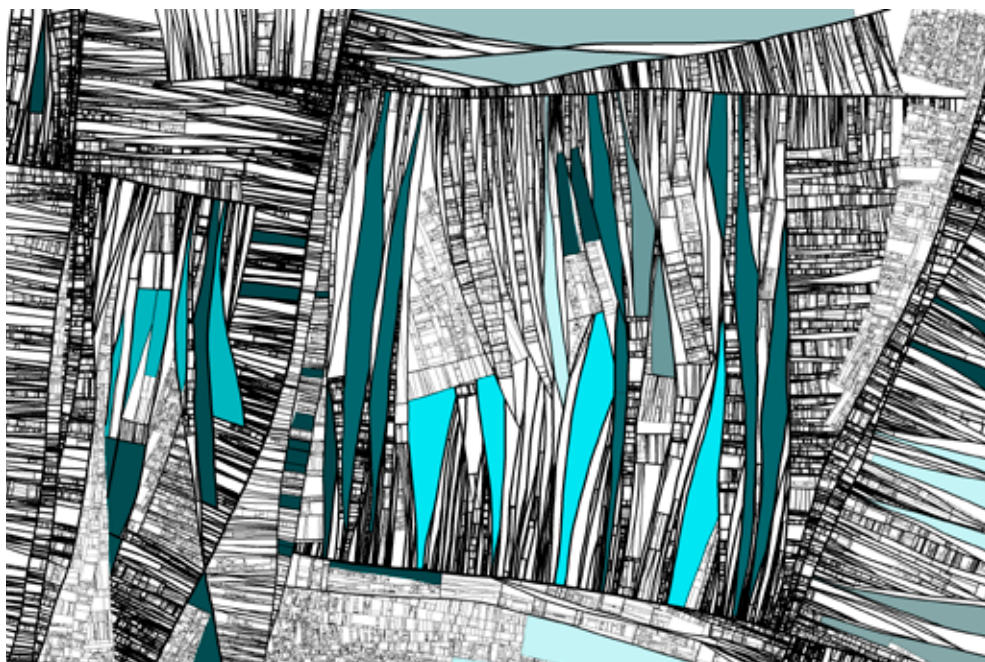


Paola Clerici Maestosi
Claudia Meloni



Transizioni urbane sostenibili

Sustainable urban transitions



politecnica


MAGGIOLI
EDITORE

La Divisione Smart Energy del Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili dell'ENEA (TERIN_SEN), coordinata dal Dott. Mauro Annunziato, svolge attività di ricerca per il sistema produttivo, le Istituzioni ed i cittadini, in particolare nei contesti di aree metropolitane. Negli ultimi 10 anni TERIN-SEN ha cavalcato l'onda dell'innovazione tecnologica nello sviluppo delle sue attività di ricerca attribuendo al dato, in tempi in cui questi concetti non erano ancora diffusi, quel valore che oggi è diventato fondamentale, specie nel processo di governo delle aree urbane.

Gli autori Paola Clerici Maestosi e Claudia Meloni hanno raccolto in questo volume i prodotti e le tecnologie sviluppati dai ricercatori nel corso degli ultimi tre anni individuando il contributo che possono dare per consentire alle città italiane di affrontare il difficile percorso della transizione urbana sostenibile.

Paola Clerici Maestosi, architetto e dottore di ricerca si occupa di città ed ambiti urbani. Partecipa alle principali reti europee che promuovono la ricerca finanziando specifiche traiettorie di sviluppo sostenibile per le città. E' il referente scientifico individuato dal MUR per la Partnership Driving Urban Transition attraverso cui – nei prossimi sette anni – verranno finanziati progetti internazionali di transizione urbana.

Claudia Meloni, architetto, si occupa di tematiche in ambito Smart Cities e Smart Communities attraverso lo studio e la progettazione di modelli urbani sostenibili inerenti un sistema integrato di applicazioni in grado erogare servizi innovativi ai cittadini. E' responsabile di progetti di ricerca e sviluppo sui temi delle Smart Cities e Smart Communities.

Questa pubblicazione è stata realizzata nell'ambito del Progetto 1.7 "Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali", finanziato dall'Accordo di Programma ENEA-MISE 2019-2021 sulla Ricerca Sistema Elettrico.

Immagine di copertina: "Città Sottile", Mauro Annunziato, 2002. Prima esposizione a Artware, Lima, Perù, 2003.

Nella città sottile una identità liquida fatta di storia e stratificazione alimenta un lago sotterraneo di memoria condivisa (M. Annunziato).

Impaginazione, grafica ed editing: Elisa Pozzoli

ISBN 978-88-916-5073-3

DOI <https://doi.org/10.30448/UNI.916.50733>

© Copyright 2021 degli Autori
Pubblicato da Maggioli Editore
Dicembre 2021

Open Access Creative Commons license
CC BY-NC-ND 4.0 International Attribution - Non commercial – No Derivative



Maggioli Editore è un marchio di Maggioli S.p.A.
Azienda con sistema qualità certificato ISO 9001:2015
47822 Santarcangelo di Romagna (RN) Via del Carpino, 8
Tel. 0541/628111 • Fax 0541/622595
www.maggiolieditore.it
e-mail: clienti.editore@maggioli.it

*Isaura, città dai mille pozzi, si presume sorga sopra un profondo lago sotterraneo. Dappertutto dove gli abitanti scavando nella terra lunghi buchi verticali sono riusciti a tirar su dell'acqua, fin là e non oltre si è estesa la città: il suo perimetro verdeggian-
te ripete quello delle rive buie del lago sepolto, un paesaggio invisibile condiziona
quello visibile, tutto ciò che si muove al sole è spinto dall'onda che batte chiusa sotto
il cielo calcareo della roccia.*

Da – *Le città sottili* – in “*Le città invisibili*” di Italo Calvino, 1972

Paola Clerici Maestosi
Claudia Meloni

Transizioni urbane sostenibili
Sustainable urban transitions

Indice

Contents

SEZIONE I

Prospettive Urbane

- 13 1.1 Premesse**
di Mauro Annunziato
- 16 1.2 Introduzione**
di Paola Clerici Maestosi
- 44 1.3 I Nuovi Modelli di città**
di Paola Clerici Maestosi, Claudia Meloni
- 60 1.4 Città italiane in transizione. Il Progetto Convergenza di ENEA per la sostenibilità delle aree urbane**
di Nicoletta Gozo, Giuseppina Giuliani

SECTION I

Urban Perspectives

- 13 1.1 Background**
by Mauro Annunziato
- 16 1.2 Introduction**
by Paola Clerici Maestosi
- 44 1.3 New city models**
by Paola Clerici Maestosi, Claudia Meloni
- 60 1.4 Italian cities in transition. The ENEA Convergence Project for the sustainability of urban areas**
by Nicoletta Gozo, Giuseppina Giuliani

SEZIONE II

Ricerca di sistema

- 82 2.1 Introduzione**
di Paola Clerici Maestosi, Claudia Meloni
- 89 2.2 Smart Home: tecnologie e servizi per gli utenti domestici**
di Sabrina Romano
- 108 2.3 Gli Smart Building,**
di Francesco De Lia, Sabrina Romano
- 117 2.4 Smart Social Building,**
di Paolo Civiero, Gilda Massa
- 131 2.5 La piattaforma PELL – Public Energy Living Lab**
di Laura Baso

SECTION II

Research

- 82 2.1 Introduction**
by Paola Clerici Maestosi, Claudia Meloni
- 89 2.2 Smart Home: technologies and services for domestic users**
by Sabrina Romano
- 108 2.3 Smart Buildings**
by Francesco De Lia, Sabrina Romano
- 117 2.4 Smart Social Building**
by Paolo Civiero, Gilda Massa
- 131 2.5 The Public Energy Living Lab – PELL platform**
by Laura Baso

143 2.6 La Smart City Platform
*di Angelo Frascella, Cristiano Novelli,
Arianna Brutti, Nicola Gessa*

159 2.7 Città sicure e sostenibili
di Maurizio Pollino, Sergio Taraglio

175 2.8 La Smart Road
di Maurizio Pollino, Sergio Taraglio

189 2.9 Le Smart Energy Communities
di Gianluca D'Agosta, Claudia Meloni

143 2.6 The Smart City Platform
*by Angelo Frascella, Cristiano Novelli,
Arianna Brutti, Nicola Gessa*

159 2.7 Safe and sustainable cities
by Maurizio Pollino, Sergio Taraglio

175 2.8 Smart Roads
by Maurizio Pollino, Sergio Taraglio

189 2.9 Smart Energy Communities
by Gianluca D'Agosta, Claudia Meloni

SEZIONE III

I prodotti tecnologici

210 I prodotti tecnologici
di Paola Clerici Maestosi, Claudia Meloni

**212 La Piattaforma DHOMUS: Data
HOMes and Users**
di Sabrina Romano

**215 Innovazione dei progetti
gestionali urbani: il Progetto
PELL (Public Energy Living Lab)**
di Laura Blaso

**218 Tool LENICALC (Servizio della
Piattaforma PELL Edifici)**
di Laura Blaso

221 La Smart City Platform (SCP)
di Angelo Frascella, Cristiano Novelli

**224 La piattaforma di supporto alle
decisioni CIPCast**
di Maurizio Pollino, Sergio Taraglio

227 La Smart Road
di Maurizio Pollino, Sergio Taraglio

**230 La Piattaforma LEC: Local Energy
Communities**
di Gianluca D'agosta, Claudia Meloni

SECTION III

Technological products

210 Technological products
by Paola Clerici Maestosi, Claudia Meloni

**212 The DHOMUS Platform: Data
HOMes and USers**
by Sabrina Romano

**215 Innovation in urban
management projects: the PELL
(Public Energy Living Lab) Project**
by Laura Blaso

**218 LENICALC Tool (PELL Buildings
Platform Service)**
by Laura Blaso

221 The Smart City Platform (SCP)
by Angelo Frascella, Cristiano Novelli

**224 CIPCast Decision Support
Platform**
by Maurizio Pollino, Antonio Di Pietro

227 Smart Road
by Maurizio Pollino, Sergio Taraglio

**230 The LEC Platform: Local Energy
Communities**
by Gianluca D'agosta, Claudia Meloni

- 234 I simulatore RECON – Renewable Energy Community ecONomic calculator**
di Matteo Caldera
- 237 Il tool CruISE – Cruscotto Intelligente per Smart Energy**
di Gianluca D’Agosta
- 240 PED.EF (Positive Energy District. Enabling Factors) – strumento di valutazione dei fattori abilitanti la transizione verso il Positive Energy District**
di Paola Clerici Maestosi e Gilda Massa

- 234 The RECON (Renewable Energy Community ecONomic calculator) simulator**
by Matteo Caldera
- 237 CruISE Tool – Smart Dashboard for Smart Energy**
by Gianluca D’Agosta
- 240 PED.EF (Positive Energy District. Enabling Factors) – Enabling Factors driving transition towards Positive Energy District - Assessment tool**
di Paola Clerici Maestosi e Gilda Massa

CONCLUSIONI

- 243 Conclusioni**
di Mauro Annunziato, Paola Clerici Maestosi e Claudia Meloni
- 254 Bibliografia**
- 260 Tabella acronimi**

CONCLUSIONS

- 243 Conclusions**
by Mauro Annunziato, Paola Clerici Maestosi and Claudia Meloni
- 254 Bibliography**
- 260 Acronyms**

Ho accolto positivamente la pubblicazione di questo volume dedicato al tema della transizione sostenibile per le aree urbane, nella quale l'energia assume – insieme alla sostenibilità, al cambiamento climatico, alle fonti rinnovabili, all'economia circolare e al capitale naturale – un ruolo centrale.

La transizione energetica ed ecologica, per divenire un obiettivo credibile, richiede anche un profondo cambiamento culturale che investa la società nel suo complesso, contesto in cui ENEA può e deve giocare un ruolo strategico fornendo il proprio contributo sia in termini di attività di ricerca, sviluppo e innovazione, sia per favorire il trasferimento tecnologico e di competenze alla pubblica amministrazione, agli enti sul territorio, alle imprese, ai cittadini. ENEA ha un consolidato patrimonio di conoscenze tecnico-scientifiche e di infrastrutture e laboratori di ricerca, e da sempre opera nella direzione di trasferire in prodotti e servizi le proprie ricerche, a beneficio della società civile.

Siamo consapevoli che per garantire un futuro sostenibile occorre invertire la rotta, contrastare con decisione il cambiamento climatico e il consumo smoderato di risorse, che le sottrae alle generazioni future. In tale scenario le città, oltre ad essere un agglomerato urbano, rappresentano primariamente un agglomerato umano. La crisi pandemica e l'emergenza sanitaria in corso impongono una riflessione ancora più ampia sulla necessità di ridisegnare il nostro modo di pensare e vivere le città, di organizzarle ed ammini-

starle, mettendo al centro le azioni e i processi per la transizione energetica ed ecologica degli agglomerati urbani.

La ricerca e l'innovazione possono avere una collocazione di primo piano in questo processo, rendendo disponibili strumenti per favorire la promozione e la trasformazione delle politiche in chiave sostenibile, per supportare modelli circolari di produzione, l'eco-innovazione nei cicli di vita e lo sviluppo di tecnologie, metodologie e strumenti che favoriscano l'integrazione di competenze multidisciplinari ed interdisciplinari negli ambiti urbani.

In questa prospettiva sarà possibile guardare con più ottimismo al futuro, a condizione, però, di sostenere un cambiamento strutturale e culturale che miri alla sostenibilità e alla transizione ecologica, attraverso un percorso inclusivo che preveda la collaborazione di tutti gli attori che, a vario titolo e livello, saranno chiamati ad assumere scelte e azioni determinanti. Le istituzioni dovranno fornire indirizzi politici con chiare strategie e piani di azione, le imprese dovranno andare verso nuovi modelli di produzione ed i cittadini ripensare con responsabilità e in prospettiva il loro stile di vita, nella consapevolezza della centralità di tutelare il pianeta e le sue risorse a beneficio di tutti e delle nuove generazioni.

Il libro *Transizioni Urbane Sostenibili* ha come obiettivo primario l'individuazione e l'analisi di strumenti e processi tesi ad accompagnare le città italiane nel percorso di transizione verso le città ecosostenibili.

Diversi, infatti, sono le misure e gli indirizzi di intervento che il PNRR propone a livello nazionale e numerosi sono i programmi di finanziamento in ambito urbano che la Commissione Europea ha messo a punto (*Partnership Driving Urban Transition*), nell'ambito dei quali ENEA avrà un ruolo centrale nel disegnare la progettazione e la gestione delle aree urbane per un futuro sostenibile, accompagnando le nostre città e le

nostre comunità verso un nuovo modello di sviluppo sostenibile (*Partnership Clean Energy Transition CET, 100 Climate Neutral Cities o la Bauhaus Initiative*).

Il volume *Transizione Urbane Sostenibili* rappresenta, pertanto, un efficace strumento di orientamento per l'implementazione e l'utilizzo di strumenti, prodotti, processi e servizi, sviluppati e proposti da ENEA, per fornire un utile supporto operativo per una effettiva "transizione" delle nostre città in cui ci troveremo a vivere.

Ing. Gilberto Dialuce
Presidente ENEA

SEZIONE I
Prospettive Urbane

SECTION I
Urban Perspectives

1.1 Premesse

di Mauro Annunziato

Gli ultimi anni sono stati caratterizzati da un grande fermento tecnologico che ha visto l'avvento nel mercato delle così dette *disruptive technologies*, tecnologie innovative che si sono affermate e imposte come strumenti abilitanti per radicali e positivi cambiamenti, ad esempio, nel modo di conoscere, programmare, gestire ed innovare i contesti urbani e territoriali. Al momento le soluzioni tecnologiche, in particolare quelle digitali, hanno cambiato il modo di immaginare la città e stanno cambiando anche il modo di progettare gli interventi di riqualificazione. Questo consentirà, in un futuro abbastanza prossimo, di innovare e amministrare città e servizi ai cittadini partendo dalla conoscenza delle reali criticità, esigenze, e desiderata. Il grande cambiamento non sarà solo a livello tecnologico ma soprattutto culturale in quanto le Pubbliche Amministrazioni, i cittadini, gli stakeholder urbani dovranno modificare il loro ruolo all'interno della città. Questo significa che per poter beneficiare delle opportunità offerte dall'attuale rivoluzione tecnologica sarà necessario promuovere un salto culturale.

In merito al concetto di Smart City, oggi assai inflazionato, possiamo affermare che non esiste una definizione universalmente riconosciuta. ENEA interpreta la Smart City come uno dei possibili percorsi di transizione urbana sostenibile;

1.1 Background

by Mauro Annunziato

The last few years have been characterised by a major technological boom that has seen the arrival of so-called "*disruptive technologies*", innovative technologies that have taken hold and established themselves as enabling tools for radical and positive changes in the way we understand, plan, manage and innovate urban and district contexts. Technological solutions, especially digital ones, have now changed the way the city is imagined and are also changing the way regeneration projects are designed. This will make it possible, in the not too distant future, to innovate and administer cities and services to citizens based on an understanding of their real critical issues, needs, particularities, vocations, possibilities and capabilities. The big change will not only be technological but above all cultural, as public administrations, citizens, economic operators, governance and business models and market players will have to transform their role in the city. This means that in order to benefit from the opportunities offered by the current technological revolution, a cultural shift must be promoted.

Regarding the concept of Smart City, which is nowadays much overused, we can argue that there is no universally recognised definition. ENEA interprets the Smart City as one of the possible paths of transformation towards an *all-round sus-*

un percorso che, grazie alle tecnologie e alla governance integrata dei dati urbani, è in grado di incontrare più efficacemente le specifiche esigenze dei suoi cittadini in relazione al contesto territoriale di riferimento. Un percorso che, attraverso sensori, scambio di informazioni, flessibilità ed adattività dei servizi, si può osservare ed ascoltare, si può orientare verso la spinta della domanda, si può trasformare a misura dei bisogni dei cittadini, avvicinandosi ai cittadini stessi. Quindi per ENEA la Smart City, più che una città ideale, è un percorso di trasformazione, di transizione che partendo dalle esigenze attuali definisce una scala di priorità in termini di interventi da realizzare, servizi da adottare, tecnologie da introdurre utilizzando, per la definizione delle scelte strategiche, i dati urbani. Ad esempio, se la città può essere a rischio di esondazioni di fiumi e corsi d'acqua, la transizione urbana sostenibile, secondo un approccio Smart, privilegerà sensori che prevengano o predicono le esondazioni in modo da porre in essere interventi strategici per questo tipo di problematica. L'approccio Smart City è un paradigma di lavoro per quelle città che sanno programmare e desiderano gestire la propria evoluzione secondo un modello di sviluppo ambizioso che racchiude l'idea di essere la migliore città possibile, dato uno specifico contesto, basando la propria transizione sulle tecnologie smart. Una città intelligente e furba nel senso letterale del termine inglese, capace di amministrarsi e svilupparsi in modo sostenibile, in grado di integrare tecnolo-

tainable city. Thanks to technologies and integrated governance of urban data, this approach can meet the specific needs of citizens more effectively according to the specificities and inclinations of the territorial context in question. Through sensors, exchange of information, flexibility and adaptability of services, this path can be observed and listened to, can be oriented to follow the thrust of demand, and can be transformed to meet the needs of citizens and become more relevant to the citizens themselves. Therefore, the Smart City, instead of being an ideal city, is an approach to transformation that starts from current needs and emergencies in order to define a scale of priorities in terms of interventions to be carried out, services to be adopted, technologies to be introduced into management processes and strategic decisions. For example, where a city is subject to flooding due to climate change or the morphological characteristics of the territory, the Smart transition of the city will have to prioritise and/or choose whether to adopt sensors that prevent or predict these events, mitigating the damage rather than carrying out interventions that, in abstract terms, might seem more of a priority. It is a working paradigm for a city that is able to plan and manage its transformation not by pursuing an ideal city but by trying to be the best possible city for that specific context and for those who live in it and administer it. This city will be a Smart City: a smart and clever city in the literal sense of the term, capable of administering itself and developing in a sustainable manner. It will know how to integrate technologies, data, informa-

gie, dati, informazioni e servizi mettendoli a sistema, elaborando sulla base dei dati disponibili le valutazioni strategiche in merito alle scelte amministrative, gestionali ed evolutive.

Non c'è una Smart City senza tecnologie e servizi smart, infatti le tecnologie smart sono i fattori abilitanti dei servizi smart; una tecnologia è smart perché è in grado di dare e ricevere informazioni utilizzando codici standardizzati di scambio delle informazioni, un servizio è smart perché è in grado, integrando dati provenienti da fonti/tecnologie e/o servizi diversi, di offrire un servizio che è migliore dei servizi originari.

Dunque la Smart City è uno degli approcci con cui disegnare la transizione urbana sostenibile; ma non l'unico. Tuttavia le tecnologie ed i servizi smart che sono stati sviluppati negli ultimi dieci anni sono i mattoni che servono per costruire anche altri approcci di transizione urbana sostenibile.

Negli ultimi 10 anni la Divisione Smart Energy del Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili dell'ENEA ha cavalcato l'onda dell'innovazione tecnologica nello sviluppo delle sue attività di ricerca e dei suoi progetti attribuendo al dato, in tempi in cui questi concetti non erano ancora diffusi, quel valore e ruolo che oggi è diventato fondamentale, specie nel processo di governo delle aree urbane. Acquisire i dati significa acquisire conoscenza ed ENEA TERIN SEN nello sviluppo dei suoi progetti dedicati alla transizione urbana ha praticato la via del "conoscere per gestire ed innovare".

tion and services, making them part of a system and a common factor, using them as the basis for strategic assessments to support administrative, management and developmental choices.

There cannot be a Smart City without smart technologies and services. Smart technologies are the enablers of smart services: a technology is smart because it is able to give and receive information using standardised information exchange codes, while a service is smart because, by integrating data from different sources/technologies and/or services, it can offer a service that is an improvement on the original.

Therefore the Smart City is one of the approaches with which to design the sustainable urban transition; but not the only one. However, the smart technologies and services that have been developed over the last ten years are the building blocks that serve to build other approaches to sustainable urban transition as well.

Over the last 10 years, the Smart Energy Division of ENEA's Energy Technologies and Renewable Sources Department has ridden the wave of technological innovation in the development of its research activities and projects, giving data the value and role that it has now assumed, but before these concepts became widespread, especially in the process of governing urban areas. Acquiring data means acquiring knowledge, and in developing its projects dedicated to urban transition, ENEA TERIN SEN has adopted an approach of "discovery in order to manage and innovate".

1.2 Introduzione

di Paola Clerici Maestosi

ENEA è l'Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico e Sostenibile la cui mission è sviluppare innovazioni di processo e di prodotto per molti settori economici del nostro paese.

Poiché i settori economici aggregano attività economiche con caratteristiche comuni, l'innovazione di prodotto o processo in questi casi procede spesso nella risoluzione di gap puntuali, solitamente con percorsi di sviluppo lineari.

Nel caso in cui l'innovazione e la ricerca si rivolgono a tematiche di più ampio respiro, quale ad esempio l'ambito urbano, si procede per interazioni successive, spesso sovrapposte, in cui visioni transdisciplinari ed olistiche sono essenziali.

Per questo è assai difficile cogliere la portata delle innovazioni di processo e di prodotto nell'ambito urbano dove la complessità intrinseca comporta il rischio di banalizzazione dei contenuti qualora si voglia rendere comprensibili le innovazioni di processo e di prodotto ad un pubblico di fruitori non specialisti.

Ma chi sono i fruitori non specialisti in ambito urbano? Genericamente sono le persone, i cittadini, gli abitanti, residenti e non, che vivono, lavorano, trascorrono il tempo libero nelle città poiché la tendenza – almeno fino a quando le città non avevano ancora sperimentato il rischio rappresentato dalla densità abitativa

1.2 Introduction

by Paola Clerici Maestosi

ENEA, the Italian National Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development, develops process and product innovation for many economic sectors in our country.

Since the economic sectors express specific economic activities grouped according to common characteristics, product or process innovation in these cases often proceeds by resolving specific gaps, usually with linear development paths.

Where innovation and research address broader issues, such as the urban context, it proceeds through successive interactions, often overlapping, in which transdisciplinary and holistic visions are essential.

For this reason, it is very difficult to grasp the scope of process/product innovations in the urban context, in which the intrinsic complexity entails a risk of trivialising the content, where the aim is to make process and product innovations understandable to an audience of non-specialist users.

But who are the non-specialist users in the urban context? Generally speaking, they are the people, citizens, residents and non-residents who live, work and spend their free time in cities, since the tendency – at least until cities began experiencing the risk posed by population density, as high-

messa in evidenza dalla pandemia COVID 19 – è spesso stata quella di ritenere che gli ambiti urbani fossero potenzialmente più motivazionali di altri ambiti, quindi maggiormente in grado di fornire risposte ai bisogni fondamentali dell'uomo¹.

L'obiettivo che ci siamo posti nella redazione della presente pubblicazione è quello di far comprendere l'intrinseca complessità delle innovazioni di prodotto e processo in ambito urbano attraverso descrizioni chiare e semplici, in modo da rendere evidente come i risultati della Ricerca di Sistema Elettrico (AdP ENEA-MISE) che la Divisione Smart Energy del Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili dell'ENEA sviluppa, siano un riferimento nazionale e possano essere utilmente impiegati per promuovere la transizione urbana sostenibile. Secondo la definizione espressa nel rapporto Brundtland, conosciuto anche come *Our Common Future*, pubblicato nel 1987 dalla Commissione

lighted by the COVID 19 pandemic – was often to believe that urban areas were potentially more motivational than other environments, and therefore better able to provide answers to basic human needs¹.

Our goal in drafting this publication is to enable the reader to understand the intrinsic complexity of product and process innovations in the urban context while providing clear and comprehensible concepts in order to explain how the Electricity System Research (AdP ENEA-MISE) carried out by the Smart Energy Division of ENEA's Energy Technologies and Renewable Sources Department is a national point of reference for promoting the transition of cities towards sustainable development models. According to the definition provided in the Brundtland Report, also known *Our Common Future*, published in 1987

1 Nel 1954 lo psicologo Abraham Maslow propose un modello motivazionale dello sviluppo umano basato su una "gerarchia di bisogni" ossia una serie di "bisogni" disposti gerarchicamente in base alla quale la soddisfazione dei bisogni più elementari è la condizione per fare emergere i bisogni di ordine superiore. Alla base della piramide ci sono i bisogni essenziali alla sopravvivenza mentre salendo verso il vertice si incontrano i bisogni più immateriali (fisiologici, sicurezza, appartenenza, stima, autorealizzazione). Il punto di partenza di Maslow, iniziatore della psicologia umanistica, è che in ognuno di noi è presente un "seme", un potenziale, un principio di autorealizzazione che dev'essere espresso in quanto è la nostra essenza personale autentica, unica e irripetibile. Questo principio di autorealizzazione dà origine alle motivazioni interiori, ai desideri profondi, ma si scontra con la realtà nel momento in cui prima di poter soddisfare i bisogni "superiori" (dell'anima), bisogna soddisfare i bisogni "inferiori" (del corpo, ma non solo).

1 In 1954, the psychologist Abraham Maslow proposed a motivational model of human development based on a "hierarchy of needs", i.e. a series of "needs" arranged hierarchically according to which the satisfaction of the most basic needs is the condition for higher-order needs to emerge. At the base of the pyramid are the needs essential to survival, while moving upwards one encounters more immaterial needs (physiological, security, belonging, esteem, self-actualisation). The starting point for Maslow, initiator of humanistic psychology, is that in each of us there is a "seed", a potential, a principle of self-actualisation that must be expressed because it is our authentic, unique and unrepeatable personal essence. This principle of self-actualisation gives rise to inner motivations, to deep desires, but it clashes with reality when, before being able to satisfy the "higher" needs (of the soul), we must first satisfy the "lower" needs (of the body, but not only).

Mondiale sull'Ambiente e lo Sviluppo (World Commission on Environment and Development) con il termine sviluppo sostenibile s'intende "uno sviluppo in grado di assicurare il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri."

1.2.1 La teoria dei bisogni

L'individuazione dei bisogni di una città [1-6] è, o dovrebbe essere, una azione preliminare necessaria per impostare servizi, piani, progetti o programmi a livello urbano. Tuttavia, la definizione di cosa sia bisogno è tutt'altro che semplice: da un lato vi è la concezione che il bisogno sia quanto viene manifestato e che si possa desumere dai comportamenti e dalle aspettative di singoli, famiglie e imprese che agiscono in una pluralità di mercati mentre all'altro estremo vi è la concezione che esista un livello minimo di bisogno non contrattabile ed essenziale per la sopravvivenza dignitosa di ogni individuo.

Infatti, la definizione di bisogno e i modi in cui i bisogni vengono percepiti in una data collettività varia nel tempo e differisce per culture e ambienti sociali diversi; variano anche i modi e le strategie che vengono ritenute più adatte per affrontare un dato tipo di bisogno, così come le descrizioni di urgenza, estensione e gravità degli stessi. Inoltre, vanno considerati anche i meccanismi che generano "nuovi" bisogni, il funzionamento delle "organizzazioni" che "lavorano"

by the World Commission on Environment and Development (WCED), the term sustainable development means "development that ensures that the needs of the present generation are met without compromising the ability of future generations to meet their own needs".

1.2.1 The theory of needs

The identification of needs [1-6] is, or should be, a necessary preliminary action to set up services, plans, projects or programmes at urban level. However, defining what need means is anything but simple: as an extremely synthetic simplification of the various points of view, one could say that on the one hand there is the notion that need is simply what is manifested by and can be deduced from the behaviour and expectations of individuals, families and businesses acting in a plurality of markets, while at the other extreme is the idea that there is a minimum level of need that cannot be negotiated and is essential for the dignified survival of every individual.

In fact, the definition of needs and how they are perceived in a particular community varies over time and differs between different cultures and social environments; the methods and strategies considered most appropriate to deal with a given type of need also vary, as do the descriptions of urgency, extent and severity of those needs. Furthermore, consideration must also be given to the mechanisms that generate "new"

su questi bisogni nonché le relazioni tra di esse.

Dicono B. Vigilio Turra e B. Arcari che *“l’individuazione dei bisogni è un processo dinamico che deve tener conto di almeno due dimensioni: quella diacronica centrata sul flusso temporale, che consente di distinguere le interpretazioni del passato dagli scenari che riguardano il futuro, le tendenze storiche dalle rotture; quella sincronica, relativa allo stato attuale del sistema, che mostra la gravità e l’estensione dei bisogni così come sono interpretati attualmente”*.

Tuttavia è cosa certa che l’individuazione e la descrizione dei bisogni richiede la disponibilità di dati “quantitativi” e “soggettivi”: i primi sono dati statistici, che forniscono il quadro di riferimento socio-economico-anagrafico e le possibili direttrici dell’evoluzione, i secondi invece aiutano a comprendere le aspettative, i pregiudizi e le percezioni di singoli, gruppi e comunità relativamente ai bisogni; per entrambi i dati le innovazioni di prodotto e processo in ambito ICT costituiscono un indubbio valore aggiunto, basti pensare alla accelerazione indotta in ambito urbano dal tema della raccolta dei dati urbani provenienti da fonti diverse (utility, comune, servizi di varia natura,..) e la gestione degli *urban big data* attraverso le piattaforme urbane.

L’interazione tra le due dimensioni lascia trasparire un quadro di grande complessità la cui comprensione consente di innescare meccanismi di apprendimento capaci di ridefinire prima, ed affrontare poi, il problema dei bisogni in modo

needs, to how “organisations” that “work” on these needs operate and to the relationships between them.

According to B. Vigilio Turra and B. Arcari *“the identification of needs is a dynamic process that must take into account at least two dimensions: the diachronic dimension centred on the time flow, which allows interpretations of the past to be differentiated from scenarios concerning the future, and historical trends from disruptions; the synchronic dimension, relating to the current state of the system, which indicates the severity and extent of the needs as they are currently interpreted”*.

However, there is no doubt that identification and description of needs requires the availability of “quantitative” and “subjective” data. The former are statistical data, which provide the socio-economic and demographic frame of reference and the possible directions of future development, while the latter help to understand the expectations, prejudices and perceptions of individuals, groups and communities in relation to the needs. For both types of data, product and process innovations in the ICT field constitute undoubted added value: just think of the acceleration brought about in the urban context by the issue of urban data collection from different sources (utilities, municipalities, services of various kinds, ...) and the management of *urban big data* through urban platforms.

The interaction between these two dimensions reveals a highly complex picture, the understanding of which will

innovativo. L'ambiguità del concetto di bisogno, la sua centralità sociale, la pluralità di soggetti collettivi ed istituzionali che sono o si sentono impegnati su questo tema, gli interessi economici e finanziari che sono in gioco, fanno dell'analisi dei bisogni una sfida che è etica e politica prima ancora di essere teorica e metodologica. L'analisi dei bisogni è una attività fondamentale per lo sviluppo di moltissime azioni in ambito urbano, è una preconditione per il disegno di politiche, di servizi, di programmi e di progetti; ora si ritiene che grazie a una disponibilità quasi illimitata di dati ed attraverso la gestione degli stessi tramite le cosiddette piattaforme urbane che rendono interoperabili tra loro dati di diversa natura, sia più facile analizzare i bisogni a scala urbana e dunque dare risposte ai bisogni dell'uomo.

Un interessante studio che Cathryn Exon Smith [7] scrisse nel 2010 costituisce una importante riflessione sul tema di come il soddisfacimento dei bisogni primari proposto da Abraham Maslow possa essere utilmente impiegato per comprendere come le esigenze primarie, per esempio nello sviluppo di una nazione o di una città, debbano essere soddisfatte prima di poter avanzare ad un livello superiore di attualizzazione e soddisfare il proprio potenziale.

Grazie a questa lettura il legame tra bisogni primari e città pone al livello più basso della piramide di Maslow, qui riadattata alla specifica fattispecie, i bisogni fisiologici primari che nel caso delle città sono [Fig. 1] rappresentate dalle infrastrutture di base (terra, acqua, fo-

allow learning mechanisms to be triggered that can first of all redefine and then tackle the problem of needs in an innovative way. The ambiguity of the concept of needs, its social centrality, the plurality of collective and institutional subjects who are or feel committed to this issue, and the economic and financial interests at stake make the analysis of needs a challenge that is even more ethical and political than theoretical and methodological. Needs analysis is a fundamental activity for undertaking many actions in the urban sphere and is a precondition for designing of policies, services, programmes and projects. The current view is that the almost unlimited availability of data and the management of those data by means of so-called urban platforms that make different data interoperable have made it easier to analyse needs on an urban scale and thus provide answers to human needs.

An interesting study produced by Cathryn Exon Smith [7] in 2010 offers an important reflection on the issue of how the satisfaction of basic needs, as proposed by Abraham Maslow, can be used effectively to understand how primary needs, in the development of a nation, must be satisfied before it can advance to a higher level of actualisation and realise its potential.

Thanks to this interpretation, the link between basic needs and cities [Fig. 1] places primary physiological needs at the lowest level of Maslow's pyramid, here readjusted to the specific case. In the case of cities, these needs are represent-

gnature, elettricità, strade, case, una fonte di cibo) e da una base imponente certa. Questo strato di base definirebbe le caratteristiche essenziali di una città vitale: esiste un'infrastruttura per la funzione quotidiana dei suoi cittadini ed esistono finanziamenti ad hoc per mantenere tale infrastruttura.

ed by basic infrastructure (land, water, sewage, electricity, roads, housing and a source of food) and a solid tax base. This basic layer would define the essential characteristics of a viable city: there is an infrastructure for the daily operations of its citizens and there is ad hoc funding to maintain that infrastructure.

GERARCHIA DEI BISOGNI UMANI		livello n°	GERARCHIA DEI BISOGNI URBANI	
descrizione	tipo di bisogno		tipo di bisogno	descrizione
desiderio di diventare il massimo che si può essere	auto-realizzazione	5	apertura alle influenze	essere socialmente responsabili; ecosostenibili, equità sociale
rispetto, autostima, status di riconoscimento, libertà	stima	4	offerte culturali	parchi, spazi aperti, monumenti pubblici, attrazioni pubbliche/private
amicizia, intimità, senso di connessione	amore ed appartenenza	3	istruzione, ricerca e sviluppo	accesso ai servizi; istituzioni sociali, comunitarie ed economiche; organizzazioni che connettono, nutrono ed investono nel cittadino
sicurezza personale, lavoro, risorse, salute, proprietà	sicurezza	2	infrastrutture efficaci	trasporti, polizia municipale, vigili del fuoco, servizi sanitari, sicurezza economica, spazi verdi
acqua, cibo, aria, riparo, indumenti, dormire, riproduzione	bisogni fisiologici	1	servizi di base	strade, case, cibo, base imponente

Fig. 1 – Raffronto tra i bisogni umani ed i bisogni urbani, rielaborazione dell'autore da Maslow/Exon Smith

Al secondo livello della piramide, subito dopo il livello più basso, ci sono i bisogni di sicurezza e protezione (tutti i servizi, per esempio la polizia municipale, carabinieri, polizia, pompieri, servizi sanitari sono la componente più ovvia di questo livello, ma vi rientrano anche la sicurezza economica, la sicurezza alimentare, ecc.). Il terzo livello invece è rappresentato dal bisogno di amore e appartenenza: è questo il livello in cui si sviluppa il senso di comunità e connettività. La connettività in questo contesto riguarda in parte l'accesso ai servizi locali e regionali, ma riguarda anche le istituzioni sociali, comunitarie ed economiche di una comunità – le organizzazioni sia formali che informali che si collegano, alimentano e investono nei residenti di una città. Il quarto livello è l'autostima che si riflette spesso nel senso del luogo e nell'in-

At the second level of the pyramid, immediately above the bottom layer, are the needs for safety and security (all the services, e.g. local and national police, fire brigades, health services are the most obvious component of this layer, but it also includes financial security, food security, and so on). The third level is represented by the need for love and belonging: this is the level where the sense of community and connectivity develops. Connectivity in this context is partly about access to local and regional services, but also about the social, community and economic institutions of a community – the organisations, both formal and informal, that connect, nurture and invest in the residents of a city. The fourth level is self-esteem, which is often reflected in a sense of place

vestimento in sé: parchi e spazi aperti, scuole, monumenti pubblici, attrazioni private, sono tutti esempi di modi in cui le città si mostrano al mondo. Spesso, le cose che creano senso del luogo richiedono investimenti significativi di tempo e denaro da parte degli enti pubblici e privati. E il successo di questi investimenti si trova altrettanto spesso nel modo in cui tali investimenti sono gestiti dalla cittadinanza, il che significa che senza il livello di “amore e appartenenza” in atto, questi investimenti non possono funzionare – almeno, non a lungo termine. Sebbene questi elementi non siano fondamentali per la sopravvivenza quotidiana di una comunità, sono vitali per il successo della comunità, poiché aiutano le città a crescere.

Infine l'ultimo livello, il più alto, è l'auto-attualizzazione ossia una fase in cui le città possono affrontare con successo alcuni degli obiettivi cruciali che le città di oggi devono affrontare: questioni come essere socialmente responsabili, ambientalmente sostenibili o universalmente eque.

Quest'ultimo livello è così fortemente dipendente dai livelli sottostanti della gerarchia che molte volte i progetti su argomenti come l'accessibilità economica, l'equità sociale, la rigenerazione urbana o la sostenibilità a lungo termine finiscono per concentrarsi su strategie volte ad affrontare i problemi dei livelli inferiori, prima di poter affrontare i nodi di maggiore complessità.

Spesso questi sforzi di auto-realizzazione sono costosi in termini di finanziamento e *capacity building*: richiedono quindi

and the level of self-investment. Parks and open spaces, schools, public monuments and private attractions are all examples of ways in which cities show themselves to the world. Often, things that create a sense of place require significant investments in time and money by public and private bodies. And the success of these investments is just as often found in the way they are managed by the citizens, which means that without the level of “love and belonging” in place, such investments cannot work – at least, not in the long term. Although these elements are not fundamental to the day-to-day survival of a community, they are vital to the success of that community because they help cities to grow.

Finally, the last and highest level is self-actualisation, meaning the stage at which cities can successfully address some of the crucial goals that they must tackle today: issues such as being socially responsible, environmentally sustainable or universally equitable.

This highest level is so heavily dependent on the lower levels of the hierarchy that projects on topics such as affordability, social equity, urban regeneration or long-term sustainability often end up focusing on strategies to address problems at lower levels before they can tackle the more complex issues.

These self-actualisation efforts are often costly in terms of financing and *capacity building*: they therefore require a strong capacity on the part of the city

una forte capacità di risposta della città nel soddisfacimento dei bisogni di auto-stima, amore e senso di appartenenza.

1.2.2 I bisogni e le città

La gerarchia dei bisogni proposta da Maslow può essere un modo interessante per comprendere come si sia evoluta negli ultimi anni l'idea di città.

Le città, come le persone, sono complesse ed in continua evoluzione, aspirano a bilanciare le esigenze quotidiane con obiettivi elevati. E via via che città e progresso evolvono, i bisogni mutano; la distanza tra città reale e città ideale (quella dei programmi, dei progetti, delle aspirazioni, la città dell'auto-stima) è il terreno di sviluppo dei tipi di città possibili.

L'interessante studio di de Jong, Schraven, Zhan e Weijnen [8] indaga, attraverso una analisi bibliometrica, le categorie di città più frequenti che, nel corso degli ultimi trent'anni, sono state utilizzate per promuovere la transizione di città dal modello di partenza originale (città reale) ad un modello più consono al soddisfacimento dei bisogni emergenti dell'auto-realizzazione.

Il risultato dello studio dimostra che nonostante un certo grado di sovrapposizione e fecondazione incrociata, ciascuna delle categorie osservate, presenta solide differenze concettuali. [Fig. 2]

Prendendo a spunto lo studio citato, si propone di seguito una lettura delle categorie in funzione del bisogno di autorealizzazione che la città intende perseguire.

to respond in meeting the needs of self-worth, self-esteem, love and a sense of belonging.

1.2.2 Needs and cities

The hierarchy of needs proposed by Maslow can be an interesting way to understand the idea of the city.

Cities, like people, are complex and constantly evolving, aspiring to balance everyday needs with lofty goals. Furthermore, as the city and progress evolve, needs change: the distance between the real city and the ideal city (that of programmes, projects and aspirations, the city of self-esteem) is the breeding ground for the development of the possible types of city.

The interesting study by de Jong, Schraven, Zhan and Weijnen [8] investigates, through a bibliometric analysis, the most frequent categories of cities that have been used over the last thirty years to promote the transition of cities from an original starting model (real city) to a model more focused on meeting the emerging needs of self-actualisation.

The result of the study shows that despite a certain degree of overlapping and cross-fertilisation, each of the categories observed shows marked conceptual differences. [Fig. 2]

Taking the study as a starting point, the following is review of the categories according to the city's need for self-actualisation.

categoria	sottocategoria
obiettivo di autorealizzazione: il principio etico della sostenibilità	
città a bassa emissione di carbonio	
città ecologica	
città resiliente	
città sostenibile	città verde
	città vivibile
obiettivo di autorealizzazione: il principio della condivisione dei dati	
città digitale	
città della conoscenza	
smart city/città intelligente	
obiettivo di autorealizzazione: il principio della riduzione dei consumi energetici - Positive Energy District	
fattori abilitanti	obiettivo strategico
	tecnologie ICT/IoT e gestione dei dati
	integrazione del consumo di energia nella pianificazione urbana
requisiti	efficienza energetica
	flessibilità energetica
	produzione energetica rinnovabili

Fig. 2 – Categorie e sottocategorie di città in funzione degli obiettivi di autorealizzazione

1.2.2.1 Bisogno di auto-realizzazione perseguendo il principio della sostenibilità: città sostenibile, città ecologica, città a bassa emissione di carbonio, città resiliente

Lo sviluppo economico porta ad accogliere un numero sempre più crescente di abitanti nelle città ma lo sviluppo sostenibile impone di limitare quanto meno, se non prevenire, i rischi ed il degrado ambientale.

Il rapporto Brundtland, conosciuto anche come *Our Common Future*, è il documento pubblicato nel 1987 dalla Commissione Mondiale sull'Ambiente e lo Sviluppo

1.2.2.1 Need for self-actualisation by pursuing the principle of sustainability: sustainable city, ecological city, low-carbon city, resilient city

Economic development leads to more and more people living in cities, but sustainable development requires at least limiting, if not preventing, environmental risks and degradation.

The Brundtland Report, also known as *Our Common Future*, was a document published in 1987 by the World Commission on Environment and Development) in which the concept of

(World Commission on Environment and Development) in cui, per la prima volta, venne introdotto il concetto di sviluppo sostenibile inteso come *“uno sviluppo che soddisfi i bisogni senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri”*, riferendosi qui al benessere delle persone ed alla qualità ambientale. Viene dunque messo in luce un fondamentale principio etico: la responsabilità da parte delle generazioni d'oggi nei confronti delle generazioni future.

È in realtà con la carta di Aarlborg prima (1994) e poi con i Principi di Melbourne dopo (2002) che le città e le regioni europee si impegnarono ad attuare l'Agenda 21² a livello locale e ad elaborare piani d'azione a lungo termine per uno sviluppo durevole e sostenibile, nonché ad avviarne la campagna.

La città sostenibile

In termini economici le città sostenibili cercano di massimizzare i benefici economici derivanti dall'aumento di concentrazione della popolazione [9] [10] limitando le esternalità negative (congestione, perdita delle risorse, inquinamento, ...)

Il concetto di città sostenibile è diventato particolarmente popolare negli anni '90 in quanto la città è l'ambiente fisico che è in grado di orientare al meglio le

sustainable development was introduced for the first time, understood as *“development that meets needs without compromising the ability of future generations to meet their own needs”*, referring here to the well-being of people and the quality of the environment. A fundamental ethical principle is thus highlighted: the responsibility of today's generations towards future generations.

It was in fact with the Aarlborg Charter (1994) and then the Melbourne Principles (2002) that European cities and regions committed themselves to implementing Agenda 21² at the local level and drawing up long-term action plans for sustainable development, as well as launching a campaign for its implementation.

The sustainable city

In economic terms, sustainable cities seek to maximise the economic benefits of increasing population concentration [9] [10] by limiting negative externalities (congestion, loss of resources, pollution, ...).

The concept of the sustainable city became particularly popular in the 1990s since the city is the physical environment that is best able to direct the three

2 Agenda 21 è un documento di intenti ed obiettivi programmatici su ambiente, economia e società sottoscritto da oltre 170 paesi di tutto il mondo, durante la Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo (UNCED) svoltasi a Rio de Janeiro nel giugno del 1992.

2 Agenda 21 is a document of intentions and programmatic objectives on environment, economy and society signed by more than 170 countries from all over the world during the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) held in Rio de Janeiro in June 1992.

tre dimensioni della sostenibilità (ambientale, sociale ed economica).

Richard Rogers [11] concepisce la città sostenibile come un luogo in cui una qualità della vita più elevata viene realizzata in tandem con politiche che riducono efficacemente la domanda di risorse (energia, materiali, ecc.) provenienti dall'entroterra della città. È così che la città sostenibile diventa un sistema economico, sociale e ambientale più autosufficiente, mentre Meadows [12] e Bruggmann [13] affrontano il termine da un punto di vista più ambientale e propongono di affiancare alle tre dimensioni indicatori caratterizzanti quali quelli relativi ad inquinamento ed emissione di carbonio, consumo di energia e acqua, qualità dell'acqua, mix energetico, volumi di rifiuti e tassi di riciclaggio, etc.

Altri invece, Rode et al. [14] adottano un'interpretazione più socio-economica, in cui l'equità sociale e un ambiente di vita più verde dovrebbero essere considerati prioritari per lo sviluppo delle città e sottolineano che le stesse dovrebbero presentare caratteristiche di vicinanza, densità e varietà che contribuirebbero a generare benefici per la produttività delle imprese e a stimolare l'innovazione e la creazione di nuovi posti di lavoro.

Poiché i difensori della "città sostenibile" spesso prendono a riferimento i tre pilastri della sostenibilità, si tende ad inquadrare la città sostenibile anche in termini più ampi quali "città ecologica" o "città a bassa emissione di carbonio". In questo caso la sostenibilità ecologica qui non viene vista in conflitto con la sostenibilità sociale ed economica poiché la sostitu-

dimensions of sustainability (environmental, social and economic).

Richard Rogers [11] envisions the sustainable city as a place where a higher quality of life is achieved in tandem with policies that effectively reduce the demand for resources (energy, materials, etc.) from the city's hinterland. In this way, the sustainable city becomes a more self-sufficient economic, social and environmental system, while Meadows [12] and Bruggmann [13] approach the term from a more environmental point of view and propose combining the three dimensions with characterising indicators such as pollution and carbon emissions, energy and water consumption, water quality, energy mix, waste volumes and recycling rates, etc.

Others, however, Rode et al. [14], adopt a more socio-economic interpretation, in which social equity and a greener living environment should be prioritised for the development of sustainable cities and emphasise that cities should have characteristics of proximity, density and variety that would help generate benefits for business productivity and stimulate innovation and job creation. Since proponents of the "sustainable city" often refer to the three pillars of sustainability, there is a tendency to frame the sustainable city in broader terms such as "ecological city" or "low-carbon city".

In this case, ecological sustainability is not seen as being in conflict with social and economic sustainability, since the replacement of a production-based

zione di un'economia basata sulla produzione, associata ad alti livelli di emissione, con un'economia "più pulita" ed orientata ai servizi che consentono la crescita economica e la stabilità sociale al fianco della conservazione ecologica, sono in grado di generare una maggiore eco-efficienza nella catena del valore economico.

La categoria "città vivibile" costituisce un piccolo satellite della "città sostenibile", con interpretazioni in gran parte simili; mentre, la "città verde" ottiene più evidenti connotazioni ecologiche, mostrando una forte connessione sia con la "città sostenibile" che con la "eco-città", anche se ha un focus più esplicito sull'ambiente. Ad esempio, Dekay et al. [15], sostengono che una "città verde" è costruita su tre modelli mentali correlati: sistemi viventi, esperienza paesaggistica e contesto nativo. L'integrazione dei tre modelli mentali genera una serie di cinque modelli fisici: città idrologica, città produttiva, città bioclimatica, città di transito e città habitat, che devono essere affrontate in modo coeso affinché emerga la città verde. Più recentemente, Lehmann [16] ha usato il termine "urbanismo verde" per indicare un modello concettuale di progettazione urbana a emissioni zero e zero rifiuti, promuovendo uno sviluppo urbano compatto ad alta efficienza energetica e cercando di trasformare e riprogettare i distretti cittadini esistenti e rigenerare il centro cittadino postindustriale.

La città ecologica

L'idea di costruire una "città ecologica" risale alla metà degli anni '70, quando fu

economy, associated with high levels of emissions, with a "cleaner", service-oriented economy that enables economic growth and social stability alongside ecological conservation, can generate greater eco-efficiency in the economic value chain.

The "liveable city" category is a small satellite of the "sustainable city", with largely similar interpretations. On the other hand, the "green city" has more obvious ecological connotations, showing a strong connection with both the "sustainable city" and the "eco-city", although it focuses more explicitly on the environment.

For example, Dekay et al. [15], argue that a "green city" is built on three related mental models: living systems, landscape experience and native context. The integration of the three models generates a set of five models: hydrological city, productive city, bioclimatic city, transit city and habitat city, which must be addressed as a cohesive whole in order for the green city to emerge. More recently, Lehmann [16] has used the term "green urbanism" to indicate a conceptual model of zero-emission, zero-waste urban design, promoting energy-efficient compact urban development and seeking to transform and redesign existing city districts and to regenerate the post-industrial city centre.

The ecological city

The idea of building an "ecological city" dates back to the mid-1970s, when the

istituito il gruppo Urban Ecology con l'obiettivo di ricostruire città in armonia con la natura. Si dice che Richard Register sia stato il padre fondatore ufficiale grazie al suo libro [17] in cui ha definito l'eco-città come una città costruita secondo i principi di vita e all'interno dei mezzi forniti dall'ambiente; quindi, una città che vive della sua popolazione e dei manufatti ivi prodotti ed utilizzati, limitando all'interno il trasporto che comunque deve avvenire privilegiando macchine con dispositivi ecologici o a basso impatto ambientale. In origine questa categoria era radicata contemporaneamente nelle scienze ambientali (naturali) e nel movimento di ecologia profonda (orientato alle discipline umanistiche), proclamando un ritorno a uno stile di vita in armonia con la natura. Tuttavia, nel corso del tempo il termine è stato abbracciato da un numero crescente di specialisti accademici e politici, che hanno ciascuno compiuto ampi sforzi per elaborare la definizione generale in principi praticabili per costruzione, produzione e consumo. Ad oggi, comunque, non è emersa alcuna definizione concordata.

Il campo di applicazione della categoria è ampio come ad esempio: approvvigionamento di energia completamente privo di emissioni di carbonio e rinnovabile, un sistema urbano ben pianificato e un sistema di trasporto pubblico, conservazione delle risorse, riciclaggio di acqua e rifiuti, tetti verdi, ripristino aree urbane danneggiate dall'ambiente, agricoltura urbana locale, alloggi dignitosi e convenienti per tutti i gruppi socio-economici ed etnici, migliori opportunità di

Urban Ecology group was established with the aim of rebuilding cities in harmony with nature. Richard Register is said to have been the official founding father, based on his book [17] in which he defined the eco-city as a city built according to the principles of life and within the means provided by the environment, i.e. a city that lives off its population and the goods produced and used there, limiting transport within its boundaries, which must in any case give preference to cars with ecological or low environmental impact devices. This category was originally rooted simultaneously in the environmental (natural) sciences and in the deep ecology movement (oriented towards the humanities), proclaiming a return to a way of life in harmony with nature. However, over time the term has been embraced by an increasing number of academic and policy specialists, who have each made extensive efforts to develop the general definition into workable principles for construction, production and consumption. To date, however, no agreed definition has emerged.

The scope of the category is broad, for example: completely carbon-free and renewable energy supply; a well-planned urban system and public transport system; resource conservation; water and waste recycling; green roofs; restoration of environmentally damaged urban areas; local urban agriculture; decent and affordable housing for all socio-economic and ethnic groups; better employ-

lavoro per gruppi svantaggiati e semplicità volontaria nelle scelte di vita [18].

Mentre Newman & Jennings [19] adottano una prospettiva di ecosistemi e paragonano l'eco-città con un ecosistema, derivando principi da quella analogia per le ricette di sviluppo dell'eco-città, Suzuki et al. nella loro pubblicazione [20] le hanno dato una svolta più pragmatica: considerano la città ecologicamente sostenibile praticabile solo se è anche economicamente vivace e la definiscono "città eco2" ("città ecologiche come città economiche").

Questa interpretazione, quindi, avvicina l'eco-città a quella della città sostenibile. Da parte loro, White e Lehmann [21] enfatizzano la pianificazione della città ecologica in quanto combinano i concetti di pianificazione urbana con la fornitura di una nuova generazione di infrastrutture ed edifici rispettosi dell'ambiente.

Nel tempo, la "città ecologica" ha quindi acquisito una varietà di significati e interpretazioni concettuali di cui l'ecologico può essere il principale, ma certamente non l'unico. La crescente connessione del concetto con i processi di costruzione e sviluppo urbani nella vita reale, l'adozione da parte della politica e dell'organizzazione economica tradizionale e l'intensificarsi dell'intreccio con questioni economiche e sociali più ampie, hanno probabilmente portato ad un ammorbidimento dei suoi standard ambientali, oppure persino la sua incorporazione nei principali progetti di sviluppo immobiliare.

Di conseguenza, il numero di revisioni critiche delle sue reali intenzioni politi-

ment opportunities for disadvantaged groups; and voluntary simplicity in lifestyle choices [18].

While Newman & Jennings [19] adopt an ecosystem perspective and compare the eco-city to an ecosystem, deriving principles from that analogy for eco-city development recipes, Suzuki et al. in their publication [20] gave it a more pragmatic twist: they consider the ecologically sustainable city to be viable only if it is also economically vibrant, which they refer to as "eco2 cities" ("ecological cities as economic cities").

This interpretation, therefore, brings the eco-city closer to the sustainable city. For their part, White and Lehmann [21] emphasise the planning of the eco-city, as they combine urban planning concepts with the provision of a new generation of environment-friendly infrastructure and buildings.

Over time, the "ecological city" has thus acquired a variety of meanings and conceptual interpretations of which the ecological may be the main one, but certainly not the only one. The growing connection between the concept and real-life urban construction and development processes, its adoption by mainstream politics and economic organisation, and the intensified interconnection with broader economic and social issues, have probably led to a relaxation of its environmental standards, or even its wholesale incorporation into major property development projects.

As a result, the number of critical reviews of its actual policy intentions and

che e dell'attuazione effettiva è cresciuto notevolmente negli ultimi anni.

Nella sua concezione originale, la categoria “città ecologica” sembrava piuttosto salvaguardare la conservazione ecologica, mentre la più recente diluizione nel significato l'ha resa più centrale.

Mentre detiene ancora un alto potenziale come attraente termine di marketing per progetti di sviluppo urbano su larga scala, con ambienti verdi fantasiosi e dispositivi cospicui per ridurre il consumo di energia non rinnovabile, l'uso di concetti di “eco-città” nella letteratura accademica non ha mai superato in popolarità quello di “città sostenibile”.

La città a basse emissioni di carbonio

Mentre l'ambito di applicazione dell'eco-città è ampio in teoria, e forse anche più ampio in pratica, la “città a basse emissioni di carbonio” – e le sue varianti, “città a zero emissioni di carbonio” e persino “città a emissioni zero” – possono essere viste come risposta diretta al più recente dibattito sui cambiamenti climatici e al ruolo correlato delle città.

L'obiettivo è chiaramente quello di ridurre al minimo l'impronta di carbonio provocata dall'uomo riducendo o addirittura eliminando l'uso di risorse energetiche non rinnovabili. Nel 2003, il governo britannico ha pubblicato il “Libro bianco sull'energia del Regno Unito: il nostro futuro energetico – creare un'economia a basse emissioni di carbonio”, che ha proposto il concetto di economia a basse emissioni di carbonio. Nel libro bianco, l'economia a basse emissioni di carbonio è definita

effective implementation has grown significantly in recent years. As originally conceived, the “ecological city” category seemed to be more about safeguarding ecological conservation, whereas the more recent dilution in meaning has made it more mainstream. While it still has considerable potential as an attractive marketing term for large-scale urban development projects with imaginative green environments and conspicuous devices to reduce non-renewable energy consumption, the use of “eco-city” concepts in academic literature has never surpassed the concept of “sustainable city” in popularity.

The low carbon city

While the scope of the eco-city is broad in theory and perhaps even broader in practice, the “low-carbon city” – and its variants, “zero-carbon city” and even “zero-emission city” – can be seen as a direct response to the more recent debate on climate change and the related role of cities.

The aim is clearly to minimise the human-induced carbon footprint by reducing or even eliminating the use of non-renewable energy resources. In 2003, the UK government published the “UK Energy White Paper: Our Energy Future – Creating a Low Carbon Economy”, in which it put forward the concept of the low carbon economy. In the White Paper, the low carbon economy is defined as one in which society is able to create higher living standards and a better quality of life through im-

come quella in cui la società è in grado di creare standard di vita più elevati e una migliore qualità della vita attraverso una migliore produzione economica sostenuta da innovazioni tecnologiche avanzate e nuove opportunità commerciali e di lavoro, riducendo allo stesso tempo, in modo significativo, il consumo di risorse naturali e l'inquinamento ambientale.

Da allora, l'economia a basse emissioni di carbonio è diventata una tendenza in tutto il mondo, indicativa del tentativo di passare dal modo di produzione e consumo energetico standard a uno che migliora la quota di energie rinnovabili.

Ad esempio, nel 2008, il Giappone ha pubblicato "Una dozzina di azioni verso le società a basse emissioni di carbonio" proponendo l'applicazione di tre principi, vale a dire ridurre le emissioni di carbonio in tutti i dipartimenti, sostenere la frugalità e vivere in armonia con la natura.

La maggior parte degli studiosi, specialmente quando ragionano dal punto di vista economico o ingegneristico, concettualizzano la città a basse emissioni di carbonio usando come riferimento di base la definizione fornita dal governo del Regno Unito. Negli ultimi anni, sono emersi un numero crescente di articoli più tecnici con una varietà di proposte per rafforzare il concetto proponendo casi di città in tutto il mondo. Sebbene molti autori e decisori politici sembrino in gran parte intendere la "città a basse emissioni di carbonio" e la "città ecologica" come la stessa cosa, l'attenzione nella letteratura accademica riguardante la "città a basse emissioni di carbonio" tende ad orientarsi più sulle questioni energetiche. Le origini del concetto di città a bas-

proved economic output supported by advanced technological innovations and new business and employment opportunities, while at the same time significantly reducing the consumption of natural resources and environmental pollution.

Since then, the low-carbon economy has become a worldwide trend indicative of an attempt to transition from the standard mode of energy production and consumption to one that increases the proportion of renewable energy.

For example, in 2008, Japan published "A dozen actions towards low-carbon societies" proposing the application of three principles: reducing carbon emissions in all compartments, supporting frugality and living in harmony with nature.

Most researchers, especially when thinking from an economic or engineering perspective, conceptualise the low-carbon city using the definition provided by the UK government as a basic reference.

In recent years, an increasing number of more technical articles have emerged with a variety of proposals to reinforce the concept by proposing cases from cities around the world. Although many authors and policy-makers seem to see the "low-carbon city" and the "green city" as largely the same thing, the academic literature on "low-carbon cities" tends to focus more on energy issues. The origins of the low-carbon city concept are quite recent, but in recent

sa emissione di carbonio sono abbastanza recenti, ma negli ultimi tempi ha assunto un'importanza crescente, iniziando a generare una tradizione concettuale propria. Il suo contributo allo sviluppo urbano sostenibile può essere sostanziale se e quando la città a basse emissioni di carbonio è effettivamente a emissioni zero, a seconda di dove e come viene raccolta l'energia rinnovabile e fino a che punto viene effettivamente ridotto il consumo di energia pro capite e per unità di PIL. Lo svantaggio analitico della "città a basse emissioni di carbonio" potrebbe essere che il concetto non comprende questioni ambientali ed ecologiche diverse dall'energia, come l'acqua, la biodiversità e le risorse naturali. Tuttavia, l'uso di energia tocca quasi tutti gli aspetti della società e dell'economia, e il potenziale della categoria "città a basse emissioni di carbonio" di rendere espliciti e misurabili i guadagni e le perdite ecologiche, sembra renderlo sempre più attraente per gli analisti.

È stato probabilmente questo l'ambito in cui si è generata la riflessione sui Positive Energy District ossia aree urbane efficienti e flessibili dal punto di vista energetico che producono zero emissioni di gas e che sono in grado di gestire attivamente un surplus di produzione annua locale o regionale di energia rinnovabile. I distretti energetici positivi richiedono l'integrazione di diversi sistemi e infrastrutture e l'interazione tra edifici, utenti energia regionale, mobilità e sistemi ICT, ottimizzando la vivibilità dell'ambiente urbano in linea con sostenibilità sociale, economica e ambientale.

times, it has become increasingly important and has begun to generate a conceptual tradition of its own. Its contribution to sustainable urban development can be substantial if and when the low-carbon city is actually carbon neutral, depending on where and how renewable energy is collected and to what extent energy consumption per capita and per unit of GDP is actually reduced. The analytical disadvantage of the "low-carbon city" may be that the concept does not include environmental and ecological issues beyond energy, such as water, biodiversity and natural resources. However, energy use affects almost all aspects of society and the economy, and the potential of the "low-carbon city" category to make ecological gains and losses explicit and measurable seems to make it increasingly attractive to analysts.

This is probably what gave rise to the thinking behind Positive Energy Districts – energy-efficient and flexible urban areas that produce zero gas emissions and are able to actively manage a surplus of local or regional annual renewable energy production. Positive energy districts require the integration of different systems and infrastructures and the interaction between buildings, regional energy users, mobility and ICT systems, optimising the liveability of the urban environment in line with social, economic and environmental sustainability.

La città resiliente

Holling [22] [23] potrebbe essere stato il primo a usare il termine resilienza sviluppandolo in una prospettiva ecologica. Successivamente il concetto ha visto un'applicazione diffusa in una varietà di altri campi accademici oltre all'ecologia, tra cui la geografia economica, la gestione delle catastrofi naturali e antropiche, il terrorismo e controllo delle inondazioni, ecc.

La definizione recente e più completa che copre l'applicazione nella maggior varietà di discipline accademiche è stata data dall'UNISDR (2010:13): “resilienza significa la capacità di un sistema, una comunità o una società esposta a pericoli di resistere, assorbire, accogliere e recuperare dagli effetti di un pericolo in modo tempestivo ed efficiente, compresa la conservazione e il ripristino delle sue strutture e funzioni di base essenziali”. La “città resiliente” è un sistema complesso e multidisciplinare che richiede un approccio integrato per consentire agli analisti di affrontare molte incertezze e vulnerabilità che non sono sempre facili da prevedere.

Nella città resiliente i temi dell'adattamento, la pianificazione spaziale e la forma urbana sostenibile (intesa in termini di compattezza, densità, uso del suolo misto, diversità, progettazione solare passiva, greening, rigenerazione, etc.) sono quelli che devono essere presi in esame per sviluppare modelli predittivi di sistemi urbani utili a promuovere la “città resiliente”. L'uso accademico della categoria “città resiliente” ha registrato un costante aumento a partire dal 2008 e recentemente è diventata strategica per la sicurezza urbana, le

The resilient city

Holling [22] [23] may have been the first to use the term resilience by developing it from an ecological perspective. Subsequently, the concept has been widely applied in a variety of other academic fields besides ecology, including economic geography, natural and man-made disaster management, terrorism and flood control.

The most recent and comprehensive definition covering its application in the widest variety of academic disciplines was provided by the UNISDR (2010:13): “Resilience means the ability of a system, community or society exposed to hazards to resist, absorb, accommodate to and recover from the effects of the hazard in a timely and efficient manner, including through the preservation and restoration of its essential basic structures and functions”.

The “resilient city” is a complex, multidisciplinary system that requires an integrated approach to enable analysts to deal with many uncertainties and vulnerabilities that are not always easy to predict. In the resilient city, the issues of adaptation, spatial planning and sustainable urban form (understood in terms of compactness, density, mixed land use, diversity, passive solar design, greening, regeneration and use) are the ones that need to be investigated in order to develop predictive models of urban systems useful in promoting the “resilient city”. The academic

scienze ambientali e la governance delle aree urbane. Si è ulteriormente ampliato il concetto della resilienza dei sistemi urbani e delle loro infrastrutture a causa degli effetti della pandemia Covid-19.

1.2.2.2 Bisogno di auto-realizzazione seguendo il principio della condivisione dei dati: città intelligente/smart city, città della conoscenza, città digitale

La città intelligente/Smart City

Per quanto riguarda la Smart City, in letteratura non esiste ancora una definizione condivisa. Il termine di “città intelligente” in quanto tale è di origine relativamente nuova, sebbene derivi o possa almeno essere visto come un successore più avanzato della “città dell'informazione” e della “città digitale”. Negli ultimi anni, tuttavia, la “Città Intelligente” comunemente detta “Smart City” ha completamente eclissato in popolarità ogni altro tipo di città, fino addirittura a superare la città sostenibile in frequenza d'uso.

Una città può essere definita “intelligente”, secondo Caragliu et al. [24] quando gli investimenti nel capitale umano e sociale, insieme agli investimenti nelle infrastrutture di informazione e telecomunicazione generano uno sviluppo economico sostenibile e un'alta qualità della vita, promuovendo nel contempo una gestione prudente delle risorse naturali. In sostanza, sono disponibili strutture ICT elaborate e sofisticate in tutto il territorio urbano, che consentono alle aziende di collaborare e innovare, fornire servizi migliori ai cittadini

use of the “resilient city” category has steadily increased since 2008 and has recently become strategic for urban security, environmental science and urban governance.

1.2.2.2 Need for self-actualisation following the principle of data sharing: smart city, knowledge city, digital city

The Smart City

As far as the smart city is concerned, there is still no shared holistic definition in the literature.

The term “smart city” as such is relatively new, although it derives from or can at least be seen as a more advanced successor of the “information city” and the “digital city”. In recent years, however, the “Smart City” has completely eclipsed all other types of cities in popularity, even surpassing the sustainable city in frequency of use.

A city can be called “smart”, according to Caragliu et al. [24], when investments in human and social capital together with investments in information and telecommunication infrastructures generate sustainable economic development and a high quality of life while promoting prudent management of natural resources. In essence, elaborate and sophisticated ICT facilities are available throughout the city area, enabling businesses to collaborate and innovate, provide better services to citizens and thus give

e, quindi, dare ai cittadini l'accesso alle informazioni. Una città intelligente nella fase iniziale può essere concettualizzata come una città che fornisce servizi combinati attraverso l'integrazione dell'ICT e delle industrie di costruzione, anche se è stato sostenuto che la validità di qualsiasi pretesa di essere intelligente dovrebbe essere centrata su qualcosa di più dell'uso delle sole tecnologie dell'informazione e della comunicazione.

Giffinger et al. [25] sostengono che la città intelligente sia composta da sei ingredienti ossia: un'economia intelligente, mobilità intelligente, un ambiente intelligente, persone intelligenti, vita intelligente e governance intelligente.

Basato su una revisione approfondita della letteratura sulle Smart City, Caragliu et al. concettualizzano la città intelligente riassumendo sei caratteristiche: migliorare l'efficienza amministrativa ed economica e consentire lo sviluppo della cultura e della società utilizzando le infrastrutture di rete; un'enfasi di fondo sullo sviluppo urbano orientato al business; una forte attenzione all'obiettivo di realizzare l'inclusione sociale di diversi tipi di residenti urbani nei servizi pubblici; il ruolo significativo delle industrie high-tech e creative nella crescita a lungo termine; grande attenzione alla funzione del capitale sociale e relazionale nello sviluppo della città; non ultima la sostenibilità sociale e ambientale come un aspetto importante dello sviluppo di una città intelligente.

Recentemente Stübinger e Schneider [26] hanno analizzato le 200 principali pubblicazioni di Google Scholar che attingono alla Smart City ed hanno verifi-

cated citizens access to information. In the early stages, a smart city can be conceptualised as one that provides combined services through the integration of ICT and construction industries, although it has been argued that the validity of any claim to be smart should be based on more than the mere use of information and communication technologies.

Giffinger et al. [25] argue that the smart city consists of six ingredients, namely: a smart economy, smart mobility, a smart environment, smart people, smart living and smart governance.

Based on a thorough review of the smart city literature, Caragliu et al. conceptualise the smart city by summarising six characteristics: improvement of administrative and economic efficiency and enabling the development of culture and society by using network infrastructure; an underlying emphasis on business-oriented urban development; a strong focus on achieving social inclusion of different types of urban residents in public services; emphasis on the significant role of high-tech and creative industries in long-term growth; paying close attention to the function of social and relational capital in city development; and treating social and environmental sustainability as an important aspect of smart city development.

Recently, Stübinger and Schneider [26] analysed the top 200 Google Scholar publications pertaining to the Smart City and found that the most recurrent and relevant streams re-

cato che i flussi più ricorrenti e rilevanti attengono a “infrastruttura intelligente”, “economia e politica intelligente”, “tecnologia intelligente”, “sostenibilità intelligente” e “salute intelligente”.

In tal senso, la letteratura accademica più recente sottolinea che la Smart City o città intelligente va’ ben oltre la “città dell’informazione” o la “città digitale” in quanto tiene conto del fatto che la tecnologia dell’informazione non è autonoma, ma contestualizzata ed integrata in sistemi fisici e sociali più ampi, consentendo così di essere al servizio di persone, aziende e governo.

La Città digitale

La terminologia di città digitale viene spesso usata erroneamente come sinonimo di smart city. In realtà alla base della città digitale c’è l’idea di una città connessa in rete sia con sistemi *wired* che *wireless*, digitalizzata, dotata di piattaforme tecnologiche basate sull’ICT e sullo IoT, grazie a cui è possibile elaborare i dati urbani, realizzando il collegamento tra la dimensione fisica della forma urbana con la dimensione virtuale o intangibile. In questo modo si promuove la condivisione dei dati (open data) e contemporaneamente lo sviluppo di strumenti di e-democracy che favoriscono la comunicazione e il coinvolgimento attivo dei cittadini.

La città digitale pone l’accento sulle tecnologie IoT. Essa nasce da un esperimento ad Amsterdam all’inizio del 1994, con l’obiettivo di democratizzare l’accesso a Internet. Besselaar e Beckers [27] con-

late to “smart infrastructure”, “smart economy and policy”, “smart technology”, “smart sustainability” and “smart health”.

In this sense, the most recent academic literature emphasises that Smart Cities go well beyond “information cities” and “digital cities” because they take into account the fact that information technology is not autonomous, but should be effectively contextualised and integrated into broader physical and social systems, thus enabling it to serve people, businesses and government.

The Digital City

The terminology of the digital city is often mistakenly used as a synonym for smart city. In reality, the digital city is founded on the idea of a city that is networked with both *wired* and *wireless* systems, digitalised, and equipped with technological platforms based on ICT and IoT, thanks to which it is possible to process urban data, connecting the physical dimension of the urban form with the virtual or intangible dimension. This promotes the sharing of data (open data) and at the same time the development of e-democracy tools that foster communication and the active involvement of citizens.

The digital city emphasises IoT technologies. It stems from an experiment in Amsterdam in early 1994 aimed at democratising access to the Internet. Besselaar and Beckers

siderano la “città digitale” uno spazio in cui le informazioni pertinenti alla città vengono raccolte e organizzate in forma digitale e con cui i residenti e i visitatori possono interagire. La “città digitale” ha come obiettivo quello di supportare una comunità connessa che impiega infrastrutture di comunicazione a banda larga. La caratteristica di questa infrastruttura di elaborazione è che deve essere flessibile e orientata ai servizi basati su standard di settore aperti in grado di erogare servizi innovativi per soddisfare le esigenze di cittadini, imprese e gli stessi organi di governo della città. Il suo significato è molto più limitato di quello di Smart City o città intelligente poiché è più legato alla creazione delle infrastrutture ed alla interoperabilità dei dati.

La Città della conoscenza

La categoria “città della conoscenza” ha un'apparente somiglianza con alcuni aspetti della “città intelligente” poiché immagina uno sviluppo urbano simile basato sulla produzione di informazioni e conoscenza. Il termine è effettivamente intercambiabile con le concezioni di “sviluppo urbano basato sulla conoscenza” (KBUD Knowledge-Based Urban Development). Yigitcanlar [28] sottolinea che i primi riferimenti a “città della conoscenza” risalgono a circa tre decenni fa; Knight [29] potrebbe essere stato il primo autore a introdurre ufficialmente il concetto di KBUD, descrivendolo come la conversione degli ingredienti della conoscenza a livello locale per

[27] consider the “digital city” to be a space in which information relevant to the city is collected and organised in digital form and in which residents and visitors can interact. The aim of the “digital city” is to support a connected community using broadband communication infrastructure. The characteristic of this processing infrastructure is that it must be flexible and service-oriented, based on open industry standards capable of delivering innovative services to meet the needs of citizens, businesses and the city’s governing bodies. Its significance is much more limited than that of Smart City because it is more related to infrastructure creation and data interoperability.

The Knowledge City

The “knowledge city” category bears a superficial resemblance to some aspects of the “smart city” as it incorporates a similar vision for urban development, namely the production of information and knowledge to guide urban development. The term is effectively interchangeable with concepts of “knowledge-based urban development” (KBUD). Yigitcanlar [28] points out that the first references to “knowledge cities” date back about three decades; Knight [29] may have been the first author to officially introduce the concept of KBUD, describing it as the conversion of knowledge ingredients into local development to provide a platform for sustainable

costruire una piattaforma finalizzata allo sviluppo sostenibile della città, unita a un processo di apprendimento sociale per aiutare i cittadini a realizzare il cambiamento urbano. Più recentemente le “città della conoscenza” sono state definite come città integrate che combinano fisicamente e istituzionalmente le funzioni di un parco scientifico con funzioni civili e residenziali. Tuttavia, manca in questa visione l'enfasi sul ruolo centrale delle ICT nell'innescare lo sviluppo che è invece centrale nella Smart City, o città intelligente, e nella città digitale. Nella sua interpretazione più ampia, il concetto di “città della conoscenza” non si concentra solo sull'economia della conoscenza e sulla struttura industriale, ma sottolinea anche il capitale umano arricchito, un ambiente socio-culturale vibrante e diversificato, la conservazione dell'ambiente naturale, edifici di alta qualità ambiente, accessibilità, tolleranza e accettazione del multiculturalismo e equità sociale. Peer e Stoeglehner [30]) sostengono che le città della conoscenza richiedono una forte capacità organizzativa per stabilire quali siano le basi della conoscenza necessarie, con un partenariato forte tra attori pubblici e privati, il mondo accademico e la più ampia comunità, al fine di negoziare e determinare congiuntamente la domanda di conoscenza, trasferimento della conoscenza ed apprendimento. Pianificare una “città della conoscenza” può favorire la creazione di network di *stakeholder* di sistema in grado di orientare lo

city development, coupled with a social learning process to help citizens bring about urban change. More recently, “knowledge cities” have been defined as integrated cities that combine, both physically and institutionally, the functions of a science park with civic and residential functions. However, this vision lacks the emphasis on the central role of ICTs in triggering development, which is central to the Smart City and the digital city. Modern urban planning has started to embrace KBUD because of the vital impact of the knowledge city model on potentially increasing the competitiveness of cities and districts, even though in its broadest interpretation, the concept of the “knowledge city” focuses not only on the knowledge economy and industrial structure, but also emphasises enriched human capital, a vibrant and diverse socio-cultural environment, and the preservation of the natural environment, high quality environmental buildings, accessibility, tolerance and acceptance of multiculturalism and social equity [33]. Peer and Stoeglehner [30] argue that knowledge cities require a strong organisational capacity to establish what knowledge base is needed, with a robust partnership between public and private actors, academia and the wider community, in order to jointly negotiate and determine the demand for knowledge, knowledge transfer and learning. Planning a “knowledge city” can encourage the creation of systemic *stakeholder* networks capa-

sviluppo sostenibile a livello regionale avviando un processo di progettazione collettiva.

1.2.2.3 Bisogno di auto-realizzazione perseguendo il principio di riduzione dei consumi energetici: il *Positive Energy District*

I Positive Energy District sono la risposta ai bisogni di autorealizzazione delle città che hanno l'obiettivo della riduzione del consumo energetico come elemento strategico per perseguire la sostenibilità (economica, ambientale e sociale). Lo sviluppo urbano sostenibile e la neutralità climatica sono gli obiettivi dell'approccio PED che pone tra i fattori abilitanti *tools, technologies and system integration* [31] della smart city.

È interessante, in questo contesto, proporre una lettura della nascita del concetto di Positive Energy District [Fig. 3] che partendo dal concetto di Energy Efficiency applicato ai Building (EPBD2010/31/EU; 2012/27/EU) passa ai Positive Energy Building (GBPN Building Level Ambition), quindi ai i Positive Energy Block (Smart City Marketplace – Sustainable District and Built Environment), agli Smart District (EU Smart Cities Information System), ed ancora agli Smart City District (My City District Initiative <http://mysmartcitydistrict.eu/>) per infine arrivare alla formulazione del Positive Energy District.

ble of guiding sustainable development at the regional level by initiating a collective planning process.

1.2.2.3 Need for self-actualisation by pursuing the principle of reducing energy consumption: the *Positive Energy District*

Positive Energy Districts are the answer to the self-actualisation needs of cities that set themselves the objective of reducing energy consumption as a strategic element in the pursuit of sustainability (economic, environmental and social). Sustainable urban development and climate neutrality are the objectives of the PED approach, which includes [Fig. 5] tools, *technologies and system integration* [31] among the enabling factors of the smart city.

It is interesting, in this context, to propose an interpretation of the origin of the concept of Positive Energy District [Fig. 3] as starting from the concept of Energy Efficiency applied to Buildings (EPBD2010/31/EU; 2012/27/EU) and arriving at Positive Energy Buildings (GBPN Building Level Ambition), from here to Positive Energy Blocks (Smart City Marketplace – Sustainable District and Built Environment), Smart Districts (EU Smart Cities Information System), and then to Smart City Districts (My City District Initiative <http://mysmartcitydistrict.eu/>), to finally reach the formulation of the Positive Energy District.

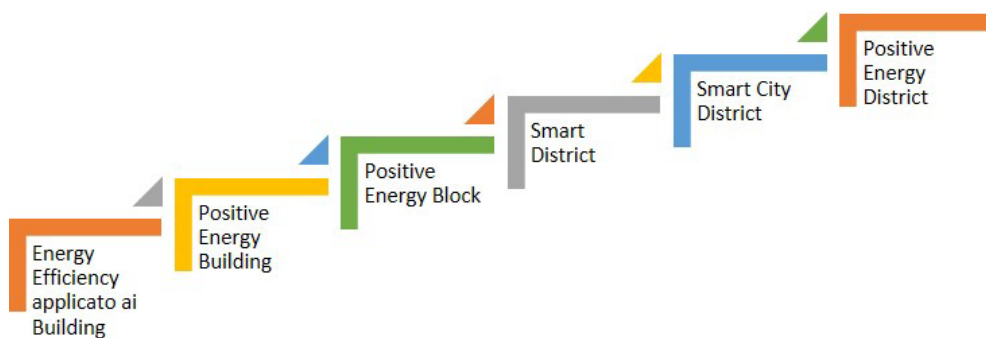


Fig. 3 – Dall’Energy efficient Building al Positive Energy District

L’Implementation Working Group del SET Plan 3.2 ha individuato tre requisiti che i Positive Energy District devono soddisfare per essere definiti tali: il primo requisito indica che i PED devono fare ampio affidamento sull’energia rinnovabile, che è uno dei principali contributi alla neutralità climatica; il secondo è che devono fare dell’efficienza energetica una delle loro priorità per utilizzare al meglio le energie rinnovabili disponibili; il terzo, guidato dalla consapevolezza che le aree urbane sono destinate ad essere tra i più grandi consumatori di energia, è che devono assicurarsi di agire in modo ottimale per il sistema energetico regionale/nazionale, promuovendo dunque il concetto di flessibilità energetica.

Dunque, la definizione di PED proposta dal SET Plan 3.2, successivamente inclusa nel White Paper on PED [32] è la seguente: “...i distretti energetici positivi sono aree urbane efficienti e flessibili dal punto di vista energetico che producono zero emissioni di gas e che sono in grado di gestire attivamente un surplus di produzione annua locale o regionale di energia rinnovabile. Essi

The SET Plan 3.2 Implementation Working Group identified three requirements that Positive Energy Districts must meet to be defined as such: the first requirement states that PEDs must rely exclusively on renewable energy, which is one of the main contributions to climate neutrality; the second is that they must make energy efficiency one of their priorities in order to make the best use of available renewable energy; the third, driven by the awareness that urban areas are likely to be among the largest consumers of energy, is that they must ensure that they act to optimise the regional/national energy system, thus promoting the concept of energy flexibility.

Therefore, the definition of PED proposed by SET Plan 3.2, and subsequently included in the White Paper on PED [32] is as follows: “...positive energy districts are energy-efficient and flexible urban areas that produce zero gas emissions and are able to actively manage an annual local or regional surplus of renewable energy production. They require

richiedono l'integrazione di diversi sistemi e infrastrutture e l'interazione tra edifici, utenti, energia regionale, mobilità e sistemi ICT, ottimizzando la vivibilità dell'ambiente urbano in linea con sostenibilità sociale, economica e ambientale". In realtà sono in atto, nell'ambiente scientifico, molte discussioni finalizzate a trovare una definizione comune e condivisa dei PED, all'identificazione dei cosiddetti *boundaries*, nonché alla modalità di calcolo dei consumi su base annuale dei Positive Energy District finalizzato alla certificazione. Tuttavia, nonostante ENEA TERIN SEN partecipi attivamente a tutti i tavoli europei di discussione³ non si ritiene che – ad oggi – vi siano contributi significativi tali da essere citati.

1.2.3 Conclusioni

La lettura dei vari tipi di città, aggregate secondo i tre principi di auto-realizzazione ossia sostenibilità, condivisione dei dati e riduzione dei consumi energetici, propone visioni molto diverse tra loro in merito a cosa sia una città, quale sia il modello di auto-realizzazione che persegue, come funziona, qual è il ruolo che viene dato ai propri cittadini e in che modo immagina che essi si relazioneranno con il governo della

the integration of different systems and infrastructures and interaction between buildings, regional energy users, mobility and ICT systems, optimising the liveability of the urban environment in line with social, economic and environmental sustainability". Indeed, discussions are on going which aim to find a common and shared definition of the PED, the identification of the so-called boundaries, as well as the method of calculating consumption on an annual basis of the Positive Energy Districts for certification. However, although ENEA TERIN SEN actively participates in all European discussion tables³, – there are significant contributions such as to be mentioned here.

1.2.3 Conclusions

The examination of the various types of cities grouped according to the three principles of self-actualisation (sustainability, data sharing, reduction of energy consumption) suggests very different visions of what a city is, which model of self-actualisation it pursues, how it works, what role it wants to give its citizens and how it imagines they relate to city government, but also the role of urban infrastructure systems and ser-

3 ENEA TERIN SEN fa parte del Core Group PED definition and integrated approach in quanto delegato nazionale del SET-Plan Action 3.2, membro EERA JPSC PED modules, rappresentante scientifico in seno alla DUT PED pillar, MC member COST Action PED-EU-NET. Del Core Group fanno parte anche le azioni IEA EBC Annex 83, UERA PED WG, PED-related SCC01 projects, H2020 SCC01 TG Replication, SCALE, Smart Cities Marketplace.

3 ENEA TERIN SEN is part of the Core Group "PED definition and integrated approach" as a national delegate of the SET-Action Plan 3.2; member of EERA JPSC PED modules; scientific representative in the DUT PED pillar; member of the CD Action COST PED-EU-NET. Other Core Group "PED definition and integrated approach" members are: IEA EBC Annex actions 83, UERA PED WG, Projects SCC01 related to the PED, H2020 SCC01 TG Replica, SCALA, Smart Cities Marketplace.

città, ma anche il ruolo dei sistemi e dei servizi di infrastrutture urbane nell'economia e nella vivibilità della città.

Il già richiamato studio di de Jong, Schraven, Zhan e Weijnen ha riscontrato che le distinzioni tra le categorie di città tendono a convergere sul generale paradigma della sostenibilità urbana in cui le soluzioni ICT/IoT e il contenimento dei consumi energetici sono ampiamente ricompresi. Il paradigma della sostenibilità urbana comporta che lo sviluppo sociale, economico ed ecologico possano andare avanti di pari passo e che sia possibile una simbiosi solo se si avvia un percorso di trasformazione da un'economia industriale ad un'economia dei servizi. Cioè, si presume che sia possibile un'ulteriore espansione economica, o almeno il mantenimento dello status quo, considerata la forte crisi dovuta alla pandemia COVID-19, mantenendo l'ambiente ecologico in uno stato stazionario se non addirittura ripristinando e/o migliorando l'ambiente naturale.

Prima dell'epidemia di Covid-19, la forte concorrenza tra le città, che avevano come obiettivo di autorealizzazione quello di diventare più attrattive verso imprese e persone di talento, hanno spinto verso la costruzione di programmi di autopromozione e di investimento delle città stesse. Molti di questi programmi si basavano sulla fattibilità tecnico-economica di soluzioni IoT/ICT per realizzare le loro ambizioni di sviluppo urbano.

Ed infatti sembra proprio che il modello di "città intelligente" sia stato scelto come risposta ai bisogni di autorealizzazione di molte città italiane.

vices in the economy and liveability of the city.

The aforementioned study by de Jong, Schraven, Zhan and Weijnen found that distinctions between categories of cities tend to converge on the general paradigm of urban sustainability in which ICT/IoT solutions and energy containment are broadly included.

The urban sustainability paradigm postulates that social, economic and ecological development can go hand in hand and a symbiosis is possible if a process of transformation from an industrial to a service economy is initiated. In other words, it is assumed that further economic expansion – or at least maintenance of the status quo given the severe crisis due to the COVID-19 pandemic – is possible while maintaining the ecological environment in a stationary state or even restoring and/or improving the natural environment.

Before Pandemia Covid-19 the fierce competition between cities that were aiming at self-actualisation in order to be more attractive to businesses and talented people, gave an impetus to the construction of self-promotion and investment programmes for the cities, which focused on economic feasibility and engineering system solutions to realise their ambitions for the desired urban development.

Indeed, more than any other model, it seems that the "smart city" is the one that has been chosen as the answer to the self-actualisation needs of many Italian cities.

È stato scelto, prima della pandemia Covid-19; così come prima della pandemia Covid-19 è stato elaborato l'approccio, che dovrebbe diventare un modello di sostenibilità quando, entro il 2030, verranno realizzati in Europa un sufficiente numero di dimostratori dei Positivi Energy District. Tuttavia questo tempo di pandemia, segnerà inevitabilmente oltre che le nostre economie anche le nostre città, ridefinendo probabilmente i bisogni di autorealizzazione delle città in una direzione in cui la sostenibilità integrerà le tre dimensioni originarie (economica, ambientale e sociale) nella visione più ampia dei cosiddetti *circles of sustainability*⁴ (*economics, ecology, politics and culture*).

It was chosen before the COVID-19 pandemic; just as before the COVID-19 pandemic, the Positive Energy District approach was developed and is expected to become a model for sustainability when a sufficient number of demonstrators are implemented in Europe.

However, this year and a half of pandemic will inevitably have an impact not only on our economies but also on our cities, probably redefining the self-actualisation needs of cities in a direction where sustainability will merge with the three original dimensions (economic, environmental and social) in the broader vision of the so-called *circles of sustainability*⁴ (*economics, ecology, politics and culture*).

4 È un metodo per comprendere la politica e la pianificazione urbana, per condurre analisi sulla sostenibilità e profilare lo sviluppo sostenibile. Il metodo integra gli attuali approcci alla sostenibilità e allo sviluppo sostenibile, che tendono a trattare l'economia come dominio centrale e l'ecologia come un'externalità. Due sviluppi simultanei hanno fornito impulso: un importante progetto a Porto Alegre e un documento delle Nazioni Unite chiamato Accounting for Sustainability, Briefing Paper, No. 1, 2008. I ricercatori in questo contesto hanno sviluppato un metodo e un insieme integrato di strumenti per valutare e monitorare i problemi di sostenibilità fornendo al contempo orientamenti per lo sviluppo del progetto.

4 It is a methodology to facilitate understanding about policy and urban planning to design and profile sustainable development. The method integrates the current approaches to sustainability and sustainable development, which consider economy as a central element while ecology an externality. Two important elements supporting this position: the Porto Alegre project and a document of the United Nation "Accounting for Sustainability, Briefing Paper, No. 1, 2008". Researchers in this context have developed a method and an integrated set of tools to evaluate and monitor sustainability issues providing a guidelines.

1.3 I Nuovi Modelli di città

di Paola Clerici Maestosi, Claudia Meloni

1.3.1 La Ricerca di Sistema Elettrico e il modello Smart Local District

1.3.1.1 La ricerca di Sistema Elettrico ed il quadro di riferimento nazionale

La “Ricerca di Sistema elettrico” è un programma che prevede un insieme di attività di ricerca e sviluppo finalizzate a ridurre il costo dell'energia elettrica per gli utenti finali migliorando l'affidabilità del sistema e la qualità del servizio. L'obiettivo è ridurre l'impatto del sistema elettrico sull'ambiente e sulla salute e consentire l'utilizzo razionale delle risorse energetiche per assicurare al Paese le condizioni necessarie a promuovere uno sviluppo sostenibile.

Le attività della Ricerca di Sistema (RdS) sono finanziate attraverso il “Fondo per il finanziamento delle attività di ricerca e di sviluppo di interesse generale per il sistema elettrico nazionale” istituito presso la Cassa per i servizi energetici e ambientali (CSEA) ed alimentato dal gettito della componente A5 della tariffa di fornitura dell'energia elettrica. L'ammontare di questa componente viene stabilito periodicamente dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas ed il Sistema Idrico (AEEGSI).

Le attività di ricerca e sviluppo, gli obiettivi e gli stanziamenti economici sono definiti attraverso Piani triennali predi-

1.3 New city models

by Paola Clerici Maestosi, Claudia Meloni

1.3.1 Electricity System Research and the Smart Local District model

1.3.1.1 Electricity System Research and the national reference framework

“Electricity System Research” is a programme that comprises a set of research and development activities aimed at reducing the cost of electricity for end users by improving system reliability and service quality, reducing the impact of the electricity system on the environment and health, and enabling the rational use of energy resources to ensure that the country has the right conditions for sustainable development.

System Research (RdS) activities are financed through the “Fund for financing research and development activities of general interest for the national electricity system” set up at the Cassa per i Servizi Energetici e Ambientali (CSEA) and funded by the revenue from component A5 of the electricity supply tariff. The amount of this component is established periodically by the Italian Authority for Electricity, Gas and the Water System (AEEGSI).

Research and development activities, objectives and budgets are defined through three-year plans prepared by the AEEGSI (which took over the functions of the Committee of Research Ex-

sposti dalla AEEGSI (che ha acquisito da giugno 2007 le funzioni del Comitato di Esperti di Ricerca per il Settore Elettrico) e approvati dal Ministero dello Sviluppo Economico, previa acquisizione del parere del Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca, del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare.

Per l'attuazione delle attività di ricerca definite nei Piani triennali e nei Piani Operativi Annuali che ne fanno parte integrante, il Ministero dello Sviluppo Economico stipula Accordi di Programma (AdP) con ENEA, RSE S.p.A e CNR.

Gli Enti affidatari di Accordi di Programma devono redigere e trasmettere un proprio Piano triennale di realizzazione (PTR) che una volta approvato costituisce l'allegato tecnico all'Accordo di programma.

Le attività di Ricerca e Sviluppo nell'ambito della Ricerca di Sistema Elettrico sono a totale beneficio degli utenti del sistema elettrico nazionale condotte attraverso l'Accordo di Programma con il Ministero dello Sviluppo Economico sulla Ricerca di Sistema Elettrico.

Il programma è organizzato in Piani triennali della Ricerca tra loro consecutivi che tengono conto degli indirizzi dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA).

Le attività vengono realizzate attraverso due strumenti:

- gli accordi di programma stipulati dal Ministero dello Sviluppo Economico (dal 2021 con il Ministero della Transizione Ecologica) con soggetti

perts for the Electricity Sector in June 2007) and approved by the Ministry of Economic Development, after obtaining the opinion of the Ministry of Education, University and Research and the Ministry of the Environment and Protection of Land and Sea.

For the implementation of the research activities defined in the three-year plans and in the Annual Operating Plans that are an integral part of them, the Ministry of Economic Development signs Programme Agreements (AdP) with ENEA, RSE S.p.A. and CNR.

The entities involved with Programme Agreements must draw up and submit their own three-year implementation plan (PTR), which, once approved, constitutes the technical annex to the Programme Agreement.

Research and Development activities in the field of Electricity System Research are for the total benefit of the users of the national electricity system under the Programme Agreement with the Ministry of Economic Development on Electricity System Research.

The programme is organised in consecutive three-year research plans that take into account the guidelines of the Italian Regulatory Authority for Energy, Networks and the Environment (ARERA).

The activities are implemented through two instruments:

- the programme agreements entered into by the Ministry of Economic Development (from 2021 by the Ministry of Ecological Tran-

pubblici o organismi a prevalente partecipazione pubblica con cui verranno approvati e avviati i PTR, così come valutati dagli Esperti;

- le procedure concorsuali per la selezione dei progetti di ricerca non compresi negli accordi di programma; tali progetti possono, a loro volta, essere a totale beneficio degli utenti del sistema elettrico nazionale oppure a beneficio dei medesimi utenti e contestualmente di interesse specifico di soggetti operanti nel settore dell'energia elettrica.

Le attività di ricerca a totale beneficio degli utenti del sistema elettrico nazionale (art. 4 del DM 16 aprile 2018), svolte nell'ambito dei citati accordi di programma o nell'ambito di progetti selezionati a seguito di procedura concorsuale, possono essere interamente finanziate dal Fondo a condizione che si tratti di attività di ricerca fondamentale e che siano soddisfatti i requisiti di attinenza e applicazione al solo settore elettrico nazionale. In ogni caso, i risultati non possono formare oggetto di alcun diritto di uso esclusivo o prioritario, né di alcun vincolo di segreto o riservatezza. Si possono distinguere:

- attività strettamente legate e funzionali al corretto funzionamento del sistema elettrico nei suoi aspetti generali, presenti e futuri;
- attività volte a creare una base conoscitiva che possa essere sfruttata per successive attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale;

sition) with public entities or predominantly publicly owned entities through which the PTRs will be approved and implemented, as assessed by the Experts;

- competitive procedures for the selection of research projects not included in the programme agreements; such projects may, in turn, be for the sole benefit of users of the national electricity system or for the benefit of those users and at the same time of specific interest to entities operating in the electricity sector.

Research activities for the sole benefit of users of the national electricity system (Article 4 of the Ministerial Decree of 16 April 2018), carried out under the aforementioned programme agreements or as part of projects selected following a competitive procedure, may be fully financed by the Fund provided that they are fundamental research activities and that the requirements of relevance and application to the national electricity sector only are met. In any case, the results cannot be the subject of any exclusive or priority right of use, nor of any obligation of secrecy or confidentiality. A distinction can be made between:

- activities strictly related and functional to the proper functioning of the electricity system in its general, present and future aspects;
- activities aimed at creating a knowledge base that can be leveraged for subsequent industrial research and experimental development activities;

- attività volte a esplorare nuovi temi e ipotesi scientifiche, per lo sviluppo di tecnologie radicalmente innovative.

Per quanto riguarda gli accordi di programma, i progetti di ricerca possono prevedere o la partecipazione di imprese, a condizione che le stesse operino su commessa e siano scelte in base ad evidenza pubblica, oppure il coinvolgimento delle realtà universitarie, nella misura stabilita negli accordi di programma e modulato in funzione dell'attività e degli obiettivi prefissati per ciascun progetto. Il Ministero dello Sviluppo Economico e il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare il 10 novembre 2017 hanno approvato la SEN 2017 – Strategia Energetica Nazionale [1] documento che ha definito l'orientamento della programmazione, gli indirizzi e i principali obiettivi da perseguire nel settore energetico a livello nazionale.

Il documento si incentra su tre obiettivi principali: competitività del Paese, continuando a ridurre il gap di prezzo e di costo dell'energia rispetto all'Europa, in un contesto di prezzi internazionali crescenti; crescita sostenibile, per raggiungere e superare in modo sostenibile gli obiettivi ambientali e di decarbonizzazione al 2030 definiti a livello europeo, in linea con i futuri traguardi stabiliti nella COP21; sicurezza energetica, per migliorare la sicurezza di approvvigionamento e la flessibilità dei sistemi e delle infrastrutture energetiche.

La SEN si articola in aree di intervento che riguardano attività tipiche della Ricerca di Sistema elettrico, quali:

- activities aimed at exploring new scientific themes and hypotheses for the development of radically innovative technologies.

As regards programme agreements, research projects may concern the participation of companies, provided that they operate on a contract basis and are chosen on the basis of public evidence, or the involvement of universities, to the extent established in the programme agreements and modulated according to the activities and objectives set for each project.

On 10 November 2017, the Ministry of Economic Development and the Ministry of the Environment and Protection of Land and Sea approved the SEN 2017 National Energy Strategy 2017 [1], a document that defined the orientation of the programme design, the guidelines and the main objectives to be pursued in the energy sector at national level.

The document focuses on three main objectives: the country's competitiveness, continuing to reduce the energy price and cost gap compared to Europe, in a context of rising international prices; sustainable growth, to achieve and surpass the environmental and decarbonisation objectives for 2030 set at European level, in line with the future goals established at COP21; energy security, to improve the security of supply and the flexibility of energy systems and infrastructure.

The SEN is divided into areas of intervention that cover activities typical of Electricity System Research, such as:

- fonti rinnovabili, con l’obiettivo al 2030 della riduzione di una quota del 28% sui consumi complessivi, di cui una quota di rinnovabili del 55% sul consumo elettrico, del 30% sugli usi termici, del 21% nei trasporti;
- efficienza energetica, con due obiettivi: risparmio di circa 10 Mtep al 2030; cambio di mix settoriale per favorire il raggiungimento del target di riduzione CO₂ non-ETS, con focus su residenziale e trasporti;
- sicurezza energetica, miglioramento della sicurezza e dell’adeguatezza dei sistemi energetici e della flessibilità delle reti gas ed elettrica;
- competitività dei mercati energetici;
- tecnologia, ricerca e innovazione, con l’obiettivo principale di raddoppiare gli investimenti in ricerca e sviluppo tecnologico clean energy: da 222 Milioni nel 2013 a 444 Milioni nel 2021, coerentemente agli impegni assunti nell’ambito di Mission Innovation.
- renewable sources, with a target of 28% of total consumption by 2030, including a 55% share of renewables in electricity consumption, 30% in thermal uses and 21% in transport;
- energy efficiency, with two objectives: savings of around 10 Mtoe by 2030; change of sector mix to help achieve the non-ETS CO₂ reduction target, with a focus on residential and transport;
- energy security, improving the safety and adequacy of energy systems and the flexibility of gas and electricity networks;
- competitiveness of energy markets;
- technology, research and innovation, with the main objective of doubling investment in clean energy research and technological development: from EUR 222 million in 2013 to EUR 444 million in 2021, in line with the commitments made under Mission Innovation.

In tempi più recenti – gennaio 2019 – è stata inviata alla Commissione Europea la Proposta di Piano Nazionale Integrato per l’Energia ed il Clima-PNIEC [2], redatta in concerto con il Ministero dell’Ambiente e con quello dei Trasporti.

Il Piano è strutturato secondo le cinque dimensioni di: 1) Decarbonizzazione, 2) Efficienza energetica, 3) Sicurezza energetica, 4) Mercato interno dell’energia, 5) Ricerca, innovazione e competitività.

Le scelte strategiche di fondo del Piano Triennale 2019-2021 della Ricerca di Sistema Elettrico sono state assunte in

More recently – January 2019 – the Proposed Integrated National Energy and Climate Plan PNIEC [2], drafted in consultation with the Ministry of the Environment and the Ministry of Transport, was sent to the European Commission.

The Plan is structured along five dimensions: Decarbonisation, Energy Efficiency, Energy Security, Internal Energy Market and Research, Innovation and Competitiveness.

The basic strategic choices in the 2019-2021 Three-Year Plan were made in accordance with the general objectives

conformità agli obiettivi generali espressi in campo europeo nel SET-Plan e nel programma Horizon 2020 e in campo nazionale dalla Strategia Energetica Nazionale 2017 e dalla proposta di PNIEC. È stato ritenuto inoltre essenziale favorire un approccio integrato alla Ricerca di Sistema elettrico rispetto alla pluralità di fonti e vettori energetici, alla luce sia della sempre maggiore esigenza di flessibilità (lato dell'offerta e lato della domanda), che induce una maggiore integrazione del sistemi elettrico con i sistemi gas e idrico, sia della progressiva integrazione delle funzioni di regolazione.

1.3.1.2 Il Local Energy District

Le tematiche energetiche e funzionali erano, e restano, uno degli aspetti principali in ambiti urbani e la forza dell'approccio smart è riposta nella capacità di promuovere una visione olistica in grado di integrare gli elementi energetico-ambientali, gli elementi di carattere sociale (ad esempio la consapevolezza energetica, la partecipazione, la coesione sociale, ...) nonché la qualità della vita, quindi una sostenibilità intesa a 360°.

Probabilmente il termine smart è quello che oggi meglio rappresenta l'equazione sostenibilità-connettività che partendo dall'ambito urbano viene poi coniugata trasversalmente nei vari contesti. A causa di questa domanda incrociata l'equazione sostenibilità-connettività rappresenterà uno dei terreni di sfida high-tech per le aziende nei prossimi anni in cui un cluster di tecnologie e di applicazioni,

expressed in the European context in the SET-Plan and the Horizon 2020 programme and in the national context by the SEN 2017 National Energy Strategy and the proposed INECP.

It was also considered essential to encourage an integrated approach to electricity system research with respect to the variety of energy sources and carriers, in light of the growing need for flexibility (on both the supply and demand sides), which leads to greater integration of the electricity system with the gas and water systems, and the gradual integration of regulatory functions.

1.3.1.2 The Local Energy District

Energy and functional issues were, and remain, one of the main driving aspects of the problem, and the strength of the smart approach lies in its ability to promote a holistic vision capable of integrating energy-environmental elements, elements of a social nature – such as energy awareness – participation and social cohesion as well as quality of life, i.e. sustainability in its entirety.

The term smart is probably the one that best represents the sustainability-connectivity equation, which starts in urban areas and is then translated into the full range of contexts. Due to this cross-demand, the sustainability-connectivity equation will be one of the high-tech battle grounds for companies in the coming years, where a cluster of technologies and applications will aim at increasing and optimising the inter-

umentando e ottimizzando l'interconnessione tra le reti, consentirà lo sviluppo di servizi innovativi multifunzionali quali, per esempio, la gestione ottimale dei consumi energetici e della rete locale, il controllo degli impatti ambientali, la mobilità, la crescita educativa, la partecipazione sociale e la partecipazione alla governance della città.

Il processo di sviluppo della rigenerazione urbana in chiave smart non può procedere simultaneamente sull'intera area urbana poiché le città, nella loro interezza, sono organismi complessi. Per questo ENEA nell'ambito delle attività previste dalla Ricerca di Sistema, ha sviluppato una roadmap che – attraverso step successivi – va' dalla qualificazione di tecnologie per piccoli ambiti (edificio e reti di edifici) alla più ampia scala dei distretti (*local district*) fino all'intera dimensione urbana.

In questo quadro il distretto smart diventa l'elemento centrale per la definizione di un modello di replicabilità. Tale scala è, infatti, sufficientemente complessa da poter consentire di affrontare tutte le problematiche di integrazione, interoperabilità, accettazione sociale e competitività, ma ancora adeguatamente circoscritta per restare oggetto di una ricerca applicata ed una qualificazione "dimostrativa". L'obiettivo dei progetti sviluppati con la Ricerca di Sistema dalla Divisione Smart Energy consiste nello sviluppo di un modello di "distretto urbano intelligente" che coniuga aspetti tecnologici e aspetti sociali, finalizzati al miglioramento dei servizi erogabili ai cittadini, in quanto più efficienti dal punto di vista energetico e funzionale.

connection between networks, and innovative multifunctional services can be developed ranging from the optimal management of energy consumption and the local network, to the control of environmental impacts, from mobility-related aspects and educational growth to social participation and participation in efficient governance.

The smart urban regeneration development process cannot proceed simultaneously across the entire urban area, since cities taken in their entirety are complex organisms from many points of view (technological, social, economic, political); for this reason, ENEA, within the scope of the activities envisaged by the System Research, has developed a roadmap that passes through successive steps from the qualification of technologies for small areas (buildings and networks of buildings) to the larger scale of districts (*local districts*) and up to the entire urban dimension.

In this context, the smart district becomes the central element for the definition of a replicability model; this scale is, in fact, sufficiently complex to involve all the issues of integration, interoperability, social acceptance and competitiveness, but still sufficiently circumscribed to remain the subject of applied research and "demonstration" qualification.

The aim of the projects developed with System Research by the Smart Energy Division is to develop a "smart urban district" model that combines technological and social aspects,

Nell'ambito del distretto urbano intelligente l'attività di ricerca e sviluppo si è focalizzata su specifici contesti applicativi per ognuno dei quali sono state sviluppate specifiche soluzioni e proposte tecnologiche.

Ed è proprio grazie a questo approccio di distretto che oggi, nel ridisegnato framework internazionale di Horizon Europe in cui l'accento viene posto sulla transizione verso i distretti sostenibili o distretti addirittura ad energia positiva (Positive Energy District) ed ancora sulle Neutral Climate Cities, che l'approccio ENEA del distretto urbano intelligente è strategico e diventa un tassello fondamentale per abilitare le città alla transizione in termini di sostenibilità.

Infatti la ricerca sui Local Energy Districts, con gli ambiti Smart Home/Smart Building, i Servizi Urbani Energivori, le Smart Roads, le Energy Communities, le piattaforme per la gestione dei dati urbani, insieme alla ricerca sui sistemi di accumulo per la mobilità, le applicazioni software per la gestione della e-mobility, ha sviluppato soluzioni, tecnologie e sistemi adatti a contribuire alla transizione verso aree urbane sostenibili, in linea con i nuovi strumenti previsti in Horizon Europe dalla Commissione Europea per i prossimi sette anni (2021-2027).

I temi di ricerca sui distretti urbani intelligenti, sono stati condotti dal 2015 al 2021 tramite due progetti finanziati nell'ambito della Ricerca di Sistema Elettrico.

Il progetto "Sviluppo di un modello integrato di smart district urbano" si focalizza sullo sviluppo e sulla integrazione di nuove tecnologie per la trasformazione

aimed at improving the services provided to citizens by being more efficient from an energy and functional point of view.

In the context of the smart urban district, research and development activities have focused on specific application contexts, for each of which specific solutions and technological proposals have been developed.

In fact, it is thanks to this district approach that today – in the redesigned Horizon Europe international framework within which the emphasis is placed on the transition towards sustainable districts or even positive energy districts (Positive Energy District) and on Neutral Climate Cities – the ENEA approach of the smart urban district is strategic and becomes a key element in enabling cities to make the transition in terms of sustainability.

Indeed, research on Local Energy Districts, including Smart Home/Smart Building, Energy-Intensive Urban Services, Smart Roads, Energy Communities, urban data management platforms, together with research on Mobility in the form of storage systems and software applications for e-mobility management, has led to the development of solutions, technologies and systems capable of contributing to the transition towards sustainable urban areas, in line with the new instruments envisaged in Horizon Europe by the European Commission for the next seven years (2021-2027).

The research activities on smart urban districts were conducted from 2015 to

di un distretto urbano in uno Smart District, grazie all'integrazione di servizi e sistemi smart relativi a diversi ambiti urbani al fine di renderli più efficienti, sicuri ed efficaci. Il legante di tutti i servizi del distretto smart consiste in una piattaforma aperta ICT (Smart District Platform) ispirata ai principali standard internazionali ed alle tecnologie IOT che permette l'integrazione, la replicabilità, la trasformazione del distretto in un ecosistema di servizi interoperanti.

Gli ambiti applicativi di ricerca sviluppati in tale progetto [tab. 1] sono stati:

- piattaforme per la gestione dei dati urbani (Smart District Platform)
- servizi aggregati per edifici;
- infrastrutture pubbliche energivore;
- smart community ed economia circolare.

Il Progetto "Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali", ed in particolare il WP1 "Local Energy Districts", mira allo sviluppo di un modello di Energy District prevalentemente basato sul vettore elettrico ed incentrato su integrazione, flessibilità e transizione digitale del sistema energetico e nel ruolo fondamentale del cittadino nel processo di razionalizzazione e flessibilità del sistema elettrico.

Gli ambiti applicativi di ricerca sviluppati in tale WP sono:

- servizi aggregati per smart homes e smart buildings per la perfetta integrazione tra efficienza energetica, economia, sicurezza, flessibilità ed elevata integrazione tra rete elettrica ed edificio;

2021 through two projects funded as part of the Research of the Electricity System.

The "Development of an integrated model of urban smart district" project focuses on the development and integration of new technologies for the transformation of an urban district into a Smart District, thanks to the integration of smart services and systems relating to different urban areas to the in order to make them more efficient, safe and effective.

The binder of all the services of the smart district consists of an open ICT platform (Smart District Platform) based on main international standards and IOT technologies that allows the integration, replicability and transformation of the district into an ecosystem of interoperable services.

The research application areas developed in this project [tab. 1] were:

- urban data management platforms (Smart District Platform)
- aggregate services for buildings;
- energy-intensive public infrastructures;
- smart community and circular economy.

Then "Technologies for the efficient penetration of the electricity vector into end uses" Project - WP1 "Local Energy Districts" aims to develop an Energy District model mainly based on the electricity vector and focused on integration, flexibility and digital transition of the energy system and the fundamental role of citizens in the rationalization and flexibility of the electricity system.

Progetto Sviluppo di un modello integrato di smart district urbano			
ambito	livello	nome soluzione	descrizione
piattaforme per la gestione dei dati urbani	Urbano	Smart District Platform	Architettura di Riferimento per la Piattaforma ICT per la gestione del distretto, denominata Smart District Platform, in grado di raccogliere dati dai diversi ambiti specifici, con particolare riferimento all'analisi del flusso dei dati gestiti nei vari Contesti Applicativi verticali.
Servizi Aggregati	Utenti distretto	Smart Home Network	Modello replicabile di Smart Home Network per la gestione dei consumi delle abitazioni connesse ad un Aggregatore centrale, tra cui le metodologie di aggregazione e benchmarking dei dati energetici di rete di edifici e modelli di feedback e l'architettura del sistema della Smart Homes Network.
		Aggregatore	Sistema prototipale distrettuale di servizi di aggregazione ed efficienza energetica per i cittadini con l'obiettivo di supportare la gestione energetica nelle abitazioni connesse ad un Aggregatore centrale. Il sistema di aggregazione è in grado di fornire indicazioni per un uso più efficiente ed abilitare un processo di scambio tra abitazione ed aggregatore per la flessibilità.
		Assisted Living	Sistema di assisted living in Smart Homes relativo allo sviluppo di un modello di smart home in grado monitorare tutti i flussi energetici, trasferire i dati al sistema di aggregazione, provvedere al controllo adattivo delle principali utenze (climatizzazione, appliances, illuminazione) al fine di massimizzare il comfort e di ridurre i consumi. Inoltre prevede alcuni servizi di assistenza e sicurezza per utenti di categorie deboli integrati con il sistema di controllo della abitazione.
		Mini distretto	Prototipo di gestione di un mini-distretto smart, (accumulo elettrico, fonti rinnovabili, gestione della domanda) con impianti fotovoltaici con accumulo elettrico da installare nello Smart Village ENEA Casaccia.
Infrastrutture Pubbliche Energivore	Urbano ed infrastrutture	Piattaforma consumi e funzionalità	Piattaforma per il controllo e la valutazione delle prestazioni (consumi e funzionalità) delle infrastrutture pubbliche energivore (es. edifici pubblici, illuminazione pubblica, reti idriche, trasporti pubblici) nelle condizioni operative nominali. L'approccio si basa sulla analisi dello stato della infrastruttura e sul monitoraggio continuo delle sue prestazioni, sui metodi di elaborazione dei dati, la definizione della architettura della piattaforma, l'interoperabilità con i sistemi di gestione, il confronto e condivisione dei metodi con i principali stakeholders (municipalità, gestori, produttori, agenzie della amministrazione centrale).
		CIPCAST	Sistema per la protezione e sicurezza delle Infrastrutture Critiche – CIPCAST (Rete elettrica, rete ICT, trasporti, reti idriche, ...) basato su un DSS (Decision Support System) ed una piattaforma GIS. Il Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS) è specificatamente concepito come piattaforma per la sicurezza delle Infrastrutture Critiche (CI) del Distretto, con particolare riguardo alla relativa architettura tecnologica (hardware e software), facendo riferimento anche ad un insieme di standard, regole e procedure miranti a gestire la disponibilità, l'omogeneità e l'accesso a dati ed informazioni.
		Smart Service	sistema di Smart Services integrato nell'ambiente urbano (Smart Street) con l'obiettivo principale di creare una soluzione avanzata che possa integrare in un unico framework una serie di servizi urbani tra cui illuminazione, monitoraggio del traffico, identificazione di situazioni critiche (alluvioni, congestioni, incendi, affollamento) gestione di parcheggi.
		Monitoraggio aereo	Sicurezza e monitoraggio aereo della città tramite un sistema aereo mobile (drone) in grado di monitorare l'ambiente (strade, edifici) caratterizzandolo da vari punti di vista (analisi termografica, qualità dell'aria, inquinamento, sicurezza, rischi ambientali) tipici di un distretto urbano.
Smart Community e circular economy	Utenti distretto	Smart Community	Infrastruttura per lo sviluppo di una Smart Community del distretto, tramite strumenti tecnologici e iniziative sulla comunità basati su un Social Urban Network; azioni per la costruzione dell'ecosistema sociale finalizzato al co-design e al supporto di processi partecipativi; modello di economia circolare applicabile alla comunità basato sulla condivisione di beni e servizi
		Gestione sostenibile	sistema di gestione sostenibile dell'ambiente urbano basato su un modello smart per la gestione dei rifiuti e delle acque tramite un sistema di compostaggio automatizzato del distretto, una serie di sensori per la rilevazione di parametri della rete idrica, sistemi più efficienti e produttivi di trattamento dei reflui civili.

Fig. 1 – Ambiti, livelli e descrizione delle soluzioni del modello integrato dello smart district urbano

- servizi Urbani Smart per la digitalizzazione, ottimizzazione ed integrazione in ottica smart di tutte le infrastrutture del distretto che hanno un impatto sulla efficienza, qualità ed innovazione del servizio elettrico;
- energy communities per lo sviluppo di comunità energetiche e tecnologie abilitanti finalizzate alla creazione della capacità di auto-gestire una serie funzionalit  connesse alla rete energetica.

1.3.2 Il SET Plan ed il modello Positive Energy District

L'obiettivo di questo paragrafo   quello di essere un punto di riferimento nella comprensione dei nuovi modelli urbani emergenti al fine di identificare le soluzioni, le tecnologie e i processi che li caratterizzano, riuscendo cos  a costruire un ponte tra i prodotti della Ricerca di Sistema e l'ambito internazionale che verr  influenzato da Horizon Europe e dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – PNRR [3].

La pandemia di Covid-19 che ha sconvolto il mondo ha posto nuove priorit  in molti ambiti: l'aspetto della resilienza urbana alla pandemia, concetto che non era stato neppure lontanamente considerato all'avvio del processo di definizione delle Partnership in Horizon Europe,   ora invece presente nella DUT-Driving Urban Transition Partnership.

La discussione sullo sviluppo sostenibile delle aree urbane   iniziata in tutto il mondo pi  di 30 anni fa, ma la Commissione Europea ha iniziato a definire stra-

The research application areas developed in the System Research project [Tab. 1] were:

- platforms for urban data management (Smart District Platforms);
- aggregated services;
- energy-intensive public infrastructures;
- smart communities and circular economy.

1.3.2 The SET Plan and the Positive Energy District model

In a scenario in which the terms of knowledge and competence, philosophy and method, technology and service, processes and management models must be integrated, it is essential – in order to create a city supported by a system of governance for its data – to have an understanding of the new models of sustainable urban development for which Horizon Europe will provide the main European funding channels.

The aim of this section is to be a point of reference in understanding the new emerging urban models in order to identify the solutions, technologies and processes that characterise them, thereby managing to build a bridge between the System Research products and the international sphere that will be influenced by Horizon Europe and the National Recovery Plan – PNRR [3].

The COVID-19 pandemic that has devastated the world has set new priorities in many areas: the aspect of urban

tegie di finanziamento per le città solo con il programma quadro H2020.

Il documento ispiratore per lo sviluppo di una strategia comune è stato “Cities of Tomorrow Challenges, visions ways forward” come sintesi di un processo di riflessione organizzato da EC-Regional Affairs da maggio a dicembre 2010. Il processo di riflessione ha portato a comprendere che le città sarebbero state fondamentali per lo sviluppo sostenibile e la crescita economica dell'Unione Europea e che nuove forme di governance sarebbero state essenziali per rispondere alle sfide urbane.

È anche grazie a questo documento e al processo di riflessione europeo che Horizon 2020, il più grande programma di Ricerca e Innovazione dell'UE, prese forma con l'obiettivo di coniugare ricerca e innovazione, creando un mercato unico della conoscenza, della ricerca e dell'innovazione.

L'importanza di H2020 per i temi della sostenibilità urbana risiede nell'essere stato un unico programma che riuniva in sé tre programmi e/o iniziative distinte: il programma quadro FP7, il programma quadro per la competitività e l'innovazione CIP, ultimo ma non meno importante l'iniziativa EIT- Istituto Europeo di Innovazione e Tecnologia.

Ecco dunque che lo sviluppo sostenibile delle aree urbane è diventata una sfida di fondamentale importanza nell'area Clean and Efficient Energy che ha promosso la transizione verso un sistema energetico competitivo attorno a sette obiettivi specifici: la riduzione del consumo energetico e dell'impronta di car-

resilience to the pandemic, a concept that was not even remotely considered at the start of the Partnership definition process in Horizon Europe, is now present in the DUT-Driving Urban Transition Partnership.

The discussion on sustainable development of urban areas began worldwide more than 30 years ago, but the European Commission only began to define funding strategies for cities with the H2020 framework programme.

The document that inspired the development of a common strategy was “Cities of Tomorrow Challenges, visions and ways forward”, the synthesis of a reflection process organised by EC-Regional Affairs from May to December 2010. The reflection process led to the realisation that cities would be crucial to the sustainable development and economic growth of the European Union and that new forms of governance would be essential in order to respond to urban challenges.

It is also thanks to this document and the European reflection process that Horizon 2020, the EU's largest research and innovation programme, took shape with the aim of combining research and innovation, creating a single market for knowledge, research and innovation.

The importance of H2020 for urban sustainability issues lies in the fact that it was a single programme that brought together three separate programmes and/or initiatives (FP7 as usual, innovation aspects of the CIP Competitiveness and Innovation Framework Programme CIP

bonio, la fornitura di elettricità a basso costo e basse emissioni di carbonio, i combustibili alternativi e fonti di energia mobile, una rete elettrica europea unica e intelligente, nuove conoscenze e tecnologie, un solido processo decisionale e di coinvolgimento del pubblico, l'assorbimento da parte del mercato di energia e innovazione ICT.

La dimensione urbana è stata anche sostenuta dal programma di finanziamento Smart Cities and Communities e da una serie di altri schemi di finanziamento come i Fondi Strutturali e di Investimento Europei, il Fondo Europeo per gli Investimenti Strategici, le Azioni Innovative Urbane, e ancora i programmi Urbact, Life, Jaspers.

L'attenzione prestata alla dimensione urbana da un lato e allo sviluppo sostenibile dall'altro hanno orientato nel corso degli ultimi 30 anni le strategie di finanziamento della Commissione Europea. Questa tendenza, non solo è stata riconfermata nel programma quadro Horizon Europe, ma – a causa della pandemia Covid-19 ha assunto nuove sfaccettature, con il tentativo di rispondere anche a questa nuova sfida nell'ambito urbano. Nell'ambito del "Cluster 5 Clima, energia e mobilità – Destinazione 2, Soluzioni intersettoriali per la transizione climatica" le Partnership saranno gli strumenti trainanti per lo sviluppo di progetti di ricerca, innovazione e sviluppo. Tra queste, per gli ambiti urbani, si distinguerà la Partnership Driving Urban Transition. Accanto alle partnership l'altro strumento più promettente appare essere quello delle Missions Europee: tra le cinque mission quella delle 100 città cli-

and last but not least, the European Institute of Innovation and Technology EIT).

Sustainable development of urban areas has therefore become a key challenge in the Clean and Efficient Energy arena, which has promoted the transition to a competitive energy system based around seven specific objectives (reduction of energy consumption and carbon footprint; supply of low-cost, low-carbon electricity; alternative fuels and mobile energy sources; a single, smart European electricity grid; new knowledge and technologies; robust decision-making and public involvement; market uptake of energy and ICT innovation).

The urban dimension has also been supported by the Smart Cities and Communities funding programme and a number of other funding schemes such as the European Structural and Investment Funds, the European Fund for Strategic Investments, the urban innovative actions Urbact, Life and Jaspers.

The focus on the urban dimension, on the one hand, and on sustainable development, on the other, has guided the European Commission's funding strategies over the last 30 years. This trend has not only been reconfirmed in the Horizon Europe framework programme, but – due to the COVID-19 pandemic – has taken on new dimensions, with an attempt to respond to this new challenge in the urban context as well. In the context of "Cluster 5 Climate, Energy and Mobility – Destination 2 Cross-sectoral Solutions for Climate Transition", it is now certain (02.2021)

maticamente neutre entro il 2030 – da e per i cittadini, 100 Climate-Neutral Cities by 2030 – by and for the Citizens [4].

In questo quadro generale, il SET Plan ha giocato un ruolo fondamentale in termini di *think tank* per lo sviluppo di percorsi atti a promuovere la transizione verso un sistema energetico climaticamente neutro con lo sviluppo di tecnologie a basse emissioni di carbonio, in modo rapido e competitivo in termini di costi.

Migliorando le nuove tecnologie e riducendo i costi attraverso sforzi di ricerca nazionali coordinati, il SET Plan ha contribuito a promuovere la cooperazione tra i paesi dell'UE, le imprese e gli istituti di ricerca, e così facendo anche gli obiettivi chiave dell'Unione dell'energia.

L'implementazione del SET-Plan è stata realizzata coinvolgendo i delegati nazionali di vari gruppi di lavoro di implementazione (IWG-Implementation Working Group). Tra questi per gli ambiti urbani ha avuto particolare rilevanza il Gruppo di Lavoro 3.2 “Smart Cities and Communities” che, al termine di un processo lungo e complesso iniziato alla fine del 2018, ha individuato nei Positive Energy District un approccio innovativo ed adeguato a promuovere l'urbanizzazione sostenibile contribuendo a definire il pillar Positive Energy District della DUT Partnership che si pone come obiettivo quello di pianificare e realizzare 100 Positive Energy District in Europa, entro il 2030.

Lo sviluppo urbano sostenibile e la neutralità climatica, come già richiamato nel capitolo 1.2, sono gli obiettivi dell'approccio PED ed in questo approccio to-

that partnerships will become the driving force behind the development of research, innovation and development projects. Among these, the Partnership Driving Urban Transition will stand out in particular for urban areas. Alongside the partnerships, the other most promising instrument appears to be the European Missions: the five missions include 100 Climate-Neutral Cities by 2030 – by and for the Citizens [4].

Within this overall framework, the SET Plan played a key role as a *think tank* for the development of pathways to promote the transition to a climate-neutral energy system with the development of low-carbon technologies in a rapid and cost-competitive manner.

By improving new technologies and reducing costs through coordinated national research efforts, the SET-Plan has helped to promote cooperation between EU countries, businesses and research institutes, and in so doing, also the key objectives of the Energy Union.

The SET-Plan is implemented by involving the national delegates of various implementation working groups (IWGs); among these, the “Smart Cities and Communities” Working Group 3.2 has been particularly important for urban areas. At the end of a long and complex process started in late 2018, it identified Positive Energy Districts as an innovative and appropriate approach for promoting sustainable urbanisation; in fact, the DUT Partnership aims to plan and implement 100 Positive Energy Districts in Europe by 2030.

Sustainable urban development and climate neutrality, as already mentioned

ols, technologies and system integration della smart city, sono, insieme ad altri, i fattori abilitanti.

L'Implementation Working Group del SET Plan 3.2 [5] ha individuato i tre requisiti che i PED devono soddisfare per essere definiti tali: devono fare affidamento solo sull'energia rinnovabile; devono fare dell'efficienza energetica una delle loro priorità per utilizzare al meglio le energie rinnovabili disponibili; devono assicurarsi di agire in modo ottimale per il sistema energetico regionale/nazionale, promuovendo dunque il concetto di flessibilità energetica.

Allo stato attuale molti gruppi di ricerca (PED programme JPI UE; JRC Science Hub; EERA Joint Programme on Smart Cities; COST on PED; ...) stanno tentando definizioni sempre più di dettaglio per definire in modo più incisivo i contorni del PED. Quello che sembra certo è la Partnership DUT Driving Urban Transition, in cui i PED rappresenteranno uno dei percorsi che verranno finanziati per promuovere la transizione delle città verso modelli di sostenibilità urbana, chiede ai PED il soddisfacimento di tre requisiti: *Requisito di efficienza energetica* – L'obiettivo è una riduzione ottimale del consumo energetico all'interno del PED attraverso un bilanciamento delle esigenze dei diversi settori quali la costruzione di infrastrutture, l'uso di energia, la tipologia di insediamento, nonché trasporti e mobilità. Per la sua rilevanza questo requisito deve essere soddisfatto non solo in nuove aree di sviluppo urbano, ma anche in aree già esistenti; *Requisito di flessibilità energeti-*

in chapter 1.2, are the objectives of the PED approach, in which the *tools, technologies and system integration* of the smart city are some of the enabling factors.

The SET Plan 3.2 Implementation Working Group [5] identified three requirements that PEDs must meet to be defined as such: they must rely exclusively on renewable energy; they must make energy efficiency one of their priorities in order to make the best use of available renewable energy; they must ensure that they act in a way that is optimal for the regional/national energy system, thereby promoting the concept of energy flexibility.

Many research groups (PED programme JPI UE; JRC Science Hub; EERA Joint Programme on Smart Cities; COST on PED; ...) are currently seeking increasingly detailed definitions in order to define the boundaries of PED more clearly. What seems certain is that the DUT (Driving Urban Transition) Partnership, in which PEDs will represent one of the paths that will be financed to start the transition of cities towards models of urban sustainability, asks PEDs to meet three requirements:

Energy efficiency requirement – The objective is an optimal reduction of energy consumption within the PED through balancing the needs of different sectors such as infrastructure construction, energy use, settlement type, as well as transport and mobility. Given its importance, this requirement must be met not only in new urban development areas, but also in existing areas;

ca – La funzione principale del PED in merito alla flessibilità energetica è quella di contribuire attivamente alla resilienza e al bilanciamento del sistema energetico regionale, gestendo le interazioni in quanto uno dei principali consumatori di energia, conseguendo un beneficio ottimale per l'energia a scala regionale. La gestione della domanda, l'accoppiamento settoriale e lo stoccaggio sono tra i principali strumenti a disposizione per garantire questo requisito. La gestione delle interazioni tra il distretto e il sistema energetico regionale diventa strategica per conseguire la neutralità del carbonio e il 100% di energia rinnovabile nel consumo locale ed un ulteriore surplus di energie rinnovabili nel corso dell'anno; *Requisito di produzione di energia (locale e regionale)* – L'energia rinnovabile prodotta a livello locale e regionale consentirà una riduzione ottimale delle emissioni di gas a effetto serra e garantirà la redditività economica.

Accanto ai tre requisiti restano quali principi guida delle azioni di governance rivolti alla transizione verso il modello PED i temi dell'accessibilità economica e della prevenzione della povertà energetica. Dunque i PED a seconda di casi, specificità, contesti e condizioni al contorno si definiranno tali se conseguiranno un equilibrio ottimale tra efficienza energetica, flessibilità energetica e produzione di energia locale/regionale avendo come principio guida la neutralità climatica e promuovendo la qualità della vita, l'inclusività e la sostenibilità a 360 gradi.

Energy flexibility requirement – The main functions of the PED with regard to energy flexibility are: to actively contribute to the resilience and balancing of the regional energy system by managing interactions as one of the main energy consumers, obtaining an optimal energy benefit on a regional scale. Demand management, sector coupling and storage are among the main tools available to meet this requirement; managing those interactions between the district and the regional energy system in a way that allows for carbon neutrality and 100% renewable energy in local consumption and an additional surplus of renewable energy throughout the year; *Energy production requirement (local and regional)* – Renewable energy produced locally and regionally will ensure optimal reduction of greenhouse gas emissions and guarantee economic viability.

Alongside these three requirements, the issues of affordability and energy poverty prevention, will remain as guiding principles for governance actions aimed at the transition to the PED model.

Therefore, depending on cases, specificities, contexts and background conditions, PEDs will be defined as such if they achieve an optimal balance between energy efficiency, energy flexibility and local/regional energy production, with climate neutrality as a guiding principle and promoting quality of life, inclusiveness and all-round sustainability.

1.4 Città italiane in transizione. Il Progetto Convergenza di ENEA per la sostenibilità delle aree urbane

di Nicoletta Gozo, Giuseppina Giuliani

La transizione rappresenta il momento di passaggio e di evoluzione da uno “stato” verso un altro, nel quale la convinzione e la consapevolezza di voler promuovere e conseguire una trasformazione, consentono ai soggetti coinvolti di adottare tutti i cambiamenti necessari per realizzarla.

La transizione degli ambiti urbani ha a disposizione scenari tecnologici accattivanti, caratterizzati da diversi approcci (par. 1.2.2).

Molte città italiane sono in transito da modelli di governance urbana consolidati a nuovi modelli caratterizzati dall'introduzione di soluzioni tecnologiche innovative nelle filiere gestionali delle infrastrutture e dei servizi, che impongono un aggiornamento professionale e culturale non solo dei pubblici amministratori ma anche dei cittadini.

Le soluzioni tecnologiche a cui si fa riferimento abilitano allo sviluppo e fornitura di una serie di nuovi servizi urbani grazie alla raccolta, gestione, elaborazione, valutazione, integrazione, monitoraggio, scambio, circolazione ed aggiornamento dei dati e delle informazioni (big data) che descrivono le città, delineandone oltre alle caratteristiche territoriali ed infrastrutturali, anche le

1.4 Italian cities in transition. The ENEA Convergence Project for the sustainability of urban areas

by Nicoletta Gozo, Giuseppina Giuliani

Transition represents the moment of passage and evolution from one “state” to another, in which the conviction and awareness of wanting to promote and achieve a transformation allow those involved to adopt all the changes necessary to achieve it.

The transition of urban areas has appealing technological scenarios at its disposal characterised by factors (par. 1.2.2).

Today's cities are transitioning towards the development and adoption of a new generation of management models which, characterised by the introduction of innovative technological solutions in the management chains of infrastructures and services, require parallel professional and cultural updating of both public administrators and citizens.

The technological solutions referred to enable the development and provision of a host of new urban services thanks to the collection, management, processing, evaluation, integration, monitoring, exchange, circulation and updating of data and information (big data) that describe cities, outlining not only their territorial and infrastructural characteristics, but also the habits, needs and ca-

abitudini, esigenze e capacità di coloro che le amministrano ed abitano.

Tali soluzioni, ove intelligentemente introdotte e gestite, consentono innovazioni urbane e servizi che sono mirati e calibrati sulle effettive esigenze del territorio e dei suoi abitanti, esigenze e territori che sono entrambi in costante evoluzione e che pertanto vanno costantemente monitorati e valutati. Le soluzioni digitali, in particolare, abilitano la città a diventare “intelligente”, obbligandola al tempo stesso ad intraprendere, assieme a cittadini e amministratori, un percorso “formativo” in grado di individuare e promuovere nuovi modelli di gestione e d’innovazione, offrendole nuove prospettive ed accattivanti traguardi in termini di sostenibilità, resilienza ed inclusività.

Laddove i nuovi modelli di gestione urbana diventano lo “strumento” per approdare alla rigenerazione sostenibile della città, la convergenza su obiettivi, metodi e tecnologie da adottare rappresenta quel salto culturale e formativo non solo necessario ma addirittura propedeutico alla rigenerazione stessa.

Rivoluzione tecnologica e culturale devono oggi più che mai viaggiare su binari paralleli per trovare insieme le modalità di transitare verso le accattivanti opportunità che ci vengono prospettate con l’adozione dei nuovi stili di vita, di consumo e di “mercato”.

La transizione verso aree urbane più sostenibili e resilienti trova nella digitalizzazione della città (paragrafo 1.2.2) quella “terra di mezzo” nella quale occorre transitare ai fini del suo conseguimento.

pabilities of those who administer and inhabit them.

These solutions, when introduced and managed intelligently, enable urban innovations and services that are targeted and calibrated according to the actual needs of the territory and its inhabitants, needs and territories that are constantly evolving. Digital solutions, in particular, enable cities to become “smart”, while at the same time obliging them to undertake – together with citizens and administrators – a “training” process capable of identifying and promoting new models of management and innovation and offering them new perspectives and appealing goals in terms of sustainability, resilience and inclusiveness.

While the new urban management models become the “tool” to achieve sustainable city regeneration, the convergence on objectives, methods and technologies to be adopted represents the cultural and educational leap that is not only necessary but even a prerequisite for the transition proper.

Technological and cultural revolution must now, more than ever, travel on parallel tracks in order to jointly discover the ways of transitioning towards the appealing opportunities presented to us by the adoption of new lifestyles, consumption and “markets”.

The transition towards more sustainable and resilient urban areas, as a desired outcome, encounters the digitalisation of the city (see section 1.2.2) as the “middle ground” that must be crossed in order to achieve it and on which there is now undoubtedly universal convergence [1].

1.4.1 I Tavoli di Convergenza ENEA per la transizione urbana digitale

ENEA da diversi anni ha avviato attività di ricerca e sviluppo volte a promuovere e supportare la transizione delle città verso modelli intelligenti e sostenibili avviando progetti quali il Progetto Lumière, il Progetto PELL (Public Energy Living Lab), il Progetto Smart Italy Goal e il progetto UCUM (Urban Check Up Model).

I progetti sono accomunati dall'obiettivo di guidare la transizione urbana sia proponendo una nuova generazione di modelli gestionali e relative tecnologie abilitanti, sia accompagnando la Pubblica Amministrazione nelle scelte finalizzate alla rigenerazione, attraverso l'individuazione di corretti meccanismi di governance che la favoriscono.

I progetti sono focalizzati sulle infrastrutture urbane strategiche per la transizione, sulla città nel suo insieme e sulla raccolta, mappatura e gestione dei dati urbani esistenti e/o indispensabili ad avviare processi rigenerativi; a completamento è stata realizzata un'attività finalizzata alla promozione/costruzione di una convergenza di sistema su linguaggio, obiettivi, standard, modelli gestionali e soluzioni.

In particolare, i progetti puntano a promuovere e guidare la transizione ecologica e digitale di città e territori tramite lo sviluppo di percorsi e set di strumenti standardizzati. L'adozione di tali strumenti consente di pervenire a risultati il più possibile mirati e costruiti sulle effettive esigenze del contesto territoriale e/o del servizio da riqualificare, non customizzandoli.

1.4.1 ENEA Convergence Working Tables for the Digital Urban Transition

For several years, ENEA has been carrying out research and development activities aimed at promoting and supporting the transition of cities towards smart and sustainable models by launching projects such as the Lumière Project, the PELL (Public Energy Living Lab) Project, the Smart Italy Goal Project and the UCUM (Urban Check Up Model) Project.

The projects share the objective of guiding urban transition both by proposing a new generation of management models and related enabling technologies, and by supporting the Public Administration in the choices aimed at regeneration, by identifying the correct governance mechanisms that favour it.

The projects focus on strategic urban infrastructures for the transition, on the city as a whole and on the collection, mapping and management of urban data that exist and/or are indispensable to launch regenerative processes; complementing this, an activity has been set up to promote/build a system convergence on language, objectives, standards, management models and solutions. In particular, the projects aim at promoting and guiding the ecological and digital transition of cities and territories through the development of standardised paths and sets of tools, not to encourage standardisation of results and interventions but, on the contrary, to achieve results that are as targeted as possible and built on the actual needs of the territorial context and/or the service to be upgraded.

ENEA, partendo dall'infrastruttura della Pubblica Illuminazione e con l'obiettivo di promuovere l'efficienza energetica ed operativa degli impianti, ha avviato i Progetti Lumière e PELL andando a sviluppare una metodologia mirata alla costruzione di un Modello di Management dedicato all'illuminazione pubblica e caratterizzato dall'individuazione e valutazione dell'intera filiera gestionale del servizio (Fig. 1).

Starting with the Public Lighting infrastructure and seeking to promote the energy and operational efficiency of the systems, ENEA has launched the Lumière and PELL Projects, developing a methodology aimed at the construction of a Management Model dedicated to public lighting and characterised by the identification and evaluation of the entire service management chain (Fig. 1).

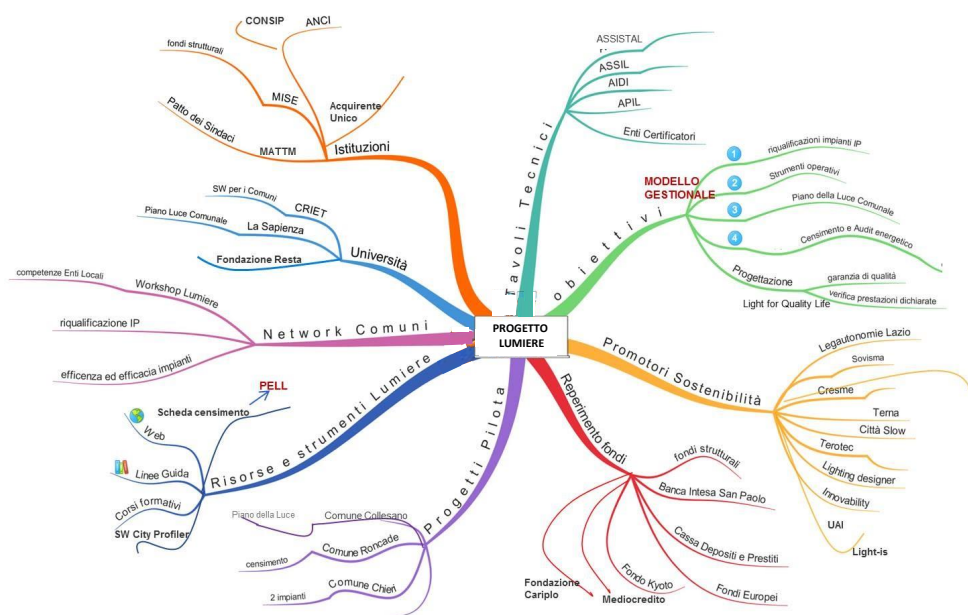


Fig. 1 – Il progetto Lumière e gli ambiti applicativi

A tal fine e grazie ad una intensa attività di ricognizione del mercato e dei suoi operatori ENEA ha costruito il Network degli stakeholder di riferimento (Lumière per la pubblica Illuminazione e PELL per lo sviluppo della piattaforma gestionale) e avviato una serie di Tavoli di Lavoro tematici aventi specifici obiettivi e competenze.

To this end and thanks to intensive investigation of the market and its operators, ENEA has built a network of reference stakeholders (Lumière for public lighting and PELL for the development of the management platform) and launched a series of thematic working tables with specific objectives and expertise.

Il Network è costituito da tutti i soggetti che, direttamente o indirettamente coinvolti nei processi di innovazione urbana, partecipano e contribuiscono con competenze diverse e tra loro sinergiche alle attività di sviluppo e/o di sperimentazione dei progetti sul territorio.

Al Network appartengono soggetti istituzionali, organismi pubblici e privati, associazioni di categoria, utility, aziende di settore, singoli professionisti, studi professionali, Enti di Ricerca, Università e, in particolare, le Pubbliche Amministrazioni, inclusi i Sindaci e i relativi staff. I partecipanti mettono a disposizione volontariamente le loro competenze a supporto, integrazione, confronto e condivisione degli obiettivi progettuali, delle attività programmate e delle soluzioni in fase di sviluppo in modo da conseguire in stretta collaborazione e condivisione i risultati progettuali.

Il Network costituisce il bacino di competenze multidisciplinari dal quale attingere, andando dunque a rivestire un ruolo trasversale alle attività, non focalizzato sul singolo obiettivo ma sulle ambizioni del Progetto in generale.

Rappresentato inizialmente da operatori della filiera della Pubblica Illuminazione, si è nel tempo adeguato all'ampliamento degli obiettivi progettuali, allargando le sue competenze all'intero scenario gestionale urbano e, in particolar modo, alle infrastrutture urbane quali scuole e ospedali e a quelle di servizio quali gli smart services. Ogni Progetto ha il suo Network di riferimento sebbene la messa a sistema da parte di ENEA degli obiettivi progettuali porti spesso ad una loro integrazione.

The Network is made up of all the subjects that, directly or indirectly involved in urban innovation processes, participate and contribute with different and synergic skills to the development and/or testing activities of the Projects throughout the territory.

Institutions, public and private bodies, trade associations, utilities, sector companies, individual professionals, professional firms, research institutes, universities and, in particular, public administrations, including mayors and their staff, are all part of the Network.

Participants voluntarily provide their expertise to support, integrate, discuss and share project objectives, planned activities and solutions under development in order to achieve project results through close cooperation and sharing.

The Network constitutes a pool of multidisciplinary skills on which to draw and therefore plays a transversal role in the activities that focuses on the ambitions of the Project in general rather than on a single objective.

Initially represented by operators of the Public Lighting supply chain, it has over time adapted to the broadening of project objectives, extending its competencies to the entire urban management scenario and, in particular, to urban infrastructures such as schools and hospitals and to service infrastructures such as smart services.

Each project has its own reference network, although ENEA's systemisation of project objectives often results in their integration.

I Tavoli di lavoro tematici costituiscono il braccio operativo delle attività progettuali e operano in costante collegamento con il mercato, inteso nella sua accezione più ampia (stakeholder, Pubblica Amministrazione, Istituzioni, Ricerca, Università, professionisti, associazioni di categoria, privati cittadini, ecc.). Ad essi partecipano tutti coloro che direttamente e/o indirettamente vogliono contribuire a costruire percorsi che promuovono e supportano la transizione urbana in chiave sostenibile, guidando il conseguimento degli obiettivi propri di ciascun contesto.

I Tavoli coinvolgono soggetti operativi nello specifico settore e si compongono, aggiornano e scompongono, in funzione degli obiettivi progettuali e dello stato di avanzamento dei risultati, andando a perfezionare, in funzione delle competenze necessarie, la compagine delle professionalità utili a rendere obiettivi e risultati trasversali e soprattutto oggetto di convergenza e di applicabilità nel mercato.

Ai Tavoli si discutono e nascono quei set di strumenti standardizzati e trasversali atti a promuovere e abilitare il cambiamento, nonché si identificano e condividono le migliori strategie per testarli ed applicarli. Il cambiamento proposto, e in realtà imposto dalla spinta tecnologica e dal processo di digitalizzazione che investe le città, si va connotando come un cambiamento di sistema al servizio di una nuova modalità di concepire, osservare, ascoltare, vivere e amministrare città, territori e servizi. Il cambiamento ruota – in particolare – intorno all'innovazione dei servizi urbani e non può limitarsi alla loro introduzione nel mercato e nel

The thematic Working Tables are the operational arm of the project activities and operate in constant connection with the market, understood in its broadest sense (stakeholders, public administration, institutions, research, universities, professionals, trade associations, private citizens, etc.). They involve all those who want to contribute directly and/or indirectly to building paths that promote and support sustainable urban transition, guiding the achievement of the objectives specific to each context.

The Tables involves subjects operating in the specific sector and are composed, updated and dissolved according to the project objectives and the state of progress of the results. According to the necessary competences, they then refine the most appropriate professional structure in order to make objectives and results transversal and, above all, subject to convergence and applicability in the market.

At these Tables, standardised and transversal toolsets to promote and enable change are discussed and created, and the best strategies for testing and applying them are identified and shared.

The change proposed, but in reality imposed by the technological drive and the digitalisation process that is affecting cities, is becoming a system change at the service of a new way of conceiving, observing, listening, living and administering cities, territories and services. The change revolves – in particular – around the innovation of urban services and cannot be limited to their introduction into the market and the

processo gestionale, ma deve anticiparlo tramite un mirato aggiornamento culturale, professionale e sociale.

È un cambiamento che riguarda tutti, dai cittadini che usufruiscono dei servizi, all'Amministrazione che gestisce le infrastrutture di servizio – magari dialogando con gli eventuali gestori – all'azienda che inserisce nuove tecnologie, ai legislatori che regolano il mercato nel suo insieme per arrivare sino alle istituzioni che programmano politiche volte a favorire lo sviluppo, l'applicazione e l'utilizzo delle nuove soluzioni tecnologiche e dei nuovi modelli gestionali.

Attraverso l'attività dei Tavoli si è cominciato a delineare una roadmap per la transizione urbana, partendo dalla necessità di poter e dover conoscere, monitorare e valutare, in modo uniforme, costante, standardizzato e a livello locale e nazionale, sia la consistenza sia la qualità del funzionamento delle infrastrutture strategiche alla rigenerazione urbana. Esse rappresentano difatti lo scheletro sul quale poggiano le città e forniscono i servizi necessari ad animarle, renderle vivibili e trasformarle in città gestite in modo più "intelligente".

La partecipazione ai Tavoli è sempre volontaria e gratuita e consente a chiunque sia interessato l'opportunità di collaborare e fornire il proprio contributo.

Le attività prevedono inizialmente un numero ristretto di soggetti attivatori, per allargarsi successivamente in funzione delle necessità o dell'interesse di altri stakeholder a portare un contributo specifico di competenze, visione e conoscenza.

management process, but must anticipate the change through targeted cultural, professional and social updating.

It is a change that concerns everyone, from the citizens who use the services, to the administration that manages the service infrastructures – perhaps in dialogue with the operators – to the company that introduces new technologies, to the legislators who regulate the market as a whole, right up to the institutions that plan policies to encourage the development, application and use of new technological solutions and new management models.

Through the work of the Tables, a roadmap for urban transition has begun to be outlined, starting from the need to be able and have to know, monitor and evaluate – in a uniform, constant, standardised way and at a local and national level – both the consistency and the quality of the operation of strategic infrastructures for urban regeneration. These are in fact the backbone on which cities are built and provide the services needed to bring them to life, make them liveable and transform them into "smarter" cities.

Participation in the Working Tables was voluntary and free of charge, allowing anyone interested the opportunity to collaborate and make their own contribution.

Activities always start with a few activating subjects, and then expand according to the needs or the interest of other stakeholders in providing a specific contribution of skills, vision and knowledge.

I risultati proposti dai Tavoli sono spesso oggetto di una consultazione pubblica tra gli stakeholder di riferimento. Quando trattasi di proposte, come quelle elaborate nell'ambito del progetto PELL che ambiscono a diventare standard di sistema, si avvia il processo di inchiesta pubblica al fine di ottenere la massima convergenza e di attivare un confronto in merito ad eventuali perfezionamenti dei risultati conseguiti; è stato il caso dell'esperienza con AgID.

L'attività così impostata ha nel tempo delineato una vera e propria metodologia di sviluppo e gestione dei progetti, che ha decisamente ampliato la capacità di ENEA di interfacciarsi con gli operatori di mercato e di comprendere ed individuare i processi abilitanti la transizione in maniera più nitida.

I Tavoli, dunque, hanno un ruolo determinante e trainante nello sviluppo, diffusione e applicazione della nuova generazione di modelli gestionali in quanto artefici sia delle proposte di cambiamento che investiranno i partecipanti stessi sia di una convergenza del mercato su di esse.

1.4.2 Stakeholder, Network e Tavoli

L'individuazione e la scelta degli Stakeholder che costituiscono i Network e conseguentemente i tavoli nasce principalmente da una selezione dei soggetti intervistati e/o incontrati nella fase di ricognizione del Mercato. Tale ricognizione è realizzata mediante l'organizzazione di riunioni con le Associazioni di categoria e/o i soggetti pubblico/privati

The results proposed by the Tables are often the subject of a public consultation among the relevant stakeholders. When it comes to proposals, such as those developed within the PELL project, which aim to become system standards, the public enquiry process is launched in order to achieve maximum convergence and to trigger a debate on possible improvements to the results achieved; this was the case in the experience with AgID.

The activity set up in this way has over time outlined a full and proper methodology for the development and management of Projects, which has substantially increased ENEA's ability to interface with market operators and to understand and identify the processes enabling the transition more clearly.

The Tables, therefore, have a decisive and driving role in the development, dissemination and application of the new generation of management models, since they are the architects both of the proposals for change that will affect the participants themselves and of a market convergence on

1.4.2 Stakeholders, Networks and Tables

The identification and choice of the Stakeholders that make up the Networks and therefore the Tables is mainly the result of a selection of subjects interviewed and/or met during the Market exploration phase. This exploration is undertaken through the organisation of meetings with the relevant trade associations and/or public/private entities for the activities and

di riferimento per le attività e tramite la partecipazione ad eventi focalizzati sulle tematiche progettuali. L'avvio della fase ricognitiva innesca sempre una catena di nuovi contatti, aprendo a ulteriori orizzonti e consentendo una più nitida e puntuale focalizzazione degli obiettivi. Ad ogni Network corrisponde sempre un Tavolo, la cui caratteristica è la trasversalità dei partecipanti alle tematiche progettuali, indispensabile prima a valutare gli obiettivi e dopo a verificarne i risultati conseguiti. Al Network compete infine di favorire la sperimentazione, diffusione e aggiornamento dei risultati tramite il confronto e la promozione di una convergenza su di essi.

I progetti Lumière e PELL sono un esempio di come siano state sviluppate le attività sopra descritte: per ciascuno dei progetti è stato avviato un Network di riferimento mentre sono stati avviati più Tavoli tematici, le cui caratteristiche vengono di seguito descritte.

Tutti i Progetti si avvalgono trasversalmente del Network dei Comuni in quanto costituito dai principali beneficiari dei risultati progettuali. I Network sviluppati sono sostanzialmente tre [Fig. 1]:

Network dei Comuni: caratterizzato da tutte le amministrazioni contattate e/o aderenti alle attività progettuali, opera da anni con i singoli Comuni, le Anci locali e le Associazioni di categoria o di Comuni. Gli obiettivi principali sono quelli di trasferire e supportare gli amministratori nel cogliere le opportunità di innovazione dei modelli urbani offerte dalle soluzioni digitali e tecnologiche oltre che comprendere le modalità e criticità

through participation in events focused on the project themes. The launch of the exploratory phase always triggers a chain of new contacts, opening up further horizons and allowing sharper and more precise focusing of objectives. Each Network always corresponds to a Working Table, characterised by the cross-disciplinary nature of the participants in the project themes, which is indispensable firstly to assess the objectives and subsequently to verify the results achieved. Finally, the Network is responsible for encouraging the experimentation, dissemination and updating of the results through open exchange and by promoting convergence on them.

The Lumière and PELL projects are an example of how the above-mentioned activities have been developed: for each of the projects, a reference Network was set up, while several thematic Tables were started up, the characteristics of which are described below.

All projects make use of the network of municipalities across the board as the main beneficiaries of the project results.

Three networks were developed [Fig. 1]:

Network of Municipalities: characterized by all the administrations contacted and/or taking part in the project activities, it has been working for several years with individual municipalities, local ANCI (national association of Italian municipalities) and trade or municipal associations. The main objectives are to transfer and support administrators in seizing the opportunities for innovation of urban models offered by digital and technological solutions as well as to understand the man-

gestionali delle singole amministrazioni. Al Network e ai suoi Tavoli hanno partecipato e partecipano in particolare: Patto dei Sindaci, Città Slow, Comunità Montane, Legautonomie (ALI), Anci locali e i singoli Comuni.

Network Progetto Lumière e Network Progetto PELL: i Network si sono evoluti nel corso degli anni modellandosi e aggiornandosi per competenze allo stato di avanzamento dei progetti e dei relativi risultati. I Network Lumière e Pell sono stati accorpati nel Network Lumière&Pell, oggi focalizzato sullo sviluppo e applicazione di una nuova generazione di modelli gestionali per città e territori oltre che alla “costruzione” di appositi strumenti ed attività per consentirne la penetrazione e applicazione nel mercato. Grazie al Network è stato avviato il coinvolgimento, la sperimentazione e l'applicazione dei risultati presso diverse amministrazioni (Roncade, Livorno, Reggio Emilia, Sora, Verona, Regione Umbria, Cluster Comuni Friuli-Venezia Giulia ecc.)

Al Network e ai suoi Tavoli tematici hanno partecipato e partecipano in particolare rappresentanti delle Istituzioni (Presidenza del Consiglio, Mise, Mef, Consip, Agid, ACT, MEF, MATT, Acquirente Unico,...), delle Associazioni di categoria (Confindustria, Aidi, Assil, Apil, Assoesco, Assistal, Enti certificatori,...) dell'Università e Ricerca (CNR, Criet Bicocca, La Sapienza, Politecnico di Milano, Insubria, Terotec, Fondazione Resta,...), del settore finanziario (Cassa Depositi e Prestiti, Abi, Fondazione Cariplo, Banca Intesa San Paolo, Mediocredito,...) e degli inte-

agement methods and criticalities of individual administrations. The Network and its Tables have participated and are participating in particular in Covenant of Mayors, Slow Cities, Mountain Communities, Autonomy League (“Lega Autonomie”), local ANCI and individual Municipalities.

Lumière Project Network and PELL Project Network: these Networks have evolved over the years, modelling themselves and updating their skills according to the progress of the projects and their results. The Lumière and Pell Networks have been merged into the Lumière&Pell Network, now focused on the development and application of a new generation of management models for cities and territories, as well as on the “construction” of appropriate tools and activities to allow their penetration and application in the market. Thanks to this, the involvement, experimentation and application of the results has been initiated in various administrations (Roncade, Livorno, Reggio Emilia, Sora, Verona, Umbria Region, Friuli-Venezia Giulia Municipality Cluster etc.) Representatives of Institutions (Presidency of the Council, Ministry of Economic Development, Ministry of Economy and Finance, CONSIP, AgID, ACT, MEF, MATT, Single Buyer (Acquirente Unico),...), Trade Associations (Confindustria, Aidi, Assil, Apil, Assoesco, Assistal, Certifying Bodies,...), Universities and Research (CNR, Criet Bicocca, La Sapienza, Politecnico di Milano, Insubria, Terotec, Fondazione Resta), the financial sector (Cassa Depositi e Prestiti, ABI, Fondazione Cariplo, Banca Intesa San Paolo, Mediocredito,...) have all participated in the Network and its

ressi diretti ed indiretti del mondo legato ai servizi della pubblica illuminazione, degli smart services e delle infrastrutture strategiche alla transizione digitale ed ecologica.

I Tavoli sono stati suddivisi in funzione delle tematiche che afferiscono ai processi gestionali, di riqualificazione e di rigenerazione urbana, alle singole infrastrutture e servizi al fine di poter sviluppare proposte e strumenti innovativi che siano in sintonia sia con le procedure e/o tecnologie esistenti e sia con le attuali politiche di Governo.

I singoli Tavoli individuano inoltre obiettivi specifici sui quali collaborare dando vita a dei tavoli di obiettivo.

Tavolo tematiche giuridiche e procedurali: il Tavolo ha l'obiettivo di verificare, studiare e promuovere l'aggiornamento del framework legislativo e normativo nel quale è inserito il processo di innovazione urbana, non solo a livello nazionale ma anche europeo ed internazionale. Al Tavolo hanno partecipato e partecipano liberi professionisti, studi legali, università tra i quali: Camera dei Deputati, studi legali, Ministero Ambiente, Astrofili, Regione Lombardia, ASSIL, Università Bicocca di Milano, AIDI, Uni ecc...

Tavolo tematiche progettuali: il Tavolo è costituito da tutti i professionisti di settore che hanno deciso gratuitamente di collaborare allo sviluppo dei progetti e che supportano ENEA sia offrendo la loro competenza sia mettendo a fattor comune le loro conoscenze per coadiuvare le Amministrazioni nella fase di transizione verso modelli gestionali più innovativi. Il

thematic Tables, together with direct and indirect interests in the sphere of public lighting services, smart services and strategic infrastructures for the digital and ecological transition.

The Tables have been subdivided according to the issues that relate to management processes, urban regeneration and redevelopment, and individual infrastructures and services, in order to develop innovative proposals and tools that are in tune with both existing procedures and/or technologies and current government policies. The individual tables also identify specific objectives on which to collaborate by setting up target tables.

Table on legal and procedural issues: the table aims to verify, study and promote the updating of the legislative and regulatory framework within which the process of urban innovation operates, not only at national but also at European and international level.

Freelancers, law firms, and universities have participated and are participating in the Table, including: Chamber of Deputies, law firms, Ministry of the Environment, Astronomers, Lombardy Region, ASSIL, Bicocca University of Milan, AIDI, Uni etc...

Project themes table: this Table is made up of all the professionals in the sector who have freely decided to collaborate in the development of the projects and who support ENEA both by offering their expertise and by pooling their knowledge to assist Administrations in the transition phase towards more innovative management models. The role

ruolo dei professionisti ha un valore particolare nell'ambito del trasferimento dei processi innovativi grazie al loro supporto formativo alle Pubbliche Amministrazioni fornito tramite la partecipazione ed eventi di formazione e aggiornamento professionale oltre che di disseminazione.

Tavolo tematiche gestionali dei servizi energetici – ESCo: il Tavolo è costituito dai gestori dei servizi energetici in quanto principali attivatori dell'innovazione dei processi gestionali delle infrastrutture urbane e dei servizi. L'attività si è concentrata nella condivisione degli obiettivi di sviluppo di una strategia nazionale di innovazione urbana e in particolare nella progettazione e "costruzione" di un set di strumenti attuativi.

Al Tavolo hanno partecipato e partecipano in particolare le ESCo associate ad Assistal, Federesco e Assoesco oltre alle singole aziende fornitrici del servizio di pubblica illuminazione.

Tavolo tematiche di procurement – Consip: costituito per sviluppare dei modelli di innovazione e gestione dei servizi urbani da inserire nella centrale d'acquisto della Pubblica Amministrazione ha l'obiettivo di alleggerire gli amministratori fornendo percorsi e strumenti standardizzati ma al tempo stesso incentivanti l'innovazione delle infrastrutture e servizi e conseguentemente di città e territori.

Tavolo tematiche economico finanziarie: costituito per analizzare i costi dell'innovazione urbana e le possibilità di sviluppo di appositi strumenti di incentivazione e finanziamento, ha quale obiettivo particolare quello di definire dei nuovi modelli di business dedicati

of professionals is of particular value in the transfer of innovative processes thanks to their training support for Public Administrations provided through participation in training and professional development events as well as dissemination events.

Table on energy service management issues – ESCo: this table is made up of energy service operators as the main enablers of innovation in urban infrastructure and service management processes. The activity focused on sharing the development objectives of a national urban innovation strategy and in particular on the design and "construction" of a set of implementation tools.

The ESCo members of Assistal, Federesco, and Assoesco, as well as the individual companies that provide public lighting services, took part in the table.

Table on procurement issues – CONSIP: this table was set up to develop models for innovation and management of urban services to be included in the Public Administration's central purchasing office. Its aim is to lighten the burden for administrators by providing standardised paths and tools that also encourage innovation in infrastructures and services and, consequently, in cities and territories.

Table on economic and financial issues: This table was set up to analyse the costs of urban innovation and the possibilities of developing appropriate incentive and financing tools. The objective of defining new business models dedicated to urban regeneration and digital transition was particularly pursued.

alla rigenerazione urbana e transizione digitale.

Al Tavolo hanno partecipato e partecipano in particolare: Abi, Cassa Depositi e Prestiti, Mef, Agenzia per la Coesione Territoriale (ACT), Fondazione Resta, Fondazione Cariplo e diverse banche e professionisti del settore.

Tavolo tematiche istituzionali e di governance nazionale: costituito per coinvolgere la governance sia nell'individuazione degli strumenti normativi e applicativi dei nuovi modelli gestionali urbani sia per favorire l'applicazione degli stessi e la penetrazione nel mercato tramite processi top down. Al Tavolo partecipano tra gli altri: Confindustria, Mef, Mise, Consip, Agid, Acquirente Unico, Presidenza del Consiglio, ACT, Camera dei Deputati, Ministero Ambiente, Anci.

Tavolo tematiche tecnologiche e associative – Associazioni di categoria: il Tavolo è rappresentato dall'insieme dei produttori di tecnologie e/o sistemi che consentono lo sviluppo dei nuovi modelli gestionali oltre che dalle Associazioni di categoria che ne favoriscono la condivisione e le modalità di sviluppo, sperimentazione e applicazione sul territorio. Il loro coinvolgimento è fondamentale affinché nello sviluppo e inserimento delle nuove tecnologie nelle filiere gestionali di infrastrutture e servizi si tenga conto dello "stato" di partenza del mercato e degli amministratori in modo da calibrare il punto al quale si vuole arrivare.

Al Tavolo hanno partecipato e partecipano: AIDI - ASSIL - APIL - ASSITAL - Assoesco e molte singole aziende (Gemmo, City Green Light, EnelX, ecc.).

Former and current participants in this table include: ABI, Cassa Depositi e Prestiti, Ministry of Economy and Finance, ACT, Fondazione Resta, Fondazione Cariplo and several banks and professionals in the sector.

Table on institutional and national governance issues: this table was set up to involve governance in both the identification of regulatory and application tools for new urban management models and to support the application and market penetration of these models through top-down processes. Participants in this table include: Confindustria, Ministry of Economy and Finance, Ministry of Economic Development, CONSIP, AgID, Single Buyer, Presidency of the Council, Territorial Cohesion Agency, Chamber of Deputies, Ministry of the Environment, ANCI.

Table on technological and association issues – Trade associations: this Table is represented by all the producers of technologies and/or systems that enable the development of new management models, as well as by the trade associations that promote the sharing of these models and the methods for their development, experimentation and application on the territory. Their involvement is essential so that in developing and integrating new technologies into infrastructure and service management chains, the initial "state" of the market and of administrators is taken into account in order to calibrate the target destination.

Former and current participants in this table include: AIDI - ASSIL - APIL - ASSITAL -

Tavolo tematiche digitali: avviato nell'ottica di contribuire al coordinamento informatico dell'Amministrazione centrale e regionale, promosso dall'Agenzia per l'Italia Digitale, il tavolo punta alla digitalizzazione dei dati d'identità e dei dati strategici delle infrastrutture pubbliche energivore, alla interoperabilità dei sistemi informativi nonché alla valorizzazione del patrimonio informativo pubblico.

In particolare si è concentrato sull'aggiornamento, pubblicazione e diffusione della specifica AgID per la produzione della scheda censimento PELL Illuminazione Pubblica nel formato XML, standardizzato a livello europeo ma non ancora metabolizzato a livello nazionale. È stato inoltre avviato lo sviluppo della specifica della scheda PELL Censimento Edifici Scuole e Ospedali.

Al Tavolo hanno partecipato e partecipano AgID, Consip, Nemea, Soluxioni, Infratel, AIDI, Assital e diverse Regioni, tra le quali in particolare Umbria-Basilicata-Veneto-Toscana-Liguria-Lombardia e diversi professionisti.

Tavolo obiettivi Edifici-Scuole: obiettivo del Tavolo è quello di favorire lo sviluppo di un modello gestionale efficiente ed efficace degli edifici scuole partendo dalla promozione di uno standard minimo di conoscenza e valutazione dello stato di fatto e funzionamento degli edifici scuole a livello nazionale tramite l'elaborazione di una scheda censimento condivisa e lo sviluppo di una sezione dedicata nella piattaforma PELL. Tramite il PELL Scuole si potrà disporre di un sistema

Assoesco and many individual companies (Gemma, City Green Light, EnelX, etc.).

Table on digital issues: launched with the aim of contributing to the IT coordination of the central and regional Administration, promoted by the Agency for Digital Italy (Agenzia per l'Italia Digitale), this table is focused on the digitalisation of identity data and the strategic data of energy-intensive public infrastructures, the interoperability of information systems and the leveraging of public information assets.

In particular, it focused on updating, publishing and disseminating the AgID specification for the production of the PELL Public Lighting census form in XML format, standardised at European level but not yet adopted at national level. In addition, the development of the specification of the PELL Building Census form is also under way.

AgID, CONSIP, Nemea, Soluxioni Infratel, AIDI, Assital and several Regions, including in particular Umbria-Basilicata-Veneto-Toscana-Liguria-Lombardia and several professionals have participated and are participating in the Table.

Table on objectives for School Buildings: the aim of this Table is to encourage the development of an efficient and effective management model for school buildings, starting from the promotion of a minimum standard of knowledge and an assessment of the current state and functioning of school buildings at national level through the development of a shared census form and the development of a dedicated

di monitoraggio e valutazione, tramite kpi, delle prestazioni energetiche (termiche ed elettriche) e del livello di vulnerabilità sismica oltre ad una banca dati nazionale degli edifici scuole.

Al Tavolo hanno partecipato e partecipano in particolare: Presidenza del Consiglio dei Ministri (Casaltalia), AgID, Soluxioni per la gestione della Piattaforma ARES, Assistal, Gemmo, Università Sapienza e diversi Comuni impegnati nella sperimentazione.

Tavolo obiettivi Edifici-Ospedali: obiettivo del Tavolo è il medesimo del Tavolo Edifici Scuole andando in questo modo ad allargare il processo di digitalizzazione delle infrastrutture e l'adozione di standard minimi di conoscenza e valutazione.

Al Tavolo hanno partecipato e partecipano in particolare: ASSISTAL, SIAIS, Gemmo, Siram Veolia, ENGIE e Aicarr.

Tavolo obiettivo Censimento Rete Idrica: di recente avvio ha l'obiettivo di promuovere una mappatura standardizzata dello stato di fatto della rete idrica da inserire in futuro in una sezione dedicata della Piattaforma PELL, aprendo la strada allo sviluppo di un sistema di aggiornamento e monitoraggio delle prestazioni della rete secondo quanto già realizzato per la pubblica illuminazione ed edifici.

Il Tavolo ha trovato una convergenza nell'obiettivo da parte di Assoesco, Assistal, Arera e Utilitalia, Politecnico di Milano, Energia Media e MenoWatt. I lavori del Tavolo sono in fase di definizione e ricognizione delle modalità di sviluppo.

section on the PELL platform. PELL Schools will provide a KPI-based system for monitoring and assessment of energy performance (thermal and electrical) and of the level of seismic vulnerability, as well as a national database of school buildings.

Former and current participants in this table include: Presidency of the Council of Ministers (Casaltalia), AgID, ARES Platform Management Solutions, Assistal, Gemmo, Sapienza University and several municipalities involved in the experimentation.

Table on objectives for Hospital Buildings: the objective of this Table is the same as that of the School Buildings Table, seeking to expand infrastructure digitalisation process and the adoption of minimum standards of knowledge and evaluation.

Former and current participants in this table include: ASSISTAL, SIAIS, Gemmo and Aicarr.

Table aimed at the Water Network Census: recently launched, the aim of this Table is to promote a standardised mapping of the current state of the water network to be included in a future dedicated section of the Pell Platform, paving the way for the development of a system for updating and monitoring the performance of the network along the lines of what has already been done for public lighting and buildings. The Table obtained convergence on the objective on the part of Assoesco, Assistal, Arera and Utilitalia, Polytechnic University of Milan, Energia Media and MenoWatt. The work of the Table is currently being defined and development methods are being explored.

	I tavoli tematici
ambito procedure/procurement	Tavolo tematiche giuridiche e procedurali
	Tavolo tematiche procurement
	Tavolo tematiche istituzionali e di governance nazionale
ambito tecnologico	Tavolo tematiche gestionali dei servizi energetici ESCO
	Tavolo tematiche tecnologiche ed associative - associazioni di categoria
	Tavolo tematiche digitali
	Tavolo tematiche progettuali
ambito economico-finanziario	Tavolo tematiche economico-finanziarie
ambiti specifici	Tavolo obiettivo edifici-scuole
	Tavolo obiettivo edifici-ospedali
	Tavolo obiettivo censimento rete idrica

Fig. 2 – Finalità dei Tavoli

1.4.3 Le attività dei Tavoli

Gli obiettivi perseguiti dai Tavoli sono stati l'individuazione dei dati strategici della Illuminazione Pubblica (IP) e il conseguente sviluppo della scheda censimento, lo sviluppo del Data Model Pell IP, l'elaborazione delle specifiche tecniche di riferimento del Data Model, lo sviluppo della Piattaforma PELL e delle Linee Guida per la gestione degli impianti.

Le attività dei Tavoli e dei Network sono realizzate mediante periodici incontri, scambio di documenti e relazioni, webinar di aggiornamento e/o coinvolgimento di nuovi stakeholder, organizzazione di eventi di diffusione e disseminazione e attività di formazione delle Pubbliche Amministrazioni. Rilevante il loro contributo trasversale a supportare i Comuni nell'avviamento di attività ed iniziative volte a migliorare l'efficienza e l'efficacia nella gestione delle infrastrutture urbane con particolare riferimento alla Pubblica Illuminazione.

Altre attività riguardano l'organizzazione di incontri di formazione per gli amministratori pubblici e di coinvolgimento dei

1.4.3 Activities of the Tables

The objectives pursued by the Tables were the identification of the strategic data for Public Lighting (IP) and the resulting development of the census form, the development of the PELL IP Data Model, the drafting of the reference technical specifications for the Data Model, the development of the PELL Platform and the Guidelines for the management of systems.

The activities of the Tables and Networks are carried out through regular meetings, exchange of documents and reports, webinars to update and/or involve new stakeholders, organisation of dissemination events and training activities for Public Administrations. Their transversal contribution to supporting municipalities in launching activities and initiatives aimed at improving efficiency and effectiveness in the management of urban infrastructures, with particular reference to Public Lighting, is significant.

Other activities involve the organisation of training meetings for public administrators and the involvement of citizens in the

cittadini nel processo di innovazione dei servizi urbani.

L'attività dei Network si è invece realizzata mediante uno o due incontri annuali in plenaria aventi lo scopo di presentare i risultati conseguiti ed avviare il confronto sugli stessi, verificare lo stato in corso d'opera degli obiettivi, ricalibrare e aggiornare le attività, costruire percorsi di convergenza sulle prassi impostate e/o sugli strumenti sviluppati. L'attività dei Tavoli varia a seconda degli obiettivi e si è concretizzata in un minimo di 1 incontro settimanale fino ad un massimo di 6 incontri mensili in fase di avvio e/o chiusura dei risultati/prodotti. I risultati principali sono stati:

- coinvolgimento degli stakeholder e del mercato nel processo di innovazione dei modelli gestionali di infrastrutture e servizi ed il conseguimento di una convergenza sugli obiettivi e strumenti da adottare;
- sviluppo scheda censimento impianti illuminazione pubblica, Data Model Pell, piattaforma PELL, Linee guida all'attivazione del processo innovativo;
- sviluppo scheda censimento scuole;
- sviluppo scheda censimento ospedali;
- linee guida di vario genere a supporto dell'applicazione dei prodotti;
- linee guida a supporto della Pubblica Amministrazione sulle tematiche relative alla gestione della pubblica illuminazione e dell'individuazione delle procedure di gara più idonee;
- sviluppo del Cahier de Doléances come strumento di confronto e individuazione delle imperfezioni dei nuovi processi gestionali;

process of innovation of urban services. The activity of the Networks, on the other hand, took the form of one or two annual plenary meetings with the aim of presenting the results achieved and launching a debate on them, checking the state of progress of the objectives, recalibrating and updating the activities, building convergence paths on the procedures established and/or the tools developed. The activity of the Tables varies according to the objectives and has consisted of a minimum of 1 meeting per week up to a maximum of 6 meetings per month during the start-up and/or closure phase of the results/products.

The main results were:

- the involvement of stakeholders and the market in the process of innovating infrastructure and service management models and the achievement of convergence on the objectives and tools to be adopted;
- development of a census form for public lighting systems, PELL Data Model, PELL platform, Guidelines for activation of the innovative process (ref. Laura Blaso);
- development of the schools census form;
- development of the hospitals census form;
- guidelines of various kinds to support the application of the products;
- guidelines to support the Public Administration on issues relating to the management of public lighting and identification of the most suitable tender procedures;

- attività di formazione, diffusione, disseminazione e affiancamento delle pubbliche amministrazioni.

1.4.4 Il Progetto SmartItaly Goal

Il Progetto Smart Italy Goal si affianca a completamento dei sopra citati progetti ENEA promuovendo una convergenza nella costruzione di una strategia nazionale per la transizione digitale ed ecologica di città e territori e nell'adozione e sviluppo di nuovi modelli urbani.

Avviato per delineare e guidare il passaggio dalla discussione teorica alla applicazione pratica delle soluzioni tecnologiche e delle metodologie offerte dal mercato, il progetto ha l'obiettivo di definire una roadmap di riferimento atta a guidare i processi rigenerativi abilitanti la transizione urbana verso città più intelligenti, sostenibili e resilienti. In particolare, mira a facilitare una riorganizzazione dei processi gestionali urbani partendo dal tema della convergenza linguistica, metodologica, tecnologica e strutturale, imprescindibile per il perseguimento degli obiettivi delineati.

Il Progetto, che coinvolge tra gli altri la Presidenza del Consiglio, Consip, Confindustria Nazionale, l'AgID, le Associazioni di Categoria, ANCI, Acquirente Unico, ecc., dispone di un suo Network coincidente con il Tavolo di lavoro, denominato "Tavolo di Convergenza Nazionale".

L'obiettivo iniziale del Tavolo è stato quello di definire e verificare la convergenza dei partecipanti e del mercato su alcune convinzioni e valutazioni da considerarsi quali "pilastri" del processo di

- Development of the Cahier de Doléances as a tool for debate and identification of imperfections in new management processes;
- activities involving training, distribution, dissemination and mentoring of public administrations.

1.4.4 The SmartItaly Goal Project

The Smart Italy Goal project complements the above-mentioned ENEA projects by promoting convergence in the construction of a national strategy for the digital and ecological transition of cities and territories and in the adoption and development of new urban models. Established to outline and guide the transition from theoretical discussion to the practical application of technological solutions and methodologies offered by the market, the project aims to define a reference roadmap to guide the regeneration processes that will enable the urban transition towards smarter, sustainable and resilient cities. In particular, it aims to facilitate a reorganisation of urban management processes starting from the theme of linguistic, methodological, technological and structural convergence, which is essential for the pursuit of the outlined objectives.

The Project, which involves, among others, the Presidency of the Council, CONSIP, Confindustria Nazionale, AgID, Trade Associations, ANCI, Single Buyer, etc., has its own Network that corresponds to the Working Table called the "National Convergence Table".

transizione e imprescindibili al conseguimento degli obiettivi urbani rigenerativi. Tale convergenza, peraltro, è alla base di tutti i progetti ENEA volti a promuovere l'innovazione digitale di città e territori.

La convergenza conseguita dal Tavolo si è inizialmente focalizzata sulla convinzione che l'Italia debba e possa avviare una riorganizzazione dei livelli di governance territoriale e dei processi gestionali dei servizi pubblici e delle relative infrastrutture, nell'ottica europea di ottimizzazione delle risorse, riduzione degli impatti ambientali del progresso economico, della sostenibilità e della resilienza urbana.

Il Tavolo ha condiviso come le smart technologies siano un fattore abilitante alla transizione verso aree urbane sostenibili e resilienti e che una gestione efficiente ed efficace dei servizi pubblici non possa prescindere da una conoscenza puntuale e standardizzata, a livello locale e nazionale, delle infrastrutture che erogano gli stessi servizi. Allo stesso modo il Tavolo ha convenuto che non si può prescindere da un'attività di monitoraggio finalizzata alla valutazione costante dello stato di fatto e del livello qualitativo delle prestazioni erogate.

Il Tavolo ha concordato sul fatto che la gestione delle infrastrutture strategiche e dei relativi servizi debba essere strutturata in modelli di management applicabili indistintamente su tutto il territorio nazionale, senza che ciò comporti una standardizzazione dei risultati, e che i modelli gestionali, applicati e supportati dalle moderne tecnologie, devono essere il prodotto di un lavoro di collaborazione tra gli stakeholder e identifi-

The initial objective of the Table was to define and verify the convergence of the participants and the market on a number of convictions and evaluations to be considered as the "foundation" of the transition process and indispensable for the achievement of urban regeneration goals. This convergence, moreover, underlies all ENEA projects aimed at promoting the digital innovation of cities and territories.

The convergence achieved by the Table initially focused on the conviction that Italy should and could initiate a reorganisation of the levels of territorial governance and of the management processes of public services and related infrastructures, in line with the European perspective of resource optimisation, reduction of the environmental impacts of economic progress, sustainability and urban resilience. The Table agreed that smart technologies are an enabling factor for the transition towards sustainable and resilient urban areas and that efficient and effective management of public services cannot be achieved without precise and standardised knowledge of the infrastructures that provide these services. Similarly, the Table agreed that monitoring activities must be carried out in order to constantly assess the state of affairs and the level of quality of the services provided.

The Table agreed that the management of strategic infrastructures and related services must be structured into management models that can be applied without distinction throughout the country, without necessarily standardising the results, and that the management mod-

carsi nel punto d'incontro tra l'approccio top-down e quello bottom-up.

Infine il Tavolo ha posto l'accento su come la diffusione delle soluzioni digitali a prezzi ormai accessibili – nei diversi ambiti applicativi (smart home, lighting, mobility, ecc.) – ha prodotto una considerevole quantità di dati provenienti da reti diverse e conseguentemente la possibilità e/o la necessità di integrarli adottando modelli condivisi che promuovendo l'interoperabilità limitano il fenomeno del Lock-in.

1.4.5 Conclusioni

La proposta di sviluppare i Tavoli di Convergenza trae origine dalla considerazione che convergenza significa avviare un percorso condiviso, una visione congiunta, un approccio metodologico comune basato sulla consapevolezza che la città intelligente deve la sua "intelligenza" a capacità specifiche. Tra queste l'utilizzo delle infrastrutture esistenti per la fornitura di nuovi servizi, l'integrazione di tecnologie e servizi a fini innovativi e in particolare la capacità di conoscersi, osservarsi, ascoltarsi, valutarci e innovarsi.

La possibilità di raccogliere e gestire in forma omogenea e standardizzata dati (big data) e informazioni che raccontano la città, l'attitudine a strutturarsi per poter disporre di standard minimi di conoscenza sulle proprie infrastrutture urbane ed i servizi, il dotarsi di un substrato tecnologico ideale quale quello delle piattaforme ICT d'integrazione dei servizi urbani eterogenei, la

els – applied and supported by modern technologies – must be the outcome of collaborative work between stakeholders and must be identified as the meeting point between the top-down and bottom-up approaches.

Lastly, the Table emphasised how the spread of digital solutions at affordable prices – across the various fields of application (smart home, lighting, mobility, etc.) – has produced a considerable amount of data from different networks and therefore the possibility and/or need to integrate them by adopting shared models that promote interoperability and limit the phenomenon of lock-in.

1.4.5 Conclusions

The proposal to develop a Convergence Table originated from the idea that convergence means initiating a shared path, a common vision, a common methodological approach based on the awareness that smart cities owe their "smartness" to specific capabilities, such as the use of existing infrastructures for the provision of new services, the integration of technologies and services for innovative purposes and in particular the ability to know, observe, listen to themselves, and to evaluate and innovate.

The possibility of collecting and managing homogeneous and standardised data (big data) and information that tell the story of the city, the ability to structure oneself so as to be able to have minimum standards of knowledge and assessment of one's urban infrastructures and servic-

volontà di concordare uno standard di condivisione dei dati da parte delle soluzioni tecnologiche e di adottare nuovi modelli di finanziamento fondati sull'innovazione delle forme di partenariato pubblico-privato e di strumenti di valutazione dei progetti riqualificativi, costituiscono quel "set" di cambiamenti di pensiero, orientamenti e comportamenti che le consentiranno di diventare "intelligente".

L'obiettivo dei Tavoli è dunque quello di promuovere e facilitare l'adozione di un linguaggio comune, di standard di riferimento, modelli gestionali, data model, specifiche tecniche, linee guida, tecnologie e altre soluzioni individuate quali migliori e/o maggiormente idonee, "prassi/strumenti" di riferimento da adottare nei processi di riqualificazione e/o innovazione di una infrastruttura e/o di un servizio. In particolare hanno l'ambizione di promuovere la metabolizzazione, da parte del mercato e dei cittadini, dell'irreversibilità del cambiamento che investe le città, i territori e i loro modelli di sviluppo e rigenerazione. La partecipazione ai Network e ai Tavoli di Lavoro è molto più vantaggiosa e stimolante rispetto a subirne gli effetti che ne conseguono in termini di soluzioni sviluppate e adottate. Partecipare significa essere promotori e parte integrante della transizione. La fantasia innovativa inoltre messa a fattor comune nei tavoli promuove e identifica nuovi bisogni andando a incentivare nuovi servizi, nuove tecnologie, nuovi obiettivi, sfide ed orizzonti.

es, the availability of an ideal technological substratum such as ICT platforms for the integration of heterogeneous urban services, the willingness to agree on a data-sharing standard for technological solutions and to adopt new financing models based on innovation in forms of public-private partnership and tools for evaluating redevelopment projects, constitute the set of changes in thinking, orientation and behaviour that will enable cities to become "Smart".

The objective of the Table is therefore to promote and facilitate the adoption of a common language, reference standards, management models, data models, technical specifications, guidelines, technologies and other solutions identified as the best and/or most suitable ones, reference "practices/tools" to be adopted in the processes of redevelopment and/or innovation of an infrastructure and/or a service. In particular, its ambition is to promote acceptance on the part of the market and citizens of the irreversibility of the change affecting cities, territories and their development and regeneration models.

Participation in Networks and Working Tables is much more beneficial and stimulating than undergoing the resulting effects in terms of solutions developed and adopted. Participation means being a promoter and an integral part of the transition. The innovative imagination shared at the tables also promotes and identifies new needs by stimulating new services, new technologies, new objectives, challenges and horizons.

SEZIONE II
Ricerca di sistema

SECTION II
Research

2.1 Introduzione

di Paola Clerici Maestosi,
Claudia Meloni

Secondo una indagine della Commissione Europea, circa quattro quinti dell'energia viene consumata nelle città luoghi in cui si concentrano la maggioranza delle attività insediative e produttive ad elevato impatto sull'ambiente.

Per questo la Commissione Europea nel Framework Programme Horizon 2020 identificò nelle Smart Cities una delle risposte attraverso cui affrontare la problematica energetico-ambientale evidenziata dallo Strategic Energy Technology Plan, il piano che definisce le principali direzioni di sviluppo strategico dell'Europa in tema di Energia.

Le tematiche energetiche e funzionali erano, e restano, uno degli aspetti trainanti per uno sviluppo strategico sostenibile, e la forza dell'approccio smart è riposta nella capacità di promuovere una visione olistica in grado di integrare gli elementi energetico-ambientali, gli elementi di carattere sociale – come la consapevolezza energetica-, la partecipazione e coesione sociale nonché la qualità della vita; dunque una sostenibilità a 360.

Probabilmente il termine smart è quello che oggi meglio rappresenta l'equazione sostenibilità-connettività e che, partendo dall'ambito urbano, viene poi coniugata trasversalmente nei vari contesti.

A causa di questa domanda incrociata l'equazione sostenibilità-connettività rappresenterà uno dei terreni di sfida

2.1 Introduction

by Paola Clerici Maestosi,
Claudia Meloni

According to a survey by the European Commission, around four-fifths of energy is consumed in cities, where most settlement and production activities with a high environmental impact are concentrated.

This is why the European Commission, in its 2020 Framework Programme, identified Smart Cities as one of the answers to the energy and environmental problems highlighted by the Strategic Energy Technology Plan, the plan that defines the main directions of Europe's strategic development in the field of energy.

Energy and functional issues were, and remain, one of the driving factors for sustainable strategic development, and the strength of the smart approach lies in its ability to promote a holistic vision capable of integrating energy-environmental elements, elements of a social nature – such as energy awareness – participation and social cohesion as well as quality of life, and therefore sustainability in the full sense of the word.

The term smart is probably the one that best represents the sustainability-connectivity equation, which starts off in urban areas and is then translated into the full range of contexts.

Due to this cross-demand, the sustainability-connectivity equation will be one of the high-tech battle grounds for companies in the coming years, where a

high-tech per le aziende nei prossimi anni in cui, un cluster di tecnologie e di applicazioni volti ad aumentare ed ottimizzare l'interconnessione tra le reti consentiranno di sviluppare servizi innovativi multifunzionali quali per esempio la gestione ottimale dei consumi energetici e della rete locale, il controllo degli impatti ambientali, la mobilità, la crescita educativa la partecipazione sociale e la partecipazione alla governance efficiente.

Il processo di sviluppo della rigenerazione urbana in chiave smart non può procedere simultaneamente sull'intera area urbana poiché le città, nella loro interezza, sono organismi complessi sotto molti punti di vista (tecnologico, sociale, economico, politico); per questo ENEA ha sviluppato una roadmap con sequenze successive che, partendo dalla qualificazione di tecnologie su piccola scala (edificio e reti di edifici), prosegue poi su una scala più ampia (distretti smart) ed infine sull'intera città.

In questo quadro il distretto smart diventa l'elemento centrale per la definizione di un modello di replicabilità; tale scala è, infatti, sufficientemente complessa da poter implicare tutte le problematiche di integrazione, interoperabilità, accettazione sociale e competitività, ma ancora adeguatamente circoscritta per restare oggetto di una ricerca applicata ed una qualificazione "dimostrativa".

L'obiettivo dei progetti "Sviluppo di un modello integrato di Smart District Urbano" (PT 15-18) e del Progetto "Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali", WP1

cluster of technologies and applications aimed at increasing and optimising the interconnection between networks can be developed to provide innovative multifunctional services such as optimal management of energy consumption and the local network, the control of environmental impacts, mobility, educational growth, social participation and participation in efficient governance.

The smart urban regeneration development process cannot proceed simultaneously over the entire urban area because cities, as a whole, are complex organisms from many perspectives (technological, social, economic, political). For this reason, ENEA has developed a roadmap with a series of successive sequences that starts with the qualification of technologies on a small scale (buildings and building networks), then continues on a larger scale (smart districts) and finally across the entire city.

In this context, the smart district becomes the central element for the definition of a replicability model; this scale is, in fact, sufficiently complex to involve all the issues of integration, interoperability, social acceptance and competitiveness, but still sufficiently circumscribed to remain the subject of applied research and "demonstration" qualification.

The goal of the projects "Development of an integrated Urban Smart District model" (PT 15-18) and "Technologies for the efficient penetration of the electric carrier in end uses"

“Local energy District” (PTR 19-21) finanziati nell’ambito dell’Accordo di Programma ENEA-MISE sulla Ricerca Sistema Elettrico, consiste nello sviluppo di un modello di “distretto urbano intelligente” che coniuga aspetti tecnologici e aspetti sociali, finalizzati al miglioramento dei servizi erogabili ai cittadini in quanto più efficienti dal punto di vista energetico e funzionale.

Ed è proprio grazie a questo approccio di distretto che oggi, nel ridisegnato framework internazionale Horizon Europe in cui l’accento viene posto sulla transizione verso i distretti sostenibili o distretti addirittura ad energia positiva i Positive Energy District [1] e sulle 100 Climate e Neutral Cities [2], che l’approccio ENEA del distretto urbano intelligente è strategico e diventa un tassello fondamentale per abilitare le città alla transizione sostenibile.

Nel distretto è prevista infatti l’implementazione di tecnologie e metodologie per l’integrazione tra vettori energetici e le loro infrastrutture, la cui gestione combinata renderà il sistema più efficiente, affidabile e meno energivoro.

La soluzione proposta da ENEA prevede una combinazione tra tecnologie, modelli di business e coinvolgimento dei cittadini in un approccio innovativo di rigenerazione urbana ed uno sviluppo integrato di infrastrutture pubbliche urbane, sistemi per la modellazione e gestione della rete energetica del distretto (*smart district*), sistemi centralizzati per l’analisi dei dati provenienti dalle abitazioni con interfaccia di dialogo utente

and WP1 “Local energy District” (PTR 19-21), which were funded under the ENEA-MISE Programme Agreement on Electricity System Research, consists in the development of a “smart urban district” model that combines technological and social aspects, aimed at improving the services provided to citizens by being more energy and functionally efficient.

And it is thanks to this district approach that today – in the redesigned Horizon Europe international framework within which the emphasis is placed on the transition towards sustainable districts or even positive energy districts (Positive Energy District) and on Neutral Climate Cities – the ENEA approach of the smart urban district is strategic and becomes a key element in enabling cities to make the transition in terms of sustainability.

Technologies and methodologies for the integration of energy carriers and their infrastructures will be implemented in the district, and their combined management will make the system more efficient, reliable and less energy-intensive.

The solution proposed by ENEA involves a combination of technologies, business models and citizen involvement in an innovative approach to urban regeneration and an integrated development of urban public infrastructure, systems for modelling and managing the district energy network (*smart district*), centralised systems for analysing data from homes, with a user dialogue interface (*smart homes ser-*

(*smart homes service*) e sistemi di supporto alle decisioni per la valutazione del rischio del patrimonio edilizio e delle infrastrutture.

Grazie alla definizione di specifiche standard e tecnologie open, si agevolerà la replicabilità dei modelli sviluppati come primo step di una roadmap per la realizzazione delle smart cities; di fatto si realizzerà uno strumento a servizio delle amministrazioni locali e dei cittadini per evitare il *locked-in* dei *vendors*.

Infatti allo stato attuale le Pubbliche Amministrazioni, una volta adottata una soluzione per la gestione dei servizi, si trovano vincolate nel tempo a rivolgersi allo stesso fornitore; invece il modello sviluppato da ENEA consentirà alle PA di scegliere e cambiare nel tempo il miglior gestore di un particolare servizio.

Il legante di tutti i servizi del distretto smart consiste in una piattaforma aperta ICT (Smart District Platform) ispirata ai principali standard internazionali ed alle tecnologie IOT emergenti; la piattaforma permette l'integrazione, la replicabilità, la trasformazione del distretto in un ecosistema di servizi interoperanti.

Nell'ambito del distretto urbano intelligente l'attività di ricerca e sviluppo si è focalizzata su sei specifici contesti applicativi per ognuno dei quali sono state sviluppate specifiche soluzioni e proposte tecnologiche. I sei ambiti applicativi su cui ENEA ha sviluppato prodotti e competenze nel corso di questi anni sono: la casa del futuro smart home e smart building, le piattaforme PELL e SCP per gestione dei dati urbani, città sicure e sostenibili, strade intelligenti e per finire la Smart Energy Community.

vice) and decision support systems for assessing the risk of the building stock and infrastructure.

The definition of standard specifications and open technologies will facilitate the replicability of the models developed as the first step in a roadmap for implementing smart cities; in fact, a tool will be created for local administrations and citizens to avoid *vendor lock-in*.

In fact, in the current situation, once a solution has been adopted for the management of services, public administrations are restricted to using the same supplier over time; on the other hand, the model developed by ENEA will allow public administrations to choose and change the best operator of a particular service over time.

All the smart district services are linked by an open ICT platform (Smart District Platform) based on the main international standards and on emerging IOT technologies. The platform allows the integration, replicability and transformation of the district into an ecosystem of interoperable services.

In the context of the smart urban district, research and development activities have focused on six specific application contexts, for each of which specific solutions and technological proposals have been developed.

The six application areas on which ENEA has developed products and expertise in recent years are: the smart home of the future and smart buildings, PELL and SCP platforms for urban data management, safe and sustainable cities, smart roads and lastly Smart Energy Communities.

L'esperienza maturata nel programma Ricerca di Sistema Elettrico con lo sviluppo dei Local Energy District e la lettura incrociata dei quadri programmatici di riferimento a livello nazionale (paragrafo 1.3.1.1) ed internazionale (paragrafo 1.3.2) ci consentono di individuare quale sia il contributo che TERIN-SEN è in grado di offrire per strutturare una risposta integrata non solo sui pillar che caratterizzano i PED, ma anche per le Climate-Neutral e Smart Cities in termini di strumenti, tecnologie ed integrazioni di sistema.

La tabella [Tab. 1] colloca prodotti e piattaforme sviluppate da TERIN-SEN in funzione delle categorie predette.

Experience gained in the Electricity System Research program with the development of Local Energy Districts and the cross-reading of the reference programmatic frameworks at national (paragraph 1.3.1.1) and international (paragraph 1.3.2) level allow us to identify which is the contribution that TERIN-SEN is able to offer to structure an integrated response not only on the pillars that characterize the PEDs, but also for Climate-Neutral and Smart Cities in terms of tools, technologies and system integrations.

The table [Tab. 1] lists the products and platforms developed by TERIN-SEN according to the aforementioned categories.

Contributi potenziali della Ricerca di Sistema

Driving Urban Transition Partnership PED Pathway/100 Climate and Neutral Cities by and for the citizens

PILLAR	DESCRIPTION	CHARACTERISTICS
KEY AREAS PED	preparing the energy system for PED	strategies for PED energy functions (efficiency, flexibility and production) urban resilience, robustness/security of energy supply LCA principles and approaches for CO2 balancing sectors integration strategies
	integrated (urban) planning	holistic concept, consideration of system perspectives in all planning phases climate change, adaptation and urban revitalisation definition of system boundaries
	governance /PEDs for people	policy framework on different policy level tackling affordability of houses and fighting energy poverty stakeholder oriented strategies and process innovation citizen participation and communication strategies
	preparing mainstreaming and replication	regulatory framework business cases and financing models standardization, certification and monitoring components for PEDs in different context
KEY ENABLERS 100 Climate and neutral cities	Models for the transformation of cities to innovation hubs	
	New forms of participative and innovative city governance	
	Economic and funding/financing models for climate action	
	Integrated urban planning models	
	City Climate Contract	

Tab. 1 – Soluzioni e prodotti

		Output										Methodologies and approaches									
	Dhonus																				
	PELL																				
	SCP																				
	Smart Road																				
	CIPCAST																				
	LeniCalc																				
	LEC																				
	RECON																				
	CRIUSE																				
	Lumiere PELL																				
	Smart Infrastructures (Public Lighting)																				
	Smart Italy Goal																				
	Smart Home																				
	Public Energy Living Lab																				
	SCP, gestione dati urbani																				
	Smart Road																				
	Local Energy Communities																				
	Smart energy communities																				
	Circular communities																				
	Smart Building																				
	Smart Social Building																				
	Città sicure e sostenibili																				
	Capacity building methodologies																				
	Smart Labs																				
	Lumiere																				
	Tavoli di lavoro tematizzati																				

2.2 Smart Home: tecnologie e servizi per gli utenti domestici

di Sabrina Romano

La casa del futuro sarà sempre più Smart, grazie all'impiego di tecnologie innovative che consentiranno di adottare nuove strategie per migliorare il comfort al suo interno con minore dispendio di energia. Oltre all'efficienza energetica, la casa di domani sarà anche in grado di offrire inclusione sociale e una serie sempre più vasta di servizi direttamente a domicilio.

Negli ultimi anni le politiche europee hanno promosso l'efficienza energetica degli edifici incentivando l'impiego dell'ICT, come strumento in grado di posizionare il consumatore finale al centro del nuovo sistema energetico, resiliente sicuro ed intelligente [1].

La Smart Home sfrutta le potenzialità dell'Internet of Things che consente di connettere diversi tipi di dispositivi attraverso connessioni wireless facilitando così l'installazione dei dispositivi stessi soprattutto in edifici esistenti, tradizionalmente, esclusi da questo tipo di innovazioni tecnologiche a causa degli elevati costi di installazione.

Dispositivi quali termostati intelligenti, smart plug e sensori si connettono tra loro attraverso le reti wireless della casa e si collegano all'esterno attraverso Internet [2] permettendo ai residenti di controllare la propria casa anche quando sono lontani in modo da ridurre i costi, controllando gli assorbimenti di

2.2 Smart Home: technologies and services for domestic users

by Sabrina Romano

The home of the future will be increasingly smart, thanks to the use of innovative technologies that will enable new strategies to improve indoor comfort while using less energy.

In addition to energy efficiency, the home of tomorrow will also be able to offer social inclusion and an increasingly wide range of services delivered directly to the home.

In recent years, European policies have promoted energy efficiency in buildings by encouraging the use of ICT as a tool to place the end user at the centre of the new resilient, secure and intelligent energy system [1].

The Smart Home exploits the potential of the Internet of Things, which allows different types of devices to be connected via wireless connections, which facilitates the installation of the devices themselves, especially in existing buildings, which have traditionally been excluded from this type of technological innovation due to high installation costs.

Devices such as smart thermostats, smart plugs and sensors connect to each other through the home's wireless networks and connect to the outside world via the Internet [2]. This allows residents to control their houses when they are away from home in a way that reduces costs by controlling

apparati ed elettrodomestici, utilizzando così l'energia solo dove e quando è necessario. In prospettiva, con la diffusione degli smart meter di nuova generazione sarà anche possibile interagire in modo bidirezionale con la rete elettrica per assicurare il ruolo attivo dei consumatori grazie alla partecipazione a programmi di Demand Response, con vantaggi per l'utente finale che potrà vedersi riconosciuto un premio per la disponibilità a ridurre la propria richiesta energetica per ridurre picchi o per risolvere criticità della rete [3].

Infine le tecnologie della Smart Home consentiranno la partecipazione degli utenti alle nascenti comunità energetiche, con l'obiettivo di massimizzare l'uso delle fonti rinnovabili sfruttando lo stoccaggio e lo scambio di energia all'interno della stessa comunità, grazie anche l'introduzione dei nuovi sistemi di certificazione e di scambio tramite tecnologia Blockchain.

2.2.1 Modello di Smart Home sviluppato da ENEA

L'ENEA, nell'ambito del progetto di Ricerca di Sistema Elettrico finanziato dal Ministero dello Sviluppo Economico, ha sviluppato un modello replicabile di Smart Home in grado di monitorare i consumi energetici, il grado di comfort e sicurezza presso gli edifici residenziali e di trasmettere i dati rilevati ad una piattaforma ICT di livello superiore denominata DHOMUS, dove vengono analizzati ed aggregati così da fornire un serie di feedback all'utente e alla comunità [4] [5] [6].

the power consumption of equipment and appliances, thus using energy only where and when it is needed. In the future, with the spread of new generation smart meters, it will also be possible to interact in a bidirectional manner with the electricity grid to ensure the active role of consumers through participation in Demand Response programmes, with advantages for end users who may be rewarded for opting to lower their energy demand in order to reduce peaks or resolve critical issues in the grid [3].

Finally, Smart Home technologies will allow users to participate in emerging energy communities, with the aim of maximising the use of renewable energy sources by leveraging energy storage and exchange within the community itself, thanks also to the introduction of new certification and exchange systems based on Blockchain technology.

2.2.1 Smart Home model developed by ENEA

As part of the Electricity System Research project funded by the Ministry of Economic Development, ENEA has developed a replicable Smart Home model capable of monitoring energy consumption, comfort and safety in residential buildings and transmitting the data collected to a higher-level ICT platform called DHOMUS, where it is analysed and aggregated to provide a range of feedback to the user and the community [4][5][6].

L'obiettivo della Smart Home e della piattaforma DHOMUS è la riduzione dei consumi energetici e dei relativi costi per i consumatori finali (domestici) promuovendo un percorso di crescita in direzione della consapevolezza energetica e al tempo stesso la possibilità di fornire servizi aggiuntivi, non direttamente connessi con la fornitura di energia, bensì di ausilio alla persona (assisted living) e di sicurezza.

Per perseguire l'obiettivo individuato è necessario dotare le abitazioni di un kit di dispositivi IoT, per il monitoraggio indoor ed il controllo remoto di alcune utenze. La gestione di tutti i dispositivi wireless installati è demandata all'Energy Box, un dispositivo hardware, connesso alla rete internet.

I dati provenienti dai dispositivi wireless vengono raccolti dall'Energy Box, che li integra e li invia, a sua volta, alla Piattaforma DHOMUS dove vengono elaborati per effettuare la diagnostica e l'individuazione di proposte di ottimizzazione. L'output del sistema consiste in feedback sia per l'utente finale che per i principali stakeholder coinvolti.

Nella [Fig. 1] è illustrata l'architettura del modello replicabile di Smart Home e la piattaforma DHOMUS i cui elementi caratterizzanti sono: *Energy Box (EB)* – L'EB consente di integrare sensori con differenti protocolli di comunicazione, implementare delle logiche per la gestione dell'abitazione, visualizzare graficamente gli andamenti di ogni dispositivo, creare delle App e quindi dei servizi aggiuntivi da offrire agli utenti finali.

The objective of the Smart Home and the DHOMUS platform is to reduce energy consumption and related costs for end consumers (households) by promoting a trend towards energy awareness, and at the same time the possibility of providing additional services, not directly related to the supply of energy, but to provide help for people (assisted living) and security.

In order to achieve the identified goal, homes need to be equipped with a set of IoT devices for indoor monitoring and remote control of various utilities. The management of all installed wireless devices is delegated to the Energy Box, a hardware device, connected to the internet.

Data from the wireless devices are collected by the Energy Box, which integrates them and sends them on to the DHOMUS Platform, where they are processed for diagnostics and to identify suggestions for optimisation. The output of the system consists of feedback for both the end user and the main stakeholders involved.

[Fig. 1] shows the architecture of the replicable Smart Home model and the DHOMUS platform, which are characterised by the following elements: *Energy Box (EB)* – The EB allows the integration of sensors with different communication protocols, the implementation of logic for management of the home, graphical display of trends for each device and the creation of Apps and therefore of additional services to be offered to end users.

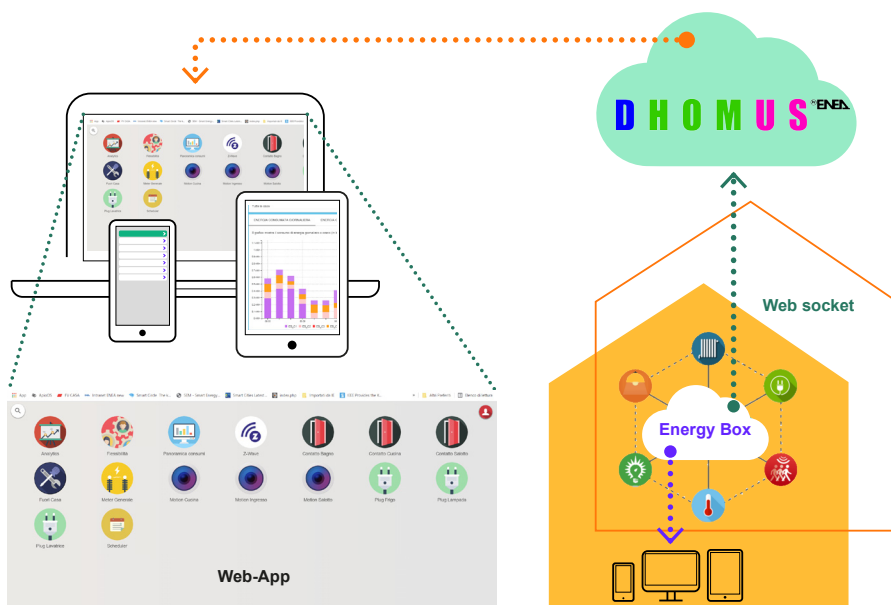


Fig 1 – Architettura del sistema

L'EB nasce per superare il limite imposto dal gran numero di protocolli attualmente esistenti e poter quindi accentrare dati ed effettuare attuazioni attraverso una comunicazione multiprotocollo in grado di garantire un livello base di interoperabilità e replicabilità poiché la comunicazione con tutti i sensori della casa non avviene mediante protocolli e formati dati chiusi e proprietari, bensì mediante l'adozione di standard aperti già disponibili sul mercato, come Z-Wave ed EnOcean. L'Energy Box è un sistema aperto in quanto consente una facile programmazione e customizzazione del sistema in linguaggio javascript ed html; è connesso ad un cloud, in tal modo l'utente finale ha la possibilità di monitorare e controllare la propria casa da remoto con lo stesso tipo di interfaccia.

The EB was developed to overcome the limitations arising from the large number of protocols that currently exist and to be able to centralise data and perform operations using a multiprotocol communication that can guarantee a basic level of interoperability and replicability, since instead of using closed, proprietary protocols and data formats for communication with all the sensors in the house, open standards already available on the market are adopted, such as Z-Wave and EnOcean. The Energy Box is an open system as it allows easy programming and customisation of the system using JavaScript and HTML. It is connected to a cloud, so end users can monitor and control their homes remotely with the same type of in-

cia, rendendo il sistema semplice da utilizzare. L'Energy Box comunica wireless con i dispositivi installati nell'abitazione grazie all'impiego di un dongle collegato a una porta USB dell'Energy Box, che funge da vera e propria antenna e consente di comunicare con la rete dei sensori, includere o escludere i dispositivi nella rete stessa. Gli utenti per potersi interfacciare con il sistema possono utilizzare sia il pc che uno smartphone, dal momento che i servizi vengono esposti come WEB APP.

Piattaforma DHOMUS – ovvero di Data HOMes and USers (www.smarthome.enea.it), è una piattaforma dedicata agli utenti residenziali costruita per incrementare la consapevolezza energetica degli utenti finali di tipo domestico, stimolando approcci che aumentino la flessibilità energetica.

Si tratta di una piattaforma IoT interamente open e interoperabile, in grado di acquisire dati da qualsiasi dispositivo elettronico presente nelle abitazioni (sensoristica IoT, Smart Meter 2.0, etc.), tramite protocolli di comunicazione standard e aperti. DHOMUS è accessibile via Web da PC o da smartphone, è dotata di interfacce specifiche per utente e amministratore del cluster di utenze. Inoltre, è in grado di fornire i dati disponibili ad applicazioni esterne per ulteriori elaborazioni e la fornitura di servizi aggiuntivi agli utenti finali. L'accesso alla piattaforma è previsto sia per gli utenti dotati di dispositivi intelligenti, connessi ed abilitati alla gestione energetica della propria "Smart Home" che per il consumatore che ne è sprovvisto, ad entrambi infatti, se pure con differenti livelli di dettaglio, la piattafor-

terface, making the system easy to use. The Energy Box communicates wirelessly with the devices installed in the house through the use of a dongle connected to a USB port on the Energy Box. The dongle acts as an antenna and allows communication with the sensor network, as well as including or excluding devices in the network. Users can use either a PC or a smartphone to interface with the system, as the services are exposed as a WEB APP.

DHOMUS platform – Data HOMes and USers (www.smarthome.enea.it), is a platform dedicated to residential users and designed to increase energy awareness among household end-users by encouraging approaches that increase energy flexibility.

It is a fully open and interoperable IoT platform, capable of acquiring data from any electronic device in the home (IoT sensors, Smart Meter 2.0, etc.) via standard and open communication protocols. DHOMUS is accessible via the Web from a PC or smartphone and has specific interfaces for the user and administrator of the user cluster. It is also able to provide data available to external applications for further processing and for the provision of additional services to end users.

Access to the platform is provided both for users equipped with smart devices, connected and enabled for the energy management of their own "Smart Homes", and for consumers who do not have them. For both of them – albeit with different levels of detail – the

ma è in grado di fornire dei feedback e consigli customizzati per un uso più consapevole dell'energia in termini di contenimento di consumi e costi, riducendo – di conseguenza – l'impatto del singolo appartamento sull'ambiente.

L'utente residenziale generico può aderire alla piattaforma grazie alla compilazione di una scheda – questionario on-line, a partire dai dati relativi alla propria abitazione, utenze, consumi e abitudini d'uso; la piattaforma elabora una simulazione in regime dinamico semplificato del fabbisogno energetico dell'abitazione e fornisce una serie di feedback e indicazioni per il risparmio energetico, economico e ambientale.

Inoltre viene valutato il potenziale di flessibilità dell'abitazione, rappresentato dall'incidenza assoluta e percentuale dei carichi elettrici accumulabili e differibili, sia in termini di utenze elettriche che di utenze termiche. Da ultimo viene effettuata una simulazione degli effetti in termini di risparmio energetico ed economico derivanti dagli interventi di efficientamento energetico consigliati o scelti dall'utente [6].

Per gli utenti di una rete di Smart Home, ovvero abitazioni equipaggiate da una serie di sensori per il monitoraggio dei consumi elettrici, del comfort e presenza, gestiti localmente dall'Energy Box che funge da gateway tra il livello dell'abitazione e quello superiore della piattaforma, la piattaforma DHOMUS può fornire una vasta gamma di servizi. I dati monitorati a livello di abitazione vengono trasmessi real time ed in forma anonima al cloud dove vengono

platform is able to provide feedback and customised advice for a more conscious use of energy in terms of limiting consumption and costs, thus reducing the impact of the individual home on the environment.

The general residential user can sign up to the platform by filling in an on-line questionnaire form, starting with data relating to his/her own home, utilities, consumption and usage habits; the platform works out a simplified dynamic simulation of the home's energy requirements and provides a series of feedback and suggestions for energy, economic and environmental savings.

In addition, the flexibility potential of the home is assessed, represented by the absolute and percentage incidence of accumulable and deferrable electrical loads, in terms of both electrical and thermal consumption. Finally, a simulation is run on the effects in terms of energy and economic savings resulting from the energy efficiency measures recommended or chosen by the user [6].

For users of a Smart Home network, i.e. homes equipped with a set of sensors for monitoring electricity consumption, comfort and presence, managed locally by the Energy Box, which acts as a gateway between the home level and the higher level of the platform, the DHOMUS platform can provide a wide range of services.

The data monitored at the household level are transmitted in real time and anonymously to the cloud,

collezionati ed elaborati per calcolare degli indicatori di prestazioni energetiche dei singoli appartamenti, i Key Performance Indicators e dove viene effettuato il Benchmarking dei profili di consumo monitorati, tramite il confronto sia con profili di riferimento che con quelli relativi agli utenti della rete. Dal confronto tra le prestazioni scaturiscono una serie di feedback educativi per l'utente per indirizzarlo verso un uso più consapevole dell'energia, in termini di diagnostica o ottimizzazione, ad esempio confrontando il consumo degli elettrodomestici degli utenti della rete o suggerendo comportamenti che permettano il risparmio dell'energia e la riduzione dell'impatto delle attività domestiche sull'ambiente.

In prospettiva alla piattaforma competerà anche il compito di acquisire ed elaborare i segnali provenienti dal mercato energetico ed individuare opportunità per la gestione della flessibilità della richiesta energetica degli utenti (Demand Response); in pratica all'utente potrà essere remunerata la disponibilità alla modifica del profilo di consumo. Infatti proprio grazie a l'interfacciamento con terze parti, Aggregatori o TSO/DSO, la piattaforma DHOMUS, sarà in grado di acquisire ed elaborare i segnali provenienti dal mercato energetico in termini di offerta di prezzo o profilo di prelievo, sarà in grado di aggregare la flessibilità degli utenti finali per elaborare scenari di Demand Response ed interagire con l'utente al fine di attuare tali scenari. La gestione della domanda avverrà a livello della Smart

where they are collected and processed to calculate the energy performance indicators for the individual units, the Key Performance Indicators, and – where Benchmarking of the monitored consumption profiles is carried out – by comparing them both with reference profiles and with those of the network users. Performance comparisons provide educational feedback to users to guide them towards a more conscious use of energy, in terms of diagnostics or optimisation, for example by comparing the consumption of the network users' household appliances or suggesting behaviours that will save energy and reduce the impact of household activities on the environment.

In the future, the platform will also have the task of acquiring and processing signals from the energy market and identifying opportunities for managing the flexibility of users' energy demand (Demand Response); in practice, users may be remunerated for their willingness to change their consumption profile. In fact, thanks to the interfacing with third parties, Aggregators or TSOs/DSOs, the DHOMUS platform will be able to acquire and process signals from the energy market in terms of price offer or consumption profile, aggregate the flexibility of end users to develop Demand Response scenarios and interact with the user in order to implement these scenarios. Demand management will take place at the

Home tramite invio all'Energy Box del singolo utente delle richieste di modifica del profilo dei consumi per tutte le tipologie di utenti. [Fig. 2]

Le tipologie di utenti identificate sono:

- consumer semplice, che, individuati i carichi interrompibili e differibili, potrà attuare logiche personalizzate di gestione dei propri carichi, calendarizzando, ad esempio, accensione e spegnimento degli apparati in funzione dei segnali di prezzo;

Smart Home level by sending consumption profile change requests to the individual user's Energy Box for all types of users [Fig. 2].

The types of users identified are:

- simple consumer, who, having identified the interruptible and deferrable loads, will be able to implement customised management logic for their own loads; for example, this could mean scheduling the switching on and off of equipment according to price signals;

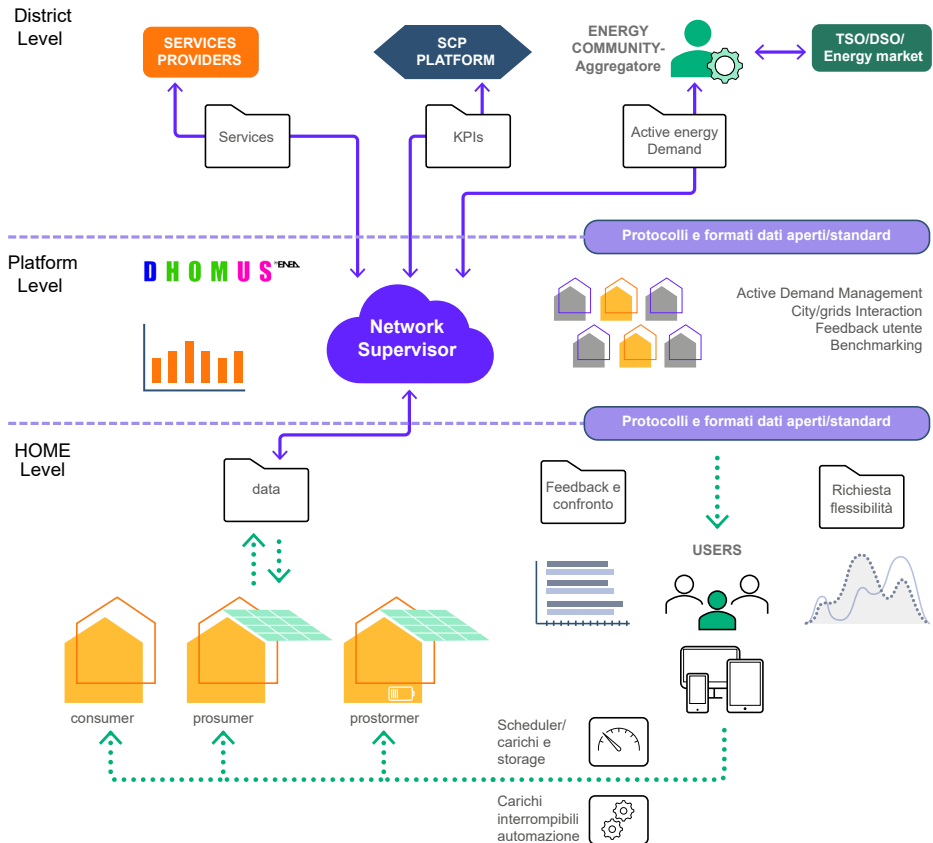


Fig 2 – Architettura funzionale della piattaforma Smart Home

- prosumer, ovvero l'utente in grado di produrre quota parte dell'energia di cui ha bisogno e che, agendo sul controllo di alcuni carichi, potrà massimizzare il proprio autoconsumo condividendo la quota parte di energia in eccesso con la rete di smart home, dando così vita ad una comunità energetica;
- prostormer, ovvero prosumer dotato anche di storage, che potrà offrire il massimo livello di flessibilità rispetto ai precedenti in virtù della possibilità di controllo e ottimizzazione degli stati di carica e scarica della batteria, che facilitano lo spostamento dei consumi nel tempo.
- prosumer, i.e. a user who is able to produce part of the energy he or she needs and who, by controlling certain loads, can maximise his or her own consumption by sharing the excess energy with the smart home network, thus creating an energy community;
- prostormer, i.e. a prosumer who also has storage and will be able to offer the highest level of flexibility compared to the previous two, due to the possibility of controlling and optimising the charge and discharge states of the battery, which can allow consumption to be shifted over time.

2.2.2 Dimostrativo sperimentale di una rete di Smart Homes

L'ENEA ha realizzato un primo dimostrativo sperimentale di una rete di Smart Homes a Roma, presso il quartiere di Centocelle, dove sono state coinvolte 10 famiglie scelte con i criteri riportati nella tabella di riferimento [Tab. 1]. Il dimostrativo sperimentale coinvolge 14 abitazioni 10 a Centocelle e 4 nell'area a Nord-est di Roma [7][8].

Le abitazioni sono state dotate di un kit di sensori commerciali ed economici, che comunicano con protocolli standard ed aperti in modalità wireless, pertanto non hanno richiesto alcun intervento invasivo per l'installazione. L'installazione tipo è indicata nella figura [Fig. 3]















In particolare in ciascuna abitazione sono stati installati i seguenti dispositivi:

2.2.2 Experimental demonstration of a Smart Homes network

ENEA has carried out a first experimental demonstration of a Smart Homes network in Rome, in the Centocelle district. It involved 10 families chosen according to the criteria listed in the reference table [Tab. 1]. The experimental demonstration involves 14 homes, 10 in Centocelle and 4 in the North-East area of Rome [7][8].

The houses were equipped with a commercial and affordable sensor kit, which communicates using standard and open protocols in wireless mode. Therefore installing them did not require any invasive intervention. The typical installation is shown in the figure [Fig. 3]

In particular, the following devices were installed in each home:

E-Box	N. utenti per abitazione	N° utenti	Tipologia di utenza	Presenze			
				Mattina (8-13)	Pomeriggio (13-19)	Sera (19-0)	Notte (0-8)
C1		4	Famiglia con 2 figli adolescenti, un genitore disoccupato	1	3	4	4
C2		2	Lavoratori pendolari	0	0	2	2
C3		4	Famiglia con bambini in età scolare, un genitore lavoratore part time	0	3	4	4
C4		1	Lavoratore pendolare	0	0	1	1
C5		4	Famiglia con bambini in età scolare, un genitore casalingo	1	3	4	4
C6		4	Famiglia con bambini in età scolare e prescolare, un genitore disoccupato	1	3	4	4
C7		3	Famiglia con bambino in età prescolare, entrambi i genitori pendolari	0	0	3	3
C8		2	Lavoratore pendolare, in attesa di occupazione	1	1	2	2
C9		3	Famiglia con bambino in età scolare, un lavoratore pendolare	1	2	3	3
C10		2	Lavoratori pendolari	0	1	2	2
E3		3	Famiglia con bambino in età scolare, entrambi i genitori pendolari	0	2	3	3
E4		4	Famiglia con 2 figli adulti, entrambi i genitori pendolari	0	1	4	4
E8		3	Famiglia con bambino in età scolare, entrambi i genitori pendolari	0	1	3	3
E9		2	Due pensionati	2	2	2	2

Tab. 1 – Tabella descrittiva della tipologia di utenza

- Energy Box per la connessione degli oggetti all'interno dell'abitazione tramite protocollo Z-Wave, che funge da gateway tra la home e la piattaforma Cloud. L'Energy Box necessita di alimentazione elettrica e connessione WiFi e/o Ethernet;
- Smart Meter elettrico installato nel quadro elettrico dell'appartamento a valle dell'interruttore generale per il monitoraggio del consumo totale di energia elettrica della casa;
- Energy Box for connecting the objects inside the home via Z-Wave protocol, which acts as a gateway between the home and the Cloud platform. The Energy Box requires an electrical power supply and WiFi and/or Ethernet connection;
- Electric Smart Meter installed in the electrical panel of the apartment, downstream of the main switch, to monitor the home's total electricity consumption;

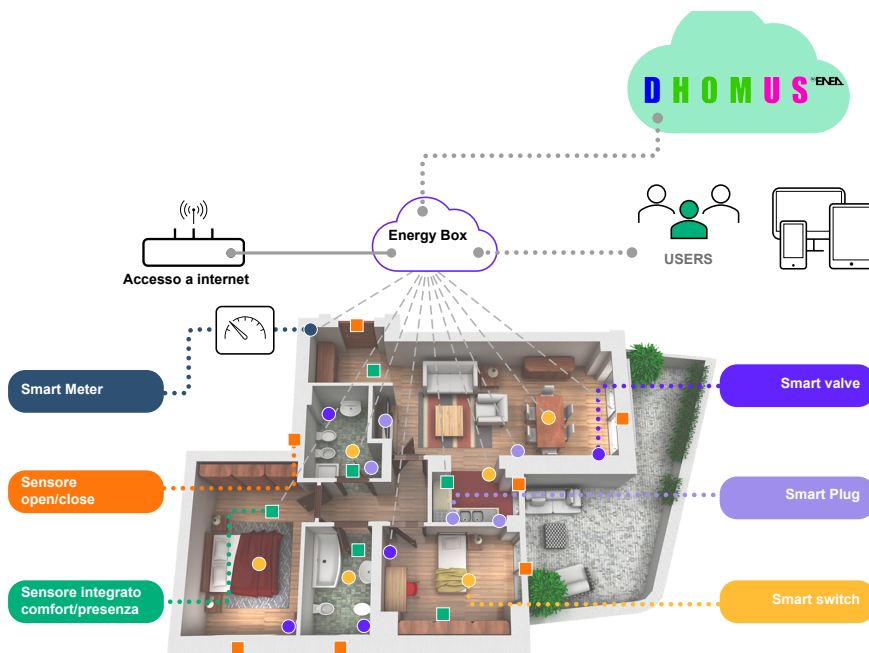


Fig. 3 – Schema di installazione

- Smart Switch per il monitoraggio e controllo dei condizionatori;
- Smart Plug per il monitoraggio e controllo di alcuni dispositivi elettrici (es. Elettrodomestici e/o utilizzatori vari);
- Smart Switch for monitoring and controlling air conditioners;
- Smart Plug for monitoring and controlling certain electrical devices (e.g. electrical appliances and/or various consumers);

- sensori su porte e finestre per monitorare lo stato di apertura e chiusura;
- multisensori integrati di comfort/presenza per il monitoraggio della temperatura indoor, luminosità, la presenza degli utenti nella casa;
- Smart Valve, per il monitoraggio e controllo del set point dei termosifoni.

Durante la sperimentazione, tramite un'apposita interfaccia [Fig. 4], gli utenti potevano monitorare i propri consumi così da tracciare i progressi personali, confrontandosi con famiglie simili alla loro [Fig. 5]. In questo modo è stato incentivato un confronto competitivo tra i partecipanti alla sperimentazione che in effetti li ha aiutati ad adottare comportamenti energeticamente più efficienti.

- sensors on doors and windows to monitor open and closed status;
- Integrated comfort/presence multi-sensors for monitoring indoor temperature, brightness, presence of users in the house;
- Smart Valve, to monitor and control the set point of radiators.

During the trial, users could monitor their consumption through a special interface [Fig. 4] in order to track their personal progress, comparing themselves with similar households to their own [Fig. 5]. In this way, a competitive comparison between participants in the trial was encouraged, which actually helped them to adopt more energy-efficient behaviour.



Fig. 4 – Interfaccia Utente: confronto con se stesso e con gli altri

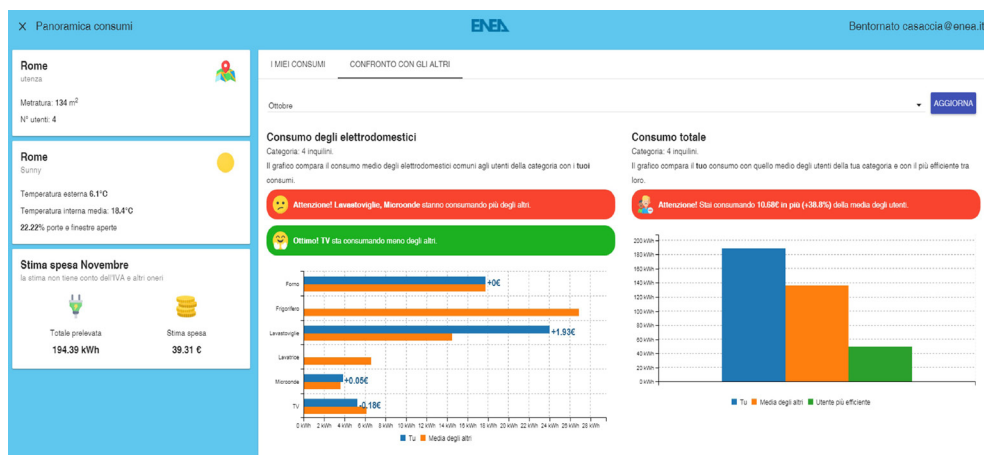
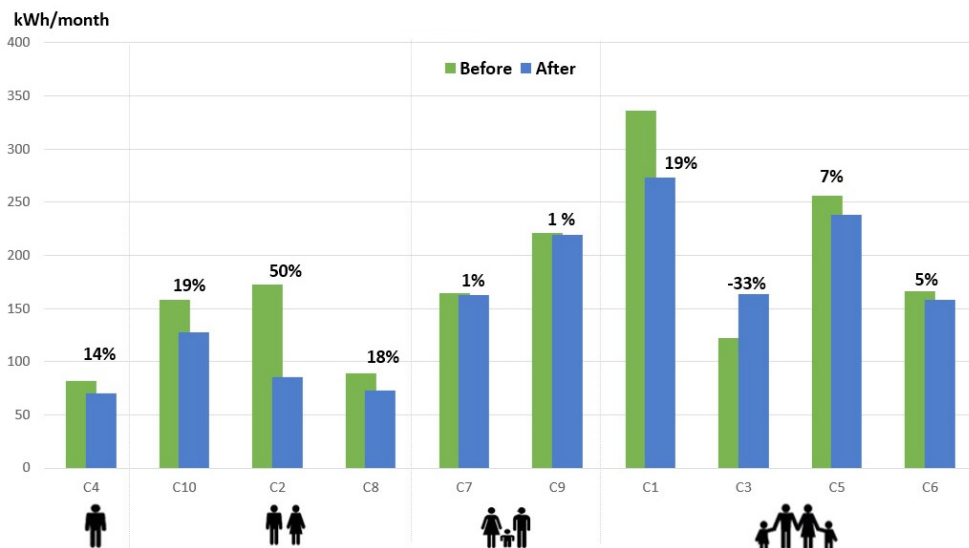


Fig. 5 – Interfaccia utente: confronto con gli altri

Il monitoraggio dei consumi elettrici ha reso possibile verificare i risultati della sperimentazione in termini di risparmio sulle bollette elettriche delle famiglie coinvolte nella sperimentazione. Il grafico [Tab. 2] mostra il consumo mensile medio e la percentuale di risparmio. I risultati suggeriscono che il risparmio medio è stato di circa il 10%, se confrontato con l'anno precedente e la maggiore incidenza è stata riscontrata nelle famiglie più energivore e con un maggior numero di utenti. In effetti sia la teoria che i risultati sperimentali [9] [10] [11] suggeriscono che il feedback può avere un ruolo chiave nel coinvolgere gli utenti nel risparmio energetico rendendo i consumatori consapevoli dell'energia consumata.

The monitoring of electricity consumption made it possible to verify the results of the trial in terms of savings on the electricity bills of the households involved in the trial. The graph [Tab. 2] shows the average monthly consumption and the percentage of savings. The results suggest that the average saving was about 10%, when compared to the previous year, and the highest incidence was found in the most energy-intensive households with the highest number of users. Indeed, both theory and experimental results [9][10][11] suggest that feedback can play a key role in involving users in energy savings by making consumers aware of the energy they consume.



Tab. 2 – Consumo mensile medio e percentuale di risparmio

2.2.3 Sistemi innovativi – Sesto Senso

Ad integrazione del modello di Smart Home è stato realizzato e brevettato anche un sistema innovativo per la gestione energetica denominato Sesto Senso. Sesto Senso, grazie alla cooperazione dei sensori già comunemente presenti in un ambiente smart, consente di ottenere misure indirette e interpretazioni ambientali di livello superiore: ad esempio rileva il numero di persone presenti in un ambiente, costruisce un sensore virtuale di CO₂ per la gestione ambientale dei locali chiusi, o addirittura consente di individuare la posizione di un suono nella stanza.

Grazie ad algoritmi specializzati embedded offre soluzioni innovative ed economiche per la gestione e controllo di

2.2.3 Innovativesystems–SestoSenso

In addition to the Smart Home model, an innovative energy management system called “Sesto Senso” (meaning sixth sense) has also been developed and patented.

By taking advantage of the sensors already normally present in a smart environment, Sesto Senso makes it possible to obtain indirect measurements and superior environmental interpretations: for example, it detects the number of people present in a room, builds a virtual CO₂ sensor for the environmental management of closed rooms, or even makes it possible to identify the position of a noise in the room.

By using specialised embedded algorithms, it offers innovative and cost-effective solutions for the management and control of confined spaces: in fact,

ambienti confinati: infatti integrando il contributo di più sensori, si riesce a raggiungere livelli interpretativi di livello superiore a quelli raggiunti con i singoli segnali o con la loro semplice “somma”. Sesto Senso è quindi un metodo e una architettura che integra più parti e che è espandibile, con la stessa logica, in molte altre applicazioni future per la Smart Home, in quanto può collegarsi a sistemi domotici commerciali con protocolli di comunicazione standard e può facilmente essere integrato in altre architetture di smart home in quanto è un sistema standard e totalmente aperto [12] [13]. L’architettura del sistema [Fig. 6] prevede un’unità centrale, sensori accessori commerciali basati su tecnologia Z-Wave ed un sensore conta persone il cui algoritmo di calcolo è stato sviluppato dall’ENEA stessa.

by integrating the contribution of several sensors, it is possible to achieve higher levels of interpretation than those achieved with individual signals or by simply “summing” them together. Sesto Senso is therefore a method and an architecture that integrates multiple parts and can be expanded, using the same logic, to many other future applications for the Smart Home, since it can connect to commercial home automation systems using standard communication protocols. It can also be easily integrated into other smart home architectures because it is a standard and fully open system [12][13]. The architecture of the system [Fig. 6] includes a central unit, commercial accessory sensors based on Z-Wave technology and a person-counting sensor whose calculation algorithm has been developed by ENEA itself.

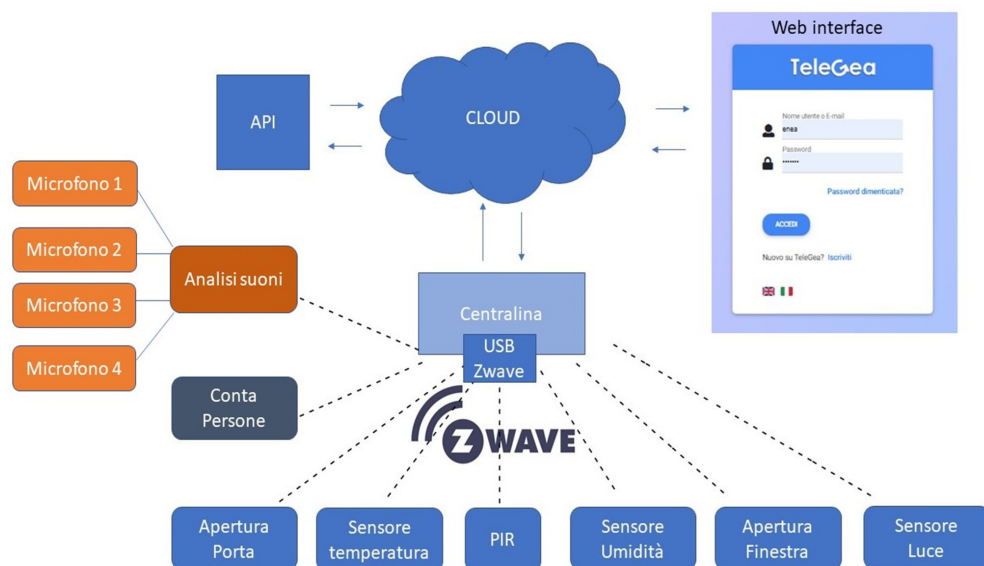


Fig. 6 – Architettura del sistema Sesto Senso

Il sistema è capace di ricavare informazioni dai sensori presenti nell'ambiente, elaborarne i segnali trasmessi e ricavare un valore virtuale di CO₂ (diossido di carbonio) secondo un algoritmo basato sull'utilizzo di reti neurali. Inoltre è in grado di effettuare l'interpretazione del benessere termico mediante calcolo del Predicted Mean Vote- PMV [14]. Infine, dall'elaborazione dei dati provenienti da 4 microfoni dislocati nella stanza in funzione dei parametri della stanza, è possibile dedurre la provenienza spaziale del suono [Fig. 7]. Tutte le informazioni reali e virtuali sono messe a disposizione degli utenti localmente tramite interfaccia web visibile su touchscreen e da remoto su un Cloud dedicato.

The system is able to obtain information from the sensors in the environment, process the transmitted signals and derive a virtual value of CO₂ (carbon dioxide) according to an algorithm based on the use of neural networks. It is also able to interpret thermal comfort by calculating the PMV [14]. Finally, by processing the data from 4 microphones positioned around the room according to the parameters of the room, it is possible to deduce the spatial origin of noise [Fig. 7]. All the real and virtual information is made available to the users locally through a web interface visible on a touchscreen and remotely on a dedicated Cloud.

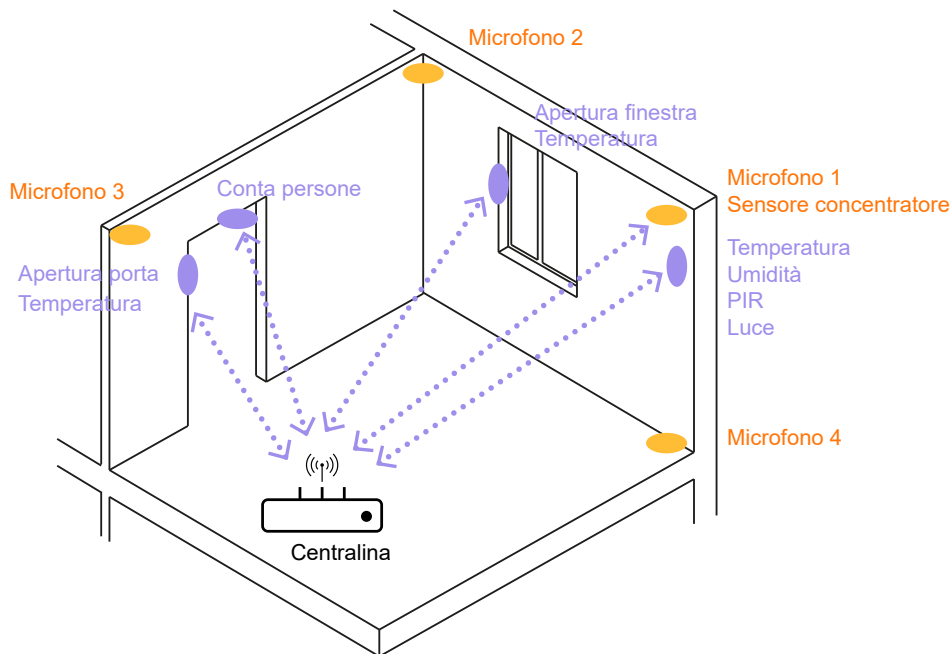


Fig. 7 – Schema di installazione del sistema Sesto Senso

2.2.4 Servizi aggiuntivi di supporto all'utente finale

La stessa infrastruttura impiegata per la gestione energetica può offrire alcuni servizi aggiuntivi per aiutare gli utenti domestici a vivere meglio e più tranquilli nella propria abitazione. Grazie alle capacità di elaborazione del sistema è possibile gestire situazioni di potenziale rischio. Infatti, l'integrazione di dati eterogenei è importante per il supporto decisionale, con scarso impatto sull'apparecchiatura installata e con una conseguente riduzione dei costi e una migliore accettabilità da parte dell'utente[16].

I servizi aggiuntivi che possono essere offerti sono correlati a [Fig. 8]:

- Sicurezza – grazie all'installazione di sensori per il monitoraggio di particolari parametri ambientali (rilevatori di fumo, CO₂, sensori di alluvione, ecc.), il sistema è in grado di rilevare particolari situazioni di rischio e di conseguenza prevenire feriti e catastrofi. Inoltre è in grado di rilevare l'eventuale intrusione di estranei in casa e fornire una notifica di avviso all'utente o a terzi specificamente abilitati [18].
- Assisted living – ovvero una serie di servizi volti ad aiutare le persone fragili a vivere meglio e più a lungo possibile in modo autonomo nelle proprie abitazioni grazie all'ausilio di apposite interfacce. In particolare nel sistema della Smart Home sviluppato da ENEA, è stata integrata la piattaforma MySignals della Libelium [19], che permette di monitorare numerosi parametri vitali grazie ad un kit di undici

2.2.4 Additional end-user support services

The same infrastructure used for energy management can offer some additional services to help home users enjoy a better quality of life and feel safer in their homes. The system's processing capabilities make it possible to manage potential risk situations. In fact, the integration of heterogeneous data is important for decision support, with little impact on the installed equipment and with a consequent reduction of costs and a higher level of user acceptability [16].

Additional services that can be offered are related to [Fig. 8]:

- Safety – thanks to the installation of sensors for monitoring particular environmental parameters (smoke detectors, CO₂, flooding sensors, etc.), the system can detect particular risk situations and as a result prevent injuries and disasters. It can also detect the possible intrusion of strangers in the house and provide a warning notification to the user or specifically enabled third parties [18].
- Assisted living – in other words, a set of services aimed at helping frail people to live better and, as long as possible, independently in their homes with the aid of special interfaces. In particular, the MySignals platform by Libelium [19] has been integrated into the Smart Home system developed by ENEA. It allows a range of vital signs to be monitored using a set of eleven sensors, such as

sensori, come il battito cardiaco, la pressione arteriosa, la percentuale di emoglobina legata, la concentrazione di glucosio nel sangue [20].

heart rate, blood pressure, the percentage of bound haemoglobin, and the concentration of glucose in the blood [20].

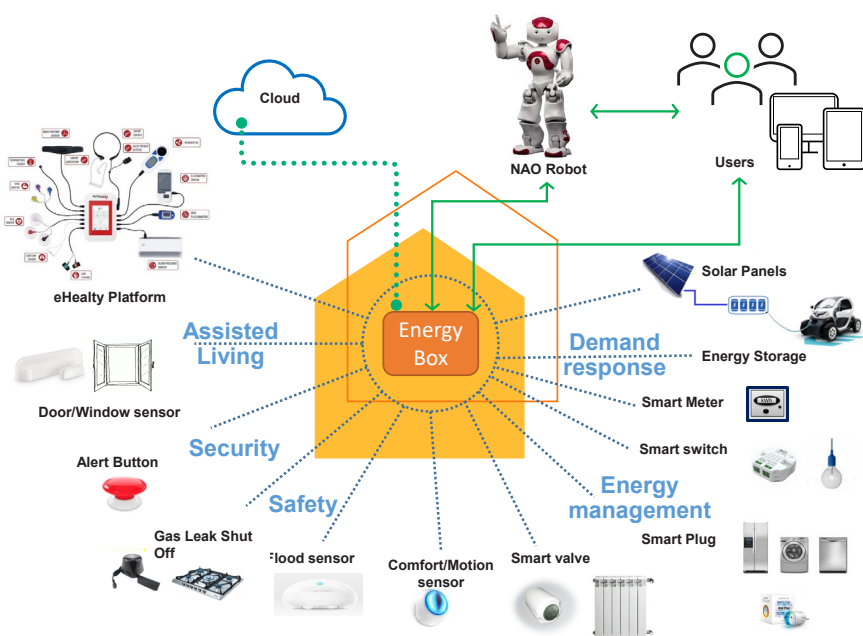


Fig. 8 – Servizi aggiuntivi della smart home

Molte persone infatti, con il passare degli anni e l'insorgere di patologie legate all'avanzare dell'età come ipertensione, diabete etc. necessitano di un costante rilevamento dei parametri fisici che monitorano il loro stato di salute ed indirizzano l'eventuale piano terapeutico. Il poter svolgere all'interno della propria abitazione alcuni di questi esami di routine può incidere fortemente sulla qualità della vita delle persone, oltre a ridurre i costi sia per le persone stesse che per il sistema sanitario. Questo perché grazie

In later life and with the onset of age-related conditions such as hypertension, diabetes, etc., many people need constant monitoring of their physical parameters in order to monitor their state of health and guide possible treatment plans. Being able to carry out some of these routine examinations in one's own home can have a major impact on people's quality of life, as well as reducing costs both for them and for the health system. This is because careful and con-

ad un monitoraggio attento e costante è possibile prevenire l'insorgere, o quanto meno l'aggravarsi, delle patologie, anche di quelle legate all'avanzare dell'età.

Anche l'interfaccia e l'interazione con l'utente sono stati esaminati, proprio in considerazione del fatto che tutte le tecnologie che caratterizzano una smart home fanno ancora fatica ad entrare a pieno regime nella quotidianità delle persone che spesso attuano comportamenti legati non soltanto ad abitudini consolidate, ma anche ad esigenze estemporanee difficilmente mappabili all'interno di singoli profili di consumo. Inoltre, questa variegata quantità di sensori che offrono enormi quantità di dati per descrivere il contesto di una abitazione, rimane spesso estranea al modo che le persone hanno di comunicare le proprie esigenze ed i propri bisogni e, più in generale, a come esse sono solite relazionarsi all'ambiente che li circonda. Questo è ancor più vero nel caso di utenti fragili, per i quali la gestione energetica dei propri consumi, fatta grazie a moderni dispositivi tecnologici, può risultare estremamente difficoltosa ed addirittura aumentare il senso di emarginazione.

Per questo motivo è stato introdotto l'impiego di un robot antropomorfo all'interno della Smart Home, poiché consente di interagire agevolmente sia con le tecnologie presenti che con una persona che vi risiede utilizzando paradigmi e protocolli di comunicazione che ci sono familiari. Un robot può rappresentare una grande opportunità attraverso cui da un lato, semplificare l'accesso alle tecnologie digitali, dall'altro sviluppare e proporre servizi innovativi alla persona all'interno dell'abitazione.

stant monitoring can prevent the onset, or at least the worsening, of diseases, including those linked to aging.

The interface and user interaction were also examined, precisely because all the technologies that characterise a smart home are still struggling to become a fully operational part of people's daily lives as they often adopt behaviours linked not only to established habits, but also to spontaneous needs that are difficult to map within individual consumption profiles. Furthermore, this varied range of sensors offering enormous amounts of data to describe the context of a home often bears no relation to how people actually communicate their needs and requirements and, more generally, to how they are used to relating to their surroundings.

This is even more applicable in the case of frail users, for whom management of their energy consumption using modern technological devices can be extremely difficult and even increase their sense of marginalisation.

This is why the use of an anthropomorphic robot in the Smart Home has been introduced, as it allows for easy interaction both with the technologies present and with a person residing there using familiar communication paradigms and protocols. A robot can represent a great opportunity, on the one hand by simplifying access to digital technologies, and on the other hand by developing and propose innovative services to the person in their home.

2.3 Gli Smart Building

di Francesco De Lia, Sabrina Romano

In Italia il settore civile rappresenta oltre il 45% [1] del fabbisogno energetico nazionale ed ha fatto registrare una crescita dei consumi progressiva. L'efficienza energetica negli edifici diventa, pertanto, un obiettivo nazionale di primaria importanza sul quale si indirizzano molti provvedimenti, misure, strategie ed azioni. In particolare il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) [2] prevede un target di consumi di energia finale pari a 103,8 Mtep al 2030. Oltre il 60% del risparmio annuo sarà ottenuto grazie a interventi di riqualificazione edilizia, installazione di pompe di calore ed efficientamento dei dispositivi di uso finale effettuati nel settore dell'edilizia residenziale e terziaria. Inoltre, il recente riconoscimento normativo delle comunità energetiche [3], ovvero le associazioni di cittadini, attività commerciali o imprese per la produzione e la condivisione di energia elettrica da fonti rinnovabili, propone un nuovo approccio per la realizzazione della transizione energetica consentendo lo scambio dell'energia tra diversi membri. In prospettiva, le comunità energetiche saranno in grado di incentivare l'indipendenza energetica degli edifici, l'automatizzazione e ottimizzazione della gestione dell'energia possibile grazie agli smart building.

In questo contesto, la definizione degli Smart Readiness Indicator [4], previsti dalla Energy Performance Building Directive 844/2018, è utile per promuo-

2.3 Smart Buildings

by Francesco De Lia, Sabrina Romano

In Italy, the civil sector accounts for more than 45% [1] of national energy needs and has seen a progressive growth in consumption. Energy efficiency in buildings has therefore become a national objective of primary importance, towards which many provisions, measures, strategies and actions are directed. In particular, the National Integrated Energy and Climate Plan (INECP) [2] envisages a final energy consumption target of 103.8 Mtoe by 2030. More than 60% of the annual savings will be achieved through renovation of buildings, installation of heat pumps and increasing the efficiency of end-use appliances in the residential and tertiary sector. In addition, the recent regulatory recognition of energy communities [3], i.e. associations of citizens, businesses or enterprises for the production and sharing of electricity from RES, proposes a new approach to achieving the energy transition by enabling the exchange of energy between different members. In the future, energy communities will be able to promote energy independence of buildings, automation and optimisation of energy management, which will be possible thanks to smart buildings.

In this context, the definition of Smart Readiness Indicators [4], provided by Energy Performance Building Direc-

vere la diffusione delle tecnologie per l'edilizia intelligente, consentendo di quantificare il livello di *smartness* degli edifici e certificare i vantaggi che ne conseguono in termini di efficienza energetica e prestazioni.

Se la diffusione della Smart Home è ancora in una fase iniziale, il concetto di Smart Buildings, che interessa principalmente gli edifici terziari, sembra procedere più velocemente, promosso principalmente dai gestori di grossi patrimoni immobiliari, attratti sia dal potenziale in termini di efficienza energetica che dall'obiettivo di aumentare il valore delle proprietà.

Nel passato l'approccio degli interventi di ottimizzazione energetica degli edifici è stato prevalentemente basato sull'efficientamento del singolo componente (costruttivo o impiantistico) che concorre al consumo, ai fini del miglioramento complessivo della classe energetica dei fabbricati. Sebbene tale approccio conservi la sua validità, nel corso degli ultimi anni si è sempre più spesso riscontrato che il risparmio non si consegue solo sulla base dell'introduzione di componenti a migliore prestazione energetica ma anche attraverso il controllo del loro corretto utilizzo avvalendosi del monitoraggio delle prestazioni energetiche, cosicché il consumo di energia dell'edificio si basa sull'effettivo bisogno. Ciò è possibile grazie alla disponibilità di nuove tecnologie di monitoraggio e controllo, integrate a sistemi di produzione da rinnovabile e storage che sono alla base del paradigma degli edifici intelligenti o "smart buildings" di nuova generazione.

tive 844/2018, is valuable in promoting the adoption of smart building technologies, making it possible to quantify the level of smartness of buildings and to certify the resulting benefits in terms of energy efficiency and performance.

While Smart Home is still at an early stage, the concept of Smart Buildings, which mainly concerns tertiary buildings, seems to be progressing faster, promoted mainly by managers of large real estate assets, who are attracted both by the potential in terms of energy efficiency and by the objective of increasing the value of the properties in question.

In the past, the approach to energy optimisation of buildings has been mainly based on improving the efficiency of an individual component (construction or plant) that contributes to consumption, in order to improve the overall energy class of the building. While this approach remains valid, over the last few years it has increasingly been found that savings are not only achieved by introducing components with better energy performance but also by controlling their correct use through energy performance monitoring, so that the building's energy consumption is based on actual need. This is possible thanks to the availability of new monitoring and control technologies, integrated with renewable energy production and storage systems, which are the basis of the next-generation smart buildings paradigm.

Il punto di partenza è dunque dotare gli edifici di un sistema in grado di gestire in modo ottimizzato l'integrazione tra sistemi di produzione, gestione e sistemi di accumulo delle fonti rinnovabili, in particolare dal fotovoltaico. Per rendere un intero edificio smart vengono impiegati sensori per il monitoraggio dei consumi e del livello di comfort indoor, sistemi di attuazione e sistemi di trasmissione dati oltre che ad un'infrastruttura ICT dove risiedono gli algoritmi di ottimizzazione.

Il monitoraggio real time e la conoscenza del comportamento reale degli edifici consente di sviluppare modelli previsionali tali per cui, in base ai dati storici, alle condizioni climatiche, alla occupazione degli edifici ed alla reale presenza delle persone, è possibile prevedere in anticipo i consumi attesi del singolo edificio. Numerosi studi dimostrano anche l'efficacia di modelli predittivi per l'implementazione di strategie di *demand-response* considerando l'interazione tra l'edificio e la rete energetica.

L'opportunità di effettuare previsioni a breve termine desta interesse in quanto strettamente collegata alla possibilità di introdurre strategie di gestione della domanda, ottimizzazione della produzione energetica o della prestazione di un sistema impiantistico.

Inoltre, la previsione energetica di picco o del profilo di carico giornaliero attraverso modelli inversi offre importanti opportunità gestionali per la stabilità della rete energetica e per incentivare l'utente verso azioni pro-attive guidate dalla convenienza economica legata all'uso dell'energia.

The starting point is therefore to equip buildings with a system that can optimise the management of integration of production, management and storage systems for renewable sources, in particular photovoltaic systems. To make an entire building smart, sensors are used to monitor consumption and indoor comfort levels, control systems and data transmission systems as well as an ICT infrastructure that hosts the optimisation algorithms.

Real time monitoring and knowledge of the actual behaviour of buildings enables the development of forecasting models so that, based on historical data, climatic conditions, building occupancy and the actual presence of people, it is possible to predict the expected consumption of the individual building in advance. Numerous studies also demonstrate the effectiveness of predictive models for implementing *demand-response* strategies by considering the interaction between the building and the energy network.

The opportunity to produce short-term forecasts is interesting as it is closely linked to the possibility of introducing demand management strategies, optimisation of energy production or the performance of a utility system.

In addition, peak energy or daily load profile forecasting by means of inverse models offers important operational opportunities for the stability of the energy network and for incentivising users to take pro-active actions guided by economic benefits related to energy consumption.

2.3.1 Un modello di Smart Building

L'ENEA ha realizzato presso il proprio Centro di Ricerche della Casaccia a Nord di Roma un progetto pilota, con cui è stato realizzato un prototipo di smart building di nuova generazione al fine di investigare soluzioni e funzionalità di diverso grado di complessità. A questo scopo l'edificio è stato dotato di un congruo numero di sensori per il monitoraggio real time dei consumi energetici, elettrici e termici, e dei parametri ambientali outdoor e indoor. Sono inoltre stati installati un impianto fotovoltaico e batterie di storage, per una gestione innovativa, in grado di ridurre notevolmente la necessità di scambio energetico con la rete elettrica al fine di ridurre i costi per gli utenti finali e, al tempo stesso, offrire alla rete una grande flessibilità, utilizzando gli stessi edifici come storage distribuito, in grado quindi di cedere energia per risolvere eventuali criticità della rete stessa, come congestioni o picchi di domanda.

Il sistema si basa sull'impiego di dispositivi IoT che consentono di elaborare in tempo reale una grande quantità di dati. Tutte le informazioni provenienti dai sensori per il monitoraggio dei consumi e delle condizioni di comfort indoor confluiscono in concentratori connessi ad internet che a loro volta li inviano ad una piattaforma cloud che è in grado di collezionare, organizzare ed elaborare i dati raccolti per la successiva definizione di indicatori di prestazione e di diagnostica. Inoltre il sistema è in grado di gestire gli attuatori presenti negli edifici così da ottimizzare da remoto i flussi energetici

2.3.1 A Smart Building model

ENEA has carried out a pilot project at its Casaccia Research Centre north of Rome, in which a prototype of a new-generation smart building was created in order to investigate solutions and functionality with varying degrees of complexity. To this end, the building was equipped with the necessary number of sensors for real time monitoring of energy consumption (electricity and heating) and outdoor and indoor environmental parameters. A photovoltaic system and storage batteries have also been installed, for innovative management, capable of considerably reducing the need to exchange energy with the electricity grid. The aim is to reduce costs for end users and, at the same time, offer the grid great flexibility, using the buildings themselves as distributed storage, capable therefore of releasing energy to resolve any criticalities in the grid itself, such as congestion or peaks in demand.

The system is based on the use of IoT devices that can process large amounts of data in real time.

All the information coming from the sensors for monitoring consumption and indoor comfort conditions flows into internet-connected concentrators. These in turn send it to a cloud platform that is able to collect, organise and process the data collected for the subsequent definition of performance indicators and diagnostics.

The system is also able to manage the control systems in the buildings so as

del sistema edificio-impianti per l'abbattimento del consumo energetico o per la modulazione della richiesta energetica. Infatti, grazie all'interazione con i sistemi di accumulo, la richiesta energetica dell'edificio viene resa flessibile ed adattabile dinamicamente in funzione della produzione propria di energia derivante da fonti rinnovabili o dei segnali di prezzo dell'energia forniti dal mercato.

Il prototipo è dotato di sistemi di controllo avanzati che consentono di interagire con un aggregatore per 'concordare' una propria curva di prelievo dalla rete elettrica, tale curva sarà ottimizzata e stabilita con un giorno di anticipo ora per ora in funzione di tre parametri: la richiesta di energia dell'edificio, la disponibilità di energia da FV ed il prezzo dell'energia.

I componenti del sistema di gestione sono principalmente: un BEMS (Building Energy Management System) che offre differenti funzionalità tra cui il monitoraggio, la diagnostica, il controllo e l'ottimizzazione dei carichi di edificio, inoltre consente di scegliere differenti strategie di controllo dei carichi sia a livello di intero edificio che di piano, fino al controllo della singola stanza; un controllore di impianto EMS (Energy Management System) che è in grado di gestire lo storage, per assicurare quanto più possibile il rispetto della curva di prelievo concordata in anticipo.

I vantaggi di questa gestione si riflettono sia sul fornitore che si assicura una maggiore sicurezza del sistema e minori costi infrastrutturali, sia sugli utenti a cui sono garantiti costi minori, grazie alla possibilità di scegliere di consumare

to remotely optimise the energy flows of the building-plant system to reduce energy consumption or modulate energy demand. In fact, through interaction with storage systems, the building's energy demand is made flexible and dynamically adaptable based on its own production of energy from renewable sources or on energy price signals provided by the market.

The prototype is equipped with advanced control systems that allow it to interact with an aggregator in order to 'agree' its own withdrawal curve from the electricity grid. This curve will be optimised and established one day in advance, hour by hour, based on three parameters: the building's energy demand, the availability of energy from PV and the price of energy.

The main components of the management system are: a BEMS (Building Energy Management System) that offers a range of functions including monitoring, diagnostics, control and optimisation of building loads; it also allows different load control strategies to be chosen for the entire building, for a particular floor, or even to control an individual room; an EMS (Energy Management System) plant controller that is able to manage storage, to ensure maximum compliance with the withdrawal curve agreed in advance.

There are advantages of this type of management both for the supplier, who is ensured greater system security and lower infrastructure costs, and for the users, who are guaranteed lower costs thanks to the possibility of choosing

energia quando costa meno, ridurre la potenza impiegata, accumulare o generare in proprio l'energia.

Infine, tutte le interazioni con altre piattaforme esterne, come quella dell'aggregatore, avviene secondo principi che ne garantiscano l'interoperabilità, ovvero tramite l'impiego di protocolli e formati dati aperti e standard.

Il prototipo di Smart Building 2.0 è stato realizzato nell'edificio F40 presso Centro Ricerche ENEA della Casaccia ed è dotato di diversi sottosistemi [Fig. 1].

to consume energy when it is cheaper, reduce the power used, accumulate or generate their own energy.

Finally, all interactions with other external platforms, such as that of the aggregator, take place according to principles that guarantee interoperability, i.e. through the use of open and standard protocols and data formats.

The Smart Building 2.0 prototype was built in building F40 at the ENEA Research Centre in Casaccia and is equipped with various subsystems [Fig. 1].

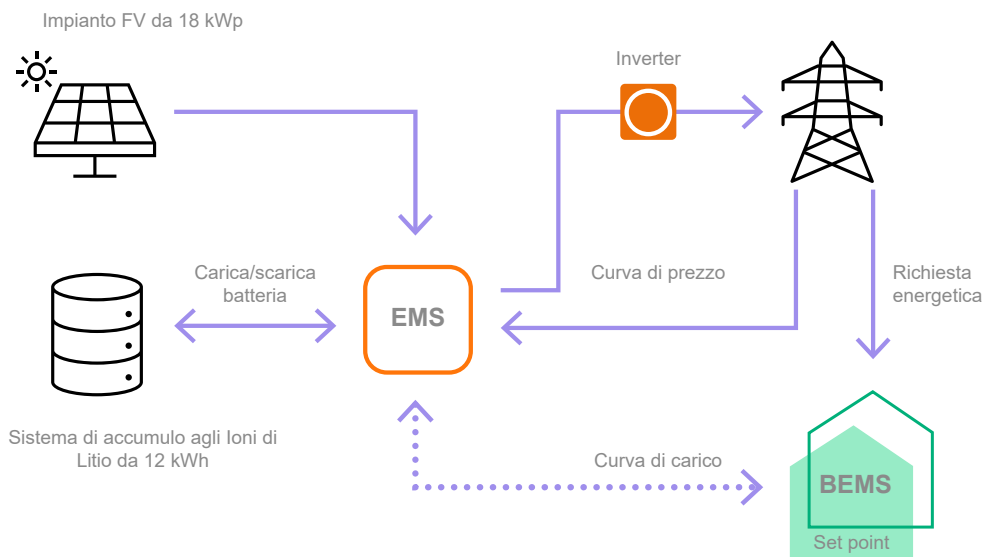


Fig. 1 – Principali sottosistemi dello Smart Building F40

L'impianto fotovoltaico dell'edificio F40 del CR ENEA Casaccia aggiunge ulteriore flessibilità all'edificio grazie all'accumulo elettrico di cui è dotato ed inoltre offre la possibilità di immettere energia in Rete.

The photovoltaic system of the building F40 at the Casaccia ENEA Research Centre adds further flexibility to the building thanks to its electrical storage and also offers the possibility of feeding energy into the grid.

L'impianto è costituito da un sistema fotovoltaico di 18,2 kWp, un sistema di accumulo al Litio da 12 kWh e un Energy Management System (EMS) che sovraintende alle logiche di gestione dei flussi energetici. L'impianto si compone di 56 moduli FV [Fig. 2] al silicio cristallino ad elevata efficienza posizionati sulla copertura dell'edificio. L'esposizione del campo fotovoltaico è stata scelta coerentemente ai vincoli imposti dalla copertura dell'edificio riducendo al minimo l'impatto visivo e garantendo al tempo stesso una buona producibilità annua.

The system consists of an 18.2 kWp photovoltaic system, a 12 kWh lithium storage system and an Energy Management System (EMS) that oversees the management of energy flows. The system consists of 56 high-efficiency crystalline silicon PV modules [Fig. 2] positioned on the roof of the building. The exposure of the PV system was chosen in line with the constraints imposed by the building's roof, minimising the visual impact and at the same time ensuring a good annual output. The plant is also equipped with a SMART metering system to con-



Fig. 2 – L'impianto fotovoltaico dello smart Building

L'impianto è anche dotato di un sistema di SMART metering per il controllo e il monitoraggio delle grandezze elettriche e meteo necessarie al funzionamento dell'impianto stesso.

trol and monitor the electrical and weather parameters necessary for its operation.

This metering system is dedicated to the photovoltaic plant with storage and

Tale sistema di metering è dedicato all'impianto fotovoltaico con accumulo ed è quindi un sistema distinto dal sistema di metering utilizzato dal BEMS di edificio, in quanto deve possedere caratteristiche molto stringenti in termini tempi di risposta.

Lo schema di principio dello Smart metering [Fig. 3] include anche l'EMS e il sistema di supervisione.

is therefore a separate system from the metering system used by the BEMS of the building, because it must have very strict characteristics in terms of time response.

Smart metering schematic diagram [Fig. 3] also includes EMS and the supervision system.

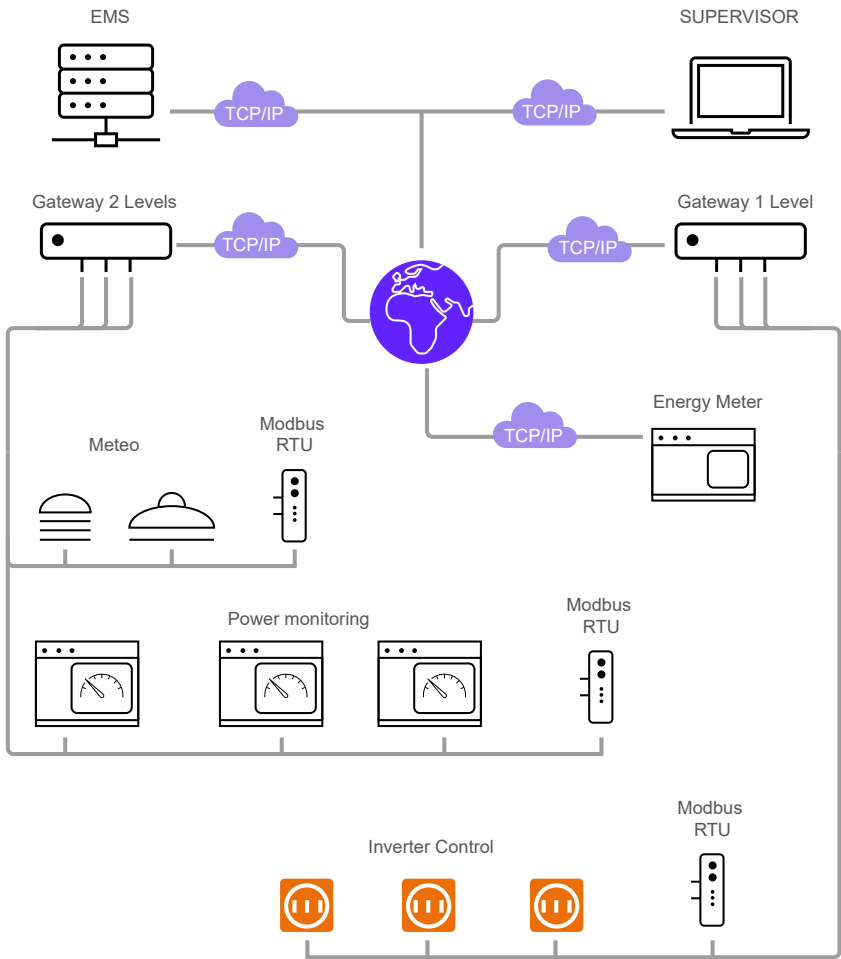


Fig. 3 – Schema di principio del sistema di SMART Metering

2.3.2 Sviluppi futuri

La sperimentazione consentirà di provare in campo la strategia di gestione basata sul prezzo dell'energia PUN. L'impianto è dotato della massima flessibilità in quanto potrà implementare qualsiasi strategia di gestione grazie alla possibilità di programmare opportunamente l'EMS di cui è dotato e di interagire con il BEMS di edificio. Sarà quindi anche in grado di implementare strategie di Automated Demand Response (ADR) con le quali offrire servizi di flessibilità verso la rete elettrica caratterizzandosi come esempio di Prosumer evoluto in grado quindi non solo di produrre energia elettrica ma anche di offrire servizi di rete evoluti. Infine verrà impiegata la tecnologia Blockchain per tracciare in modo univoco ed immutabile tutte le misure e le richieste di flessibilità provenienti dalla rete, si tratterà di una prima sperimentazione di uno smart contract. In futuro gli smart contract potranno gestire i rapporti tra utenza flessibile e rete, calcolando tutte le condizioni contrattuali sino alla remunerazione degli utenti.

2.3.2 Next steps

Next steps will allow the management strategy based on the National Single Price (PUN in Italian) to be tested in the field. The system provides maximum flexibility as it will be able to implement any management strategy based on the possibility of programming its EMS appropriately and interacting with the building BEMS. It will therefore also be able to implement Automated Demand Response (ADR) strategies through which flexibility services can be offered to the electricity grid, making it an example of an advanced Prosumer capable not only of producing electricity but also of offering advanced grid services. Finally, blockchain technology will be used to uniquely and immutably track all the flexibility measurements and requests coming from the grid. This will be an initial test of a smart contract. In the future, smart contracts will be able to manage the relationship between flexible consumption and the network, calculating all the contractual conditions including remuneration of the users.

2.4 Smart Social Building

di Paolo Civiero, Gilda Massa

Oltre alle città anche gli edifici possono essere *smart*, integrando al loro interno soluzioni tecnologiche in grado di ottimizzare e gestire i consumi energetici e fornendo addirittura servizi ausiliari alla persona ed al suo benessere, innalzando così la qualità della vita.

Ma cosa accade ad un edificio, al suo corpo di fabbrica ed alla distribuzione interna degli appartamenti o addirittura alla configurazione planimetrica dei locali se si progetta uno smart building?

E come un edificio può passare dall'essere semplicemente smart (vedi smart building di seconda generazione paragrafo 2.3) ad uno Smart Social Building integrando le soluzioni smart al suo interno fino a rimodulare il suo assetto tanto da includere aree comuni e servizi condivisi per i residenti che in queste aree potranno fruire di un insieme di soluzioni capaci di "creare comunità"?

Ed infine può uno Smart Social Building essere l'elemento di transizione specifico per stimolare la diffusione di Energy Communities e/o Circular Communities, là dove le città programmano interventi di nuova costruzione o di riqualificazione energetica?

2.4.1 Comunità ed Energia

Il concetto di Comunità legato al tema dell'energia acquisisce una connotazione precisa e condivisa con la Direttiva Comunitaria 2001 del 2018 (REDII/2018) in cui viene definito il concetto di *Renewable Energy Community* (REC) [1].

2.4 Smart Social Building

by Paolo Civiero, Gilda Massa

As well as cities, buildings can also be "*smart*", integrating technological solutions that optimise and manage energy consumption and even providing auxiliary services for people and their well-being, thereby raising the quality of life. But when designing a smart building, what happens to a building, to its structure and the way housing units are distributed internally, or even to the layout of individual rooms?

And how can a building go from being simply smart (see second-generation smart buildings in paragraph 2.3) to a Smart Social Building by integrating smart solutions into it and remodelling its layout to include common areas and shared services for residents who will be able to benefit from a set of solutions capable of "creating community" in these areas?

And finally, can a Smart Social Building be a specific transitional element to stimulate the spread of Energy Communities and/or Circular Communities, where cities are planning new construction or energy upgrade projects?

2.4.1 Community and Energy

The concept of Community linked to the theme of energy acquires a precise and shared connotation with the Community Directive 2001 of 2018 (REDII/2018) in which the concept of "*Renewable Energy Community*" (REC)

L'essere comunità è un concetto che la Commissione Europea vede come elemento fondamentale e come volano della transizione energetica: *“Responsabilizzando i consumatori e fornendo loro gli strumenti per partecipare maggiormente al mercato, compresa la partecipazione in modi nuovi, si vuole che i cittadini nell'Unione beneficino del mercato interno dell'energia elettrica e che l'Unione raggiunga gli obiettivi che si è data in materia di energia rinnovabile”* questo quanto si legge nella REDII/2018.

Per dare forza alla figura “aggregata” dei consumatori di energia elettrica viene definita nella suddetta direttiva la figura delle Comunità Energetiche da Rinnovabile (art. 22 REDII/2018) aperte anche a PMI e pubbliche amministrazioni, ed il modello dell'autoconsumo collettivo da rinnovabile (art. 21 REDII/2018) che può avvenire individualmente oppure attraverso un aggregatore. Secondo tale modello si prevede che il singolo consumatore possa:

- produrre energia rinnovabile, anche per il proprio consumo;
- immagazzinare e vendere le eccedenze di produzione di energia elettrica rinnovabile, anche tramite accordi di compravendita di energia elettrica rinnovabile, fornitori di energia elettrica e accordi per scambi tra pari;
- installare e gestire sistemi di stoccaggio dell'energia elettrica abbinati a impianti di generazione di energia elettrica rinnovabile a fini di autoconsumo senza essere soggetti ad alcun duplice onere, comprese le tariffe di rete per l'energia elettrica immagazzinata che rimane nella loro disponibilità;

[1] is defined. Being a community is a concept that the European Commission sees as a key element and a driver of the energy transition: *“By empowering consumers and providing them with the tools to participate more in the market, including participation in new ways, it is intended that citizens in the Union will benefit from the internal electricity market and that the Union will achieve its renewable energy targets”*, as stated in the REDII/2018.

To reinforce the “aggregate” figure of electricity consumers, the aforementioned directive defines the idea of Renewable Energy Communities (Art. 22 REDII/2018) also open to SMEs and public administrations, and the model of collective self-consumption from renewable energy (Art. 21 REDII/2018) which can take place individually or through an aggregator. According to this model, it is envisaged that individual consumers can:

- produce renewable energy, including for their own consumption;
- store and sell surplus renewable electricity production, including through renewable electricity trading agreements, electricity suppliers and peer-to-peer agreements;
- install and operate electricity storage systems coupled with renewable electricity generation system for self-consumption without being subject to any dual charges, including grid tariffs for the stored electricity, which remains at their disposal;

- mantenere i loro diritti e obblighi in quanto consumatori finali;
- ricevere una remunerazione, anche mediante regimi di sostegno, per l'energia elettrica rinnovabile auto-prodotta che immettono nella rete, che corrisponda al valore di mercato di tale energia elettrica e possa tener conto del suo valore a lungo termine per la rete, l'ambiente e la società.

Tale modello indica chiaramente che più auto consumatori in uno stesso edificio possono realizzare tali attività in forma collettiva, come anche organizzare tra loro lo scambio di energia rinnovabile sia localmente presso il loro sito o in forma distribuita tra siti dislocati a determinata distanza, fatti salvi gli oneri di rete e altri oneri, canoni, prelievi e imposte pertinenti applicabili a ciascuno. Gli Stati membri possono distinguere tra auto consumatori individuali di energia rinnovabile e auto consumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente, passando quindi a declinare in ambito nazionale la configurazione delle REC.

Va inoltre precisato che la Commissione Europea nel giugno 2019 ribadisce il ruolo del cittadino come soggetto attivo nel campo dell'energia sia come singolo sia come Comunità Energetica con la creazione della figura della CEC la "comunità energetica dei cittadini" (art. 16 EIM) [2] in cui viene data la possibilità alle CEC di divenire soggetto gestore della rete di distribuzione nella propria zona e di istituire le pertinenti procedure, fatte salve le disposizioni del detto decreto e le altre norme e rego-

This model clearly indicates that several self-consumers in the same building may carry out such activities collectively, as well as organising the exchange of renewable energy amongst themselves, either locally at their site or in a distributed form between sites located at a certain distance, subject to network charges and other relevant charges, fees, levies and taxes applicable to each. Member States may distinguish between individual self-consumers of renewable energy and self-consumers of renewable energy acting collectively, and therefore decide on the configuration of RECs at national level.

It should also be pointed out that in June 2019 the European Commission reaffirmed the role of the citizen as an active player in the field of energy, both as an individual and as an Energy Community with the creation of the CEC – "citizens' energy community" (Art. 16 EIM) [2] in which CECs are given the possibility to become a distribution system operator in their area and to establish the relevant procedures, without prejudice to the provisions of the said decree and other rules and regulations

lamentazioni applicabili ai gestori dei sistemi di distribuzione. Gli Stati membri stanno recependo quanto previsto dalle Direttive Comunitarie e per l'Italia tale recepimento lo ritroviamo nel decreto milleproroghe del 2020 [3]. Nel decreto Milleproroghe e nella successiva delibera 318 di ARERA [4] con conseguente decreto attuativo del MiSe nel settembre del 2020, si delinea in Italia uno scenario in cui, all'interno di una serie di vincoli, nel singolo edificio è possibile realizzare una comunità energetica che benefici di un autoconsumo collettivo da un piano FER di potenza entro i 200 kW.

Prima di questi provvedimenti, il quadro normativo-regolatorio italiano non consentiva iniziative di autoconsumo collettivo tra diversi utenti finali, poiché ciascuna configurazione di produzione poteva fornire energia ad un unico consumatore finale. Ora invece viene riconosciuto anche un incentivo per un periodo di 20 anni per l'energia elettrica prodotta da ciascuno degli impianti da fonti rinnovabili facenti parte di tali configurazioni e che risulti condivisa tra i membri. Tale incentivo è – ad oggi – pari a 100 €/MWh sia nel caso in cui l'impianto di produzione faccia parte di una configurazione di autoconsumo collettivo, sia nel caso in cui l'impianto faccia parte di una comunità energetica rinnovabile. I vincoli sono relativi allo spazio per la realizzazione di queste configurazioni, ad esempio in termini di “perimetro” delle configurazioni (ossia il medesimo edificio o condominio per auto consumatori collettivi e la medesima cabina secondaria MT/BT per i membri di una REC) e di taglia d'impianto (non superiore a 200 kW per

applicable to distribution system operators. Member States are transposing the provisions of the Community Directives, and in Italy this transposition is provided in the so-called “Milleproroghe” Decree of 2020 [3]. In the “Milleproroghe” decree and in the subsequent ARERA resolution 318 [4] followed by the implementation decree of the Ministry for Economic Development in September 2020, a scenario is outlined in Italy in which, within a series of constraints, an energy community can be created in an individual building that can benefit from collective self-consumption based on a RES plan with power up to 200 kW.

Before these measures, the Italian regulatory framework did not allow for collective self-consumption initiatives between different end-users, as each production configuration could only supply energy to one end-user. Now, however, an incentive is also provided for a period of 20 years for the electricity produced by each of the renewable energy plants forming part of these configurations and which is shared between the members. This incentive is currently equal to 100 €/MWh both in the case where the production plant is part of a collective self-consumption configuration and in the case where the plant is part of a renewable energy community. The constraints relate to the space for implementing these configurations, for example in terms of the “perimeter” of the configurations (i.e. the same building or condominium for collective self-consumers and the same secondary MV/LV substation for the members of

singolo impianto realizzato o potenziato al 01.03.2020). Ciò che risulta evidente è che si punta dunque l'accento sullo sharing energetico.

In tale ottica gli edifici in generale, e quelli configurati in condomini in particolare, rivestono un ruolo strategico. La comprensione di quali nuove configurazioni planimetriche potrebbero caratterizzare gli spazi abitativi residenziali in funzione dello sviluppo di comunità energetiche e resilienti, dunque in grado di fare fronte anche all'emergenza pandemica, costituiscono un nuovo ambito di ricerca.

Infatti, nuovi moduli di servizio inseriti in edifici residenziali, in cui potrebbero essere ospitate attività comuni in aree ad hoc specificamente studiate, potrebbero – con le opportune dotazioni tecnologiche – costituire i moduli di interscambio per il surplus di energia prodotta dai *prosumers*.

Il concetto di prosumer fa riferimento al singolo utente elettrico che è sia produttore che consumatore di energia elettrica e che può beneficiare di uno scambio in loco a vantaggio dell'intera comunità. L'energia elettrica in eccesso nella singola unità potrebbe pertanto essere consumato in maniera diretta nell'area comune dell'edificio a vantaggio dei costi sostenuti dall'intera comunità.

2.4.2 Lo Smart Social Building – verso un nuovo modello dell'abitare

Nell'ambito delle comunità molti sono i progetti che sviluppano nuovi paradigmi per gli ambiti residenziali, coniugando innovazione tecnologica e funzionale [5].

a REC) and the size of the installation (no more than 200 kW per single installation implemented or upgraded as of 01.03.2020). What is clear is that the emphasis is on energy sharing.

From this perspective, buildings in general, and condominium buildings in particular, play a strategic role. Understanding what types of new planimetric configurations could characterise residential living spaces for the development of energetic and resilient communities – therefore those also able to cope with the pandemic emergency – is a new field of research.

In fact, new service modules incorporated into residential buildings, in which common activities could be hosted in specifically designed areas, could – with the appropriate technological equipment – constitute the modules for interchange of surplus energy produced by *prosumers*. The prosumer concept refers to the individual electricity user who is both producer and consumer of electricity and who can benefit from an on-site exchange for the benefit of the whole community.

Excess electricity in the individual unit could therefore be consumed directly in the common area of the building for the benefit of the whole community.

2.4.2 Smart Social Buildings – towards a new housing model

There are many projects that develop new paradigms for residential areas, combining technological and functional innovation [5]. These models take the

Tali modelli si configurano come soluzioni progettuali rinnovate e dotate di un alto livello di modularità, dove al concetto di sistema di costruzione flessibile si abbina l'integrazione di più soluzioni tipologiche e di molteplici prodotti industrializzati disponibili sul mercato. I moduli del building possono essere dotati di una serie di soluzioni tecnologiche in grado di soddisfare aspetti sociali e di controllo energetico che fanno riferimento a:

- la dotazione in ogni appartamento di uno speciale sistema di sensori;
- l'individuazione di aree comuni in cui concentrare (e quindi poter controllare e gestire in maniera efficace) i carichi elettrici (ad esempio lavatrici, asciugatrici);
- assicurare la fornitura di servizi innovativi come lavanderie comuni, aree giochi per bambini, aree di studio, lavoro e biblioteche, palestre riabilitative, per sostenere la socialità e l'approccio intergenerazionale e multiculturale;
- area dedicate all'ospitalità e all'assistenza primaria.

Seguendo un approccio progettuale, che coinvolge quindi non solo il sistema tecnologico ma anche la progettazione del sistema ambientale, il sistema edilizio – che ne è la sintesi – interpreta e accoglie le specificità dell'abitare secondo una tipizzazione basata su regole modulari definite:

- dalla destinazione d'uso dei singoli ambienti;
- dalla funzione preminente dell'organismo edilizio;

form of renewed, highly modular design solutions, where the concept of a flexible construction system is combined with the integration of multiple typological solutions and multiple industrialised products available on the market. The building's modules can be equipped with a series of technological solutions to satisfy social and energy control aspects in reference to:

- the provision of a special sensor system in each apartment;
- the identification of common areas where electrical loads (e.g. washing machines, dryers) can be concentrated (and thus be effectively controlled and managed);
- ensuring the provision of innovative services such as communal laundries, children's play areas, study, work and library areas and rehabilitation gyms, to support sociality and an intergenerational and multicultural approach; areas dedicated to hospitality and primary care.

Following a design approach that therefore involves not only the technological system but also the design of the environmental system, the building system – which encapsulates all of this – interprets and accommodates the specificities of living according to a typology based on defined modular rules:

- the intended use of the individual rooms;
- the pre-eminent function of the building as an organism;

- dalla modularità spaziale e strutturale che meglio si adatta ad ogni tipologia edilizia.

La sistematizzazione della componente tipologica del progetto supporta il processo di scelta dei caratteri distributivi e le modalità di aggregazione delle diverse unità immobiliari, definendo di volta in volta un assortimento flessibile e compatibile con le richieste programmatiche, e configurazioni maggiormente articolate dell'impianto edilizio.

Coniugando insieme la realtà del social building con le aspettative dei cittadini che sono sempre più impegnati ed attivi sul tema dell'energia, è lecito promuovere la creazione di una *energy community* che preveda quindi uno sharing della risorsa energia, e una gestione ottimizzata dell'edificio con un vantaggio economico verso la comunità nel suo complesso.

In linea con questo approccio nelle figure che seguono [Figg. 1 e 2] si sintetizza lo scenario proposto.

- the spatial and structural modularity that best suits each building type.

The systematisation of the typological component of the project supports the process of choosing the distributional characteristics and the methods of aggregation of the various building units, defining for each a flexible choice compatible with the programmatic requirements, and more articulated configurations of the building system.

Combining the reality of the social building with the expectations of citizens who are increasingly engaged and active on the issue of energy, it is legitimate to promote the creation of an *energy community* that provides for the sharing of energy resources, and optimised management of the building, with economic benefits for the community as a whole

In line with this approach, the following figures [Figs. 1 and 2] summarise the proposed scenario.

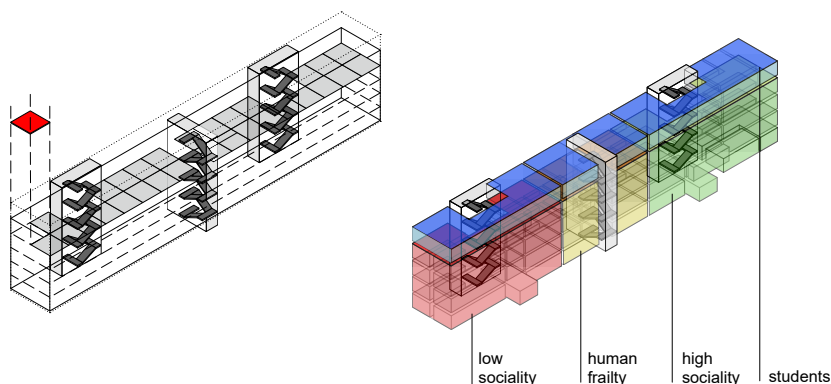























































































Fig. 1 – Modularità e aree tematiche del sistema costruttivo aperto (Aree tematiche: bassa socialità, fragilità umana, alta socialità, studenti). Le unità modulari si uniscono e si aggregano per formare le diverse dimensioni dell'alloggio, seguendo specifiche regole di composizione basate su diversi sistemi e moduli: "sistema di scale", "sistema di strutture"; "Moduli di servizi", "Sistema delle unità abitative".

M-1		common laundries study rooms playroom/baby sitting kitchens motor rehabilitation co-working primary care guest accomodation pandemic quarantine	29 mq   5.4 x 5.4
B-1		common laundries study rooms kindergarten kitchens motor rehabilitation gym	58 mq    
B-2		family apartment (1 bedrooms)	58 mq     
B-3		students apartment (4 beds)	58 mq      
B-4		Building block entrance bicycle depots depot kitchen garbage cans	58 mq    
T-1		family apartment (2 bedrooms)	88 mq      
T-2		elder family apartment (2 bedrooms)	88 mq       
T-3		elder family apartment (2 bedrooms)	88 mq       
T-4		students apartment (5/6 beds)	88 mq       
Q-1		library / study room, electric bike / bicycle depot cellars for families storage	117 mq    
Q-2		students apartment (6/8 beds)	117 mq       
Q-3		family apartment (3 bedrooms)	117 mq      
Q-4		elder family apartment (3 bedrooms)	117 mq      
E-1		outdoor living spaces: external additional spaces for services	

Ground floor

First floor

Second floor

Third floor

Fourth floor

Fig. 2 – Proposta di un modello di housing innovativo e identificazione dei servizi tradizionali ed aggiuntivi urbani ed alla persona integrabili nell'edificio

Come si può osservare alla base dell'aggregazione tipologica vi è uno studio del modulo spaziale e strutturale su cui – come precedentemente indicato – sarà ideato l'assetto dell'organismo edilizio.

Conseguentemente, lo sviluppo tipologico – sia in planimetria che in volumetria – è definito dall'aggregazione delle unità e dei servizi rispondendo a molteplici funzionalità e livelli di socialità specifici per le diverse categorie di utenza.

L'aggregazione dei moduli tipologici individuati riguarda anche la gamma di servizi condivisi che, a seconda delle richieste del programma insediativo, possono essere integrati con flessibilità nell'impianto edilizio e contribuire attivamente alla configurazione e implementazione della *energy community*.

La Figura 3 riporta un elenco dei moduli e dell'offerta di servizi sociali rivolti alla comunità, abbinati ad una valutazione qualitativa dell'impatto determinato da ognuno di questi servizi sul dispacciamento energetico nell'arco delle 24 h.

Il grafico illustra infatti l'incidenza giornaliera di ogni attività svolta nei moduli, mutuata in termini di consumo, e contemporaneamente confrontata con la produzione energetica da fonti rinnovabili (fotovoltaico).

Il bilancio positivo tra l'energia prodotta e quella consumata nell'arco delle 24 ore (data dalla differenza delle due aree), in combinazione al costo variabile dell'energia nel tempo, indicano:

As can be observed, underlying the typological aggregation there is a study of the spatial and structural module on which – as previously indicated – the arrangement of the building organism will be designed.

Consequently, the typological development – in terms of both planimetry and volume – is defined by the aggregation of units and services responding to multiple functions and levels of specific sociality for different categories of users.

The aggregation of the typological modules identified also concerns the range of shared services which, depending on the demands of the settlement programme, can be flexibly integrated into the building layout and actively contribute to the configuration and implementation of the energy community.

Figure 3 shows a list of the modules and social services offered to the community, combined with a qualitative assessment of the impact of each of these services on the energy supply over 24 hours.

The graph shows the daily impact of each activity carried out in the modules, translated in terms of consumption, and at the same time compared with energy production from renewable sources (photovoltaic).

The positive balance between the energy produced and the energy consumed over a 24-hour period (calculated as the difference between the two areas), combined with the variable cost of energy over time, indicate:

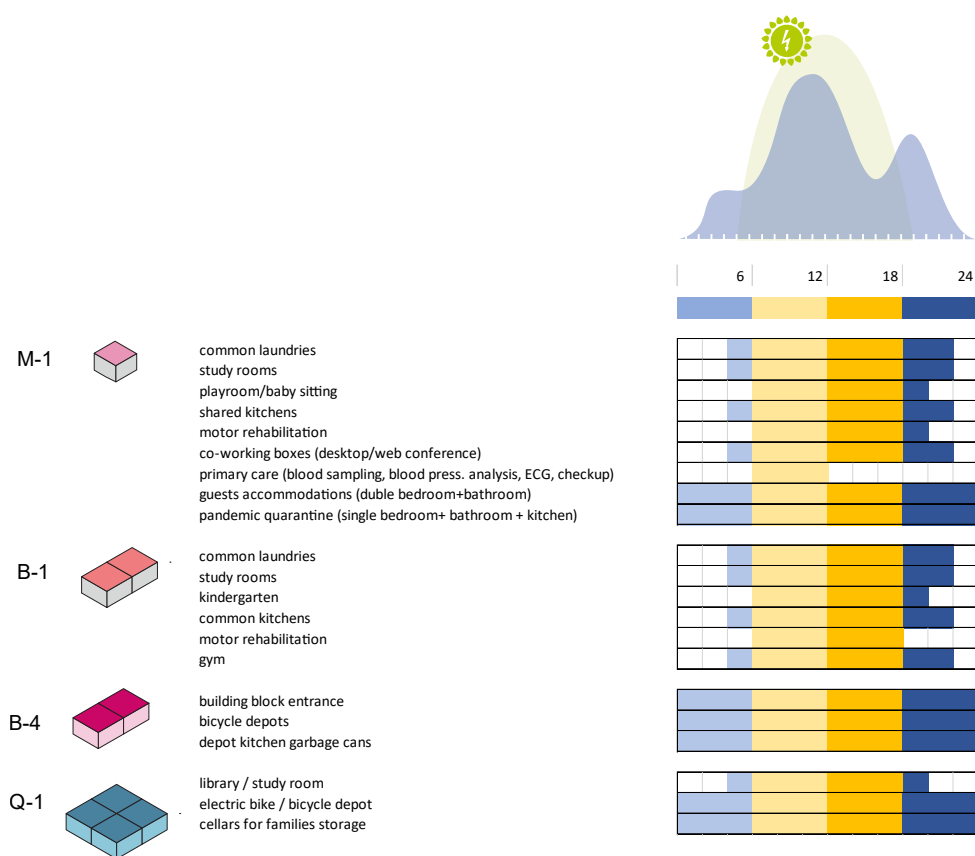


Fig. 3 – Moduli e offerta di servizi sociali rivolti alla comunità, abbinati ad una valutazione qualitativa dell’impatto determinato da ognuno di questi servizi sul dispacciamento energetico giornaliero, confrontato con la produzione energetica da fonti rinnovabili

- la rilevanza di poter utilizzare l’energia autoprodotta e autoconsumata nelle ore di picco della produzione; l’incidenza dei consumi nelle aree adibite a servizi comuni che potrebbero usufruire della produzione energetica in eccesso nelle ore di maggior produzione;
- la possibilità di ricorrere, laddove efficace, all’immagazzinamento (storage) di energia quando la produzione
- the relevance of being able to use self-produced and self-consumed energy during peak production hours;
- the incidence of consumption in the common service areas that could use the excess energy produced during peak production hours;
- the possibility of using, where effective, energy storage when produc-

è nulla e, allo stesso tempo, il costo energetico è elevato;

- adottare il principio del forecasting del consumo/produzione per ottimizzare il bilancio positivo e ottenere così benefici in termini economici validi anche come misura di contrasto alla povertà energetica.

L'analisi qualitativa su riportata, indica come sia strategico poter massimizzare il rapporto tra offerta e domanda di energia elettrica autoprodotta e fruita dalla comunità. Se immaginiamo di replicare tale approccio su scala più ampia (ad oggi in Italia la normativa vigente, come visto, limita alla vicina cabina di BMT) anche in termini di estensione territoriale si osserva che gli elementi portanti fin qui descritti di gestione locale di energia da rinnovabili attraverso l'interazione di più utenti, su più edifici, con l'obiettivo di innalzare la qualità della vita delle aree urbane, rientrano in quella che ad oggi è il contesto applicativo in cui si declina un PED – ovvero un Positive Energy District.

Nella definizione di PED riportata nel booklet elaborato nel white paper JP Urban Europe, "Europe toward Positive Energy District e ripresa nel Set-Plan 3.2, i Positive Energy District vengono definiti come "energy-efficient and energy-flexible urban areas or groups of connected building which produce net zero greenhouse gas emissions and actively manage an annual local or regional surplus production of renewable energy. They require integration of different systems and infrastructures and interac-

tion is zero and, at the same time, energy costs are high;

- adopting the principle of consumption/production forecasting to optimise a positive balance and thus obtain economic benefits that are also a valid measure against energy poverty.

The above qualitative analysis shows that it is strategic to maximise the relationship between supply and demand for self-produced and community electricity. If we imagine replicating this approach on a larger scale (as we have seen, the legislation in force in Italy currently limits it to the closest LV/MV substation) – including in terms of territorial coverage – we can see that the main elements described so far regarding the local management of renewable energy through the interaction of multiple users, in multiple buildings, with the aim of raising the quality of life in urban areas, fall within what is currently the application context in which a PED (Positive Energy District) is defined.

In the definition of PED in the JP Urban Europe white paper booklet, "Europe towards Positive Energy Districts" and echoed in Set-Plan 3.2, Positive Energy Districts are defined as "energy-efficient and energy-flexible urban areas or groups of connected buildings which produce net zero greenhouse gas emissions and actively manage an annual local or regional surplus production of renewable energy. They require integration of different systems and infrastructures and interaction between build-

tion between buildings, the users and the regional energy, mobility and ICT systems, while securing the energy supply and a good life for all in line with social, economic and environmental sustainability” [6]. Da questa prima definizione, in aggiornamento, si evidenziano le tre funzioni abilitanti [Fig. 4] verso un PED ovvero: l’efficienza energetica, la flessibilità energetica e la produzione.

ings, the users and the regional energy, mobility and ICT systems, while securing the energy supply and a good life for all in line with social, economic and environmental sustainability” [6]. From this initial definition, which is being updated, the three enabling functions [Fig. 4] towards a PED are highlighted: energy efficiency, energy flexibility and production.

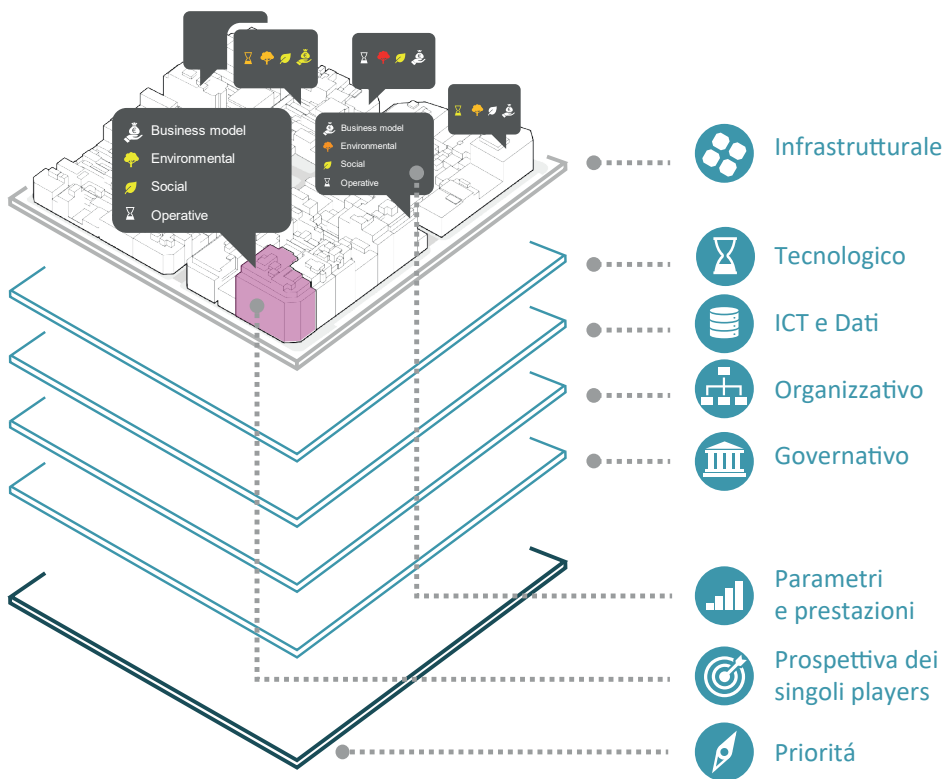


Fig. 4 – Analisi dei fattori abilitanti di un PED sul layer infrastrutturale applicato al contesto residenziale per la valutazione della fruibilità e benefici dello smart social building nel contesto dell’energy community

Per raggiungere l’interazione di questi fattori si deve agire su più livelli, e devono interagire tra loro più layers abilitanti

To achieve the interaction of these factors, action must be taken on several levels, and several enabling layers must

che sono di varia natura: tecnologico, infrastrutturale, ICT e data management, organizzativo e di governance. Su ciascun layer incidono valori e indicatori differenti per ogni parametro, e agiscono vari players con priorità e prospettive differenti.

2.4.3 Sviluppi futuri

Si è messo in evidenza il ruolo del layer infrastrutturale e di come un edificio residenziale opportunamente organizzato, che chiameremo dunque smart social building, può contribuire a rendere fruibile l'offerta energetica, con benefici sia sociali che economici verso una intera comunità di residenti, e non solo sulla singola utenza. I players in campo sono famiglie, studenti, lavoratori ed anziani che, come membri della comunità energetica appartenente allo smart social building, possono beneficiare dell'autoconsumo collettivo e valutare l'interesse alla creazione di una REC sulla base dei ritorni previsti in termini di ottimizzazione dei consumi.

Il passo successivo, dato il coerente framework normativo (aggiornamento atteso per giugno 2021), può portare dall'autoconsumo collettivo su chiave residenziale alla creazione di una Energy Community, modello organizzativo che richiama in gioco più player abilitati quali il terziario, l'industria o la pubblica amministrazione.

Come è chiaro dall'analisi della figura 4, lo scenario preso in esame si sviluppa sul *layer* infrastrutturale applicato al contesto residenziale e valuta la fru-

interact with each other, of various kinds: technological, infrastructural, ICT and data management, organisational and governance. Each layer has different values and indicators for each parameter, and various players act with different priorities and perspectives.

2.4.3 Next steps

The role of the infrastructural layer has been highlighted, as well as how a suitably organised residential building, which we will refer to as a smart social building, can contribute to making the energy supply usable, with both social and economic benefits for an entire community of residents, and not just for individual users. The players in the field are families, students, workers and the elderly who, as members of the energy community belonging to the smart social building, can benefit from collective self-consumption and assess their interest in creating a REC on the basis of the expected returns in terms of optimising consumption.

The next step, given the consistent regulatory framework (update expected in June 2021), may lead from collective self-consumption on a residential basis to the creation of an Energy Community, an organisational model that involves several enabled players such as the tertiary sector, industry or public administration.

As clear from the analysis in figure 4, the scenario under consideration develops on the infrastructural layer applied to the residential context and evaluates

ibilità ed il positivo ritorno dello smart social building nel contesto della energy community.

La Energy Community è quindi una realtà che ricordiamo può avere più players in gioco e che, fatto salvo il framework normativo e strutturale, può evolvere sulla scala geografica distrettuale e quindi verso il Positive Energy District.

the usability and positive return of the smart social building in the context of the energy community.

The Energy Community is therefore an entity that can involve several players and that, subject to the regulatory and structural framework, can evolve on the district geographical scale and therefore towards the Positive Energy District.

2.5 La piattaforma PELL – Public Energy Living Lab

di Laura Baso

La piattaforma PELL - Public Energy Living Lab [1] è lo strumento operativo, digitale, del “Progetto Lumière” [2] nato nel 2010 con l’obiettivo di sviluppare un modello di management per l’infrastruttura dell’illuminazione pubblica. A seguito della definizione del modello gestionale individuato nel progetto Lumière, emerse fin da subito che, per poter lavorare su una delle infrastrutture più largamente diffuse sul territorio nazionale, quale quella dell’illuminazione pubblica, il punto di partenza dovesse essere la conoscenza dell’infrastruttura stessa onde pervenire a una conoscenza dettagliata della sua consistenza al fine di poter definire programmare compiutamente gli step di attività successive volte tutte al contenimento dei consumi energetici avviando ad esempio una riqualificazione degli impianti [Fig. 1].

2.5 The Public Energy Living Lab – PELL platform

by Laura Baso

The PELL - Public Energy Living Lab platform [1] is the operational digital tool of the “Lumière Project” [2] that was launched in 2010 with the aim of developing a management model for the public lighting infrastructure. Following the definition of the management model identified in the Lumière project, it immediately emerged that, in order to be able to work on one of the most widely distributed infrastructures in the country, such as that of public lighting, the starting point had to be knowledge of the infrastructure itself, in order to obtain a detailed knowledge of its characteristics so as to be able to fully define the steps for subsequent activities, all aimed at limiting energy consumption, for example by an upgrade of the systems [Fig. 1].

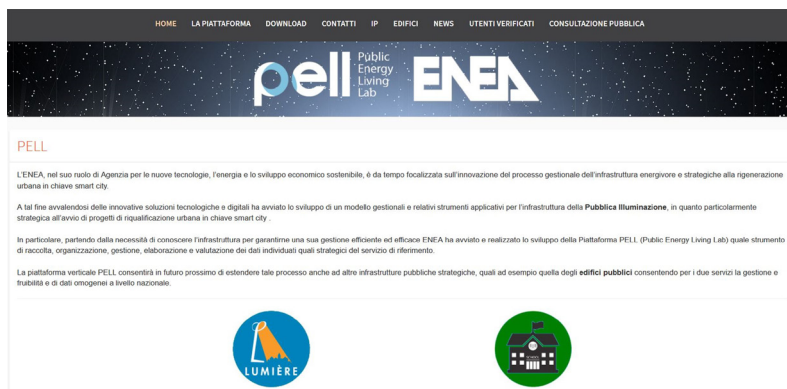


Fig. 1 – Home page portale della Piattaforma PELL

Il primo quesito, se pur banale ma fondamentale, per avviare questo processo conoscitivo, fu porsi la domanda “quanti sono i punti luce in Italia?” La risposta, ancora oggi priva di dati certi, si orienta su ipotesi che si aggirano tra gli 11.000 milioni e 8.500 milioni di punti luce. Da questa incertezza, emerse fin da subito che, per operare qualsiasi processo atto a rendere gli impianti di illuminazione Pubblica più efficaci ed efficienti, si dovesse partire dall’inizio e quindi fosse necessario definire un modello di dati per la raccolta delle informazioni, standardizzate e condivise su tutto il territorio nazionale, strategico per promuovere il censimento degli impianti di illuminazione pubblica. Questa fase di definizione della scheda censimento è stata avviata nel 2012. Ha visto la condivisione del modello dati con tutti gli stakeholders del settore dell’illuminazione e si è conclusa con la definizione del data model “Specifiche di contenuto Progetto PELL – illuminazione pubblica” pubblicata dall’AgID (la versione attuale è stata pubblicata il 25 marzo 2021) [3]. Durante il lavoro di definizione della scheda censimento emerse la necessità di capire dove conservare tutti i dati di consistenza degli impianti, per metterli a disposizione, in momenti successivi, per gli stessi Comune, ma anche condividerli (con vari livelli di dettaglio e/o aggregazione dei dati diversi) con le Regioni, gli addetti del settore ed i cittadini [Fig. 2].

The first question, admittedly trivial but fundamental, to initiate this cognitive process was to ask “how many lighting points are there in Italy?” The answer, although some data is still missing, is between 11,000 million and 8,500 million lighting points. From this uncertainty, it immediately emerged that, in order to operate any process aimed at making public lighting systems more effective and efficient, one would have to start from the beginning. This would mean defining a data model to collect the information, standardised and shared throughout the country, strategic to promoting a census of public lighting systems. This phase of defining the census form began in 2012. It involved sharing the data model with all the stakeholders in the lighting sector and ended with the definition of the “PELL Project Content Specifications - Public Lighting” data model, published by AgID (the current version was published on 25 March 2021) [3]. While defining the census form, the need emerged to understand where to store all the data on the consistency of the systems, in order to make them available, at a later date, to the municipalities themselves, but also to share them (with various levels of detail and/or aggregation of different data) with the regions, those working in the sector and the public [Fig. 2].



Fig. 2 – Specifiche di Contenuto progetto PELL - IP

Nacque dunque la piattaforma PELL dell'ENEA [4] per la quale la scheda censimento Lumière, è diventata il data model del PELL IP, pubblicato dall'AgID - Agenzia per l'Italia digitale [5] come "Specifiche di contenuto Progetto PELL - illuminazione pubblica" (25 marzo 2021). Tale documento definisce il Modello Dati astratto che costituisce il riferimento per la raccolta standardizzata delle informazioni strategiche dell'infrastruttura IP Illuminazione Pubblica nell'ottica dell'interoperabilità. Il data model PELL è il frutto

Therefore the ENEA PELL platform was developed [4] for which the Lumière census form became the PELL IP data model, published by AgID - the Agency for Digital Italy [5] as "PELL Project Content Specifications - Public Lighting" (25 March 2021). The above document defines the abstract Data Model that constitutes the reference for the standardised collection of strategic information of the IP Public Lighting infrastructure from the perspective of interoperability. The PELL data model is the result of a convergence effort

di un lavoro di convergenza tra ENEA e tutti gli stakeholders che costituiscono il “network Lumière”; infatti grazie alla definizione dei contenuti tecnici della scheda censimento, è stato possibile definire una specifica di contenuto tecnico grazie all’importante collaborazione avviata tra ENEA e AgID (2016). AgID si è impegnata fortemente sul tema dell’interoperabilità dei dati geografici contenuti nel DB- Data Base nazionale geotopografico, suddiviso in classi ed al cui interno è contenuto il SINFI - Sistema Informativo Nazionale Federato delle Infrastrutture. Il SINFI è il catasto nazionale delle infrastrutture, ed al suo interno è stata definita la specifica per le “Reti di Sottoservizi” nel quale però non era previsto il tema relativo alla l’illuminazione pubblica, se non come nodo della rete elettrica.

Grazie alla collaborazione tra ENEA ed AgID il tema IP - Illuminazione Pubblica è stato inserito con la redazione della specifica di contenuto tecnico PELL IP, allargando di fatto il tema ai servizi Smart City. Questo, è un esempio di best practice della applicazione della Direttiva Europea INSPIRE, emanata nel 2007, per fornire indicazioni sulla omogeneizzazione del linguaggio e della descrizione dei dati spaziali territoriale, a tutti gli stati europei.

2.5.1 Le specifiche del PELL

PELL IP è stato assunto come modello dati per l’IP - Illuminazione Pubblica standardizzato su scala nazionale, per la raccolta omogenea e georeferenziata, delle infor-

between ENEA and all the stakeholders that make up the “Lumière network”; in fact, thanks to the definition of the technical content of the census form, it has been possible to define a technical content specification as a result of the important collaboration established between ENEA and AgID (2016). AgID has been strongly committed to the interoperability of the geographical data contained in the national geotopographic Database, which is divided into classes and contains the SINFI - the National Federal Infrastructure Information System. The SINFI is the national register of infrastructures, within which the specification for “Networks of Subservices” was defined. However, the specification did not address the subject of public lighting, except as a node of the electricity network.

Thanks to the collaboration between ENEA and AgID, the theme IP - Public Lighting has been included with the drafting of the PELL IP technical content specification, which effectively broadens the theme to include Smart City services. This is an example of best practice in applying the INSPIRE European Directive, issued in 2007 to provide guidance on homogenization of the language and description of spatial data to all European countries.

2.5.1 PELL specifications

PELL IP has been adopted as the data model for IP - Public Lighting, standardized on a national scale, for the homogeneous and georeferenced collection

mazioni minime necessarie ad effettuare un censimento. Il data model PELL IP al suo interno è articolato in classi che seguono la struttura organizzativa del tema Illuminazione Pubblica (0708) dello strato (07) di Reti di Sottoservizi del SINFI, in particolare: POD - Point of Delivery; Quadri Elettrici; punti luce; zone omogenea. Con questa organizzazione delle informazioni è possibile rappresentare spazialmente la consistenza degli impianti che afferiscono ad un POD (che può anche coincidere con il quadro elettrico), descrivere come sono fatti i punti luce (intendendo l'apparecchio di illuminazione costituito dall'armatura, la sorgente e i componenti elettronici), che sono installati nelle zone omogenee (strade aventi stessi requisiti prestazionali).

La raccolta delle informazioni avviene attraverso la compilazione della scheda censimento nel formato XML. La scelta del formato XML è stato il prodotto della convergenza tra ENEA, i Gestori e gli operatori del settore. La prima applicazione della Specifica PELL IP è nel Bando Servizio LUCE 4 di Consip che obbliga i Gestori, che si aggiudicano i lotti, alla compilazione del "censimento ante e post riqualificazione" di tutti gli impianti. È altresì obbligatorio la compilazione della scheda per ogni anno di contratto, intesa quindi come un aggiornamento della scheda per ogni anno di manutenzione. A seguito della ristrutturazione degli impianti è obbligatorio il loro allaccio al PELL. La compilazione di tutti i campi della scheda PELL IP consente al Comune e Gestore di poter usufruire dei servizi PELL, quali il calcolo dei KPI statici.

of the minimum information necessary to carry out a census. The PELL IP data model is divided into classes that mirror the organisational structure of the Public Lighting topic (0708) of the layer (07) of the SINFI Subservices Networks, in particular: POD - Points of Delivery; Electrical Panels; Lighting Points; Homogeneous Zones. Organising the information in this way makes it possible to spatially represent the extent of the systems connected to a POD (which may also be the electrical panel), describe the construction of the lighting points (meaning the luminaire consisting of the structure, the source and the electronic components), which are installed in the homogeneous zones (roads with the same performance requirements).

The information is collected by filling in the census form in XML format. The XML format was chosen on the basis of convergence between ENEA, the Managers and the sector operators. The first application of the PELL IP Specification is in the CONSIP's LUCE 4 Call for Tenders that obliges the Operators who are awarded the lots to fill in the "pre/post upgrade census" for all the installations. It is also compulsory to fill in the form for each year of the contract, i.e. an update of the form for each year of maintenance. After the installations have been upgraded, they must be connected to PELL. Completion of all the fields of the PELL IP form allows the Municipality and the Operator to take advantage of PELL services, such as the calculation of static KPIs.

La Piattaforma PELL è una piattaforma software [6] realizzata con l'obiettivo di supportare, su scala nazionale, il processo di organizzazione dei processi gestionali delle infrastrutture pubbliche energivore, per la raccolta standardizzata ed omogenea dei dati di identità e dei consumi energetici, con l'obiettivo di realizzare un catasto nazionale, strutturato in un DB interoperabile, arricchito di tool di monitoraggio e valutazione delle prestazioni dei servizi. La piattaforma è costituita da due parti distinte: la parte statica, relativa al caricamento delle schede censimento (data model PELL IP) che rappresentano i dati di consistenza degli impianti di ciascuna città ed il calcolo dei relativi KPI statici di progetto; la parte dinamica, relativa all'allaccio degli impianti al PELL a seguito dell'installazione di smart meters, a livello di Quadro Elettrico ed all'invio, da parte del Gestore, nelle 24 ore successive, dei dati elettrici ed energetici acquisiti dagli impianti (l'acquisizione dei dati consentirà non solo il calcolo dei KPI dinamici ed Indicatori Urbani ma anche la visualizzazione dei dati, che sono stati acquisiti con cadenza temporale di 30 minuti, ad impianto acceso, e di 60 minuti ad impianto spento) [Fig. 3].

L'adesione al PELL IP è dedicata ai Comuni ed ai Gestori, i quali si possono registrare e successivamente accedere alla piattaforma per il caricamento delle schede censimento, per la visualizzazione dei KPI statici e l'utilizzo di due tool appositamente implementati.

The PELL Platform is a software platform [6] created to support the process of organising the management processes of energy-intensive public infrastructures on a national scale, for the standardised and homogenous collection of identity and energy consumption data, with the aim of creating a national register, structured as an interoperable DB, enriched with tools for monitoring and evaluating the performance of the services. The platform consists of two distinct parts: the static part, related to the loading of the census forms (PELL IP data model) that represent the consistency data of the systems in each city and the calculation of the corresponding static KPIs; the dynamic part, related to the connection of the systems to PELL following the installation of smart meters, at the Electrical Panel level, and to the sending, by the Operator, in the following 24 hours, of the electrical and energy data acquired from the systems (the data acquisition will allow not only the calculation of the dynamic KPIs and Urban Indicators but also the displaying of the data, that are acquired every 30 minutes when the system is on, and every 60 minutes when it is off) [Fig. 3]. PELL IP membership is open to Municipalities and Operators, who can register and then access the platform to upload census forms, view static KPIs and use two specially implemented tools.

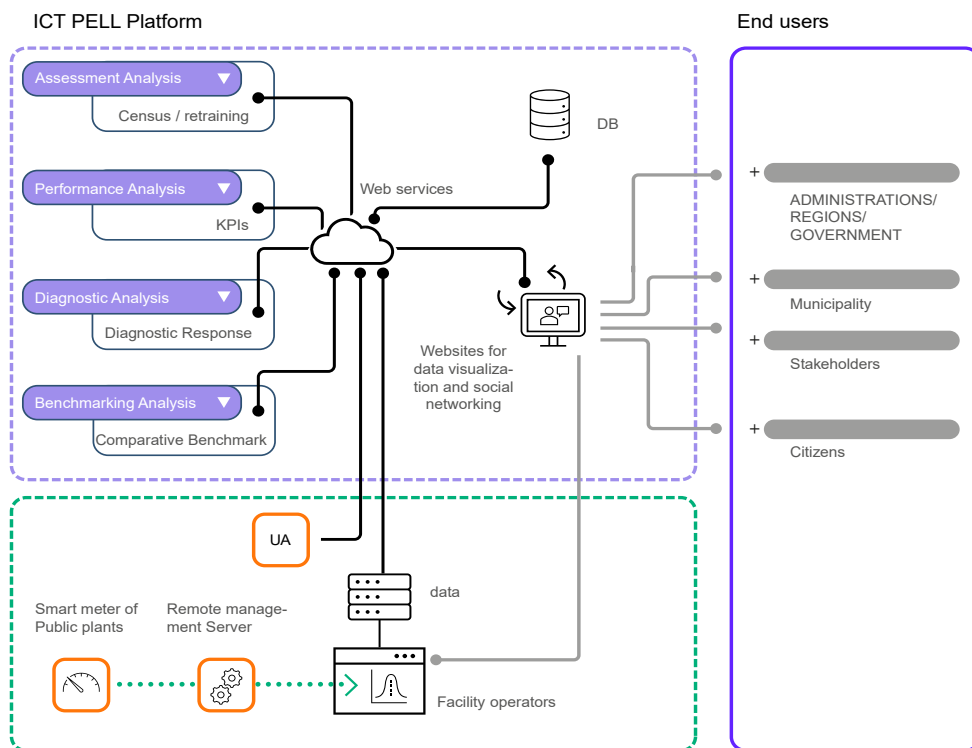


Fig. 3 – Architettura del PELL

Il primo tool consente il calcolo illuminotecnico di una porzione di strada per valutare possibili soluzioni illuminotecniche, mentre il secondo consente la valutazione economico finanziaria di nuove soluzioni di riqualificazione rispetto alla situazione esistente (Modulo SAVE). Entrambi i tool sono servizi, messi a disposizione della PA o del Gestore, utili a dare indicazioni alternative su possibili soluzioni tecnologiche da prendere in considerazione per eventuali bandi di riqualificazione.

I KPI statici di progetto, che vengono elaborati a seguito della sottomissione di una scheda censimento, sono riportati nella Tabella che segue [Tab. 1].

The first tool allows the technical lighting calculation for a portion of road in order to evaluate possible lighting solutions, while the second allows the economic and financial evaluation of new upgrade solutions compared to the existing situation (SAVE Module). Both tools are services, made available to the Public Administration or the Operator, that are able to provide alternative indications on possible technological solutions to be considered for possible upgrade tenders. The static project KPIs, which are calculated following the submission of a census form, are shown in the following table [Tab. 1].

KPI Statici di progetto	Descrizione
Tecnologico	Fornisce indicazioni sulla efficienza luminosa delle sorgenti installate in una strada, effettuando il confronto con le prestazioni riportate nei CAM - Criteri Ambientali Minimi per le stesse tipologie di sorgenti, al fine di fornire l'indicazione di quanto l'impianto sia allineato o meno con i requisiti minimi richiesti
KPI geometrico	Fornisce indicazioni se la potenza elettrica installata in una strada sia nell'intervallo ammesso dallo standard vigente (quindi se c'è poca o troppa luce)
KPI confronto vs BAU - Business As Usual	Fornisce indicazioni se possa esserci un vantaggio, in termini energetici, derivanti dalla sorgente installata in una strada rispetto ad una BAU (intendendo una tecnologia usualmente affiancata anche con sistemi di riduzione del flusso in modalità adattiva)
KPI confronto vs BAT - Best Available Technology	Fornisce indicazioni se possa esserci un vantaggio, in termini energetici, derivanti dall'utilizzo di una BAT in sostituzione della sorgente installata in una strada
KPI dimming	Fornisce indicazioni sui risparmi energetici derivanti dall'utilizzo di strategie di dimming (statiche o adattive) rispetto al caso in cui l'impianto analizzato funzioni alla massima potenza (partendo dai dati indicati nel censimento).

Tab. 1 – KPI statici di progetto

A titolo di esempio si riportano i KPI statici calcolati per l'impianto di un comune che ha aderito al PELL [Fig. 4].

Gli utenti hanno inoltre a disposizione una sezione di Ticketing, per contattare il team PELL e rivolgere richieste di supporto su aspetti generali o di dettaglio tecnico, che si aggiunge alla sezione delle FAQ dove le richieste più frequenti sono state raccolte nei tre macro argomenti: informazioni generali; scheda censimento; dati dinamici o al contatto email (pell.project@enea.it).

As an example, the static KPIs calculated for the system of a Municipality that has signed up to PELL are shown in [Fig. 4]. Users can also access a Ticketing section to contact the PELL team and address support requests on general aspects or technical details, in addition to the FAQ section where the most frequent requests have been collected under three macro topics: general information, census form and dynamic data. Alternatively, they can address them to the email contact (pell.project@enea.it).

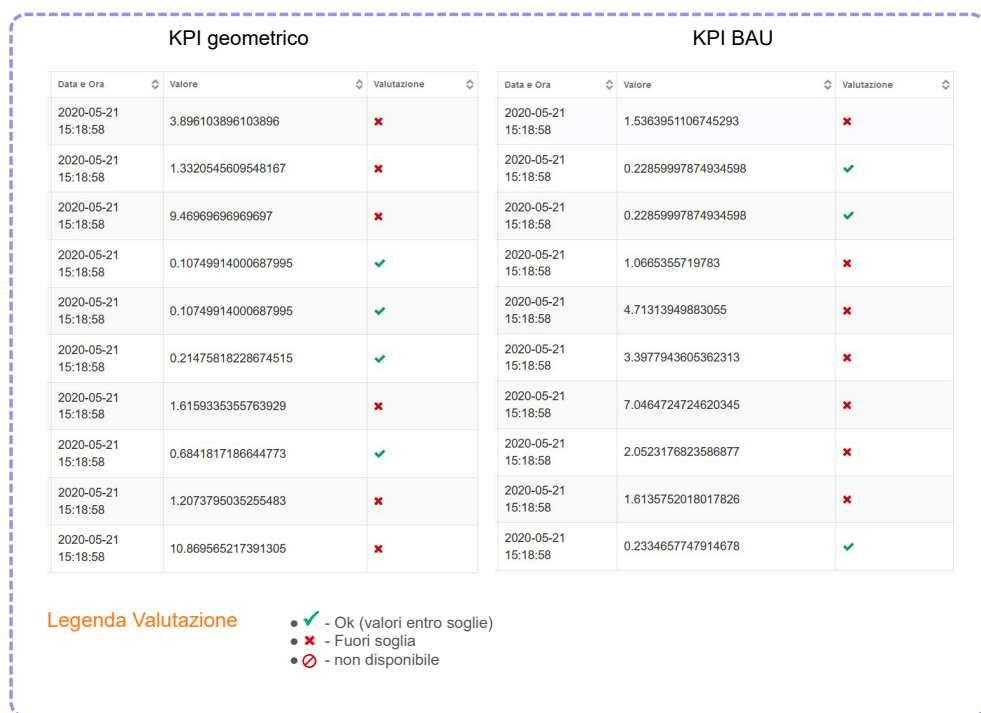


Fig. 4 – Esempio di KPI di progetto calcolati per un Impianto di Illuminazione

Nella Piattaforma è anche disponibile una sezione “Download” dove si possono reperire i format per la compilazione della scheda censimento (formato XML) e relativa linea guida di implementazione, il format per la predisposizione dei file propedeutici all’invio dei dati dinamici (formato JSON) e relativa linea guida, oltre ad un validatore online di supporto alla predisposizione di schede censimento conformi alla specifica PELL IP.

2.5.2 Le applicazioni del PELL

L’illuminazione Pubblica è la prima applicazione del PELL (PELL IP). Nel luglio 2019 i Gestori che si sono aggiudicati i

The Platform also includes a “Download” section, where one can obtain the format for completing the census form (XML format) and the corresponding implementation guidelines, the format for the preparation of files for sending dynamic data (JSON format) and the corresponding guidelines, as well as an online validator to support the preparation of census forms that conform to the PELL IP specification.

2.5.2 PELL applications

Public lighting is the first application of PELL (PELL IP). In July 2019, the Operators who were awarded the lots under

lotti del Bando Servizio Luce 4 di Consip ed il Comune di Livorno hanno iniziato ad utilizzare il PELL.

L'avvio del PELL IP ha previsto una prima fase relativa al caricamento delle schede censimento, ante e post riqualificazione, e poi l'allaccio degli impianti al PELL nei tempi previsti dai relativi contratti.

Dal 2021 è disponibile un nuovo servizio PELL IP per gli utenti interessati, a vario titolo, alla richiesta dei Titoli di Efficienza Energetica (TEE a Consuntivo) al Gestore Servizi Energetici (GSE) [7], a seguito di interventi di efficientamento energetico dovuti alla riqualificazione degli impianti di Illuminazione Pubblica.

Il servizio, reso possibile grazie alla collaborazione tra il PELL dell'ENEA ed il GSE consente ad un utente, che abbia allacciato l'impianto di illuminazione al PELL IP, di scaricare il set di dati statici e dinamici (relativi al consumo mensile di energia elettrica kWh) propedeutici alla compilazione dei format per la richiesta dei TEE Progetto a Consuntivo. Questo servizio è fruibile solo da un utente che abbiamo completato il caricamento delle schede censimento dell'impianto prima e dopo la riqualificazione (per mettere a confronto la situazione pregressa con quella nuova) ed abbiamo avviato la fase di invio giornaliero dei dati di consumo al PELL IP.

Il servizio, disponibile per tutti gli utenti (Comuni o Gestori) consiste nella predisposizione, su appositi files (es. XML), del set di dati statici e dinamici (che sono stati definiti con il GSE), che vengono organizzati e messi a disposizione per facilitarne le successive valutazioni di predisposizione della documentazio-

CONSIP's Luce 4 Call for Tenders and the Municipality of Livorno started using the PELL.

The launch of PELL IP included an initial phase for uploading the census forms, before and after upgrading, followed by connection of the systems to PELL within the timeframe set out in the relevant contracts.

As of 2021, a new PELL IP service is available for users interested, for various reasons, in requesting Energy Efficiency Certificates (Final Balance EECs) from the Energy Services Operator (GSE) [7], following energy efficiency improvement measures due to the upgrading of Public Lighting systems.

The service – made possible thanks to the cooperation between ENEA's PELL and the GSE – allows a user who has connected the lighting system to PELL IP, to download the set of static and dynamic data (relating to the monthly consumption of electricity in kWh) required for filling in the format for requesting Final Balance EECs. This service is available only to users who have finished loading all the census forms before and after the upgrade (to compare the previous situation with the new one) and have started the phase of sending daily consumption data to PELL IP.

The service, available for all users (Municipalities or Operators) consists in the preparation of the set of static and dynamic data (which have been defined with the GSE) on appropriate files (e.g. XML). These data are organized and made available to facilitate subsequent evaluations for preparation of the documenta-

ne. Selezionare, organizzare ed ordinare i dati sono azioni che una piattaforma effettua con estrema semplicità e rapidità ma che comportano un vantaggio elevato per gli utilizzatori finali che altrimenti dovrebbero gestire e processare una mole elevata di dati, con il rischio di commettere errori, per effettuare le valutazioni.

La predisposizione di questo nuovo Servizio ha reso necessario l'aggiornamento della "Specifiche di contenuto Progetto PELL - illuminazione pubblica" con l'inserimento di dati aggiuntivi necessari alla predisposizione dei relativi format (dati statici e dinamici), quali ad esempio i campi relativi ai consumi mensili, riferiti ai dodici mesi precedenti la riqualificazione dell'impianto, la denominazione del progetto illuminotecnico oggetto di valutazione, le descrizioni dei parametri illuminotecnici di progetto, la lista dei campi relativi alle grandezze elettriche ed energetiche acquisite giornalmente (differenziando tra impianti monofase e trifase), etc..

La metodologia del PELL è replicabile a qualsiasi infrastruttura Pubblica, per questo dal 2019 è stato avviato lo sviluppo di tre nuove schede quali le Schede PELL Scuole [8] e PELL Strutture Ospedaliere (che rientrano nella sezione del PELL Edifici Pubblici), e la Scheda PELL Smart Services (che sono direttamente connessi ai servizi della smart city).

Nel 2022 è inoltre previsto l'avvio della scheda censimento PELL Risorse Idriche con l'obiettivo di conoscere, gestire e efficientare una importantissima infrastruttura, quale quella delle reti idriche, capillarmente distribuita sul territorio.

tion. Selecting, organising and sorting the data are actions that a platform performs with extreme simplicity and rapidity, but which provide a huge benefit for end users, who would otherwise have to manage and process a large amount of data in order to make the evaluations, with the risk of making mistakes.

Setting up this new service has made it necessary to update the "PELL Project Content Specifications - Public Lighting" by inserting the additional data necessary for the preparation of the related formats (static and dynamic data), such as, for example, the fields related to monthly consumption, referring to the twelve months prior to the upgrading of the system, the name of the lighting engineering project being evaluated, the descriptions of the lighting engineering project parameters, the list of fields relating to the electrical and energy quantities acquired daily (differentiating between single-phase and three-phase systems), etc.

The PELL methodology can be replicated to any public infrastructure. Therefore, since 2019 the development of three new forms has started, such as the PELL Schools [8] and PELL Hospitals forms (which are part of the PELL Public Buildings section), and the PELL Smart Services form (directly related to smart city services).

In 2022, the Water Resources PELL census form is also expected to be launched, with the aim of learning about, managing and improving the efficiency of a very important infrastructure, such as the water networks, which are distributed throughout the territory.

Anche in questi nuovi ambiti di applicazione del PELL, sono stati organizzati appositi Tavoli di Lavoro, frutto dell'attività di convergenza portata avanti da anni dall'ENEA, per coinvolgere gli stakeholder di ciascun settore oggetto di analisi.

2.5.3 Sviluppi futuri

Il PELL IP allo stato attuale consta di 14 Comuni italiani censiti per un totale di 93.090 Punti Luci, 1525 POD e 1574 Quadri Elettrici. Nei prossimi anni, teoricamente, solo con il Servizio Consip Luce 4 potrebbero essere censiti circa 1 milione di Punti Luce. Ovviamente a lungo termine l'ambizione del PELL è tale per cui si aspira a censire tutti gli impianti presenti sul territorio nazionale in quanto, solo in questo modo, la banca dati avrà tutte le informazioni necessarie a dare risposta ai quesiti ed informazioni a tutti gli interlocutori che continuamente si rivolgono al PELL.

L'avvio del PELL a nuove applicazioni, quali le infrastrutture degli Edifici Pubblici (Scuole e Ospedali), gli Smart Services e le Risorse Idriche sono l'esempio concreto dell'uso del modello gestionale definito dal progetto Lumière a qualsiasi infrastruttura presente sul territorio nazionale. È importante evidenziare che le nuove applicazioni alle Strutture Ospedaliere, agli Smart Services ed alle Risorse Idriche, sono in corso di sviluppo su espressa richiesta degli stakeholder che hanno manifestato la necessità di voler applicare il modello gestionale a queste infrastrutture. Nei prossimi anni il PELL sarà anche applicato agli Uffici Pubblici e probabilmente i Tribunali e Caserme, ambiti per i quali sono già pervenute le richieste.

In addition, special Working Tables were also organised in these new PELL application areas, the result of the convergence activity carried out for several years by ENEA, to involve the stakeholders of each sector being analysed.

2.5.3 Next steps

PELL IP includes 14 censused Italian municipalities, representing a total of 93,090 Lighting Points, 1525 PODs and 1574 Electrical Panels. In the coming years, with the CONSIP Luce 4 service alone, about 1 million lighting points could theoretically be censused. Obviously, in the long term, the ambition of PELL is to census all the systems throughout the country because this is the only way that the database will have all the necessary information to provide answers and information to all the stakeholders that continuously approach PELL.

The launch of PELL for new applications, such as Public Buildings, infrastructures (Schools and Hospitals), Smart Services and Water Resources are a concrete example of the use of the management model defined by the Lumière project for any infrastructure throughout the country. It is important to highlight that the new applications for Hospitals, Smart Services and Water Resources are being developed at the explicit request of stakeholders who have expressed the need to apply the management model to these infrastructures. In the coming years, PELL will also be applied to Public Offices and probably also to Courts and Barracks, areas for which requests have already been received.

2.6 La Smart City Platform

di *Angelo Frascella, Cristiano Novelli, Arianna Brutti, Nicola Gessa*

Nella letteratura scientifica il termine *Smart City* è stato ampiamente discusso [cfr. capitolo 1.2] e indipendentemente dalle sfumature che le si vogliano attribuire permane l'idea comune che una Smart City sia un sistema di sistemi che utilizza dati provenienti in tempo reale da diversi ambiti e che la realizzazione del sistema richieda un'accurata pianificazione strategica. Dunque, uno dei fattori abilitanti alla Smart City è rappresentato dalla disponibilità di un'infrastruttura tecnologica che consenta di raccogliere i dati urbani disponibili e di interpretarli correttamente, permettendo – in una fase successiva – di definire azioni di *governance* più efficaci in quanto basate su elementi di conoscenza concreta.

I dati della città sono solitamente raccolti e gestiti da diverse applicazioni software, che chiameremo “Soluzioni Verticali” (Solution), che si riferiscono a contesti applicativi specifici. Per esempio, sono soluzioni verticali della città le piattaforme della mobilità, o i sistemi ICT dei distributori della corrente elettrica o del gas, o la piattaforma di raccolta dati delle centraline di rilevamento di polvere sottili nell'aria, ecc. I Comuni, però, per mancanza di fondi, o a causa di urgenze o ancora perché non dispongono di personale specializzato, finanziano a società esterne l'implementazione di una singola applicazione

2.6 The Smart City Platform

by *Angelo Frascella, Cristiano Novelli, Arianna Brutti, Nicola Gessa*

The term *Smart City* has been widely discussed in the scientific literature [see chapter 1.2] and regardless of the nuances one might wish to attribute to it, the most widely accepted idea is that a Smart City is a system of systems that uses real-time data from different domains and that the implementation of the system requires careful strategic planning. Therefore, one of the enabling factors for the Smart City is the availability of a technological infrastructure that enables the collection and correct interpretation of available urban data, allowing the definition of *governance* actions at a later stage that are more effective because they are based on concrete knowledge.

City data are usually collected and managed by various software applications, which we will call “Vertical Solutions”, that relate to specific application contexts. For example, mobility platforms, or the ICT systems of electricity or gas distributors, or the platform for gathering data from airborne fine particle detection units, etc. are vertical solutions for the city.

Municipalities, on the other hand, due to lack of funds, urgency or lack of specialised staff, tend to finance the implementation of individual “smart” applications (e.g. smart traffic cameras, smart lamp posts, etc.)

“intelligente” (per esempio telecamere intelligenti per il controllo del traffico, pali della luce intelligenti, ecc.) accorgendosi poi solo a posteriori che le diverse applicazioni intelligenti loro fornite non sono in grado di comunicare fra di loro. Infatti in assenza di una strategia globale della municipalità, il fornitore della “soluzione verticale” nel migliore dei casi, ha imposto il proprio “linguaggio” di scambio dati, molto spesso proprietario, chiuso e specifico per quel dominio applicativo; addirittura alcune volte limita l’accesso solo a risultati espressi per mezzo di grafici e tabelle generati dai propri server.

Il requisito di cui stiamo parlando, cioè la “capacità di due o più reti, sistemi, dispositivi, applicazioni o componenti di scambiare informazioni, secondo sequenze ‘richiesta-risposta’ concordate, condividendone il significato, e di usarle in modo semplice, sicuro ed efficace, minimizzando gli inconvenienti per l’utente” [1] o in parole più semplici la capacità di scambiarsi dati e di essere poi in grado di utilizzarli senza ulteriori azioni di traduzione, prende il nome di interoperabilità. Per avere qualche esempio dei vantaggi che l’interoperabilità porta nella vita quotidiana, pensiamo alla possibilità di usare lo stesso cellulare e la stessa SIM quando andiamo all’estero su reti straniere, o alla capacità di scambiare e-mail fra sistemi operativi diversi e software diversi. Sono requisiti che diamo per scontati ma richiedono, da una parte, la costruzione di protocolli (ovvero insiemi di regole di comunicazioni che devono poggiare l’uno sull’al-

by external companies and only later realise that the various smart applications provided are not able to communicate with each other. In fact, in the absence of a global strategy on the part of the municipality, the provider of the “vertical solution” will at best impose its own data exchange “language”, very often proprietary, closed and specific to that application domain; sometimes it may even restrict access only to results displayed through graphs and tables generated by its own servers.

The requirement we are talking about, i.e. the “ability of two or more networks, systems, devices, applications or components to exchange information, according to agreed ‘request-response’ sequences, sharing its meaning, and to use that information in a simple, secure and effective way, and with minimal user inconvenience” [1] or, in simpler words, the ability to exchange data and subsequently use it without further translation, is known as interoperability. To mention just a few examples of the benefits that interoperability can bring to our daily lives, think of how we can use the same mobile phone and the same SIM when we go abroad on foreign networks, or the ability to exchange emails between different operating systems and different software. We take these requirements for granted, but they require, on the one hand, the construction of protocols (i.e. sets of communication rules that must be mutually supported)

tro) che definiscono compiutamente ogni aspetto, dal canale attraverso cui si comunica fino al significato dei dati scambiati, dall'altra parte che gli stakeholder di sistema concordino di usare i protocolli stessi [Fig. 1] [2] e al momento non vi sono piattaforme orizzontali dominanti che possano garantire questo requisito [3].

that fully define every aspect, from the communication channel to the meaning of the exchanged data, and, on the other hand, that system stakeholders agree to actually use those protocols [Fig. 1] [2]. At the moment, however, there are no dominant horizontal platforms that can guarantee this requirement [3].

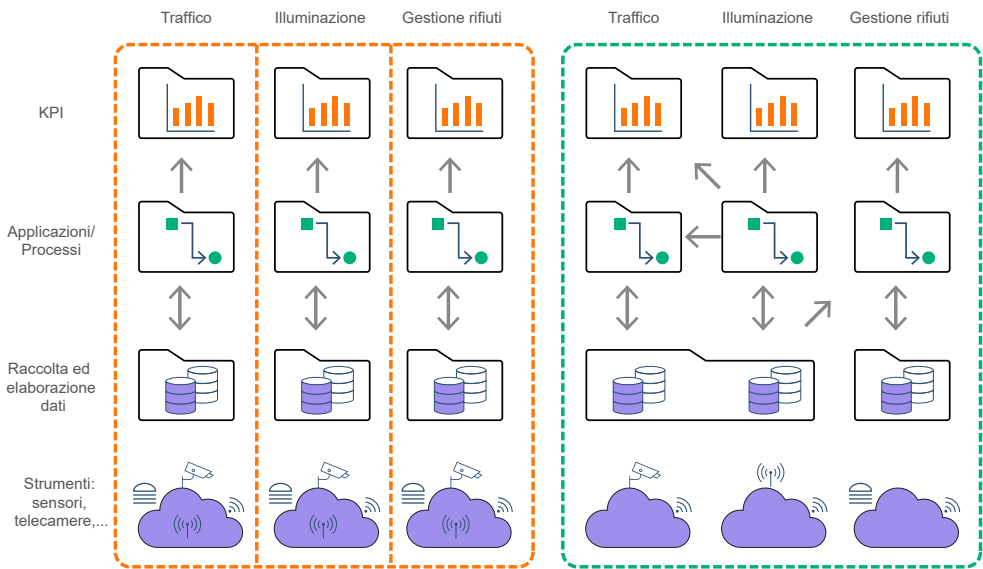


Fig. 1 – Silos verticali VS Sistemi interoperabili

Grazie ai protocolli interoperabili una municipalità potrebbe, per esempio, disporre di strumenti per raccogliere i dati e monitorare le proprie performance in diversi settori (come il traffico, i consumi energetici degli edifici pubblici, ecc.), permettere l'accesso a tali dati da parte di stakeholders urbani e confrontare i propri indici di prestazione con quelli delle altre città.

Thanks to interoperable protocols, a municipality could, for example, have tools to collect data and monitor its own performance in different sectors (such as traffic, energy consumption of public buildings, etc.), allow access to this data by urban stakeholders and compare its performance indicators with those of other cities.

2.6.1 La Smart City Platform Specification (SCPS)

Non avendo trovato in letteratura una metodologia completa e utilizzabile, ENEA ha definito un insieme di specifiche per abilitare l'interoperabilità tra sistemi, le Smart City Platform Specification for interoperability layer (SCPS), organizzate in cinque diversi documenti (specifiche), ciascuno dei quali è dedicato a un insieme distinto di problematiche da risolvere per stabilire una comunicazione interoperabile. Ogni specifica è pensata per essere il più possibile indipendente dalle altre, per favorire un'adozione progressiva delle SCPS (è quindi possibile implementare e adottare solo un sottoinsieme delle specifiche, anche se questo potrebbe implicare una mancanza di piena interoperabilità con altri sistemi).

Uno dei concetti chiave fondamentali delle specifiche SCPS è quello di Urban Dataset: questo termine indica il formato condiviso per rappresentare i dati da scambiare tra SCP e Solution verticali. Un messaggio costruito secondo tale formato contiene al proprio interno sia un insieme di dati che tutte le informazioni necessarie a comprenderli e interpretarli. In pratica un messaggio UrbanDataset è un insieme strutturato di dati che riassumono informazioni significative sulla Smart City relativamente a un certo intervallo di tempo e di spazio. A tale scopo sono "etichettati" con l'identità, le coordinate spaziali e temporali del sistema che li ha prodotti.

Alcuni esempi di messaggi UrbanDataset sono il consumo energetico giorno-

2.6.1 The Smart City Platform Specification (SCPS)

Having failed to find a complete and usable methodology in the literature, ENEA has defined a set of specifications to enable interoperability between systems, the Smart City Platform Specification for interoperability layer (SCPS), set out in five different documents (specifications), each of which is dedicated to a distinct set of issues to be resolved in order to establish interoperable communication. Each specification is designed to be as independent as possible from the others, in order to facilitate a phased adoption of SCPS (it is therefore possible to implement and adopt only a subset of the specifications, although this could mean less than full interoperability with other systems).

One of the key concepts of the SCPS specification is the Urban Dataset: this term indicates the shared format to represent the data to be exchanged between SCP and vertical solutions. A message structured according to this format contains a set of data as well as all the information needed to understand and interpret that data.

In practice, an UrbanDataset message is a structured set of data that summarises key information about the Smart City over a certain interval of time and space. For this purpose, the data are "tagged" with the identity, as well as the space and time coordinates of the system that produced them.

Some examples of UrbanDataset messages are the daily energy consump-

liero di un edificio pubblico, il report con le anomalie funzionamento impianto di depurazione acque o le rilevazioni di una stazione meteo.

Un altro concetto chiave delle SCPS è l'UrbanDatasetGateway: un web service per mandare gli UrbanDataset alla SCP e per riceverli da essi, rispettando i permessi di accesso e produzione immagazzinati nel database Registry della SCP.

La realizzazione delle SCPS ha richiesto un'approfondita analisi del problema dell'interoperabilità da tre differenti prospettive: gli aspetti relativi all'Interoperabilità organizzati e raggruppati su cinque diversi livelli, i sistemi verticali eterogenei da cui arrivano i dati e il livello di aggregazione dei dati stessi (Sorgenti/Sensori, Piattaforma verticale locale, Piattaforma Smart City) [Fig. 2]

tion of a public building, a report with anomalies in the operation of a water purification plant or the readings of a weather station.

Another key concept of the SCPS specification is the UrbanDatasetGateway: a web service to send the UrbanDataset to the SCP and to get UrbanDataset from the SCP, respecting the production and access permits stored in the Registry database of the SCP.

Drafting the SCPS required an in-depth analysis of the interoperability problem from three different perspectives: interoperability aspects organised and grouped on five different levels, the heterogeneous vertical systems from which the data arrive and the level of aggregation of the data themselves (Sources/Sensors, Local Vertical Platform, Smart City Platform)[Fig. 2].

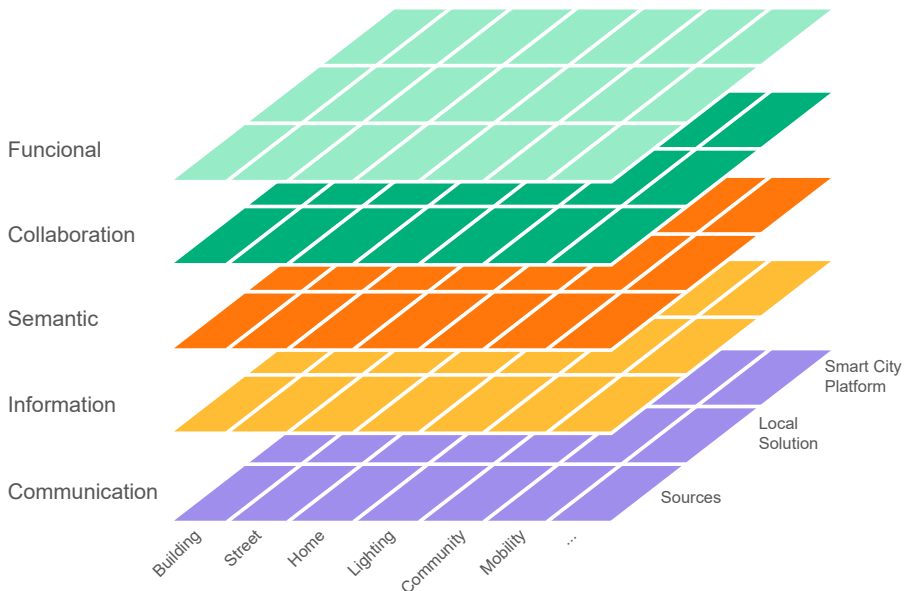


Fig. 2 – Le “dimensioni” dell’interoperabilità

Le specifiche SCPS sono così organizzate in cinque documenti: Functional, Collaboration, Semantic, Information e Communication [Fig. 3]. Segue la descrizione delle specifiche SCPS.

The SCPS specifications are therefore set out in five documents: Functional, Collaboration, Semantic, Information and Communication [Fig. 3]. A description of SCPS specifications is provided below.

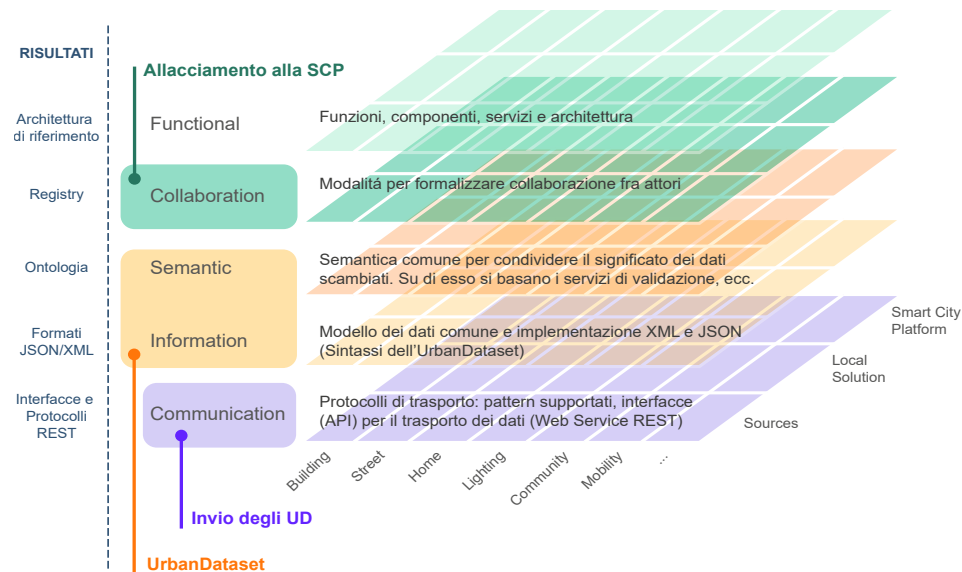


Fig. 3 – Le specifiche SCPS e i livelli d’interoperabilità

2.6.1.1 Specifica “Functional”

La specifica “Functional” descrive i concetti chiave delle SCPS, l’architettura della SCP e i suoi componenti, le funzionalità che deve presentare e le interazioni con le soluzioni a essa connesse. In particolare fra i componenti della SCP ricordiamo l’ontologia, l’UrbanDataset Gateway e il Registro, L’ontologia è il componente che definisce le strutture semantiche degli Urban

2.6.1.1 “Functional” specification

The “Functional” specification describes the key concepts of the SCPS, the architecture of the SCP and its components, the functions it must provide and interactions with related solutions. Key components of the SCP include the ontology, the UrbanDataset Gateway and the Registry. The ontology is the component that defines the semantic structures of the

Dataset, oltre a classificarle in categorie e sottocategorie. L'ontologia è indipendente dall'implementazione della Smart City Platform ed esterno a essa; ciò ne consente un utilizzo condiviso con altre piattaforme basate su SCPS.

L'Urban Dataset Gateway permette di inviare e ricevere UrbanDataset. Di fatto si tratta di un unico Web Service RESTful. Il Registro è un database che gestisce le informazioni relative alle collaborazioni tra Smart City Platform e soluzioni, dal punto di vista di chi produce e accede agli Urban Dataset.

2.6.1.2 Specifica “Collaboration”

Il dialogo tra la piattaforma orizzontale Smart City (SCP) e le soluzioni verticali, realizzato attraverso lo scambio di UrbanDataset, implica la gestione di un notevole insieme di informazioni (es. i dataset già inviati, chi li produce, chi vi accederà, in quale formato le informazioni sarà rappresentato, quale protocollo di trasporto dati verrà adottato, ecc.).

La specifica “Collaboration” delle SCPS fornisce un approccio per gestire questo insieme di informazioni, attraverso la descrizione dei ruoli appropriati per ogni utente della Piattaforma Smart City (sviluppatore, amministratore, gestore della soluzione, cittadino) e il modo in cui ciascuno di essi interagisce con la Piattaforma attraverso l'interfaccia utente grafica (GUI). Inoltre essa descrive le fasi della definizione di una collaborazione, cioè la scelta degli UrbanDataset che verranno inviati dall'applicazione, la registrazione della soluzione presso una SCP e la definizione della perio-

Urban Datasets and classifies them into categories and subcategories. The ontology is independent of the Smart City Platform implementation and external to it; this allows for shared use with other SCPS-based platforms.

The Urban Dataset Gateway allows UrbanDatasets to be sent and received. It is in fact a single RESTful Web Service.

The Registry is a database that manages information about collaboration between Smart City Platforms and solutions, from the point of view of those who produce and access Urban Datasets.

2.6.1.2 “Collaboration” specification

The communication between the horizontal Smart City platform (SCP) and the vertical solutions, implemented through the exchange of UrbanDatasets, involves the management of a sizeable set of information (e.g. the datasets already sent, who produces them, who will access them, the format in which the information will be represented, the data transport protocol that will be adopted, etc.)

The SCPS “Collaboration” specification details an approach to manage this set of information by describing the appropriate roles for each user of the Smart City Platform (developer, administrator, solution operator, citizen) and how each of them interacts with the Platform through the graphical user interface (GUI). It also describes the steps for defining a collaboration, i.e. choosing the UrbanDatasets to be sent by the application, registering the solution with a SCP and defining the frequency with

dicità con cui quegli UrbanDataset verranno inviato. In questa specifica si definiscono inoltre diversi identificatori “parlanti”, essenziali per il funzionamento corretto della piattaforma che permettono di identificare in modo univoco, per esempio, la soluzione che sta inviando l’UrbanDataset e ma anche gli UrbanDataset prodotti da una specifica soluzione.

2.6.1.3 Specifica “Semantic”

La specifica “semantica” ha come scopo la riduzione o l’eliminazione della confusione terminologica tramite la definizione di un “vocabolario” condiviso e comprensibile da strumenti software, che prende il nome di ontologia. La definizione dell’ontologia rappresenta, dunque, un terreno comune per la risoluzione delle ambiguità semantiche [4]. In particolare nelle SCPS, l’ontologia è il “posto” in cui vengono definiti ufficialmente i diversi UrbanDataset disponibili (per esempio WeatherCondition, che rappresenta l’insieme dei dati relativi alle condizioni del tempo misurate da una stazione di rilevamento meteo), il loro contenuto (per esempio, nel caso dell’UD WeatherCondition, le varie grandezze quali l’umidità dell’aria, la temperatura, ecc. che vengono inviate nelle righe dell’UD) e gli strumenti informatici per utilizzarli. L’ontologia SCPS non è statica e definita una volta per tutte, ma è un’entità dinamica destinata a crescere man mano che si manifesta l’esigenza di introdurre nuovi UrbanDataset e nuove grandezze. Inoltre nella specifica semantica sono definiti diversi strumenti in-

which those UrbanDatasets will be sent. This specification also defines several “speaking” identifiers, which are essential for the platform to function properly and which make it possible to uniquely identify, for example, the solution that is sending the UrbanDataset but also the UrbanDatasets produced by a specific solution.

2.6.1.3 “Semantic” specificatio

The “semantic” specification aims to reduce or eliminate terminological confusion by defining a “vocabulary” shared and understood by software tools, which is referred to as an ontology. The definition of the ontology therefore represents a common ground for resolving semantic ambiguities [4].

In particular, in SCPS, the ontology is the “place” where the various UrbanDatasets (e.g. WeatherCondition, which represents the set of data related to weather conditions measured by a weather station), their content (e.g. in the case of the WeatherCondition UD, the various quantities such as air humidity, temperature, etc. that are sent in the UD rows) and the IT tools to use them are officially defined.

The SCPS ontology is not static and defined once and for all. Instead, it is a dynamic entity that is intended to grow as the need to introduce new UrbanDatasets and new quantities arises. Moreover in the semantic specification several IT tools are defined. The IT tools associated with the semantic specification allow the ontology to be

formatici. Essi permettono di consultare l'ontologia, generare gli archetipi necessari (per esempio i template JSON o XML vuoti degli UD, i file schematron per validarli e la documentazione relativa) ed effettuare la validazione degli UD.

2.6.1.4 Specifica "Information"

La specifica "information" definisce invece il modello dei dati astratto, cioè una rappresentazione indipendente dalla sintassi, del contenuto degli UrbanDataset. Tale modello è composto da tre parti: le specifiche, il contesto e i valori.

consulted, the necessary archetypes to be generated (e.g. the empty JSON or XML templates of the UD, the schematron files to validate them and the related documentation) and the UD to be validated.

2.6.1.4 "Information" specification

The "information" specification defines the abstract data model, that is, a syntax-independent representation of the content of UrbanDatasets.

This model consists of three parts: specifications, context and values.

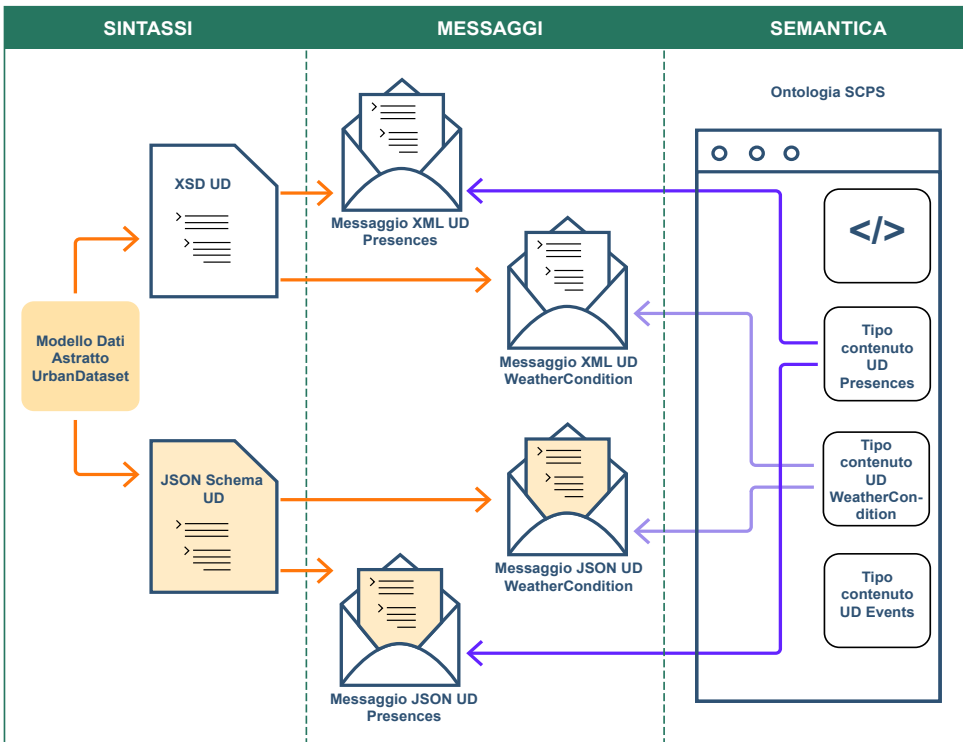


Fig. 4 – Sintassi e Semantica degli UrbanDataset

La sezione “specifiche” di un UrbanDataset contiene meta-informazioni che descrivono l’UrbanDataset (se si stanno usando le SCPS in modo completo, qui viene descritto il contenuto associato all’UrbanDataset nell’ontologia, escludendo eventuali valori opzionali che non verranno utilizzati).

La sezione “contesto” contiene informazioni che contestualizzano l’UrbanDataset (per esempio le coordinate o la timezone correlata alla marca temporale). I “valori”, infine, sono i dati veri e propri, definiti come coppia chiave-valore. Inoltre la specifica “Information” definisce una sintassi JSON e una sintassi XML per rappresentare l’UrbanDataset. Il modo in cui la specifica “Semantic” e quella “Information” contribuiscono alla definizione dell’UrbanDataset è illustrata nella Figura 4.

2.6.1.5 Specifica “Communication”

Infine la specifica “communication” definisce i pattern architetturali per la comunicazione, le interfacce (API) dei WebService RESTFUL da usare e le Best Practice che indicano l’ordine corretto con cui richiamare tali API. Fra i metodi definiti da questi WS vi sono quelli per fare il login, per inviare gli UrbanDataset (push) o per richiedere l’ultimo inviato (lastRequest), tutti quelli inviati di uno stesso tipo (basicRequest) o farne ricerche su intervalli di tempo e spazio (specificRequest).

The “specifications” section of an UrbanDataset contains meta-information that describe the UrbanDataset (if SCPS are being used completely, this is where the content associated with the UrbanDataset in the ontology is described, excluding any optional values that will not be used).

The “context” section contains information that contextualises the UrbanDataset (for example, the coordinates or time zone related to the timestamp). Lastly, the “values” are the actual data, defined as key-value pairs. In addition, the “Information” specification defines a JSON syntax and an XML syntax to represent the UrbanDataset. The way that the “Semantic” and “Information” specifications contribute to the definition of the UrbanDataset is illustrated in Figure 4.

2.6.1.5 “Communication” specification

Finally, the “communication” specification defines the architectural patterns for communication, the interfaces (APIs) of the RESTFUL Web Services to be used, and Best Practices indicating the correct order in which to call these APIs. The methods defined by these Web Services include those for logging in, sending UrbanDatasets (push) or requesting the last one sent (lastRequest), all those sent of the same type (basicRequest) or for searching for them in time and space ranges (specificRequest).

2.6.2 I vantaggi dell'adesione alle SCPS

Chi volesse aderire agli SCPS dovrebbe partire dalla specifica "functional" e poi gradualmente supportare le altre, adattando il proprio sistema SCP preesistente o costruendone uno da zero in modo che all'interfaccia fra piattaforma e applicazioni verticali tutti i requisiti previsti dalla SCPS vengano supportati.

Una piattaforma Smart City che ha aderito alle specifiche SCPS può usarla sia per comunicare con le Soluzione Verticali che forniscono dati dalla città, sia per permettere alle Soluzioni verticali di comunicare fra loro. Nel primo caso la municipalità disporrà di monitoraggio centralizzato della gestione della città dai diversi gestori. Nel secondo si potranno riutilizzare dati provenienti da soluzioni diverse, ma che insistono sullo stesso tessuto urbano, permettendo nuove applicazioni. Per esempio i dati della mobilità potrebbero essere utilizzati per effettuare logiche di risparmio nell'illuminazione pubblica.

La comunicazione interoperabile può essere instaurata nel momento in cui ogni soluzione verticale aderisce al linguaggio comune offerto dalle specifiche SCPS e così può inviare uno o più UrbanDataset (rispettando una certa sintassi JSON e utilizzando un client web service che rispetti l'interfaccia data). Oltre a essere un potente strumento per monitorare la città con un cruscotto unificato, il valore aggiunto nell'uso di questa metodologia basata sulle specifiche SCPS è quello di mettere a disposizione un insieme di dati armonizzati; in altre parole, chi utilizzerà questi dati, sia esso un servizio per i citta-

2.6.2 Benefits of adhering to SCPS

Those wishing to adhere to SCPS should start with the "functional" specification and then gradually support the others, either by adapting their existing SCP system or by building one from scratch so that all SCPS requirements are supported at the interface between the platform and vertical applications.

A Smart City platform adhering to the SCPS specifications can use the platform both to communicate with the Vertical Solutions providing data from the city and to enable the Vertical Solutions to communicate with each other. In the first case, the municipality will have centralised monitoring of the management of the city by the various operators. In the second case, it will be possible to reuse data from different solutions, but still in the same urban fabric, allowing new applications. For example, mobility data could be used to implement savings logic in public lighting.

Interoperable communication can be established when each vertical solution adheres to the common language offered by the SCPS specifications and can therefore send one or more UrbanDatasets (conforming to a certain JSON syntax and using a web service client that complies with the data interface). Besides being a powerful tool for monitoring the city through a unified dashboard, the added value in using this methodology based on the SCPS specification is that it provides a harmonised data set; in other words, whoever uses this data, be it a service for citizens or a

dini o una soluzione verticale, potrà farlo utilizzando il linguaggio comune (formato, protocollo e interfacce comuni).

Questo approccio ambisce a consentire alle municipalità di svincolarsi dal dover utilizzare applicazioni software proprietarie, richiedendo i dati (UrbanDataset) per monitorare la gestione in sede di bando di gara.

Ne trarrebbero vantaggio, però, anche i produttori di software che potrebbero puntare su un mercato più ampio (una Soluzione che aderisse alle SCPS sarebbe facilmente replicabile in un'altra città e la connessione a una seconda piattaforma di gestione della smart city diventerebbe automatico).

Aderire alle specifiche SCPS significa adottare un'interfaccia di comunicazione che rispetti le regole stabilite dalle stesse. Dal punto di vista della municipalità questo significa ottenere una piattaforma conforme alle specifiche SCPS. Questo può essere fatto modificando la propria piattaforma preesistente, aderendo alle specifiche SCPS, acquistando una piattaforma SCPS-compliant sviluppata da terzi (o sviluppandola, se ne hanno le competenze) oppure richiedendo a ENEA di utilizzare il prototipo SCP sviluppato.

Una volta che la municipalità sia venuta in possesso della piattaforma, dovrà prevedere il vincolo di conformità alle SCPS, nei bandi dei servizi smart che si emettono, cioè dovrà richiedere ai propri fornitori di essere conformi alle specifiche.

In tal senso, se le SCPS costituiscono la proposta tecnica, il loro utilizzo nei bandi sarebbe la leva in grado di mettere d'ac-

vertical solution, will be able to do so by using the common language (common format, protocol and interfaces).

This approach aims to allow municipalities to free themselves from having to use proprietary software applications, by requesting the data (UrbanDataset) to monitor operations during the tendering process.

It would also benefit software producers, who could target a wider market (a SCPS compliant solution could be easily replicated in another city and connection to a second smart city management platform would become automatic).

Adhering to SCPS specifications means adopting a communication interface that complies with the rules set out in the specifications. From the point of view of the municipality, this means obtaining a platform that complies with the SCPS specifications. This can be achieved by modifying the municipality's existing platform, by adhering to the SCPS specifications, by purchasing a SCPS-compliant platform developed by a third party (or by developing it, if the skills are available) or by requesting ENEA for use of the developed SCP prototype.

Once the municipality has acquired the platform, it will have to include the requirement to comply with the SCPS in the calls it issues for tenders for smart services, in other words, it will have to require its suppliers to comply with the specifications.

In this sense, if the SCPS are the technical proposal, their use in calls for tenders would be the lever capable of bringing

cordo produttori di software e gestori di utility attorno a un comune riferimento.

Questo modo di procedere è già stato sperimentato con successo con le specifiche PELL [cfr. capitolo 2.5], adottate nei bandi CONSIP, ed è pertanto questo il modello che si intende replicare con le SCPS.

2.6.3 La Smart City Platform di ENEA

Oltre alle specifiche SCPS (e una serie di strumenti software sviluppati per facilitarne l'adozione) i laboratori ENEA hanno sviluppato un prototipo software completo di piattaforma Smart City, che implementa le specifiche SCPS, denominato Smart City Platform (SCP); tale prototipo permette di instaurare una comunicazione interoperabile con le diverse soluzioni verticali, ottenendo uno strumento di monitoraggio centralizzato, e permette il recupero dei dati raccolti ai sistemi terzi abilitati che li richiedono. Ciascuna di queste soluzioni verticali, che riguarda uno specifico dominio (per esempio quello del traffico), sarà completa e autonoma, ossia in grado di raccogliere i dati, elaborarli, memorizzarli, senza che ulteriori vincoli debbano essere imposti sull'organizzazione interna. Tuttavia ciascuna soluzione verticale potrà fornire dati interscambiabili, con diversa granularità spaziale e temporale a seconda degli accordi presi con il comune, alla SCP.

Passando a una scala maggiore, si è esteso questo approccio realizzando un prototipo su scala nazionale, denominato inter-SCP (iSCP), cioè una piattaforma ICT basata sulle specifiche SCPS che consente la comunicazione tra una iSCP

software producers and utility operators together around a common reference.

This approach has already been successfully tested with the PELL specifications [see chapter 2.5], adopted in CONSIP tenders, and is therefore the model that we intend to replicate with SCPS.

2.6.3 The ENEA Smart City Platform

In addition to the SCPS specifications (and a series of software tools developed to facilitate their adoption), ENEA laboratories have developed a complete software prototype of the Smart City platform, that implements the SCPS specifications. It is called SCP (Smart City Platform). This prototype allows interoperable communication to be established with the different vertical solutions, resulting in a centralised monitoring tool, and enables the retrieval of collected data by third-party enabled systems that require them. Each of these vertical solutions, that concerns a specific domain (e.g. traffic), will be complete and autonomous, i.e. able to collect data, process them, store them, without further constraints being imposed on the internal organisation. However, each vertical solution will be able to provide interchangeable data – with different spatial and temporal granularity depending on the agreements with the municipality – to the SCP.

Moving to a larger scale, this approach was extended by implementing a prototype on a national scale, called inter-SCP (iSCP). This is an ICT platform based on the SCPS specification that allows

(piattaforma ICT su scala nazionale) e N SCP (piattaforme ICT su scala cittadina), allo scopo di recuperare da ogni città un certo insieme di dati armonizzati e così poter avere un monitoraggio centralizzato della gestione sul territorio nazionale. La stessa piattaforma iSCP inoltre permette la comunicazione tra SCP, allo scopo di condividere KPI e dati urbani per agevolare il confronto diretto ma anche per riutilizzare dati che insistono sullo stesso territorio nazionale per migliorare i servizi finali per il cittadino.

La comunicazione interoperabile tra Smart City Platform cittadine può essere instaurata nel momento in cui ogni SCP (o piattaforma ICT equivalente per la gestione della Smart City) aderisce al linguaggio comune offerto dalle specifiche SCPS e così può abilitare lo scambio di uno o più UrbanDatasets (sempre rispettando la sintassi JSON e il protocollo web service definiti dalle specifiche).

Il monitoraggio dei dati urbani energetici (ma non solo) su scala nazionale potrebbe essere uno strumento fondamentale per avere la conoscenza del territorio e pianificare interventi che, gradualmente, trasformino le città in Smart City, andando ad attuare, contemporaneamente, un approccio bottom-up per il recupero dei dati già gestiti dalle soluzioni verticali esistenti nelle città e un approccio top-down per il recupero dei dati urbani necessari per pianificare una governance che tenga conto di sostenibilità e ambiente.

Una SCP permette di abilitare il monitoraggio su una città o distretto e può abilitare anche la comunicazione tra so-

communication between one iSCP (ICT platform on a national scale) and N SCPs (ICT platforms on a city scale), in order to retrieve a certain set of harmonised data from each city and thus be able to have a centralised monitoring of operations around the country.

The same iSCP platform also allows communication between SCPs and urban data to facilitate direct comparison but also to reuse data from the same national territory in order to improve the end services for the citizen.

Interoperable communication between Smart City Platforms of cities can be established when each SCP (or equivalent ICT platform for Smart City management) adheres to the common language provided by the SCPS specifications and can therefore enable the exchange of one or more UrbanDatasets (always conforming to the JSON syntax and the web service protocol defined by the specifications).

Monitoring of urban energy data (but not only) on a national scale could be a fundamental tool to gain knowledge of the territory and plan interventions that gradually transform cities into Smart Cities, by implementing, in tandem, a bottom-up approach to retrieve data already managed by existing vertical solutions in cities and a top-down approach to retrieve the urban data needed to plan a governance that takes sustainability and environment into consideration.

An SCP enables monitoring of a city or district as well as communication between vertical solutions in the

luzioni verticali della stessa città; la iSCP, utilizzando lo stesso approccio, permette di abilitare il monitoraggio su scala nazionale e può abilitare la comunicazione tra SCP di diverse città.

L'approccio ENEA basato su specifiche pubbliche SCPS è quindi di una metodologia ripetibile e modulare, che prevede un'architettura multilivello espandibile a piacere; si potrebbe ipotizzare un livello intermedio di piattaforme agenti su scala regionale o, spingendo il ragionamento all'estremo, si potrebbe ipotizzare una piattaforma ICT su scala europea che, utilizzando lo stesso approccio, raccoglierebbe i dati dai diversi stati membri.

2.6.4 Progetti in cui è usata la SCP

Per verificare l'utilizzabilità delle SCPS, come detto sopra, l'ENEA ha implementato il proprio prototipo SCP che aderisce alle SCPS. Tale prototipo è stato utilizzato inizialmente in test interni all'ENEA, ma è in uso in diversi progetti. Fra essi citiamo come esempio il progetto DARE (finanziato dal programma europeo Urban Innovative Action), in cui tra l'altro è stata sperimentata l'esportazione della SCP ENEA in un server di un partner, per la raccolta di dati da alcuni edifici abitativi e scolastici, e da centraline esterne relativi a consumo di energia, qualità dell'aria e condizioni meteo. Inoltre all'interno del progetto ES-PA (finanziato dal programma PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020) si sta mettendo in piedi uno scambio di dati con ENGIE per la raccolta di dati presso il comune di Livorno.

same city; using the same approach, the iSCP enables monitoring on a national scale and can enable communication between SCPs in different cities.

The ENEA approach based on SCPS public specifications is therefore a repeatable and modular methodology, with a multilevel architecture that can be expanded at will. One could envisage an intermediate level of platforms acting on a regional scale or, taking the reasoning to the extreme, one could envisage an ICT platform on a European scale that, using the same approach, would collect data from the various member states.

2.6.4 Projects where SCP is used

To verify the usability of SCPS, as mentioned above, ENEA has implemented its own SCP prototype that conforms to the SCPS. This prototype was initially used in ENEA internal tests, but is now in use in several projects.

One example is the DARE project (funded by the European Urban Innovative Action programme), where the export of the ENEA SCP to a partner's server was tested in order to collect data on energy consumption, air quality and weather conditions from some residential and school buildings, and from external control units.

Furthermore, as part of the ES-PA project (funded by the 2014-2020 Governance and Institutional Capacity national operating programme) a data exchange with ENGIE is being set up for the collection of data from the municipality of Livorno.

2.6.5 Sviluppi futuri

Nei prossimi mesi le SCPS e la SCP verranno sperimentati sul campo. Questo sta già portando all'individuazione e alla risoluzione di alcune criticità della prima versione. La versione 2.0 delle SCPS che sarà rilasciata a breve sarà perciò più solida e meglio rispondente alle esigenze delle municipalità. Inoltre più verrà utilizzato la SCP nei casi reali, più l'ontologia diverrà rappresentativa dei dataset necessarie alle applicazioni Smart City. Inoltre sta iniziando lo sviluppo di uno strumento informatico pensato per facilitare la proposta di nuovi UrbanDataset da parte di municipalità e aziende.

Dal punto di vista delle SCP si sta lavorando per creare uno strato applicativo per utilizzare i dati raccolti, in prima istanza per rappresentare graficamente i dati e permettere per la visualizzazione immediata dello stato della Smart City.

Si sta lavorando anche alla realizzazione di una SCP di livello superiore inter Smart City Platform (iSCP), che raccolga dalle diverse SCP KPI appositamente progettati. Questo permetterà la generazione di benchmark e il confronto della propria città con tali benchmark.

2.6.5 Next steps

In the coming months, SCPS and SCP will be field-tested. This is already leading to the identification and resolution of some criticalities of the first version. Version 2.0 of the SCPS to be released shortly will therefore be more robust and more responsive to the needs of municipalities. Furthermore, the more the SCP is used in real-world cases, the more the ontology will become representative of the datasets needed for Smart City applications.

In addition, development is beginning on an IT tool designed to facilitate the proposal of new UrbanDatasets by municipalities and companies.

From the SCP point of view, work is underway to create an application layer to use the collected data, in the first instance to graphically represent the data and enable an immediate view of the state of the Smart City.

Work is also underway to create a higher level SCP – the inter Smart City Platform (iSCP), which will collect specially designed KPIs from the different SCPs. This will allow the generation of benchmarks and the comparison of one's own city with these benchmarks.

2.7 Città sicure e sostenibili

di Maurizio Pollino, Sergio Taraglio

Una città più sicura e sostenibile passa attraverso la realizzazione di strumenti per il monitoraggio e la gestione ottimale dell'esistente, la pianificazione e la definizione delle strategie più adatte alle sfide del futuro e, non ultima, la disponibilità di applicazioni per l'analisi e l'elaborazione di grandi quantità di dati. In particolare nelle aree metropolitane, dove è fondamentale la tutela dei cittadini e dei beni, i processi decisionali in situazioni critiche dipendono dalla disponibilità e dall'analisi di un ampio numero di informazioni relative alla sicurezza del territorio e al funzionamento delle infrastrutture tecnologiche che forniscono servizi primari (come i sistemi elettrici e di comunicazione) ed alla gestione delle emergenze.

Alla luce di tutto ciò, quindi, la sicurezza della città e degli asset in essa presenti (sistema elettrico, reti tecnologiche, sistema industriale, infrastrutture strategiche) rappresenta un fattore di estrema rilevanza.

La forma più avanzata di protezione di tutti questi sistemi non è più tanto il rendere tali sistemi invulnerabili quanto piuttosto migliorare la "resilienza", ossia la loro capacità di rispondere efficacemente ad una "perturbazione" che ne riduca il funzionamento, ripristinando rapidamente un livello di servizio in grado di soddisfare le esigenze dei cittadini.

2.7 Safe and sustainable cities

by Maurizio Pollino, Sergio Taraglio

A safer and more sustainable city develops through the implementation of tools for monitoring and optimal management of the existing situation, the planning and definition of strategies best suited to the challenges of the future and, last but not least, the availability of applications for the analysis and processing of large quantities of data.

Particularly in metropolitan areas, where the protection of citizens and assets is fundamental, decision-making processes in critical situations depend on the availability and analysis of a large amount of information relating to the security of the territory and the operation of the technological infrastructures that provide primary services (such as electrical and communication systems) and the management of emergencies.

With all this in mind, therefore, the security of the city and its assets (electrical system, technological networks, industrial system, strategic infrastructure) is an extremely important factor.

The most advanced form of protection for all these systems is no longer so much about making them invulnerable as it is about improving their "resilience", i.e. their ability to respond effectively to a "disturbance" that may reduce their operation and to quickly restore a level of service that can meet the needs of citizens.

In un contesto come quello attuale, dove le sollecitazioni sono molteplici e si avvicendano con continuità e rapidità, il concetto di resilienza è rapidamente assunto al ruolo di proprietà guida per la pianificazione e lo sviluppo di città sicure e sostenibili. Ed è proprio qui che si inserisce la tematica cruciale della protezione delle infrastrutture critiche, viste come elementi essenziali dell'erogazione dei servizi primari ai cittadini. Per la loro gestione efficiente ed il loro monitoraggio costante, quindi, sono necessarie soluzioni in grado di affrontare le diversificate esigenze di tipo tecnologico, ambientale, sociale, ecc.

2.7.1 La sicurezza delle infrastrutture

Gli aspetti relativi alla sicurezza ed alla efficienza delle infrastrutture critiche e la loro protezione da interferenze esterne sono al centro dell'Agenda Europea ed Internazionale da ormai molti anni. L'utilizzo di strumenti efficaci per supportare le azioni di previsione e gestione delle emergenze è pertanto fondamentale al fine della definizione di una strategia per la riduzione dei danni. Tale forma di protezione può essere realizzata attraverso lo sviluppo di sistemi di analisi e supporto (quali ad esempio i *Decision Support Systems*, DSS) e di piattaforme che siano in grado di esaminare e gestire le situazioni di vulnerabilità e di rischio e, conseguentemente, definire operazioni e strategie da attuare per rispondere a tali condizioni [1].

In simili contesti, strategie di valutazione dei rischi e approcci alla mitigazione di im-

In a context such as the current one, where stresses are many and arise continually and rapidly, the concept of resilience has quickly become a guiding property for the planning and development of safe and sustainable cities. This is where the crucial issue of critical infrastructure protection comes in, seen as an essential element in providing primary services to citizens. To manage them efficiently and monitor them constantly, solutions are therefore required that are able to address the diversified needs of a technological, environmental, social or other nature.

2.7.1 Safety of infrastructures

The security and efficiency of critical infrastructures and their protection from external interference have been at the heart of the European and international agenda for many years. The use of effective tools to support actions for the prediction and management of emergencies is therefore fundamental to the definition of a damage reduction strategy. This form of protection can be achieved through the development of analysis and support systems (such as *Decision Support Systems*, DSS) and platforms that are able to examine and manage vulnerability and risk situations and, as a result, define operations and strategies to respond to such conditions [1].

In such contexts, risk assessment strategies and approaches to the mitigation of crisis impacts cannot be addressed

patti di situazioni di crisi non possono essere affrontate sulla base di un approccio “linearizzato” (vale a dire dove ogni singolo settore venga considerato e analizzato indipendentemente dagli altri): molte e diverse sono, infatti, le dipendenze e le interdipendenze tra i vari settori (un guasto su un settore potrebbe riverberarsi su molti altri, con un effetto di amplificazione degli effetti). Un approccio non linearizzato, dunque risulta migliore per rafforzare la resilienza di un'area urbana.

Nello spirito di un approccio non lineare, è stato sviluppato il DSS denominato CIPCast Critical Infrastructure Protection foreCAST) [2], un sistema con finalità operative e di simulazione, concepito come piattaforma per la valutazione del rischio e l'analisi della sicurezza delle infrastrutture critiche, che – specie in ambito urbano – trasportano informazioni, energia e prodotti energetici, consentendo l'erogazione di servizi essenziali ai cittadini.

Essendo una piattaforma di tipo *GIS-based* [3][4], CIPCast permette la condivisione delle informazioni territoriali ed ambientali delle aree di interesse, il monitoraggio e la sicurezza delle infrastrutture, nonché la valutazione di scenari di rischio e la gestione delle emergenze. Esso è basato sulla disponibilità integrata di una serie di elementi:

- dati geografici ed informazioni territoriali, dati di monitoraggio, etc.;
- strumenti ed applicazioni per l'analisi di tali dati (sia in *real-time* che in modalità simulativa);
- sistemi di analisi per la modellazione e/o la simulazione (valutazione della

with a “linearised” approach (i.e. where each individual sector is considered and analysed independently from the others): there are, in fact, many different dependencies and interdependencies between the various sectors (a failure in one sector could have an impact on many others, producing an amplifying effect). Therefore, a non-linearised approach is better for strengthening the resilience of an urban area.

Adopting a non-linear approach, the DSS named CIPCast (Critical Infrastructure Protection foreCAST) [2] was developed. This is a system for operational and simulation purposes, designed as a platform for the risk assessment and the analysis of the security of the critical infrastructures, which – especially in the urban context – transport information, energy and energy products, allowing the delivery of essential services to the citizens.

Since it is a *GIS-based* platform [3][4], CIPCast enables the sharing of spatial and environmental information regarding areas of interest, the monitoring and security of infrastructures, as well as the assessment of risk scenarios and emergency management. It is based on the integrated availability of a series of elements:

- geographical data and spatial information, monitoring data, etc.;
- tools and applications for the analysis of such data (both in real-time and in simulation mode);
- analysis systems for modelling and/or simulation (vulnerability assess-

vulnerabilità, analisi del rischio, elaborazione scenari di danno, etc.);

- interfaccia geografica (WebGIS) quale strumento interattivo per il supporto decisionale.

CIPCast consente di valutare la probabilità di danni sulle infrastrutture per effetto di eventi naturali estremi prevedibili (quali precipitazioni intense o esondazioni) oppure mediante la simulazione di altri non prevedibili (ad es. i terremoti). In entrambi i casi esso fornisce una stima di quali potrebbero essere gli impatti sulle infrastrutture tenendo presenti le specifiche vulnerabilità degli elementi monitorati [5]. Dal punto di vista operativo, la piattaforma CIPCast è stata organizzata secondo una sequenza di blocchi funzionali [Fig. 1] che ne consentono un utilizzo efficace.

ment, risk analysis, damage scenario creation, etc.);

- geographical interface (WebGIS) as an interactive tool for decision support.

CIPCast makes it possible to assess the probability of damage to infrastructures as a result of predictable extreme natural events (such as heavy rainfall or flooding) or by simulating unforeseeable ones (for example, earthquakes). In both cases, it provides an estimate of what the impacts on the infrastructure might be, taking into account the specific vulnerabilities of the monitored elements [5]. From the operational point of view, the CIPCast platform has been organised as a sequence of functional blocks [Fig. 1] that enable it to be used effectively.

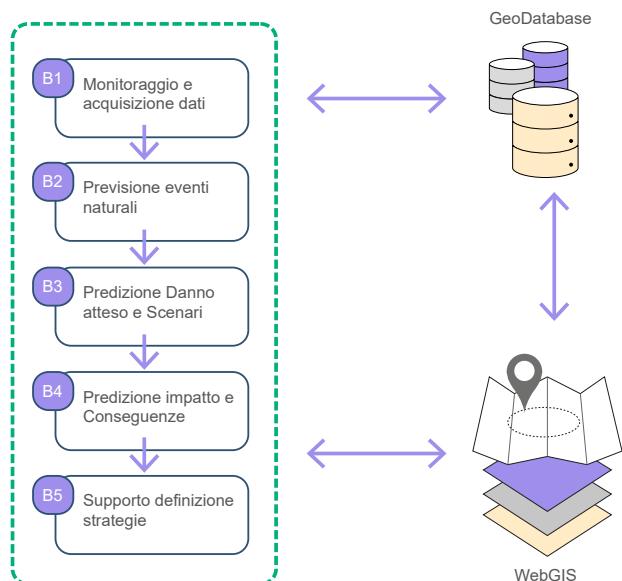


Fig. 1 – Schema funzionale della piattaforma CIPCast

CIPCast può lavorare sia in modalità operativa che simulativa. Nel primo caso, a partire da dati esterni (open data, dati in *real time*, previsioni meteo, dati sismici etc.), CIPCast elabora e costruisce “scenari” contenenti gli eventi attesi, la loro intensità e gli impatti, fornendo una mappatura in continuo aggiornamento. Ad esempio, tramite l’acquisizione in real-time di dati meteo e di quelli relativi all’operatività delle infrastrutture monitorate [Fig. 2], CIPCast può effettuare il monitoraggio su base 24/7 e la valutazione del rischio connesso ad eventi naturali estremi (e.g., precipitazioni intense previste a breve o medio termine), fornendo una stima dei potenziali danni strutturali alle infrastrutture in una determinata zona [6].

CIPCast can work in both operational and simulation modes. In the first case, using external data (open data, real time data, weather forecasts, seismic data etc.), CIPCast processes and builds “scenarios” containing expected events, their intensity and impacts, providing continuously updated mapping. For example, through the real-time acquisition of weather and operational data of the monitored infrastructures [Fig. 2], CIPCast can perform 24/7 monitoring and risk assessment for extreme natural events (e.g. heavy rainfall expected in the short to medium term), providing an estimate of potential structural damage to the infrastructures in a given area [6].

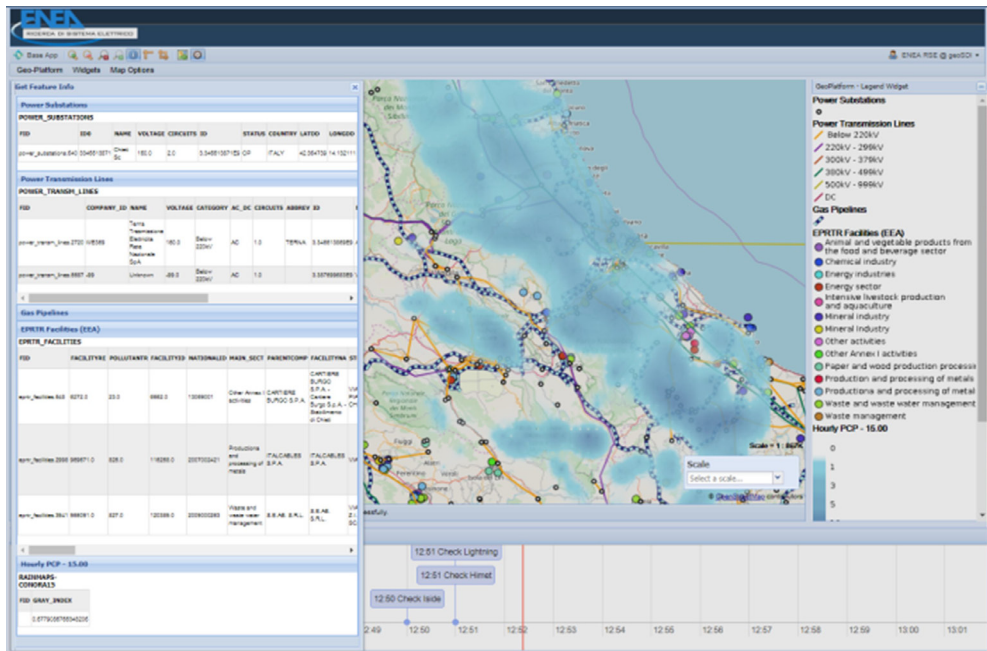


Fig. 2 – Esempio di visualizzazione integrata nell’interfaccia WebGIS di CIPCast dello scenario previsionale d’impatto sulle infrastrutture di interesse in caso di evento meteo estremo

Nel caso in cui, invece, CIPCast venga utilizzato come piattaforma di simulazione, è possibile generare eventi sintetici (in particolare, quelli sismici) utili ad esempio per la realizzazione dei cosiddetti *stress-test* sui sistemi di infrastrutture, al fine di valutarne vulnerabilità e danneggiamenti in possibili situazioni ordinarie o straordinarie [7]. In particolare, è stato sviluppato un apposito modulo di simulazione di terremoti denominato CIPCast-ES (*Earthquake Simulator*), il quale consente di elaborare e produrre scenari di danno e impatto per terremoti [Fig. 3], dati come input al sistema (essi possono essere definiti arbitrariamente dagli utenti finali o riferiti ad eventi passati realmente accaduti) [8].

If, instead, CIPCast is used as a simulation platform, it is possible to generate synthetic events (in particular, seismic events) useful, for example, for performing so-called stress tests on infrastructure systems, in order to assess their vulnerability and damage in possible ordinary or extraordinary situations [7]. In particular, a specific earthquake simulation module called CIPCast-ES (Earthquake Simulator) has been developed, which makes it possible to process and produce damage and impact scenarios for earthquakes [Fig. 3], provided as input to the system (they can be defined arbitrarily by end-users or may refer to real past events) [8].

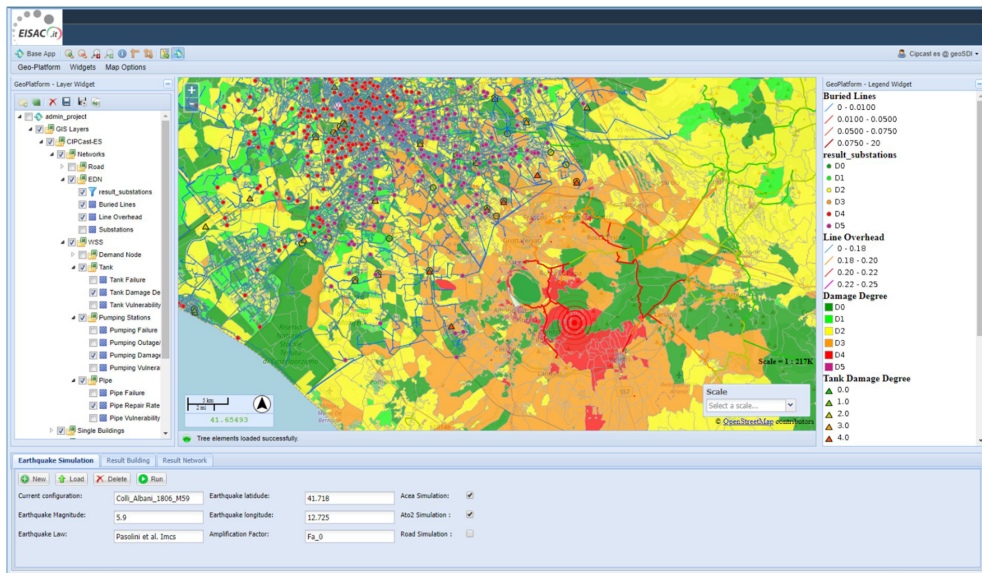


Fig. 3 – CIPCast-ES: esempio di visualizzazione degli scenari di danno per la rete elettrica ed idrica, integrati con lo scenario di danno per l'edificato

Gli scenari prodotti da CIPCast possono essere rappresentati sotto forma di mappe (cfr. Fig. 2 e Fig. 3) delle aree geografiche e delle infrastrutture ivi presenti, per le quali si prevedono guasti o riduzioni del funzionamento in conseguenza degli eventi naturali [9]. Tali mappe vengono visualizzate attraverso l'interfaccia geografica di CIPCast e, quindi, condivise con gli utenti finali (ad esempio, operatori/gestori delle infrastrutture, autorità di Protezione Civile, etc.).

Gli operatori possono anche essere supportati ulteriormente nel valutare le conseguenze sulla infrastruttura di propria competenza (ad es. riduzioni previste dei carichi elettrici). In questo caso, è possibile simulare perturbazioni sulla rete di distribuzione elettrica e valutare l'efficienza delle procedure di riconfigurazione nel ripristinare la funzionalità della rete stessa e nel rialimentare gli utenti, considerando anche la dipendenza di tali procedure da altri sistemi o servizi (telecomunicazioni, viabilità, etc.) [10]. Se, anziché in situazione di emergenza, questa procedura viene effettuata in modalità simulativa (gli stress test sopra citati), allora è evidente come CIPCast possa essere utilizzato anche come strumento per valutare la resilienza della rete. Ad esempio, nel caso di una rete elettrica di distribuzione, il sistema consente di valutare l'effetto di miglioramenti logistici o tecnologici, come ad esempio il numero ottimale delle squadre di intervento per la gestione delle emergenze o il posizionamento di cabine secondarie automatiche (ossia in grado di gestire senza l'intervento dell'operatore i guasti sulle linee sottostanti) [11].

The scenarios produced by CIPCast can be represented as maps (see Fig. 2 and Fig. 3) of the geographic areas and infrastructures in which failures or reductions in functionality due to natural events are predicted [9]. These maps are displayed via the CIPCast geographical interface and thus shared with end users (e.g. Infrastructure operators/managers, civil protection authorities, etc.).

Operators can also be further supported in assessing the consequences on their own infrastructure (e.g. expected reductions in electrical loads). In this case, it is possible to simulate disturbances on the electric power distribution network and to evaluate the efficiency of reconfiguration procedures in restoring the functionality of the network itself and in restoring power to users, also considering the extent to which such procedures depend on other systems or services (telecommunications, road network, etc.) [10]. If, instead of an emergency situation, this procedure is carried out in simulation mode (the stress tests mentioned above), then it is evident how CIPCast can also be used as a tool to assess the resilience of the network. For example, in the case of an electric distribution network, the system allows the evaluation of the effect of logistical or technological improvements, such as the optimal number of intervention crews for the management of emergencies or the positioning of automatic secondary substations (i.e. able to manage faults on the underlying lines without operator intervention) [11].

Grazie alle funzionalità implementate nella piattaforma CIPCast, è possibile, dunque, effettuare una valutazione degli impatti sul sistema delle infrastrutture e stimare le eventuali conseguenze sulle stesse e sul territorio, sia partendo da dati di contesto reali, sia attraverso la predisposizione di scenari simulati [12].

2.7.2 Gli strumenti per il monitoraggio

Un'altra serie di attività che concorrono alla sicurezza e sostenibilità di un'area urbana è quella del monitoraggio, inteso come la rilevazione periodica e sistematica di parametri chimici e fisici, mediante appositi strumenti, allo scopo di controllarne la situazione puntuale o l'andamento temporale. In questo contesto si inseriscono le attività svolte per la messa in opera di un dimostratore basato sulla tecnologia dei droni multi elica, volto al monitoraggio energetico esterno degli edifici energivori e a quello ambientale per ciò che attiene alla qualità dell'aria. Tale sistema, denominato COW-TP (Copter for Overhead Watching - Thermal and Pollution), è stato interfacciato col DSS-CIPCast.

Il monitoraggio, cioè la rilevazione periodica e sistematica di parametri chimici e fisici allo scopo di controllarne la situazione puntuale o l'andamento temporale, è uno strumento utilissimo in molti campi. Misurare le eventuali dispersioni di calore dagli edifici è un evidente strumento per migliorare le caratteristiche energetiche di un fabbricato. Il monitoraggio della qualità dell'aria è un modo integrativo per lo

Therefore, functions implemented in the CIPCast platform make it possible to carry out an assessment of the impacts on the infrastructure system and to estimate the possible consequences on the infrastructure and the area in question, based either on real context data or through the preparation of simulated scenarios [12].

2.7.2 Monitoring tools

Another series of activities that contribute to the security and sustainability of an urban area is that of monitoring, understood as the periodic and systematic measurement of chemical and physical parameters, by means of appropriate instruments, in order to control a particular situation or the trend over time. This context includes the activities carried out for the implementation of a demonstrator based on multi-propeller drone technology, aimed at external energy monitoring of energy-intensive buildings and environmental monitoring of air quality issues. This system, called COW-TP (Copter for Overhead Watching - Thermal and Pollution), was interfaced with the DSS-CIPCast.

Monitoring, i.e. the periodic and systematic collection of chemical and physical parameters in order to check their precise situation or trend over time, is a very useful tool in many fields. Measuring heat loss from buildings is an obvious tool for improving the energy performance of a building. Air quality monitoring is an ad-

studio energetico degli immobili. Infatti la qualità dell'aria dipende fortemente dalle attività energetiche dell'uomo (riscaldamento, autotrazione, etc.) ed è quindi intrinsecamente legata alle caratteristiche energetiche degli edifici: migliorare l'isolamento termico in una costruzione porta a minori inquinanti atmosferici derivanti dal suo riscaldamento. La misura della qualità dell'aria permette una descrizione più accurata del quadro energetico globale di un'area urbana, aggiungendo ulteriori variabili quantitative e qualitative e consentendo una descrizione più accurata della situazione generale [13].

COW-TP è uno strumento di monitoraggio basato su di un prototipo di drone equipaggiato con termo camera e sensori chimici. I dati scientifici raccolti sono poi indirizzati alla piattaforma CIPCast per la presentazione all'utente finale.

Quale piattaforma volante che ospiti i sopra menzionati sensori è stata scelto un APR (Aeromobile a Pilotaggio Remoto, spesso anche indicato come SAPR, Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto), comunemente indicato come drone, della classe "very light" ovvero di peso inferiore ai 4 kg [14]. Il drone è interfacciato con l'operatore tramite una stazione di terra, che è composta da un Personal Computer "rugged", ovvero per operazioni in campo, e da un radiocomando [Fig. 4].

ditional way to study building energy. In fact, air quality is highly dependent on human energy activities (heating, transport, etc.) and is therefore intrinsically linked to the energy characteristics of buildings: improving thermal insulation in a building leads to less atmospheric pollutants from heating it. The measurement of air quality allows a more accurate description of the overall energy picture of an urban area, adding additional quantitative and qualitative variables and allowing a more accurate description of the overall situation [13].

COW-TP is a monitoring tool based on a prototype drone equipped with a thermal camera and chemical sensors. The scientific data collected are then routed to the CIPCast platform for presentation to the end user.

An RPA (Remotely Piloted Aircraft, often also referred to as RPAS, Remotely Piloted Aircraft System), commonly referred to as a drone, of the "very light" class, i.e. weighing less than 4 kg [14], was chosen as the flying platform hosting the aforementioned sensors. The drone is interfaced with the operator through a ground station, which consists of a "rugged" personal computer, i.e. A PC for field operations, and a radio control [Fig. 4].



Fig. 4 – Il drone quadri elica (sx) e la sua stazione di terra (dx)

Il drone è equipaggiato con due diversi payload al variare della missione di monitoraggio. Il primo è una suite di sensori chimici sensibili ad alcuni inquinanti dell'aria [Fig. 5], il secondo è un sistema composto da una termocamera e da una telecamera video, accoppiate. Tramite questi due payload è possibile monitorare le prestazioni energetiche degli edifici sia dal punto di vista delle dispersioni termiche, che da quello della produzione di inquinanti legati alle attività energetiche quali il riscaldamento.

The drone is equipped with two different payloads depending on the monitoring mission. The first is a suite of chemical sensors sensitive to certain air pollutants [Fig. 5], while the second is a system composed of a thermal camera coupled to a video camera. By means of these two payloads, it is possible to monitor the energy performance of buildings from the point of view of both heat loss and the production of pollutants linked to energy activities such as heating.



Fig. 5 – Il payload chimico: i cilindri sono i sensori chimici, la scatola nera è per il particolato e, sopra i sensori, la scheda di controllo (Raspberry Pi)

Dal punto di vista del controllo remoto, sono stati utilizzati algoritmi detti *di struttura dal movimento* (SfM), ovvero struttura dal movimento, cioè quella classe di algoritmi di *computer vision* che permettono di inferire la tridimensionalità degli oggetti mettendo in relazioni diverse immagini riprese da punti di vista diversi degli oggetti stessi; inoltre, al fine di suggerire una traiettoria di volo sicura al pilota del drone ed evitare, ad esempio, un eccessivo avvicinamento agli edifici da monitorare, è stato studiato ed implementato l'adattamento di un algoritmo per la separazione tra aeromobili [15].

As regards the remote control, algorithms known as structure from motion (SfM) were used. These are a class of computer vision algorithms that allow the inference of the three-dimensionality of objects by putting together different images of the objects in question taken from different points of view. In addition, in order to suggest a safe flight path to the drone pilot and avoid, for example, coming too close to the buildings to be monitored, the adaptation of an algorithm for distancing between aircraft was studied and implemented [15].

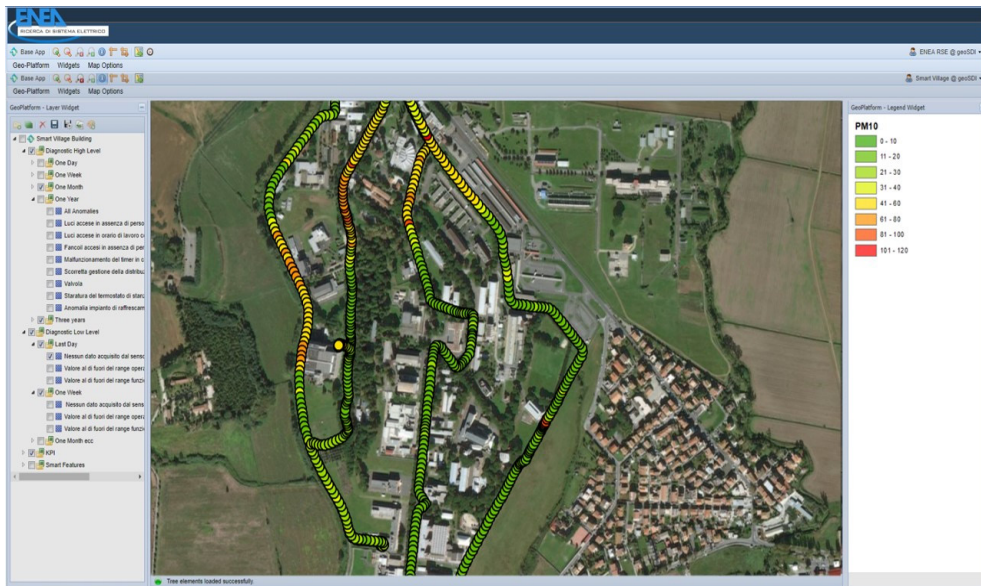


Fig. 6 – Visualizzazione dei dati chimici nel DSS CIPCast

La funzionalità del sistema chimico è stata verificata tramite una campagna di misura all'interno del Centro Ricerche Casaccia. I dati acquisiti dal dro-

The functionality of the chemical system was verified through a measurement campaign at the Casaccia Research Centre. The data acquired

ne, tramite moduli software appositamente sviluppati, sono trasmessi alla piattaforma CIPCast [5] per la loro rappresentazione georeferenziata e l'ulteriore elaborazione per l'utilizzo da parte dell'utente finale [Fig. 6]. Lo scopo è di fornire ad un decisore quante più informazioni in modo dettagliato ed organizzato per permettergli di elaborare piani operativi adeguati.

Oltre alle attività più strettamente legate al monitoraggio della qualità dell'aria, un simile tipo di piattaforma area può essere utilizzata efficacemente per il rilievo ed il monitoraggio delle infrastrutture. A tal fine, utilizzando il sistema COW-TP, è stata realizzata una campagna di misura su di un elemento specifico dell'infrastruttura elettrica: una sottostazione di distribuzione a media tensione. Ciò ha consentito di valutare l'utilizzabilità del sistema drone per produrre e realizzare un accurato modello 3D della sottostazione [Fig. 7], congiuntamente all'elaborazione dei dati termografici (infrarosso termico) per la sua analisi. Quest'ultimo aspetto è legato alla valutazione del rischio di blackout e di abbassamenti di tensione sulla rete di distribuzione. L'utilizzo della termografia [Fig. 8] scaturisce dall'osservazione che i componenti elettrici ed elettronici usualmente si surriscaldano prima di guastarsi. Ad esempio, le perdite di fluido del trasformatore o il guasto dell'isolamento interno causano surriscaldamenti che possono provocare guasti. Qualunque sia la causa, un guasto critico presso una sottostazione può sfociare in una serie di guasti a cascata.

by the drone, by means of specially developed software modules, are transmitted to the CIPCast platform [5] for georeferenced representation and further processing for use by the end user [Fig. 6]. The aim is to provide a decision-maker with as much information as possible in a detailed and organised manner to enable him or her to draw up appropriate operational plans.

In addition to activities more closely related to air quality monitoring, a similar type of area platform can be used effectively for surveying and monitoring infrastructure. To this end, using the COW-TP system, a measurement campaign was carried out on a specific element of the electrical infrastructure: a medium-voltage distribution substation. This made it possible to evaluate the usability of the drone system to produce and create an accurate 3D model of the substation [Fig. 7], together with the processing of thermographic (thermal infrared) data in order to analyse it. The latter aspect is related to the assessment of the risk of blackouts and voltage drops on the distribution network. The use of thermography [Fig. 8] stems from the observation that electrical and electronic components usually overheat before they fail. For example, transformer fluid leaks or internal insulation failure cause overheating which can lead to failure. Whatever the cause, a critical failure at a substation can result in a cascade of failures.

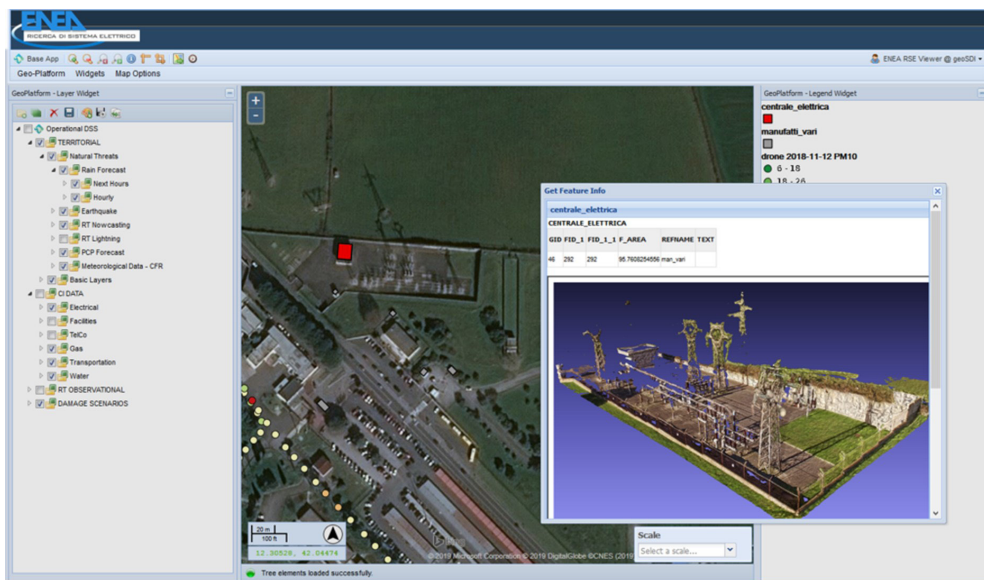


Fig. 7 – Il modello 3D della sottostazione elettrica nel sistema CIPCast

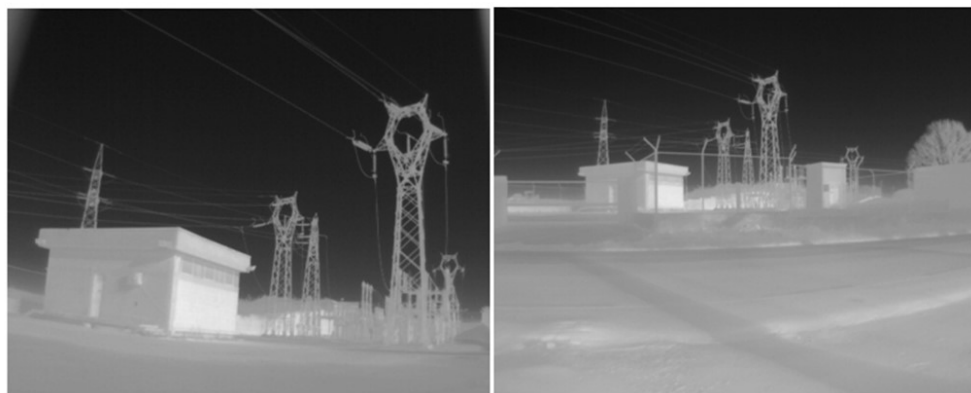


Fig. 8 – Due immagini termiche della sottostazione elettrica monitorata

È importante osservare che l'analisi dei casi di studio effettuata ha messo in luce possibili utilizzi del sistema di monitoraggio aggiuntivi a quelli per i quali il sistema è stato disegnato. Infatti oltre al monitoraggio energetico degli edifici, il sistema di monitoraggio può essere

It is important to note that the case study analysis carried out revealed other possible uses for the monitoring system in addition to those for which the system was designed. In fact, in addition to energy monitoring of buildings, the monitoring system can help

utile alla mitigazione del rischio nell'analisi delle condizioni di esercizio di sottosistemi della rete elettrica quali le sottostazioni di media tensione. In altri termini, l'insieme delle misure effettuate e processate, soprattutto quelle termografiche, di concerto con i modelli di analisi sviluppati nell'ambito della Piattaforma CIPCast, possono rappresentare un valido strumento di supporto alle decisioni che competono agli enti gestori, chiamati sia ad affrontare situazioni di emergenza, ma soprattutto ad ottimizzare le strategie e le procedure di manutenzione preventiva.

2.7.3 Sviluppi futuri

I due sistemi descritti nei precedenti paragrafi, CIPCast e COW-TP, rappresentano un valido supporto alle attività di monitoraggio e gestione delle infrastrutture, nell'ottica di una città più sicura e sostenibile. Tali sviluppi, infatti consentono sia di supportare la gestione operativa dei sistemi (fornendo, ad esempio, in anticipo circostanziati *crisis alert* che permettono di migliorare la capacità risposta in caso di emergenze), sia come strumento di elaborazione di strategie di incremento della resilienza e/o come supporto alla pianificazione dei piani di emergenza e di contingenza. In particolare, CIPCast si presta assai bene allo sviluppo delle cosiddette analisi *what-if*, che consentono la valutazione, per quanto possibile, dei benefici provenienti da interventi di mitigazione del rischio sul patrimonio esistente: il sistema può supportare la valutazione

with risk mitigation in the analysis of the operating conditions of electricity network subsystems such as medium voltage substations. In other words, the set of measurements taken and processed, especially thermographic measurements, in conjunctions with the analysis models developed within the CIPCast Platform, can serve as a valid support tool for the decisions of the managing bodies that are called upon both to deal with emergency situations, but above all to optimise preventive maintenance strategies and procedures [9].

2.7.3 Next steps

The two systems described in the previous paragraphs, CIPCast and COW-TP, provide valuable support to the activities of monitoring and managing infrastructures, with a view to a safer and more sustainable city. Indeed, these developments provide support for the operational management of the systems (providing, for example, circumstantial crisis alerts in advance that can improve response capacity in the event of emergencies) and also act as a tool for the elaboration of strategies to increase resilience and/or as a support to the planning of emergency and contingency plans.

In particular, CIPCast lends itself very well to the development of so-called "what-if" analyses, which allow the assessment, as far as possible, of the benefits of risk mitigation interventions on existing assets: the system

di strategie diverse che indichino azioni di prevenzione e/o protezione verso possibili eventi negativi. Del resto, appare assolutamente evidente come la previsione e la valutazione del danno fisico atteso a seguito di un fenomeno naturale sia un passo assolutamente necessario, anche se non sufficiente, al fine della valutazione dello status quo della resilienza del sistema elettrico, nonché per la pianificazione di strategie migliorative.

Inoltre, per quanto riguarda COW-TP, il sistema di monitoraggio basato su drone può essere utile alla mitigazione del rischio nell'analisi delle condizioni di esercizio di sottosistemi della rete elettrica. Esso rappresenta un valido strumento di supporto alle decisioni che competono ai gestori, chiamati sia ad affrontare situazioni di emergenza, ma soprattutto ad ottimizzare le strategie e le procedure di manutenzione preventiva.

Il rischio di blackout e di abbassamenti di tensione sulla rete di distribuzione dell'energia elettrica è in aumento a causa dell'invecchiamento dell'infrastruttura. L'utilizzo di un sistema di monitoraggio quale quello proposto può portare a limitare i disservizi per l'utente finale e, allo stesso tempo, contenere i costi dei gestori delle utilities.

Ciò si traduce in benefici per gli utenti del sistema elettrico: la possibilità di poter misurare eventuali dispersioni energetiche da edifici rappresenta un ovvio beneficio diretto, mentre la possibilità di contribuire alla mitigazione del rischio nell'esercizio del sistema elettrico rappresenta un beneficio indiretto, in quanto consente una più efficace manu-

can support the evaluation of different strategies that indicate prevention and/or protection actions against possible negative events. Moreover, it is absolutely clear that the prediction and assessment of physical damage expected as a result of a natural phenomenon is an absolutely necessary step – although not sufficient on its own – for the evaluation of the status quo of the resilience of the electricity system, as well as for the planning of improvement strategies.

In addition, as regards COW-TP, the drone-based monitoring system can be useful for risk mitigation when analysing the operating conditions of electricity grid subsystems. It represents a valuable decision support tool for operators, who are called upon to deal with emergency situations, but above all to optimise preventive maintenance strategies and procedures.

The risk of blackouts and voltage drops on the electric power distribution network is increasing due to the ageing infrastructure. The use of a monitoring system such as the one proposed can result in limiting disruptions to the end user and, at the same time, contain the costs of utility operators.

This translates into benefits for the users of the electricity system: the possibility of being able to measure any energy losses from buildings represents an obvious direct benefit, while the possibility of contributing to risk mitigation in the operation of the power system represents an indirect benefit, as it allows more effective preventive maintenance

tenzione preventiva degli apparati, diminuendo l'eventuale tempo di fermo, ma, allo stesso tempo, diminuisce il rischio di danni legati a caduta di sistemi vitali quali le infrastrutture critiche non direttamente facenti parte del sistema elettrico, ma dal sistema elettrico alimentate.

Infine, è opportuno sottolineare, come il miglioramento della sicurezza e della sostenibilità di un sistema urbano passi necessariamente per la condivisione dei dati all'interno di un sistema molto frammentato e caratterizzato da operatori pubblici e privati. La totale inter-dipendenza di tutti i settori (energia, acqua e gas, trasporti, telecomunicazione) rende inevitabile un'analisi e un controllo globali: è evidente come un sistema di protezione "a singola infrastruttura" non abbia alcuna possibilità di successo in quanto i servizi di ciascuna infrastruttura sono legati all'erogazione del servizio delle altre. In una prospettiva di medio-lungo termine, è dunque necessario sostenere l'apertura a operazioni di *governance* integrata e complessiva del sistema delle infrastrutture.

of equipment, reducing any downtime, while at the same time it decreases the risk of damage related to the failure of vital systems such as critical infrastructure not directly part of the electric system, but powered by the electric system.

Finally, it should be emphasised that improving the safety and sustainability of an urban system necessarily involves sharing data within a very fragmented system characterised by public and private operators. The complete interdependence of all sectors (power, water and gas, transport, telecommunications) makes global analysis and control inevitable: it is clear that a "single infrastructure" protection system has no chance of success since the services of each infrastructure are linked to the service provision of the others. In the medium to long term, it is therefore necessary to support openness, integrated and comprehensive governance operations concerning the infrastructure system.

2.8 La Smart Road

di Maurizio Pollino, Sergio Taraglio

La *Smart Road* è una delle soluzioni abilitanti *Smart City* che ENEA sta studiando insieme allo *Smart District*, allo *Smart Building*, o alla *Smart Home*.

Tutte le soluzioni sviluppate utilizzano paradigmi di calcolo diffuso e pervasivo: praticamente tutte le parti della vita di oggi possono essere rese intelligenti con l'aiuto di una determinata potenza di elaborazione, capacità di comunicazione e, soprattutto, dati. Il cosiddetto fenomeno *smart wave* è stato possibile grazie allo sviluppo dell'*Internet of Things* (IoT), ovvero la possibilità di dotare quasi ogni dispositivo elettronico di capacità di elaborazione e comunicazione; tale accelerazione è stata resa possibile dalla continua contrazione dei costi di produzione e dalla facilità di installazione di componenti *plug-and-play* con comunicazioni senza fili.

Il concetto di *Smart Road* è stato realizzato in modi diversi in luoghi diversi del mondo, ma è intimamente collegato ai concetti del sistema di trasporto intelligente (ITS).

L'idea di fondo è che il trasporto e la mobilità debbano essere reconsiderati come un sistema integrato e dinamico in cui controllo, informazione e gestione operano in modo sinergico e sincrono. A titolo di esempio, in Svezia la *Smart Road* è considerata principalmente come un'infrastruttura in grado di ricaricare i veicoli elettrici mentre essi la percorrono [1] [2].

2.8 Smart Roads

by Maurizio Pollino, Sergio Taraglio

The Smart Road is one of the Smart City enabling solutions that ENEA is studying, along with the Smart District, the Smart Building and the Smart Home.

All the solutions developed use widespread and pervasive computing paradigms: practically all aspects of life today can be made smart with the help of a certain amount of processing power, communication capabilities and, above all, data. The so-called smart wave phenomenon was made possible by the development of the Internet of Things (IoT), i.e. the possibility of equipping almost every electronic device with processing and communication capabilities; this acceleration was made possible by the ongoing decrease in production costs and the ease of installing plug-and-play components with wireless communication.

The Smart Road concept has been implemented in different ways around the world, but is closely linked to Intelligent Transport System (ITS) concepts.

The underlying idea is that transport and mobility should be reconsidered as an integrated and dynamic system in which control, information and management operate synergistically and synchronously. For instance, in Sweden, the Smart Road is mainly considered as an infrastructure that is able to recharge electric vehicles while they are driving on it [1] [2].

In Italia il principale amministratore stradale, ANAS, sta attualmente rendendo intelligenti alcuni tratti della rete stradale con un approccio incentrato sulla sicurezza del viaggio [3]. I lampioni stradali sono dotati di sensori e di una rete wireless per comunicare con auto e passeggeri per avvisi relativi al traffico e per monitorare lo stato della strada.

L'ENEA è attualmente coinvolta in un progetto multidisciplinare per la realizzazione di una *Smart Road* sperimentale al fine di studiare applicazioni tecnologiche e soluzioni per una migliore qualità della vita e per il risparmio energetico.

Il progetto *Smart Road* studia gli ambienti urbani resi *smart*, ovvero equipaggiati con sensori e trasmettitori per l'interazione con veicoli elettrici e autonomi. Obiettivo è la realizzazione di una infrastruttura stradale intelligente, basata su pali dell'illuminazione, in grado di divenire un mezzo di comunicazione tra i veicoli elettrici, autonomi e non, da una parte e la *Smart City Platform (SCP)* dall'altra.

I veicoli, infatti, sono dei creatori di dati, essi monitorano continuamente il proprio stato producendo dati quali posizione, velocità, direzione di marcia, stato di carica della batteria, consumi, ecc. Allo stesso tempo possono anche misurare l'ambiente in cui si stanno muovendo ad esempio raccogliendo dati di monitoraggio delle infrastrutture urbane e dell'ambiente circostante. Tutti questi dati possono essere molto interessanti ed utili per la SCP che può integrare queste informazioni locali e parziali in un quadro generale.

In Italy, the main road administrator, ANAS, is currently making some sections of the road network smart with an approach centred on safe travel [3]. The streetlights are equipped with sensors and a wireless network to communicate with cars and passengers to provide traffic alerts and to monitor the state of the road.

ENEA is currently involved in a multidisciplinary project to create an experimental Smart Road in order to study technological applications and solutions for improved quality of life and energy saving. The Smart Road project studies urban environments that have been made smart, i.e. equipped with sensors and transmitters for interaction with electric and autonomous vehicles. The aim is to create a smart road infrastructure, based on lamp posts, that can become a means of communication between electric vehicles (autonomous or otherwise) on the one hand and the Smart City Platform (SCP) on the other.

Vehicles are actually data creators, continuously monitoring their own status and producing data such as position, speed, direction of travel, battery charge, fuel consumption, etc. At the same time, they can also measure their own energy consumption. In addition, they can also measure the environment in which they are moving by, for example, collecting data to monitor urban infrastructure and the surrounding environment. All these data can be very interesting and useful for the SCP, which can integrate this local and partial information into an overall picture.

A sua volta, la SCP può fornire informazioni globali o servizi al veicolo: ad esempio lo stato aggiornato della rete stradale, dei servizi di ricarica o eventuali segnali di allarme legati a fenomeni esterni quali allerte meteo o eventi franosi o sismici.

La *Smart Road* viene quindi ad essere il sistema nervoso della *Smart City* che permette appunto questo dialogo continuo. Dal punto di vista più strettamente energetico è opportuno sottolineare che i veicoli, tra gli altri dati, comunicano anche la propria situazione energetica e di viaggio. Più in dettaglio, ci si riferisce allo stato di carica della batteria, all'autonomia residua, alla destinazione del viaggio e all'ETA (Estimated Time of Arrival, tempo stimato all'arrivo).

Questi dati possono permettere al sistema di poter indirizzare i veicoli verso le stazioni di ricarica più opportune in modo da ottenere nel complesso tre vantaggi:

- l'effettiva ricarica del singolo veicolo da colonnine libere, vicine alla destinazione finale del veicolo (vantaggio per l'utente);
- diminuire lo stress sul sistema di distribuzione elettrica potendo distribuire in modo più razionale i veicoli nell'insieme dei punti di ricarica (vantaggio sistema);
- la possibilità di utilizzare la carica parziale di veicoli che abbiano ancora sufficiente energia a bordo nella configurazione V2G (Vehicle to Grid), ove necessario, cioè nel caso di una carenza locale di energia elettrica (vantaggio sistema).

In turn, the SCP can provide global information or services to the vehicle: e.g. the updated status of the road network, recharging services or alerts related to external phenomena such as weather warnings, landslides or seismic events.

The Smart Road therefore constitutes the nervous system of the Smart City by enabling this continuous dialogue.

From a more strictly energy-related point of view, it should be noted that vehicles, among other data, also communicate their energy and travel situation. More specifically, this refers to the charge level of the battery, the remaining autonomy, the destination of the trip and the ETA (Estimated Time of Arrival).

This data can enable the system to direct vehicles to the most appropriate charging stations, resulting in three overall benefits:

- the effective recharging of the individual vehicle from free-standing columns, close to the final destination of the vehicle (advantage for the user);
- the reduction of stress on the electrical distribution system by being able to distribute vehicles more rationally among charging points (system advantage);
- the possibility of using partial charging of vehicles that still have sufficient energy on board in the V2G (Vehicle to Grid) configuration, where necessary, i.e. in the event of a local electricity shortage (system advantage).

I pali a lato strada montano i corpi illuminanti che possono regolare l'intensità luminosa in base alle condizioni ambientali, permettendo sensibili risparmi energetici. Essi, inoltre, possono alloggiare sensori quali telecamere, dispositivi Bluetooth per il conteggio di altri dispositivi Bluetooth (con tecniche simili alla *app* Immuni), sensori di inquinanti, contribuendo alla raccolta dati per la *Smart City* anche in assenza di veicoli.

L'architettura complessiva del sistema *Smart Road* prevede dunque una comunicazione bidirezionale [Fig. 1]: da un lato un veicolo autonomo sensorizzato comunica, tramite il palo dell'illuminazione pubblica, con il centro di calcolo fornendo dati che sono registrati ed elaborati; dall'altro il veicolo riceve eventuali allarmi o comunicazioni di servizio dal centro di calcolo tramite l'infrastruttura.

Roadside lamp posts are fitted with lighting fixtures that can adjust light intensity according to environmental conditions, allowing significant energy savings. They can also house sensors such as cameras, Bluetooth devices for counting other Bluetooth devices (with techniques similar to the Immuni app) and pollution sensors, contributing to the collection of data for the Smart City even in the absence of vehicles.

The overall architecture of the Smart Road system therefore provides for two-way communication [Fig. 1]: on the one hand, an autonomous sensor-fitted vehicle communicates with the computer centre via the road lamp post, providing data that is recorded and processed; on the other hand, the vehicle receives any alarms or service communications from the computer centre via the infrastructure.

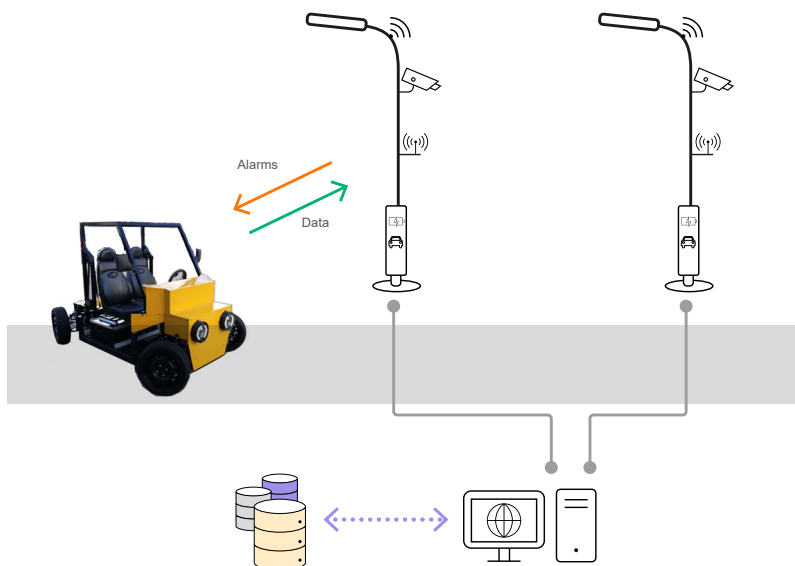


Fig. 1 – L'architettura della Smart Road ed il veicolo elettrico sperimentale

L'ambito applicativo Smart Road è logicamente diviso in quattro filoni di attività afferenti ai quattro aspetti fondanti:

- l'infrastruttura stradale intelligente: ovvero l'aspetto propriamente fisico delle scelte e delle attività legate alla posa in opera della parte infrastrutturale, comprensiva di sistema di comunicazione;
- la sensoristica: ovvero la realizzazione di due sensori da montare a bordo del veicolo per il monitoraggio infrastrutturale e ambientale;
- il veicolo autonomo: ovvero l'acquisizione, la sensorizzazione e l'automatizzazione di un veicolo elettrico sperimentale;
- l'operatività del sistema: ovvero tutto ciò che attiene allo scambio dati nei due sensi (veicolo -> infrastruttura e viceversa), definizioni di dati e protocolli, funzioni di elaborazione e registrazione dei dati.

2.8.1 L'infrastruttura stradale

Attualmente è in corso di realizzazione un'infrastruttura stradale presso il Centro Ricerche Casaccia dell'ENEA, a nord di Roma. La *Smart Road* è lunga poco più di mezzo chilometro e larga 6 metri, è servita da 22 pali stradali che ospitano le unità di illuminazione ed alcuni sensori aggiuntivi quali telecamere, dispositivi Bluetooth, dispositivi di comunicazione. La principale caratteristica è che l'intensità luminosa dei corpi illuminanti può essere regolata da remoto al variare del traffico stradale, delle condizioni mete-

The Smart Road field of application is logically divided into four strands of activity related to the four founding aspects:

- the smart road infrastructure: i.e. the strictly physical aspect of the choices and activities related to the installation of the infrastructure part, including the communication system;
- the sensor system: i.e. the creation of two sensors to be installed on board the vehicle for infrastructure and environmental monitoring;
- the autonomous vehicle: i.e. the acquisition, "sensorisation" and automation of an experimental electric vehicle;
- the operation of the system: i.e. everything related to data exchange in both directions (vehicle -> infrastructure and vice versa), definitions of data and protocols, data processing and recording functions.

2.8.1 Road infrastructure

A road infrastructure is currently being built at ENEA's Casaccia Research Centre, north of Rome. The Smart Road is just over half a kilometre long and 6 metres wide. It is served by 22 lamp posts housing the lighting units and some additional sensors such as cameras, Bluetooth devices and communication devices. The main feature is that the light intensity of the lighting units can be adjusted remotely according to changes in road traffic, weather conditions or any other parameter deemed appropriate.

orologiche o di qualunque altro parametro si ritenga opportuno.

Le telecamere montate sui pali permettono l'osservazione e la conseguente misurazione di due parametri fondamentali: la densità di traffico veicolare e pedonale e la misurazione dell'illuminazione naturale ambientale. Questi sono i dati di base con cui decidere il livello di illuminazione che il singolo palo deve fornire. La presenza delle telecamere permette quindi una regolazione in tempo reale con evidenti risparmi energetici.

I dispositivi Bluetooth sui pali sono in grado di dialogare con altri dispositivi Bluetooth presenti nell'area, per esempio, esempio i cellulari dei passanti o delle persone a bordo di veicoli. Essi sono quindi in grado di contare il numero di *smartphones* nell'area circostante aiutando così il sistema a misurare il traffico di persone. Altri dispositivi montati a bordo dei pali permettono misurazioni di illuminazione o di concentrazioni chimiche.

A bordo di alcuni dei pali sono stati installati dei punti di accesso WiFi per comunicare con il veicolo autonomo che circola in strada.

2.8.1.1 I sensori del veicolo

Nella *Smart Road* circola un veicolo sperimentale in modalità teleguidata prima ed autonoma poi [Fig. 1]. A bordo del veicolo è installato un insieme di sensori che permettono la misurazione e l'osservazione sia del veicolo che dello spazio circostante. Essi possono essere fondamentalmente suddivisi in tre sottoinsiemi:

The cameras installed on the lamp posts allow the observation and subsequent measurement of two fundamental parameters: the density of vehicular and pedestrian traffic and the measurement of natural ambient lighting. These are the basic data used to decide the level of illumination to be provided by the individual lamp post. The presence of the cameras therefore allows real-time adjustment with obvious energy savings.

The Bluetooth devices on the lamp posts are able to communicate with other Bluetooth devices in the area, for example the mobile phones of passers-by or people in vehicles. They are then able to count the number of smartphones in the surrounding area, thus helping the system to measure people traffic. Other devices installed on the lamp posts allow measurements of lighting or of chemical concentrations.

WiFi access points have been installed on some of the lamp posts to communicate with the autonomous vehicle on the road.

2.8.1.1 Vehicle sensors

An experimental vehicle drives on the Smart Road, first in remote-controlled mode and then in autonomous mode [Fig. 1]. A set of sensors is installed on board the vehicle to measure and observe both the vehicle and the surrounding space. These can be subdivided into three subsets:

- sensori direttamente inerenti alla guida del veicolo (es. telecamere, lidar);
 - sensori propriocettivi (es. odometri, unità inerziale, GPS) che misurano lo stato del veicolo;
 - sensori esteroceettivi ovvero sensori di misura ambientale non legati alla guida, che forniscono informazioni sullo stato dell'ambiente urbano.
- sensors directly related to the driving of the vehicle (e.g. cameras, lidar);
 - proprioceptive sensors (e.g. odometers, inertial units, GPS) that measure the state of the vehicle;
 - exteroceptive sensors, i.e. environmental measurement sensors not related to driving, which provide information on the state of the urban environment.

Nel progetto sono stati realizzati due sensori di monitoraggio appartenenti a questa ultima classe: un sistema di monitoraggio chimico ambientale ed uno di analisi del manto stradale.

Il sistema di monitoraggio chimico è stato messo a punto nel precedente triennio della Ricerca di Sistema Elettrico è dedicato alla misura delle concentrazioni di inquinanti e particolato atmosferici e di alcuni parametri fisici intorno all'auto [4]. Esso ha sensori per SO₂, CO, NO, NO₂, composti organici volatili (VOC), O₃ e particolato nei tre valori di PM₁, PM_{2.5} e PM₁₀ nonché alcuni parametri atmosferici quali la temperatura, l'umidità e la pressione. È altresì equipaggiato con un GPS e quindi è in grado di georeferenziare i dati. In Tabella 1 sono elencati i sensori chimici e le loro caratteristiche [Tab.1].

As part of the project, two monitoring sensors belonging to the latter class were implemented: a chemical environmental monitoring system and a road surface analysis system.

The chemical monitoring system was developed over the previous three years of Electric System Research and is dedicated to the measurement of concentrations of atmospheric pollutants and particulate matter and of various physical parameters around the car [4]. It includes sensors for SO₂, CO, NO, NO₂, volatile organic compounds (VOC), O₃ and particulate matter (PM₁, PM_{2.5} and PM₁₀) as well as some atmospheric parameters such as temperature, humidity and pressure. It is also equipped with a GPS and therefore able to georeference the data. Table 1 lists the chemical sensors and their characteristics [Tab.1].

Specie	Modello	Tecnologia	Intervallo
CO	DDScientific - GS+4CO	Elettrochimico	0-2000 ppm
SO ₂	SO ₂ 4S CiTiceL	Elettrochimico	0-20 ppm
VOC	Figaro TGS8100	Semiconduttore	1-30 ppm (H ₂)
O ₃	Alphasense OX-A431	Elettrochimico	0-20 ppm
NO	DDScientific - GS+4NO	Elettrochimico	0-250 ppm
NO ₂	DDScientific - GS+4NO ₂	Elettrochimico	0-30 ppm
Particolato	Alphasense OPC-N2	Ottico	0.38÷17 µm

Tab. 1 – Caratteristiche dei sensori della centralina

Un esempio di utilizzo dei dati raccolti da un tale sistema è rappresentato in [Fig. 2]. La mappa mostra una porzione della città di Roma intorno alla centralina ARPA della località Bufalotta. I punti neri lungo alcune strade rappresentano i punti nei quali sono stati registrati i dati relativi al PM10 in microgrammi per metro cubo con la centralina installata a bordo di un'auto privata. La mappa di concentrazione colorata è il risultato di una elaborazione di questi dati utilizzando algoritmi di interpolazione, una descrizione più dettagliata può essere trovata in [5]. Dunque la *Smart City* che utilizzerà la soluzione *Smart Road* proposta raccoglierà dati di inquinanti da uno o più veicoli circolanti nella zona e sarà in grado di produrre una mappa della qualità dell'aria più accurata di quanto attualmente disponibile. Va sottolineato che la centralina è di piccole dimensioni e può essere facilmente installata ad esempio su veicoli municipali oltre che su veicoli privati. I dati sono raccolti in tempo reale e permettono un monitoraggio continuo e capillare.

Il secondo sensore esteroceettivo realizzato è un sistema basato su tecniche di *Deep Learning* che analizza immagini allo scopo di rivelare e classificare difetti stradali quali buche, fessurazioni, o altri elementi quali le strisce pedonali, ecc. È composto da una telecamera collegata a una scheda NVIDIA Jetson dove viene impiegata una rete neurale di tipo CNN (*Convolutional Neural Network*, rete neurale convoluzionale) con architettura SSD (*Single Shot Detector*, rivelatore a singolo passo).

Le immagini di ingresso sono 1280x720 pixel (HD720) e gli eventuali difetti sono classificati in 6 classi.

An example of the use of data collected by such a system is shown in [Fig. 2]. The map shows a portion of the city of Rome around the ARPA monitoring station at Bufalotta. The black dots along some of the roads represent the points where PM10 data in micrograms per cubic metre were recorded with the control unit installed in a private car. The coloured concentration map is the result of processing these data using interpolation algorithms. A more detailed description can be found in [5]. Therefore, a Smart City using the proposed Smart Road solution will collect pollutant data from one or more vehicles circulating in the area and will be able to produce a more accurate air quality map than currently available. It should be noted that the control unit is small and can be easily installed, for example, on municipal vehicles as well as private vehicles. The data are collected in real time and allow continuous and extensive monitoring.

The second exteroceptive sensor implemented is a system based on Deep Learning techniques that analyses images in order to reveal and classify road defects such as potholes, cracks, or other elements such as pedestrian crossings, etc. It consists of a camera connected to an NVIDIA Jetson board where a CNN (Convolutional Neural Network) with SSD (Single Shot Detector) architecture is used.

The input images are 1280x720 pixels (HD720) and the possible defects are categorised into 6 classes.

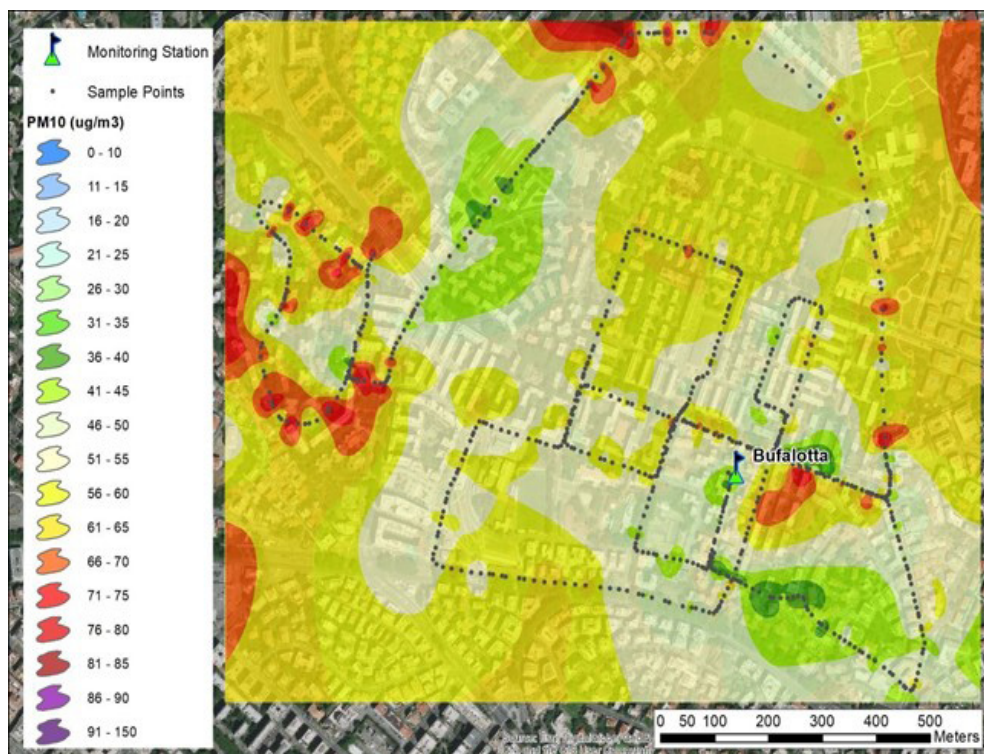


Fig. 2 – Mappa della presenza di PM10 sulla base delle misurazioni (punti neri) compiute da un veicolo dotato del sensore di inquinanti

In [Fig. 3] è mostrato un tipico output visivo del sistema; è possibile vedere un tratto di strada con alcuni difetti evidenziati: una buca sulla sinistra e sulla destra fessurazioni e crepe. Tutti i dati vengono georeferenziati e inoltrati alla SCP per il monitoraggio dello stato del manto stradale. Il sistema ha dimensioni e peso estremamente contenute ed è attualmente in grado di processare in *real time* quanto osservato con una frequenza di circa 5 immagini al secondo. Anche in questo caso è possibile creare delle mappe di qualità delle strade in termini di quantità di difetti presenti, in

[Fig. 3] shows a typical visual output of the system. It shows a stretch of road with some defects highlighted: a pot-hole on the left and cracks and crevices on the right. All the data is geo-referenced and forwarded to the SCP for monitoring the condition of the road surface. The system is extremely small in size and weight and is currently able to process the observed data in real time at a rate of about 5 images per second.

In this case too, it is possible to create road quality maps in terms of the amount of defects present, in a

modo analogo a quanto sopra esposto per le specie chimiche, e quindi essere di aiuto ai decisori istituzionali per ciò che attiene alla schedulazione di attività manutentive e di riparazione.

similar way to the chemical aspects explained above, and thus help institutional decision-makers with the scheduling of maintenance and repair activities.

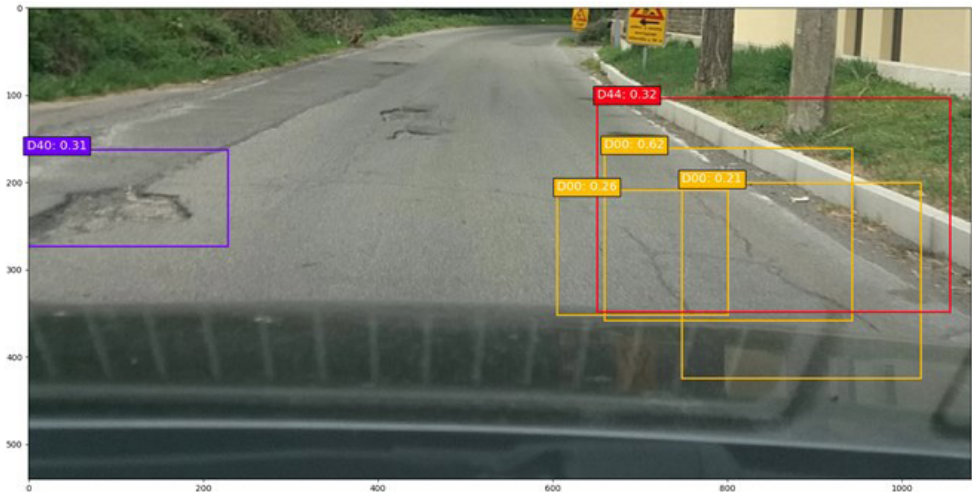


Fig. 3 – Esempio di output del sistema di monitoraggio del manto stradale

2.8.1.2 Il veicolo sperimentale

Come detto, nella *Smart Road* è prevista la circolazione di un veicolo elettrico sperimentale (un quadriciclo) sia in modalità teleguidata che autonoma. Il veicolo sperimentale è stato adattato in modo da poter essere guidato in modalità by-wire ovvero controllandolo da computer, con l'obiettivo finale della guida autonoma. Esso è dotato di tre telecamere gigabit, radar frontale, lidar a 360°, GPS, odometri, unità inerziale, con dispositivi di sicurezza per l'arresto del veicolo remotamente o a bordo e con capacità di comunicazione via radio.

2.8.1.2 The experimental vehicle

As mentioned above, an experimental electric vehicle (a quadricycle) will travel on the Smart Road in both remote-controlled and autonomous mode. The experimental vehicle has been adapted so that it can be driven in by-wire mode, i.e. controlled by computer, with the ultimate goal of autonomous driving. It is equipped with three gigabit cameras, frontal radar, 360° lidar, GPS, odometers and inertial unit, with safety devices for stopping the vehicle remotely or with devices on board and with radio communication capabilities.

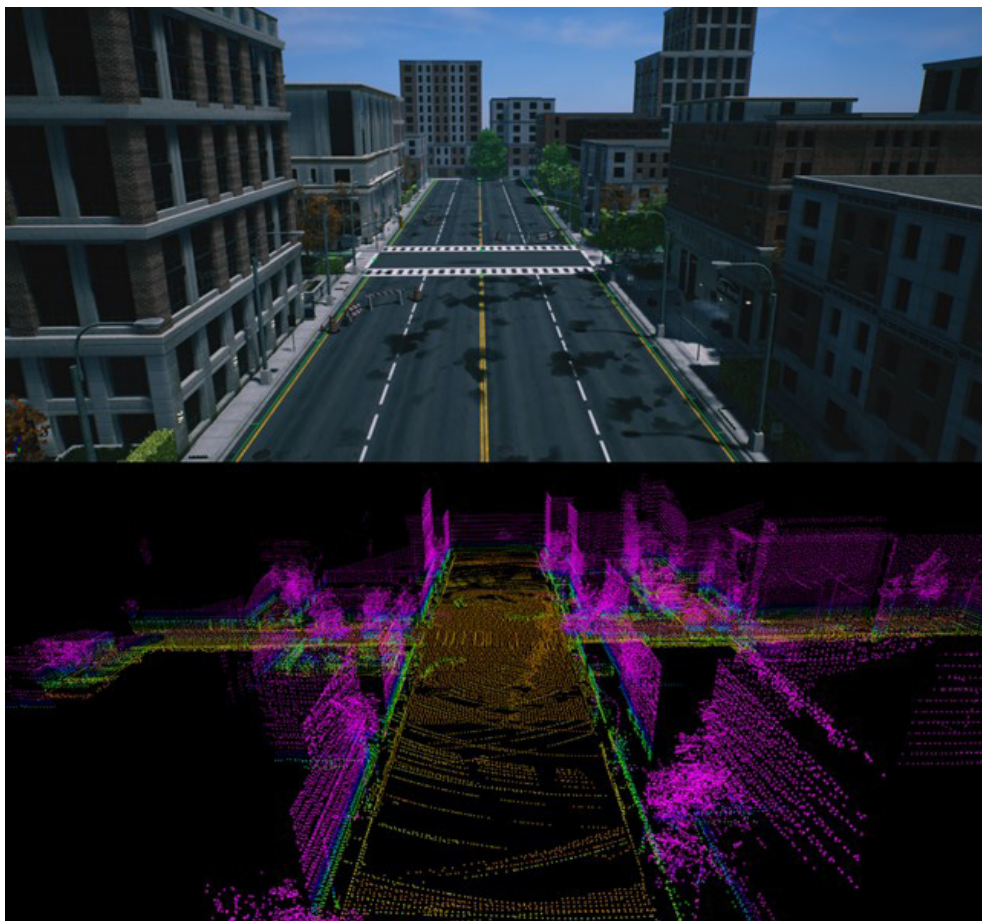


Fig. 4 – Un esempio di ambiente simulato (sopra) e le relative misure lidar (sotto)

Il software basato su ROS (*Robot Operating System*) controlla lo sterzo (4 ruote sterzanti), i freni, l'acceleratore e legge tutti i sensori rilevanti. Una serie di algoritmi fornisce al robot la capacità di localizzazione, mappatura e navigazione. In particolare, si utilizzano algoritmi di Odometria Visiva e Visivo-Inerziale e SLAM (*Simultaneous Localization And Mapping*, localizzazione e mappatura simultanea) per stimare posizione ed orientamento

ROS (*Robot Operating System*) based software controls the steering (4 steered wheels), brakes and accelerator and reads all the relevant sensors. A series of algorithms provide the robot with location, mapping and navigation capabilities. In particular, Visual and Visual-Inertial Odometry and SLAM (*Simultaneous Localization And Mapping*) algorithms are used to estimate the position and orienta-

del veicolo elaborando i flussi di immagini raccolte dalle telecamere [6]. Queste stime basate sulla visione sono perfezionate fondendole con approcci di localizzazione e mappatura che si basano su sensori di distanza (ad esempio Odometria Lidar-inerziale [7]). La navigazione è quindi ottenuta sfruttando la pianificazione del percorso e le strategie per evitare gli ostacoli, considerando anche soluzioni basate su dati. Il protocollo complessivo di localizzazione e navigazione è stato inizialmente testato e messo a punto su ambienti simulati fotorealistici [Fig. 4] e successivamente installato sul veicolo elettrico per esperimenti nel mondo reale.

2.8.2 L'operatività del sistema

Tutti i dati raccolti dalla *Smart Road* sono elaborati e visualizzati in un sistema di supporto decisionale basato su GIS *Geographical Information System* (la piattaforma CIPCast-ER [8]). Essa, come detto, è in grado di elaborare mappe di rischio basate sui dati raccolti nella *Smart Road* circa situazioni di allerta legate al livello di inquinanti o di difettosità del manto stradale. Ma CIPCast-ER è un sistema in grado di elaborare mappe di rischio per un ampio spettro di eventi: ad esempio valutare i rischi sulle infrastrutture dovuti a pericoli naturali come eventi meteorologici estremi, inondazioni o terremoti e quindi essa è in grado di fornire allarmi alle auto circa potenziali situazioni di rischio di carattere esogeno e che necessitano di un rapido reindirizzamento della traiettoria da percorrere. Vanno qui sottolineate le caratteristiche di tempestivi-

tion of the vehicle by processing image streams collected by cameras [6]. These vision-based estimates are refined by merging them with location and mapping approaches that rely on distance sensors (e.g. Lidar-Inertial Odometry [7]). Navigation is then achieved using route planning and obstacle avoidance strategies, also considering data-driven solutions. The overall location and navigation protocol was initially tested and fine-tuned on photorealistic simulated environments [Fig. 4] and then installed on the electric vehicle for real world tests.

2.8.2 System operation

All data collected by the *Smart Road* are processed and displayed in a decision support system based on a GIS *Geographical Information System* (the CIPCast-ER platform [8]). As previously mentioned, this system can produce risk maps based on the data collected in the Smart Road regarding alert situations related to the level of pollutants or road surface defects. However, CIPCast-ER is a system capable of creating risk maps for a wide range of events: for example, assessing risks on infrastructures due to natural hazards such as extreme weather events, floods or earthquakes. It can then send alerts to cars about potential exogenous risk situations that require rapid redirection of the route to be taken. It is worth emphasizing the responsiveness of the system, which

tà del sistema che è in grado di lavorare in *real time* senza soluzione di continuità. Tutto ciò ha comportato la stesura di un formato per la comunicazione tra veicoli e CIPCast-ER per gestire al meglio il flusso dati nei due versi, basato su JSON (*JavaScript Object Notation*).

L'altro aspetto fondante del sistema è l'interazione energetica tra veicolo e CIPCast-ER all'interno della più ampia SCP. I veicoli, tra gli altri dati, comunicano anche la propria situazione energetica e di viaggio, ovvero lo stato di carica della batteria, l'autonomia residua, la destinazione del viaggio ed il tempo di arrivo a destinazione. Su questa base il sistema può suggerire al veicolo una colonnina per la ricarica della batteria, se opportuno, che sia nei pressi della destinazione finale del viaggio corrente in modo da risultare vantaggioso per l'utente e provvedere alla sua prenotazione. Esiste anche un vantaggio per il sistema elettrico nel suo complesso, infatti il sistema è a conoscenza delle condizioni generali del sistema di distribuzione elettrica e può distribuire in modo più razionale i veicoli nell'insieme dei punti di ricarica, operando per diminuire lo stress sul sistema elettrico. Un ulteriore aspetto vantaggioso per il sistema è quello del V2G (Vehicle to Grid), ovvero l'utilizzo della carica parziale rimanente nella batteria dell'auto quale sorgente di energia per il sistema, qualora essa fosse connessa ad una colonnina. In altre parole un utente potrebbe aderire a questa modalità e quindi fornire una parte della sua carica residua al sistema tramite la colonnina: In questo caso CIPCast-ER, sulla base della situazione corrente della rete, indirizzerà il veicolo verso la colonnina di ricarica più opportuna.

is able to work in real time without interruption.

This has led to the development of a format for communication between vehicles and CIPCast-ER to optimise the flow of data in both directions, based on JSON (*JavaScript Object Notation*).

The other key aspect of the system is the energy interaction between vehicle and CIPCast-ER within the wider SCP. Among other data, the vehicles also communicate their energy and travel situation, i.e. battery charge status, remaining autonomy, journey destination and arrival time at destination. On this basis, the system can suggest a battery recharging station to the vehicle, if appropriate, that is close to the final destination of the current journey, so as to benefit the user, and to book the recharge. There is also an advantage for the electrical system as a whole, as the system is aware of the general conditions of the electrical distribution system and can distribute vehicles more rationally among the set of charging points, working to reduce stress on the electrical system. A further advantage for the system is V2G (Vehicle to Grid), i.e. the use of the remaining partial charge in the car battery as an energy source for the system if it is connected to a charging point. In other words, a user could choose this mode and then supply part of his or her remaining charge to the system via the charging station: In this case CIPCast-ER, based on the current network situation, will direct the vehicle to the most appropriate charging station.

2.8.3 Sviluppi futuri

In estrema sintesi attraverso la *Smart Road* un veicolo fornisce alla SCP il proprio punto di vista locale ed in cambio riceve informazioni urbane globali con il fine di: a) limitare lo stress sul sistema di distribuzione elettrica distribuendo in modo più razionale i veicoli tra i punti di ricarica; b) aumentare la sicurezza e c) migliorare la mobilità urbana. La *Smart Road* inoltre permette un sensibile risparmio energetico tramite l'opportuna modulazione dell'intensità luminosa in funzione delle condizioni ambientali e di traffico.

Ulteriori attività che potranno essere sviluppate riguardano l'integrazione di ulteriori sensori a bordo dei veicoli e/o installati sui pali, per aumentare la descrizione della città e nella direzione opposta lo sviluppo di tutta una serie di servizi agli utenti della *Smart Road* che aumenti il coinvolgimento proattivo della cittadinanza in una fruizione più consapevole della *Smart City*.

2.8.3 Next steps

In a nutshell, by means of the *Smart Road*, a vehicle provides the SCP with its local point of view and in return receives global urban information with the aim of: a) limiting the stress on the electricity distribution system by distributing vehicles more rationally among charging points, b) increasing safety and c) improving urban mobility. The *Smart Road* also allows significant energy savings through the appropriate modulation of light intensity according to environmental and traffic conditions.

Further activities that could be developed concern the integration of additional sensors on board vehicles and/or installed on lamp posts, for a more detailed description of the city, and – in the opposite direction – the development of a whole series of services for *Smart Road* users that would increase the proactive involvement of citizens through a more aware use of the *Smart City*.

2.9 Le Smart Energy Communities

di Gianluca D'Agosta, Claudia Meloni

2.9.1 Le Smart Communities

Consultando il glossario del documento “Architettura per le comunità intelligenti, visione concettuale e raccomandazioni alla pubblica amministrazione”, pubblicato da AgID in data 3 Ottobre 2012, alla voce Smart City/Community si legge: *“Con il termine Smart City/Community (SC) si intende quel luogo e/o contesto territoriale ove l'utilizzo pianificato e sapiente delle risorse umane e naturali, opportunamente gestite e integrate mediante le numerose tecnologie ICT già disponibili, consente la creazione di un ecosistema capace di utilizzare al meglio le risorse e di fornire servizi integrati e sempre più intelligenti (cioè il cui valore è maggiore della somma dei valori delle parti che li compongono). Gli assi su cui si sviluppano le azioni di una SC sono molteplici: mobilità, ambiente ed energia, qualità edilizia, economia e capacità di attrazione di talenti e investimenti, sicurezza dei cittadini e delle infrastrutture delle città, partecipazione e coinvolgimento dei cittadini. Condizioni indispensabili sono una connettività diffusa e la digitalizzazione delle comunicazioni e dei servizi.”*

La creazione di un ecosistema ha un impatto positivo sulla qualità della vita delle persone che vivono la Smart City,

2.9 Smart Energy Communities

by Gianluca D'Agosta, Claudia Meloni

2.9.1 Smart Communities

In the glossary of the document “Architecture for Smart Communities, Conceptual Vision and Recommendations for Public Administration”, published by AgID on 3 October 2012, under the heading Smart City/Community we read: *“The term Smart City/Community (SC) means the location and/or territorial context where the planned and wise use of human and natural resources, appropriately managed and integrated through the numerous ICT technologies already available, enables the creation of an ecosystem capable of making the best use of resources and providing integrated and increasingly intelligent services (i.e. whose value is greater than the sum of the values of their parts). There are multiple axes along which the actions of a SC may be developed: mobility, environment and energy, building quality, economy and ability to attract talent and investments, security of citizens and city infrastructures, participation and involvement of citizens. Prerequisites are widespread connectivity and the digitalisation of communications and services”.*

The creation of an ecosystem has a positive impact on the quality of life of the people who live in the Smart City, on

sull'ambiente che le ospita e su tutto il tessuto sociale ed economico che viene coinvolto.

Da ciò ne deriva che l'approccio efficace e sistemico alle *smart cities* dovrebbe basarsi sull'uso di tecnologie a basso impatto ambientale e sulla condivisione dell'obiettivo sociale del miglioramento della qualità della vita delle persone.

La formazione sulle competenze sociali, l'organizzazione delle comunità, la partecipazione attiva e la diffusione dei processi culturali sono iniziative in grado di attivare nei cittadini comportamenti sostenibili proprio perché fortemente ancorate ai bisogni reali della persona in qualsiasi età della sua vita (la mobilità, l'economia, il lavoro, la sicurezza, la sanità, l'invecchiamento...).

La disponibilità di infrastrutture e tecnologie che consentono l'accesso alle informazioni è uno dei fattori indispensabili ed abilitanti (*Human Oriented Technologies*), ma non sufficiente, poiché significativo è l'utilizzo che viene fatto di tali soluzioni.

Per ENEA, il termine "smart communities" è in grado di evocare il recupero e la valorizzazione della identità locale senza porla in conflitto con i modelli globali, nonché di evocare anche quella sostenibilità, derivante dalla qualità di vita a partire dallo sviluppo della partecipazione sociale, che è elemento fondante del "senso di comunità".

La *cittadinanza attiva* è infatti la partecipazione del cittadino alla vita civile del suo Paese, onorando i propri doveri e conoscendo ed esigendo i diritti propri e quelli altrui.

Una comunità attiva e partecipe intraprende iniziative dal basso per miglio-

the environment where they live and on the entire social and economic fabric involved.

It follows that an effective and systemic approach to smart cities should be based on the use of low environmental impact technologies and on sharing the social goal of improving people's quality of life.

Training in social skills, community organisation, active participation and the dissemination of cultural processes are initiatives capable of activating sustainable behaviour among citizens precisely because they are deeply rooted in the real needs of people at all stages of their lives (mobility, the economy, work, security, health, ageing, etc.)

The availability of infrastructures and technologies that allow access to information is just one of the critical enabling factors (*Human Oriented Technologies*) given the significant use made of such solutions.

For ENEA, the term "smart communities" is capable of evoking the recovery and enhancement of local identity without placing it in conflict with global models. It also evokes that sustainability, deriving from the quality of life that starts from the development of social participation, which is a key element of the "sense of community".

Active/Engaged citizenship means the participation of citizens in the civil life of their country, honouring their duties and knowing and demanding their rights and those of others.

An active and participatory community undertakes bottom-up initiatives to im-

re la qualità di vita e i servizi nella propria città, avendo ben chiaro quali sono le esigenze e le possibilità del territorio. Per risolvere problemi sociali e migliorare la qualità di vita in un determinato ambiente bisogna agire sull'ambiente stesso: ciò è possibile influenzando i fattori che caratterizzano l'ambiente stesso, attraverso una progettazione sostenibile del territorio che parta dal suo interno.

La crescita di una comunità passa attraverso l'*empowerment* (sviluppo del potere) dei soggetti che ne fanno parte: il percorso proposto vuole andare in questa direzione prendendo come base lo sviluppo della conoscenza, dell'esperienza, dell'informazione, della capacità di scelta e della consapevolezza delle opportunità.

Nell'avvio di progetti di sostenibilità sociale e ambientale che utilizzano soluzioni basate sulla *Information and Communication Technology* (ICT), quindi, è molto importante avere un approccio critico ed essere in grado di valutarne gli effetti sociali. Tale approccio, pertanto, dovrebbe fondarsi su elementi di misurabilità oggettiva, ossia su metriche costruite a partire dal contesto in cui verranno applicate.

Un progetto di smart community è, dunque, un progetto che riesce a incrementare il capitale sociale tramite l'evoluzione, facilitata dall'*empowerment*, delle dinamiche relazionali che vanno dall'individuo all'intera comunità, utilizzando in modo armonico strumenti che vanno dai processi sociali alle tecnologie e alle infrastrutture innovative e i cui risultati possono essere altresì misurabili.

prove the quality of life and services in its city, having a clear understanding of the needs and possibilities of the area in question.

In order to solve social problems and improve the quality of life in a given environment, it is necessary to act on the environment itself: this can be done by influencing the factors that characterise the environment in question, by sustainable planning of the territory from within.

The growth of a community is achieved by empowering its members: the proposed approach seeks to do this by building on the development of knowledge, experience, information, choice and awareness of opportunities.

Therefore, when initiating social and environmental sustainability projects using solutions based on *Information and Communication Technology* (ICT), it is very important to have a critical approach and to be able to assess their social impact. This approach, therefore, should be based on elements that can be measured objectively, i.e. metrics built from the context in which they will be applied.

A smart community project is, therefore, a project that succeeds in increasing social capital through the evolution – facilitated by empowerment – of relational dynamics, from the individual to the entire community, using tools ranging from social processes to innovative technologies and infrastructures in a harmonious manner, and with results that can be measured.

Nel progetto “Sviluppo di un modello integrato di smart district urbano” è stata creata una infrastruttura per lo sviluppo di una smart community locale in grado di attivarsi per la co-governance del quartiere, che consenta di partecipare attivamente alla vita collettiva nonché di abilitare i cittadini a comportamenti smart.

La comunità evolve attraverso un processo che intende favorire l’impegno e il coinvolgimento dei cittadini integrando aspetti sociali, tecnologici e gestionali. L’obiettivo è di rafforzare la capacità dei cittadini e degli stakeholder per la partecipazione alle decisioni e al governo locale, nonché nel design e nella realizzazione di servizi di comunità anche al fine di abbattere l’impatto energetico ambientale.

Sono state inoltre organizzate una serie di iniziative per l’applicazione di modelli tecnico-economici e di co-governance, da realizzarsi tramite workshop e tavoli cittadini-utilities-PA per il co-design, la progettazione condivisa e per supportare processi partecipativi. Lo scopo è quello di attivare le comunità con un processo “bottom up” al fine di facilitare le capacità e l’auto-organizzazione delle comunità stesse ed innescare processi di rigenerazione urbana fortemente basati sulla sinergia sociale, sulla partecipazione attiva e sul comportamento virtuoso delle persone.

Tutto ciò viene perseguito tramite attività che comprendono processi informativi (sull’iniziativa e le opportunità), processi formativi (sulla sostenibilità energetica e sulle competenze sociali),

In the project entitled “Development of an integrated urban smart district model”, an infrastructure was created for the development of a local smart community capable of taking action for the co-governance of the neighbourhood, enabling active participation in collective life and enabling citizens to adopt smart behaviours.

The community evolves through a process that aims at fostering the engagement and involvement of citizens by integrating social, technological and managerial aspects.

The aim is to strengthen the capacity of citizens and stakeholders to participate in decision-making and local governance, as well as in the design and implementation of community services, also with a view to reducing the environmental energy impact.

A series of initiatives have also been organised for the application of technical-economic and co-governance models, to be implemented through workshops and citizen-utility-PA working tables for co-design, shared planning and to support participatory processes. The aim is to activate communities through a “bottom up” process in order to facilitate the capacity and self-organisation of the communities themselves and to trigger urban regeneration processes firmly based on social synergy, active participation and the virtuous behaviour of people.

This can be pursued through activities that include information processes (on the initiative and opportunities), training processes (on energy sustainabil-

processi organizzativi (co-governance, co-design, living lab) ed un insieme di tecnologie ICT con particolare riferimento al social web.

In particolare è stata sviluppata una infrastruttura tecnologica, il Social Urban Network (SUN) [Fig. 1], a servizio della smart community di quartiere, finalizzata all'interattività sociale che consiste in un insieme di componenti presenti sia sulla rete web (social network, portale, app) che sul quartiere (installazioni interattive) allo scopo di favorire l'interazione tra gli utenti e di aumentare la consapevolezza energetica ed il senso di appartenenza alla comunità. Il SUN rappresenta dunque l'ambiente di scambio social dove si sviluppa una coscienza di gruppo o meglio di quartiere su tematiche di interesse quali la partecipazione attiva, la consapevolezza energetica e ambientale, la sostenibilità.

ity and social skills), organisational processes (co-governance, co-design, living labs) and a set of ICT technologies with particular reference to the social web.

In particular, a technological infrastructure, the Social Urban Network (SUN) [Fig. 1], has been developed to serve the smart community of the neighbourhood. Aimed at social interactivity, it consists of a set of components present both on the web (social network, portal, app) and in the neighbourhood (interactive installations) in order to promote interaction between users and increase energy awareness and a sense of belonging to the community. Therefore SUN represents an environment of social exchange where a group conscience, or rather a neighbourhood conscience is developed regarding issues of interest such as active participation, energy and environmental awareness and sustainability.

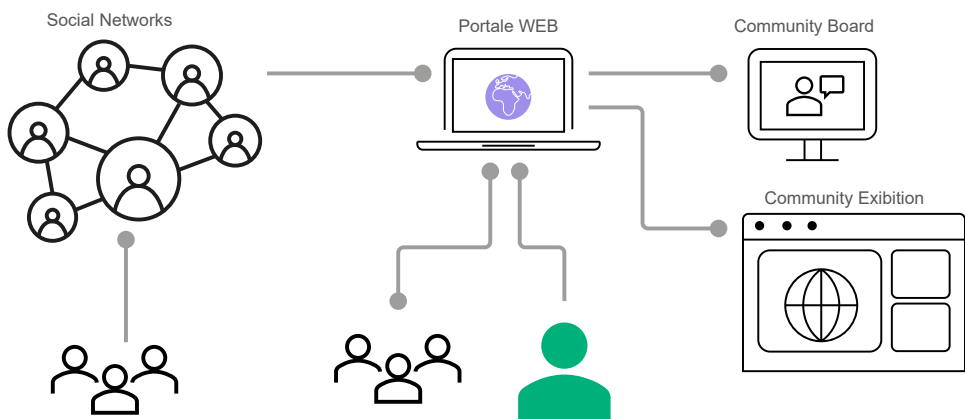


Fig. 1— Schema macrofunzionale del Social Urban Network

Il SUN ha l'intento specifico di stimolare la comunità a condividere informazioni ed esprimere le proprie idee su come migliorare la qualità di vita nel proprio quartiere e fornire un riscontro sull'efficacia e l'efficienza dei servizi urbani erogati, facendo così emergere non solo le esigenze condivise, ma anche le opportunità e le iniziative.

L'architettura del Social Urban Network si compone di tre parti principali che riguardano il mondo virtuale, fisico e concettuale della comunità in modo da ben rappresentare quello che oggi è il contesto offerto al cittadino e cioè un ibrido tra mondo fisico e virtuale:

- il portale web rappresenta la vera e propria piazza virtuale da cui attivare la comunità e che ospita tematiche di attualità, iniziative condotte da gruppi attivi nel territorio, rubriche ecc;
- l'insieme dei social network, tra cui Facebook, Twitter, rappresenta l'ambiente di scambio di contenuti e idee tra cittadini;
- la installazione interattiva, o smart node, rappresenta il luogo d'incontro fisico per i cittadini.

A completamento di ciò, sono state previste attività per il coinvolgimento e l'ingaggio dei cittadini tramite specifiche iniziative dirette alla comunità e volte a coinvolgere gli utenti in percorsi di formazione, discussione, iniziative di partecipazione attiva.

La realizzazione di un nuovo modello di sviluppo di Smart Community attraverso la sperimentazione di approcci, tecni-

SUN has the specific intention of stimulating the community to share information and express their ideas on how to improve quality of life in their neighbourhood and provide feedback on the effectiveness and efficiency of urban services provided, thus highlighting not only shared needs, but also opportunities and initiatives.

The architecture of the Social Urban Network is made up of three main parts that concern the virtual, physical and conceptual world of the community, so as to properly represent the context that is now being offered to the citizen, i.e. a hybrid between the physical and virtual world:

- the web portal represents the actual virtual market place from which the community can be activated and which hosts topical issues, initiatives conducted by groups active in the area, news features, etc.;
- the set of social networks, including Facebook and Twitter, represents the environment for the exchange of content and ideas between citizens;
- the interactive installation, or smart node, represents the physical meeting place for citizens.

To complement the above, activities have been planned for the involvement and engagement of citizens through specific initiatives directed at the community and aimed at involving users in training, discussion and active participation initiatives.

The creation of a new model of Smart Community development by trying out innovative approaches, techniques and

che e strumenti innovativi, ha permesso di orientare i cittadini, verso forme concrete di rigenerazione e governance comunitaria attraverso tutti gli asset trasversali di sostenibilità che il progetto intendeva comprendere in particolare quelli rivolti alla sostenibilità energetica, ambientale, economica e sociale.

2.9.2 Le Energy Communities

In continuità con l'attività svolta sulle smart community ed in linea con il quadro di policy europeo e nazionale relativo al processo di "democratizzazione" dell'energia, ENEA ha avviato recentemente un nuovo filone di ricerca sulle energy community che mette i consumatori al centro affidando loro un ruolo sempre più attivo e responsabile, fattore fondamentale per il successo della transizione energetica.

Nel Clean Energy Package for all Europeans (CEP) [1] (un insieme di atti legislativi che ridisegnano il settore energetico attraverso misure per l'efficienza energetica, le fonti rinnovabili, l'assetto del mercato dell'energia elettrica, la sicurezza dell'approvvigionamento elettrico e le norme sulla governance per l'Unione dell'energia) è stato introdotto il concetto di *Energy Community*, prevedendo due diversi modelli: la Citizen Energy Community (CEC) ovvero la comunità dei cittadini e la Renewable Energy Community (REC), le 'comunità rinnovabili'. La CEC è riportata nella Direttiva 2019/944/UE (EMD II) [2] sul mercato interno dell'energia elettrica e REC è riportata nella Direttiva 2018/2001/

tools, has made it possible to guide citizens towards concrete forms of regeneration and community governance through all the cross-cutting sustainability assets that the project sought to include, in particular those aimed at energy, environmental, economic and social sustainability.

2.9.2 Energy Communities

Building on the work carried out on smart communities and in line with the European and national policy framework regarding the energy "democracy" process, ENEA has recently launched a new line of research on energy communities, which places consumers at the centre and gives them an increasingly active and responsible role, a fundamental factor for the success of the energy transition.

In the Clean Energy Package for all Europeans (CEP) [1] (a set of legislative acts redesigning the energy sector through measures on energy efficiency, renewables, electricity market organisation, security of electricity supply and governance rules for the Energy Union) the concept of the Energy Community was introduced, providing for two different models: the Citizen Energy Community (CEC) and the Renewable Energy Community (REC). The CEC is covered in Directive 2019/944/EU (EMD II) [2] on the internal electricity market and REC is covered in Directive 2018/2001/EU (RED II) [3] on promoting the use of energy from RES. Both include the possibility for community members to

UE (RED II) [3] sulla promozione dell'uso dell'energia da FER. Entrambe prevedono la possibilità per i membri della comunità di svolgere collettivamente attività di produzione, distribuzione, fornitura, consumo, condivisione, accumulo e vendita dell'energia autoprodotta. Più in generale, l'intento è di promuovere lo sviluppo e l'accettazione delle FER a livello locale, l'efficienza energetica, la partecipazione al mercato degli utenti finali e di facilitare la fornitura di energia a prezzi accessibili per contrastare la vulnerabilità e la povertà energetica con ricadute positive anche a livello ambientale, economico e sociale. In accordo con il quadro di policy europeo, anche il Piano Nazionale Energia e Clima (PNIEC) [4] approfondisce i temi dell'autoconsumo e delle comunità energetiche con l'obiettivo di mettere il cittadino e le imprese al centro del sistema energetico, in modo che siano protagonisti e beneficiari della trasformazione energetica. In attesa del completo recepimento delle direttive europee, previsto entro il 2022, il processo di creazione di Energy Community in Italia ha avuto inizio con il decreto legge Milleproroghe 2020 che introduce le basi per la creazione delle 'comunità rinnovabili' e dei sistemi collettivi di autoconsumo.

Il quadro normativo-regolatorio e di un sistema incentivante consentirà lo sviluppo di comunità energetiche attive nell'ambito della generazione, distribuzione, accumulo, condivisione, ed eventualmente, in futuro, anche nella vendita di energia elettrica e fornitura di servizi energetici. In questa prospettiva, le comunità energetiche possono essere viste come un sistema

collectively carry out activities for the production, distribution, supply, consumption, sharing, storage and sale of self-generated energy. More generally, the goal is to promote the development and acceptance of RES at local level, energy efficiency and end-user participation in the market and to facilitate the provision of affordable energy to combat energy vulnerability and poverty with positive environmental, economic and social impacts.

In accordance with the European policy framework, the National Energy and Climate Plan (INECP) [4] also further explores the themes of self-consumption and energy communities with the aim of putting citizens and businesses at the centre of the energy system, so that they are protagonists and beneficiaries of the energy transformation. Pending the complete transposition of the European directives, expected by the end of 2022, the process of creating Energy Communities in Italy began with the 2020 "Milleproroghe" decree law, which introduces the basis for the creation of 'renewable communities' and collective systems for self-consumption.

The legislative-regulatory framework and an incentive system will allow the development of energy communities taking an active role in the generation, distribution, storage, sharing, and possibly, in the future, also in the sale of electricity and the provision of energy services. From this perspective, energy communities can be seen as an integrat-

integrato produzione-consumo-accumulo dove i fabbisogni dei membri della comunità vengono soddisfatti dall'energia prodotta e distribuita all'interno della comunità stessa, con il supporto di diverse tipologie di sistemi di accumulo.

2.9.3 Il modello ENEA per le comunità energetiche

Il modello ENEA di Energy Community tiene conto dell'impatto potenziale della digitalizzazione e dei modelli di economia collaborativa sul processo di transizione energetica e prende spunto dall'analisi congiunta di casi di studio di smart communities, comunità energetiche e di esperienze di valute comunitarie digitali a livello internazionale.

In particolare, si vuole proporre un modello di microgrid virtuale peer to peer, basata sull'impiego della tecnologia blockchain, che dovrà abilitare la reciprocità degli scambi tra prosumer e consumatori locali in ambito sociale oltreché energetico. Questo modello è in linea con le direttive della Comunità Europea ma non previsto dalla normativa italiana attualmente vigente.

La Energy Community, coerentemente con la direttiva EMD II, attribuisce un ruolo chiave al consumatore/cittadino nel processo di transizione energetica sia come prosumer, a cui garantire adeguati strumenti tecnologici per la partecipazione diretta al mercato elettrico, sia come consumatore vulnerabile, in condizioni di povertà energetica, verso il quale identificare strumenti idonei di sostegno energetico e sociale.

ed production-consumption-storage system where the needs of community members are met by energy produced and distributed within the community itself, with the support of different types of storage systems.

2.9.3 The ENEA model for energy communities

The ENEA Energy Community model takes into account the potential impact of digitalisation and collaborative economy models on the energy transition process. It is inspired by the joint analysis of case studies of smart communities, energy communities and experiences of digital community currencies at the international level.

In particular, it wishes to propose a virtual peer-to-peer microgrid model, based on the use of blockchain technology, which should enable mutual exchange between prosumers and local consumers in the social as well as energy sphere. This model is in line with the directives of the European Community but is not provided for by the Italian legislation currently in force.

The Energy Community, in line with the EMD II directive, attributes a key role to the consumer/citizen in the energy transition process both as a prosumer, to whom adequate technological tools for direct participation in the electricity market must be guaranteed, and as a vulnerable consumer, in conditions of energy poverty, for whom suitable energy and social support tools must be identified.

Elemento cardine della Energy Community è il concetto di comunità, inteso come insieme di cittadini, imprese, stakeholder che hanno interesse nello sviluppo del territorio, nella condivisione di iniziative e opportunità, nell'ottimizzazione dell'uso delle risorse.

L'idea di base è quella di fare riferimento al quadro normativo della Citizen Energy Community, il che vuol dire:

- focalizzarsi sul vettore elettrico;
- ammettere la partecipazione di cittadini, piccole imprese ed autorità locali al progetto;
- avere come finalità principale il raggiungimento della sostenibilità sociale, economica ed ambientale.

L'attività di ricerca ENEA punta allo sviluppo di tool e metodologie per la fornitura ai diversi utenti di una comunità di servizi e strumenti in grado di creare un ecosistema energetico intelligente e interattivo, dove lo sfruttamento dell'energia da fonti, non solo rinnovabili, non sarà più ad appannaggio esclusivo dei titolari degli impianti, ma potrà essere condiviso mettendo in relazione una moltitudine di aspetti energetici, ambientali, sociali, tecnologici ed economici.

Attualmente sono in corso di sviluppo metodologie, infrastrutture tecnologiche, modelli gestionali ed economici per sostenere e promuovere iniziative dei *prosumer*, la loro aggregazione e la messa a punto di processi auto-organizzativi per permettere ad una comunità di auto-gestire una serie di funzionalità connesse alla rete energetica anche attraverso l'utilizzo di servizi aggregati, di

The cornerstone of the Energy Community is the concept of community, understood as a set of citizens, businesses and stakeholders who have an interest in the development of the area in question, in sharing initiatives and opportunities and in optimising the use of resources.

The basic idea is to refer to the Citizen Energy Community framework, which means:

- focusing on the electricity carrier;
- allowing citizens, small businesses and local authorities to participate in the project;
- having as its main goal the achievement of social, economic and environmental sustainability.

ENEA's research activity aims at developing tools and methodologies to provide the various users in a community with services and tools capable of creating a smart and interactive energy ecosystem, where the exploitation of energy from sources, not only renewable, will no longer be the exclusive prerogative of plant owners, but can be shared by linking a multitude of energy, environmental, social, technological and economic aspects.

Methodologies, technological infrastructures, management and economic models are currently being developed to support and promote prosumer initiatives, to aggregate them and to develop self-organising processes that will allow a community to self-manage a series of functions related to the energy network, including through the use of aggre-

tecnologie abilitanti e strumenti innovativi quali l'uso della blockchain, la remunerazione della flessibilità e la valorizzazione del comportamento virtuoso dal punto di vista energetico. In estrema sintesi, l'obiettivo è di fornire, ai vari soggetti che partecipano alla Energy Community, un'ampia gamma di servizi e strumenti operativi a cominciare da un'analisi dettagliata degli scenari di interazione tra i singoli utenti, la comunità e i gestori energetici per arrivare alla creazione di un ecosistema energetico 'intelligente' ed interattivo con la rete di distribuzione dell'energia.

L'Energy Community diventa una infrastruttura integrata per tutti i vettori energetici e vede il sistema elettrico come spina dorsale, caratterizzata dall'accoppiamento delle reti elettriche con quelle del gas, del riscaldamento e del raffrescamento, supportate dall'accumulo di energia nelle varie forme e tipologie.

Il modello ENEA propone dunque la definizione e l'implementazione di strumenti per la nascita di Energy Community a supporto dei differenti profili energetici che caratterizzano il tessuto urbano (abitazioni, terziario, piccole imprese). Tale modello tiene conto anche dei potenziali benefici derivanti dalla digitalizzazione, dai modelli di economia collaborativa e dalla diffusione della generazione distribuita a supporto del processo di transizione energetica e prende spunto dall'analisi congiunta di casi studio di comunità energetiche e di esperienze di valute comunitarie digitali a livello internazionale. Nello specifico, il modello di riferimento [Fig. 2] si focalizza sulla realizzazione di

gated services, enabling technologies and innovative tools such as the use of blockchain, the remuneration of flexibility and the promotion of virtuous behaviour from the energy point of view. In a nutshell, the aim is to provide the various subjects participating in the Energy Community with a wide range of services and operational tools, from a detailed analysis of the scenarios of interaction between individual users, the community and energy managers up to the creation of an "intelligent" energy ecosystem that interacts with the energy distribution network.

The Energy Community becomes an integrated infrastructure for all energy carriers and sees the electricity system as the backbone, characterised by the coupling of electricity networks with gas, heating and cooling networks, supported by various forms and types of energy storage.

The ENEA model therefore proposes the definition and implementation of tools for the creation of Energy Communities to support the different energy profiles that characterise the urban fabric (residential, tertiary and small business). This model also takes into account the potential benefits arising from digitalisation, collaborative economy models and the spread of distributed generation to support the energy transition process, and takes its cue from the joint analysis of case studies of energy communities and experiences of digital community currencies at an international level.

In particular, the reference model [Fig. 2] focuses on implementing a prototype

un prototipo di piattaforma in grado di fornire i seguenti servizi:

- valutazioni preliminari di tipo energetico, economico e finanziario delle configurazioni di comunità energetica rinnovabile (CER) o di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente (tramite RECON);
- supporto alla propria abitazione e azienda (consapevolezza energetica/risparmio energetico/flessibilità elettrica), tramite il monitoraggio dei consumi di energia (tramite DHOMUS);
- strumenti di gestione della comunità e valorizzazione dei comportamenti virtuosi (tramite CRUISE);
- scambio di beni e servizi, tramite token economy;
- co-design dei servizi di comunità e crowdsourcing;
- tool di ottimizzazione per hub energetici multi-vettore (elettricità, gas, energia termica, ecc.).

Attraverso i dati raccolti dai sensori installati nelle abitazioni e/o nelle aziende e alle informazioni che provengono dai distributori e venditori di energia è possibile identificare il profilo energetico dell'utente, estrapolare informazioni sul consumo e, laddove da lui richiesto, fornire possibili suggerimenti per adottare comportamenti energeticamente più efficienti.

Inoltre, il monitoraggio dell'intera comunità permette di far emergere i comportamenti virtuosi degli utenti e, rispondendo alle richieste che pervengono dalla rete in base alle necessità, favorire la riduzione o rimodulazione dei consumi energetici.

platform able to provide the following services:

- preliminary energy, economic and financial assessments of renewable energy community (CER) configurations or those of self-consuming renewable energy communities acting collectively (via RECON);
- support for home and business (energy awareness/energy saving/electrical flexibility), through monitoring of energy consumption (via DHOMUS);
- community management tools and promotion of virtuous behaviour (via CRUISE);
- exchange of goods and services, through a token economy;
- co-design of community services and crowdsourcing;
- optimisation tools for multi-carrier energy hubs (electricity, gas, thermal energy, etc.).

Through data collected by sensors installed in homes and/or businesses and information from energy distributors and sellers, it is possible to identify the user's energy profile, extrapolate information on consumption and, where requested by the user, provide possible suggestions for more energy-efficient behaviour.

In addition, the monitoring of the entire community makes it possible to highlight the virtuous behaviour of users and, by responding to requests from the network as needed, encourage the reduction or remodelling of energy consumption.

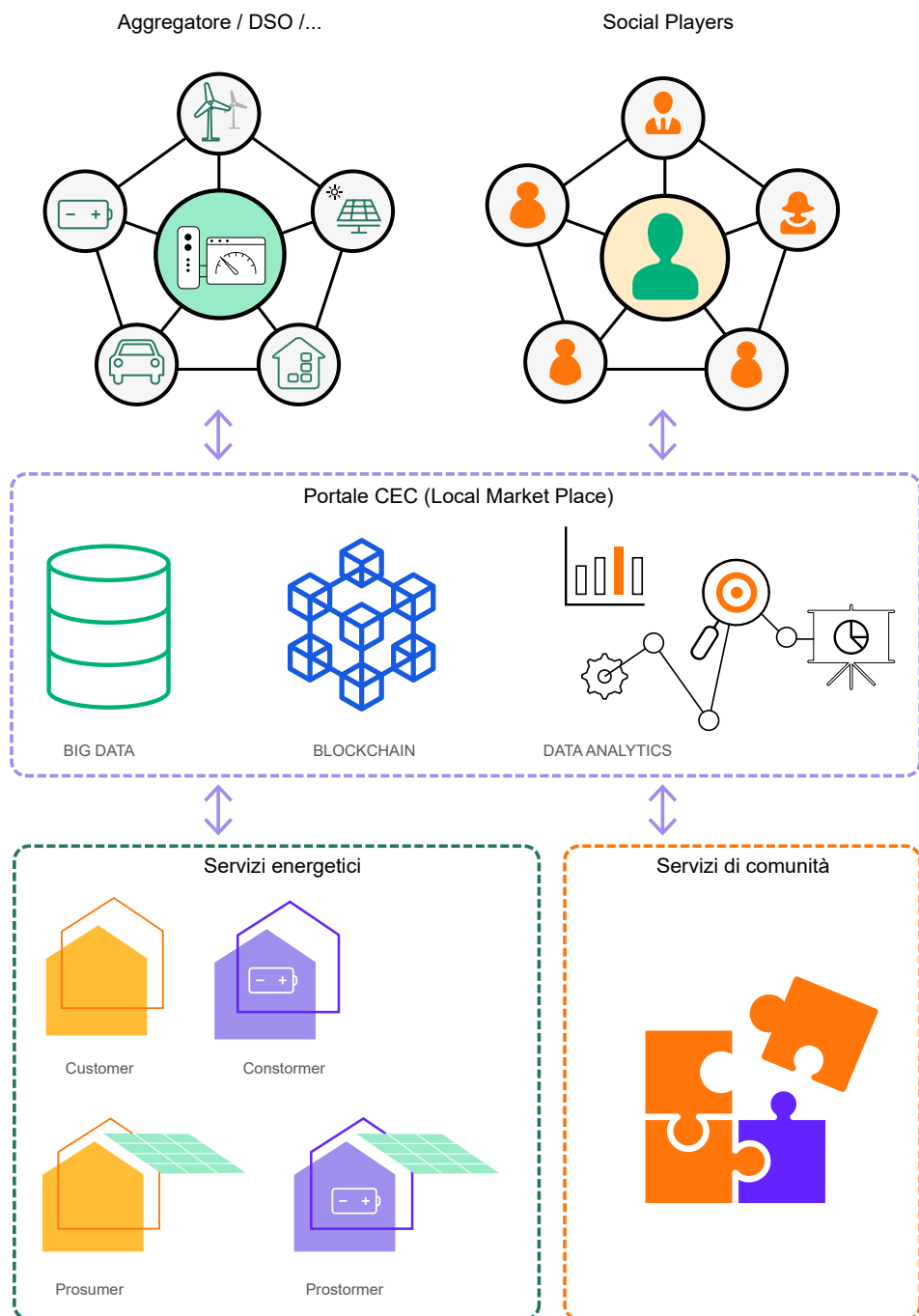


Fig. 2 – Schema a blocchi funzionale del modello ENEA per le Energy Community

L'obiettivo è attivare un processo di demand/response che renderà la comunità ed i suoi utenti dei consumatori di energia dinamici, intelligenti e consapevoli, aprendo scenari di consumo e produzione non ancora sperimentati. Infine, il gestore potrà disporre sulla piattaforma di un cruscotto a lui dedicato che gli consentirà di identificare interventi e politiche di miglioramento delle performances della Comunità, sia per quanto attiene ai consumi energetici sia in merito al coinvolgimento sociale e all'interazione dei suoi partecipanti.

Il monitoraggio dei consumi e la valorizzazione dei comportamenti virtuosi consentono, tramite la piattaforma, la creazione di un'economia interna basata sulla partecipazione attiva degli utenti alle esigenze energetiche della Comunità e sulla loro condivisione delle risorse internamente disponibili. [Fig. 3] Dall'unione delle tematiche sociali ed energetiche nasce la visione di "comunità locali flessibili" in cui il cittadino è attore principale di un ampio ecosistema di servizi: in particolare il cittadino diventa un 'prosumer' di servizi, ovvero una entità in grado di produrre e consumare servizi per una comunità che sono gestiti in un portale dedicato (portale LEC) che di fatto rappresenta un 'market place digitale' in cui si incontrano domanda ed offerta di servizi energetico/sociali.

The aim is to activate a demand/response process that will transform the community and its users into dynamic, intelligent and aware energy consumers, opening up consumption and production scenarios that have not been tried before. Finally, the operator will have a dedicated dashboard on the platform. It allows the operator to identify actions and policies to improve the performance of the community, both in terms of energy consumption and in terms of social involvement and interaction of its participants.

The monitoring of consumption and the rewarding of virtuous behaviour allow, through the platform, the creation of an internal economy based on the active participation of users in the energy needs of the Community and on their sharing of internally available resources. [Fig. 3]

The merging of social and energy issues gives rise to the vision of "flexible local communities" in which the citizen is the main actor in a broad ecosystem of services: in particular, the citizen becomes a 'prosumer' of services, i.e. an entity capable of producing and consuming services for a community that are managed in a dedicated portal (LEC portal), which in fact represents a 'digital market place' where supply and demand of energy/social services are matched.

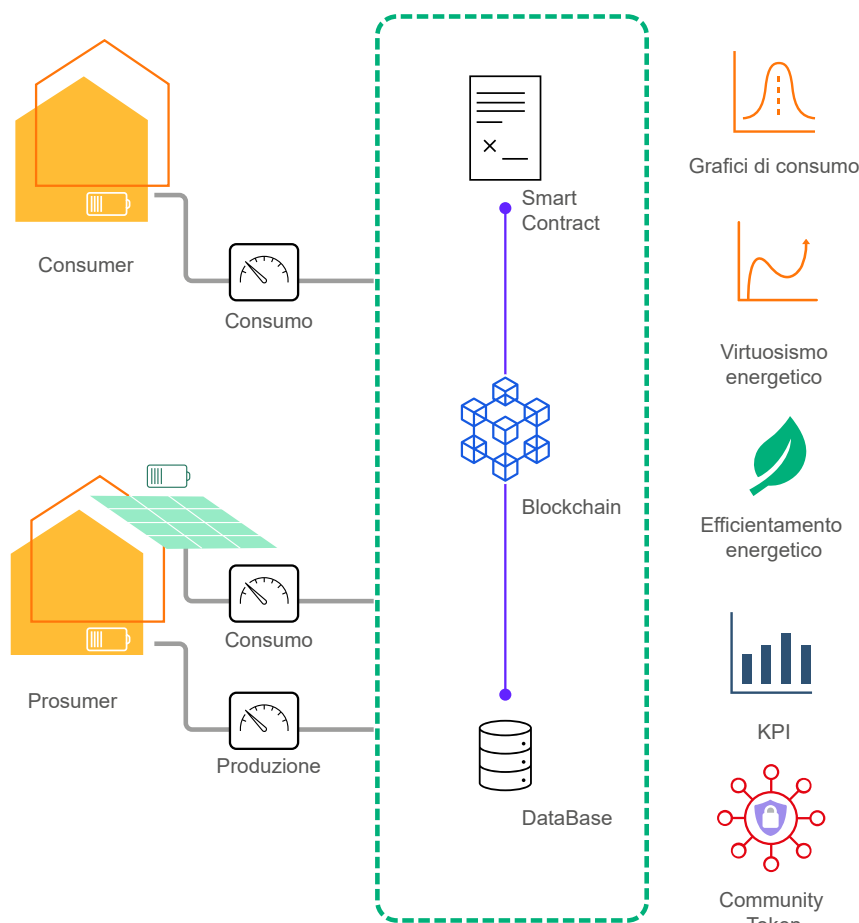


Fig. 3 – La piattaforma raccoglie informazioni dalle abitazioni, le elabora per fornire servizi alla comunità

La comunità energetica, in futuro, si comporterà come un aggregato dinamico di utenti in grado di produrre una parte dell'energia di cui ha bisogno e di fornire ed acquistare servizi di entità esterne alla comunità stessa. In questo contesto, l'energia diventa un servizio che la comunità può acquistare dai suoi associati o comprare e vendere da fornitori esterni. [Fig. 4]

The energy community of the future will behave as a dynamic aggregate of users able to produce some of the energy it needs and to supply and purchase services from entities outside the community itself. In this context, energy becomes a service that the community can buy from its members or buy and sell from external suppliers. [Fig. 4]

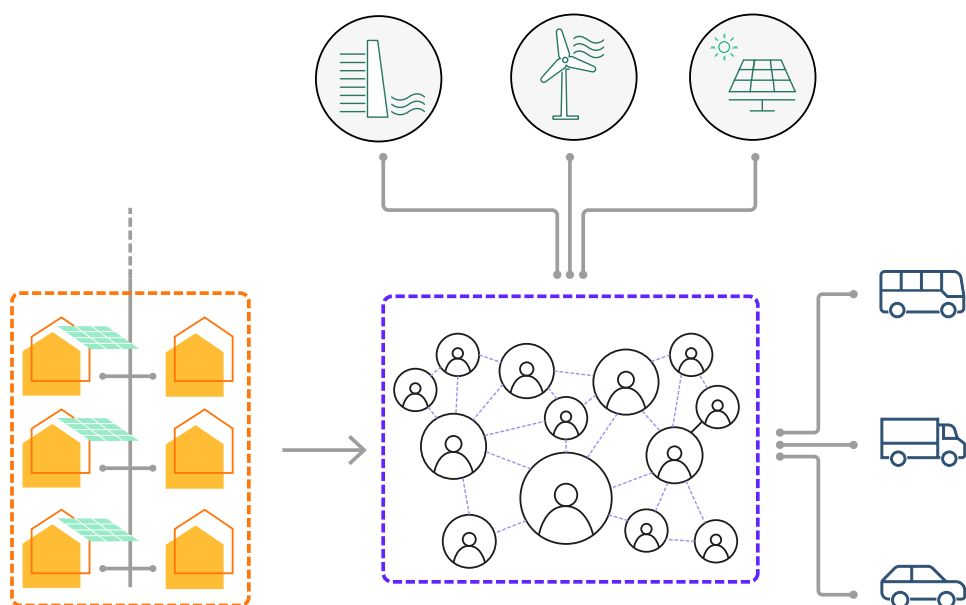


Fig. 4 – Schema concettuale della comunità: dalla comunità dell'energia alla comunità di persone e risorse

Il servizio di scambio di beni e servizi integrato nella token economy nasce dall'esigenza di offrire ai cittadini di una determinata comunità la possibilità di sfruttare risorse locali in ottica di sharing economy. Uno dei passaggi fondamentali è il cambio di paradigma dalla logica del *possesso* di un bene a quella dell'uso. L'auto elettrica condivisa a livello di quartiere ben rispecchia questo nuovo scenario: l'auto è sempre a disposizione di chi ne ha necessità che la utilizza solo per il tempo che gli occorre e la paga solo per quel tempo. In questo modo, il bene è sfruttato al massimo delle sue potenzialità. Un altro elemento è il riuso della ricchezza: sarà possibile in questo modo supportare un'economia locale che recuperi valore dal rimettere in circolazione nella comu-

The exchange of goods and services integrated in the token economy stems from the need to offer citizens of a given community the possibility to exploit local resources in the framework of a sharing economy. One of the fundamental steps is the paradigm shift from the logic of owning a good to the logic of using it. The electric car shared at neighbourhood level reflects this new scenario: the car is always available to those who need it, who use it only for the time they need it and pay for it only for that time. In this way, the asset is used to its full potential. Another element is the reuse of wealth: in this way, it will be possible to support a local economy that recovers value from putting unused goods, knowledge and spaces back into circulation in the community. The basis

nità, beni, conoscenze e spazi inutilizzati. Alla base vi è la valorizzazione di un bene usato (che in un sistema di economia lineare viene solitamente smaltito come rifiuto), attraverso il riuso, il riciclo o la rigenerazione.

Questo approccio, che potremmo chiamare di “circular community”, si presta molto bene a delineare la transizione verso un'economia circolare almeno a livello locale, che è sicuramente quella con un impatto maggiore sia sull'ambiente vissuto dalle persone, sia nel modo di pensare e usare gli oggetti. Strumento abilitante della sharing community è la creazione di un'economia locale basata su “token” che vengono scambiati con beni e servizi e che hanno solo valenza locale o ristretta alla comunità. Modelli di condivisione antichi, come quello dello scambio del proprio tempo o delle risorse, che hanno caratterizzato a lungo le comunità più piccole e rurali del paesaggio italiano ed europeo e che sono pressoché scomparse con l'industrializzazione e la creazione di grandi agglomerati urbani.

Motore di questo cambiamento è la comunità stessa che, nella stessa normativa europea, è vista come elemento centrale del contratto sociale tra le persone: la creazione di gruppi eterogenei per la gestione del territorio, delle sue ricchezze e della sua economia locale permette di affrontare insieme e con maggior impatto le sfide di decarbonizzazione e riduzione di impatto ambientale che l'Europa vuole affrontare con efficacia.

Le attività di community di questo tipo portano notevole beneficio in termini di sostenibilità ambientale, economica

is the maximisation of value of a used good (which in a linear economy system is usually disposed of as waste), through reuse, recycling or regeneration.

This approach, which could be called a “circular community”, lends itself very well to outlining the transition towards a circular economy, at least at a local level, which is undoubtedly the type of economy with the greatest impact both on the environment that people experience and on the way people think about and use objects. An enabling tool for the sharing community is the creation of a local economy based on “tokens” which are exchanged for goods and services and which are only of local or restricted community value. These are ancient models of sharing, such as the exchange of one's own time or resources, which have long characterised the smaller, rural communities of the Italian and European landscape and which have all but disappeared with industrialisation and the creation of large urban agglomerations.

The driver of this change is the community itself, which, in European legislation, is seen as a central element of the social contract between people: the creation of heterogeneous groups for the management of the territory, its wealth and its local economy makes it possible to tackle together and with greater impact the challenges of decarbonisation and reduction of environmental impact that Europe wants to deal with effectively.

Community activities of this kind reap considerable benefits in terms of environmental, economic and social sus-

e sociale, in quanto ispirata ai principi della economia circolare e dell'economia collaborativa.

2.9.4 Sviluppi futuri

Il lavoro presentato parte dallo stato dell'arte nel coinvolgimento dei cittadini, le smart community, per arrivare ai nuovi concetti di partecipazione consapevole e attiva a nuovi tipi di organizzazione sociale e territoriale.

La possibilità di creare una comunità che abbia come obiettivo principale il miglioramento dell'impatto ambientale e sociale delle attività dei suoi partecipanti, grazie all'uso di tecnologie innovative, come la blockchain e le tecniche di gamificazione interne a gruppi eterogenei, è estremamente nuova e stimolante. L'interesse dei differenti stakeholder a questo tipo di innovazione è particolarmente alto, perché permette di affrontare localmente tematiche sociali ed ambientali portando un vantaggio diretto alla comunità e, successivamente, a livello globale. L'implementazione di politiche sociali e ambientali su piccola scala, attraverso il coinvolgimento e l'empowerment dei cittadini, promette di avere un vantaggio molto maggiore rispetto a macro-politiche nazionali o continentali che fanno fatica ad adattarsi a micro-realtà locali.

ENEA affronta il problema della creazione e gestione delle Energy Community con l'obiettivo di mettere a punto un framework aperto che si proponga come riferimento chiaro per tutti gli stakeholder locali e nazionali, partendo da strumenti di simulazione del comporta-

mentality, as they are inspired by the principles of the circular economy and collaborative economy.

2.9.4 Next steps

The work presented starts from the state of the art in citizen involvement, i.e. smart communities, to arrive at new concepts of conscious and active participation in new types of social and territorial organisation.

The possibility of creating a community whose main objective is to improve the environmental and social impact of the activities of its participants, thanks to the use of innovative technologies, such as blockchain and gamification techniques within heterogeneous groups, is extremely new and stimulating. The interest from different stakeholders in this type of innovation is particularly high, because it allows social and environmental issues to be addressed locally, reaping direct benefits for the community and, subsequently, globally. The implementation of small-scale social and environmental policies, through citizen involvement and empowerment, promises to provide much greater benefits than national or continent-wide macro-policies that struggle to adapt to local micro-realities.

ENEA addresses the problem of the creation and management of Energy Communities with the aim of developing an open framework that can serve as a clear reference for all local and national stakeholders. It starts with tools for simulating community behaviour

mento della comunità, arrivando a strumenti complessi per la gestione della local token economy (LTE), passando attraverso la problematica della raccolta dei dati dalle abitazioni e dai sistemi informatici dei differenti attori del settore energetico e la loro visualizzazione ed utilizzo verso gli utenti finali.

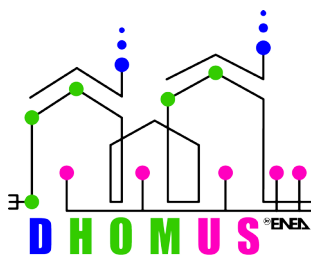
La creazione di una rete di Local Energy Community, e successivamente, di una rete di Smart Energy Community, supporterà la creazione di distretti abitativi e industriali fortemente impegnati nella gestione delle risorse locali, nell'uso consapevole e riuso delle stesse, e permetterà la realizzazione di distretti energicamente positivi, in grado di programmare e ottimizzare l'uso di energia in base all'offerta e alla domanda specifica, e scambiando il surplus prodotto con le realtà vicine.

and moves on to more complex tools for the management of the local token economy (LTE), by tackling the problem of collecting data from the homes and computer systems of the various actors in the energy sector and their display and use for end users.

The creation of a network of Local Energy Communities, and subsequently, of a network of Smart Energy Communities, will support the creation of residential and industrial districts deeply committed to the management and the conscious use and reuse of local resources. It will also allow the creation of positive energy districts that are able to plan and optimise the use of energy according to specific supply and demand, while exchanging the surplus produced with neighbouring communities.

SEZIONE III
I prodotti tecnologici

SECTION III
Technological products



I prodotti tecnologici

di Paola Clerici Maestosi,
Claudia Meloni

In questa sezione vengono presentati i prodotti sviluppati dai ricercatori ENEA TERIN SEN. Tra questi alcuni sono *tools*, dunque strumenti che compiono od agevolano una specifica funzione quali LeniCalc che stima i consumi energetici degli impianti di illuminazione degli ambienti interni; Recon che è un applicativo web finalizzato a supportare valutazioni preliminari di tipo energetico ed economico delle configurazioni di comunità energetica rinnovabile (CER) o di auto-consumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente in base all'art. 42 bis del DL 162/2019 convertito in Legge n.8/2020 e CIP-CAST che è un tool di Supporto alle Decisioni DSS con finalità operative e di simulazione per la sicurezza delle infrastrutture critiche.

Altri invece sono piattaforme ossia infrastrutture web-based che forniscono servizi e strumenti tecnologici, programmi e applicazioni per specifiche aree di attività quali la piattaforma DHOMUS il cui obiettivo è rendere gli utenti residenziali consapevoli dei propri dati energetici, la piattaforma PELL con cui è possibile creare un percorso gestionale che parte da un processo standardizzato di acquisizione di dati strategici ed arriva fino a definire la gestione efficiente ed efficace delle infrastrutture protagoniste della vita urbana, la Smart City Platform che consente di monitorare la città tramite

Technological products

by Paola Clerici Maestosi,
Claudia Meloni

This section presents the products developed by ENEA TERIN SEN researchers. These include a number of tools that perform or facilitate a specific function such as LeniCalc, which estimates the energy consumption of indoor lighting systems; Recon, which is a web application aimed at supporting preliminary energy and economic assessments of renewable energy communities (RECs) or self-consumers of renewable energy configurations acting collectively under Article 42 bis of DL 162/2019 converted into Law n.8 /2020 and CIP-CAST, which is a DSS Decision Support tool with operational and simulation capabilities for critical infrastructure security.

Others are platforms, i.e. web-based infrastructures that provide services and technological tools, programmes and applications for specific areas of activity, such as the DHOMUS platform, the aim of which is to make residential users aware of their energy data, and the PELL platform, through which it is possible to create a management approach that starts with a standardised process for acquiring strategic data and ends with the definition of efficient and effective management of the infrastructures that play a key role in urban life. Moreover, the Smart City Platform, allows city monitoring through a data

uno strumento di raccolta dati e mette a disposizione, grazie all'adozione di un linguaggio comune, un insieme di dati armonizzati, accessibili e fruibili tanto da altre soluzioni verticali quanto da cittadini operatori e mercato.

collection tool and, thanks to the adoption of a common language, makes available a set of harmonised data that can be accessed and used by other vertical solutions as well as by citizens, operators and the market.

La Piattaforma DHOMUS: Data HOMes and Users

<https://www.smarthome.enea.it>

di *Sabrina Romano*

La piattaforma DHOMUS è dedicata agli utenti residenziali ed ha l'obiettivo di renderli innanzitutto consapevoli dei propri "dati" energetici, trasformando ciascuno di essi in soggetto attivo che contribuisce alla stabilità della rete elettrica nazionale.

La piattaforma è in grado di offrire una serie di servizi che integrano il risparmio energetico ed economico con aspetti legati alla sicurezza e l'Assisted Living per gli utenti più fragili. Infatti, la condivisione di dati che afferiscono ad ambiti diversi quali energia, sicurezza, i parametri ambientali per arrivare a quelli vitali, consente di offrire al singolo cittadino informazioni utili e servizi innovativi.

Il fulcro della piattaforma è l'utente della "Smart Home", ovvero una casa dotata di un kit di dispositivi per il monitoraggio dei consumi ed il controllo remoto di alcune utenze. La gestione di tutti questi dispositivi wireless, che pertanto non richiedono cablaggio, è demandata all'Energy Box che ne raccoglie i dati e li invia alla piattaforma DHOMUS. Qui i dati sono elaborati per effettuare analisi comparative delle prestazioni delle singole utenze, benchmarking e analisi di strategie di ottimizzazione e gestione della flessibilità.

Nello specifico ENEA ha sviluppato una piattaforma ICT, aperta e interoperabile,

The DHOMUS Platform: Data HOMes and USers

<https://www.smarthome.enea.it>

by *Sabrina Romano*

The DHOMUS platform is dedicated to residential users and aims primarily to make them aware of their energy "data", transforming each of them into an active contributor to the stability of the national electricity grid.

The platform is able to offer a range of services integrating energy and financial savings with safety aspects and Assisted Living for frail users. In fact, the sharing of data relating to different areas such as energy, security, environmental parameters and even vital parameters, makes it possible to offer individual citizens useful information and innovative services.

The core of the platform is the user of the "Smart Home", i.e. a house equipped with a kit of devices for monitoring consumption and remote control of certain utilities. All these wireless devices (which therefore do not require wiring) are managed by the Energy Box, which collects the data and sends it to the DHOMUS platform. Here the data are processed to carry out comparative analysis of the performance of individual users, benchmarking and analysis of optimisation strategies and flexibility management.

In particular, ENEA has developed an open and interoperable ICT platform

con il compito di svolgere le funzioni di raccolta, aggregazione e analisi dei dati provenienti dagli utenti residenziali.

Dhomus fornisce una serie di feedback educativi all'utente finale e alla comunità, oltre a consentire la gestione della flessibilità energetica di un cluster di utenze, comunità energetiche o di semplici condomini.

È difatti in grado di fornire i dati disponibili ad altri Stakeholders esterni (Smart City Platform, Services Providers, Aggregatori) affinché li possano ulteriormente elaborare tramite protocolli standard e aperti.

La versatilità di tale piattaforma consiste proprio nella capacità di comunicazione con terze parti al fine di scambiare informazioni per la gestione energetica dell'abitazione o per abilitare ulteriori servizi utili all'utente finale, come per esempio sicurezza e Assisted Living.

Uno dei protagonisti di questi servizi innovativi è il piccolo NAO, un robot umanoide per il quale ENEA ha sviluppato dei comportamenti intelligenti che gli permettono di adattare la sua modalità di interazione alla persona che ha di fronte, aiutandola nelle attività quotidiane, nella gestione delle tecnologie della casa, oppure dandole consigli su come risparmiare sulla bolletta.

Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e fonti RINnovabili, Divisione Smart Energy: Laboratorio Smart City and Communities (TERIN-SEN-SCC) e Laboratorio Intelligenza Distribuita e Robotica ed Intelligenza Artificiale (TERIN-SEN-RIA)

to perform the functions of collecting, aggregating and analysing data from residential users.

DHOMUS provides a range of educational feedback to the end user and to the community, as well as allowing the management of the energy flexibility of a cluster of users, energy communities or simple condominiums.

In fact, it is able to provide the available data to other external stakeholders (Smart City Platforms, Services Providers, Aggregators) for further processing through standard and open protocols.

The versatility of this platform lies in its ability to communicate with third parties in order to exchange information for the energy management of the home or to enable additional services useful to the end user, such as security and Assisted Living.

One of the protagonists of these innovative services is the NAO, a small humanoid robot for which ENEA has developed intelligent behaviours that allow it to adapt its mode of interaction to the person it is dealing with, helping him or her in daily activities, in the management of home technologies, or giving advice on how to save on the bill.

ENEA units involved

Energy Technologies and Renewable Sources Department, Smart Energy Division: Smart City and Communities Laboratory (TERIN-SEN-SCC) and Distributed Intelligence and Robotics and Artificial Intelligence Laboratory (TERIN-SEN-RIA)

Referenti ENEA

Sabrina Romano (TERIN-SEN-SCC) sabrina.romano@enea.it

Andrea Zanela (TERIN-SEN-RIA) andrea.zanela@enea.it

ENEA contacts

Sabrina Romano (TERIN-SEN-SCC) sabrina.romano@enea.it

Andrea Zanela (TERIN-SEN-RIA) andrea.zanela@enea.it

Centri ENEA coinvolti

Casaccia, Ispra

ENEA centres involved

Casaccia, Ispra

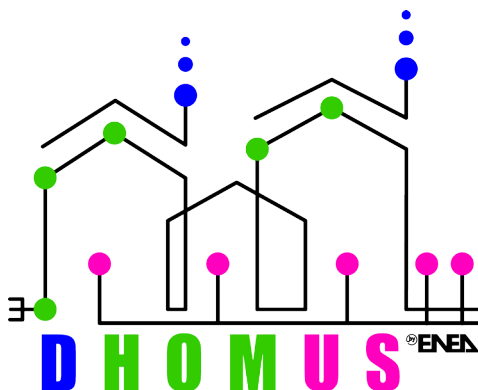
Altri partner di ricerca oltre ENEA

Università di Roma “La Sapienza”, Centro Interdipartimentale Territorio Edilizia Restauro Architettura - CITERA

Università di Roma Tor Vergata, Dipartimento di Ingegneria Industriale

Other research partners besides ENEA

“La Sapienza” University of Rome, CITERA - Interdepartmental Centre for Territory, Building, Restoration and Architecture
Tor Vergata University of Rome, Department of Industrial Engineering



Innovazione dei progetti gestionali urbani: il Progetto PELL (Public Energy Living Lab)

<https://www.pell.enea.it/enea/>

di *Laura Blaso*

Innovazione tecnologica e soluzioni digitali offrono ai contesti urbani e territoriali un'opportunità di cambiamento radicale del loro modello gestionale.

Disporre costantemente di un aggiornamento e di una valutazione qualitativa e quantitativa dello stato di fatto delle infrastrutture e delle loro prestazioni in termini di consumi, costi e servizi, consente di promuovere e realizzare processi innovativi efficienti ed efficaci.

ENEA ha pertanto sviluppato il Progetto Lumière&PELL con l'obiettivo di promuovere un percorso di innovazione nelle modalità di gestire e riqualificare i contesti urbani e territoriali. puntando al concetto urbano della Smart City quale città digitalizzata e resiliente. Partita dalla progettazione di un modello gestionale innovativo per la Pubblica Illuminazione è approdata alla progettazione e sviluppo di un modello gestionale urbano fondato sulla creazione di una rete di acquisizione, gestione, integrazione e scambio di quei dati che descrivono, raccontano e parlano della città nella sua complessità.

Il PELL è la proposta gestionale metodologica e tecnologica ENEA. Metodologica, tramite la definizione di un percorso gestionale che parte da un processo

Innovation in urban management projects: the PELL (Public Energy Living Lab) Project

<https://www.pell.enea.it/enea/>

by *Laura Blaso*

Technological innovation and digital solutions offer urban and territorial contexts an opportunity to radically change their management model.

The constant availability of updating and a qualitative and quantitative assessment of the actual state of the infrastructures and their performance in terms of consumption, costs and services makes it possible to promote and implement efficient and effective innovative processes.

Therefore, ENEA developed the Lumière&PELL Project in order to promote a path of innovation in the ways that urban and territorial contexts are regenerated and managed, aiming at the urban concept of the Smart City as a digitalised and resilient city. The project started with the design of an innovative management model for Public Lighting and ended with the design and development of an urban management model based on the creation of a network for the acquisition, management, integration and exchange of the data that describe, narrate and speak about the city in all its complexity.

PELL is ENEA's methodological and technological management proposal. Methodological, through the definition of a management path starting from a

standardizzato di acquisizione di dati strategici alla gestione efficiente ed efficace delle infrastrutture protagoniste della vita urbana (Datamodel)

Tecnologica, tramite lo sviluppo di una piattaforma (PELL) per la raccolta, organizzazione, gestione, integrazione, elaborazione e valutazione dei dati raccolti. Gli obiettivi consistono nella fornitura di una fotografia dinamica dello stato di fatto dell'infrastruttura interessata, in una costante valutazione delle sue prestazioni in termini energetici e qualitativi (KPI) nella creazione di una banca dati aggiornata accessibile agli operatori di settore pubblico-privati, ai cittadini e alla governance. La proposta, laddove replicata, contribuirà alla creazione di uno scheletro urbano digitale quale rete condivisa di monitoraggio, controllo e valutazione dello stato di salute della città in termini di infrastrutture, servizi, consumi, prestazioni esigenze, peculiarità e criticità.

La collaborazione con AgID ha permesso di aggiungere il tema della Pubblica Illuminazione alle Reti di Sottoservizi (07) contenuti nel SINFI (Catasto nazionale delle Infrastrutture) estendendolo ai servizi per la Smart City. A tal fine ed in collaborazione con Agid sono state redatte e pubblicate le "Specifiche di contenuto di riferimento PELL IP".

Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e fonti RINnovabili, Divisione Smart Energy: Laboratorio Smart City and Communities (TERIN-SEN-SCC)

standardised process of strategic data acquisition to the efficient and effective management of infrastructures that play a key role in urban life (Datamodel) Technological, through the development of a platform (PELL) for the collection, organisation, management, integration, processing and evaluation of collected data. The objectives consist in the provision of a dynamic snapshot of the state of the infrastructure concerned, as part of a constant assessment of its performance in terms of energy and quality (KPIs), and in the creation of an updated database accessible to public-private sector operators, citizens and governance. The proposal, where replicated, will contribute to the creation of a digital urban framework as a shared network for monitoring, controlling and assessing the health of the city in terms of infrastructure, services, consumption, performance needs, peculiarities and criticalities.

The collaboration with AgID has made it possible to add the theme of Public Lighting to the Networks of Subservices (07) contained in the SINFI (National Register of Infrastructures), extending it to services for the Smart City. To this end, the "PELL IP Reference Content Specifications" have been drafted and published in partnership with AgID.

ENEA units involved

Energy Technologies and Renewable Sources Department, Smart Energy Division: Smart City and Communities Laboratory (TERIN-SEN-SCC)

Referente/i ENEA

Laura Blaso (TERIN-SEN-SCC) laura.blaso@enea.it

Nicoletta Gozo (TERIN-SEN) nicoletta.gozo@enea.it

Centri ENEA coinvolti

Casaccia, Bologna, Ispra

Altri partner di ricerca oltre ENEA

Università dell'Insubria, Dipartimento di Economia

Università Roma Tre, Dipartimento di Scienze

Università degli Studi di Milano, Bicocca, Dipartimento di Scienze Economico-Aziendali e Diritto per l'Economia

Politecnico di Milano, Dipartimento Energia

Università La Sapienza di Roma, Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica e Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica

ENEA contact(s)

Laura Blaso (TERIN-SEN-SCC) laura.blaso@enea.it

Nicoletta Gozo (TERIN-SEN) nicoletta.gozo@enea.it

ENEA centres involved

Casaccia, Bologna, Ispra

Other research partners besides ENEA

University of Insubria, Department of Economics

Roma Tre University, Department of Science

University of Milano-Bicocca, Department of Economic and Business Sciences and Economic Law

Polytechnic University of Milan, Department of Energy

Sapienza University of Rome, Department of Astronautical, Electrical and Energy Engineering and Department of Structural and Geotechnical Engineering



Tool LENICALC (Servizio della Piattaforma PELL Edifici)

di *Laura Blaso*

La stima dei consumi energetici degli impianti di illuminazione degli ambienti interni è essenziale alla valutazioni del rendimento energetico degli edifici e, in ambito europeo, tra le norme a supporto della EPBD (Energy Performance of Buildings) è inserita la UNI EN 15193-1:2017 “Prestazione energetica degli edifici – Requisiti energetici per illuminazione – Parte 1: Specificazioni, Modulo M9” che consente la valutazione del fabbisogno energetico imputabile agli impianti di illuminazione degli edifici residenziali e non, anche in presenza dei sistemi di controllo, ed il calcolo dell'indice LENI (Lighting Energy Numeric Indicator). La norma mette a disposizione tre metodologie di calcolo che possono essere applicate sia per edifici nuovi, esistenti o ristrutturati e, benché allo standard sia stato anche affiancato un technical Report (UNI CEN/TR 15193-2:2017) di supporto alla comprensione della metodologia di calcolo, l'applicazione dello stesso risulta tutt'altro che di facile utilizzo.

ENEA, in collaborazione con il Gruppo di Lavoro Gruppo di Lavoro GL10 “Efficienza energetica degli Edifici” UNI/CT023/GL10 della Commissione UNI/CT023 “Light and Lighting”, ha sviluppato uno strumento di calcolo “LENICALC” (software realizzato in lingua inglese) che consente di determinare

LENICALC Tool (PELL Buildings Platform Service)

by *Laura Blaso*

Estimating the energy consumption of indoor lighting systems is essential in assessing the energy performance of buildings. In Europe, the standards supporting the EPBD (Energy Performance of Buildings) include UNI EN 15193-1:2017 “Energy performance of buildings – Energy requirements for lighting – Part 1: Specifications, Module M9”, which allows the assessment of energy requirements attributable to lighting systems in residential and non-residential buildings, including in the presence of control systems, and the calculation of the LENI (Lighting Energy Numeric Indicator). The standard provides three calculation methodologies that can be applied to new, existing or renovated buildings and, although the standard is accompanied by a Technical Report (UNI CEN/TR 15193-2:2017) to facilitate understanding of the calculation methodology, its application is far from easy to use.

ENEA, in collaboration with the Working Group GL10 “Energy Efficiency of Buildings” UNI/CT023/GL10 of the Commission UNI/CT023 “Light and Lighting”, has developed a calculation tool “LENICALC” (English language software) that allows the LENI [kWh/(m² year)] to be calculated according to the complete method of

il LENI [kWh/ (m² year)] secondo il metodo completo della UNI EN 15193-1:2017. L'obiettivo di LENICALC è facilitare il professionista nell'utilizzo del metodo di calcolo del LENI, attraverso un'interfaccia grafica che consenta, passo dopo passo, l'inserimento guidato dei dati di input necessari al calcolo per zone, stanze, piani e per edificio. A supporto dell'uso del software è stata redatta la Prassi di Riferimento UNI/PdR 77:2020 "Linee guida per il calcolo computerizzato per la determinazione del LENI secondo il metodo di calcolo completo della UNI EN15193-1:2017" quale strumento utile alla determinazione del LENI in quanto guida il progettista con semplici spiegazioni durante il processo di calcolo.

LENICALC è un servizio messo a disposizione degli utenti, gratuitamente, attraverso la Piattaforma PELL e la UNI/PdR 77:2020 è scaricabile dal sito web UNI.

Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e fonti RINnovabili, Divisione Smart Energy (TERIN-SEN): Laboratorio Smart City and Communities (TERIN-SEN-SCC)

Referente/i ENEA

Laura Blaso (TERIN-SEN-SCC) laura.blaso@enea.it

Simonetta Fumagalli (TERIN-SEN-SCC) simonetta.fumagalli@enea.it

Centri ENEA coinvolti

Ispra, Casaccia

UNI EN 15193-1:2017. The goal of LENICALC is to facilitate professionals in using the LENI calculation method, through a graphical interface that allows step-by-step the guided input of the input data necessary for the calculation by zones, rooms, floors and by building. To support the use of the software, the Reference Procedure UNI/PdR 77:2020 "Guidelines for computerised calculation to determine the LENI according to the complete calculation method of UNI EN15193-1:2017" was drawn up as a useful tool for LENI calculation as it guides the project technician through simple explanations during the calculation process.

LENICALC is a service made available to users, free of charge, through the PELL Platform and UNI/PdR 77:2020 can be downloaded from the UNI web site.

ENEA units involved

Energy Technologies and Renewable Sources Department, Smart Energy Division (TERIN-SEN): Smart City and Communities Laboratory (TERIN-SEN-SCC)

ENEA contact(s)

Laura Blaso (TERIN-SEN-SCC) laura.blaso@enea.it

Simonetta Fumagalli (TERIN-SEN-SCC) simonetta.fumagalli@enea.it

ENEA centres involved

Ispra, Casaccia

Altri partner di ricerca oltre ENEA

UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione
Università Sapienza di Roma, Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica

Other research partners besides ENEA

UNI Italian National Unification Body
Sapienza University of Rome, Department of Astronautical, Electrical and Energy Engineering

LENICALC software



La Smart City Platform (SCP)

<https://smartcityplatform.enea.it/#/it/index.html>

di Angelo Frascella, Cristiano Novelli

Il governo delle città, la programmazione e gestione dei servizi sul territorio e il sempre maggiore coinvolgimento dei cittadini nell'amministrazione e riqualificazione dei contesti urbani e territoriali, per essere efficienti ed efficaci, richiedono e possono oggi disporre, grazie alle soluzioni digitali, di una aggiornata e monitorata conoscenza tanto dello scheletro urbano nella sua funzione di fornitore dei servizi quanto delle esigenze e criticità ai quali quest'ultimi dovrebbero rispondere.

Tale conoscenza può essere ricavata dall'interpretazione di una consistente mole di dati recuperati direttamente dal tessuto urbano tramite sensori e reti di sensori ma anche da sistemi di gestione di servizi e dall'interazione dei cittadini. I dati della città sono raccolti e gestiti da diverse applicazioni software e soluzioni verticali e riferiti a contesti applicativi specifici (es illuminazione pubblica, mezzi pubblici, posteggi, reti elettriche, rete idrica, ecc.).

Ogni soluzione verticale gestisce i propri dati in maniera autonoma, recuperandoli dalla propria rete e definendo proprie regole per la loro rappresentazione e archiviazione, per poi offrire propri servizi all'utente.

L'obiettivo che ci si è dunque posti è quello di poter abilitare la comunicazione tra attori che parlano lingue di-

The Smart City Platform (SCP)

<https://smartcityplatform.enea.it/#/it/index.html>

by Angelo Frascella, Cristiano Novelli

In order to be efficient and effective, city government, the planning and management of services in the local area and the ever-increasing involvement of citizens in the administration and redevelopment of urban and territorial contexts, require and, thanks to digital solutions, can now enjoy updated and monitored knowledge of the urban framework in its role as service provider as well as the needs and criticalities that these services must address.

This knowledge can be derived from the interpretation of a large amount of data retrieved directly from the urban fabric through sensors and sensor networks, but also from service management systems and the interaction of citizens.

City data are collected and managed by different software applications and vertical solutions and refer to specific application contexts (e.g. public lighting, public transport, parking, electricity grids, water network, etc.).

Each vertical solution manages its own data autonomously, retrieving it from its own network and defining its own rules on how it is stored and represented, and then offering its own services to the user.

The objective is therefore to enable communication between actors speaking different "languages", interpreting

verse interpretando dati eterogenei in maniera corretta, senza ambiguità e mantenendo le soluzioni tecnologiche esistenti. L'obiettivo è quindi rendere interoperabili i diversi sistemi di raccolta e gestione dati.

A tale scopo sono state definite:

- un insieme di specifiche (Smart City Platform Specification, SCPS) per adottare un linguaggio comune tra soluzioni eterogenee;
- un prototipo di piattaforma su scala cittadina/distrettuale (Smart City Platform, SCP) per il recupero di dati dalle differenti soluzioni presenti nella città;
- un prototipo di piattaforma su scala nazionale (inter Smart City Platform, iSCP) per permettere lo scambio di dati con le differenti Smart City e per comunicare con altre piattaforme nazionali.

In particolare, la Smart City Platform rappresenta oggi un valido strumento per monitorare la città tramite uno strumento di raccolta dati e mette a disposizione, grazie all'adozione di un linguaggio comune, un insieme di dati armonizzati, accessibili e fruibili tanto da altre soluzioni verticali quanto da cittadini operatori e mercato.

La promozione di una convergenza da parte del mercato sull'interoperabilità dei dati ha portato ENEA a sviluppare il Progetto SmartItaly Goal e a partecipare all'iniziativa internazionale IES-City promossa da NIST con l'obiettivo di introdurre una standardizzazione dei dati urbani ai fini dello sviluppo di Smart City.

heterogeneous data correctly, without ambiguity and maintaining the existing technological solutions. In this sense, the aim is to make the various data collection and management systems interoperable.

To this end, the following have been defined:

- a set of specifications (Smart City Platform Specification, SCPS) to adopt a common language between heterogeneous solutions;
- a prototype platform on a city/district scale (Smart City Platform, SCP) to retrieve data from the different solutions present in the city;
- a prototype platform on a national scale (inter Smart City Platform, iSCP) to allow the exchange of data with the different Smart Cities and to communicate with other national platforms.

In particular, the Smart City Platform is now an effective way to monitor the city through a data collection tool. Thanks to the adoption of a common language, it makes a set of harmonised data available that are accessible and usable by other vertical solutions as well as by citizens, operators and the market.

The promotion of a market convergence on data interoperability has led ENEA to develop the SmartItaly Goal Project and to participate in the international IES-City initiative promoted by NIST with the aim of introducing standardisation of urban data for the development of Smart Cities.

Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e fonti RINnovabili, Divisione Smart Energy:

- Laboratorio Technologies per distretti urbani e industriali (TERIN-SEN-CROSS)
- Laboratorio Smart City and Communities (TERIN-SEN-SCC)

ENEA units involved

Energy Technologies and Renewable Sources Department, Smart Energy Division:

- Technologies for Urban and Industrial Districts Laboratory (TERIN-SEN-CROSS)
- Smart City and Communities Laboratory (TERIN-SEN-SCC)

Centri ENEA coinvolti

Casaccia, Bologna

ENEA centres involved

Casaccia, Bologna

Referente/i ENEA

Angelo Frascella (TERIN-SEN-CROSS) angelo.frascella@enea.it

Cristiano Novelli (TERIN-SEN-SCC) cristiano.novelli@enea.it

ENEA contact(s)

Angelo Frascella (TERIN-SEN-CROSS) angelo.frascella@enea.it

Cristiano Novelli (TERIN-SEN-SCC) cristiano.novelli@enea.it

Altri partner di ricerca oltre ENEA

Università di Bologna - Dipartimento di Informatica, Scienza e Ingegneri

Politecnico di Milano - Dipartimento Ingegneria Gestionale

Centro di Ricerca dell'Università di Roma "La Sapienza" Impresapiens

Other research partners besides ENEA

University of Bologna - Department of Computer Science, Science and Engineering

Polytechnic University of Milan - Department of Management Engineering

Sapienza University of Rome - Impresapiens Research Centre



Smart City Platform

La piattaforma di supporto alle decisioni CIPCast

di Maurizio Pollino, Sergio Taraglio

Gli aspetti relativi alla sicurezza ed efficienza delle Infrastrutture Critiche (IC) ed alla loro protezione, sono al centro dell'Agenda Europea e Internazionale da ormai molti anni. L'utilizzo di strumenti efficaci per supportare le azioni di previsione e gestione delle emergenze rappresenta, pertanto, una strategia fondamentale ai fini della mitigazione degli impatti e della riduzione dei danni. In questo contesto si inserisce lo sviluppo della piattaforma di supporto alle decisioni CIPCast (*Critical Infrastructure Protection risk analysis and foreCast*), quale strumento per l'analisi e la protezione delle IC che in ambito urbano rivestono un ruolo fondamentale per l'erogazione di servizi essenziali ai cittadini: energia e prodotti energetici, sistema di trasporto, telecomunicazioni.

CIPCast è un insieme di applicazioni, di tipo *GIS-based*, che permette la condivisione delle informazioni territoriali ed ambientali dell'area di interesse, il monitoraggio e la sicurezza delle IC, nonché la valutazione di scenari di rischio e la gestione delle emergenze. Esso è basato sulla disponibilità integrata di una serie di elementi:

- dati geografici ed informazioni territoriali, dati di monitoraggio, modelli previsionali, etc.;
- strumenti ed applicazioni per l'analisi di tali dati (sia in *real-time* che in modalità simulativa);

CIPCast Decision Support Platform

by Maurizio Pollino, Antonio Di Pietro

Aspects relating to safety and efficiency of Critical Infrastructures (IC) and their protection have been at the center of the European and International Agenda for many years now. The use of effective tools to support emergency forecasting and management actions therefore represents a fundamental strategy for the purpose of mitigating impacts and reducing damage. Given this framework CIPCast decision support platform ("*Critical Infrastructure Protection risk analysis and foreCast*") allows analysis and protection of ICs that play a fundamental role in the urban environment for the provision of essential services to citizens: energy and energy products, transport system, telecommunications. CIPCast is a platform, a set of GIS-based applications, which allows sharing of territorial and environmental information of a specific area of interest, monitoring and security of ICs, as well as the assessment of risk scenarios and emergencies management. It is based on the integrated availability of a number of elements:

- geographic data and territorial information, monitoring data, forecast models, etc.;
- tools and applications for the analysis of data (both in real-time and in simulation mode);

- sistemi di analisi per la modellazione e/o simulazione (*risk forecast/assessment*, scenari di danno, etc.);
- interfaccia geografica (WebGIS) quale strumento interattivo per il supporto decisionale.

Nel complesso, grazie alle funzionalità implementate in CIPCast, è possibile effettuare una valutazione degli impatti di eventi estremi e calamità naturali sul sistema integrato delle IC e stimare le eventuali conseguenze, sia partendo da dati di contesto reali, sia attraverso la predisposizione di scenari simulati (ad esempio, tramite il modulo CIPCast-ES, *Earthquake Simulator* è possibile effettuare la simulazione di terremoti e stimare danneggiamento dell'edificio e delle IC presenti in area urbana).

CIPCast rappresenta uno strumento avanzato per fornire supporto sia agli operatori delle Reti di infrastrutture e servizi, sia alla Pubblica Amministrazione, responsabile per le azioni di previsione e gestione delle emergenze.

Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e fonti RINnovabili, Divisione Smart Energy: Laboratorio Analisi e Protezione delle Infrastrutture Critiche (TERIN-SEN-APIC)

Centri ENEA coinvolti

Casaccia

Referenti ENEA

Maurizio Pollino (TERIN-SEN-APIC) maurizio.pollino@enea.it

- analysis systems for modeling and/or simulation (*risk forecast / assessment*, damage scenarios, etc.);
- geographical interface (WebGIS) as an interactive tool for decision support.

Thanks to the functionalities implemented in CIPCast, it is possible to carry out impact assessment related to extreme events and natural disasters and estimate consequences, both starting from real context data and through the preparation of simulated scenarios (for example, through the CIPCast-ES module, “Earthquake Simulator” it is possible to simulate earthquakes and estimate damage to the building and to the ICs present in a urban area).

CIPCast represents an advanced platform to provide support infrastructures operators and services networks as well as Public Administration responsible for emergency forecasting and management actions.

ENEA units involved

Energy Technologies and Renewable Sources Department, Smart Energy Division (TERIN-SEN): Critical Infrastructure Analysis and Protection Laboratory (TERIN-SEN-APIC)

ENEA centres involved

Casaccia

ENEA contacts

Maurizio Pollino (TERIN-SEN-APIC) maurizio.pollino@enea.it

Antonio Di Pietro (TERIN-SEN-APIC) antonio.dipietro@enea.it

Altri partner di ricerca oltre ENEA

Università degli Studi dell'Aquila, Dipartimento di Scienze Fisiche e Chimiche

Università degli Studi di Roma "Sapienza", Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica

Università degli Studi di Salerno, Dipartimento di Ingegneria Civile

Università Campus Biomedico di Roma, Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

Antonio Di Pietro (TERIN-SEN-APIC) antonio.dipietro@enea.it

Other research partners besides ENEA

University of L'Aquila, Department of Physical and Chemical Sciences

"La Sapienza" University of Rome, Department of Astronautical, Electrical and Energy Engineering

University of Salerno, Department of Civil Engineering

Campus Bio-Medico University of Rome, Departmental Faculty of Engineering

La Smart Road

di Maurizio Pollino, Sergio Taraglio

I trasporti sono fondamentali per lo sviluppo economico e sociale di ogni Paese in quanto creano nuovi mercati, potenziano quelli esistenti, stimolano la crescita economica e favoriscono occupazione e benessere. La gestione intelligente delle strade e il monitoraggio delle esigenze e spostamenti di auto e passeggeri aumentano e migliorano la fruibilità e sicurezza della rete stradale. L'adozione di tecnologie e sensori per la raccolta, valutazione, elaborazione e circolazione di dati urbani ha permesso la nascita di ambienti "intelligenti", dalla *Smart Home* alla *Smart City*.

La *Smart Road*, all'interno dei due estremi, è caratterizzata dalla gestione intelligente di strade, auto e passeggeri all'interno della *Smart City* con l'obiettivo di aumentare la sicurezza stradale e migliorarne la mobilità.

Oggetto del progetto è lo sviluppo di una *Smart Road*, una infrastruttura stradale intelligente, basata su pali dell'illuminazione che permette la comunicazione tra i veicoli elettrici, autonomi e non, e la *Smart City Platform* (SCP), quale piattaforma di coordinamento e interscambio delle informazioni tra i sistemi cittadini.

Questo dialogo prevede, in un verso, i dati di monitoraggio delle infrastrutture e dell'ambiente misurati dal veicolo, le sue necessità energetiche ed i suoi dati operativi. Nell'altro verso, l'infra-

Smart Road

by Maurizio Pollino, Sergio Taraglio

Transport is fundamental to the economic and social development of any country as it creates new markets, enhances existing ones, stimulates economic growth and promotes employment and welfare. Intelligent road management and monitoring of the needs and movements of vehicles and passengers increase and improve the usability and safety of the road network. The adoption of technologies and sensors for the collection, evaluation, processing and circulation of urban data has enabled the emergence of "smart" environments, from the *Smart Home* to the *Smart City*.

Sitting between these two end points, the *Smart Road*, by the smart management of roads, cars and passengers within the *Smart City* with the aim of increasing road safety and improving mobility.

The focus of the project is the development of a *Smart Road*, an intelligent road infrastructure based on lamp posts that enables communication between electric vehicles, both autonomous and non-autonomous, and the *Smart City Platform* (SCP), as a platform for coordination and exchange of information between city systems.

In one direction, this exchange involves infrastructure and environmental monitoring data measured by the vehicle, its energy needs and its operational data. In the other direction, the infrastructure

struttura fornisce informazioni o servizi utili al veicolo quali lo stato aggiornato della rete stradale, dei servizi o eventuali segnali di allarme legati a fenomeni meteo o simili. La Smart Road è una infrastruttura abilitante per ulteriori future applicazioni.

Le attività dei laboratori della Divisione TERIN-SEN concernono: a) la realizzazione dell'infrastruttura della Smart Road con la gestione adattativa della illuminazione pubblica, l'integrazione di servizi smart, la comunicazione *Vehicle to Infrastructure* con pali intelligenti; b) gli aspetti applicativi del veicolo realizzando sia sensori di bordo (analisi chimica ambientale e dello stato del manto stradale) che un veicolo elettrico autonomo che circolerà nella *Smart Road*; c) l'interazione con lo strato di interoperabilità urbano della *Smart City Platform*; d) l'analisi degli aspetti critici urbani (allagamenti, congestioni, inagibilità, allarmi meteo e geofisici) che hanno ricadute sulla mobilità.

Attraverso la *Smart Road* un veicolo fornisce alla SCP la propria visione locale ricevendo dalla stessa informazioni urbane globali al fine di limitare lo stress sul sistema di distribuzione elettrica, indirizzare in modo più razionale i veicoli tra i punti di ricarica, aumentare la sicurezza e migliorare la mobilità urbana.

Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e fonti RINnovabili, Divisione Smart Energy (TERIN-SEN):

provides useful information or services to the vehicle, such as the updated status of the road network, services or alerts related to weather or similar phenomena. The Smart Road is an enabling infrastructure for further future applications.

The activities of the TERIN-SEN Division laboratories concern: (a) implementation of the Smart Road infrastructure, with adaptive management of public lighting, integration of smart services, and *Vehicle to Infrastructure* communication with smart lamp posts; (b) vehicle application aspects, through the creation of on-board sensors (chemical, environmental and road surface state analysis) and of an autonomous electric vehicle that will travel on the *Smart Road*; c) interaction with the urban interoperability layer of the *Smart City Platform*; d) analysis of critical urban aspects (flooding, congestion, road closures, weather and geophysical alarms) that have an impact on mobility.

By means of the *Smart Road*, a vehicle provides the SCP with its local view, and in return receives global urban information in order to limit the stress on the electrical distribution system, route vehicles more rationally between charging points, increase safety and improve urban mobility.

ENEA units involved

Energy Technologies and Renewable Sources Department, Smart Energy Division (TERIN-SEN):

- Laboratorio Smart City and Communities (TERIN-SEN-SCC)
- Laboratorio Robotica ed Intelligenza Artificiale (TERIN-SEN-RIA)
- Laboratorio Analisi e Protezione delle Infrastrutture Critiche (TERIN-SEN-APIC)

Referente/i ENEA

Sergio Taraglio (TERIN-SEN-RIA) sergio.taraglio@enea.it
 Francesco Pieroni (TERIN-SEN-SCC) francesco.pieroni@enea.it

Centri ENEA coinvolti

Casaccia

Altri partner di ricerca oltre ENEA

Università di Perugia, Dipartimento di Ingegneria
 Università degli Studi "Roma Tre", Dipartimento di Scienze
 Università degli Studi dell'Aquila, Dipartimento di Scienze Fisiche e Chimiche
 Università Campus Biomedico di Roma, Facoltà Dipartimentale di Ingegneria

- Smart City and Communities Laboratory (TERIN-SEN-SCC)
- Robotics and Artificial Intelligence Laboratory (TERIN-SEN-RIA)
- Critical Infrastructure Analysis and Protection Laboratory (TERIN-SEN-APIC)

ENEA contact(s)

Sergio Taraglio (TERIN-SEN-RIA) sergio.taraglio@enea.it
 Francesco Pieroni (TERIN-SEN-SCC) francesco.pieroni@enea.it

ENEA centres involved

Casaccia

Other research partners besides ENEA

University of Perugia, Department of Engineering
 Roma Tre University, Department of Science
 University of L'Aquila, Department of Physical and Chemical Sciences
 Campus Bio-Medico University of Rome, Departmental Faculty of Engineering

La Piattaforma LEC: Local Energy Communities

di Gianluca D'agosta, Claudia Meloni

La piattaforma Local Energy Communities (LEC) ha lo scopo di favorire la nascita di Comunità Energetiche in Italia e consentire il loro funzionamento.

La piattaforma prende spunto dai concetti di utilizzo condiviso delle risorse e dell'economia circolare e mette a disposizione dei partecipanti alla Comunità una serie di servizi e metodologie che, individuati gli elementi di valore della Comunità stessa, la potenziano e valorizzano. Dedicata ai privati cittadini, alle imprese che vi partecipano e che ad essa possono contribuire con le loro sorgenti energetiche rinnovabili ed ai gestori tramite la messa a disposizione di strumenti di monitoraggio e abilitazione di una interazione con gli utenti, la piattaforma fornirà in particolare 4 servizi:

- monitoraggio dei consumi di energia nelle abitazioni e nelle imprese,
- valorizzazione dei comportamenti virtuosi dei partecipanti,
- creazione di una economia interna, basata su blockchain e token
- fornitura al gestore di un cruscotto per la gestione dei servizi e l'interazione tra i fruitori.

Il primo usa i dati raccolti attraverso sensori installati nelle abitazioni e/o nelle aziende oltre alle informazioni che provengono dai distributori e venditori di energia. L'obiettivo è identificare il

The LEC Platform: Local Energy Communities

by Gianluca D'agosta, Claudia Meloni

The Local Energy Communities (LEC) platform aims to encourage the creation of Energy Communities in Italy and enable their operation.

The platform is based on the concepts of shared use of resources and the circular economy and provides Community participants with a series of services and methodologies that, having identified the Community's elements of value, strengthen and enhance it. Dedicated to private citizens, to the companies that participate in the community and that can contribute to it with their renewable energy sources, and to the managers by providing monitoring tools and enabling interaction with users, the platform will provide 4 main services:

- monitoring of energy consumption in homes and businesses,
- rewarding of virtuous behaviour among participants,
- creation of an internal economy, based on blockchain and tokens
- providing the operator with a dashboard for service management and user interaction.

The operator uses data collected through sensors installed in homes and/or businesses as well as information from energy distributors and sellers. The aim is to identify the user's energy

profilo energetico dell'utente, estrapolare informazioni sul consumo e, laddove da lui richiesto, fornire possibili suggerimenti per adottare comportamenti energeticamente più efficienti.

Tale servizio di monitoraggio dell'intera comunità abilita il secondo servizio il quale identifica i comportamenti virtuosi degli utenti e, rispondendo alle richieste che perverranno dalla rete in base alle necessità, favorirà la riduzione o rimodulazione dei consumi energetici. L'obiettivo è attivare un processo di demand/response che renderà la comunità ed i suoi utenti dei consumatori di energia dinamici, intelligenti e consapevoli, aprendo scenari di consumo e produzione non ancora sperimentati. Il monitoraggio dei consumi e la valorizzazione dei comportamenti virtuosi (Servizio 1 e 2) consentono, tramite la piattaforma, la creazione di economia interna (servizio 3) basata sulla partecipazione attiva degli utenti alle esigenze energetiche della Comunità e sulla loro condivisione delle risorse internamente disponibili.

Grazie ai due primi servizi il gestore potrà disporre sulla piattaforma di un cruscotto a lui dedicato (Servizio 4), che gli consentirà di identificare interventi e politiche di miglioramento delle performances della Comunità, sia per quanto attiene ai consumi energetici sia in merito al coinvolgimento sociale e all'interazione dei suoi partecipanti.

La piattaforma è caratterizzata da differenti soluzioni tecnologiche, quali la blockchain e apposite metodologie quali le economie basate su moneta locale o token che consentono di affrontare

profile, extrapolate information on consumption and, where requested by the user, provide possible suggestions for more energy-efficient behaviour.

This monitoring service of the entire community enables the second service, which identifies the virtuous behaviours of the users and, by responding to requests from the network according to need, will encourage the reduction or remodulation of energy consumption. The aim is to activate a demand/response process that will transform the community and its users into dynamic, intelligent and aware energy consumers, opening up consumption and production scenarios that have not been tried before. The monitoring of consumption and the rewarding of virtuous behaviour (Service 1 and 2) allow, through the platform, the creation of an internal economy (Service 3) based on the active participation of users in the energy needs of the Community and on their sharing of internally available resources.

Thanks to the first two services, the operator will have a dedicated dashboard on the platform. It allows the operator to identify actions and policies to improve the performance of the community, both in terms of energy consumption and in terms of social involvement and interaction of its participants.

The platform is characterised by different technological solutions, such as blockchain, and specific methodologies such as economies based on local currency or tokens that allow aspects of the environmental, energy,

e integrare aspetti di sostenibilità ambientale, energetica, sociale ed economica della Comunità.

Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e fonti RINnovabili, Divisione Smart Energy (TERIN-SEN):

- Laboratorio Smart City and Communities (TERIN-SEN-SCC)
- Laboratorio Technologies per Distretti Urbani e Industriali (TERIN-SEN-CROSS)

Referente/i ENEA

Gianluca D'Agosta (TERIN-SEN-CROSS)
gianluca.dagosta@enea.it
Claudia Meloni (TERIN-SEN) claudia.meloni@enea.it

Centri ENEA coinvolti

Casaccia, Bologna

Altri partner di ricerca oltre ENEA

“LUISS” Libera Università Guido Carli, LabGov
Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Gestionale
Politecnico di Torino, Dipartimento Energia
Università della Basilicata, Dipartimento delle culture europee e del mediterraneo
Università della Campania, Dipartimento di Ingegneria
Università di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Ingegneria

social and economic sustainability of the Community to be addressed and integrated.

ENEA units involved

Energy Technologies and Renewable Sources Department, Smart Energy Division (TERIN-SEN):

- Smart City and Communities Laboratory (TERIN-SEN-SCC)
- Technologies for Urban and Industrial Districts Laboratory (TERIN-SEN-CROSS)

ENEA contact(s)

Gianluca D'Agosta (TERIN-SEN-CROSS)
gianluca.dagosta@enea.it
Claudia Meloni (TERIN-SEN) claudia.meloni@enea.it

ENEA centres involved

Casaccia, Bologna

Other research partners besides ENEA

“LUISS” Guido Carli Independent University, LabGov
Polytechnic University of Milan, Department of Management Engineering
Polytechnic University of Turin, Department of Energy
University of Basilicata, Department of European and Mediterranean Cultures
University of Campania, Department of Engineering
University of Modena and Reggio Emilia, Department of Engineering

Università di Parma, Dipartimento Ingegneria e Architettura

Università di Roma "La Sapienza", Centro Interdipartimentale Territorio Edilizia Restauro Architettura - CITERA

Università di Salerno, Dipartimento di Informatica

Università Politecnica delle Marche, Dipartimento di Ingegneria dell'informazione

University of Parma, Department of Engineering and Architecture

"La Sapienza" University of Rome, CITERA - Interdepartmental Centre for Territory, Building, Restoration and Architecture

University of Salerno, Department of Computer Science

Polytechnic University of Marche, Department of Information Engineering

I simulatore RECON – Renewable Energy Community ecONomic calculator

<https://recon.smartenergycommunity.enea.it>

di *Matteo Caldera*

RECON (*Renewable Energy Community ecONomic calculator* – Strumento per la valutazione economica delle Comunità di Energia Rinnovabili) è un applicativo web finalizzato a supportare valutazioni preliminari di tipo energetico, economico e finanziario delle configurazioni di comunità energetica rinnovabile (CER) o di autoconsumatori di energia rinnovabile che agiscono collettivamente in base all'art. 42 bis del DL 162/2019 convertito in Legge n.8/2020.

Partendo da un set limitato di dati di input facili da reperire (informazioni sull'edificio-impianto, consumi elettrici ricavati dalla bolletta, caratteristiche dell'impianto fotovoltaico e alcuni parametri legati all'investimento), RECON effettua una simulazione su base mensile e calcola diversi KPI energetici, ambientali, economici e finanziari. Nell'attuale versione RECON analizza utenze residenziali e considera il fotovoltaico per la generazione elettrica. Esso può simulare un numero arbitrario di abitazioni aggregate fino a dieci cluster sulla base di analoghe caratteristiche di occupazione, involucro e utenze elettriche. Uno dei punti di forza è la facilità di compilazione e il basso numero di dati richiesti. Nel caso in cui i consumi da bolletta non siano disponibili (anche

The RECON (Renewable Energy Community ecONomic calculator) simulator

<https://recon.smartenergycommunity.enea.it>

by *Matteo Caldera*

RECON (*Renewable Energy Community ecONomic calculator* – Tool for the economic assessment of Renewable Energy Communities) is a web application aimed at supporting preliminary energy, economic and financial assessments for configurations of Renewable Energy Communities (REC) or renewable energy self-consumers acting collectively under Article 42-bis of DL 162/2019, converted into Law no. 8/2020.

RECON uses a limited set of easy-to-find input data (information on the building-system, electricity consumption extracted from a bill, characteristics of the PV system and various parameters related to the investment) to perform a simulation on a monthly basis and calculate a number of energy, environmental, economic and financial KPIs. The current version of RECON analyses residential consumption and takes account of photovoltaics for electricity generation. It can simulate an arbitrary number of households aggregated in up to ten clusters based on similar characteristics of occupancy, envelope and electrical consumption. Its strengths include the fact that it is easy to fill in the data and the small amount of

solo per alcuni cluster), il simulatore li stima considerando separatamente il contributo del singolo uso finale (forza motrice e illuminazione, riscaldamento, raffrescamento, produzione di ACS). Durante tutto il processo di compilazione l'utente è guidato da tooltip e suggerimenti.

RECON calcola la resa energetica, l'autoconsumo e la condivisione dell'energia, l'impatto ambientale (riduzione delle emissioni di CO₂), i flussi di cassa attualizzati e i principali indicatori finanziari (VAN, TIR, payback time, ecc.) considerando diverse forme di finanziamento dell'investimento, le detrazioni fiscali e gli incentivi introdotti dalla recente normativa.

Con RECON, ENEA intende supportare gli Enti Locali e gli stakeholder nella definizione di scelte consapevoli e informate volte alla creazione di CER e favorire la partecipazione attiva di cittadini al mercato dell'energia (come previsto dal *Clean Energy Package* dell'Unione Europea). RECON è uno strumento web disponibile in italiano e in inglese, liberamente accessibile previa registrazione dell'utente.

Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e fonti RINnovabili, Divisione Smart Energy (TERIN-SEN):
Laboratorio Smart City and Communities (TERIN-SEN-SCC)

Referenti ENEA

Matteo Caldera (TERIN-SEN-SCC) matteo.caldera@enea.it

data required. If consumption data from utility bills are not available (even only for some clusters), the simulator estimates them by considering the contribution of the individual end-use separately (power and lighting, heating, cooling, DHW production). The user is guided throughout the filling-in process by tooltips and hints. RECON calculates energy yield, self-consumption and energy sharing, environmental impact (reduction of CO₂ emissions), discounted cash flows and key financial indicators (NPV, IRR, payback time, etc.) taking into account various forms of investment financing, tax deductions and incentives introduced by recent legislation. With RECON, ENEA intends to support Local Authorities and stakeholders in the definition of conscious and informed choices aimed at the creation of RECs and to encourage the active participation of citizens in the energy market (as envisaged by the EU *Clean Energy Package*). RECON is a web tool available in Italian and English, freely accessible to registered users.

ENEA units involved

Energy Technologies and Renewable Sources Department, Smart Energy Division (TERIN-SEN):
Smart City and Communities Laboratory (TERIN-SEN-SCC)

ENEA contacts

Matteo Caldera (TERIN-SEN-SCC) matteo.caldera@enea.it

Fabio Moretti (TERIN-SEN-SCC) fabio.moretti@enea.it

Centri ENEA coinvolti

Saluggia, Casaccia, Ispra

Altri partner di ricerca oltre ENEA

Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Gestionale

Fabio Moretti (TERIN-SEN-SCC) fabio.moretti@enea.it

ENEA centres involved

Saluggia, Casaccia, Ispra

Other research partners besides ENEA

Polytechnic University of Milan, Department of Management Engineering



Il tool CruISE – Cruscotto Intelligente per Smart Energy

di *Gianluca D'Agosta*

CruISE consente di raccogliere e monitorare i dati di una comunità energetica e di effettuare analisi dando le prime indicazioni sull'andamento e le performance della comunità nel suo insieme e singolarmente per i suoi membri.

L'analisi dei dati di comunità si traduce nella individuazione di cluster omogenei per comportamento degli utenti e nella individuazione di comportamenti energeticamente virtuosi da parte dei membri. I componenti di CruISE sono due: un sistema di analisi dati, parzialmente configurabile da parte del gestore, per l'analisi dei dati e l'estrazione di informazioni da essi, e un sistema di visualizzazione ed interazione con gli utenti attraverso un'interfaccia utente semplice e modulare.

I dati vengono resi disponibili attraverso una serie di servizi che eseguono le operazioni sui dati. Il sistema di visualizzazione è facilmente configurabile in modo che ogni modulo dell'interfaccia, o "widget", sia in grado di raccogliere informazioni da un servizio specifico della piattaforma e renderlo fruibile in modo differente all'utente. Attraverso questo sistema è possibile creare una o più visualizzazioni che, in base alle esigenze dell'utente ed il suo ruolo all'interno della Comunità, si adattano e forniscono i servizi necessari.

CruISE Tool – Smart Dashboard for Smart Energy

by *Gianluca D'Agosta*

CruISE tool collect and monitor data related to a given energy community as well as analyze rough indications on trend and performance of community itself both as a whole and individually. The analysis community data allows identification of homogeneous clusters according user behavior type, moreover allows identification energetically virtuous behaviors. CruISE tool is a data analysis system, partially configurable by the programme manager which allows a data analysis and related information from them, with a simple and modular dashboard for data visualization.

Data are available through a series of services that perform operations on the data. The display system is easily configurable; each interface module, or "widget", is able to collect information from a specific service of the platform which can be further elaborated by the end-user. CruISE tool allows creation of a set of different views which, according to the end-user's needs and their role within the community, adapt and provide the necessary services. CruISE is easily configurable and allows the different types of information including:

- Specific or generic texts (such as suggestions on improving the energy profile, which is specific to the indi-

CruISE è facilmente configurabile e permette la visualizzazione di differenti tipologie di informazioni tra cui:

- Testi specifici o generici (come suggerimenti sul miglioramento del profilo energetico, che è specifico per il singolo utente, o le ultime news della comunità);
- Dati sia sotto forma di grafici (es. il consumo dell'ultima settimana) che numerici, come il consumo attuale di energia;
- Questionari o form per l'invio di informazioni verso la piattaforma;
- Informazioni provenienti dalla blockchain, come le ultime transazioni o il saldo di token.

I servizi messi a punto sono ingegnerizzati per rispondere ai possibili utilizzi che i differenti attori possono voler fare della piattaforma, in modo da essere in grado di rispondere alle differenti esigenze senza dover ridisegnare completamente il software sottostante. Attraverso la separazione intrinseca delle informazioni, CruISE è in grado di dare supporto a più microcomunità contemporaneamente, separando gli accessi ai dati dei singoli utenti e delle comunità ed impedendo accessi non consentiti ai dati personali degli utenti. CruISE è integrabile all'interno della infrastruttura della LEC, ma è anche in grado di funzionare da solo.

Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e fonti RINnovabili, Divisione Smart Energy (TERIN-SEN):

vidual user, or the latest news from the community);

- graphs (eg. The consumption of the last week) and numerica data (eg. the current energy consumption);
- orms Q&A information to the platform;
- Information from the blockchain, such as the latest transactions or token balance.

CRUISE allows a wide set of services according specific use case and end- users and there is no need to completely redesign the underlying software. Thanks to an intrinsic separation of information, CruISE is able to support multiple microcommunities at the same time, separating access to the data of individual users and communities and preventing unauthorized access to users' personal data. CruISE can be integrated into the LEC infrastructure, but is also capable of running on its own.

ENEA units involved

Energy Technologies and Renewable Sources Department, Smart Energy Division (TERIN-SEN):

Technologies for Urban and Industrial Districts Laboratory (TERIN-SEN-CROSS)

ENEA contacts

Gianluca D'Agosta (TERIN-SEN-CROSS)
gianluca.dagosta@enea.it

ENEA centres involved

Bologna

Laboratorio Technologies per Distretti Urbani e Industriali (TERIN-SEN-CROSS)

Referenti ENEA

Gianluca D'Agosta (TERIN-SEN-CROSS)
gianluca.dagosta@enea.it

Centri ENEA coinvolti

Bologna

Altri partner di ricerca oltre ENEA

Politecnico di Milano, Dipartimento di
Ingegneria Gestionale
Università di Modena e Reggio Emilia,
Dipartimento di Ingegneria
Università di Parma, Dipartimento Ingegneria e Architettura

Other research partners besides ENEA

Polytechnic University of Milan, Department of Management Engineering
University of Modena and Reggio Emilia, Department of Engineering
University of Parma, Department of Engineering and Architecture

PED.EF (Positive Energy District. Enabling Factors) – strumento di valutazione dei fattori abilitanti la transizione verso il Positive Energy District
di Paola Clerici Maestosi e Gilda Massa

PED.EF consente di valutare l'effettiva possibilità delle città italiane di avviare la transizione verso il modello sostenibile dei Positive Energy District facilitando la comprensione da parte degli amministratori locali di quali siano i fattori abilitanti al processo di transizione.

Il tool guida l'amministratore locale nel processo di conoscenza degli elementi attraverso la raccolta di una serie ordinata di dati che si riferiscono a aree specifiche quali informazioni sulla città, sulla contabilità energetica comunale, sui programmi strategici, sugli interventi di efficienza energetica eseguiti/in corso di esecuzione/da eseguire, sulla flessibilità energetica, sulle comunità energetiche. Al termine della compilazione dei campi necessari il tool classifica le informazioni ricevute e le restituisce nella forma di assenza o presenza dei cosiddetti fattori abilitanti che consentiranno gli amministratori locali di definire il percorso di transizione al PED, individuando gli ambiti da incrementare.

Unità ENEA coinvolte

Dipartimento Tecnologie Energetiche e fonti RINnovabili, Divisione Smart Energy (TERIN-SEN)

PED.EF (Positive Energy District. Enabling Factors) – Enabling Factors driving transition towards Positive Energy District - Assessment tool
di Paola Clerici Maestosi e Gilda Massa

PED.EF support evaluation about Italian cities transition to the sustainable model of Positive Energy Districts, facilitating the understanding by local administrators which enabling factors are needed for the transition process.

The tool will guide local administrators in understanding which enabling factors are needed to support transition to Positive Energy District through the collection of an ordered series of data that refer to specific areas such as information on the city, on municipal energy accounting, on strategic programs, on energy efficiency interventions carried out / in course of execution / to be performed, on energy flexibility, on energy communities.

Then the tool classifies information received and returns it in the form enabling factors that will allow local administrators to define the transition path to the PED, identifying the areas to be increased.

ENEA units involved

Energy Technologies and Renewable Sources Department, Smart Energy Division (TERIN-SEN)

Laboratorio Tecnologie per Distretti Urbani e Industriali (TERIN-SEN-CROSS)

Referenti ENEA

Paola Clerici Maestosi (TERIN-SEN) pao-la.clerici@enea.it
Gilda Massa (TERIN-SEN-CROSS) gilda.massa@enea.it

Centri ENEA coinvolti

Bologna

Altri partner di ricerca oltre ENEA

Università di Roma “Sapienza”, Dipartimento Pianificazione, Design, Tecnologia dell’Architettura

Technologies for Urban and Industrial Districts Laboratory (TERIN-SEN-CROSS)

ENEA contacts

Paola Clerici Maestosi (TERIN-SEN) pao-la.clerici@enea.it
Gilda Massa (TERIN-SEN-CROSS) gilda.massa@enea.it

ENEA centres involved

Bologna

Other research partners besides ENEA

Università di Roma “Sapienza”, Dipartimento Pianificazione, Design, Tecnologia dell’Architettura



PED Enabling Factors

CONCLUSIONI

CONCLUSIONS

Conclusioni

di Mauro Annunziato, Paola Clerici
Maestosi e Claudia Meloni

La transizione digitale

Due strategie chiave stanno oggi guidando la transizione nelle nostre città: **“la transizione digitale”** e la **“transizione ecologica”**. Nella maggior parte dei casi questi vengono visti come due approcci differenti e paralleli, e di conseguenza vengono creati programmi e progetti indipendenti. Poche volte è realmente compresa la profonda interrelazione tra questi due temi, sfugge all’attenzione il valore abilitante delle tecnologie dell’ICT e si perde la possibilità di declinare un vero **“approccio sistemico”**.

Il monitoraggio attento delle **infrastrutture energivore**, sia nella loro descrizione impiantistica che nella loro prestazione nel tempo fornisce la base di dati necessaria per innescare un processo di diagnosi delle disfunzionalità di adattamento ed ottimizzazione della gestione, se non di riqualificazione o di riprogettazione. Ancor più quando tali dati sono destinati ad utenti e consumatori che possono cambiare il loro comportamento per massimizzare ritorni energetici ed economici.

Tale processo virtuoso è la sola strada che può portare ad una transizione ecologica fondata non soltanto sulla sostituzione delle tecnologie ma anche sul modo di utilizzarle. Ma questo passaggio richiede una conoscenza profonda di ciò che si sta

Conclusions

by Mauro Annunziato, Paola Clerici
Maestosi and Claudia Meloni

The digital transition

There are two key strategies driving the transition in our cities today: the **“digital transition”** and the **“ecological transition”**. In most cases, these are seen as two different and parallel approaches and, as a result, independent programmes and projects are created. The close relationship between these two issues is seldom properly understood, the enabling value of ICT technologies is overlooked and the opportunity to develop a true **“systemic approach”** is missed.

Careful monitoring of **energy-intensive infrastructures** – both in terms of their plant description and their performance over time – provides the necessary data base to initiate a process of diagnosing dysfunctionality and adapting and optimising management, or perhaps even regeneration or redesign. This is especially true when such data is aimed at users and consumers who can change their behaviour to maximise energy and economic benefits.

This virtuous process is the only route to an ecological transition based not only on the replacement of technologies but also on how they are used. However, this transition requires a deep knowledge of what is being managed, hence a true **knowledge economy**.

gestendo, quindi una vera e propria **economia della conoscenza**.

Possiamo quindi affermare che la transizione digitale sia la base solida su cui poggiare la transizione ecologica. In sostanza è l'elemento chiave di **abilitazione del processo di trasformazione sostenibile**.

Tutti i progetti rappresentati in questo libro aderiscono a questo principio di interrelazione tra i due obiettivi cogliendone la reciproca dipendenza. Non a caso si parla di **"Smart Energy"**, proprio per rappresentare l'integrazione dei due approcci e si rappresentano le tecnologie ICT combinate a quelle più prettamente energetiche, come "tecnologie abilitanti".

Secondo la definizione data dalla Commissione Europea⁵ le tecnologie abilitanti sono tecnologie *"ad alta intensità di conoscenza e associate a elevata intensità di R&S, a cicli di innovazione rapidi, a consistenti spese di investimento e a posti di lavoro altamente qualificati"*. In quanto tali hanno rilevanza sistemica perché alimentano il valore della catena del sistema produttivo e hanno la capacità di innovare i processi, i prodotti e i servizi in tutti i settori economici dell'attività umana.

Nel caso specifico del mercato energetico/energivoro dei servizi urbani ciò che impedisce il flusso di conoscenza

We can therefore say that the digital transition is the solid basis underlying the ecological transition. In essence, it is the key **enabler of the sustainable transformation process**.

All the projects presented in this book adhere to this principle of inter-relationship between the two objectives by recognising their mutual dependence. It is no coincidence that the term **"Smart Energy"** is used to represent the integration of the two approaches, and that ICT technologies combined with more purely energy-related technologies are represented as "enabling technologies".

According to the definition provided by the European⁵ Commission, enabling technologies are "knowledge-intensive technologies associated with high R&D intensity, rapid innovation cycles, substantial investment expenditure and highly skilled jobs". As such, they have systemic relevance because they enhance the value of the production system chain and are able to innovate processes, products and services across all economic sectors of human activity.

In the specific case of the energy/energy-intensive market of urban services, the main obstacle to the flow of knowledge is the **fragmentation** of data. Proprie-

⁵ Commissione Europea, Bruxelles, 26 giugno 2012; Le tecnologie abilitanti fondamentali: un ponte per la crescita e per l'occupazione; <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/key-enabling-technologies>, (accesso 12/10/2021).

⁵ European Commission, Brussels, 26 June 2012, Key enabling technologies: a bridge to growth and employment; <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/area/key-enabling-technologies>, (accessed 12/10/2021).

è in primo luogo la **frammentazione** dei dati. Protocolli proprietari, servizi non monitorati, dati non trasmessi o non accessibili, assenza di standard unificanti sono le barriere che impediscono al sistema di essere fluido. A queste si aggiungono la mancanza di una cultura della **governance del dato** da parte della pubblica amministrazione (specie a livello comunale) che non riesce a riflettersi nelle gare di concessione ed una generale tendenza dei servizi urbani a chiudersi in **silos invalicabili** in termini di standard e protocolli. Ecco, quindi, che un approccio unificante tra i vari domini applicativi su scala nazionale permetterebbe l'apertura di nuovi mercati molto più ampi ed efficaci.

Il cuore della soluzione per risolvere il problema della frammentazione del dato risiede in due concetti chiave: standard unificanti e interoperabilità. Gli standard unificanti sono caratterizzati dalla capacità di superare un singolo contesto applicativo proponendosi di porsi a riferimento di più contesti tra loro interagenti. È questo il caso dei contesti urbani che si configurano come network di reti. Nella città ogni funzionalità è connessa a molte altre; eppure, attualmente la gestione dei singoli servizi è condotta in modo separato senza possibilità di dialogo. Il motivo è molto semplice: per dialogare serve un linguaggio comune. Ed attualmente non esiste. Lo sforzo quindi di creare un **linguaggio unificante** in cui possano riconoscersi i vari servizi, ognuno con le sue specificità, è fondamentale.

tary protocols, unmonitored services, untransmitted or inaccessible data and lack of unifying standards are the barriers that prevent the system from flowing freely. In addition, there is a lack of **data governance** culture on the part of the public administration (especially at municipal level), which is not reflected in concession tenders, and a general tendency for urban services to remain closed off in **impenetrable silos** in terms of standards and protocols. A unifying approach between the various application domains on a national scale would open up new, much broader and more effective markets.

The key to solving the problem of data fragmentation lies in two main concepts: unifying standards and interoperability. Unifying standards are characterised by their ability to extend beyond a single application context by acting as a reference for multiple interacting contexts. This is the case in urban contexts that are configured as networks of networks. Within the city, each function is connected to many others, yet the individual services are currently managed separately, without the possibility of dialogue. The reason for this is very simple: dialogue requires a common language, which does not exist at the moment. Therefore, the effort to create a **unifying language** that can be adopted by the various services, each with its own specificities, is fundamental.

A unifying language is the first step, but it is not enough in itself. In or-

Il linguaggio unificante è il primo passo ma non è di per sé sufficiente. Per rendere i silos permeabili occorre che agiscano in modo correlato, ossia che siano operati da sistemi gestionali che permettano di ricevere informazioni esogene al servizio stesso e di esportare le informazioni endogene. Tale capacità è l'**interoperabilità**, un tema di cui si parla da molti anni ma soltanto oggi si inizia a vedere qualche esempio a livello urbano. Altri aspetti peculiari di queste tecnologie sono l'efficacia, la robustezza, la centratura, la competitività, la usabilità e l'accessibilità.

Abbiamo ormai compreso che il dato ha un suo valore economico e pertanto la possibilità offerta dagli standard unificanti e dalla interoperatività è la creazione di un **market place** del dato urbano, aspetto che potrebbe portare delle strutture urbane di questa natura a ripagare in pochi anni gli investimenti fatti o creare un indotto di servizi aggiuntivi. Contesti urbani caratterizzati da una solida base di questa natura trasparente ed interoperativa possono ambire a ridurre considerevolmente i consumi energetici di tutti i servizi fino ad ottenere un consumo prossimo allo zero o addirittura positivo (**Positive Energy Districts**). I PED sono centri embrionali territoriali di un nuovo tessuto energetico che sarà formato da una rete connessa di PED. Il PED rappresenta una grande ambizione e per raggiungere tali risultati occorre introdurre in modo congiunto tutti gli strumenti fin qui esposti. Questa la strategia combinata di tecnologie abilitanti:

der to make the silos permeable, they must act in a correlated manner. This means they must be operated by management systems that allow them to receive information exogenous to the service itself and to export endogenous information. This capability is **interoperability**, a topic that has been talked about for many years but is only now emerging through some examples at the urban level. Other key features of these technologies are effectiveness, robustness, focus, competitiveness, usability and accessibility.

We have now understood that data has an economic value, and therefore the possibility offered by unifying standards and interoperability is the creation of a **market place** for urban data, an aspect that mean urban structures of this type could repay the investments made in a few years or create additional downstream services.

Urban contexts characterised by such a transparent and interoperable solid base can expect to reduce energy consumption of all services considerably close to zero or even positive (**Positive Energy Districts**). PEDs are embryonic territorial centres of a new energy landscape that will consist of an interconnected network of PEDs. A PED is a major ambition and, in order to achieve it, all the tools outlined above need to be introduced in a combined manner. This is the combined strategy of enabling technologies:

- creare il contesto digitale unificato ed interoperativo;
- abbattere i consumi adottando tecnologie più sostenibili e strategie di gestione ottimali (i.e. abitazioni, mobilità, illuminazione pubblica...);
- incrementare il potenziale di produzione energetica da fonte locale rinnovabile.
- creating a unified and interoperable digital environment;
- cutting consumption by adopting more sustainable technologies and optimal management strategies (e.g. housing, transport, public lighting);
- increasing the potential for energy production from local renewable sources.

Ma il concetto di “tecnologia abilitante” alla trasformazione ecologica non è sufficiente di per sé a produrre la trasformazione stessa. Implica invece che ci sia qualcuno che utilizzi tali tecnologie, che le installi nella propria abitazione o nel servizio di cui è gestore o che cambi i suoi comportamenti o i suoi modelli operativi. Qualcuno che sia convinto della utilità e della convenienza e decida di agire.

Ecco perché accanto allo sviluppo delle tecnologie è necessaria una vasta attività di sensibilizzazione e formazione sia a livello di massa e sia in particolare nella pubblica amministrazione dove è necessario un vero e proprio programma di **formazione per la smart city** e metodologie di **transizione urbana**, il **citizen engagement** ed il **capacity building** con cui far crescere i tecnici delle municipalità e degli assessorati.

Il Citizen Engagement

A livello europeo si è compresa l'importanza di questo aspetto e per questo motivo nel Clean Energy Package si pone al centro il tema del **citizen engagement**. Con questo termine si riconosce che il vero motore della trasformazione ecologica è il cittadino nella sua capacità

However, the concept of “enabling technology” for ecological transformation is not sufficient in itself to bring about transformation. Instead, it implies that there is someone who uses these technologies, who installs them in their own home or in the service they are managing, or who changes their behaviour or operating models. Someone who is convinced of their utility and value and decides to take action.

This is why, alongside the development of technologies, a huge training and awareness activity is required, both for the general public and particularly in the public administration, where a comprehensive training programme is needed for the **smart city** and **urban transition** methodologies, **citizen engagement** and **capacity building** to help municipal and council technicians to grow.

Citizen Engagement

The importance of this aspect has been understood at a European level, which is why the Clean Energy Package focuses on the issue of **citizen engagement**. This term recognises that the real driving force behind the ecological transformation is the citizen's ability to make choic-

di fare scelte ed implicarsi nel processo collettivo di gestione dell'energia.

Il citizen engagement può far leva sulla sensibilità dei cittadini ai temi ambientali ma deve essere rafforzato con aspetti inerenti a ritorni economici o accesso a servizi più efficaci o del tutto nuovi. Un esempio tipico è la **smart home** dove declinando congiuntamente i temi della **efficienza energetica**, della **flessibilità** e della **sicurezza** si possono ottenere modelli di business assai attraenti per la persona.

Anche sul tema del citizen engagement si può fare un passo in più. Fino ad oggi tutte le politiche sulla efficienza energetica e sulla introduzione di rinnovabili si sono fondate sul singolo componente e sul singolo utente o azienda. Tale approccio mostra dei limiti dovuti ad effetti di **saturazione**.

Nel caso della efficienza energetica poiché il costo marginale della innovazione che porta a migliorare l'efficienza è sempre più alto, man mano che si procede verso le classi alte (B, A, A+), una volta installate dalla maggioranza degli utenti i margini di risparmio si riducono fortemente.

Nel caso delle rinnovabili ci si è limitato all'aumento della potenza rinnovabile installata sui tetti non prestando attenzione al fatto che è importante anche il modo con cui l'energia viene utilizzata. Quando produzione e consumo non sono sincronizzati il ritorno economico è basso, il payback si allunga e le persone o le aziende sono poco invogliate ad installarle.

La risposta a questo problema è quello di **agire collettivamente** invece che individualmente. Se l'approccio è a carattere collettivo di una comunità allora si

es and become involved in the collective energy management process.

Citizen engagement can leverage citizens' sensitivity to environmental issues but must also be reinforced with aspects regarding economic reward or access to more effective or entirely new services. A typical example is the **smart home**, where a combination of **energy efficiency**, flexibility and **security** can produce business models that are very attractive to people.

A further step can also be taken on the issue of citizen engagement. Until now, all policies concerning energy efficiency and the introduction of renewables have been based on the individual component and the individual user or company. This approach has certain limitations due to **saturation** effects.

In the case of energy efficiency, since the marginal cost of innovation leading to improved efficiency always increases as one approaches higher classes (B, A, A+), once installed among the majority of users the margins of savings are greatly reduced.

In the case of renewables, the focus has been on increasing the amount of renewable power installed on roofs, without paying attention to the fact that the way energy is used is also important. When production and consumption are not synchronised, financial return is low, payback time is longer and people or companies have little incentive to install them.

The answer to this problem is to **act collectively** rather than individually. If a community takes a collective approach, a logic of collective **self-consumption**

può perseguire una logica di **autoconsumo collettivo** in cui i residui di energia di qualcuno possono essere utilizzati da altri. È questo il tema delle **Comunità Energetiche** su cui ENEA è fortemente coinvolta con lo sviluppo di tool e piattaforme che ne facilitano la crescita e la diffusione.

L'importanza delle comunità energetiche non si limita alla promozione delle rinnovabili ma alla diffusione di una organizzazione di autoconsumo localizzato che permetterà di alleviare il peso sulla rete nazionale, diminuire i picchi di domanda, diminuire i flussi nella rete e le perdite, diminuire il numero di centrali necessarie ed i loro costi di ammortamento. In definitiva diminuire il costo dell'energia. Comunità che investono sul fotovoltaico (o su eolico) potranno godere così di ritorni economici superiori ed essere incentivate ad installare più rinnovabili e rendere il più possibile sincrono il consumo con la produzione locale di energia utilizzando anche tecnologie per lo storage, la gestione della flessibilità, le fonti termiche, le smart homes. L'obiettivo è quello della chiusura del cerchio dei Positive Energy Districts realizzando **Positive Energy Communities**.

Ma il vantaggio dell'agire collettivamente non si limita all'aspetto puramente energetico, coinvolgendo aspetti più ampi dell'impatto ambientale. Logiche di sharing e di riciclo possono aiutare ad abbattere l'impronta ecologica e spingere verso la **comunità circolare** (comunità basata su economia circolare).

Inoltre vi sono aspetti sociali molto importanti che se connessi ai temi pre-

can be pursued in which one person's energy residues can be used by others. This is the area of **Energy Communities**, in which ENEA is heavily involved through the development of tools and platforms that facilitate their growth and dissemination.

The importance of energy communities is not limited to the promotion of renewables but to the diffusion of an organisation of localised self-consumption that will make it possible to lighten the burden on the national grid, reduce peaks in demand, reduce flows through the grid as well as wastage, and reduce the number of power stations needed and their depreciation costs. This will ultimately lower the cost of energy.

Communities that invest in photovoltaics (or wind power) will thus be able to enjoy higher economic returns and be incentivised to install more renewables and to synchronise consumption as far as possible with local energy production, also using technologies for storage, flexibility management, thermal sources and smart homes. The aim is to close the circle of Positive Energy Districts by creating **Positive Energy Communities**.

However, the advantage of acting collectively is not limited to purely energy-related aspects. It also involves broader aspects of environmental impact. Sharing and recycling approaches can help to lower the ecological footprint and push towards the **circular community** (community based on circular economy).

In addition, there are very important social aspects that, if connected to

cedenti permettono di aumentare il capitale sociale della comunità, la sua coesione, la sicurezza, la fiducia reciproca e in definitiva la qualità della vita. Aspetti che fino ad oggi sono stati trattati nell'ambito delle **Smart Communities**, oggi, attraverso la combinazione tra smart communities ed energy communities si possono sviluppare delle forme molto avanzate di comunità socio-energetiche: le **Smart Energy Communities**. A questo target mira lo sforzo di ENEA nel creare un contesto tecnologico in cui possa svilupparsi la "**local token economy**", ossia una economia di comunità basata sullo scambio di energia, beni, servizi, spazi e conoscenze attraverso dei token sociali che rendano tutte queste azioni intercambiabili. A supportare tale progetto (**piattaforma LTE** all'interno della piattaforma LEC per le comunità energetiche) si utilizzano tecnologie recenti come **blockchain e smart contracts**. L'applicazione di tale tecnologia in una comunità può permettergli di migrare verso il consumo zero o positivo, verso la comunità circolare e verso una **coesione sociale**. Ma naturalmente ciò che fa diventare smart una comunità non sono le tecnologie ma lo sviluppo della proattività e capacità aggregativa dei suoi cittadini e la solidità delle loro motivazioni di camminare verso lo sviluppo sostenibile.

Il Capacity Building

Le città e le aree urbane sono l'elemento imprescindibile a cui riferirsi per avviare quelle trasformazioni necessarie

the previous themes, can increase the social capital of the community, its cohesion, security, mutual trust and ultimately the quality of life. Until now, these aspects have been dealt with in the context of **Smart Communities**. Today, however, through the combination of smart communities and energy communities it is possible to develop highly advanced forms of socio-energy communities: **Smart Energy Communities**.

ENEA's effort to create a technological context in which the "**local token economy**" can develop is aimed at this target, i.e. a community economy based on the exchange of energy, goods, services, space and knowledge through social tokens that make all these actions interchangeable. Recent technologies such as **blockchain and smart contracts** are used to support this project (**LTE platform** within the LEC platform for energy communities). The application of such technology in a community can enable it to migrate towards zero or positive consumption, circular community and **social cohesion**. Of course, what makes a community smart is not technology but the development of the proactivity and aggregative capacity of its citizens and the strength of their motivation to pursue sustainable development.

Capacity building

Cities and urban areas are the key element to focus on in order to embark on the transformations necessary to

per raggiungere gli obiettivi del Green Deal europeo e rispettare così gli impegni relativi agli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG) dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite, come pure quelli della nuova UN-Habitat's New Urban Agenda, dell'Agenda Urbana per l'UE, dell'accordo di Parigi e da ultimo il movimento Europeo Nuovo Bauhaus.

La sfida che riguarda gli ambiti urbani è caratterizzata dalla necessità di promuovere approcci integrati e di tradurre in azioni i risultati della ricerca e dell'innovazione; sfida complessa poiché si tratta di coinvolgere stakeholders assai diversi tra loro e che proprio in ragione dell'importanza delle interrelazioni che tra gli stessi scaturiscono vengono definiti come *urban ecosystem stakeholder*. Un'altra sfida poi è quella di superare la frammentazione istituzionale all'interno degli uffici come pure l'avvio di strutture di governance più inclusive e partecipative. Se poi a questo si aggiunge anche l'incoerenza tra gli strumenti strategici e le politiche regionali o nazionali, la difficoltà di pianificazione a causa di misure inefficaci e/o un uso inefficiente di risorse, si comprende quanto la sfida di rendere sostenibili le aree urbane sia ambiziosa.

La sostenibilità del nostro futuro si basa anche sul modo in cui le grandi sfide complesse all'interno delle città e delle comunità urbane verranno affrontate.

Occorre stimolare la costruzione di un approccio integrato di co-creazione con e per i decisori e funzionari pubblici dei comuni, le aziende e la società civile, che abbia come obiettivo, quello di

achieve the objectives of the European Green Deal and thus meet the commitments related to the Sustainable Development Goals (SDGs) of the United Nations 2030 Agenda, as well as those of the UN-Habitat's New Urban Agenda, the Urban Agenda for the EU, the Paris Agreement and most recently the European New Bauhaus movement.

The challenge for urban areas is to promote integrated approaches and to translate the results of research and innovation into action. This is a complex challenge because it involves very different stakeholders, who are defined as urban ecosystem stakeholders precisely because of the importance of the interrelationships between them.

Another challenge is to overcome the institutional fragmentation within departments as well as the creation of more inclusive and participatory governance structures. If we add to this the inconsistency between strategic instruments and regional or national policies, the difficulty of planning due to ineffective measures and/or inefficient use of resources, we can understand how ambitious the challenge of making urban areas sustainable is.

The sustainability of our future also hinges on how the major complex challenges within cities and urban communities are addressed.

It is necessary to stimulate the construction of an integrated co-creation approach with and for decision-makers and civil servants in municipalities, companies and civil society, aimed at uniting

unire gli sforzi necessari alla transizione verso uno sviluppo urbano sostenibile.

Occorre sviluppare un ecosistema dell'innovazione urbana mediante programmi di ricerca e innovazione trasformativa, approcci strategici (visione, politica e coordinamento della complessa sfida sociale nella dimensione urbana), tattici (coordinamento tra settori, strategie, interessi), operativi.

Gli elementi chiave dell'arena di transizione possono essere trovati al livello internazionale nella Partnership Driving Urban Transition⁶.

Dal punto di vista delle amministrazioni cittadine, gli approcci e la pianificazione integrati sono visti come uno degli elementi chiave per accelerare le trasformazioni urbane e lo sviluppo urbano sostenibile.

Ciò richiede la capacità di collegare i punti (progetti/interventi già esistenti o in corso di realizzazione) ed eliminare le barriere tra i silos: l'ecosistema dell'innovazione urbana dovrebbe offrire diverse modalità di interazione tra scienza, politica, imprese e società per garantire che gli sforzi di ricerca soddisfino meglio le esigenze degli attori urbani e della società.

L'ecosistema dell'innovazione urbana dovrà supportare non solo la mobilitazione degli attori urbani per partecipare a progetti di ricerca, ma anche garantire che i progetti di ricerca e innovazione siano

the efforts required for the transition to sustainable urban development.

An urban innovation ecosystem needs to be developed through transformative research and innovation programmes, and through strategic (vision, policy and coordination of the complex social challenge in the urban dimension), tactical (coordination between sectors, strategies, interests) and operational approaches.

The key elements of the transition arena are expressed at the international level in the Partnership Driving Urban Transition⁶.

From the perspective of city administrations, integrated approaches and planning are seen as one of the key elements to accelerate urban transformation and sustainable urban development.

This requires the ability to connect the dots (existing or ongoing projects/interventions) and remove barriers between silos: the urban innovation ecosystem should offer different modes of interaction between science, policy, business and society to ensure that research efforts are better able to meet the needs of urban stakeholders and society.

The urban innovation ecosystem should support not only the mobilisation of urban actors to participate in research projects, but also ensure that research and innovation projects are

6 Driving Urban Transition to a Sustainable Future, <https://jpi-urbaneurope.eu/driving-urban-transitions-to-a-sustainable-future-dut/> (12/10/2021).

6 Driving Urban Transition to a Sustainable Future, <https://jpi-urbaneurope.eu/driving-urban-transitions-to-a-sustainable-future-dut/> (12/10/2021).

co-progettati e che le sfide siano identificate con le parti interessate, in modo che la specificazione delle esigenze di ricerca e innovazione siano realmente rilevanti per i proprietari del problema, ossia le municipalità.

co-designed and that challenges are identified with stakeholders, so that the research and innovation needs specified are truly relevant to the owners of the problem, namely, the municipalities.

Bibliografia

Bibliography

Bibliografia del capitolo 1.2

- [1] Analisi dei Bisogni Il workbook n°3 Needs Assessment Evaluation, (in Inglese) dell'OMS (World Health Organization, 2000)
- [2] La Gerarchia dei bisogni di A.Maslow
- [3] La teoria dei bisogni universali di Simon Hertnon (in inglese)
- [4] Ian Gough, Economic institution and the satisfaction of human needs, Testo che distingue i diversi sistemi economici usando come riferimento la capacità di soddisfare i bisogni umani
- [5] Manfred Max-Neef, Human Scale Development testo che esplora un approccio allo sviluppo focalizzato sul riconoscimento e il soddisfacimento dei bisogni fondamentali
- [6] Ivan Illich, Per una storia dei bisogni. Una critica radicale alla genesi e alla riproduzione dei bisogni nelle società occidentali.
- [7] <https://posthistorical.wordpress.com/2014/04/03/what-makes-a-city-great-toward-a-hierarchy-of-urban-needs/>
- [8] Jong, W MARTIN & Joss, Simon & Schraven, Daan & Zhan, Changjie & Weijnen, Margot. (2015). Sustainable–Smart–Resilient–Low Carbon–Eco–Knowledge Cities; Making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization. Journal of Cleaner Production. 109. 25-38. 10.1016/j.jclepro.2015.02.004.
- [9] Ciccone, Antonio and Robert Hall, (1993), Productivity and the Density of Economic Activity, No 4313, NBER Working Papers, National Bureau of Economic Research, Inc
- [10] Ciccone, Antonio and Robert Hall, (1996), Productivity and the Density of Economic Activity, American Economic Review, 86, (1), 54-70
- [11] 1998: "Sustainable design aims to meet present needs without compromising the stock of natural resources remaining for future generations. In terms of buildings it implies resources efficiency, minimum energy, flexibility and long life"
- [12] D.H. Meadows, D. L. Meadows, J. Randres, W.W. Behrens III, The limits to growth, 1972, Potomac Associates –Universe Books,
- [13] BRUGMANN J. (1992) Managing Human Ecosystems: Principles for Ecological Municipal Management. ICLEI, Toronto.
- [14] Rode, H. & Michelsen, G. (2008). Levels of indicator development for education for sustainable development. Environmental Education Research, 14(1), 19-33.
- [15] DeKay, Michael & Florig, Keith & Fischbeck, Paul & Morgan, M. & Morgan, Kara & Fischhoff, Baruch & Jenni, Karen. (2010). The Use of Public Risk Ranking in Regulatory Development. 10.4324/9781936331796-12.
- [16] Steffen Lehmann, "Green Urbanism: Formulating a Series of Holistic Principles", S.A.P.I.EN.S [Online], 3.2 | 2010, Online since 12 October 2010, connection on 31 March 2021.
- [17] Richard Register, Ecocity Berkeley: Building Cities for a Healthy Future, North Atlantic Books, 1987
- [18] Mark Roseland, Dimension of the Eco-city, Cities, Volume 14, Issue 4, August 1997, [https://doi.org/10.1016/S0264-2751\(97\)00003-6](https://doi.org/10.1016/S0264-2751(97)00003-6)
- [19] Newman P, Jennings I., Cities as Sustainable Ecosystems: Principles and Practices, Bibliovault OAI Repository, the University of Chicago Press, 2008
- [20] H.Suzuki, A. Dastur, S. Moffatt , N. Yabuki, Eco2 Cities: Ecological Cities As Economic Cities, World Bank (15 maggio 2010)

- [21] Katherine White, Darrin R Lehman, Barry Schwartz , Andrew Ward, John Monterosso, Sonja Lyubomirsky, Maximizing versus satisficing: happiness is a matter of choice, *J Pers Soc Psychol.* 2002 Nov;83(5):1178-97., DOI: 10.1037//0022-3514.83.5.1178
- [22] Holling, C.S. (1973), "Resilience and stability of ecological systems", *Annu., Rev. Ecol. Syst.* Vol. 4,
- [23] Holling, C.S. (1986), "The resilience of terrestrial ecosystems: local surprise and global change", in Clark, W.C., Munn, R.E. (Ed.), *Sustainable development of the biosphere*, Cambridge University Press, Cambridge,
- [24] A. Caragliu, P. Nijkamp, C. Dal Bo, *Smart Cities in Europe* Article in *Journal of Urban Technology.* January 2009 DOI: 10.1080/10630732.2011.601117
- [25] Giffinger, Rudolf & Fertner, Christian & Kramar, Hans & Kalasek, Robert & Milanović, Nataša & Meijers, Evert. (2007). *Smart cities - Ranking of European medium-sized cities.*
- [26] Johannes Stübinger & Lucas Schneider, 2020. "Understanding Smart City—A Data-Driven Literature Review," *Sustainability*, MDPI, Open Access Journal, vol. 12(20), pages 1-23, October.
- [27] Peter Van den Besselaar, Dennis Beckers, *Demographics and Sociographics of the Digital City*, 1998
- [28] Chang, Daniel & Marques, Jamile & Costa, Eduardo & Selig, Paulo & Yigitcanlar, Tan. (2018). Knowledge-based, smart and sustainable cities: A provocation for a conceptual framework. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity.* 4. 10.1186/s40852-018-0087-2.
- [29] Knight, R. V. (1995). Knowledge-based development: Policy and planning implications for cities. *Urban Studies*, 32(2), 225–260
- [30] Radinger-Peer, Verena & Stoeglehner, Gernot. (2013). Universities as change agents for sustainability – framing the role of knowledge transfer and generation in regional development processes. *Journal of Cleaner Production.* 44. 85-95. 10.1016/j.jclepro.2012.12.003.
- [31] Østergaard, P. A., & Maestosi, P. C. (2019). Tools, technologies and systems integration for the smart and sustainable cities to come. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 24, 1-6. <https://doi.org/10.5278/ijsepm.3405>
- [32] <https://jpi-urbaneurope.eu/wp-content/uploads/2020/04/White-Paper-PED-Framework-Definition-2020323-final.pdf>

Bibliografia del capitolo 1.3

- [1] Strategia Energetica Nazionale SEN 2017 – (<https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/Testo-integrale-SEN-2017.pdf>) (12/10/2021)
- [2] Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima – https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf (12/10/2021)
- [3] Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – <https://www.governo.it/sites/governo.it/files/PNRR.pdf> (12/10/2021)
- [4] 100 CLIMATE-NEUTRAL CITIES by 2030 – <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/bc7e46c2-fed6-11ea-b44f-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-160480388> (12/10/2021)
- [5] SET-PLAN ACTION 3.2 IMPLEMENTATION PLAN – https://jpi-urbaneurope.eu/wp-content/uploads/2021/10/setplan_smartcities_implementationplan-2.pdf (12/10/2021)

Bibliografia del capitolo 2.1

- [1] White Paper on Reference Framework for Positive Energy Districts and Neighbourhoods – <https://jpi-urbaneurope.eu/wp-content/uploads/2020/04/White-Paper-PED-Framework-Definition-2020323-final.pdf> (12/10/2021)
- [2] 100 CLIMATE-NEUTRAL CITIES by 2030 – <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/bc7e46c2-fed6-11ea-b44f-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-160480388> (12/10/2021)

Bibliografia del capitolo 2.2

- [1] <https://setis.ec.europa.eu/implementing-integrated-set-plan/smart-solutions-consumers-ongoing-work>
- [2] S. Aman, Y. Simmhan, V. K. Prasanna, University of Southern California, "Energy Management Systems: State of the Art and Emerging Trends", rivista IEEE Communications Magazine – (s.l.) IEEE, January 2013 -1: vol 51, pp: 114-119
- [3] [Serrenho, T., Bertoldi, P., Smart home and appliances: State of the art - Energy, Communications, Protocols, Standards, EUR 29750 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-03657-9, doi:10.2760/453301, JRC113988.
- [4] ENEA, DTE-SEN-SCC – Report RdS/PAR2017/043 "Implementazione di applicazioni dedicate per Smart Home e Assisted Living", autori: F. Romanello, S. Pizzuti, S. Romano, C. Snels, L. Luccarini, A. Zanela, R. Chiarini, P. Clerici Maestosi
- [5] Report RdS/PTR2019/001 – "Tecnologie per le Smart Homes". Autori (S. Romano, S. Pizzuti, S. Fumagalli, A. Zanela, F. Romanello.
- [6] L. de Santoli, F. Mancini, M. Cecconi, C.I.T.E.R.A - Centro di Ricerca Interdipartimentale Territorio Edilizia Restauro Ambiente Sapienza Università di Roma "Sviluppo di una procedura semplificata per la valutazione del potenziale di aggregabilità di utenze residenziali". Report RdS / PAR2016 / 009
- [7] S. Romano, M. Botticelli, F. Dionisi "Experimental demonstration of a Smart Homes Network in Rome" IJSEPM, International Journal of Sustainable Energy Planning and Management, EERA JPSC special issue 2 | 2019
- [8] S. Romano, M. Botticelli, F. Dionisi, A. Monteriù, "A Smart Homes Network for proactive users". REAL CORP 2019. ISBN 978-3-9504173-6-4. ISSN 2521-8050
- [9] Serrenho, T.; Zangheri, P.; Bertoldi, B; Energy Feedback Systems: Evaluation of Meta-studies on energy savings through feedback; EUR 27992 EN; doi:10.2790/565532
- [10] Energy Impacts of Smart Home Technologies Jen King April 2018 Report A1801 <https://aceee.org/research-report/a1801>
- [11] Reuven Sussman and Maxine Chikumbo- "Behavior Change Programs: Status and Impact "October 2016, Report B1601. American Council for an Energy-Efficient Economy
- [12] Università di Roma Tre, Dipartimento di Ingegneria - Report RdS/ PAR2016/044 "Sviluppo di sensori intelligenti e moduli di interfacciamento per il recupero dati per applicazioni Smart Home"–, autori: A. Laudani, F. Riganti Fulginei, G. M. Lozito, M. Botticelli
- [13] Università di Roma Tre, Dipartimento di Ingegneria - Report RdS/ PAR2017/044 – "Integrazione di sensori acustici in sistemi smart home ed implementazione di algoritmi per l'individuazione e la localizzazione di segnali acustici", autori: A. Laudani, G. M. Lozito, F. Riganti Fulginei, A. Salvini.
- [14] UNI EN ISO 7730
- [15] Report RdS/PAR2017/047– "Smart Home Network: realizzazione di un dimostrativo pilota e implementazione dei servizi di aggregazione", autori: S. Romano, S. Pizzuti, S. Fumagalli.
- [16] M. Botticelli, A. Monteriù, S. Pizzuti, S. Romano, "A Smart Home Services Demonstration: Monitoring, Control and Additional Services Offered to the User". 2018 IEEE 8th International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin).
- [17] P. Clerici Maestosi, P. Civiero, S. Romano, M. Botticelli, "Smart Home Network for Smart Social Housing: a potential to boost the dignity of mankind". 42st IAHS WORLD CONGRESS 2018.
- [18] M. Botticelli, L. Ciabattoni, F. Ferracuti, A. Monteriu, S. Pizzuti, S. Romano, "A Smart Home Services Demonstration: Monitoring, Control and Security Services Offered to the User". ICCE-Berlin 2018" (International Conference on Consumer Electronics-Berlin).
- [19] <http://www.my-signals.com/>
- [20] S. Romano, M. Botticelli, A. Monteriù, A. Zanela, "Assisted Living as an Additional Service Integrated in a Smart Home and Offered to the Users". ICCE-Berlin 2019.

Bibliografia del capitolo 2.3

- [1] MiSE, “La situazione Energetica Nazionale nel 2018” del giugno 2019.
- [2] <https://energiaclima2030.mise.gov.it/>
- [3] Inserite dalle direttive EU RED II del dicembre 2018 e EMD II del giugno 2019
- [4] <https://smartreadinessindicator.eu/>

Bibliografia del capitolo 2.4

- [1] Dir UE 2018/2001 del 11.12.2018
- [2] Dir UE 2019/944 del 05.06.2019
- [3] D.Lgs. 183 del 31.12.2020
- [4] ARERA Delibera 04 agosto 2020 318/2020/R/eel
- [5] Report RdS/PAR2017/075-“Report di analisi delle soluzioni SCC funzionali allo Smart Urban District nella filiera delle costruzioni come acceleratore dell'erogazione dei servizi energetici urbani”, autori: Clemente C., Civiero P.
- [6] Fonte: <https://jpi-urbaneurope.eu/ped/>

Bibliografia del Capitolo 2.5

- [1] PELL IP: <https://www.pell.enea.it/enea/>
- [2] Lumière: <http://progettolumiere.enea.it/>
- [3] PELL IP: <https://www.pell.enea.it/download>
- [4] *Focus ENEA Smart City- Smart Land*, in Facility Management Italia, n° 39 ottobre 2020
- [5] AgID: <https://geodati.gov.it/>
- [6] M. Leccisi, F. Leccese (Università degli Studi "Roma Tre", Italy); F. Moretti, L. Blaso, A. Brutti, N. Gozo (ENEA), *An IoT Application for Industry 4.0: a New and Efficient Public Lighting Management Model*, in Proceedings "2020 IEEE International Workshop on Metrology for Industry 4.0 and IoT" June 3-5, 2020, pag. 669-673
- [7] GSE sito web: <https://www.gse.it/>
- [8] M. Annunziato, L. Blaso, G. Buffarini, P. Clemente, S. Giovinazzi, C. Meloni, S. Pizzuti, M. Pollino, V. Rosato (ENEA), S. Pampanin (Sapienza Università di Roma). *PELL-Seismic-School: piattaforma integrata, standardizzata e interoperabile per supportare la valutazione della vulnerabilità sismica delle scuole italiane*. In Atti di Convegno XVIII Convegno ANIDIS - L'ingegneria sismica in Italia, Ascoli Piceno 2019 15-19 Settembre

Bibliografia del capitolo 2.6

- [1] NIST (2010), “NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0”
- [2] V. Bhatt, A. Brutti, M. Burns, A. Frascella, *An Approach to Provide Shared Architectural 830 Principles for Interoperable Smart Cities*
- [3] M. Turck, *Internet of Things: Are We There Yet? (The 2016 IoT Landscape) (2016)*
- [4] Gruber, T. R., “Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing”, *International Journal of Human Computer Studies* 43 (5/6), pag. 907–928, 1995

Bibliografia del capitolo 2.7

- [1] Pollino, M., Caiaffa, E., Carillo, A., La Porta, L., Sannino, G.: Wave energy potential in the Mediterranean sea: Design and development of DSS-WebGIS "Waves energy." In: Lecture Notes in Computer Science. pp. 495–510. Springer, Cham (2015).
- [2] Di Pietro, A., Lavallo, L., La Porta, L., Pollino, M., Tofani, A., Rosato, V.: Design of DSS for Supporting Preparedness to and Management of Anomalous Situations in Complex Scenarios. In: Setola, R., Rosato, V., Kyriakides, E., and Rome, E. (eds.) Managing the Complexity of Critical Infrastructures: A Modelling and Simulation Approach. pp. 195–232. Springer International Publishing, Cham (2016).
- [3] Steiniger, S., Hunter, A.J.S.: Free and Open Source GIS Software for Building a Spatial Data Infrastructure. In: Bocher, E. and Neteler, M. (eds.) Geospatial Free and Open Source Software in the 21st Century. pp. 247–261. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg (2011).
- [4] Pollino, M., Modica, G.: Free web mapping tools to characterise landscape dynamics and to favour e-participation. (2013).
- [5] S. Taraglio, S Chiesa, L La Porta, M Pollino, M Verdecchia, B Tomassetti, V Colaiuda, A Lombardi: "Decision Support System for smart urban management: resilience against natural phenomena and aerial environmental assessment". International Journal of Sustainable Energy Planning and Management, Vol. 24, 2019
- [6] Tomassetti, B., Coppola, E., Verdecchia, M., Visconti, G.: Coupling a distributed grid based hydrological model and MM5 meteorological model for flooding alert mapping. Adv. Geosci. 2, 59–63 (2005).
- [7] Kongar, I., Rossetto, T., Giovinazzi, S.: The Effectiveness of Existing Methodologies for Predicting Electrical Substation Damage Due to Earthquakes in New Zealand. In: Vulnerability, Uncertainty, and Risk. pp. 752–761. American Society of Civil Engineers, Reston, VA (2014).
- [8] Giovinazzi, S., Pollino, M., Kongar, I., Rossetto, T., Caiaffa, E., Di Pietro, A., La Porta, L., Rosato, V., Tofani, A.: Towards a Decision Support Tool for Assessing, Managing and Mitigating Seismic Risk of Electric Power Networks. In: Computational Science and Its Applications – ICCSA 2017. ICCSA 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10406. pp. 399–414. Springer, Cham (2017).
- [9] L. Calcara, A. D. Pietro, S. Giovinazzi, M. Pollino and M. Pompili, "Towards the Resilience Assessment of Electric Distribution System to Earthquakes and Adverse Meteorological Conditions," 2018 AEIT International Annual Conference, pp. 1-6, 2018
- [10] Tofani, A., Di Pietro, A., Lavallo, P.L., Pollino, M., Rosato, V., Alessandroni, S.: CIPRNet Decision Support System: Modelling Electrical Distribution Grid Internal Dependencies. J. Polish Saf. Reliab. Assoc. 6, 133–140 (2015).
- [11] Tofani A., D'Agostino G., Di Pietro A., Onori G., Pollino M., Alessandroni S.: "Operational Resilience Metrics for a Complex Electrical Network". In: D'Agostino G., Scala A. (eds) Critical Information Infrastructures Security. CRITIS 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10707. Springer, Cham, 2018
- [12] Alex Coletti, Antonio De Nicola, Antonio Di Pietro, Luigi La Porta, Maurizio Pollino, Vittorio Rosato, Giordano Vicoli, Maria Luisa Villani: "A comprehensive system for semantic spatiotemporal assessment of risk in urban areas". Journal of Contingencies and Crisis Management, 28:3, (174-177), 2020
- [13] E. Vattapparamban, et al. "Drones for smart cities: Issues in cybersecurity, privacy, and public safety." 2016 International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), September 5-9, Paphos, Cyprus, IEEE, 2016
- [14] S. Gupte, P. I. T. Mohandas, and J. M. Conrad, "A Survey Of Quadrotor Unmanned Aerial Vehicles," in Proceedings of IEEE Southeastcon, March 15-18, Orlando, Florida, 2012, pp. 1-6.
- [15] D. Taurino, S. Taraglio, A. Tedeschi, A. Pasquini e V. Nanni, «Satisficing Game Theory for enhancing autonomy in unmanned aerial vehicles» International Journal of Artificial Intelligence, vol. 7, n. A11, pp. 316 - 328, 2011

Bibliografia del capitolo 2.8

- [1] Smart Road “eRoadArlanda”, <https://eroadarlanda.se/>, consultato il 14/01/2020.
- [2] Smart Road “Gotland”, <https://www.smartroadgotland.com/>, consultato il 14/01/2020.
- [3] SMART ROAD “La strada all’avanguardia che corre con il progresso”, ANAS S.p.A., Direzione Operazione e Coordinamento Territoriale Infrastruttura Tecnologica e Impianti, 2018.
- [4] S. Taraglio, L. Blasi, G. Cupertino, C. Moriconi, V. Nanni, S. De Vito, F. Formisano, G. Zanini, F. Russo, M. Villani e L. Vitali, “Sviluppo di un sistema di monitoraggio aereo per lo smart district”, 2017. RdS/PAR2016/021.
- [5] S. Chiesa, M. Pollino, S. Taraglio, “A mobile small sized device for air pollutants monitoring connected to the Smart Road: preliminary results”, Proceedings of ICSSA 2020, Cagliari, 2-4 Jul 2020. In: Gervasi O. et al. (eds) Computational Science and Its Applications – ICCSA 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12253, pp. 517-525. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58814-4_37
- [6] Mur-Artal, Raul, and Juan D. Tardós. "Orb-slam2: An open-source slam system for monocular, stereo, and rgb-d cameras." IEEE Transactions on Robotics 33.5 (2017): 1255-1262.
- [7] Costante, G., et al. "Exploring representation learning with cnns for frame-to-frame ego-motion estimation." IEEE robotics and automation letters 1.1 (2015): 18-25.
- [8] Di Pietro, A., Lavalle, L., La Porta, L., Pollino, M., Tofani, A., Rosato, V.: Design of DSS for Supporting Preparedness to and Management of Anomalous Situations in Complex Scenarios. In: Setola, R., Rosato, V., Kyriakides, E., and Rome, E. (eds.) Managing the Complexity of Critical Infrastructures: A Modelling and Simulation Approach. pp. 195–232. Springer International Publishing, Cham (2016).

Bibliografia del capitolo 2.9

- [1] Clean energy for all Europeans package https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/clean-energy-all-europeans_en. (12/10/21)
- [2] Direttiva 2019/944/UE. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0944&from=EN>. (12/10/21)
- [3] Direttiva 2018/2001/UE. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=IT>. (12/10/21)
- [4] Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima. https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf (12/10/2021)

Tabella acronimi

Acronyms

acronimo	esteso	decrizione
PELL	Public Energy Living Lab	infrastruttura per il monitoraggio e la valutazione prestazionale delle infrastrutture urbane energivore
Cipcast	Critical Infrastructure Protection risk analysis and foreCast	piattaforma di supporto alle decisioni per l'analisi e la protezione delle Infrastrutture Critiche in ambito urbano
SCP	Smart City Platform	piattaforma su scala urbana per il recupero di dati dalle differenti soluzioni smart presenti nella città
Dhomus	Data HOMes and USers	piattaforma in grado di offrire una serie di servizi che integrano il risparmio energetico ed economico con aspetti legati alla sicurezza e l'Assisted Living
RED II	Renewable Energy Directive II	Direttiva Comunitaria 2001 del 2018. La direttiva europea che, all'interno del CEP, definisce le nuove regole e gli obiettivi della Renewable Energy Directive e inserisce la possibilità di creare delle Comunità Energetiche da fonte rinnovabile. La RED II è stata parzialmente recepita dal decreto Milleproroghe e, successivamente, dall'art. 42 della Legge 8 del 21 febbraio 2021.
EMD II	Energy Market Directive II	Direttiva Comunitaria 944 del 2019. La direttiva europea che, all'interno del CEP, ridisegna il mercato energetico europeo inserendo, tra l'altro, il concetto di CEC.
CEP	Clean Energy Package for all Europeans	Rulebook della Comunità Energetica, successivamente implementato nella RED II e EMD II, del 2015. Rulebook di riferimento per l'implementazione di un programma comunitario di gestione dell'energia.
AgID	Agenzia Italia Digitale	Agenzia pubblica italiana di innovazione tecnologica nell'organizzazione e nello sviluppo della pubblica amministrazione e al servizio dei cittadini e delle imprese
SC	Smart Community	Comunità di cittadini basata sull'empowerment delle persone attraverso l'uso (anche) di tecnologie digitali
SEC	Smart Energy Community	Comunità di cittadini che mette in comune, attivamente, le proprie risorse per ridurre l'impatto ambientale e ottimizza lo sfruttamento della ricchezza anche sociale ed economica locale.
SUN	Social Urban Network	Rete intelligente basata su strumenti per il coinvolgimento dei cittadini.
REC	Renewable Energy Community	Definita nella RED II, è una comunità di cittadini basata sullo sfruttamento di risorse energetiche rinnovabili. È stata parzialmente recepita nella legge 8 (art. 42)
CEC	Citizen Energy Community	Definita nella EMD II, è una comunità che mette in condivisione le proprie risorse energetiche, anche da fonte fossile, con l'obiettivo di ottimizzare la produzione (co-generazione e tri-generazione) e ridurre gli sprechi.

FER	Fonte Energetica rinnovabile	È un acronimo che raggruppa tutte le fonti energetiche rinnovabili (eolico, fotovoltaico, micro e macro idrico, biomasse).
PNIEC	Piano Nazionale Italiano Energia e Clima	strumento italiano per il cambiamento della politica energetica e ambientale diverso la decarbonizzazione
PA	Public Administration	insieme degli enti pubblici che concorrono all'esercizio e alle funzioni dell'amministrazione di uno Stato nelle materie di sua competenza.
ICT	Information and Communication technology	tecnologie dell'informazione e della comunicazione sono l'insieme dei metodi e delle tecniche utilizzate nella trasmissione, ricezione ed elaborazione di dati e informazioni (tecnologie digitali comprese).
DECRETO MILLE-PROROGHE	Decreto Legislativo n. 183 del 31.12.2020	proroga di disposizioni o il rinvio di scadenze che se non fossero rispettate provocherebbero gravi problemi per cittadini, imprese ed istituzioni; quello del 2021 proroga di dodici mesi dell'entrata in vigore del Regolamento 815/2019 (ESEF)
ARERA	Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente	organismo indipendente istituito con la legge numero 481 del 1995 di liberalizzazione del mercato dell'energia e del gas.
MT/BT	Media Tensione/Bassa Tensione	la rete elettrica è composta da una serie di stazioni elettriche di trasformazione e di linee che si distinguono in base alla tensione di esercizio: Alta tensione: tra 30 e 150 kV. Media tensione: tra 1 e 30 kV. Bassa tensione: inferiore a 1 kV.
PED	Positive Energy District	Un distretto energetico positivo è visto come un quartiere urbano con un'importazione netta annua di energia pari a zero e emissioni nette pari a zero di CO ₂ che lavorano per una produzione in eccesso di energia rinnovabile, integrata in un sistema energetico urbano e regionale.
JPI Urban Europe	Joint Programming Initiative Urban Europe	le Joint Programming sono iniziative lanciate dalla commissione Europea per la cooperazione strategica dei vari Stati ,membri ed associati, sui principali temi di ricerca europei. L'urban lavora appunto sui temi urbani .
TSO	Transmission System Operator	ente preposto alla trasmissione dell'energia sotto forma di gas naturale o di energia elettrica, usando opportune infrastrutture, a livello nazionale o regionale
DSO	Distribution System Operator	soggetto preposto alla distribuzione dell'energia verso i consumatori e che ospitano impianti di generazione distribuita.
PMV	Predicted Mean Vote	indice di valutazione dello stato di benessere di un individuo e tiene conto delle variabili soggettive e ambientali
ENEA	Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile	ente pubblico di ricerca italiano che opera nei settori dell'energia, dell'ambiente e delle nuove tecnologie a supporto delle politiche di competitività e di sviluppo sostenibile.
RSE	Ricerca sul Sistema Energetico - RSE S.p.A.	società per azioni italiana, controllata dal Gestore dei Servizi Energetici, per lo sviluppo di attività di ricerca nel settore elettro-energetico, con particolare riferimento ai progetti strategici nazionali.

CNR	CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE	Ente pubblico di ricerca nazionale con competenze multidisciplinari, quali salute dell'uomo e del pianeta, ambiente ed energia, alimentazione e agricoltura sostenibile, trasporti e sistemi di produzione, ICT, nuovi materiali, sensori e aerospazio.
RdS	Ricerca di Sistema Elettrico	programma che prevede un insieme di attività di ricerca e sviluppo finalizzate a ridurre il costo dell'energia elettrica per gli utenti finali, migliorare l'affidabilità del sistema e la qualità del servizio
AEEGSI	Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico	Autorità per l'Energia Elettrica, il Gas e il Sistema Idrico istituita con la legge n. 481 del 14 novembre 1995 avente lo scopo di regolamentare e controllare il mercato elettrico e del gas.
CSEA	Cassa per i servizi energetici e ambientali	ente pubblico economico sottoposto alla vigilanza dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente e del Ministero dell'economia e delle finanze

Paola Clerici Maestosi



Architetto, PhD, Ricercatore senior

paola.clerici@enea.it

<https://www.linkedin.com/in/paola-clerici-maestosi-b3731132/?originalSubdomain=it>

1991 – Laurea in Architettura

1996 – Dottorato di Ricerca in Ingegneria

1994-2010 – Università di Tor Vergata - Ufficio Tecnico

2000-2007 – Docente a contratto in “Gestione del Processo Edilizio” Facoltà di Architettura, Università “Sapienza”, Roma

2003 – Ufficio Progetti Metropolitani del Comune di Roma

2010-2015 – ENEA Unità Tecnologie Avanzate per l’Energia e l’Industria

2015-2021 – ENEA Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili - Smart Energy

È esperta in tematiche energetiche per edifici ed ambiti urbani, soluzioni SCC per livelli urbani, distretti, blocks of buildings, building, local energy district, positive energy district. Partecipa alle principali reti internazionali.

Incarichi

- 2012 Vice delegato Governing Board Alterante per Joint Programming Initiative Urban Europe
- 2016 Delegato Governing Board Deputy per Joint Programming Initiative Urban Europe
Referente Nazionale per Temporary Working Group SET Plan Action 3.2
- 2017 Vice-coordinatore Joint Programming Initiative Urban Europe
Coordinatore del Board Scientifico di EERA Joint Programme on Smart Cities
- 2018 Referente Nazionale per Implementation Working Group SET Plan Action 3.2
- 2019 Vice-coordinatore SET Plan Action 3.2
- 2020 Esperto scientifico (MUR) for Driving Urban Transition Partnership

Articoli recenti

- 2018 Guest Editor EERA special issues serie 1|2018 European Pathways for the Smart Cities to come; - Articles: Foreword; Towards an European vision for

the smart Cities to come; Dialogue: a virtual round table; <https://doi.org/10.13128/Techne-23559>

- 2019 Guest Editor EERA special issues serie 2|2019 Tool, technologies and systems integration for the Smart and Sustainable Cities to come, <https://doi.org/10.5278/ijsepm.3405>; Articles: Tools, technologies and system integration for the Smart and Sustainable Cities to come with Poul Alberg Østergaard; European Union funding Research Development and Innovation projects on Smart Cities: the state of the art in 2019; Virtual round table on innovation for smart and sustainable cities
- 2020 Editor EERA special issues serie 3|2020 Smart Cities and Positive Energy Districts: Urban Perspectives in 2020, <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-1189-4> – Article: Sustainable Urban Areas for 2030 in a Post-COVID-19 Scenario: Focus on Innovative Research and Funding Frameworks to Boost Transition towards 100 Positive Energy Districts and 100 Climate-Neutral Cities with M.B. Andreucci and P. Civiero, <https://doi.org/10.3390/en14010216>
- 2021 Editor EERA special issues serie 4|2021 Smart Cities and Positive Energy Districts: Urban Perspectives in 2021
Guest editor special issue “Integrating Building Information Modelling (BIM) and Sustainability in Cities and Buildings”

1991 – Degree in Architecture

1996 – PhD in Engineering

1994-2010 – University of Tor Vergata – Technical Unit

2000-2007 – Sapienza University, Faculty of Architecture, Contract Professor for “Building and Real Estate Management”

2003 – Rome Municipality, Office for “Projects within Metropolitan Area”

2010-2015 – Advanced Technologies for Energy and Industry Unit

2015-2021 – Energy Technologies Department, Smart Energy

Assignments

- 2012 Governing Board Alternate for Joint Programming Initiative Urban Europe
- 2016 Governing Board Deputy for Joint Programming Initiative Urban Europe
National Referent for Temporary Working Group SET Plan Action 3.2
- 2017 Vice-chair Joint Programming Initiative Urban Europe
Scientific Board Coordinator for EERA Joint Programme on Smart Cities
- 2018 National Referent for Implementation Working Group SET Plan Action 3.2
- 2019 Vice-Chair SET Plan Action 3.2
- 2020 Italian Scientific delegate (MUR) for Driving Urban Transition Partnership

Recent Articles

- 2018 Guest Editor EERA special issues serie 1|2018 European Pathways for the Smart Cities to come; - Articles: Foreword; Towards an European vision for the smart Cities to come; Dialogue: a virtual round table; <https://doi.org/10.13128/Techne-23559>
- 2019 Guest Editor EERA special issues serie 2|2019 Tool, technologies and systems integration for the Smart and Sustainable Cities to come, <https://doi.org/10.5278/ijsepm.3405>; Articles: Tools, technologies and system integration for the Smart and Sustainable Cities to come with Poul Alberg Østergaard; European Union funding Research Development and Innovation projects on Smart Cities: the state of the art in 2019; Virtual round table on innovation for smart and sustainable cities
- 2020 Editor EERA special issues serie 3|2020 Smart Cities and Positive Energy Districts: Urban Perspectives in 2020, <https://doi.org/10.3390/books978-3-0365-1189-4> – Article: Sustainable Urban Areas for 2030 in a Post-COVID-19 Scenario: Focus on Innovative Research and Funding Frameworks to Boost Transition towards 100 Positive Energy Districts and 100 Climate-Neutral Cities with M.B. Andreucci and P. Civiero, <https://doi.org/10.3390/en14010216>
- 2021 Editor EERA special issues serie 4|2021 Smart Cities and Positive Energy Districts: Urban Perspectives in 2021
Guest editor special issue “Integrating Building Information Modelling (BIM) and Sustainability in Cities and Buildings”

Claudia Meloni



Architetto, Ricercatore junior

claudia.meloni@enea.it

<https://www.linkedin.com/in/claudia-meloni-b993731b/>

1997: Laurea in Architettura

1999-2006 Isnova Soc.Cons.arl.

2006 -2009 assegnista di ricerca ENEA

2010-2015 ENEA Unità Tecnologie Avanzate per l'Energia e l'Industria

2015-2021 ENEA Dipartimento Tecnologie Energetiche e Fonti Rinnovabili, Divisione Smart Energy

È esperta in tematiche relative a modelli urbani sostenibili nell'ambito della Smart Cities e Smart Communities ed in particolare dei servizi urbani, del settore edilizio, della mobilità sostenibile e delle comunità energetiche.

Incarichi:

2015-2017 Responsabile per la Divisione SEN del Progetto "Smart Basilicata", finanziato dal MIUR PON 2007-2013

2015-2019 Responsabile del Progetto "Brescia Smart Living" finanziato dal MIUR PON-FAR

2015-2018 Responsabile del Progetto "Sviluppo di un modello integrato di smart district urbano", finanziato dal MISE nell'ambito dell'Accordo di Programma 2015-2017

2019-2021 Responsabile del Progetto "Tecnologie per la penetrazione efficiente del vettore elettrico negli usi finali", finanziato dal MISE nell'ambito dell'Accordo di Programma 2019-2021

Articoli recenti:

M. Di Somma, C. Meloni, G. D'Agosta "Le Energy Community nel quadro delle politiche europee e nazionali per la transizione energetica" in Energia Ambiente ed Innovazione, n. 2/2020, p. 113-115, ENEA. DOI 10.12910/EAI2020-045.

1997: Degree in Architecture
1999-2006 Isnova Soc.Cons.arl.
2006 -2009 Temporary Research Fellow At ENEA
2010-2015 Advanced Technologies for Energy and Industry Unit
2015-2021 Energy Technologies Department, Smart Energy Division

She is an expert in issues related to sustainable urban models within the Smart Cities and Smart Communities and in particular urban services, the buildings sector, sustainable mobility and energy communities.

Assignments

2015-2017 Responsible of project “Smart Basilicata” (PONR & C - National Operational Program “Research and Competitiveness” 2007-2013);
2015-2019 Responsible of project “Brescia Smart Living” (PON MIUR FAR- National Operational Programme of the Ministry of University and Research-Fund for Research Assistance);
2015-2018 Responsible of project “Development of an integrated model of urban smart district”, Programme Agreement between ENEA and the Italian Ministry of Economic Development (MISE AdP) for the Research of Electric System, 2015-2017;
2019-2021 Responsible of project “-Technologies for the efficient penetration of the electricity vector into end-uses”, Programme Agreement between ENEA and the Italian Ministry of Economic Development for the Research of Electric System 2019-2021.

Recent articles:

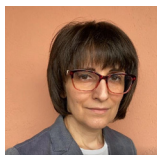
M. Di Somma, C. Meloni, G. D’Agosta “Energy Communities in the framework of European and national policies for the energy transition” in *Energia Ambiente ed Innovazione*, n. 2/2020, p. 113-115, ENEA. DOI 10.12910/EAI2020-045.

Foto Autori



Mauro Annunziato

Ingegnere, dirigente di ricerca
mauro.annunziato@enea.it
<https://www.linkedin.com/in/mauro-annunziato-69628519/>



Laura Blaso

Architetto, PhD, ricercatore junior
laura.blaso@enea.it
<https://www.linkedin.com/in/laura-blaso-7131609a/>



Arianna Brutti

Laurea in Informatica, ricercatore junior
arianna.brutti@enea.it
<https://www.linkedin.com/in/ariannabrutti/>



Matteo Caldera

Laurea in Ingegneria Meccanica, PhD, ricercatore
matteo.caldera@enea.it
<https://www.linkedin.com/in/matteo-caldera/>



Paolo Civiero

Architetto, PhD, ricercatore MSCA
p.civiero@gmail.com
<https://www.linkedin.com/in/paolo-civiero-432a075b/>



Gianluca D'Agosta

Laurea in Fisica della materia, ricercatore junior
gianluca.dagosta@enea.it
<https://www.linkedin.com/in/gianluca-dagosta-16aa747/>



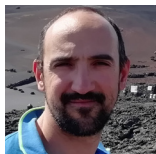
Francesco De Lia

Laurea in Ingegneria Elettronica, ricercatore
francesco.delia@enea.it



Angelo Frascella

Ingegnere, ricercatore junior
angelo.frascella@enea.it
<https://www.linkedin.com/in/angelofrascella/>



Nicola Gessa

Laurea in Informatica, PhD, ricercatore junior
nicola.gessa@enea.it
<https://www.linkedin.com/in/nicola-gessa-b3439317/>



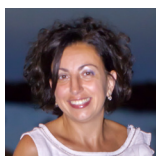
Giuseppina Giuliani

Lingue e Letterature Straniere, tecnologo
giuseppina.giuliani@enea.it
<https://www.linkedin.com/in/giuseppina-giuliani-5320401a/>



Nicoletta Gozo

Scienze Politiche/Diritto Internazionale, ricercatore senior
nicoletta.gozo@enea.it
<https://www.linkedin.com/in/nicoletta-gozo-72b95263/>



Gilda Massa

ingegnere (Laurea in Ingegneria Gestionale), ricercatore junior
gilda.massa@enea.it
<https://www.linkedin.com/in/gilda-massa-0250382b/>



Cristiano Novelli

Dottore in informatica, ricercatore junior
cristiano.novelli@enea.it
<https://www.linkedin.com/in/cristiano-novelli-85b3301/>



Maurizio Pollino

Laurea in Ingegneria Civile, PhD, ricercatore
maurizio.pollino@enea.it
<http://apic.casaccia.enea.it/pollino/>



Sabrina Romano

Architetto, tecnologo
sabrina.romano@enea.it
<https://www.linkedin.com/in/sabrina-romano-30b54877/>



Sergio Taraglio

Laurea in Fisica, primo ricercatore
sergio.taraglio@enea.it
<https://www.researchgate.net/profile/Sergio-Taraglio>

