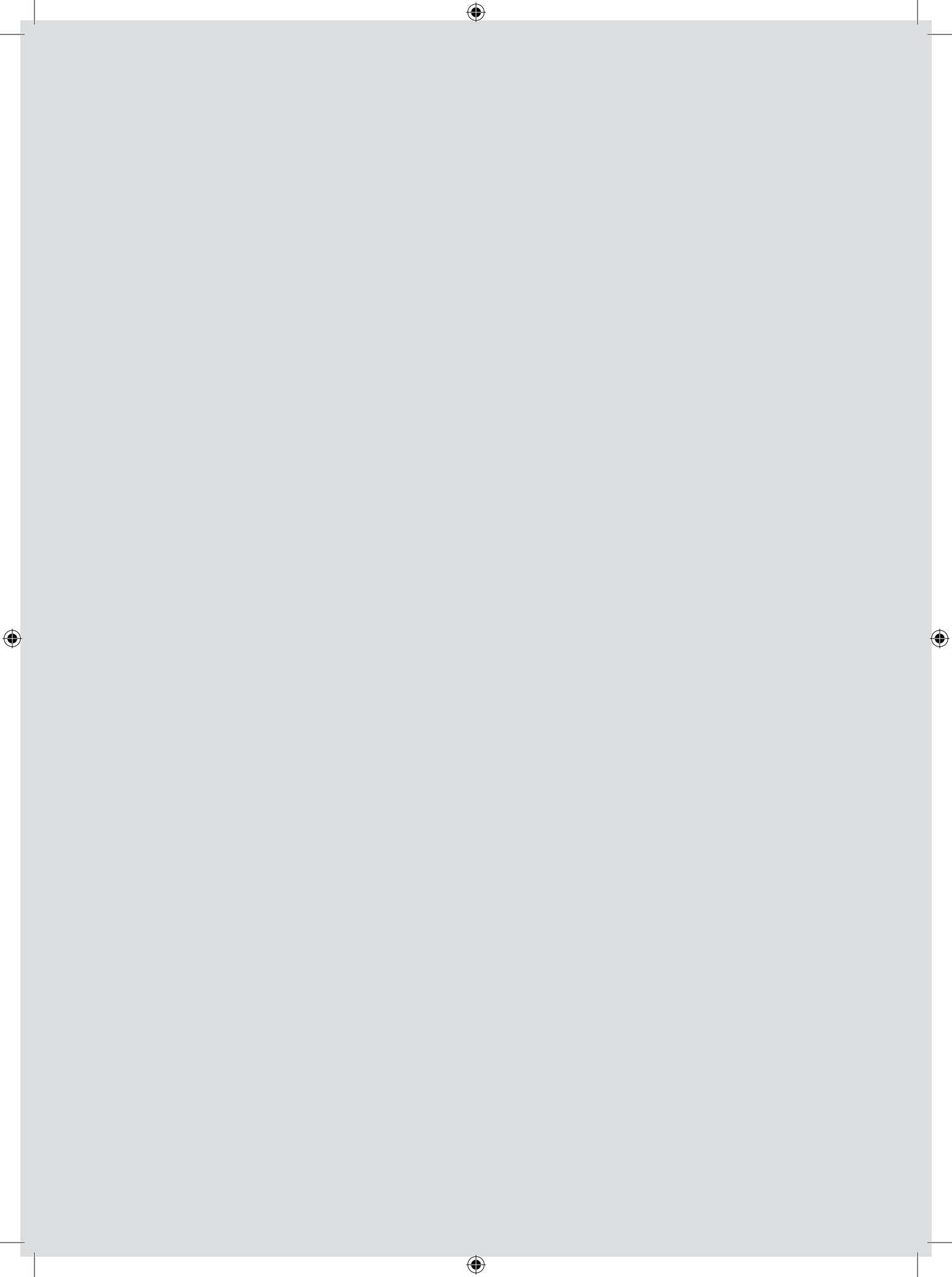


CAPITOLO 2 DALLE CITTÀ ALLE ABITAZIONI INTELLIGENTI

ABSTRACT

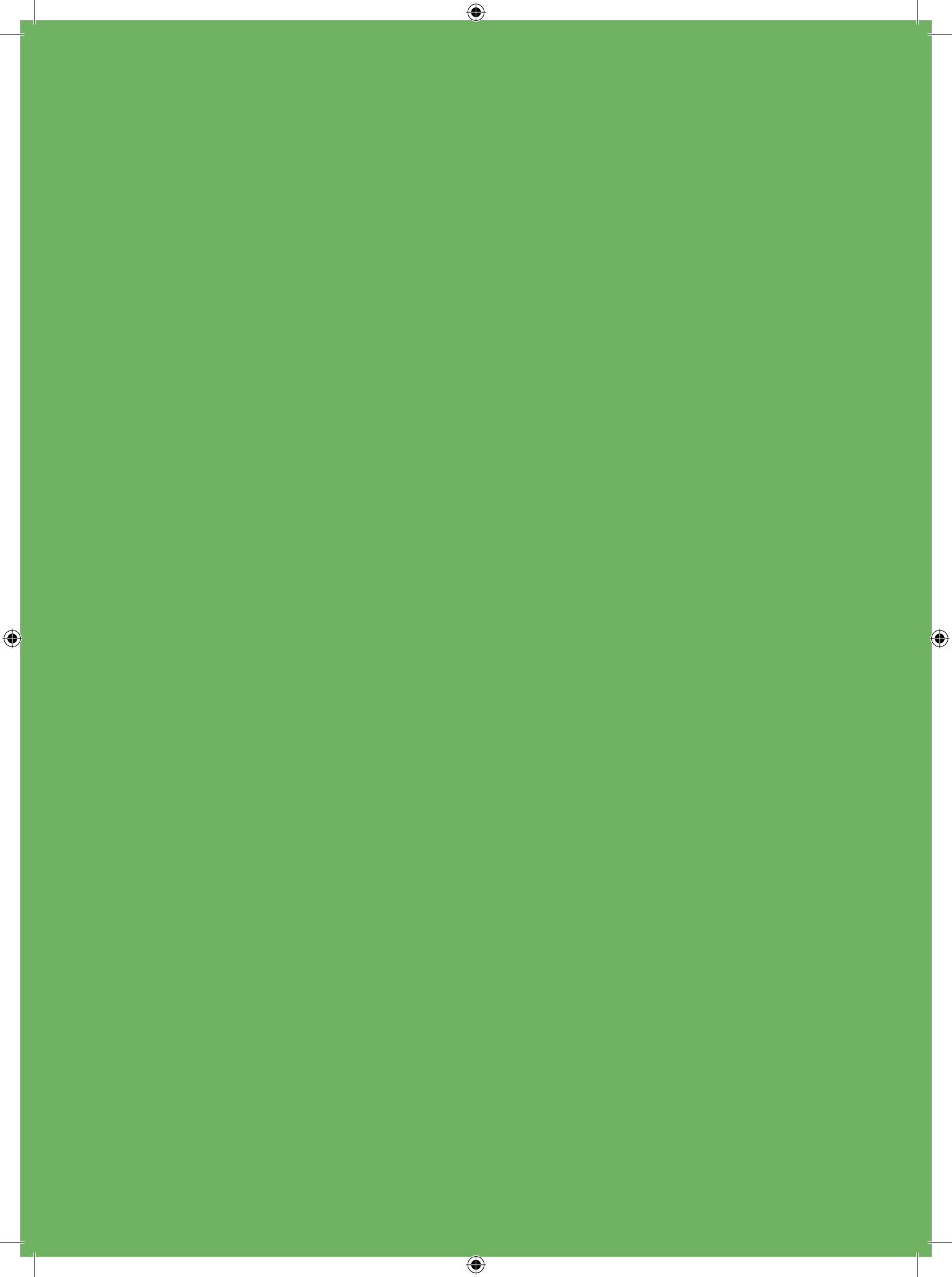
La dimensione sempre più pervasiva dei dispositivi di informazione e comunicazione modifica alcuni aspetti della vita sociale, migliora la connettività e determina possibili scenari di interazione dell'utente con l'ambiente costruito. Un elemento importante nel concetto di Smart City è rappresentato dal passaggio dalle singole applicazioni ad un'azione combinata tra tecnologie differenti, al fine di rendere il sistema più efficiente e intelligente. Seppure non esista una definizione univoca del termine, il potenziale della Smart City risiede nella capacità di favorire possibili dinamiche di inclusione sociale. Le opportunità che la Smart City offre per il soddisfacimento di precisi bisogni della persona sono riconducibili non tanto alla quantità considerevole di tecnologie disponibili, quanto alla qualità dei servizi che esse sono in grado di erogare.

Il valore aggiunto di questi dispositivi risiede nella capacità di immagazzinare dati e informazioni e di trasmetterli in un'ottica di rete agli utilizzatori finali, resi accessibili attraverso interfacce di comunicazione e sistemi dedicati. Le possibilità offerte variano dalle necessità propriamente energetiche e ambientali ai bisogni sociali della popolazione, allo sviluppo di tecnologie e servizi mirati alle singole necessità.



PARTE II

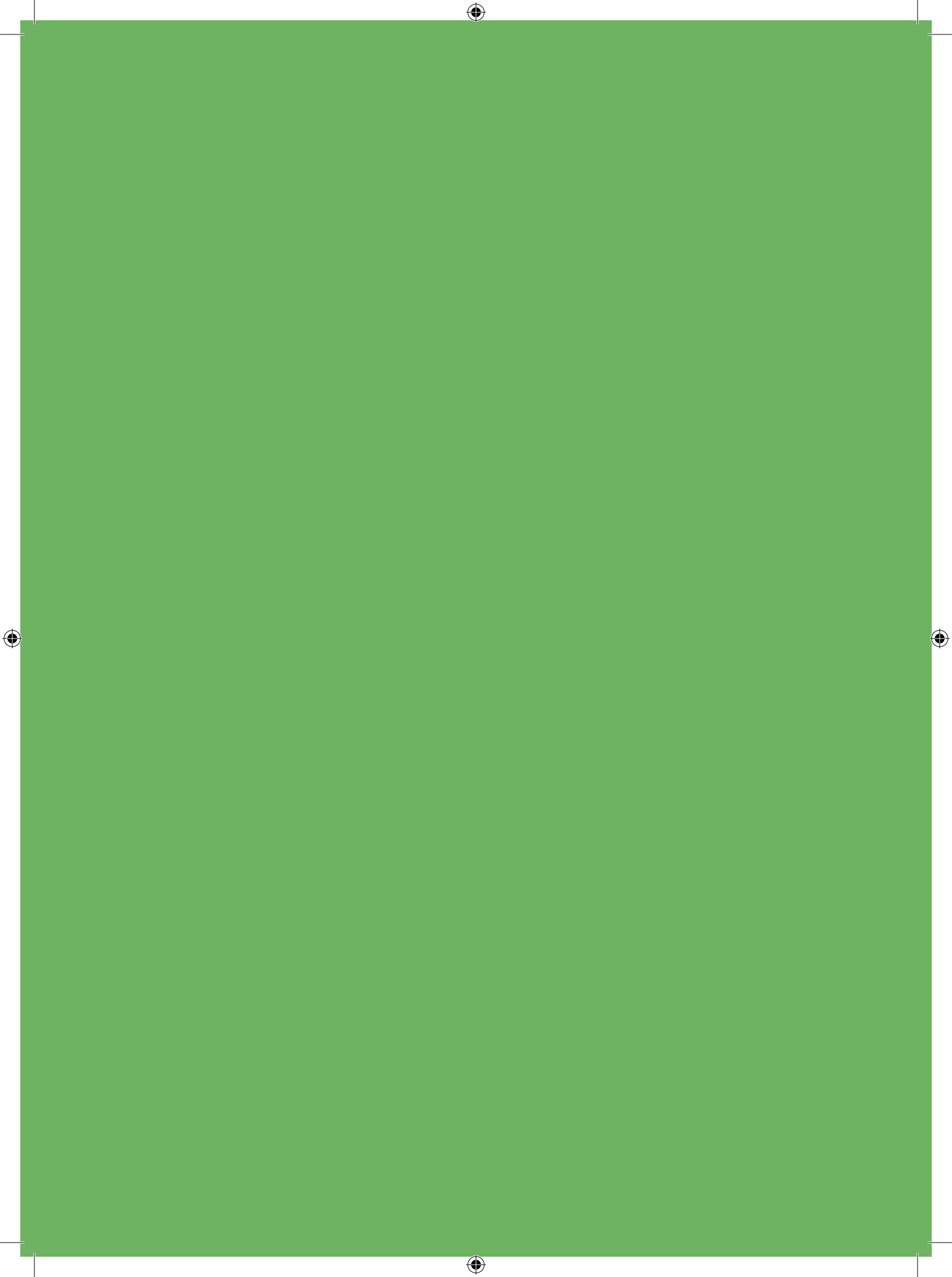
Esperienze di innovazione tipologica e tecnologica



CAPITOLO 3 PROGETTO TIPOLOGICO NELLE ABITAZIONI PER ANZIANI

ABSTRACT

Con l'innalzamento dell'età media della popolazione, il periodo di attività e in salute dell'anziano è destinato a prolungarsi progressivamente, così come il suo periodo di permanenza a casa. Questo cambiamento comporta un profondo ripensamento dell'offerta abitativa riferita all'anziano, sempre più propenso a rimanere nella propria abitazione o in forme di residenza non istituzionalizzate, dove poter godere di un ambiente di vita familiare e comunitario e usufruire di una gamma di servizi diversificati, commisurati alle esigenze dell'età. Fino a qualche tempo fa, la residenza istituzionalizzata costituiva la tipologia più adatta a soddisfare i bisogni delle persone anziane e dei loro familiari, ed era in grado di fornire risposte sufficientemente adeguate anche per persone con un certo grado di autonomia, attraverso la creazione di forme abitative protette e confinate. L'aumento dei costi della spesa sanitaria e assistenziale a breve e lungo termine, dovuto al progressivo invecchiamento della popolazione, unitamente all'emergere di nuove esigenze dell'anziano nel tempo, hanno portato alla necessità di definire rinnovate forme di *domiciliarità*, e ad aggiornare i modelli tradizionali di abitazioni per anziani verso la sperimentazione di soluzioni abitative, varie e diversificate.



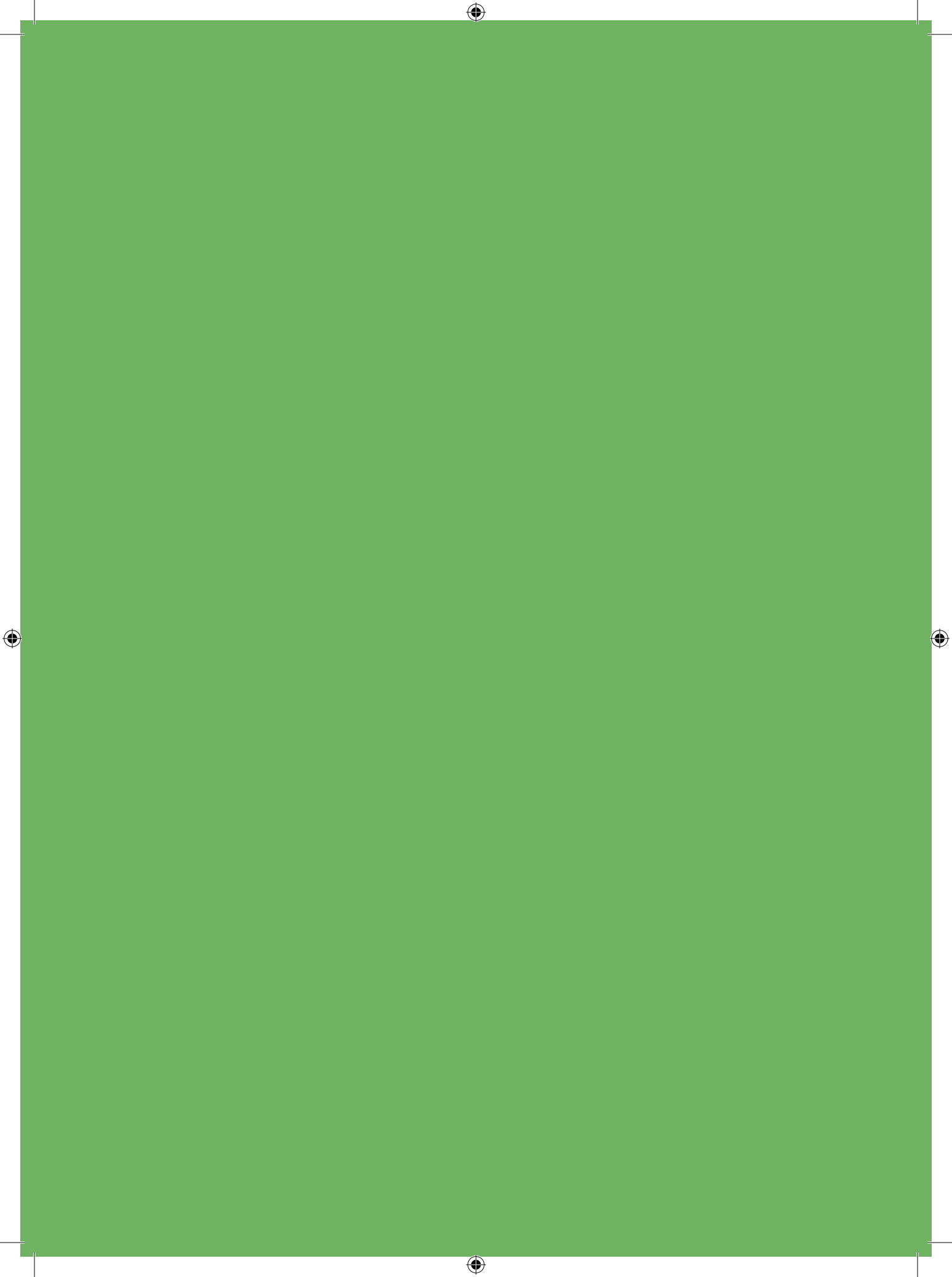
CAPITOLO 4 BEST PRACTICES DI RICERCA INDUSTRIALE E SVILUPPO SPERIMENTALE

ABSTRACT

La raccolta di *best practices* di ricerca industriale e sviluppo sperimentale restituisce i risultati significativi di alcune sperimentazioni condotte a scala nazionale e internazionale ed esperienze sul tema delle *smart homes* riferite ad utenze deboli e anziani. Si tratta di modelli prototipali sviluppati grazie alla collaborazione tra centri di ricerca e partner industriali unitamente all'apporto delle università e al contributo di enti locali pubblici e privati che operano in vari ambiti – dal settore informatico, dell'automazione e della robotica assistiva, ai campi dell'housing e del sociale, dell'assistenza infermieristica e della sanità – riuniti in gruppi di lavoro multidisciplinari.

L'esito di queste ricerche di natura applicativa, spesso portate avanti con finanziamenti ottenuti a livello europeo, coincide con la definizione di modelli prototipali di ambienti domestici o edifici residenziali assistiti, la cui verifica e applicazione sul campo è, in molti casi, ancora in corso o in fase di implementazione. A questi modelli si aggiungono alcune esperienze di ricerca condotte a scala urbana, dove l'inserimento di sistemi tecnologici evoluti si estende fino alla scala del distretto o della città.

Tali ricerche selezionate mirano a definire due principali categorie di prodotto: a) modelli prototipali di *smart homes*, caratterizzati dall'integrazione di soluzioni ICT/IOT in ambiente domestico o urbano; b) *piattaforme* interoperabili di servizi, definite mediante la predisposizione di interfacce di comunicazione con l'utente.



CAPITOLO 5 DISPOSITIVI INTELLIGENTI E SERVIZI INNOVATIVI

ABSTRACT

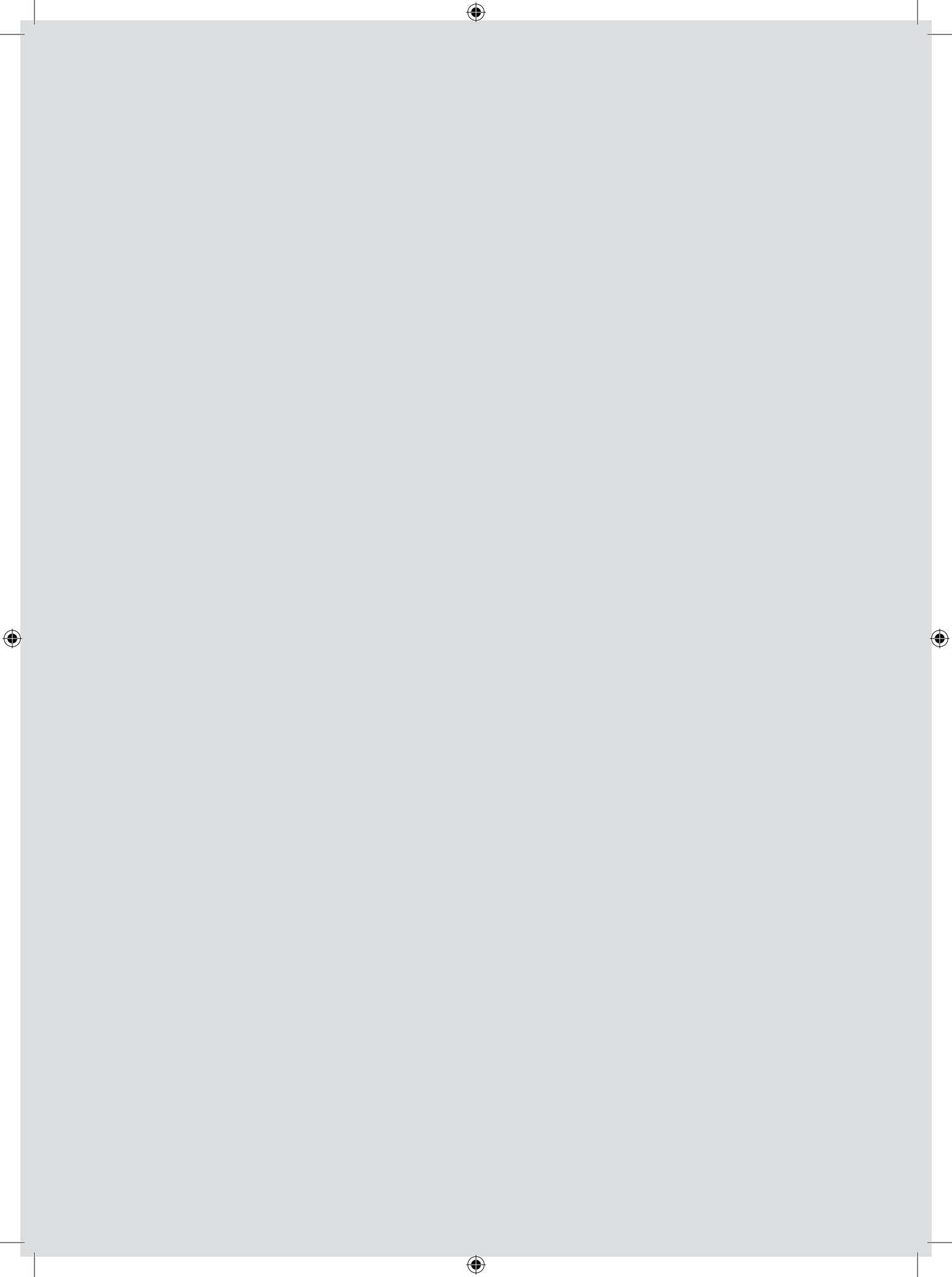
Le ricerche finora condotte sul tema delle *smart homes* dimostrano come sia ad oggi possibile adottare soluzioni innovative e intelligenti negli alloggi e negli edifici residenziali per anziani e allo stesso tempo evidenziano come esse siano eccessivamente costose nell'ottica della gestione e della sostenibilità economica degli interventi, se non supportate dal valore aggiunto di nuovi servizi personalizzati indirizzati a tutte le utenze coinvolte.

L'inserimento di dispositivi *smart* per il controllo e monitoraggio energetico si confronta con tempi di ritorno ancora molto elevati dal punto di vista economico; può essere, tuttavia, utile e necessario comprendere i benefici indotti a partire da servizi di diversa natura, ma significativi in termini di miglioramento della qualità della vita, sui quali vale la pena investire nel prossimo futuro.

Questo aspetto costituisce un gap ancora da colmare, dal quale deriva che la modalità da seguire o la metodologia più adatta sia quella di definire bisogni ed esigenze in relazione alla categoria specifica (utente fragile o anziano), rispetto ai quali identificare la tecnologia o il servizio più utile ed efficace, in risposta alla nuova domanda abitativa del mercato sociale a cui si riferisce.

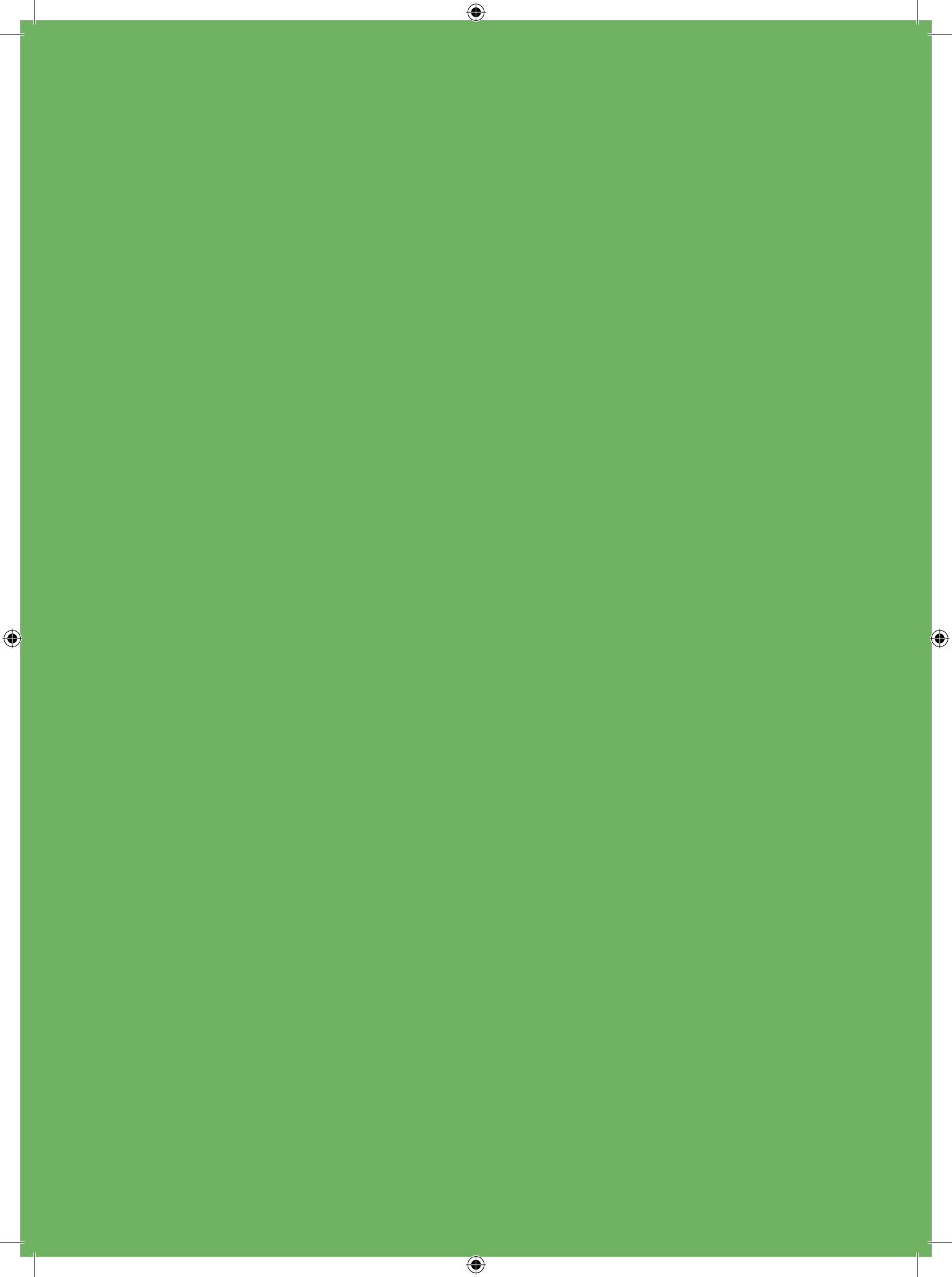
Il processo di raccolta e selezione dei dispositivi intelligenti provenienti dal mondo della ricerca e dal campo della produzione industriale richiede pertanto un'analisi attenta e misurata, al fine di comprendere le funzionalità specifiche dei singoli prodotti e verificare quali siano le soluzioni più adatte per il soddisfacimento di determinate richieste poste dall'utenza e la loro reale utilità.

La molteplicità di tecnologie a disposizione dà conto del rapido ed elevato livello di innovazione tecnologica raggiunto per questi prodotti che gradualmente penetrano il settore delle costruzioni.



PARTE III

Proposizione del modello



CAPITOLO 6 MODELLO ABITATIVO *SMART* PER ANZIANI

ABSTRACT

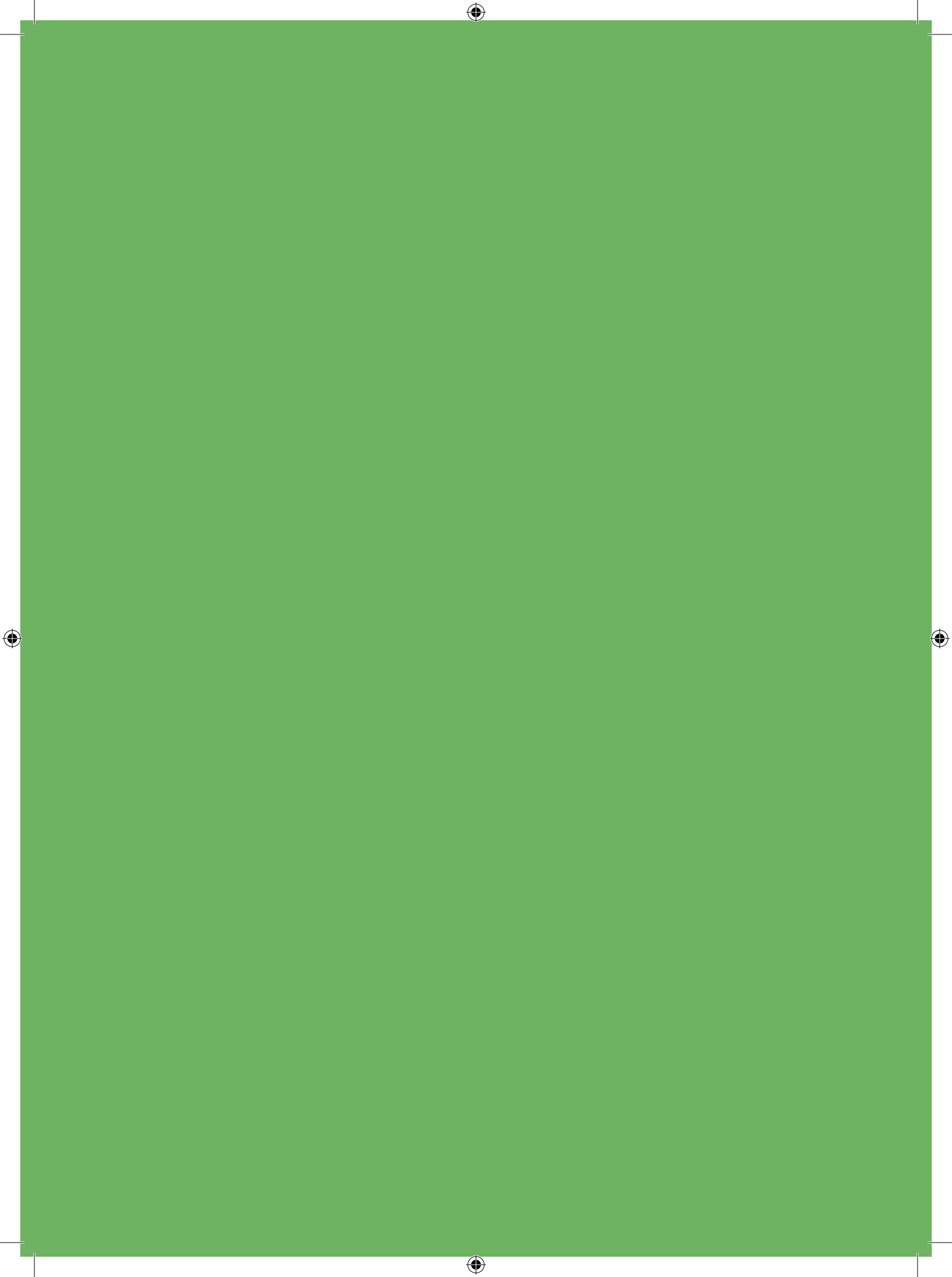
La progettazione dedicata agli ambienti domestici assistiti per anziani è caratterizzata da spazi privi di ostacoli e liberi da barriere e segue tre direzioni correlate e in sinergia:

- design a favore dell'*inclusione sociale*;
- integrazione tecnologica di soluzioni ICT e IOT *interoperabili*;
- efficienza integrata del sistema.

La combinazione di un *design inclusivo* con le funzionalità proprie di un insieme di dispositivi per l'AAL (Ambient Assisted Living) possono rendere più facilmente accessibili e gestibili i servizi domestici e di assistenza alla persona, con il risultato di un maggiore controllo sull'ambiente, una maggiore efficienza energetica e un generale miglioramento della sicurezza e del benessere abitativo.

Il presente studio è rivolto alla definizione di un modello abitativo innovativo e all'*upgrade* funzionale e tecnologico di un complesso residenziale per anziani nel distretto Centro Civitas Vitae di Padova, OIC Fondazione Onlus, Infrastruttura di Coesione Sociale. Lo studio ipotizza l'integrazione di una serie di dispositivi nell'ambiente domestico utili a garantire: un adeguato livello di *comfort indoor* (COM – Comfort); la *sicurezza* in casa (SAE – Safety & Security); il rilevamento delle emergenze e l'*assistenza* alla persona (AAL – Assisted Living); la gestione dell'*energia* (NRG – Energia) per un utilizzo ottimale delle risorse a disposizione.

In questo modello abitativo innovativo, l'*upgrade* energetico, combinato con l'attivazione di una serie di servizi aggiuntivi, favorisce l'efficienza integrata del sistema e consente una gestione delle risorse ottimale e una maggiore attrattività dell'offerta abitativa proposta attraverso l'erogazione di funzionalità specifiche.



CAPITOLO 7 PIATTAFORMA INFORMATICA PER L'AAL

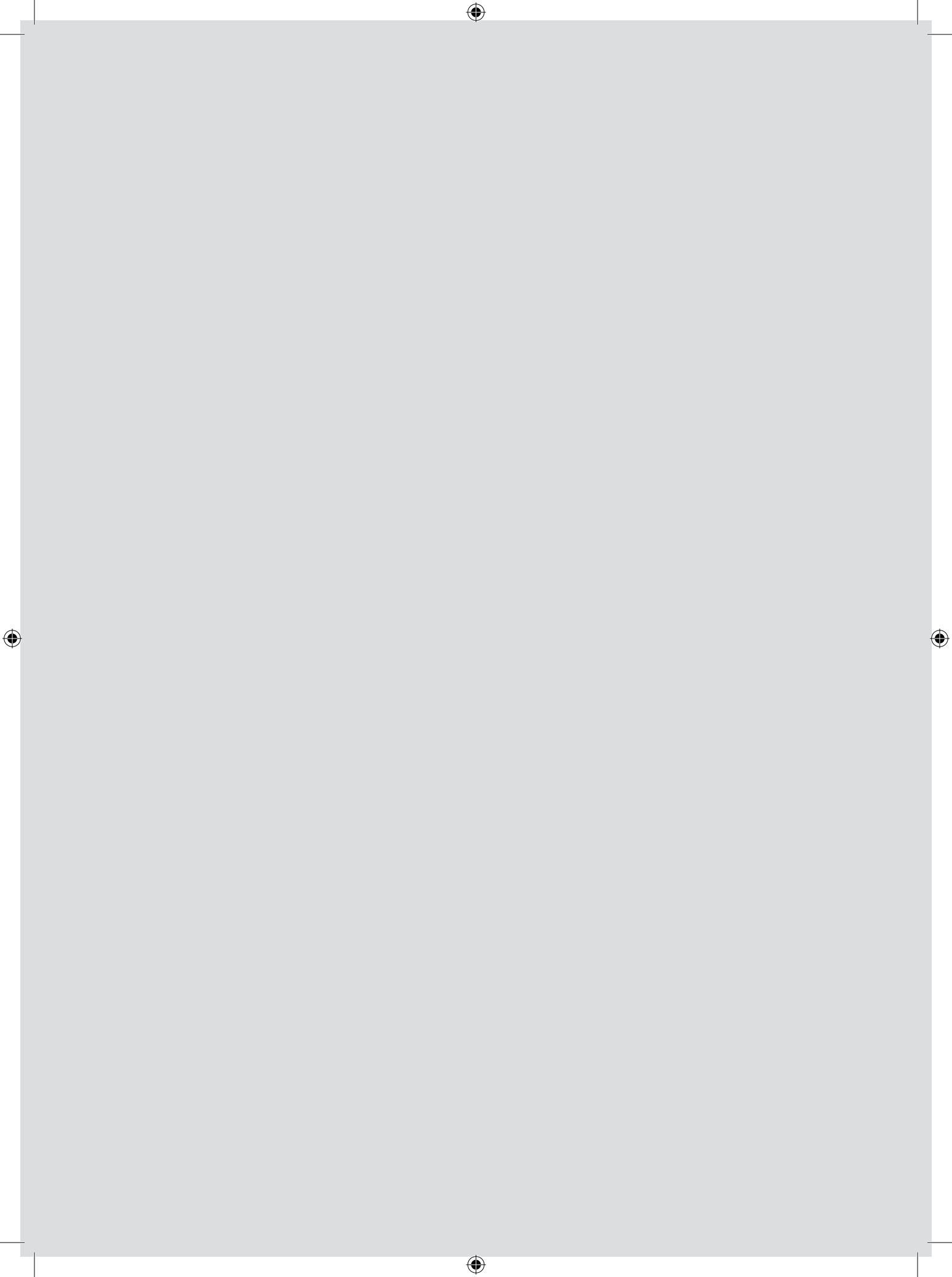
ABSTRACT

Le innovazioni tecnologiche che caratterizzano la ricerca in ambito Smart City e Ambient Assisted Living (AAL) definiscono nuovi scenari di sviluppo per la filiera delle costruzioni, dove alla diffusione di sistemi tecnologici avanzati si affianca la creazione di piattaforme ICT/IOT di servizi *interoperabili* rivolti al cittadino/utente.

La *piattaforma informatica* costituisce uno strumento interattivo basato sulla raccolta e riutilizzo delle informazioni provenienti dai diversi dispositivi inseriti alle distinte scale dell'ambiente costruito. Grazie all'*interoperabilità* tra tecnologie e sistemi è possibile condividere e utilizzare prontamente le informazioni in modo sicuro ed efficace e dunque gestire la molteplicità di dati provenienti dai diversi canali informativi, erogando una vasta gamma di servizi digitali.

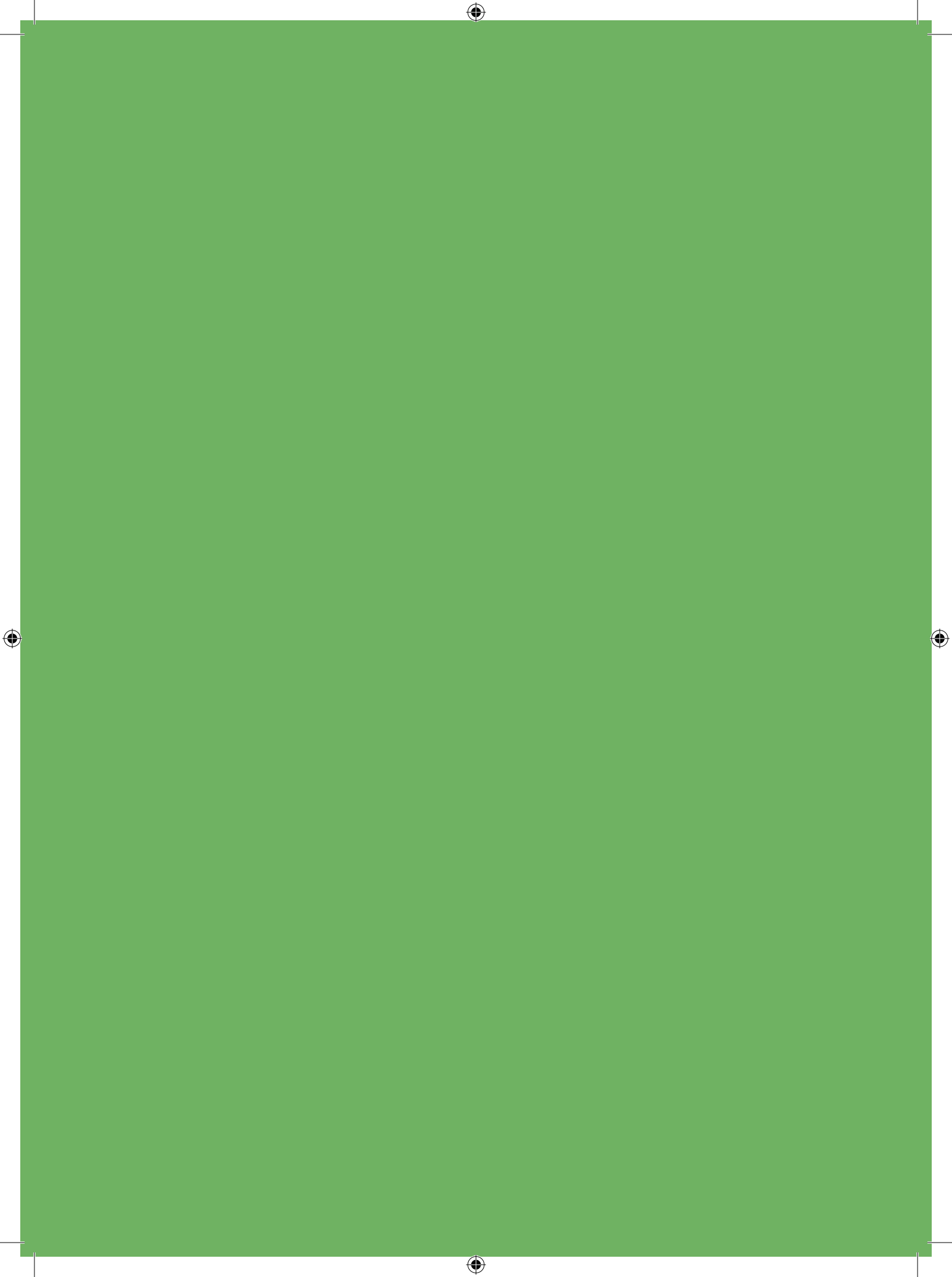
Lo studio ha messo a punto una metodologia di ricerca integrata finalizzata alla costruzione di una piattaforma AAL (Ambient Assisted Living) per la *gestione del living*, utilizzabile sia dagli anziani e dai caregivers formali e informali, sia dai gestori di strutture sociali, sanitarie e assistenziali. Tenendo conto delle possibili limitazioni da parte degli *users* finali, è stata definita un'interfaccia di comunicazione dalle caratteristiche *user-friendly*, accessibile e accettabile nell'aspetto, tale da massimizzare l'efficacia e consentire il corretto utilizzo. La piattaforma AAL (Ambient Assisted Living) mira a controllare, gestire e monitorare i diversi dispositivi presenti nell'ambiente domestico e nello spazio urbano, e a pianificare, programmare e organizzare una serie di attività personalizzate entro un'ampia gamma di servizi dedicati all'Ageing Society. L'accesso ai dispositivi e alle attività o servizi è pensata in modalità *open-source*, mentre la piattaforma AAL sarà utilizzabile tramite App per smartphones e sistemi dedicati.

Interfaccia grafica della piattaforma



PARTE IV

Epilogo



CAPITOLO 8 CONCLUSIONI

La presente ricerca vuole offrire all'occhio del lettore un approfondimento circoscritto al tema delle abitazioni per anziani, in cui vengono esplorate le *innovazioni di processo e di prodotto* delineate dalla ricerca in questo campo, in relazione alle possibilità di controllo e monitoraggio offerte dai recenti strumenti di *modellazione informata*. Pur attingendo da questioni già ampiamente dibattute sul tema, questo studio trova una sua interpretazione univoca che esula dai risultati delle trattazioni ricorrenti e amplia il punto di vista verso nuovi orizzonti di sperimentazione. La metodologia *bim-based* si rivela particolarmente adatta a supportare i processi di progettazione e gestione dei futuri edifici *smart*, ugualmente valida nel caso delle abitazioni per anziani. Il modello digitale rappresenta uno strumento in grado di valutare le prestazioni offerte e di monitorare i dati provenienti dai singoli dispositivi, ovvero di interagire direttamente con l'utente e il mondo reale, attivando una gamma di *facilities* digitali. La presente trattazione intende, quindi, restituire criticamente al lettore i principali risultati desunti dalle simulazioni, a partire dalle quali vengono aperti nuovi campi di indagine e di approfondimento sull'argomento ancora da esplorare.

Smart Technologies and Design in Ambient Assisted Living (AAL) for the Ageing Society
p. 320

8.1 Innovazione nel settore delle costruzioni in ambito AAL

Innovazione di processo

La ricerca sul tema della progettazione delle residenze e degli spazi abitativi per anziani è rivolta alla definizione di nuove pratiche insediative, riferite a questa categoria d'utenza, per le quali si prospetta una nuova stagione di sviluppo, proiettata verso la creazione di abitazioni maggiormente *intelligenti, inclusive e sostenibili*. Mentre i criteri dell'*Inclusive design* sono ampiamente presenti negli esempi più recenti di abitazioni per anziani, come già visto nella prima parte della trattazione, le questioni di efficienza energetica e di *up-grade* tecnologico, rivolte alla trasformazione intelligente e sostenibile dell'ambiente costruito, rappresentano un campo di sperimentazione progettuale emergente, le cui ricadute – sia in termini di sostenibilità sia di qualità della vita – sono ancora da indagare.

Sebbene l'inserimento di soluzioni sofisticatissime di *home e building automation* contraddistingua gli attuali processi di innovazione in ambito industriale – come mostrato dai numerosi esempi ed esperienze di Ricerca e Sviluppo (R&S) illustrati a scala nazionale e internazionale – questi sistemi molto avanzati e testati prevalentemente in altri settori (es. informatico, sanitario e assistenziale) necessitano ancora di opportune valutazioni al fine di delineare nuove pratiche di *qualità dell'abitare*. L'operazione di trasferimento delle singole soluzioni dai modelli prototipali sviluppati nel campo della ricerca applicata alle tradizionali abitazioni per anziani, rivela la presenza di effettive *barriere* culturali, tecniche ed economiche, che è possibile superare solo attraverso la comprensione dei benefici energetici e sociali che derivano dall'inserimento e utilizzo di queste tecnologie.

La natura multidimensionale della questione richiede l'adozione di un approccio scientifico multidisciplinare e integrato che attinge da diversi ambiti (es. housing sociale, medicina, sociologia, domotica, informatica,...) e vede la partecipazione di diverse figure (es. progettisti, esperti di informatica e sistemi di automazione, operatori sanitari e assistenziali, gestori di strutture, etc.) che interagiscono sin dalle prime fasi di programmazione e progettazione degli interventi, fino alle fasi d'uso, manutenzione e gestione del sistema costruito, nella definizione delle sue componenti *materiali* (es. fornitori di prodotti, strumenti e dispositivi smart) e *immateriali* (es. erogatori di servizi digitali), al fine di favorire una maggiore razionalizzazione e condivisione degli aspetti economici, energetici e sociali.

Il fine ultimo dell'innovazione è: da un lato, la facilitazione dei processi e l'ottimizza-

zione delle risposte progettuali e prestazionali ottenibili tenendo conto delle specifiche dettate di volta in volta dalle diverse tipologie d'utenza; dall'altro, un notevole beneficio giunge per gli utilizzatori finali, in termini di riduzione dei costi - energetici, di assistenza e di cura - accessibilità ai servizi e miglioramento della qualità della vita.

L'integrazione di dispositivi e strumenti tecnologici evoluti richiede, da parte dei progettisti, un *background* di conoscenze e competenze adeguate su questi sistemi, tali da innescare pratiche insediative all'avanguardia. L'apporto aggiuntivo degli *stakeholders* funge, poi, da incubatore e sollecitatore di pratiche edilizie innovative: l'inserimento di soluzioni IT negli spazi fisici - domestici e urbani - concorre alla determinazione del potenziale di valore raggiungibile in termini di *qualità dell'abitare*, rispetto alla scelta insediativa finale.

Il collegamento tra dinamiche di programmazione e progettazione innovative e pratiche di realizzazione di sistemi costruiti maggiormente *inclusive, intelligenti e sostenibili* comporta l'adozione di nuovi strumenti a supporto delle decisioni e gestionali, che rendono i singoli sistemi - edilizi e urbani - maggiormente interattivi.

In questo contesto, lo strumento della *modellazione informata* si rivela essere la metodologia più adatta a supportare la raccolta e la gestione delle informazioni provenienti dall'edificio, in grado di sostenere il nuovo sistema di *facilities digitali*.

L'efficacia di questo strumento ingloba in sé la fornitura di meccanismi innovativi di cura e assistenza, atti a garantire maggiore dignità alla persona e un buon grado o livello di autonomia e indipendenza (utente primario). I sistemi di automazione e servizi digitali hanno un notevole impatto sulla produttività dei caregivers e operatori del settore sanitario e assistenziale (utenti secondari) e concorrono al progressivo miglioramento delle dinamiche gestionali che riguardano le strutture terziarie a questo deputate (utenti terziari). Grazie alla predisposizione di strumenti informatizzati e digitali - quali *piattaforme web* e *apps* interattive - i servizi assistenziali e sanitari sono più facilmente gestibili nella quantità di informazioni, accessibili anche a distanza, e maggiormente sostenibili nelle modalità di erogazione, sostegno e supporto alla persona vulnerabile; sono inoltre ottimizzate le prestazioni energetiche e sociali che questi stessi sistemi sono in grado di erogare.

I tempi di avanzamento tecnologico sembrano essere abbastanza maturi per poter proporre l'adozione di dinamiche di processo sempre più complesse e sofisticate tali da innescare nuove pratiche di sostenibilità per gli edifici residenziali per anziani, purché l'ottimizzazione economica ed energetica sia adeguatamente sostenuta da rinnovate pratiche di inclusione e innovazione sociale.

A queste trasformazioni che mirano a qualificare i processi di gestione tradizionali, si affiancano rinnovate *prassi progettuali*, a partire dalla definizione di nuovi standard qualitativi per gli edifici residenziali e le abitazioni per anziani, che danno conto del valore aggiunto di dispositivi e servizi evoluti derivanti dai recenti avanzamenti digitali. La molteplicità di dispositivi presenti nel mondo della ricerca e della

produzione industriale consente lo sviluppo di nuove forme abitative che non possono prescindere dalle opportunità dettate dalle trasformazioni tecnologiche in atto. In questo campo, i dispositivi ICT e IOT rappresentano un espediente efficace nel perseguimento degli ambiziosi obiettivi di trasformazione digitale dell'ambiente costruito, grazie al grande potenziale di informazioni e dati che sono in grado di immagazzinare e veicolare. L'introduzione di questi dispositivi nell'ambiente domestico influisce sia sugli aspetti propriamente gestionali, sia sulle modalità spaziali e organizzative del sistema ambientale a cui essi si riferiscono, alle diverse scale, e sulla qualità d'utilizzo. Il sistema edilizio si trasforma in un organismo *proattivo* [Alaimo, 2013], in grado di raccogliere dati e informazioni e rispondere preventivamente alle esigenze degli utenti, servendosi del valore aggiunto, determinato da servizi e dispositivi, tali da stabilire nuove dinamiche di relazione tra utente e ambiente costruito, in termini di nuove possibilità di informazione, di interrelazione e comunicazione [Gaspari, 2017].

Un sistema edilizio *smart* così definito risulta, quindi, maggiormente *flessibile* alle istanze di innovazione dettate dall'introduzione di dispositivi evoluti e servizi innovativi, e *adattabile* agli avanzamenti propri della produzione e della ricerca sperimentale condotti in ambito informatico e dell'automazione industriale, grazie ai quali è ora possibile prefigurare nuovi scenari di sviluppo per il settore delle costruzioni, sia in termini di programmazione e progettazione degli interventi, sia di gestione e d'uso sapiente degli edifici e delle risorse a disposizione.

Questo processo di progressiva innovazione si traduce nella possibilità di definire scenari e prassi insediative maggiormente *duttili* ai cambiamenti e alle richieste della società. Sebbene essi siano riferibili ed estendibili a qualsiasi tipologia edilizia, risultano particolarmente validi nel caso delle abitazioni per anziani: in questo caso, le sfide richieste influenzano in modo positivo la qualità abitativa di utenze particolarmente deboli e vulnerabili. La predisposizione di strumenti di supporto alle fasi di progettazione e gestione dell'ambiente costruito costituisce il primo passaggio obbligatorio rispetto ad un rinnovamento significativo degli apparati procedurali alla base del processo edilizio e delle sue "regie" [Sinopoli, 2015], oltre che dei contenuti di qualità e prestazione alla base di un sistema edilizio e urbano così definito, profondamente innovato nelle sue componenti e nei livelli prestazionali ottenibili, alle distinte scale d'insediamento.

Innovazione di prodotto

L'innovazione dettata dal proliferare di soluzioni tecnologiche avanzate, orientata dalle attuali logiche di mercato e di produzione industriale, è sempre più caratterizzata dall'inserimento di meccanismi di automazione e sistemi evoluti, votati al miglioramento della qualità della vita e alla garanzia di pratiche di maggiore soste-

nibilità negli interventi. Il processo che anima la realizzazione di *edifici intelligenti* [Arbizzani, 1991] si avvale di contenuti, sistemi e prodotti all'avanguardia e necessita di un *know-how* avanzato di competenze digitali tale da supportare il processo decisionale alla base di un organismo edilizio e sistema urbano così definito, in grado di indirizzare le progressive evoluzioni d'uso e gestione per l'ambiente costruito. *L'innovazione di prodotto* incoraggiata dal moltiplicarsi di dispositivi intelligenti nell'ambiente costruito si dota adesso di nuove componenti informatizzate - sempre più efficaci nelle prestazioni e maggiormente ottimizzate negli utilizzi - progressivamente integrate a sistemi di *building automation*, cui si affiancano i progressi emergenti nel campo della *robotica avanzata* e più in generale dell' *industria digitale*, andando a definire i nuovi temi della cultura tecnologica [Campioli, 2017].

Il settore delle costruzioni è caratterizzato da nuove dinamiche strettamente connesse alle evoluzioni tecnologiche di prodotto che attingono dai risultati maggiormente riusciti nel campo della sperimentazione applicata e della ricerca industriale, adeguatamente sostenuta da finanziamenti che stimolano la condivisione del sapere tra pubblico e privato, tra istituti di ricerca e partner industriali, e incentivano la diffusione di nuovi meccanismi di produzione attraverso l'interazione tra settori apparentemente differenti, aprendosi così a nuovi ambiti di sperimentazione particolarmente validi per le abitazioni per anziani.

Con riferimento alla tipologia dell'abitazione assistita per anziani l'efficacia di questi sistemi sarebbe garantita dall'*interoperabilità* che si viene a stabilire tra i singoli dispositivi e unità ambientali di riferimento e da un certo grado di personalizzazione delle soluzioni rispetto a precisi target d'utenza.

La definizione di rinnovati criteri di qualità per gli edifici residenziali per anziani costituisce il punto di partenza per il riconoscimento di nuovi significati di valore per gli immobili ad uso abitativo riferiti a questa specifica categoria d'utenza. Il processo metodologico secondo cui la "qualità del prodotto edilizio" è strettamente correlata alla "sequenza di fasi operative che portano dal rilevamento di esigenze al loro soddisfacimento in termini di produzione edilizia" [UNI 7867:1979] è, quindi, incoraggiato dalla diffusione di nuovi prodotti e sistemi di automazione domestica opportunamente inseriti nel modello abitativo. L'implementazione di strumenti di gestione in cui sia contemplato un approccio integrato tra aspetti propri del *design inclusivo* e strategie innovative del tipo *smart cities and communities* indirizza ulteriormente la realizzazione di nuovi modelli abitativi, riferiti a questa specifica tipologia edilizia e categoria d'utenza.

8.2 Aperture future

Le tecnologie ICT e IOT mettono a disposizione una quantità innumerevole di informazioni, cui è possibile accedere in tempo reale. Le opportunità offerte dall'*architettura di sistema* di far interagire dispositivi di diversa natura amplifica le possibilità di accesso a servizi relativi ad aree differenti - dal *comfort*, all'*energia*, alla *sicurezza* e all'*assisted living*, abilitando una serie di attività gestibili alle diverse scale dello spazio costruito (dall'ambiente domestico, all'edificio, al distretto, alla città).

L'utilizzo dei recenti strumenti di *modellazione informata* durante le fasi di progettazione e gestione favorisce l'approvvigionamento della molteplicità di dati sull'edificio (es. localizzazione, dati ambientali esterni, geometria delle aree e degli elementi,...) e agevola la lavorazione delle informazioni provenienti da spazi e dispositivi *smart* integrati in ambiente secondo processi di controllo e monitoraggio *interoperabili*.

Il concetto alla base del modello abbraccia al suo interno sia componenti energetico-ambientali, sia aspetti sociali: le informazioni inserite nel *modello digitale parametrico* possono applicarsi ai consueti software di simulazione delle performance energetiche e di comfort sugli edifici, al fine di effettuare valutazioni di natura post-occupazionale e conseguenti ottimizzazioni prestazionali, così come l'uso di estensioni di tipo COBie o di altri software per il Facility Management può generare un nuovo modello strutturato di *facilities digitali* rivolte all'edificio e all'organizzazione sanitaria o assistenziale presa in esame.

La combinazione dello strumento della *modellazione informata* BIM con i dati processati dai sensori ICT/IOT integrati in ambiente asseconda servizi di tipo Ambient Assisted Living rivolti ad utenti e professionisti del settore gestibili attraverso una *piattaforma web* che utilizza un linguaggio comune (MySQL) ad entrambi gli strumenti.

Rispetto alle ricerche in corso, il presente studio prende in esame *nuovi parametri* di indagine delle informazioni riferiti adesso alla *qualità della vita* della persona, che esulano, quindi dai tradizionali esiti di ricerca rivolti per lo più alla sfera dell'efficienza energetica e del comfort occupazionale, come evidenziato nei progetti di ricerca europea con *approccio bim-based* illustrati nel Capitolo 2.

Rispetto alle tradizionali piattaforme sperimentali o presenti sul mercato in ambito Ambient Assisted Living, si tratta, viceversa, di uno strumento che utilizza un approccio integrato alla progettazione e gestione dell'edificio, basato sui principi della *modellazione informata*, tenendo conto di tutte le sue componenti - ambientali e

non ambientali.

Con riferimento al modello digitale predisposto – articolato, quindi, in modulo abitativo e *piattaforma web digitale* - una fase successiva della ricerca riguarda:

- l'ottimizzazione dei moduli abitativi e l'estensione del modello all'intero edificio e distretto, attraverso l'uso di procedure interoperabili del tipo BIM/GIS;
- l'ottimizzazione dei processi di trasferimento delle informazioni tra la *piattaforma web* e il modello BIM, e la verifica di ulteriori funzioni in aggiunta rispetto a quelle finora predisposte;
- l'ottimizzazione delle interazioni tra sensori inseriti in ambiente e attività degli utenti, in grado di "popolare" efficacemente l'intero processo alla base del modello di Facility fin qui definito.

I prodotti della presente ricerca e i risultati ottenuti dalle simulazioni consentono, dunque, di prefigurare possibili scenari di innovazione per il settore delle costruzioni, ovvero nuove modalità di utilizzo degli strumenti della *modellazione informata* a supporto dei futuri processi di progettazione e gestione per questa specifica tipologia edilizia, estendibile anche ad altre in campo sanitario e assistenziale, quale punto di partenza per la verifica di ulteriori occasioni e opportunità di ottimizzazione energetica, economica e sociale in ambito Assisted Living.

References

Invecchiamento della popolazione (ITA) | Ageing Society (ENG)

AAL Programme – Active and Assisted Living Programme – ICT for Ageing Well. Disponibile da: <http://www.aal-europe.eu/>. Consultato il: 09.09.2019.

Ageing in Place – an overview. Science Direct. Disponibile da: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/aging-in-place>. Consultato il: 09.09.2019.

Arbizzani, E. (2015). Formazione e salute, ripensare il modello di welfare per conservare la sua sostenibilità. *Techne*, 9, 14-20.

De Munari, I., Matrella, G., Ciampolini, P. (Eds.) (2012). *AAL in Italia. Primo Libro Bianco*. Sandrigo (Vicenza): tgbook.

ECTP (2015). *European RDI Policies for the Construction Sector in the Silver Economy*. ECTP-AABE Position Paper.

EIPonAHA (European Innovation Partnership in Active and Healthy Ageing). Disponibile da: http://ec.europa.eu/eip/ageing/home_en. Consultato il: 09.09.2019.

European Commission (2007). *Ageing well in the Information Society - An i2010 initiative - Action Plan on Information and Communication Technologies and Ageing*. COM(2007) 332 final, Bruxelles. Disponibile da: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM%3A124292>. Consultato il: 09.09.2019.

European Commission (2014). Health and demographic change and wellbeing. Horizon 2020. The EU Framework Programme for Research and Innovation. Disponibile da: ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/health-demographic-change-and-wellbeing. Consultato il: 09.09.2019.

European Commission (2015). *Growing the European Silver Economy*. Background paper. 25 February 2015. EC: European Commission.

European Commission (2018a). *The 2018 Ageing Report. Economic & Budgetary Projections for the 28 EU Member States (2016-2070)*. EC: European Commission. Disponibile da: https://ec.europa.eu/eip079_en. Consultato il: 09.09.2019.

Eurostat (2015). A look at the lives of the elderly in the EU today. Disponibile da: <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/elderly/index.html>. Consultato il: 09.09.2019.

Eurostat (2018a). Individuals – internet activities. Disponibile da: <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>. Consultato il: 09.09.2019.

Eurostat (2018b). Population structure and ageing. Data extracted in June 2017. Disponibile da: http://ec.europa.eu/eip/ageing/home_en. Consultato il: 09.09.2019.

JPI. More years, better lives. Disponibile da: <https://www.jp-demographic.eu>. Consultato il: 09.09.2019.

Katz, S. (1983). Assessing self-maintenance activities: activities of daily living, mobility and instrumental activities of daily living. *Journal of the American Geriatric Society*, 31, 721-727.

ISTAT (2017). Anziani: le condizioni di salute in Italia e nell'Unione Europea. Statistiche report. Disponibile da: <https://www.istat.it/it/archivio/203820>. Consultato il: 09.09.2019.

ISTAT (2018). Popolazione e famiglie. Statistiche report. Disponibile da: <https://www.istat.it/it/files//2018/12/C03.pdf>. Consultato il: 09.09.2019.

Lawton, M., Brody, E. M., (1969). Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist*, 9, 179-186.

Marigliano, V. (2010). *Manuale breve di Geriatria*. Roma: Società Editrice Universo.

Medical Definition of ADLs (Activities Daily Living). Disponibile da: <https://www.medicinet.com/script/main/art.asp?articlekey=2152>. Consultato il: 09.09.2019.

MIUR (2014). *Moving forward for an Ageing Society: Bridging the Distances. Italian position paper*. Roma: Palombi Editori.

OECD (2012). Science and technology perspectives on an Ageing Society. In OECD (Eds.) *Science, Technology and Industry Outlook* (pp. 97-110). Paris: OECD Publishing.

OECD (2015). *Ageing in cities*. Paris: OECD Publishing.

Paolisso, G., Boccardi, E. (2014). L'invecchiamento della popolazione: i dati dell'Osservatorio ARNO. *Journal of Gerontology and Geriatrics*, 2, LXII, 60-63.

Reube, D. B., Laliberte, L., Hiris, J. (1990). A hierarchical exercise scale to measure function at the advanced activities of daily living (AADL) level. *Journal of the American Geriatric Society*, 38, 855-861.

Technopolis & Oxford Economics (2018a). *AAL market and Investment Report*. Technopolis group: AAL Programme.

Technopolis & Oxford Economics (2018b). *The Silver Economy. Final Report*. EU: European Union.

United Nations (2017). World Population Ageing 2017. Highlights – the United Nations. Disponibile da: https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/ageing/WPA2017_Highlights.pdf. Consultato

il: 09.09.2019.

United Nations, HelpAge International and AARP (2017). *Ageing, Older Persons and the 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York.

USERS – AAL Programme. Aal-europe.eu. Disponibile da: <http://www.aal-europe.eu/ageing-well-universe/i-am-a-user-2/>. Consultato il: 09.09.2019.

What is the Silver Economy? Disponibile da: <http://www.smartsilvereconomy.eu>. Traduzione a cura dell'autore. Consultato il: 09.09.2019.

WHO (2002). *Active Ageing: A Policy Framework*. Geneva: World Health Organization.

WHO, Regional Office for the Eastern Mediterranean (2015a). *The growing need for home health care for the elderly*. Disponibile da: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/326801>. Consultato il: 09.09.2019.

WHO (2015b). *World report on ageing and health*. Geneva: World Health Organization.

Città intelligente (ITA) | Smart City (ENG)

Albino, V., Berardi, U., Dangelico, R. (2015). Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22, 1, 3-21.

Ambient Assisted Living and Smart Home Market. Disponibile da: <https://www.marketsandmarkets.com>. Consultato il: 09.09.2019.

Annunziato, M. (2015). Tecnologie e strumenti per le smart cities. In ENEA (Eds.) *Rapporto annuale efficienza energetica* (pp. 93-96). ENEA: Agenzia Nazionale per l'Efficienza Energetica.

Arbizzani, E.; Civiero, P.; Clerici Maestosi, P. (2014a). *Smart Interactive Buildings*. Proceedings of the 14th World Sustainable Building Conference, 28-30 October 2014, Barcelona, Spain.

Arbizzani, E., Civiero, P., Clerici Maestosi, P. (2014b). *Whole building design for Energy-Efficient Interactive Buildings*. Proceedings of the 40th IAHS World Congress, 16-19 December 2014, Funchal – Madeira, Portugal.

Arbizzani, E., Civiero, P., Ortega Madrigal L., Serrano Lanzarote, B. (2015). Soluzioni Smart per la riqualificazione degli edifici residenziali sociali: ricerche ed esperienze internazionali. *Techne*, 10, 222-231.

Building Performance Institute Europe (2016). *Smart Buildings in a decarbonised energy system – 10 principles to deliver real benefits for Europe's citizens*. Bruxelles: Buildings Performance Institute Europe (BPIE).

Building Performance Institute Europe (2017a). *Is Europe ready for the smart buildings revolution? Mapping smart-readiness and innovative case studies*. Bruxelles: Buildings Performance Institute Europe (BPIE).

Building Performance Institute Europe (2017b). *Opening the door to smart buildings*. Bruxelles: Buildings Performance Institute Europe (BPIE).

Building Performance Institute Europe (2017c). *Smart buildings decoded. The concept beyond the buzzword*. Bruxelles: Buildings Performance Institute Europe (BPIE).

Clemente, C., Civiero, P. (2017). *Report di analisi del potenziale delle soluzioni SCC funzionali allo Smart Urban District nella filiera delle costruzioni finalizzata alla definizione dei network e degli stakeholders di sistema*. Report Rds / PAR 2016 – Report Ricerca di Sistema Elettrico. ENEA – MiSE - Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico.

Clemente, C., Civiero, P. (2018). *Report di analisi delle soluzioni SCC funzionali allo Smart Urban District nella filiera delle costruzioni come acceleratore dell'erogazione dei servizi energetici urbani*. Report Rds / PAR 2017 – Report Ricerca di Sistema Elettrico. ENEA – MiSE - Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico.

Clemente, C., Civiero, P., Cellurale, M., Mangiatordi, A. (2019). *Analisi delle soluzioni SCC funzionali ai servizi energetici urbani per lo Smart Urban District con focus specifico sui PED Positive Energy District*. Report Rds / PAR 2018 – Report Ricerca di Sistema Elettrico. ENEA – MiSE - Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico.

Clements-Croome, J., Derek, T. (1997). What do we mean by intelligent buildings? *Automation in Construction*, 6, 395-400.

Clerici Maestosi, P., Meloni, C. (2012). *Human oriented technologies per l'ecosistema urbano*. PROTECTA: ambiente, tecnologia e sviluppo sostenibile. IT: Ecoedizioni Internazionali.

De Santoli, L. (2011). *Le comunità dell'energia*. Macerata: Quodlibet srl.

European Commission (2009). *Investing in the Development of Low Carbon Technologies (Set-Plan)*. COM(2009)519 final, Bruxelles.

European Commission (2010). *Europe 2020. A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth*. COM(2010)2020, Bruxelles.

European Commission (2015). *Smart cities and Communities lighthouse projects – Fundind & tenders*. Disponibile da: <https://smartcities-infosystem.eu/scc-lighthouse-projects>. Consultato il: 09.09.2019.

European Commission (2016). *Clean Energy for All Europeans*. Communication from the Commission COM(2016)860 final, Bruxelles.

European Commission (2017). *The making of a smart city: best practices across Europe*. Energy. Belgium: GOPA.

European Commission (2018). *SET-Plan Action n. 3.2. Implementation Plan. Europe to become a global role model in integrated, innovative solutions for the planning, deployment and replication of Positive Energy Districts*. EC: European Commission.

European Commission (2019). *The Marketplace of the European Innovation Partnership on Smart Cities and Communities*. Disponibile da: <https://eu-smartcities.eu>. Consultato il: 09.09.2019.

European Commission (n.d.) What are smart cities? Disponibile da: <https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities>. Consultato il: 09.09.2018.

Ghaffarianhoseini, A., Berardi, U., AlWaer, H., Chang, S., Halawa, E., Ghaffarianhoseini, A., Clements-Croome, D. (2016). What is an intelligent building? Analysis of recent interpretations from an international perspective. *Architectural Science Review*, 59, 5, 228-357.

H2020 – EU.3.3.1.3. Foster European Smart cities and Communities. Disponibile da: https://cordis.europa.eu/programme/rcn/664329_en.html. Consultato il: 09.09.2019.

IEA (2017). *Digitalization & Energy*. IEA: International Energy Agency. Disponibile da: <https://www.iea.org/reports/digitalisation-and-energy>. Consultato il: 09.09.2019.

ISTAT (2017). *Cittadini, imprese e ICT*. Statistiche Report. Disponibile da: <https://www.istat.it/it/archivio/207825>. Consultato il: 09.09.2019.

Moseley, P. (2017). EU Support for Innovation and Market Uptake in Smart Buildings under the Horizon 2020 Framework Programme. *Buildings*, 7, 1-24.

Osama, O. (2018). Intelligent building, definitions, factors and evaluation criteria of selection. *Alexandria Engineering Journal*, 57, 2903-2910.

Osservatorio Internet of Things (2017). *I risultati della Ricerca*. Convegno Internet of Things: connessi o estinti! April 13th 2017. Milan, Italy.

Ratti, C. (2014). *Smart city, smart citizens*. Milano: Egea spa.

Skouby, K., Kivimäki, A., Haukipuro, L., Lynggaard, P., Windekilde, I. (2014). *Smart Cities and the Ageing Population*. Wireless World Research Forum, 12, 1-12.

Techne (2018). *European Pathways for the Smart Cities to come. Special Issue 1*. Firenze: Firenze University Furpress.

Verbeke, S., Waide, P., Bettgenhauser, K., Uslar, M., Bogaert, S. et al. (2018). *Support for setting up a Smart Readiness Indicator for buildings and related impact assessment. Executive summary of final report*. European Commission, DG Energy.

Zanella, A., Bui, N., Castellani, A., Vangelista, L., Zorzi, M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE. Internet of Things Journal*, 1, 1, 22-32.

Residenze per anziani (ITA) | Housing for elderly (ENG)

Abitare & Anziani (2017). Domiciliarità e residenzialità per l'invecchiamento attivo. *Abitare&Anziani*, 2

Abitare & Anziani (2018). Tecnologie assistive, smart city e innovazioni sociali per l'invecchiamento attivo. *Abitare&Anziani*, 1

Abitare Leggero (2014). Abitare leggero. Verso una nuova generazione di servizi per anziani. *Quaderni dell'Osservatorio*, n.17/2014.

Arbizzani, E. (2012). Residenze per anziani. *Costruire in laterizio*, 145, 14-16.

Arbizzani, E., Mangiatordi, A. (2018). Progetto smart per le residenze per anziani: caratteri tipologici e soluzioni tecnologiche. In Baratta et al. (Eds.) *Abitazioni Sicure e Inclusive per Anziani* (pp. 41-50). Conegliano (Treviso): Anteferma Edizioni.

Arup (2015). *Shaping Ageing Cities. 10 European case studies*. Arup, Help Age International, Intel, Systematica.

Baratta, A. L., Finucci, F., Montuori, L., Palmieri, V. (Eds.) (2017). *Abitare la condivisione. Un confronto divulgativo sul tema dell'abitare e della condivisione*. Napoli: CLEAN.

Baratta, A. L., Farina, M., Finucci, F., Formica, G., Giancotti, A., Montuori, L., Palmieri, V. (Eds.) (2018). *Abitazioni Sicure e Inclusive per Anziani*. Conegliano (Treviso): Anteferma Edizioni.

Bevan, M. & Croucher, K. (2011). *Lifetime Neighbourhoods*. Department for Communities and Local Government.

Burzagli, L., Emiliani, P. L. (2012). Ambient Assisted Living e progettazione universale – la prospettiva della ricerca. In De Munari, I., Matrella, G., Ciampolini, P. (Eds.) *AAL in Italia. Primo libro bianco in Italia* (pp. 39-44). Sandrigo (Venezia): tgbook.

Cellucci, C. (2016). Accessibilità dell'ambiente domestico. In Lucarelli, M. T., Mussinelli, E., Trombetta, C. (Eds.) *Cluster in progress. La Tecnologia dell'architettura in rete per l'innovazione* (pp. 53-63). Santarcangelo di Romagna: Maggioli Editore.

Centre for Excellence in Universal Design (2015). *Universal Design Guidelines for Homes in Ireland*. CEUD: Centre for Excellence in Universal Design.

CRESME (2019). Invecchiamento della struttura demografica e domanda abitativa degli anziani. Disponibile da: <http://www.cresme.it/it/articoli/4/invecchiamento-della-struttura-demografica-e-domanda-abitativa-degli-anziani.aspx#>. Consultato il: 09.09.2019.

Cumo, F., Roversi, R. (2017). *Ambiente costruito per una ageing society. Building environment for an ageing society*. Roma: Press up

Czische, D.; Pittini, A. (2008). *Anziani e Casa nell'Unione Europea*. Cedodhas: Osservatorio Europeo del Social

Housing.

Department for Communities and Local Government, Department of Health, Department for Work and Pensions (2008). *Lifetime homes, Lifetime Neighbourhoods. A National Strategy for Housing in an Ageing Society*. London: Communities and Local Government Publications.

Falasca, C. (Eds.) (2015). *Secondo rapporto sulla condizione abitativa degli anziani in Italia che vivono in case di proprietà*. Auser: Associazione per l'Invecchiamento Attivo.

Falasca, C. (2016). Politiche urbane e abitative a favore dell'invecchiamento attivo. In *Abitare & Anziani (Eds.) Anziani: una risorsa da valorizzare. Proposta di legge per l'Invecchiamento Attivo* (pp. 6-7). Roma: Abitare & Anziani Informa.

Falasca, C. (2017). Domiciliarità e residenzialità per l'invecchiamento attivo. Disponibile da: <http://www1.auser.it/wp-content/uploads/2017/02/RICERA%20%DOMICILIARITA.pdf>. Consultato il: 09.09.2019.

Feddersen, E., Lüdtke, I. (2018). *Living for the Elderly. A Design Manual* (2nd ed.). Basel: Birkhäuser Verlag GmbH.

Housing Europe (2017). *The State of Housing in the EU 2017*. Disponibile da: <http://www.housingeurope.eu/resource-1000/the-state-of-housing-in-the-eu-2017>. Consultato il: 09.09.2019.

Interreg (2007). *Older Persons' Housing Design: a European Good Practice Guide. Programma europeo Interreg IIIC: Wel-hops. Welfare Housing Policies for Senior Citizens*. Disponibile da: <https://www.brighton-hove.gov.uk/content/housing/general-housing/welhops-welfare-housing-policies>. Consultato il: 09.09.2019.

Lawton, M. P. (1990). *Environment and ageing*. Monterey: Brooks-Cole.

Lifetime Homes (2011). *Lifetime Homes Design Guide*. London: HIS bre press.

Mace, R. L., Hardie, G. J., Place, J.P. (1996). *Accessible Environments: Toward Universal Design*. USA: The Center for Universal Design, North Carolina University, Raleigh.

Mostaedi, A., Broto, C., Minguet, J. (2000). *Nuovi edifici residenziali collettivi*. Modena: Logos Edizioni.

Schittich, C. (Eds.) (2007). In *DETAIL: Housing for people of All Ages: Flexible, Unrestricted, Senior-Friendly*. Basel: Birkhäuser Verlag GmbH.

Savio, L.; Bosia, D.; Thiebat, F.; Zhang, Y. (2017). Age-friendly cities: spazio pubblico e privato. *Techne*, 14, 319-277.

Todaro, B.; De Matteis, F. (Eds.) (2014). *HOUSING – Linee guida per la progettazione di nuovi insediamenti*. Roma: Prospettive Edizioni / Architetti di Roma.

Van Hoof, J., Kazak, J. K. (2018). Urban Ageing. *Indoor and Built Environment*, 27, 583-586.

Wel-hops (2007). *Guidelines for the planning of houses for senior citizens*. UK: Housing LIN. Disponibile da: <https://www.housinglin.org.uk>. Consultato il: 09.09.2019.

WHO (2007). *Global Age-Friendly Cities: A Guide*. Geneva: World Health Organization.

WHO (2017). *Age Friendly Environments in Europe. A handbook of domains for policy action*. Geneva: World Health Organization.

Casa intelligente e tecnologie ICT/IOT (ITA) | Smart home and ICT/IOT technologies (ENG)

Aisa, V. (2014). Green Economy & Internet of Things: progettare le sinergie a favore delle utenze fragili a beneficio di tutti. *Inarcos*, 736, 27-34.

Al-Shaqi, R., Mourshed, M., Rezgui, Y. (2016). Progress in ambient assisted systems for independent living by the elderly. *SpringerPlus*, 5:624, 1-20.

Ambient Assisted Living and Smart Home Market. Disponibile da: <https://www.marketsandmarkets.com>. Consultato il: 09.09.2019.

Arbizzani E., Civiero, P. Mangiatordi, A. (2018a). Smart Homes and Services design approach for AAL in Italy. In Piazzolo, F.; Schlogl, S. (Eds.) *Innovative Solutions for an Ageing Society. Proceedings of SMARTER LIVES 18, 20.02.2018* (pp. 87-94). Innsbruck. Lengerich: Pabst Science Publishers.

Arbizzani, E., Civiero, P., Mangiatordi, A. (2018b). *Smart technologies and design in ambient assisted living for the ageing society*. Proceedings of IAHS 2018: World Congress on Housing, Naples, 10-13rd April 2018.

Balta-Ozkan, R., Davidson, M., Bicket, L., Whitmarsh, L. (2013). The development of smart homes market in the UK. *Energy*, 60, 361-372.

Balta-Ozkan, R., N., Boteler, B., Amerighi, O. (2014). European smart home market development: Public view on technical and economic aspects across the United Kingdom, Germany and Italy. *Energy Research and Social Science*, 3, 65-77.

Civiero, P., Clerici Maestosi, P., Romano, S. (2018). Soluzioni e modelli residenziali sicuri, innovativi e inclusivi per anziani. In Baratta et al. (Eds.) *Abitazioni Sicure e Inclusive per Anziani*. Conegliano (Treviso): Anteferma Edizioni.

Del Zanna, G.; Malavasi, M. (2018). *Manuale illustrato per la domotica ad uso sociale*. Seconda edizione. Tecniche nuove.

Demiris, G; Hensel, B. K. (2008). Technologies for an Ageing Society: A systematic Review of “Smart Home” Applications. *IMIA Yearbook of Medical Informatics*, 33-40.

Fabi, V., Spigiantini, G., Corgnati, S., Stefano, P. (2017). Insights on Smart Home Concept and Occupants’ Interaction with Building Controls. *Energy Procedia*, 111, 759-769.

Fox, C., Rodrigues, L., Altomonte, S., Gillot, M. (2017). *A review of the Potential of Smart Homes to Support independent Living*. Proceedings of the 16th International Conference on Sustainable Energy Technologies – SET 2017, July 17-

-20, Bologna, Italy.

Frattari, A., Dalprà, M., Chiogna, M. (2015). *La casa intelligente per l'utenza debole*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli Editore.

Ghaffarian Hoseini, AH., Dahlan, ND., Berardi, U., GhaffarianHoseini, A., Makaremi, N. (2013). The essence of future smart houses: From embedding ICT to adapting to sustainability principles, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24, 2, 4-11.

Harper, R. (Eds.) (2003). *Inside the smart home*. London: Springer-Verlag.

Katre, S., Rojekar, D. (2017). Home automation: past, present and future, *International Research Journal of Engineering and Technology*, 4, 10, pp. 343-346.

Kolokotsa D. (2015) The role of smart grids in the building sector. *Energy and Buildings*, 116, 703-708.

IEA (2017). Technologies that drives efficiency: Household connected devices. In IEA (Eds.) *Energy Efficiency 2017. Market report series* (p.58). IEA: International Energy Agency.

Landi C., Galli D. , Luiso M. (2014). *Sviluppo di metodologie e strumenti di analisi delle prestazioni di reti di smart meter*. Report RdS/2014/058. Ricerca di sistema elettrico. ENEA.

McGrath, M. J.; Scanail, C. N. (2013). *Sensor Technologies. Healthcare, Wellness and Environmental Applications*. Apress open.

Morris M. E., Adair, B., Miller, K., Ozanne, E., Hansen, R., Pearce, A. J., Santamaria, N., Viegas, L., Long, M., Said, C. M. (2013). Smart-Home Technologies to Assist Older People to Live Well at Home. *Journal of Aging Science*, 1, 1, 1-9.

Peek, S.T.M.; Aarts, S.; Wouters, E.J. (2017). Can Smart Home Technology Deliver on the Promise of Independent Living? In *Handbook of Smart Homes, Health Care and Well-Being* (pp. 1-10). Switzerland: Springer International Publishing,

Piazolo, F.; Schlogl, S. (Eds.) (2018). *Innovative Solutions for an Ageing Society. Proceedings of SMARTER LIVES 18, 20.02.2018*. Innsbruck. Lengerich: Pabst Science Publishers.

Piazolo, F., Kempter, J., Promberger, K. (Eds.) (2019). *Innovative Solutions for an Ageing Society, Proceedings of SMARTER LIVES 19, Bolzano, 28.05.2019*. Lengerich: Pabst Science Publishers.

Raisul Alam, M., Reaz, M. B. I., Mohd Ali, M. A. (2012). A Review of Smart Homes – Past, Present and Future, *IEEE Transaction on Systems Man and Cybernetics*, Part C, 1-14.

Royal Academy of Engineering (2013). *Smart buildings: people and performances*. Royal Academy of Engineering. Disponibile da: www.raeng.ork.uk. Consultato il: 09.09.2019.

Schellen, L., Van Hoof, J. (2016). Thermal comfort in Smart Homes for an Ageing Population. *Handbook of Smart*

Schellen, L., Van Hoof, J. (2016). Thermal comfort in Smart Homes for an Ageing Population. *Handbook of Smart Homes, Health Care and Well-Being*, 475-484.

Skouby, K., Kivimäki, A., Haukipuro, L., Lynggaard, P., Windekilde, I. (2014). Smart Cities and the Ageing Population. *Wireless World Research Forum*, 12, 1-12.

Sinopoli, J. M. (2010). *Smart Building Systems for Architects, Owners and Builders*. USA: Butterworth-Heinemann, Elsevier.

Vadillo Moreno, L., Martin Ruiz, M. L., Malagòn, J., Valero Duboy, M. A., Lindèn, M. (2016). The Role of Smart Homes in Intelligent Homecare and Healthcare Environments. *Principles, Technologies and Control*, 345-394.

The Plan (2011). Architettura e domotica: progettare una casa intelligente a misura d'uomo. Bologna: The Plan
Ciribini, A. (2013). Level of Detail e Level of Development: i processi di committenza e l'Information Modelling. *Techne*, 6, 90-99.

Modellazione informata degli edifici (ITA) | BIM – Building Information Modeling (ENG)

AIA (2013). Contract Document G202:2013, Building Information Modeling Protocol Form.

API Developers. Disponibile da: https://help.autodesk.com/view/RVT/2019/ENU/?guid=Revit_API_Revit_API_Developers_Guide_html. Consultato il: 09.09.2019.

Autodesk Revit® Db-Link. Disponibile da: <https://www.autodesk.com/products/revit/overview>. Consultato il: 09.09.2019.

Berik-Gerber, B., ASCE, A. M., Jazizadeh, F., Li, N., Calis, G. (2012). Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 431-442.

Bittner, T., Donnelly, M., Winter, S. (2015). Ontology and Semantic Interoperability. In: Prosperi, D., Zlatanova, S. (Eds.) *Large-Scale 3D Data Integration: Challenges and Opportunities*. CRCpress (Taylor&Francis), 139-160.

Build-up (2019). OVERVIEW. How is the EU supporting BIM and ICT development in the building sector? Disponibile da: <https://www.buildup.eu/en/news/overview-how-eu-supporting-bim-and-ict-development-buildings-sector>. Consultato il: 09.09.2019

Chang, S. W., Kwon, S. W., Moon, D. Y., Ko, T. K. (2018). *Smart Facility Management Systems Utilizing Open BIM and Augmented/Virtual Reality*. Proceedings of 35th International Symposium on Automation and Robotics in Construction, July 20-25, Berlin, Germany.

Ciribini, A. (2013). Level of Detail e Level of Development: i processi di committenza e l'Information Modelling. *Techne*, 6, 90-99.

Cursi, S., Simeone, D., Coraglia, U. M. (2017). An ontology-based platform for BIM semantic enrichment. *Space syntax and ontologies*, 2, 649-656.

Dave, B., Buda, A., Nurminen, A. & Främling, K. (2018). A framework for integrating BIM and IOT through open standards. *Automation in Construction*, 95, 35-45.

Di Giuda, G. M. (Eds.) (2019). *Introduzione al BIM. Protocolli di modellazione e gestione informativa*. Bologna: Società Editrice Esculapio s.r.l.

East, E. W. (2012). *Construction Operation Building Information Exchange*. USA: USACE ERDC.

Eastman, C. (1999). *Building Product Models: Computer Environments, Supporting Design and Construction*. USA: CRC Press.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2012). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. New York: Wiley.

ECTP (2018). EeB PPP Project review. ECTP: Belgium. Disponibile da: http://www.ectp.org/fileadmin/user_upload/documents/E2B/0_EeB_PPP_Project-Reviews_Roadmaps/EeB_PPP_Project_Review_2018.pdf. Consultato il: 09.09.2019.

eeEmbedded (Collaborative Holistic Design Laboratory and Methodology for Energy-Efficient Embedded Buildings). Disponibile da: <https://www.eeembedded.eu>. Consultato il: 09.09.2019.

European Commission (2018). BIM and energy performances of buildings. Bruxelles, 25 June 2018. Disponibile da: <http://bpie.eu/news/1st-european-conference-bim-and-energy-performance-of-buildings/>. Consultato il: 09.09.2019.

Farghaly, K., Abanda, F. H., Vidalakis, C., Wood, G. (2018). Taxonomy for BIM and Asset Management Semantic Interoperability. *Journal of Management in Engineering*, 34, 4, 1-14.

Ferreira, J. C., Resende, R., Martinho, S. (2018). Beacons and BIM Models for Indoor Guidance and Location. *Sensors*, 18, 1-20.

HESMOS (ICT platform for Holistic Energy Efficiency Simulation and Lifecycle Management Of Public Use Facilities). Disponibile da: <http://hesmos.eu/>. Consultato il: 09.09.2019.

Laiserin, J. (2002). Revit-Desk versus Autodesk Revit. The LaiserinLetter™. Issue 11, 12 August. Disponibile da: www.laiserin.com/features/issue11/feature02.php. Consultato il: 09.09.2019.

MORE-CONNECT (Development and advanced prefabrication of innovative, multifunctional building envelope elements for Modular REtrofitting and smart CONNECTions). Disponibile da: <https://www.more-connect.eu>. Consultato il: 09.09.2019.

National BIM Standard-United States® Fact Sheet. Disponibile da: <https://www.nationalbimstandard.org>.

Consultato il: 09.09.2019.

Nathepra, W., Motamedi, A. (2019). Live Data Visualization of IoT Sensors Using Augmented Reality (AR) and BIM. Proceedings of 36th Symposium on Automation and Robotics in Construction, ISARC 2019, 633-638 *Proceedings of 36th Symposium on Automation and Robotics in Construction, ISARC 2019*, 633-638

OptEEmal (Optimised Energy Efficient Design Platform for refurbishment at district level). Disponibile da: <https://www.opteemal-project.eu>. Consultato il: 09.09.2019.

Osello, A. (2012). *Il futuro del disegno con il BIM per ingegneri e architetti*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

Osello, A. (Eds.) (2015). *Building Information Modelling - Geographic Information System - Augmented Reality per il Facility Management*. Palermo: Dario Flaccovio Editore.

Osello, A., Ugliotti, F. M., Semeraro, F., SYSTEMA (2016). Il BIM orientato al Facility Management. Disponibile da: <https://www.infobuild.it/approfondimenti/bim-orientato-facility-management/>. Consultato il: 09.09.2019.

Simoeone, D., Cursi, S. (2016). The role of semantic enrichment Building Information Modeling. *TEMA*, 2, 2, 22-30.

STREAMER (Semantics-driven Design through Geo and Building Information Modelling for Energy-efficient Buildings Integrated in Mixed-use Healthcare Districts). Disponibile da: <https://www.streamer-project.eu>. Consultato il: 09.09.2019.

Swidt, K., Marin, A.M., Papaoikonomou, I., Nejad, R., H. (2017). *Exploiting the fusion between BIM and IOT. A study on available innovative technologies and their economic assessment for investment decision-making*. (MSc Thesis in Engineering, Management in the Building Industry 2015-2017, Alborg University).

Tagliabue, L. C., Ciribini, A. L. (2018). Un approccio IoT e BIM per la gestione del cantiere. *In_Bo*, 9, 13, 136-145

Piattaforma AAL (ITA) | AAL Platform (ENG)

Arbizzani E., Civiero P., Mangiatordi A. (2018c). Piattaforma AAL negli edifici residenziali per il supporto della qualità della vita degli anziani, In Baratta et al. (Eds.) *Abitazioni Sicure e Inclusive per Anziani* (pp. 296-302). Conegliano (Treviso): Anteferma Edizioni.

Arbizzani, E.; Civiero, P.; Mangiatordi, A. (2019). A user-centred approach for an AAL platform supporting personalized services for the elderly. In Piazzolo, F., Kempter, J., Prombeger, K. (Eds.) *Innovative Solutions for an Ageing Society, Proceedings of SMARTER LIVES 19, Bolzano, 28.05.2019* (pp. 46-54). Lengerich: Pabst Science Publishers.

Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (2019) Dati e statistiche. Consumatori. Disponibile a: <https://www.arera.it>dati>ees5>. Consultato il: 09.09.2019.

Blaso, L., Brutti, A., Frascella, A., Gozo, N., Novelli, C. (2017). Architetture e Piattaforme di Interoperabilità per le

Smart City. *Energia, ambiente e innovazione*, 1, 34-39.

Boeri, A., Gaspari, J. (2015). Un approccio multi-layer alla rigenerazione urbana: efficienza energetica e ottimizzazione delle condizioni di comfort. *Techne*, 10, 214-221.

Botticelli, M.; Civiero, P.; Clerici Maestosi, P. (2018). *Smart home network for Smart Social Housing: a potential to boost the dignity of mankind*. Proceedings of the 42nd IAHS World Congress, Naples, Italy.

Collins, K. J. (1986). Low indoor temperature and morbidity in the elderly. *Age Ageing*, 15, 4, 212-220.

D'Agosta, G., Novelli, C., Pieroni, F., Pizzuti, S., Romanello, F., Romano, S., Zanela, A. (2016). *Sviluppo delle metodologie e implementazione preliminare di un modello di Smart Homes Network*. Report RdS/PAR2015/015.

Ferre, X., Juristo, N., Windl, H., Constantine, L. (2001). Usability Basics for Software Developers. *IEEE Software*, 1, 22-29.

Finn, E., Loane, J. (2017). Approaches to Smart Technologies Deployment in Care. In Merilampi, S., Sirkka, A. (Eds.) *Introduction to Smart eHealth and eCare Technologies* (pp. 31-62). Taylor&Francis Group: CRC Press.

Hargreaves, T., Wilson, C. (2017). *Smart Homes and Their Users*. Seitzerland: Springer.

Li, R., Lu, B., McDonald-Maier, K. D. (2015). Cognitive assisted living ambient system: A survey. *Digital Communications and Networks*, 1, 229-252.

Lopez, E. A.; Villanueva-Miranda, I.; Garcia-Marcias, J.A. (2010). Developing ambient intelligence applications for the assisted living of the elderly. In Shajkshuki, E. M. (Eds.) *Proceedings of International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies* (pp. 643-656). Parigi: Procedia Computer Science.

MySQL server. Disponibile da: <https://www.mysql.com>. Consultato il: 09.09.2019.

Patti, E., Acquaviva, A. (2016). *IoT platforms for Smart Cities: requirements and implementation case studies*. Proceedings of 2nd IEEE International Forum on Research and Technologies for Society and Industry Leveraging a better tomorrow, 7- 9 September 2016, Bologna, Italy.

Shakel, B. (1986). Ergonomics in design for usability. In Harrison, M. D., Monk, A.F. (Eds.) *People and computers: Design for usability*, 44-64. Proceedings of HCI 86. Cambridge, UK.

Settimo, G., Brini, S., Turrio Baldassarri, L., De Martino, A., Lepore, F., Moricci, F. (2016). *Presenza di CO2 e H2S in ambienti indoor: attuali conoscenze e letteratura scientifica*. *Rapporti ISTISAN 16/15*. Roma: Ambiente e salute.

Strøm-Tejsen, P.; Zukowska, D.; Wargocki, P.; Wjon, D. P. (2016). The effects of bedroom air quality on sleep and next-day performance. *Indoor Air*, 26, 679-686.

Tel, H. (2013). Sleep quality and quality of life among the elderly people. *Neurology, Psichiatry and Brain Research*, 19, 48-52.

Van Hoof, J., Hensen, J. L. M. (2006). Thermal comfort and older adults. *Gerontechnology*, 4, 223-228.

Zumbtobel (2012). *Light for care. Focusing on the individual and his or her needs*. Zumbtobel.

Cultura tecnologica del progetto (ITA) | Technological culture of design (ENG)

Alaimo, G. (2013). La Ricerca (Industriale) nella Produzione Edilizia: risultati ed orizzonti. *Techne*, 6, 63-68.

Arbizzani, E. (1991). *Manutenzione e gestione dei sistemi edilizi complessi*. Milano: Hoepli.

Arbizzani, E. (2015). *Tecnologia dei sistemi edilizi*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli Editore.

Arbizzani, E. (2017). Informatizzazione nel processo di trasformazione dell'ambiente costruito. In Civiero, P., *Tecnologie per la riqualificazione. Soluzioni e strategie per la trasformazione intelligente del comparto edilizio esistente* (pp. 211-234). Santarcangelo di Romagna: Maggioli Editore.

Campioli, A. (1993). *Il contesto del progetto. Il costruire contemporaneo tra sperimentalismo high-tech e diffusione delle tecnologie industriali*. Milano: Franco Angeli.

Campioli, A. (2017). Il carattere della cultura tecnologica e la responsabilità del progetto. *Techne*, 13, 27-32.

Ciribini, G. (1984). *Tecnologia e progetto*. Torino: Celid.

Civiero, P. (2017). *Tecnologie per la riqualificazione. Soluzioni e strategie per la trasformazione intelligente del comparto abitativo esistente*. Santarcangelo di Romagna: Maggioli Editore.

Del Nord, R. (2006). Paradigmi tecnologici tra ricerca ed operatività. In Esposito, M. A. (Eds.) *Tecnologia dell'architettura: creatività e innovazione nella ricerca* (pp. 115-123). Firenze: University Press.

Faroldi, E. (2015). Architetture per la salute e la formazione. Lineamenti e tendenze. *Techne*, 9, 9-13.

Gaspari, J. (2017). Tra innovazione tecnologica e innovazione sociale: una nuova dimensione di progetto e di processo. *Techne*, 14, 362-368.

Reese, G. (2010). *Cloud Computing – Architettura, infrastrutture, applicazioni*. Milano: Tecniche Nuove.

Sinopoli, N.; Tatano, V. (2002). *Sulle tracce dell'innovazione. Tra tecniche e architettura*. Milano: Franco Angeli.

Sinopoli, N. (2002). *La tecnologia invisibile. Il processo di produzione dell'architettura e le sue regie* (3a ed.). Milano: Franco Angeli.

Zaffagnini, M. (1981). *Progettare nel processo edilizio. La realtà come scenario per l'edilizia residenziale*. Bologna: Edizioni Luigi Parma.

Riferimenti normativi (ITA) | Normative references (ENG)

ASHRAE 55-2017 – *Thermal Environment Conditions for Human Occupancy*.

Directive (EU) 2010/31 of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performances of buildings (EPBD recast).

Directive (EU) 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency amending Directives 2009/125/EC and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC.

Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency.

D.M. 236/1989 – *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche*.

Directive (EU) 2010/31 of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performances of buildings (EPBD recast).

Directive (EU) 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council of 25 October 2012 on energy efficiency amending Directives 2009/125/EC and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC.

Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency.

D.M. 236/1989 – *Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche*.

EN 12464: 2004 - *Luce e illuminazione – Illuminazione nei luoghi di lavoro*.

EN 12665:2002 – *Luce e illuminazione. Termini base e criteri per requisiti specifici di illuminazione*.

EU (2017). *Technologies readiness levels (TRL), HORIZON 2020 – WORK PROGRAMME 2018-2020 General Annexes, Extract from Part 19*. Commission Decision C(2017)7124 of 27 October 2017.

ISO 6240: 1980 – *Performance standards in building – Contents and presentation*.

ISO 6241: 1984 – *Performance standards in buildings – Principles for their preparation and factors to be considered*.

ISO 6242: 1992 – *Building construction – expression of users requirements*.

ISO 16739:2013 - *Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries*.

ISO 9241: 2018 – *Ergonomics of human-system interaction.*

UNI 7867:1979 – *Edilizia. Terminologia per requisiti e prestazioni. Qualità ambientale e tecnologica nel processo edilizio.*

UNI 8289:1981 – *Edilizia. Esigenze dell'utenza finale. Classificazione.*

UNI 8290/1:1981 – *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia.*

UNI 8290/2:1983 – *Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Analisi dei requisiti.*

UNI10838:1999 – *Edilizia - Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia.*

UNI10838:1999 – *Edilizia - Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia.*

UNI 11277:2008 – *Sostenibilità in edilizia – Esigenze e requisiti di ecocompatibilità dei progetti di edifici residenziali e assimilabili, uffici e assimilabili, di nuova edificazione e ristrutturazione (ritirata senza sostituzione nel marzo 2017)*

UNI 11337: 2017 – *Edilizia e opere di ingegneria civile – Gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni*

UNI EN 12464: 2011 – *Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro*

UNI EN 15232:2012 - *Energy performance of Buildings - Impact of Building Automation control and Building Management*

Casi studio, best practices e dispositivi (ITA) | Case studies, best practices and smart devices (ENG)

Residenze per anziani (ITA) | Housing for seniors (ENG)

Detail (2012). Housing for seniors. *Detail English – Review of Architecture and Construction Details*, 9/2012.

Detail (2017a). Housing for seniors. *Detail English – Review of Architecture and Construction Details*, 3/2017.

Detail (2017b). *Urban housing*. *Detail English – Review of Architecture and Construction Details: Best of Detail*.

<https://www.adjunctament.barcelona.cat>

<https://www.archdaily.com>

<https://www.archello.com>

<https://www.domusweb.it>

<https://www.goku.ie>

<https://www.divisare.it>

<https://www.domusweb.it>

<https://www.plataformaarquitectura.cl>

<https://www.world-architects.com>

<https://www.mco.ie>

Aware Home (Georgia Tech)

GeorgiaTech Aware Home - Flextronics. Disponibile da: <https://youtu.be/70HrRnGCNWc>. Consultato il: 09.09.2019.

GeorgiaTech Aware Home Research Initiative. Disponibile da: <https://www.awarehome.gatech.edu>. Consultato il: 09.09.2019.

Kidd, C. D., Orr, R., Abowd, G. D., Artkeson, C. G., Essa, I. A., MacIntyre, B., Mynatt, E., Starner, T. E., Newstetter, W. (2002). The Aware Home: A Living Laboratory for Ubiquitous Computing Research. *International Workshop on Cooperative Buildings*, 1-10.

Kientz, J. A., Patel, N. S., Abowd, G. D. (2008). *The Georgia Tech aware home*. Proceedings of CHI EA 2008, Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 3675-3680.

CASAS Project

Cook, D. J., Crandall, A. S., Thomas, B. L., Krishnan, N. C.. (2013). CASAS: A smart home in a box. *Computer*, 46, 7, 62-69.

Crandall, A. S., Cook, D. J. (2012). *Smart Home in a Box: A Large Scale Smart Home Deployment*. Proceedings of Workshop on Large Scale Intelligent Environments. Disponibile da: <https://www.eecs.wsu.edu>. Consultato il: 09.09.2019.

WSU CASAS. CASAS public smart home datasets repository. Disponibile da: <http://casas.wsu.edu/datasets.html>. Consultato il: 09.09.2019.

City4Age

Almeida, A., Fiore, A., Mainetti, L., Mulero, R., Patrono, L., Rametta, P., (2017). An IOT-Aware Architecture for aware AAL system for elderly monitoring. *Future Generation Computer Systems*, 97, 598-619. Consultato il: 09.09.2019.

Almeida, A., Fiore, A., Mainetti, L., Mulero, R., Patrono, L., Rametta, P., (2017). An IOT-Aware Architecture for Collecting and Managing Data Related to Elderly Behavior. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2017, ID 5051915, 1-17.

Almeida, A., Mulero, R., Rametta, P., Urosevic, V., Andric, M., Patrono, L. (2019). A critical analysis of an IoT – aware AAL system for elderly monitoring. *Future Generation Computer Systems*, 97, 598-619.

Bryant, N., Spencer, N., King, A. (2017). *IoT and Smart City Services to Support Independence and Wellbeing of Older People*. Proceedings of the 25th International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (Soft COM), IEEE, 1-6.

City4ageproject. Disponibile da: <http://www.city4ageproject.eu>. Consultato il: 09.09.2019.

Medrano-Gil, A. M., De los Ríos Pérez, S., Fico, G., Montalva Colomer, J. B., Cea Sanchez, G., Cabrera-Umpierrez, M. F., Arredondo Waldmeyer, M. T. A. (2018). Definition of Technological Solutions Based on the Internet of Things and Smart Cities Paradigms for Active and Healthy Ageing through Cocreation. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2018, ID 1949835, 1-15.

Mainetti, L., Patrono, L., Secco, A., Sergi, I. (2017). An IOT-aware AAL System to Caputre Behavioral Changes of Elderly People. *Journal of Communication Software and Systems*, 13, 2, 68-75.

DOMUS (The Sweet-Home)

Auberge, V., Sasa, Y., Bonnefond, N., Meillon, B., Robert T., Rey-Gorrez, J., Schwartz, A., Antunes, L. et al. (2014). *The EEE corpus: socio-affective "glue" cues in elderly-robot interactions in a Smart Home with the EmOz platform*. Proceedings of 5th International Workshop on EMOTION, SOCIAL, SIGNALS, SENTIMENT & LINKED OPEN DATA, May 2014, Reykjavik, Iceland.

The SWEET-HOME project. Disponibile da: <http://sweet-home.imag.fr/>. Consultato il: 09.09.2019.

Vacher, M., Lecouteux, B., Chahuara, P., Portet, F., Meillon, N., Bonnefond, N. (2014). *The Sweet-Home speech and multimodal corpus for home automation interaction*. Proceedings of the 9th edition of the LREC, 26-31 May, Reykjavik, Iceland, 4499-4506.

Vacher, M., Lecouteux, B., Portet, F. (2014). On Distant Speech Recognition for Home Automation. In Holzinger, A., Ziefle, M., Roecker, C. (Eds) *Lecture notes in Computer Science* (pp. 161-188). Springer.

Gator-Tech

Abdulrazak, B., Abdelsalam, H. (2006). Enabling a Plug-and-play integration of smart environments. *IEEE*, 820-825.

Chen, C., Helal, S. (2009). *The Gator Tech Smart House: Enabling technologies and lessons learned*. Proceedings of the 3rd Internationale Convention on Rehabilitation Engineering & Assistive Technology, 13. New York: ACM.

Gator-Tech Smart House. Disponibile da: <https://cise.ufl.edu>. Consutato il: 09.09.2019.

Helal, S., Mann, W., El-Zabadani, H. (2005). The Gator Tech Smart House: A Programmable Pervasive Space. *IEEE Computer Society*, 20, 64-74.

Chen, C., Helal, S. (2009). *The Gator Tech Smart House: Enabling technologies and lessons learned*. Proceedings of the 3rd Internationale Convention on Rehabilitation Engineering & Assistive Technology, 13. New York: ACM.

Gator-Tech Smart House. Disponibile da: <https://cise.ufl.edu>. Consutato il: 09.09.2019.

Helal, S., Mann, W., El-Zabadani, H. (2005). The Gator Tech Smart House: A Programmable Pervasive Space. *IEEE Computer Society*, 20, 64-74.

Giraff-plus / RoboTown Living Lab (Robot-Era)

Cavallo, F., Limosani, R., Manzi, A., Bonaccorsi, M., Esposito, R. et al. (2014). Development of a Socially Believable Multi-Robot Solution from Town to Home. *Cognitive Computation*, 6, 954-967.

Cesta, A., Coraci, L., Cortellessa, G., De Benedictis, R., Orlandini, A., Palumbo, F., Stimes, A. (2013). Steps Toward End-to-End Personalized AAL Services. In Botia, J.A., Chariots, D. (Eds.) *Workshop Proceedings of the 9th Conference on Intelligent Environments* (pp. 78-89). IOS Press.

Girolami, M., Palumbo, F., Furfari, F., Chessa, S. (2013). The Integration of ZigBee with the GiraffPlus Robotic Framework. In O'Grady, M. J. et al. (Eds.) *Aml 2013 Workshops, Communications in Computer and Information Science* (pp. 86-101), 14. Switzerland: Springer International Publishing.

Di Nuovo, A., Broz, F., Wang, N., Belpaeme, T., Cangelosi, A., Jones, R., Esposito, R., Cavallo, F., Dario, P. (2017). *The multi-modal interface of Robot-Era multi-robot services tailored for the elderly*. Intel Service Robotic. Springer.

Esposito, R., Fiorini, L., Limosani, R., Bonaccorsi, M., Manzi, A., Cavallo, F. (2016). Supporting Active and Healthy Aging with Advanced Robotics Integrated in Smart Environments. In Morsi, Y., S., Shukla, A., Prakash Rathore, C. (Eds). *Optimizing Assistive Technologies for Aging Populations* (pp. 46-77). USA: Igi Global.

ROBOT-ERA Project. Disponibile da: <http://www.robot-era.eu/robotera/>. Consultato il: 09.09.2019.

Great Northern Haven / Your Wellness (NETWELL-CASALA)

Doyle, J., Caprani, N., Bond, R. (2015). *Older Adults' Attitude to Self-Management of Health and Wellness through Smart Home Data*. Proceedings of Pervasive Health, 2015, 20-23 May, Istanbul, Turkey.

Doyle, J., Kealy, A., Loane, J. et al. (2014). An Integrated Home-Based Self-Management System to support the Wellbeing of Older Adults. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 6, 4, 359-383.

Doyle, J., Walsh, L. (2015). Independent living applications. In Hannah, K. J., Hussey, P., Kennedy, M. A., Ball, M. J. *Introduction to Nursing Informatics* (pp. 177-214). London: Springer.

Great Northern Haven and the Atlantic Philantropies. Disponibile da: <https://youtu.be/1sQIQAS9gn4>. Consultato il: 09.09.2019.

Loane, J., O'Mullane, B., Bortz, B., Benjamin Knapp, B. (2011). *Interpreting Presence Sensor Data and Looking for Similarities Between Homes Using Cluster Analysis*. Proceedings of Pervasive Health 2011, 23rd-26th May 2011, Dublin, Ireland.

Great Northern Haven / 3DCave. Disponibile da: <https://www.netwellcasala.org/about/>. Consultato il: 09.09.2019.

Doyle, J., O'Mullane, B., McGee, S., Knapp, B. (2012). *YourWellness: designing an application to support positive emotional wellbeing in older adults*. Proceedings of HCJ Conference on People and Computers XXVI, Birmingham, 12-14 September 2012.

O'Mullane, B., Bortz, B., Knapp, R. B. (2010). Design challenges for internet interfaces for older people and widget-based, touch screen solution architecture. *Gerontechnology*, 9, 2, p.239.

Your Wellness. Disponibile da: <https://www.netwellcasala.org/about/>. Consultato il: 09.09.2019.

Walsh, L., Kealy, A., Loane, J., Doyle, J., Bond, R. (2014). *Inferring Health Metrics form Ambient Smart Home Data*. IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine, 27-32. IEEE Publishing.

Halmstad Intelligent Home / H2AI / UJAml/ Imotions (REMIND)

Espinilla, M., Martínez, L., Medina, J., Nugent, C. (2018). The Experience of the UJAml Smart lab. *IEEE Access*, 6, 34631-34642.

Halmstad Intelligent Home. Disponibile da: <https://www.hh.se/english/research/innovative-lab-environments/halmstad-intelligent-home-hint.html>. Consultato il: 09.09.2019.

iMotions. Disponibile da: <https://imotions.com/>. Consultato il: 09.09.2019.

Lundström, J., De Moraes, W.O., Menezes, M., Gabrielli, C., Bentes, J., Sant'Anna, A., Synnott, J., Nugent, C. (2016). Halmstad Intelligent Home—Capabilities and Opportunities. In Ahmed M., Begum, S., Raad, W., Eds (Eds.). *Internet of Things Technologies for HealthCare*. Switzerland.

Remind Research. Disponibile da: <https://www.remind-research.com>. Consultato il: 09.09.2019.

Synnes, K., Lilja, M., Nyman, A. et al. (2018). H2AI – The Human Health and Activity Laboratory. *MDPI Proceedings*, 2, 1-12.

HOST

Biocca, L., Casacci, P., D'Innocenzo, A., Di Pasquale, D., Fabbri, F., Manuzzi, M. et al. (2013). Smart Technologies in Social Housing: Methodology and First results of the HOST Project Experimentation Activities. In Longhi, S., Siciliano, P., Gemrni, M., Moneriù, A. (Eds.) *Ambient Assisted Living Italian Forum* (pp. 303-312). NewYork / London: Springer.

HOST Project. Disponibile da: <http://www.host-aal.eu/>. Consultato il : 09.09.2019.

iCarer Platform

iCarer Platform. Disponibile da: <https://www.aal-europe.eu/projects/icarer/>.

Moreno, P. A., Chausa, P., Sanchez-Gonzalez, P., Charvill, J., Lotfi, A., et al. (2014). *iCarer Project: Intelligent Care Guidance and Learning Services Platform for Informal Carers of the Elderly*. XXXII Congreso Anual de la Sociedad Espanola de Ingenieria Biomedica, 26-28 Novembre 2014, Barcelona, Spain. ID 35174.

Moreno, P. A., Garcia-Pacheco, J. L., Charvill, J., Lotfi, A., Langensiepen et al. (2015). iCarer: AAL for the Informal Carers of the Elderly. In Cornet et al. (Eds.) *Digital Healthcare Empowering Europeans* (pp. 678-680). IOS Press.

Moreno, P. A., Chembumroong, S., Langensiepen, C., Lotfi, A., Gomez, E. (2016). *Virtual Carer: Personalized support for informal caregivers of elderly*. Proceedings of PETRA 2016, June 29 – July 01, Corfu Island, Greece.

LISA-HABITECH

Linner, T., Pan, W., Georgoulas, C., Georgesc, B., Guttler, J., Bock, T. (2014). Co-adaptation of robot systems, processes and in-house environments for professional care assistance in an ageing society. *Procedia engineering*, 85, 328-338.

Lehrstuhl für Baurealisierung und Baurobotik der TU München. Disponibile da: <http://www.br2.ar.tum.de/index.php/component/content/article?id=158>. Consultato il: 09.09.2019.

MIT-PLACE LAB

Intille, S. S., Larson, K., Beaudin, J. S., Nawyin, J., Munguia Tapia, e., Kaushik, P. (2005). *A living laboratory for the Design and Evaluation of Ubiquitous Computing Technologies*. Proceedings of CHI 2005, April 2-7, 2004, Portland, Oregon, USA.

MIT-Place Lab. Disponibile da: http://web.mit.edu/cron/group/house_n/placelab.html. Consultato il: 09.09.2019.

MySignals

MySignals. Disponibile da: www.my-signals.com. Consultato il: 09.09.2019.

PERSONA

Fides-Valero, A., Freddi, M., Furfari, M., Tazari, M. (2008). The PERSONA framework for supporting context-awareness in open distributed systems. *Ambient Intelligence*, 2008, 91-108.

Tazari, M. R., Furfari, F., Lazaro Ramos, J. P., Ferro, E. (2010). The PERSONA Service Platform for AAL Spaces. In Nakashima et al. (Eds.), *Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments* (pp. 1171-1199). Springer.

POST-TECH U-HEALTH

Agoulmine, N., Deen. M. J., Lee, J., Meyyappan, M. (2011). U-Health Smart Home. Innovative solutions for the management of the elderly and chronic diseases. *IEEE Nanotechnology Magazine*, September 2011, 7-11.

Kim, J., Choi, H., Wang, H., Agolumine, N., Deen, M. J., Won-Ki Hong, J. (2010). POSTECH's U-Health Smart Home for Elderly Monitoring and Support. *IEEE*, 1-6.

SHINE-Seniors

Liming, B., Ishiwata, A., LEE, G. P. et al. (2015). SHINESeniors: Personalized Services for Active Ageing-in-Place. Proceedings of the IEEE Smart Cities Conference, Guadalajara, Mexico, October 26-27 2015.

SHINESeniors. Disponibile da: <https://youtu.be/bXugFwHO7tl>. Consultato il: 09.09.2019.

SHINESeniors: Smart Homes and Intelligent Neighbours to Enable Seniors. SMU-TCS iCity Lab. Disponibile da: <http://icity.smu.edu.sg/shinesenior>. Consultato il: 09.09.2019.

SMU (2018). *Technologies for Ageing-in-Place: The Singapore Context*. White Paper. Singapore: SMU-TCSiCityLab.

Tan, H. P., Tan, H.X. (2019). Sustainable Technology-enabled innovations for aging-in-place: the Singapore example. In George, G., Backer, T., Tracey, P., Joshi, H. (Eds.) *Handbook of Inclusive Innovation* (pp. 206-224). Elgaronline.

TigerPlace (AginMo)

AgingMo. Disponibile da: <https://agingmo.com/tiger-place-institute/>. Consultato il: 09.09.2019.

Bamerjee, T., Yefimova, M., Keller, J. M. Skubic, M., Lynn Woods, D., Rantz, M. (2017). Exploratory Analysis of Older Adults' Sedentary Behavior in the Primary Living Area Using Kinect Depth Data. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*, 9, 163-179.

Rantz, M., Aud, M., Alexander, G., Oliver, D., De Minner, D., Skubic, M., Keller, J. et al. (2008). *Tiger place: An innovative educational and research environment*. Technical Report FS-08-02. AAAI Fall Symposium. Washington: DC.

UP-TECH

Chiatti, C., Masera, F., Rimland, J. M., Cherubini, A., Scarpino, O., Spazzafumo, L., Lattanzio, F. (2013). The UP-TECH project, an intervention to support caregivers of Alzheimer's disease patients in Italy: a study protocol for a randomized controlled trial. *Trials Journal*, 14, 1-11. and *Smart Environments*, 9, 163-179.

Lattanzio, F., Abbatecola M. A., Bevilacqua, C., et al. (2015). Advanced Technology Care Innovation for Older People

in Italy: Necessity and Opportunity to Promote Health and Wellbeing. *JAMDA*, 15, 457-466.

UP-TECH. Disponibile da: <https://uptech.regione.marche.it>. Consultato il: 09.09.2019.

WAALTER Project (SMART VitAALity, GAALaxy)

GAALaxy. Disponibile da: <https://www.gaalaxy.eu/>. Consultato il: 09.09.2019.

Krainer, D., Lattacher, L. S., Oberzaucher, J., Liebhart, W., Liebhart, M., Strockl, D. E., Plattner, J., Schaschl, P. (2019). Practical Realization of an Integrated Telemonitoring and Health Care Center Model – Interim results within the Pilot Region Smart VitAALity. In Piazzolo, F., Kempter, G., Promberger, K. (Eds.) *Innovative Solutions for an Ageing Society*, Proceedings of SMARTER LIVES 19, Bolzano, 28.05.2019 (pp. 67-80). Lengerich: Pabst Science Publishers.

Krainer, D., Plattner, J., Strockl, D. E., Fleck, A., Oberrauner, E., Oberzaucher, J. (2018). System Definition based on a Multidimensional Requirement Analysis within the Pilot Region Smart VitAALity. In Piazzolo, F., Kempter, J., Promberger, K. (Eds.) *Innovative Solutions for an Ageing Society, Proceedings of SMARTER LIVES 19, Bolzano, 28.05.2019* (pp. 46-54). Lengerich: Pabst Science Publishers.

Pallauf M., Hammerle, I., Kofler, M., Forster, K., Werner, T., Ates, N., Kathrein, J. (2018). Evaluation results of an AAL pilot region – extract of a pre-post comparison. In Piazzolo, F., Schogl, S. (Eds.) *Innovative Solutions for an Ageing Society, Proceedings of SMARTER LIVES 18, Innsbruck, 20.02.2018* (pp. 53-62). Lengerich: Pabst Science Publishers.

Smart VitAALity. Disponibile da: <https://www.smart-vitaality.at>

AAL Products

AAL Products. Disponibil da: <https://www.aal-products.com/index.php/frontend/show?id=49>. Consultato il: 09.09.2019.

EVERSPRING. <https://www.everspring.com>

FIBARO. <https://www.fibaro.com>

FUTURE-SHAPE. <https://www.future-shape.com>

GEWISS. <https://www.gewiss.com>

LADURNER. <https://www.ladurner.com>

THEBEN. <https://www.theben.it>

Progetti smart cities and communities (ITA) | Smart cities and communities projects (ENG)

CITYKeys. Disponibile da: <https://citykeys-project.eu>. Consultato il: 09.09.2019.

Espresso. Disponibile da: <https://espresso-project.eu>. Consultato il: 09.09.2019.

Grow Smarter. Disponibile da: <https://grow-smarter.eu/home/>. Consultato il: 09.09.2019.

Remourban. Disponibile da: <https://www.remourban.eu>. Consultato il: 09.09.2019.

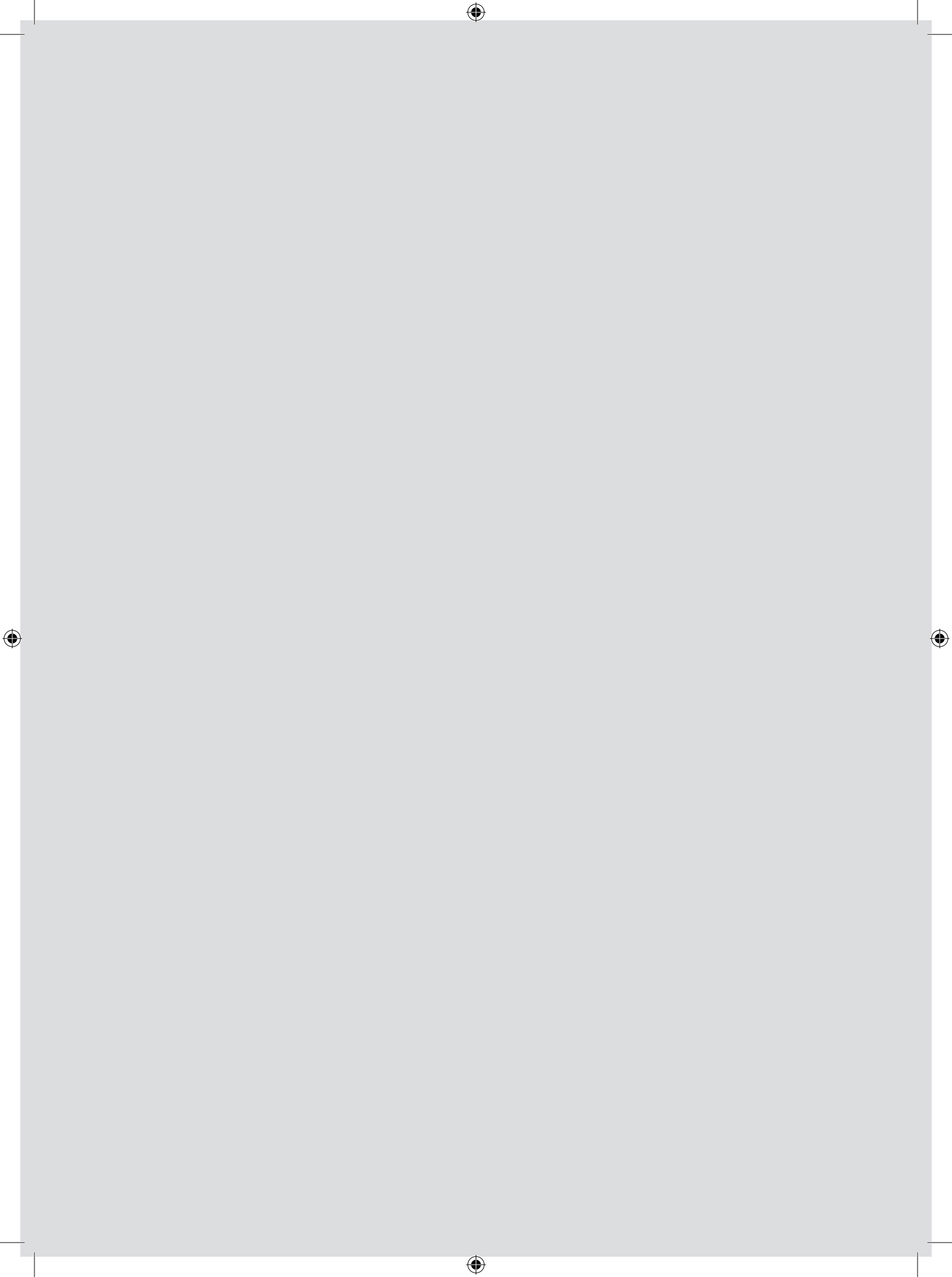
Replicate. Disponibile da: <https://replicate-project.eu>. Consultato il: 09.09.2019.

SHAR-LMM. Disponibile da: <https://www.sharingcities.eu>. Consultato il: 09.09.2019.

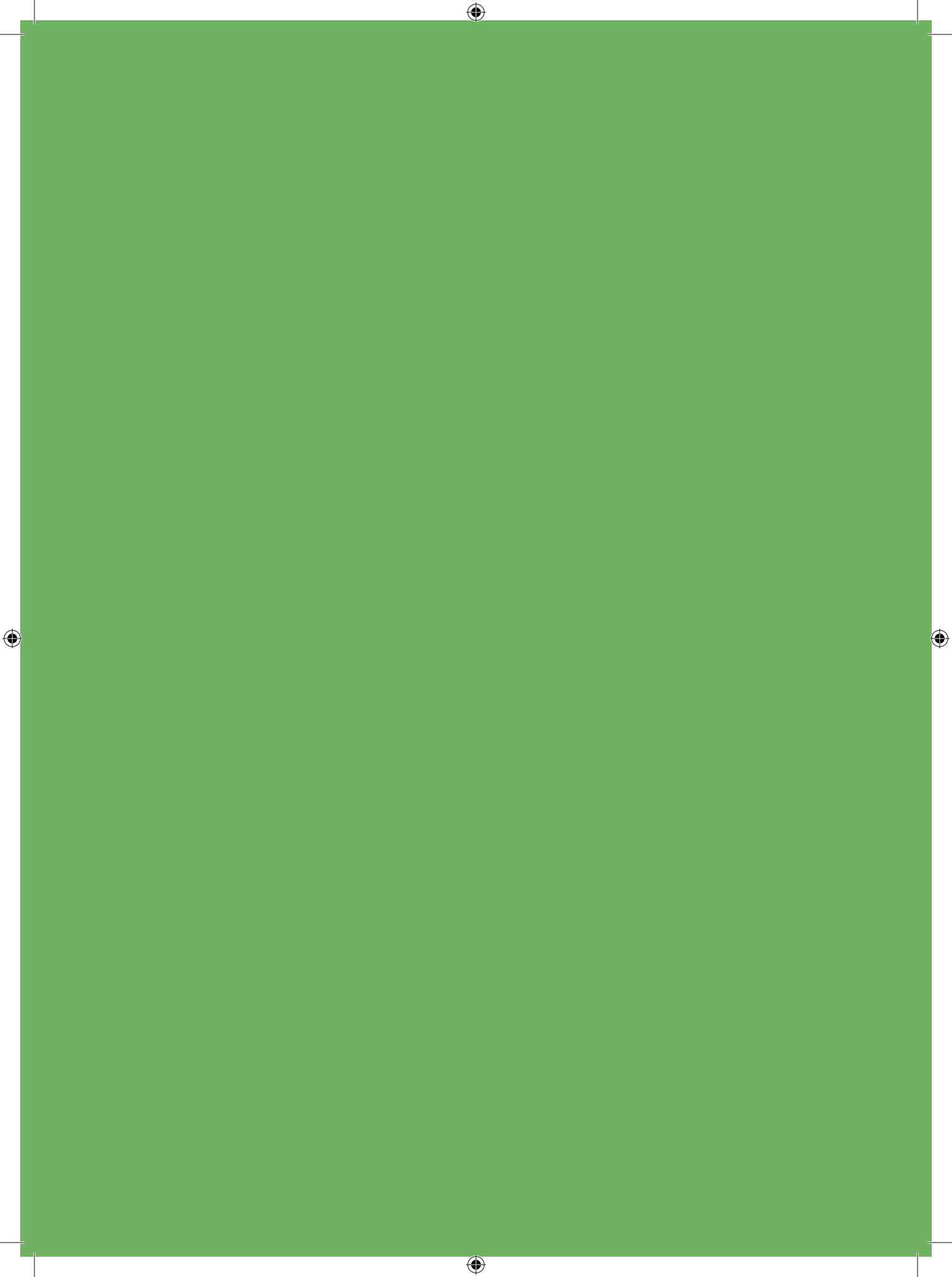
SmartEnCity. Disponibile da: <https://smartencity.eu>. Consultato il: 09.09.2019.

Smarter Together. Disponibile da: <https://www.smarter-together.eu>. Consultato il: 09.09.2019.

Triangulum. Disponibile da: <http://www.triangulum-project.eu>. Consultato il: 09.09.2019.



PARTE V - APPARATI



APPARATO V.I SIMULAZIONI | MONITORAGGIO DEI MODULI ABITATIVI

L'apparato contiene l'insieme delle simulazioni effettuate su quattro moduli abitativi esemplificativi utilizzati come casi studio di approfondimento, necessari per la verifica del procedimento operativo adottato per la creazione dello strumento implementato. Obiettivo delle simulazioni è la verifica della correttezza degli *asset progettuali* predisposti nel *modello parametrico informato* BIM e delle informazioni processate attraverso i dispositivi *smart* integrati all'interno dei moduli abitativi.

La ricerca ha previsto, in una prima fase, la definizione delle diverse configurazioni spaziali adottabili nei moduli abitativi A, B, C, D e relative unità ambientali di riferimento.

Sono stati, poi, selezionati i dispositivi *smart* da implementare, entro l'ampio ventaglio di soluzioni possibili individuate all'interno del *catalogo tecnologico*, tenendo conto di volta in volta delle caratteristiche ed *esigenze* dell'utenza ospitate.

La metodologia utilizzata in questa fase segue la logica delle interazioni che è possibile stabilire tra dispositivi *smart* e modello digitale per la quale la ricerca ha previsto la caratterizzazione della struttura del *database relazionale* sulla base di un'architettura BIM e relativi *parametri* da monitorare e la successiva importazione dei dati simulati nel server di appoggio MySQL, restituendo l'immagine di quattro diverse condizioni d'utilizzo, in sei distinti e significativi momenti della giornata.