

ARTICLE INFO

Received	20 March 2023
Revised	11 May 2023
Accepted	17 May 2023
Published	30 June 2023

SVILUPPO URBANO SOSTENIBILE

Organizzazione di contenuti informativi per la transizione verso i Distretti a Energia Positiva

SUSTAINABLE URBAN DEVELOPMENT

Organizing information content for the transition to Positive Energy Districts

Tiziana Ferrante, Federica Romagnoli, Teresa Villani

ABSTRACT

In linea con le strategie di promozione dei Positive Energy Districts per una transizione verso città europee climaticamente neutre, il contributo riporta gli esiti di una ricerca volta all'individuazione dei fattori abilitanti per incentivare tale transizione sul territorio nazionale, identificando il ruolo svolto dai principali soggetti pubblici e privati nelle diverse fasi. A partire dallo studio dei processi attuativi, delle soluzioni tecnologiche e delle modalità di coinvolgimento degli stakeholder che hanno contribuito al buon esito di progetti virtuosi di sviluppo urbano sostenibile realizzati in Italia, la ricerca propone un approccio sistemico per l'organizzazione di contenuti informativi rilevanti in grado di supportare le Municipalità nell'individuazione di buone pratiche potenzialmente replicabili, incentivandole ad avviare nuovi processi di sviluppo urbano in chiave Positive Energy Districts.

In line with the strategies to promote Positive Energy Districts for a transition to climate-neutral European cities, the contribution reports the outcomes of a research aimed at detecting the enabling factors to incentivize such a transition in the national territory, identifying the role played by the main public and private stakeholders in the different phases. Starting from the study of implementation processes, technological solutions and stakeholder involvement methods that have contributed to the success of virtuous sustainable urban development projects implemented in Italy, the research proposes a systemic approach for the organization of relevant information content capable of supporting Municipalities in identifying potentially replicable good practices, incentivizing them to initiate new urban development processes in Positive Energy Districts.

KEYWORDS

distretti a energia positiva, sviluppo urbano sostenibile, processo edilizio, soluzioni tecnologiche, analisi degli stakeholder

positive energy districts, sustainable urban development, building process, technological solutions, stakeholder analysis

Tiziana Ferrante, Architect and PhD, is a Full Professor of Architectural Technology at the 'Sapienza' University of Rome (Italy). She conducts research and experimentation addressing the issue of design quality in the building process in terms of process and product innovation in the planning, programming, design and evaluation during the operation of health and social services. E-mail: tiziana.ferrante@uniroma1.it

Federica Romagnoli, Architect, is a PhD Candidate at the Department of Civil Construction and Environmental Engineering, 'Sapienza' University of Rome (Italy). She carries out research activities that include the area of BIM-based methodologies to implement multi-criteria assessments and inform decision-making by supporting technical choices on a performance basis, aimed at identifying the best-performing intervention alternatives from a sustainability perspective. E-mail: federica.romagnoli@uniroma1.it

Teresa Villani, Architect and PhD, is an Associate Professor of Architectural Technology at the PDTA Department, 'Sapienza' University of Rome (Italy). She carries out research activities mainly in the field of building quality control through methods of detection and performance evaluation of technological components of buildings and tools for technical design control. E-mail: teresa.villani@uniroma1.it



La Commissione Europea con H2020 ha mobilitato per le città notevoli finanziamenti mirati a intraprendere azioni concrete per uno sviluppo urbano sostenibile (MITE, 2020), dandone continuità con Horizon Europe attraverso Partnership tra cui la Driving Urban Transition (DUT; Bylund et alii, 2022). Definire nuovi modelli di espansione per le aree urbane è diventato quindi l'obiettivo generale delle Municipalità più illuminate che intendono promuovere la transizione verso un sistema energetico competitivo incentrato su obiettivi specifici quali la riduzione dei consumi e dell'impronta di carbonio, la fornitura di elettricità a basso costo e a basse emissioni, l'uso di combustibili alternativi e fonti di energia rinnovabili, le reti elettriche uniche e intelligenti, la promozione di ICT, solidi processi decisionali, l'innovazione e un forte coinvolgimento sociale (Østergaard and Clerici Maestosi, 2019).

Un'urbanizzazione orientata alla mitigazione dell'impatto ambientale degli insediamenti ha avuto notevole spinta con le Smart Cities (Antonini and Mussinelli, 2018) e i Positive Energy Districts (PED; Shnapp, Paci and Bertoldi, 2020) che promuovono uno sviluppo sostenibile in chiave energetica, riconoscendo nell'area urbana a scala di quartiere (distretto) l'ambito strategico per l'attuazione degli interventi (Brozovsky, Gustavsen and Gaitani, 2021). La rilevanza dei PED è fondamentale per la transizione verso città europee climaticamente neutre, in linea con gli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030 (UN, 2015), del Green Deal europeo (European Commission, 2019) e per la riduzione delle emissioni derivate dallo stock edilizio esistente, incoraggiata dai finanziamenti della Renovation Wave (European Commission, 2020).

Allo stato attuale, molti gruppi di ricerca a livello europeo (tra cui PED Programme JPI UE, JRC Science Hub, EERA Joint Programme on Smart Cities, COST on PED) contribuiscono a definire il nuovo ambito di studio. L'Implementation Working Group del SET Plan 3.2 ha individuato tre requisiti da garantire in equilibrio (efficienza energetica, flessibilità energetica e produzione di energia locale / regionale), riconoscendo alle città e alle relative Municipalità un ruolo guida nella pianificazione integrata da indirizzare verso la realizzazione, in Europa, di almeno 100 PED entro il 2025 (SET-Plan Temporary Working Group 3.2, 2018).

Gli studi presenti in letteratura forniscono un quadro di riferimento delle principali caratteristiche dei PED fino ad oggi implementati in Europa (Boschi, Gollner and Theierling, 2020), dove la presenza di numerosi progetti (prevalentemente in fase di programmazione) rilevati anche in Italia (Zhang et alii, 2021) incoraggia ulteriori approfondimenti. Molti, infatti, ribadiscono la forte necessità di innescare, attraverso progetti pilota di successo ed i relativi approcci metodologici e operativi, la moltiplicazione di nuove esperienze per alimentare un processo di graduale estensione dei PED sul territorio (Uspenskaia et alii, 2021), individuando i fattori abilitanti che ne consentono la replicabilità (Alpagut, Akyürek and Mitre, 2019).

Nonostante il crescente interesse l'attuazione dei PED rimane difficoltosa anche a causa della frammentazione degli studi finora quasi esclusivamente incentrati sull'aspetto tecnico delle soluzioni progettuali laddove invece anche le moda-

lità di condivisione dell'informazione rappresentano, in una prospettiva più ampia, un fattore chiave (Koutra et alii, 2023). Il buon esito di un PED implica infatti anche il coinvolgimento di tutte le parti interessate (Hearn, 2022) la cui numerosità ed eterogeneità genera un sistema complesso, che richiede notevoli capacità di governance da parte delle Municipalità per la conduzione dell'intero iter di pianificazione e realizzazione. In tale direzione, anche la comprensione di soluzioni 'immateriali', come quelle relative al processo (Sinopoli, 1997), al modello organizzativo e al sistema di relazioni degli stakeholder che hanno portato al successo degli interventi, concorre alla definizione di prospettive di governance in chiave PED.

Considerando la contestuale necessità di integrare i PED nei processi di progettazione e sviluppo (a scala urbana ed edilizia) sia dal punto di vista tecnico che in termini di processo e alla luce del ruolo chiave delle Municipalità e degli stakeholder, il contributo riporta i risultati di una ricerca finanziata e svolta in collaborazione con ENEA¹, sviluppata in due linee di azione. L'obiettivo generale è individuare i fattori abilitanti e identificare il ruolo svolto dai principali soggetti pubblici e privati nelle diverse fasi dei processi attuativi, contribuendo (attraverso una sistematizzazione comunicativa dei dati desunti da casi studio virtuosi) a facilitare il trasferimento delle informazioni più rilevanti a Municipalità e stakeholder interessati ad attuare la transizione verso i PED.

A partire dall'individuazione di un insieme di casi studio (municipalità italiane attivamente impegnate nella transizione energetica), la prima linea d'azione ha riguardato l'analisi di progetti di riqualificazione energetica di edifici in aree urbane strategiche, con particolare riferimento alle soluzioni tecniche adottate, alle modalità di finanziamento e ai processi attuativi degli interventi. La seconda linea d'azione è stata invece specificamente dedicata all'analisi del coinvolgimento degli stakeholder durante l'iter di programmazione, progettazione, realizzazione e gestione degli interventi.

I risultati parziali della prima linea di azione, oggetto di una precedente pubblicazione (Ferrante and Villani, 2021), sono stati integrati, attraverso l'osservazione di ulteriori casi studio, con i risultati della seconda linea di azione (analisi degli stakeholder) e illustrati nel presente contributo. Per maggiore completezza dell'esposizione si è ritenuto opportuno ripercorrere la metodologia e i risultati raggiunti considerando entrambe le linee d'azione della ricerca che, di fatto, sono state svolte in continuità, pur focalizzando l'attenzione su differenti aspetti.

Studi internazionali di riferimento per il trasferimento di buone pratiche in chiave PED

Tra gli studi disponibili che hanno attuato una mappatura di casi studio per il trasferimento di buone pratiche per promuovere la realizzazione di nuovi PED in Europa, sono stati approfonditi quelli che si concentrano sulla sistematizzazione delle informazioni per favorirne l'acquisizione da parte di Amministrazioni Pubbliche, tecnici e stakeholder. Il Booklet sui PED (JPI, 2020) prende in esame 61 progetti di aree urbane europee (operative, in fase di implementazione e in fase di pianificazione) che ambiscono a essere Distretti a Energia Positiva (PED). Per ognuno dei progetti lo studio ripor-

ta quattro gruppi di informazioni (caratteristiche generali; descrizione del progetto; strategie; fattori di successo e barriere) restituite in forma descrittivo-testuale all'interno di una tabella, compilata dagli operatori delle Municipalità su base volontaria.

Il Progetto di Ricerca europeo Making-City (2019) ha effettuato la ricognizione di alcune soluzioni rilevanti necessarie alla progettazione dei PED (frutto di precedenti sperimentazioni analizzate), di natura sia tecnica che politica, sociale ed economica, relative agli stakeholder e al finanziamento degli interventi. Per ogni soluzione individuata sono indicate in forma testuale fattori abilitanti e barriere alla loro trasferibilità, nonché i rispettivi modelli economici potenzialmente applicabili. Tutte le informazioni sono riportate in una serie di schede (SPEC Cards), in forma tabellare, compilate con testi e immagini significative.

Il PED-Database proposto all'interno della COST Action PED-EU-NET (2022a, 2022b) ha reso disponibile una piattaforma online interattiva e implementabile per la mappatura dei progetti e dei PED esistenti in Europa, attraverso la raccolta di informazioni ottenute mediante questionari compilabili dai referenti dei progetti su invito degli sviluppatori del database (Turci et alii, 2022); le informazioni (sotto forma di testi) sono rese pubbliche e consultabili all'interno di tabelle.

Rispetto a un focus sulle possibili modalità di analisi degli stakeholder che intervengono nei processi di sviluppo dei PED, Cheng et alii (2021) suggeriscono un quadro preliminare per una loro mappatura suddividendoli in otto categorie, in base a due macrofasi di processo (implementazione e gestione) e a seconda di differenti scale di osservazione (a livello di edificio, di distretto e di città).

In relazione agli studi citati la ricerca, oggetto del presente contributo, focalizza l'attenzione esclusivamente su Municipalità italiane per studiare progetti di riqualificazione energetica rilevanti in chiave PED unitamente alle specifiche procedure che ne hanno determinato l'attuazione nel contesto nazionale. In base a tale perimetrazione di campo è stato attuato per ogni progetto selezionato uno studio specifico del processo edilizio che ne ha visto l'attuazione, entrando maggiormente nel dettaglio delle singole fasi rispetto ai precedenti studi. Di conseguenza anche la mappatura e l'analisi degli stakeholder, suddivisi in dieci categorie individuate, è stata rapportata alle fasi di programmazione, progettazione, realizzazione e gestione degli interventi, contribuendo a restituire un quadro più completo circa l'entità del loro coinvolgimento e il relativo sistema di relazioni.

Con queste chiavi interpretative è stato possibile proporre un'efficace modalità di comunicazione maggiormente integrata dei diversi contenuti informativi rilevanti per la replicabilità dei PED.

La struttura del contributo ripercorre le attività di ricerca svolte includendo la metodologia adottata nella prima e nella seconda linea di azione e i risultati raggiunti in termini di comunicazione tecnica delle soluzioni tecnologiche, dei processi attuativi e delle modalità di coinvolgimento degli stakeholder di sistema adottati nei progetti selezionati tra quelli che hanno avuto maggiore impatto sullo sviluppo sostenibile delle città analizzate. Tale comunicazione tecnica ha previsto una strutturazione dei dati volta a facilitare 'la lettura'

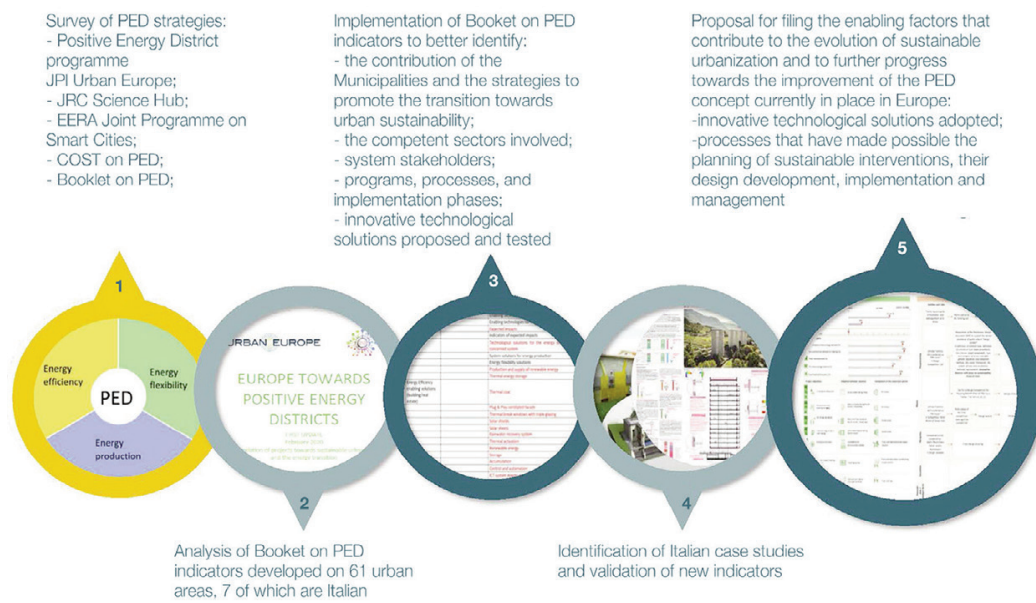


Fig. 1 | The stages of the first research activity (credit: the Research Group, 2020).

delle informazioni da parte delle Amministrazioni Pubbliche che, nell'ottica della Smart City, assume un ruolo di crescente rilevanza nella governance delle città (Magliocco and Canepa, 2022).

Questo quadro strutturato di conoscenze consente potenzialmente di sviluppare piattaforme digitali in grado di indirizzare le decisioni in merito agli interventi da attuare anche a scala di Distretto (Piaia and Frighi, 2022). Pertanto il processo di sistematizzazione delle informazioni proposto potrà essere integrato all'interno di un ambiente digitale 'dinamico' per la condivisione di buone pratiche, consultabile dalle Amministrazioni perché benefici delle evidenze prodotte da esperienze virtuose pregresse.

Metodologia e fasi operative della ricerca | A partire dallo studio di documenti e report internazionali sui principi guida dei PED (SCIS, 2020; COST Action PED-EU-NET, 2022a) e sugli strumenti operativi esistenti (Borsboom-van Beurden et alii, 2019; Making-City, 2019; COST Action PED-EU-NET, 2022b), sono stati assunti come punto di partenza i contenuti del Booklet on PED (JPI, 2020). La prima linea di azione si è articolata in cinque fasi (Fig. 1), la prima delle quali ha previsto un contributo all'interno del Gruppo di Ricerca ENEA per lo studio degli indicatori del Booklet on PED testati su 61 aree urbane europee di cui 7 italiane e una successiva implementazione, necessaria per descrivere nuove aree di indagine peculiari delle realtà italiane, con particolare approfondimento sugli aspetti di efficienza energetica negli edifici.

L'insieme di indicatori implementati (22 nuovi indicatori) è mirato a cogliere il contributo delle Municipalità sulle strategie di promozione adottate, sui settori competenti coinvolti, sui programmi, processi attuativi e sulle soluzioni tecnologiche innovative sperimentate (Tabella 1). Il nuovo set di indicatori è stato validato su 7 Comuni italiani valutati come quelli 'in transizione verso i PED' dal Booklet on PED, con approfondimenti su 15 progetti di efficientamento energetico più rilevanti, in quanto rappresentativi di processi virtuosi attuati mediante accordi pubblico-privati che hanno coin-

volto la cittadinanza e consentito di operare in tempi brevi, garantendo allo stesso tempo la qualità edilizia e i risultati attesi in termini di sviluppo urbano sostenibile.

È stata quindi avviata una prima raccolta dei dati tramite lo studio di documenti disponibili online e prime interlocuzioni con uffici tecnici e funzionari che hanno partecipato e/o avviato processi di transizione. Questo ha permesso di avere informazioni dettagliate che confermano lo stretto rapporto tra qualità del processo (a partire dalle competenze dimostrate dalle Amministrazioni nel reperimento dei finanziamenti), programmazione degli interventi, qualità dei documenti posti a base di gara e qualità delle soluzioni tecnologiche.

Le informazioni di processo e di progetto sono state organizzate in un database in formato Excel e successivamente strutturate attraverso un duplice sistema di schedatura (Figg. 2, 3) elaborato secondo i principi di rappresentazione grafica di dati, per rendere più efficace la comunicazione relativa alle modalità con cui le Municipalità hanno avviato e realizzato la transizione verso i PED. La prima schedatura è finalizzata a comunicare le soluzioni tecnologiche adottate, mentre la seconda ripercorre il processo di attuazione degli interventi nell'ambito degli appalti pubblici.

A livello metodologico sono state riportate in una prima fase tutte le informazioni desunte dall'analisi dei progetti e man mano sottratte quelle ridondanti o suscettibili di ulteriori approfondimenti tecnici, facendo emergere solo i dati utili a identificare le ricadute positive delle soluzioni tecnologiche nell'ambito degli obiettivi PED ai fini della loro replicabilità. L'uso della rappresentazione visiva di dati quantitativi di contesto traduce in modo più fruibile i presupposti per l'avvio degli interventi di efficientamento energetico in relazione ai finanziamenti necessari, mostrando l'incidenza di quelli provenienti da fondi europei. Le informazioni sugli incrementi di prestazioni raggiunti attraverso le soluzioni di efficientamento energetico adottate mettono in evidenza il 'peso' dei risultati rispetto agli impatti attesi, anche in relazione alle parti del sistema edilizio coinvolte negli interventi. Tali informazioni, integrate con l'esperienza dei destinatari,

saranno in grado di produrre conoscenza sugli obiettivi di progetto e sulle specificità delle soluzioni adottate.

Per la costruzione della seconda scheda, volta a riprodurre la complessità che caratterizza il processo edilizio e l'iter degli appalti pubblici (con il suo consistente set di dati) è stata scelta una rappresentazione che organizza le informazioni testuali all'interno di diagrammi di flusso, i quali facilitano la lettura della successione logica e delle correlazioni tra gli operatori, le specifiche attività e gli strumenti operativi. Lo scopo di tale strutturazione è quello di permettere agli operatori delle Municipalità di trarre indicazioni utili per intraprendere decisioni circa il tipo di finanziamento da richiedere, le modalità di appalto più appropriate, i documenti chiave più efficaci per garantire la qualità delle realizzazioni e identificare visivamente, in anticipo, punti di criticità (lacune nel diagramma).

La seconda linea di azione, volta all'individuazione delle modalità di coinvolgimento degli stakeholder, è stata svolta in continuità con la prima e ha previsto ulteriori 5 fasi (Fig. 4). Durante la prima fase è stato implementato il database esistente dei casi studio, aggiornando le informazioni sui progetti già analizzati e aggiungendo quelli di più recente programmazione. In particolare sono stati approfonditi i progetti di rigenerazione urbana e di riqualificazione maggiormente in linea con gli obiettivi dei PED che hanno richiesto, per entità e complessità, il coinvolgimento di numerosi stakeholder. È stato quindi strutturato un secondo database che inquadra, per ogni progetto, la sua collocazione all'interno di piani e programmi sovraordinati, la tipologia di intervento (rigenerazione urbana, riqualificazione, recupero, efficienza energetica, ecc.), i fondi stanziati e lo stato di avanzamento. Una sezione specifica riporta l'insieme degli stakeholder di sistema che hanno preso parte al processo edilizio e sui quali è stata condotta una prima analisi finalizzata alla loro categorizzazione in dieci gruppi in base alla loro natura (Tabella 2).

Tutte le informazioni del database sono confluite in schede di sintesi in cui gli stakeholder sono stati classificati in base alla tipologia di intervento a cui hanno partecipato, evidenziando la fase (o le fasi) del processo cui hanno contribuito in modo decisivo. Questo ha permesso di comprendere con immediatezza quali sono le fasi che prevedono il coinvolgimento del maggior numero di stakeholder, con specifica attenzione ai maggiori promotori della sostenibilità. Per meglio comprendere il ruolo degli stakeholder è stato adottato uno strumento proprio dell'analisi degli stakeholder, rappresentato dalla matrice 'interesse-influenza' (Grimble and Wellard, 1997) che evidenzia l'impatto che gli stessi hanno avuto sul progetto.

L'influenza viene considerata come la capacità di incidere sulla gestione del processo edilizio (dalla programmazione triennale delle opere fino alla messa in esercizio e all'eventuale dismissione) ed è alta se lo stakeholder ha influito sul progetto attraverso una o più forme di potere (competenza tecnica, potere di acquisto, esercizio di norme, pubblica opinione); è invece bassa quando il raggio d'azione dello stakeholder è risultato limitato o nullo. L'interesse è determinato dal beneficio che gli stakeholder hanno avuto nel miglioramento della propria realtà a seguito del successo del-

ENEA Key indicators (*) implemented on PED Booklet

PED project (building / real estate)		26. Indicators/expected impact	
1. City	textual description	27. Overall strategies of city connected with the project	
2. Project name	textual description	28. Factors included in implementation strategies	28.1 Local (renewable) resources
3. Project status	3.1 planned		28.2 Regional energy system
	3.2 under construction		28.3 Mobility
	3.3 realized		28.4 Buildings
	3.4 in operation		28.5 Materials
4. Project start-end	textual description		28.6 Refurbishment
5. Contact	textual description		28.7 Sustainable production
6. Project website	textual description		28.8 Sustainable consumption
7. Size of project area	textual description		28.9 (Local) Governance
8. Building structure	8.1 newly built		28.10 Legal framework
	8.2 existing neighbourhood		28.11 Business models
	8.3 mixed		
9. Land use	textual description	29. Innovative stakeholder involvement strategies	textual description
10. Financing	textual description	30. Type of energy supply	textual description
11. Type of intervention *	textual description	31. Success factors	textual description
12. Procedure for implementation *	textual description	32. Challenges/barriers	textual description
13. Ownership *	textual description	33. Enabling technologies for the building *	textual description
14. Competition notifying body (if public ownership) *	textual description	34. Enabling technologies for the building's energy *	textual description
15. Financing type *	textual description	35. Indicators of expected impacts *	textual description
16. Financing amount *	textual description	36. System solutions for energy production *	textual description
17. Implementation phases *	textual description	37. Energy flexibility solutions *	textual description
18. Urban planning category *	textual description	38. Production and supply of renewable energy *	textual description
19. Content *	textual description	39. Thermal energy storage *	textual description
20. Objectives *	textual description	Energy Efficiency enabling solutions (building/real estate) *	
21. Stakeholders *	textual description	40. Type of technological solutions *	40.1 Thermal coat *
22. Plan/Program Reference *	textual description		40.2 Plug & Play ventilated facade *
23. Involved Municipality sectors in public procurement *	textual description		40.3 Windows with triple glazing *
24. Procedural requirements of special relevance *	textual description		40.4 Solar shields *
Energy Sustainability PED project (building/real estate)			40.5 Rainwater recovery system *
25. Goals ambition	25.1 positive energy		40.6 Thermal activation *
	25.2 zero emission		40.7 Renewable energy *
	25.3 energy neutral		40.8 Storage *
	25.4 energy efficient		40.9 Accumulation *
	25.5 carbon free		40.10 Control and automation *
	25.6 climate neutral		40.11 ICT system energy monitoring *
	25.7 sustainable neighbourhood		
	25.8 social aspects/affordability		

Tab. 1 | Comparison of key indicators from the Booklet on PED and the implementation carried out with ENEA's Research Group (credit: the Research Group, 2020).

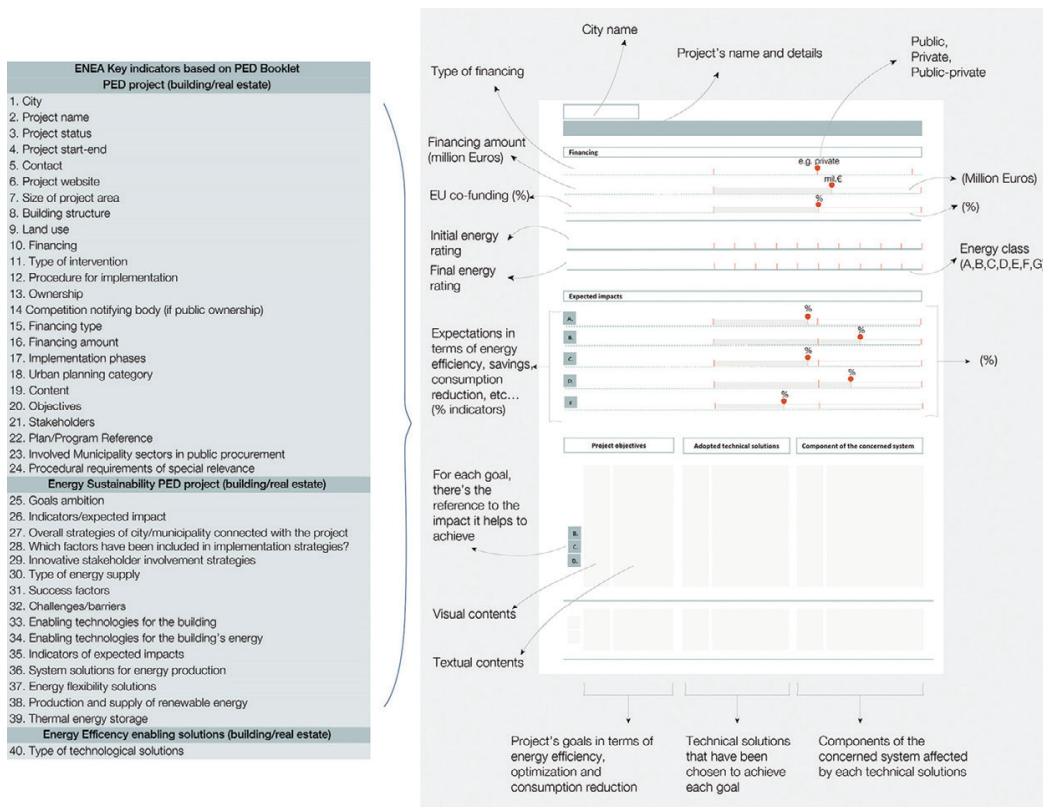


Fig. 2 | Structuring of the sheet on technical solutions based on the database (credit: the Research Group, 2020).

l'intervento ed è basso quando l'esito del progetto non ha apportato grandi cambiamenti alla realtà dello stakeholder. Nella matrice (Fig. 5), incrociando gli assi, è possibile collocare quattro categorie di stakeholder (Tabella 3).

La comunicazione tecnica per soluzioni tecnologiche e processi attuativi | Attraverso la significativa implementazione degli indicatori del Booklet on PED sugli aspetti di efficientamento energetico è stato possibile sistemizzare i dati derivanti dalla consultazione degli elaborati di progetto per la definizione della scheda delle soluzioni tecnologiche. Per ogni progetto, a partire da specifiche tematiche che rappresentano gli obiettivi (comuni a molti casi studio), sono state individuate le soluzioni tecniche che lo hanno reso peculiare, caratterizzandolo per l'ottimizzazione delle prestazioni energetiche, dei consumi e dei costi di gestione, per il risparmio di risorse e la riduzione dell'inquinamento in tutte le fasi del ciclo di vita e per aver incentivato una produzione positiva di energia "in loco" attraverso l'uso di sistemi specifici che utilizzano fonti rinnovabili.

Tra le soluzioni sperimentate a livello tecnologico si possono riassumere quelle più efficaci nella direzione dello sviluppo sostenibile della città.

Gran parte delle soluzioni sono riconducibili a specifici obiettivi/requisiti quali il miglioramento del comfort termoigrometrico, il controllo dell'irraggiamento, il contenimento dei consumi elettrici e riguardano la realizzazione di cappotti termici e l'uso di facciate ventilate opportunamente orientate, l'uso di infissi a taglio termico con vetri performanti, l'utilizzo di sistemi innovativi di schermatura delle superfici trasparenti, la realizzazione di aperture nei vani scala per la ventilazione naturale e il raffrescamento, l'installazione di sistemi di ventilazione meccanizzati, di pompe di calore col-

legate ad anelli geotermici o a pannelli fotovoltaici in copertura, di impianti idrico-sanitari con sistema di recupero delle acque meteoriche.

L'illustrazione delle soluzioni prevede un breve inquadramento del progetto preso in esame. Vengono poi descritti gli obiettivi prefissati, le soluzioni tecnologiche innovative evidenziando, per ognuna di esse, le caratteristiche prestazionali e il loro ambito di impiego. Le soluzioni sono state altresì inquadrate nell'ambito del sistema tecnologico UNI 8290/81, individuando l'unità tecnologica e la classe di elementi tecnici di riferimento (Fig. 6). Tale sistema di schedatura punta a evidenziare in che misura le scelte siano state pensate nel rispetto di principi del tutto innovativi di transizione delle città verso distretti energeticamente positivi e di quanto esse stesse siano in grado di influire sull'efficacia dell'intero progetto attraverso l'integrazione tra soluzioni passive e l'apporto dei dispositivi impiantistici che sinergicamente concorrono al raggiungimento degli obiettivi.

Lo studio dei progetti è stato condotto in modo strettamente correlato all'analisi dei rispettivi processi edilizi; in riferimento alle procedure, ricostruite con il coinvolgimento delle Municipalità, sono state delineate le azioni specifiche messe in atto. La scheda dei processi attuativi (Fig. 7) inquadrati all'interno degli appalti pubblici identifica per ogni fase (programmazione, progettazione, esecuzione) operatori e ruoli specifici, attività (procedure, regole, finanziamenti, requisiti e specifiche tecniche richieste, ecc.) e strumenti (nome e tipo di documenti, piani, programmi, bandi, denominazione/tipologia di elaborati progettuali, contratti e incarichi).

Il risultato ottenuto per ogni progetto, integrando i dati di entrambe le schede, risulta utile non solo per i contenuti specifici, ma soprattutto per la correlazione che è possibile leggere tra i

due ambiti di osservazione. Infatti l'analisi dei processi attuativi ha rilevato l'importanza di alcuni documenti utilizzati a partire dalla fase di programmazione: considerando ad esempio la qualità dei contenuti del Documento Preliminare alla Progettazione (DPP) redatto dalla Municipalità di Trento per la riqualificazione delle Torri di Madonna Bianca, completo e chiaro nei requisiti richiesti in termini di sostenibilità energetica, è possibile evidenziare una serie di indicatori che sono risultati preziosi per guidare la fase di progettazione (Tab. 4); questi indicatori non si limitano alla scala dell'edificio, ma restituiscono una lettura completa dell'intervento. La fase di progettazione, che ha seguito l'iter determinato per gli appalti pubblici, ha potuto contare su un bando di affidamento per l'incarico di progettazione che ha riassunto le richieste espresse nel DPP, facilitando sia i criteri di selezione per l'affidamento che, nelle successive fasi, la scelta di soluzioni tecnologiche particolarmente efficaci in termini energetici.

Risulta quindi evidente quanto alla qualità del processo, che include i temi della sostenibilità in tutti i suoi strumenti attuativi sin dalle prime fasi di promozione e programmazione, corrisponda una buona riuscita dell'intervento, correlata a una progettazione ragionata delle soluzioni tecnologiche coerenti con gli assunti dei PED.

Le modalità di coinvolgimento degli stakeholder di sistema | I risultati della seconda linea di azione riguardano la restituzione di una mappatura degli stakeholder di sistema, tra cui imprese e società di servizi urbani italiane, che hanno rivestito un ruolo chiave nei progetti osservati e la rappresentazione del complesso sistema di relazioni.

Questa analisi ha portato alla strutturazione di un database in grado di evidenziare in che modo e a quale scala (o fase d'intervento) i diversi stakeholder, unitamente a quelli istituzionali, hanno promosso / facilitato la transizione verso i PED, strutturando un modello virtuoso. I contenuti del database generale forniscono un quadro degli interventi a cui è associata una lista dei diversi stakeholder, che a vario titolo si sono avvicinati durante il processo attuativo, comprensiva di riferimenti utili ad attivare contatti diretti. La successiva sistematizzazione dei dati in forma sintetica nelle schede comunica con immediatezza informazioni che altrimenti potrebbero rimanere nascoste all'interno dei fogli di calcolo, incidendo positivamente sull'obiettivo di replicabilità delle procedure.

La prima scheda mostra con chiarezza la percentuale delle principali categorie di stakeholder di sistema coinvolti nell'intervento analizzato, collocando visivamente gli stessi all'interno delle fasi del processo edilizio (Fig. 8). La tipologia di stakeholder più rappresentativa risulta essere quella che partecipa a vario titolo al finanziamento insieme agli stakeholder di tipo sociale (associazioni e realtà locali, organizzazioni no-profit, aziende di servizi alla persona, ecc.) e che vengono coinvolti sin dalla fase decisionale, all'interno della quale concorrono alla definizione degli obiettivi del reale quadro dei bisogni della collettività, in funzione delle risorse tecniche ed economiche disponibili, e contribuiscono a delineare meglio le condizioni di contesto.

Anche gli stakeholder associati alla progettazione / costruzione sono articolati e numerosi, di-

mostrando la messa in campo di un team multidisciplinare con competenze specifiche (consulenti di psicologia ambientale, esperti di botanica, sviluppatori di ICT, ecc.) sui temi della sostenibilità e del valore sociale del progetto. Il gruppo degli stakeholder correlati alla fornitura di servizi energetici si pone come parte importante, in quanto la sua consultazione / partecipazione incide molto sull'impatto dell'intervento in relazione ai consumi energetici e all'uso di fonti rinnovabili nell'ottica del Local Energy District.

Interessante risulta la partecipazione degli stakeholder della ricerca e dell'innovazione, nella maggior parte dei casi rappresentati dalle Università locali in grado di attivare relazioni sistemiche con la governance politica per poterne capire, a seconda delle peculiarità territoriali, le aspettative e le potenzialità e supportarne le azioni in un processo interistituzionale che vede coinvolti Enti regionali e comunali con i gruppi imprenditoriali.

Spesso è stato rilevato che alla conoscenza su modalità e tecniche di sviluppo sostenibile, elaborata negli ambienti deputati alla ricerca, si affianca la sua applicazione concreta alla scala locale, inducendo trasferimenti di saperi dal mondo accademico verso i soggetti che si occupano della trasformazione sul territorio, in uno scambio collaborativo che vede le Istituzioni e le imprese quali beneficiari della ricerca; l'entità del coinvolgimento si evince dalla scheda che riporta i risultati dell'analisi degli stakeholder (Fig. 9).

La quantità di promotori delle iniziative progettuali (alta influenza ed elevato interesse), apparentemente poco significativa, rappresenta di fatto coloro che hanno impostato i caratteri di sostenibilità trasferibili in un'ottica PED e che coincidono con le Municipalità stesse e i finanziatori dell'opera. Questo dimostra il ruolo chiave della formazione sulle tematiche della sostenibilità da potenziare nei settori competenti e negli uffici tecnici preposti. Numericamente più consistenti risultano gli stakeholder operativi (alto interesse ma poca influenza) che accompagnano l'intervento durante tutte le fasi dimostrando un elevato coinvolgimento nella promozione dello sviluppo urbano sostenibile.

Ciò risulta utile a informare le decisioni e a definire azioni e priorità, potendo contare sulla rappresentazione del coinvolgimento diretto o indiretto di gruppi di interesse e dei relativi risultati positivi conseguiti nelle comunità locali anche in termini di qualità della vita. Infatti una maggiore inclusione sociale (mediante attivazione di forum e piattaforme digitali² per coinvolgere gli utenti finali, interpretarne le istanze e responsabilizzarli quale parte attiva del processo di transizione sostenibile della città) concorre all'accettazione e, pertanto, alla riuscita di un intervento rilevante in chiave PED.

I risultati finora ottenuti, oltre che dare evidenza a un primo insieme di buone pratiche replicabili, restituiscono un quadro conoscitivo della futura crescita di interesse da parte di stakeholder pubblici e privati verso i temi delle energie rinnovabili, dell'efficienza energetica e della flessibilità energetica alla scala urbana e distrettuale.

Sebbene le evidenze in merito all'efficacia degli interventi analizzati incoraggino a proseguire lo studio annettendo (all'insieme ad oggi considerato) ulteriori Municipalità e progetti significativi, tra i fattori di ostacolo alla trasferibilità dei risultati

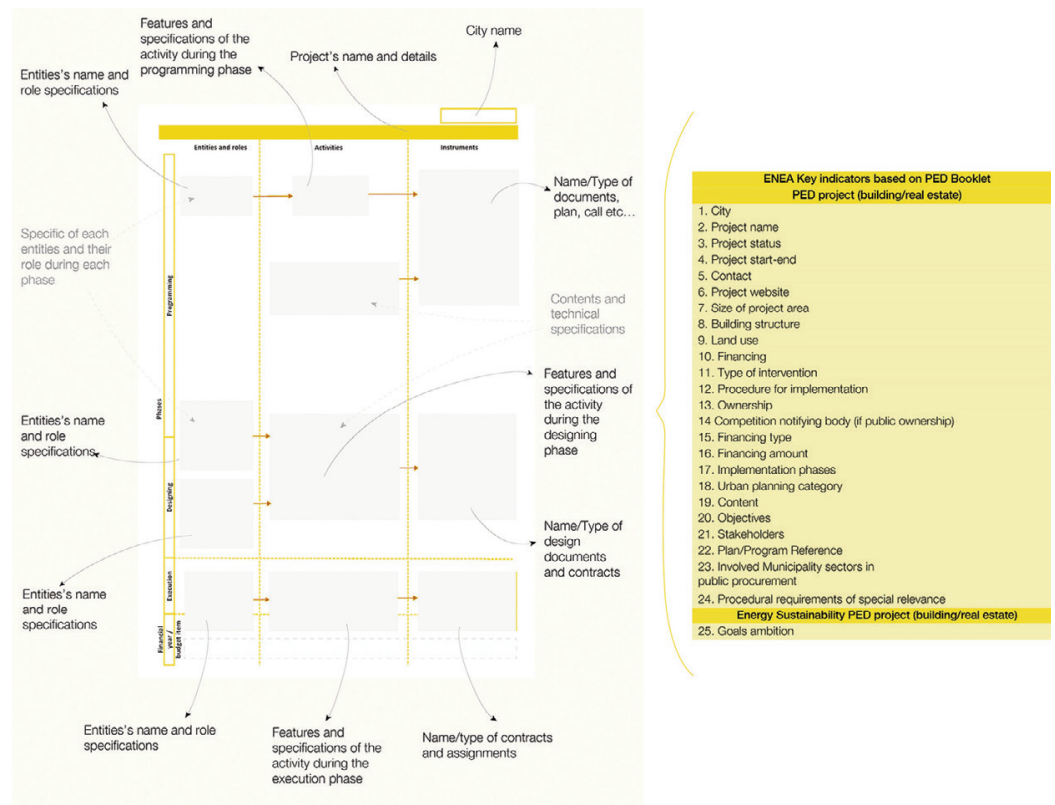


Fig. 3 | Structuring of the sheet on the implementation process steps based on the database (credit: the Research Group, 2020).

è doveroso menzionare l'eterogeneità e specificità dei singoli contesti, in termini di norme, capacità di governance delle città e competenza degli operatori. Tra i principali limiti della ricerca vi è la modalità di reperimento delle informazioni prevalentemente 'indiretta', attraverso lo studio di documenti e dati disponibili online. Inoltre l'insieme di casi studio presi in esame non restituisce un quadro esaustivo del complesso insieme di azioni che le Municipalità italiane stanno compiendo per la transizione energetica; tuttavia, data l'entità e la numerosità delle informazioni raccolte, i progetti considerati sono risultati sufficienti e funzionali all'elaborazione del sistema di organizzazione delle informazioni proposto.

Conclusioni e futuri sviluppi | Entrambe le linee di azione hanno consentito di creare un sistema di database in cui sono stati analizzati i processi relativi alla transizione ecologica urbana sul territorio italiano, con particolare attenzione alle partnership che li hanno resi possibili. Tali informazioni, nel loro insieme, hanno consentito di comprendere quali sono i fattori abilitanti per la progettazione di aree urbane sostenibili e in che misura i gruppi di stakeholder coinvolti sono correlati alla scala dei progetti presi in esame. Sebbene la ricerca preveda ulteriori fasi di approfondimento correlate alla continua evoluzione dei caratteri connotanti dei PED e all'osservazione e monitoraggio di edifici pubblici strategici di distretto, i primi risultati sulla metodologia adottata e l'implementazione dell'approccio sistemico per l'organizzazione dei contenuti informativi, incoraggiano a considerare positivamente le potenzialità dello studio nel migliorare la creazione di sinergie tra Municipalità e stakeholder di sistema e nell'indirizzare le azioni a una visione di transizione più organizzata. Infatti, nella direzione ormai pervasiva

del Green Building, nell'ottica del raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050, la strutturazione delle informazioni proposte e le diverse schedature elaborate per i casi studio ha consentito di individuare i possibili detentori di competenze sui fattori abilitanti che contribuiscono all'evoluzione verso urbanizzazione sostenibile. Fattori abilitanti promossi e messi in atto dagli stakeholder di sistema, riscontrati in modo integrato nei programmi, nei progetti e nelle soluzioni di ogni città e progetto, rappresentativi di un approccio multisettoriale e multidimensionale e di uno sviluppo sincronizzato e parallelo di strumenti attuativi, tecnologie, partecipazione pubblica e privata, nuovi paradigmi sociali ed economici.

Se fino ad oggi la ricognizione delle informazioni ha previsto soprattutto modalità indirette (studio di documenti disponibili e alcuni colloqui con gli Uffici tecnici delle Municipalità considerate), ulteriori implementazioni delle schede proposte potranno scaturire, in futuro, da interlocuzioni più approfondite sia con le Amministrazioni sia con i progettisti e altri operatori che hanno preso parte agli interventi; inoltre, ampliando il campione di casi studio osservato, anche il set di indicatori potrà essere perfezionato in base agli studi futuri che verranno condotti.

La sistemizzazione comunicativa dei dati proposta permette agli operatori delle Municipalità, che vogliono intraprendere un percorso di sviluppo urbano orientato verso la transizione ecologica e i PED, di identificare le informazioni significative per trarne indicazioni utili e per attivare eventuali contatti finalizzati ad approfondire quanto sintetizzato trasferendo tale conoscenza all'interno degli specifici contesti di azione e garantendo la qualità degli interventi in un'ottica di efficientamento energetico e di sostenibilità.

In linea con gli assunti delle Smart Cities i dati

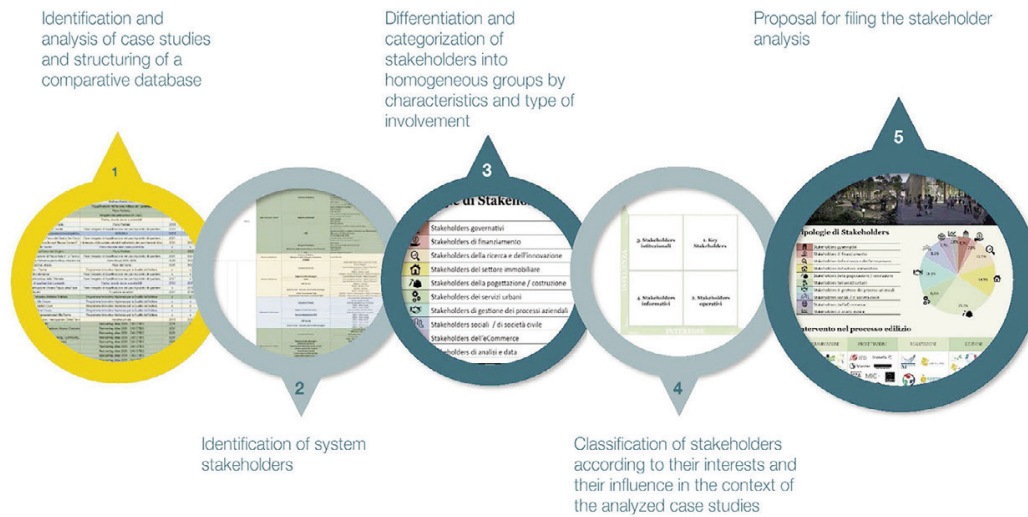


Fig. 4 | The stages of the second research activity (credit: the Research Group, 2021).

1. Government Stakeholders	This category includes all local agencies of an administrative nature at the various scales (national, regional, local) including their technical sectors
2. Funding Stakeholders	They are those involved in raising the funds and financing necessary for project implementation
3. Stakeholders from the research and innovation sector	Entities involved in research, such as universities, national and international research centers, may belong to this group
4. Stakeholders from the real estate sector	Category defined by companies active in the field of building management/real estate
5. Stakeholders from the design/construction sector	These include design firms, designers and technical consultants involved in the project ideation process
6. Stakeholders from urban services	Companies operating in the field of support and advisory services for the planning of interventions, maintenance, management, energy efficiency and enhancement of real estate and urban assets
7. Stakeholders of business process management	The network of people revolving around the organization of companies and enterprises that take turns in the whole process
8. Stakeholders related to civil society	Provide for the involvement of citizens, neighborhood associations, non-profit associations for inclusion in participatory processes
9. E-commerce Stakeholders	Companies in the telecommunications industry related to online commerce and the creation of related apps and websites to promote interventions belong to this category
10. Stakeholders from analytics and data	Companies collecting and managing big data through, for example, ICT technologies

Tab. 2 | Stakeholder categories by type (credit: the Research Group, 2021).

sistemizzati (oggi in forma analogica attraverso fogli di calcolo e schede) confluiranno, nei futuri sviluppi della ricerca, in una piattaforma digitale (oggi disponibile in versione preliminare³) finalizzata ad agevolare il dialogo collaborativo tra gli stakeholder, da attivare sulla base delle prefigurazioni delle ricadute positive che le innovazioni adottate potranno determinare sul territorio nazionale. Tale piattaforma si rivolge principalmente agli Uffici delle Municipalità, a studiosi e, più in generale, agli operatori interessati allo sviluppo di nuovi PED i quali, oltre che beneficiare della disponibilità, all'interno di un unico strumento, di informazioni utili relative a esperienze rappresentative di buone prassi, saranno agevolati dalla modalità di lettura facilitata dei dati precedentemente illustrata.

Supportando quindi le Amministrazioni Pubbliche nell'acquisizione di buone pratiche esse saranno in grado di orientare il settore delle costruzioni verso uno sviluppo urbano sostenibile, recependo all'interno dei documenti di programmazione le indicazioni (fattori abilitanti) funzionali alla replicabilità dei PED. Le città selezionate nei casi studio potranno così divenire veri e propri laboratori urbani i cui risultati potranno incoraggiare non soltanto il perseguimento degli obiettivi a medio e lungo termine di sviluppo sostenibile nel riequilibrio ambientale, ma anche la ricerca ineludibile di salute, benessere e inclusione sociale.

The European Commission with H2020, mobilized significant funding for cities to undertake concrete actions for sustainable urban development (MITE, 2020), giving continuity with Horizon Europe through Partnerships including the Driving Urban Transition (DUT; Bylund et alii, 2022). Defining new expansion models for urban areas has thus become the overarching goal of the most enlightened Municipalities that intend to promote the transition to a competitive energy system focused on specific goals such as reduced consumption and carbon footprint, low-cost and low-emission electricity supply, use of alternative fuels and renewable energy sources, unique and smart electricity grids, promotion of ICT, sound decision-making processes, innovation, and strong social involvement (Østergaard and Clerici Maestosi, 2019).

Urbanization geared toward mitigating the environmental impact of settlements has received considerable momentum with Smart Cities (Antonini and Mussinelli, 2018) and Positive Energy Districts (PEDs; Shnapp, Paci and Bertoldi, 2020), which promote sustainable development from an energy perspective, recognizing the urban area at the neighbourhood (district) scale as the strategic framework for implementing interventions (Brozovsky, Gustavsen and Gaitani, 2021). The relevance of PEDs is crucial for the transition to climate-neutral European cities, in line with the sustainable development goals of the 2030 Agenda (UN, 2015), the European Green Deal (European Commission, 2019), and for the reduction of emissions derived from the existing building stock, encouraged by Renovation Wave funding (European Commission, 2020).

At present, many research groups at the European level (including PED Program JPI EU, JRC Science Hub, EERA Joint Program on Smart Cities,

COST on PED) are helping to define the new scope of the study. The Implementation Working Group of SET Plan 3.2 has identified three requirements to be ensured in balance (energy efficiency, energy flexibility, and local / regional energy production), recognizing cities and their municipalities a leading role in integrated planning to be directed toward the implementation, in Europe, of at least 100 PEDs by 2025 (SET-Plan Temporary Working Group 3.2, 2018).

The studies in the literature provide a reference framework of the main characteristics of PEDs implemented to date in Europe (Bossi, Gollner and Theierling, 2020), where the presence of numerous projects (mainly in the planning phase) also detected in Italy (Zhang et alii, 2021) encourages further study. Many, in fact, reiterate the strong need to trigger, through successful pilot projects and related methodological and operational approaches, the multiplication of new experiences to fuel a process of gradual extension of PEDs on the ground (Uspenskaia et alii, 2021), identifying the enabling factors that allow their replicability (Alpagut, Akyürek and Mitre, 2019).

Despite the growing interest, the implementation of PEDs also remains difficult due to the fragmentation of studies so far almost exclusively focused on the technical aspect of design solutions where instead the ways in which information is shared are also, from a broader perspective, a key factor (Koutra et alii, 2023). Indeed, the successful outcome of a PED also implies the involvement of all stakeholders (Hearn, 2022) whose numerous and heterogeneous nature generates a complex system that requires considerable governance skills on the part of municipalities to conduct the entire planning and implementation process. In this direction, the understanding of 'intangible' solutions, such as those related to the process (Sinopoli, 1997), organizational model, and system of stakeholder relations that led to the success of the interventions, also contributes to the definition of governance perspectives in a PED key.

Considering the contextual need to integrate PEDs into design and development processes (at urban and building scales) from both a technical

and process perspective and in light of the key role of municipalities and stakeholders, the contribution reports the results of a research funded and carried out in collaboration with ENEA¹ developed in two lines of action. The overall objective is to identify the enabling factors and the role played by key public and private actors in the different stages of the implementation processes, contributing (through a communicative systematization of data inferred from virtuous case studies) to facilitate the transfer of the most relevant information to Municipalities and stakeholders interested in implementing the transition to PED.

Starting with the identification of a set of case studies (Italian municipalities actively engaged in the energy transition), the first line of action focused on the analysis of energy upgrading projects for buildings in strategic urban areas, with particular reference to the technical solutions adopted, financing methods and implementation processes of the interventions. The second line of action, on the other hand, was specifically devoted to the analysis of stakeholder involvement during the process of planning, design and implementation and management of interventions.

The partial results of the first line of action, the subject of a previous publication (Ferrante and Villani, 2021), have been integrated, through the observation of additional case studies, with the results of the second line of action (stakeholder analysis) and illustrated in this paper. For the sake of completeness of the exposition, it was deemed appropriate to go over the methodology and results achieved by considering both lines of action of the research, which, in fact, were carried out in continuity, although focusing on different aspects.

International Reference Studies for Transferring Good Practices in PED Key | Among the available studies which implemented a mapping of case studies for the transfer of good practices to promote the implementation of new PEDs in Europe, those that focus on systematizing information to facilitate its acquisition by public administrations, technicians, and stakeholders have been explored in depth (and reported below). The Book-

let on PEDs (JPI, 2020) examines 61 European urban area projects (operational, in the implementation phase and in the planning stage) which aspire to be Positive Energy Districts (PEDs). For each of the projects, the study reports four sets of information (general characteristics; project description; strategies; success factors and barriers) returned in descriptive-textual form within a table, compiled by municipal operators voluntarily.

The Making-City European Research Project (2019) carried out the reconnaissance of some relevant solutions necessary for the design of PEDs (resulting from previous experiments analyzed), both technical and political, social and economic in nature, related to stakeholders and the financing of interventions. For each identified solution, enabling factors and barriers to their transferability are indicated in text form, as well as the respective potentially applicable economic models. All information is provided in a series of cards (SPEC Cards), in tabular form, compiled with meaningful text and images.

The PED-Database proposed within the COST Action PED-EU-NET (2022a, 2022b) made available an interactive and implementable online platform for mapping existing projects and PEDs in Europe, through the collection of information obtained through questionnaires that can be filled in by project contact persons at the invitation of the database developers (Turci et alii, 2022). The information (in the form of texts) is made public and searchable within tables.

With respect to a focus on possible ways of analysing the stakeholders involved in PED development processes, Cheng et alii (2021) suggest a preliminary framework for their mapping by dividing them into eight categories, according to two macro process phases (implementation and management) and according to different scales of observation (at the building, district and city levels).

In relation to the aforementioned studies, the research, which is the subject of this paper, focuses its attention exclusively on Italian municipalities in order to study energy upgrading projects relevant to PEDs along with the specific procedures that led to their implementation in the na-

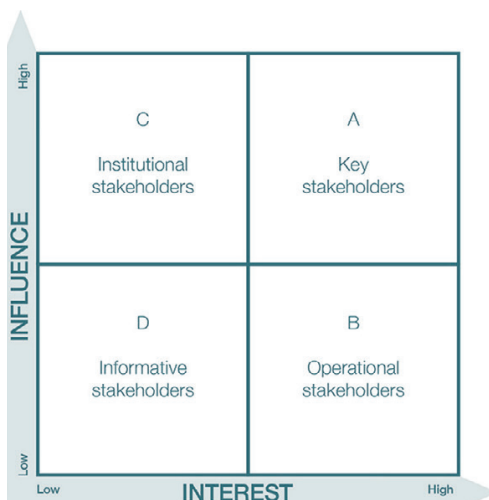


Fig. 5 | The classification of stakeholders according to the interest-influence matrix (credit: the Research Group, 2021).

Tab. 3 | Stakeholder classification by influence and interest (credit: the Research Group, 2021).

A. Key Stakeholders	They are characterized by having had high influence and high interest during the implementation process and who, with a view to the transferability of the actions taken in the direction of sustainable urban development, represent the promoters
B. Operational Stakeholders	They are those who are highly interested but had little influence; all those who actively participated in all phases of the intervention demonstrating high involvement but low power, such as the project team, suppliers, subcontractors, employees, etc.
C. Institutional Stakeholders	These are all stakeholders who exercised high power over the project but low interest; in interventions related to the building/real estate sector, they can be traced to all institutions, professional bodies, trade associations, etc.
D. Informative Stakeholders	All those who were informed during the process even if they had little interest and influence and participated in the project with a marginal role

tional context. Based on this field perimeter, a specific study of the building process that saw its implementation was implemented for each selected project, going into more detail about the individual phases than in previous studies. As a result, the mapping and analysis of stakeholders, divided into ten identified categories, was also related to the planning, design, implementation and management phases of the interventions, helping to return a more complete picture about the extent of their involvement and the related system of relationships.

With these interpretive keys, it was possible to propose an effective, more integrated way of communicating the various information contents relevant to the replicability of PEDs.

The structure of the contribution traces the research activities carried out by including the methodology adopted in the first and second lines of action and the results achieved in terms of technical communication of the technological solutions, implementation processes and system stakeholder involvement methods adopted in the projects selected from those that had the greatest impact on the sustainable development of the

cities analysed. This technical communication included a structuring of data aimed at facilitating the 'reading' of information by Public Administrations, which, in the Smart City perspective, assumes a role of increasing importance in the governance of cities (Magliocco and Canepa, 2022).

This structured framework of knowledge potentially allows the development of digital platforms capable of directing decisions about interventions to be implemented even at the District scale (Piaia and Frighi, 2022). Therefore, the proposed information systematization process can be integrated within a 'dynamic' digital environment for sharing best practices, which can be consulted by Administrations to benefit from the evidence produced by past virtuous experiences.

Methodology and operational steps of the research | Starting with the study of international documents and reports on the guiding principles of PEDs (SCIS, 2020; COST Action PED-EU-NET, 2022a) and existing operational tools (Borsboom-van Beurden et alii, 2019; Making-City, 2019; COST Action PED-EU-NET, 2022b), the contents of the Booklet on PED (JPI, 2020) were

taken as a starting point. The first line of action was divided into five phases (Fig. 1), the first of which involved a contribution within the ENEA Research Group to study the indicators of the Booklet on PED tested on 61 European urban areas, of which 7 were Italian, and a subsequent implementation, necessary to describe new areas of investigation peculiar to Italian realities, with particular focus on aspects of energy efficiency in buildings.

The implemented set of indicators (22 new indicators) is aimed at capturing the contribution of Municipalities on the promotion strategies adopted, competent sectors involved, programs, implementation processes and innovative technological solutions tested (Table 1). The new set of indicators was validated on 7 Italian municipalities assessed as those 'in transition to PEDs' by the Booklet on PEDs, with insights on the 15 most relevant energy efficiency projects, as they are representative of virtuous processes implemented through public-private agreements that involved the citizenry and allowed for quick operations while ensuring building quality and expected results in terms of sustainable urban development.

Initial data collection was then undertaken

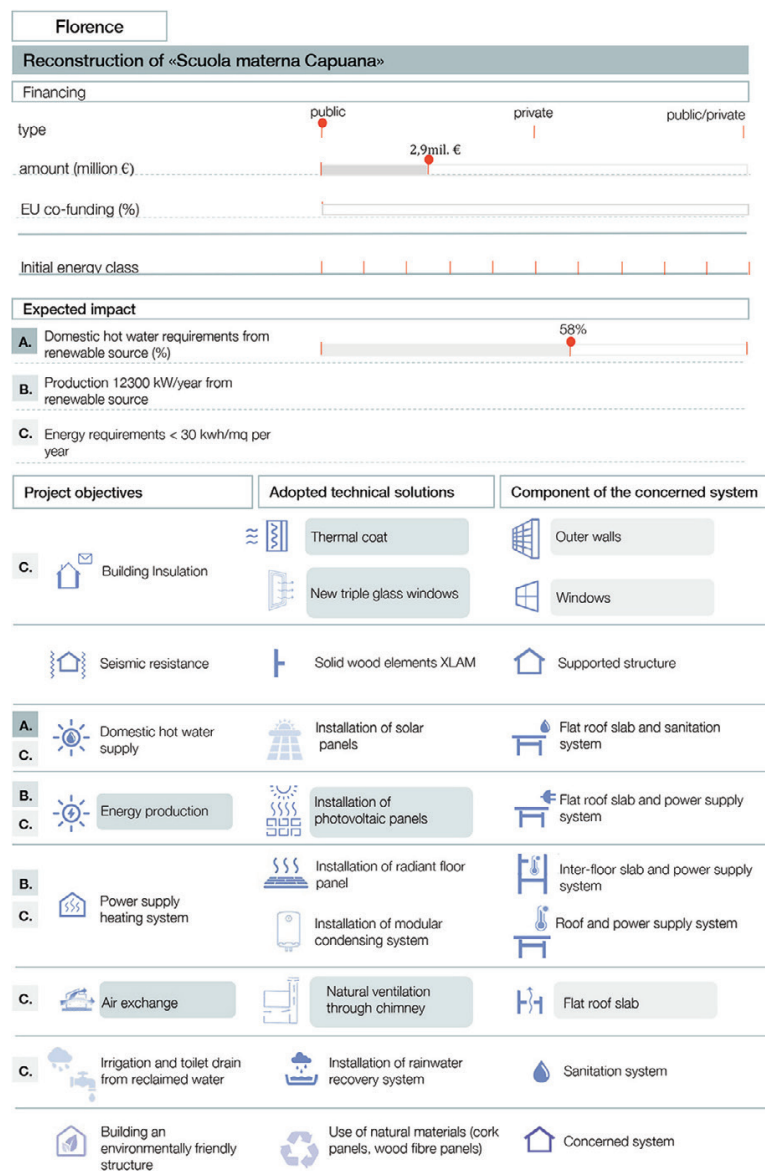


Fig. 6 | Example of summary sheet related to technical solutions (credit: the Research Group, 2020).

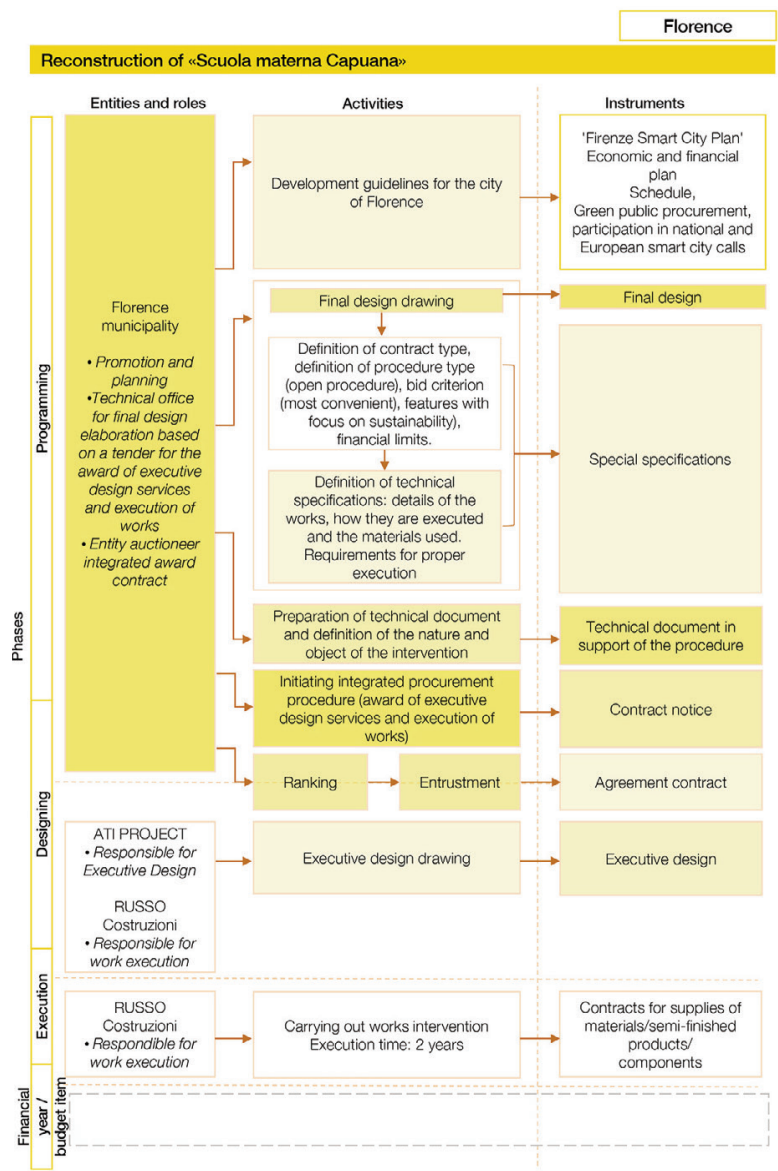


Fig. 7 | Example of summary sheet related to implementation process steps (credit: the Research Group, 2020).

through the study of documents available online and initial interlocutions with technical offices and officials who participated in and/or initiated transition processes. This provided detailed information that confirms the close relationship between the quality of the process (starting with the skills demonstrated by the Administrations in finding funding), the planning of interventions, the quality of documents put out to tender and the quality of technological solutions.

The process and project information were organized in an Excel-format database and then structured through a twofold filing system (Fig. 2, 3) developed according to the principles of graphical representation of data to make the communication more effective related to how municipalities initiated and implemented the transition to PEDs. The first filing is aimed at communicating the technological solutions adopted, while the second one traces the process of implementation of interventions in public procurement.

At the methodological level, all information deduced from the analysis of the projects was reported in the first step and gradually subtracted those that were redundant or susceptible to further technical investigation, bringing out only those data useful for identifying the positive spillovers of technological solutions within the scope of PED objectives for their replicability. The use of visual representation of quantitative contextual data translates the prerequisites for the initiation of energy efficiency interventions in relation to the necessary financing in a more usable way, showing the incidence of those from European funds. Information on the performance gains achieved through the energy efficiency solutions adopted highlights the 'weight' of the results in relation to the expected impacts, also about the parts of the building system involved in the interventions. This information, integrated with the experience of the recipients, will be able to produce knowledge about the project objectives and the specifics of the solutions adopted.

For the construction of the second sheet, aimed at reproducing the complexity that characterizes the construction process and the public procurement process (with its substantial dataset), a representation was chosen that organizes the textual information within flowcharts, which facilitate the reading of the logical succession and correlations between operators, specific activities and operational tools. The purpose of such structuring is to enable Municipality operators to draw useful indications to undertake decisions about the type of funding to apply for, the most appropriate procurement methods, the most effective key documents to ensure the quality of outputs and to visually identify points of criticality in advance (gaps in the diagram).

The second line of action, aimed at identifying ways to engage stakeholders, was carried out in continuity with the first and included an additional 5 phases (Fig. 4). During the first phase, the existing database of case studies was implemented, updating information on the projects already analysed and adding those of more recent programming. In particular, the urban regeneration and redevelopment projects most in line with the objectives connoting the PEDs that required the involvement of numerous stakeholders due to their magnitude and complexity were investigated in

depth. A second database was then structured that frames, for each project, its location within superordinate plans and programs, the type of intervention (urban regeneration, redevelopment, rehabilitation, energy efficiency, etc.), the funds allocated and the state of progress. A specific section reports the set of system stakeholders who took part in the building process and on whom an initial analysis was conducted aimed at categorizing them into ten groups according to their nature (Table 2).

All of the information in the database flowed into summary sheets in which stakeholders were classified according to the type of intervention in which they participated, highlighting the stage(s) of the process in which they made a decisive contribution. This provided an immediate understanding of which phases involved the most stakeholders, with a specific focus on the major sustainability promoters. To better understand the role of stakeholders, a tool specific to stakeholder analysis was adopted, represented by the 'interest-influence' matrix (Grimble and Wellard, 1997), which highlights the impact that stakeholders had on the project.

Influence is considered as the ability to affect the management of the construction process (from the three-year planning of the works to the commissioning and eventual decommissioning) and is high if the stakeholder has influenced the project through one or more forms of power (e.g., technical expertise, purchasing power, the exercise of norms, public opinion); on the other hand, it is low when the stakeholder's scope of action was limited or null. Interest is determined by the benefit that stakeholders had in improving their reality as a result of the success of the intervention and is low when the outcome of the project did not make major changes to the stakeholder's reality. Four categories of stakeholders can be placed in the matrix (Fig. 5) by crossing the axes (Table 3).

Technical communication for technological solutions and implementation processes

Through the significant implementation of the indicators of the Booklet on PED on energy efficiency aspects, it was possible to systematize the data resulting from the consultation of the project deliverables for the definition of the sheet of technological solutions. For each project, starting with specific themes representing the objectives (common to many case studies), the technical solutions that made it distinctive were identified, characterizing it by optimizing energy performance, consumption and operating costs, saving resources and reducing pollution at all stages of the life cycle, and encouraging positive 'on-site' energy production through the use of specific systems using renewable sources.

Among the solutions tested at the technological level, those most effective in the direction of sustainable development of the city can be summarized.

Most of the solutions can be traced back to specific objectives / requirements such as improving thermo-hygrometric comfort, controlling radiation, and limiting electricity consumption, and involve the implementation of thermal coats and the use of appropriately oriented ventilated facades, the use of thermal break window frames with performance glass, the use of innovative shading sys-

tems for transparent surfaces, the creation of openings in stairwells for natural ventilation and cooling, the installation of mechanized ventilation systems, heat pumps connected to geothermal loops or photovoltaic panels on the roof, and water-sanitary systems with a rainwater recovery system.

The illustration of the solutions includes a brief overview of the project under consideration. The objectives set, the innovative technological solutions are then described, highlighting, for each of them, the performance characteristics and their scope of use. The solutions were also framed within the framework of the UNI 8290/81 technological system, going on to define the technological unit and class of technical reference elements (Fig. 6). Such a filing system aims to highlight the extent to which the choices have been conceived in compliance with entirely innovative principles of transition of cities to energy-positive districts and how much they themselves can influence the effectiveness of the whole project through the integration between passive solutions and the contribution of plant engineering devices that synergistically contribute to the achievement of the objectives.

The study of the projects was conducted in a manner closely related to the analysis of the respective building processes. With reference to the procedures, reconstructed with the involvement of the municipalities, the specific actions implemented were outlined. The sheet of implementation processes (Fig. 7) framed within public procurement identifies for each phase (planning, design, execution) specific operators and roles, activities (procedures, rules, financing, requirements and technical specifications required, etc.) and tools (name and type of documents, plans, programs, notices, name/type of project deliverables, contracts and assignments).

The result obtained for each project by integrating data from both forms is useful not only for the specific contents but especially for the correlation that can be read between the two areas of observation. In fact, the analysis of implementation processes revealed the importance of certain documents used from the planning stage onward. Considering, for example, the quality of the contents of the Preliminary Design Document (PDD) prepared by the Municipality of Trento for the redevelopment of Madonna Bianca Towers, which is complete and clear in its requirements in terms of energy sustainability, it is possible to highlight a series of indicators that were valuable in guiding the design phase (Tab. 4); these indicators are not limited to the scale of the building, but return a complete reading of the intervention. The design phase, which followed the process determined for public procurement, was able to rely on a call for tender for the design assignment that summarized the requirements expressed in the PDD, facilitating both the selection criteria for the assignment and, in the subsequent phases, the choice of particularly energy-efficient technological solutions.

It is, therefore, evident how much the quality of the process that includes sustainability issues in all its implementation tools from the earliest stages of promotion and planning corresponds to the success of the intervention, correlated with a reasoned design of technological solutions consistent with the assumptions of PED.

Requirement	Objective	Adopted Technological Solutions
Integrating with landscape / environment surroundings		Gres panels preserving materic and colour features of the original towers
Shorter construction site duration		Use of dry and precast assembly systems
Compliance to housing needs	Residents staying home during operations onsite	
Thermal insulation of matt surfaces	Prevention from thermal bridges	Thermal loss reduction
	Energy efficiency (energy class upgrade)	Continuous insulating coat of buildings Optimized passive solar supply
Elevation flexibility	Fast execution phases	Plug&Play ventilated facade system installed out of the floors
	Integrability of elevation components	New panels shall be with the same size of the current ones
Fire safety	Use of non-combustible materials	Specific materials (mineral wool, gres, metal, glas)
New transparent partitions	New windows	New steel windows
Usability / accessibility	Easy opening / closing of doors / windows	Natural ventilation system through automatized opening
Shielding system installation	Proper natural lighting	Independent solar sheets for ensuring full protection from solar irradiation
System integration	Preserving original features	Additional storey for the new system
New air-conditioning system	Energy efficiency upgrade	Photovoltaic system from 70kWpeak
		Heating pump
Preserving original features	Check of outwards facing and surroundings	Terrace with panoramic view of the valley
Regulated architectural composition flexibility	Limited works on some features	
Flexibility of adopted technical solutions		
Improving thermal comfort	Reduction of thermal bridges of balconies	Use of high-performance insulating materials
Complying with size rules	Adding cubature	'A' Energy class upgrade allows for a cubature bonus of 350 mc for each housing block
Privacy and safety	Safety of outer partition components	Use of proper railings
	Ensuring privacy among balconies	Use of partitions
Enhanced accessibility and usability	Architectural barriers overcome - recognizability of main entrances	Use of high quality material for accessible entrance
Easy maintainability of green areas	Maintaining through time common and private green areas	
Highest re-use of building waste (CAM)		Check of use of buildings materials
Cost-effectiveness during and after construction		Cost-effectiveness for using a standard (photovoltaic) system

Tab. 4 | Contents of the Preliminary Design Document prepared by the Trento Municipality for the redevelopment of Madonna Bianca Towers (credit: the Research Group, 2020).

How system stakeholders were involved | The results of the second line of action concern the return of a mapping of system stakeholders, including Italian firms and urban service companies, who played a key role in the projects observed and the representation of the complex system of relationships. This analysis led to the structuring of a database capable of highlighting how and at what scale (or stage of intervention) different stakeholders, together with institutional stakeholders, promoted/facilitated the transition to PEDs by structuring a virtuous model. The contents of the gen-

eral database provide an overview of the interventions to which a list of the different stakeholders is associated who in various capacities have been involved during the implementation process including useful references to activate direct contacts. The subsequent systematization of data in summary form in the sheets communicates with immediacy information that might otherwise remain hidden within spreadsheets, positively affecting the goal of replicability of procedures.

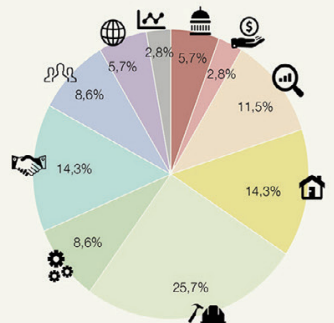
The first tab clearly shows the percentage of the main categories of system stakeholders in-

involved in the analysed intervention, visually placing them within the phases of the building process (Fig. 8). The most representative type of stakeholder turns out to be those who participate in various capacities in the financing together with social stakeholders (local associations and entities, non-profit organizations, personal service companies, etc.) and who are involved right from the decision-making phase within which they contribute to the definition of the objectives, the real picture of the community's needs according to the available technical and economic resources, and help to



Types of stakeholders

	Government stakeholders
	Funding stakeholders
	Stakeholders from the research and innovation sector
	Stakeholders from the real estate sector
	Stakeholders from the design/construction sector
	Stakeholders from urban services
	Stakeholders of business process management
	Stakeholders related to civil society
	E-commerce stakeholders
	Stakeholders from analytics and data



Intervention in the building process

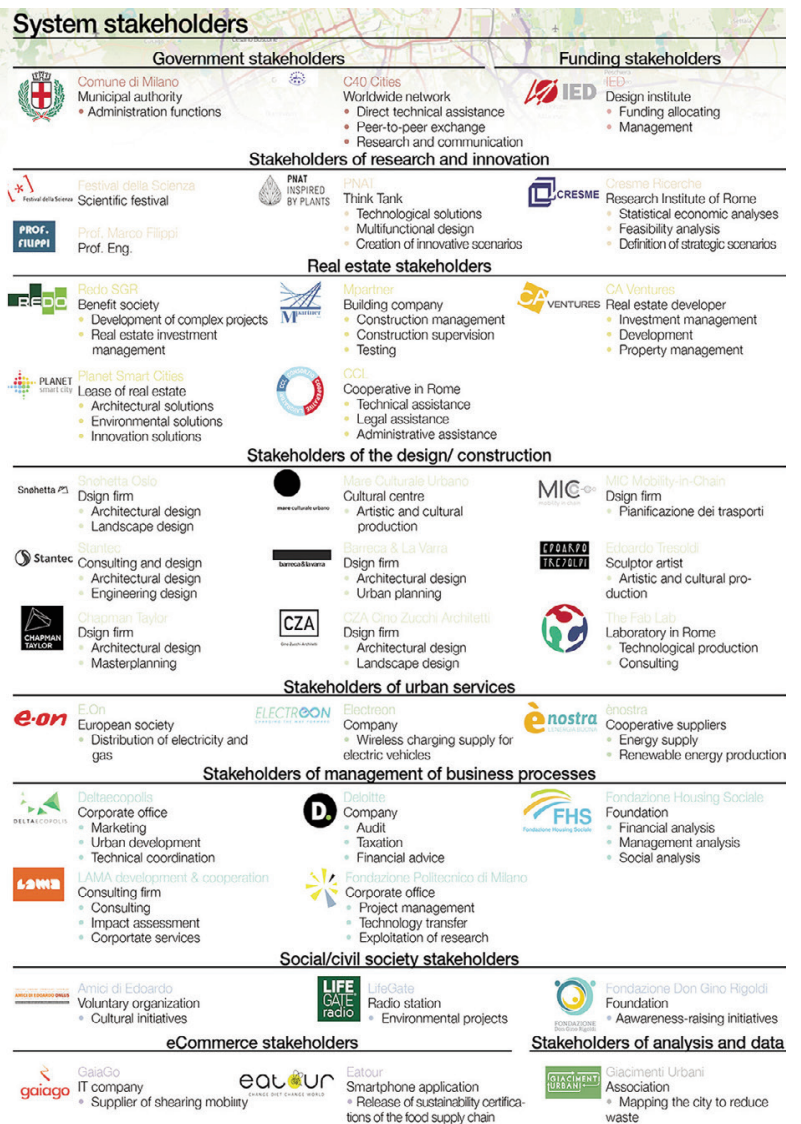


Fig. 8 | Example of summary sheet related to stakeholder analysis (credit: the Research Group, 2021).

better delineate the context conditions. The stakeholders associated with the design / construction are also articulate and numerous, demonstrating the fielding of a multidisciplinary team enriched by specific expertise (environmental psychology consultants, botanical experts, ICT developers, etc.) on the issues of sustainability and social value of the project. The group of stakeholders related to the provision of energy services is shown to be an important part, whose consultation/participation greatly affects the impact of the intervention in relation to energy consumption and the use of renewable sources from the perspective of the Local Energy District.

The participation of research and innovation stakeholders is interesting, in most cases represented by local Universities capable of activating systemic relations with political governance in order to understand, according to territorial peculiarities, their expectations and potential and support their actions in an inter-institutional process involving regional and municipal authorities with business groups.

It has often been noted that the knowledge on sustainable development methods and techniques elaborated in the circles devoted to research is matched by its concrete application at the local scale, inducing knowledge transfers from

the academic world to those involved in transformation on the ground, activating a collaborative exchange that sees institutions and businesses as beneficiaries of the research. The extent of involvement can be seen from the sheet showing the results of the stakeholder analysis (Fig. 9).

The number of promoters of project initiatives (high influence and high interest), seemingly insignificant, actually represents those who have set the transferable sustainability features from a PED perspective and coincide with the municipalities themselves and the funders of the work. This demonstrates the key role of training on sustainability issues to be enhanced towards the relevant sectors and technical offices in charge. Numerically more substantial are the operational stakeholders (high interest but low influence) who accompany the intervention during all phases demonstrating high involvement in promoting sustainable urban development.

This is useful in informing decisions and defining actions and priorities, being able to rely on the representation of the direct or indirect involvement of interest groups and the related positive results achieved for local communities also in terms of quality of life. Indeed, greater social inclusion (through activation of forums and digital platforms² to engage end-users, interpret their demands and

empower them as an active part of the city's sustainable transition process) contributes to acceptance and, therefore, to the success of a relevant intervention in PED terms.

The results to date, in addition to providing evidence of an initial set of replicable best practices, return a cognitive picture of the future growth of interest by public and private stakeholders in the issues of renewable energy, energy efficiency and energy flexibility at the urban and district scale.

Although the evidence regarding the effectiveness of the interventions analyzed encourages the continuation of the study by annexing (to the set considered to date) additional significant municipalities and projects, among the factors hindering the transferability of the results it is worth mentioning the heterogeneity and specificity of the individual contexts, in terms of norms, cities' governance capacities and practitioners' expertise. Among the main limitations of the research is the predominantly 'indirect' mode of information retrieval, through the study of documents and data available online. In addition, the set of case studies examined does not return an exhaustive picture of the complex set of actions that Italian municipalities are carrying out for the energy transition; however, given the extent and number of information collected, the projects considered were sufficient



Fig. 9 | Example of a completed form related to the interest-influence matrix (credit: the Research Group, 2021).

and functional for the elaboration of the proposed information organization system.

Conclusions and future developments | Both lines of actions made it possible to create a database system in which processes related to urban ecological transition on the Italian territory were analysed, with particular attention to the partnerships that made them possible. Taken together, this information provided an understanding of what the enabling factors are for the design of sustainable urban areas and to what extent the stakeholder groups involved are related to the scale of the projects examined. Although the research will include further in-depth phases related to the continuing evolution of the connotative features of PEDs and the observation and monitoring of strategic district public buildings, the initial results on the methodology adopted and the implementation of the systemic approach to organizing information content encourage positive consideration of the study's potential in improving the creation of synergies between municipalities and system stakeholders and in directing actions in a more organized transition vision. In fact, in the now pervasive direction of Green Building, to achieve climate neutrality by 2050, the structuring of the proposed information and the various filings developed for the case studies made it possible to identify the possible holders of expertise on the enabling factors that

contribute to the evolution of sustainable urbanization. Enabling factors promoted and implemented by system stakeholders, found in an integrated way in the programs, projects and solutions of each city and project, representative of a multi-sectoral and multidimensional approach and a synchronized and parallel development of implementation tools, technologies, public and private participation, new social and economic paradigms. While up to now the reconnaissance of information has involved mainly indirect ways (study of available documents and some interviews with the Technical Offices of the Municipalities considered), further implementations of the proposed sheets may result, in the future, from more in-depth interlocutions both with the Administrations and with the planners and other operators who took part in the interventions. In addition, by expanding the sample of case studies observed, the set of indicators can also be refined based on future studies that will be conducted.

The communicative systematization of the proposed data will enable Municipality practitioners who want to embark on a path of urban development oriented toward ecological transition and PEDs to identify significant information in order to draw useful indications from it and to activate possible contacts aimed at deepening what has been synthesized in order to transfer this knowledge within the specific contexts of action and to ensure the quality of interventions with a view to energy ef-

ficiency and sustainability. In line with the assumptions of Smart Cities, the systematized data (today in analogue form through spreadsheets and cards) will flow, in future research developments, into a digital platform (today available in a preliminary version³) aimed at facilitating collaborative dialogue among stakeholders, to be activated on the basis of foreshadowing of the positive spillovers that the innovations adopted may determine on the national territory. Such a platform is aimed primarily at Municipality Offices, scholars and, more generally, practitioners interested in the development of new PEDs who, in addition to benefiting from the availability, within a single tool, of useful information related to representative experiences of good practices, will be facilitated by the facilitated data reading mode previously illustrated.

Consequently, by supporting Public Administrations in the acquisition of good practices, they will be able to orient the construction sector toward sustainable urban development, incorporating the indications (enabling factors) functional to the replicability of PEDs within the planning documents. The cities selected in the case studies will thus be able to become true urban laboratories whose results can encourage not only the pursuit of the medium- and long-term goals of sustainable development in environmental rebalancing, but also the inescapable pursuit of health, well-being and social inclusion.

Notes

1) The research was implemented under the Agreement signed between ENEA TERIN SEN and the Department of Planning Design Technology of Architecture PDTA of 'Sapienza' University of Rome for the activity titled 'Development of design solutions for urban evaporative systems and analysis of the role of Urban Service Companies and Enterprises in Research, Development and Innovation projects' covering the years 2019/2020 and 2020/2021. The research was funded by ENEA. The Research Group is composed of: Architect P. Clerici Maestosi (ENEA Scientific Manager), Prof. Architect T. Ferrante (Scientific Manager, PDTA Department of 'Sapienza'), Prof. Architect T. Villani, Architect E. Di Manno, Architect L. Boccia, Architect B. Brinchi Giusti and Architect F. Romagnoli.

2) Examples of the cities studied include the section of the Milan City Council website dedicated to publicizing workshops and public presentations of urban regeneration projects. For more information, see: comune.milano.it/aree-tematiche/rigenerazione-urbana-e-urbanistica/forum-rigenerazione-urbana/ [Accessed 14 May 2023].

3) The platform, now being implemented, is available at: pedef.lansystems.co.uk/PedEF/ [Accessed 14 May 2023].

References

- Alpagut, B., Akyürek, Ö. and Mitre, E. M. (2019), "Positive Energy Districts Methodology and its Replication Potential", in *Proceedings*, vol. 20, issue 1, article 8, pp. 1-5. [Online] Available at: [dx.doi.org/10.3390/proceedings2019020008](https://doi.org/10.3390/proceedings2019020008) [Accessed 18 March 2023].
- Antonini, E. and Mussinelli, E. (2018), "Toward the smart city and beyond", in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, special issue 1, pp. 26-27. [Online] Available at: doi.org/10.13128/Techne-23567 [Accessed 18 March 2023].
- Bossi, S., Gollner, C. and Theierling, S. (2020), "Towards 100 Positive Energy Districts in Europe – Preliminary Data Analysis of 61 European Cases", in *Energies*, vol. 13, issue 22, article 6083, pp. 1-13. [Online] Available at: doi.org/10.3390/en13226083 [Accessed 18 March 2023].
- Borsboom-van Beurden, J., Kallaos, J., Gindroz, B., Costa, S. and Riegler, J. (2019), *Smart City Guidance Package – A Roadmap for Integrated Planning and Implementation of Smart City Projects*. [Online] Available at: researchgate.net/publication/343615678_Smart_City_Guidance_Package [Accessed 12 May 2023].
- Brozovsky, Z., Gustavsen, A. and Gaitani, N. (2021), "Zero emission neighbourhoods and positive energy districts – A state-of-the-art review", in *Sustainable Cities and Society*, vol. 72, article 103013, pp. 1-21. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.scs.2021.103013 [Accessed 18 March 2023].
- Bylund, J., Gollner, C., Jäger, M., Klaming, G., Noll, M., Riegler, J., Rodenstedt, A. and Wallsten, B. (2022), *Driving Urban Transition to a Sustainable Future – Roadmap*, Driving Urban Transition. [Online] Available at: dutupartnership.eu/wp-content/uploads/2022/09/DUT-Roadmap-2022-komprimiert.pdf [Accessed 18 March 2023].
- Cheng, C., Albert-Seifried, V., Aelenei, L., Vandevyvere, H., Seco, O., Sánchez, M. N. and Hukkalainen, M. (2021), "A Systematic Approach Towards Mapping Stakeholders in Different Phases of PED Development. Extending the PED Toolbox – Extending the PED Toolbox", in Littlewood J. R., Howlett, R. J. and Jain, L. C. (eds), *Sustainability in Energy and Buildings 2021*, Springer Nature, Singapore, pp. 447-462. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-981-16-6269-0_38 [Accessed 12 May 2023].
- COST Action Positive Energy Districts European Network – PED-EU-NET (2022a), *Deliverable 1.1 – Database of existing PED projects and innovations*, action 19126. [Online] Available at: pedeu.net/wp-content/uploads/2022/10/D1.1_Database-of-existing-PED-projects.pdf [Accessed 12 May 2023].
- COST Action Positive Energy Districts European Network – PED-EU-NET (2022b), *Deliverable 2.1 – Report on existing technical PED guides and tools*, action 19126. [Online] Available at: pedeu.net/wp-content/uploads/2022/10/D2.1_Review_existing-technical-PED-guides-and-tools.pdf [Accessed 12 May 2023].
- European Commission (2020), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – A Renovation Wave for Europe – Greening our buildings, creating jobs, improving lives*, document 52020DC0662, 662 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/it/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0662 [Accessed 18 March 2023].
- European Commission (2019), *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – The European Green Deal*, document 52019DC0640, 640 final. [Online] Available at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN [Accessed 18 March 2023].
- Ferrante, T. and Villani, T. (2021), "Positive Energy Districts and Energy Efficiency in Buildings – An Innovative Technical Communication Sheet to Facilitate Policy Officers' Understanding to Enable Technologies and Procedure", in *Energies*, vol. 14, issue 24, article 8551, pp. 1-18. [Online] Available at: doi.org/10.3390/en14248551 [Accessed 18 March 2023].
- Grimble, R. and Wellard, K. (1997), "Stakeholder methodologies in natural resource management – A review of principles, contexts, experiences and opportunities", in *Agricultural Systems*, vol. 55, issue 2, pp. 173-193. [Online] Available at: [doi.org/10.1016/S0308-521X\(97\)00006-1](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(97)00006-1) [Accessed 18 March 2023].
- Hearn, A. X. (2022), "Positive energy district stakeholder perceptions and measures for energy vulnerability mitigation", in *Applied Energy*, vol. 322, article 119477, pp. 1-13. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.119477 [Accessed 18 March 2023].
- JPI – Joint Programming Initiative (2020), *Urban Europe – Europe Towards Positive Energy Districts*. [Online] Available at: jpi-urbaneurope.eu/wp-content/uploads/2020/06/PED-Booklet-Update-Feb-2020_2.pdf [Accessed 18 March 2023].
- Koutra, S., Terés-Zubiaga, J., Bouillard, P. and Becue, V. (2023), "Decarbonizing Europe – A critical review on positive energy districts approaches", in *Sustainable Cities and Society*, vol. 89, article 104356, pp. 1-15. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.scs.2022.104356 [Accessed 18 March 2023].
- Magliocco, A. and Canepa, M. (2022), "Cruscotti a servizio della governance – Monitoraggio di indicatori di prestazione e indicatori aggregati | Governance dashboards – Monitoring of key performance and aggregate indicators", in *Agathón | International Journal of Architecture Art and Design*, vol. 12, pp. 36-45. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/1232022 [Accessed 18 March 2023].
- Making-City (2019), *D4.1 – Methodology and Guidelines for PED design*. [Online] Available at: makingcity.eu/wp-content/uploads/2021/12/MakingCity_D4_1_Methodology_and_Guidelines_for_PED_design_final.pdf [Accessed 12 May 2023].
- MITE – Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2020), *Agende Metropolitane per lo sviluppo sostenibile*. [Online] Available at: mite.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/sviluppo_sostenibile/rapporto_agende_metropolitane_svs_maggio_2020.pdf [Accessed 18 March 2023].
- Østergaard, P. A. and Clerici Maestosi, P. (2019), "Tools, technologies and systems integration for the Smart and Sustainable Cities to come", in *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, vol. 24, pp. 1-6. [Online] Available at: doi.org/10.5278/ijsepm.3405 [Accessed 18 March 2023].
- Piaia, E. and Frighi, V. (2022), "Transizione energetica dei distretti urbani – Un punto di vista per lo sviluppo di una piattaforma di supporto decisionale | Energy transition of urban districts – A viewpoint for the development of a decision support platform", in *Techne | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 23, pp. 127-133. [Online] Available at: oaj.fupress.net/index.php/techne/article/view/12117 [Accessed 18 March 2023].
- SCIS – Smart Cities Information System (2020), *Positive Energy Districts Solution Booklet*. [Online] Available at: smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/insights/solutions/solution-booklet-positive-energy-districts [Accessed 12 May 2023].
- SET-Plan Temporary Working Group (2018), *SET-Plan ACTION n° 3.2 Implementation Plan – Europe to become a global role model in integrated, innovative solutions for the planning, deployment, and replication of Positive Energy Districts*. [Online] Available at: jpi-urbaneurope.eu/wp-content/uploads/2018/09/setplan_smartcities_implementationplan.pdf [Accessed 18 March 2023].
- Shnapp, S., Paci, D. and Bertoldi, P. (2020), *Enabling Positive Energy Districts Across Europe – Energy Efficiency Couples Renewable Energy*, EUR30325 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. [Online] Available at: op.europa.eu/it/publication-detail/-/publication/6cea1079-f6f9-11ea-991b-01aa75ed71a1/language-en [Accessed 18 March 2023].
- Sinopoli, N. (1997), *La tecnologia invisibile – Il processo di produzione dell'architettura e le sue regie*, FrancoAngeli, Milano.
- Turci, G., Alpagut, B., Civiero, P., Kuzmic, M., Pagliula, S., Massa, G., Albert-Seifried, V., Seco, O. and Soutullo, S. (2022), "A Comprehensive PED-Database for Mapping and Comparing Positive Energy Districts Experiences at European Level", in *Sustainability*, vol. 14, article 427, pp. 1-24. [Online] Available at: doi.org/10.3390/su14010427 [Accessed 12 May 2023].
- UN – United Nations (2015), *Transforming our world – The 2030 Agenda for Sustainable Development*. [Online] Available at: sdgs.un.org/sites/default/files/publications/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf [Accessed 18 March 2023].
- Uspenskaia, D., Specht, K., Kondziella, H. and Bruckner, T. (2021), "Challenges and Barriers for Net-Zero/Positive Energy Buildings and Districts – Empirical Evidence from the Smart City Project SPARCS", in *Buildings*, vol. 11, issue 2, article 78, pp. 1-24. [Online] Available at: dx.doi.org/10.3390/buildings11020078 [Accessed 18 March 2023].
- Zhang, X., Penaka, S., Giriraj, S., Sánchez, M., Civiero, P. and Vandevyvere, H. (2021), "Characterizing Positive Energy District (PED) through a Preliminary Review of 60 Existing Projects in Europe", in *Buildings*, vol. 11, issue 8, article 318, pp. 1-24. [Online] Available at: doi.org/10.3390/buildings11080318 [Accessed 18 March 2023].