

ARTICLE INFO

Received	10 September 2023
Revised	04 October 2023
Accepted	19 October 2023
Published	31 December 2023

SMART HUBS

Una rete di oggetti urbani multifunzionali a supporto della micromobilità a Ferrara

SMART HUBS

A network of multifunctional urban objects to support micromobility in Ferrara

Ilaria Fabbri

ABSTRACT

Il tema indagato è estremamente attuale perché si confronta con le sfide della mobilità sostenibile, l'offerta e la gestione dei servizi di prossimità. Il contributo illustra principi ed esiti del progetto di strutture urbane implementabili attualmente in corso di sperimentazione a Ferrara, finalizzate ad arricchire l'offerta di ricarica per piccoli veicoli elettrici e a monitorare la qualità dell'aria. Tali arredi urbani pilota, denominati Smart Hubs, incorporano elementi di modularità a più livelli, agevolandone la produzione, l'installazione e la manutenzione. Ciò che viene evidenziato come aspetto di maggiore originalità è la creazione di un sistema multifunzionale capace di 'ordinare' gli oggetti urbani che sempre più spesso si stratificano con disomogeneità nello spazio pubblico, rendendolo personalizzabile, aperto agli apporti della comunità e alle esigenze locali espresse durante un percorso di co-creazione.

The investigated topic is highly relevant as it addresses the challenges of sustainable mobility, the provision, and management of local services. This contribution outlines principles and outcomes of the implementable urban installation project currently being tested in Ferrara, aimed at enhancing the charging infrastructure for small electric vehicles and monitoring air quality. These pilot urban installations, referred to as Smart Hubs, incorporate multi-level modularity, facilitating their production, installation, and maintenance. What is highlighted as the most original aspect is the creation of a multifunctional system capable of 'organising' urban objects that increasingly accumulate with heterogeneity in public spaces, making them customisable, open to community input, and responsive to local needs expressed during a co-creation process.

KEYWORDS

qualità dell'aria, micromobilità elettrica, servizi urbani, prototipi modulari, prossimità diversificata

air quality, electric micromobility, urban services, modular prototypes, diverse proximity



Ilaria Fabbri, Architect with a PhD, is a Researcher at the School of Architecture and Design, University of Camerino (Italy). She works mainly on urban services that promote healthy lifestyles, and regeneration through commerce, sports activities and inclusion of people with disabilities. He has developed and patented several prototypes of urban furniture and objects tested in real contexts. E-mail: ilaria.fabbri@unicam.it

Lo spazio aperto pubblico contemporaneo è connotato da una grande complessità per la compresenza di numerose istanze: mobilità, scambio e aggregazione, ma anche criticità quali congestione, degrado, conflitto sociale e inquinamento atmosferico, quest'ultimo responsabile di 4,2 milioni di morti premature nel 2019 (WHO, 2022). Secondo il più recente Rapporto di Legambiente dal titolo *Mal' Aria di Città* (Minutolo, Frasso and Pandolfo, 2023), l'inquinamento atmosferico in Italia decresce ancora troppo lentamente, mettendo a rischio la salute dei cittadini che cronicamente sono esposti a concentrazioni di inquinanti ancora troppo elevate. Anche la European Environmental Agency (EEA, 2023) conferma tale trend negativo: i trasporti continuano a costituire una fonte significativa di inquinamento atmosferico, soprattutto nelle città, e circa il 30% del totale nazionale delle emissioni di gas serra¹, nonostante i pur positivi effetti dell'introduzione di norme sulle emissioni dei veicoli e l'uso di tecnologie più pulite.

Oltre a impattare sulla qualità dell'aria, il traffico veicolare non solo è responsabile di incidenti gravi, inquinamento acustico e danno materico a edifici e monumenti, ma limita anche l'esperienza sociale dello spazio esterno e influenza negativamente il benessere mentale di chi lo attraversa (Hematian and Ranjbar, 2022). La restrizione dell'uso del veicolo privato, il miglioramento dell'offerta del trasporto pubblico e la realizzazione di nuove infrastrutture a supporto degli spostamenti pedonali e ciclabili si sono comunque rivelate misure efficaci per la riduzione dei costi ambientali e di salute pubblica connessi all'inquinamento urbano.

Tali politiche devono tuttavia essere integrate con altre azioni volte a garantire un ambiente sicuro, sano e attrattivo (Gianfrate and Longo, 2018), obiettivo che non può trascurare un'azione sugli oggetti che popolano lo spazio pubblico: panchine, rastrelliere, chioschi, fontanelle, sedute e altri innumerevoli elementi apparentemente di sfondo possono essere capaci di influenzare in modo significativo il carattere della città e il comportamento di chi la vive (Hassanein, 2017; Prvanov, 2017; Magnago Lampugnani, 2021; Fig. 1).

Lungo i marciapiedi, nelle piazze e negli spazi urbani di oggi non è raro imbattersi in arredi differenti per tipologia e qualità, spesso accostati in modo caotico e obsoleti sul piano tecnologico e funzionale o, ancora, dismessi, abbandonati; la loro presenza può portare a una riduzione nella qualità percepita dello spazio, o, per usare la metafora di Richard Sennett (2020), a un discorso urbano – 'nel quale gli arredi sono considerati l'equivalente delle virgolette' – non pienamente comprensibile e godibile. L'esigenza di semplificare l'immagine della città e di organizzare le dotazioni urbane secondo concetti di ordine compositivo e modulare ricorre in numerose ricerche e documenti a carattere operativo, come, ad esempio, le Linee Guida Urban Care (Ordine degli Architetti di Milano et alii, 2015), poi confluite nelle Linee Guida di Progettazione dello Spazio Pubblico promosse dal Comune di Milano e dall'Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio (2021).

La recente diffusione nel contesto metropolitano di mezzi di trasporto privato alimentati da energia elettrica, e il conseguente proliferare di attrezzature per la gestione dei veicoli (colonnine di ricarica, stazioni solari di e-bike sharing, infopoint interattivi, etc.) incrementa ulteriormente la com-

plexità, e spesso la disomogeneità, dello spazio urbano. È in questo contesto che il Design può offrire un apporto considerevole alla definizione di soluzioni sostenibili a livello di sistema, cioè come insieme integrato di servizi-prodotti-comunicazione (Camplone, 2019) in risposta a una triplice esigenza: favorire la mobilità sostenibile, arricchire l'esperienza del passeggiare, pedalare o sostare all'aperto e riordinare l'insieme dei piccoli oggetti urbani presenti nello spazio pubblico.

Alla luce di tali considerazioni il testo illustra l'esperienza condotta a Ferrara relativa al progetto di strutture urbane modulari che concentrano più servizi, anche a promozione della micromobilità elettrica, brevettate nell'ambito del progetto europeo Air Break. Dapprima il contributo inquadra il fenomeno della diffusione dei veicoli elettrici in città e la conseguente evoluzione degli oggetti urbani a supporto dei nuovi mezzi di trasporto, mettendo in evidenza gli elementi di modularità propri di tali casi studio; successivamente si illustrano gli obiettivi, le scelte di ordine compositivo e modulare e gli apporti del processo di co-design che hanno condotto alla proposta degli Smart Hubs; conclude il contributo una riflessione sugli sviluppi futuri e i primi risultati raccolti dalla sperimentazione in atto.

La ricerca si colloca nel campo del 'design del prodotto', e al contempo guarda con interesse alle strategie del progetto urbano per ridisegnare spazi pubblici più attraenti e sicuri, anche attraverso la costruzione di comunità più consapevoli e partecipi a un tema complesso come quello della qualità dell'aria. Si ritiene pertanto che il testo possa essere di interesse per i ricercatori afferenti alle molteplici discipline del progetto, impegnati su temi chiave quali il design di servizi innovativi, la progettazione e gestione di spazi pubblici, lo sviluppo sostenibile; il paper è inoltre rivolto alle istituzioni pubbliche, alle agenzie per la mobilità e le società multiservizi, ma anche agli enti di promozione del turismo e dell'attività sportiva, e a tutti i cittadini, in quanto prosumer – produttori e consumatori – di inquinamento atmosferico.

Sistemi e oggetti d'arredo per la micromobilità elettrica

E-bike, monopattini e tricicli elettrici, segway e hoverboard hanno rivoluzionato il modo di spostarsi in città negli ultimi anni, rendendolo più comodo, agevole e al tempo stesso sostenibile ed economico. I veicoli leggeri ad alimentazione elettrica offrono nuove opportunità anche alle persone con ridotte capacità motorie, e la prospettiva di poter raggiungere in autonomia distanze maggiori in un minor tempo; se confrontate con i modelli tradizionali, le biciclette a pedalata assistita agevolano il superamento dei dislivelli del terreno pur assicurando una forma di esercizio fisico sana e a basso impatto.

Inizialmente considerata una moda passeggera, la micromobilità continua a crescere: secondo il Report Ecosistema della Bicicletta edito da Banca Ifis e Marketwatch PMI (2021), gli operatori di settore prevedono di raggiungere nel 2030 i 17 milioni di bici elettriche, superando così la vendita delle biciclette muscolari. In Italia la vendita di e-bike dal 2015 al 2020 è addirittura quintuplicata e in crescita è anche il mercato dei monopattini elettrici, alla cui diffusione in Italia dal 2020 ha contribuito in modo massiccio il bonus previsto dal decreto Rilancio. Proprietà o noleggio di medio-lungo termine o per il singolo tragitto rappresentano

opzioni legate al tipo di mezzo elettrico di cui si ha necessità: il Boston Consulting Group (Lang et alii, 2022) ha stimato che, mentre per le bici elettriche il noleggio e lo sharing rappresentano a livello globale ancora un fatturato trascurabile rispetto all'acquisto, per i monopattini elettrici lo sharing vale già il doppio (Fig. 2).

A trasformarsi in relazione a questa nuova mobilità, oltre al Codice della Strada, è stata anche l'interfaccia fisica del servizio con i quartieri, dove si registra un crescente presenza di installazioni ed elementi stradali, spesso estremamente variegati in termini di estetica e dotazione tecnologica, talvolta disomogenei all'interno del paesaggio urbano. Dove parcheggiare monopattini elettrici è un altro tema cruciale a cui il progetto urbano convenzionale non sempre fornisce risposte adeguate, mentre i posteggi di microveicoli potrebbero integrarsi con altri elementi (stazione di ricarica, chiosco informazioni, vegetazione e pensiline) e offrire una gamma più vasta di servizi (Tan and Tamminga, 2020).

I nuovi oggetti urbani dedicati alla micromobilità elettrica possono ricondursi a tre famiglie ricorrenti di prodotti, con livello incrementale di complessità: colonnine di ricarica a sviluppo verticale, pensiline coperte e arredi multifunzionali. Del primo gruppo fanno parte elementi come la stazione di assistenza e ricarica e-bike Clorofilla Power (Fig. 3), prodotta dalla cesenate Buratti Meccanica e vincitrice del prestigioso Design & Innovation Award 2020 per la categoria Turismo; il modulo è rappresentato da un cilindro cavo di altezza 150 cm, saldato su una piastra dotata di pompa a pedale, su cui si innestano servizi incrementabili e personalizzabili: due bracci gommati per appendere qualunque tipo di bici, prese schuko a diverse altezze e utensili per la risoluzione dei più comuni guasti meccanici.

Altri casi studio rilevanti rientrano in questa prima famiglia, come il concept elaborato da Entwurfreich (Fig. 4), la cui costruzione modulare consente diverse varianti: palo asolato per il posteggio sicuro di biciclette classiche e colonna di ricarica per e-bike, con o senza integrazione superiore luminosa. Il V-Pole di Douglas Copland (Fig. 5) coniuga invece tecnologia e arte pubblica; in un unico elemento di 3,8 metri di altezza attrezzato per l'illuminazione stradale si concentrano hot-spot wi-fi, prese di ricarica, un dispositivo di controllo della sosta veicolare e altre funzioni implementabili con la logica dei mattoncini LEGO; in questo caso il criterio di modularità è impiegato intenzionalmente per ridurre il 'disordine' visivo determinato dalla compresenza di servizi diversi.

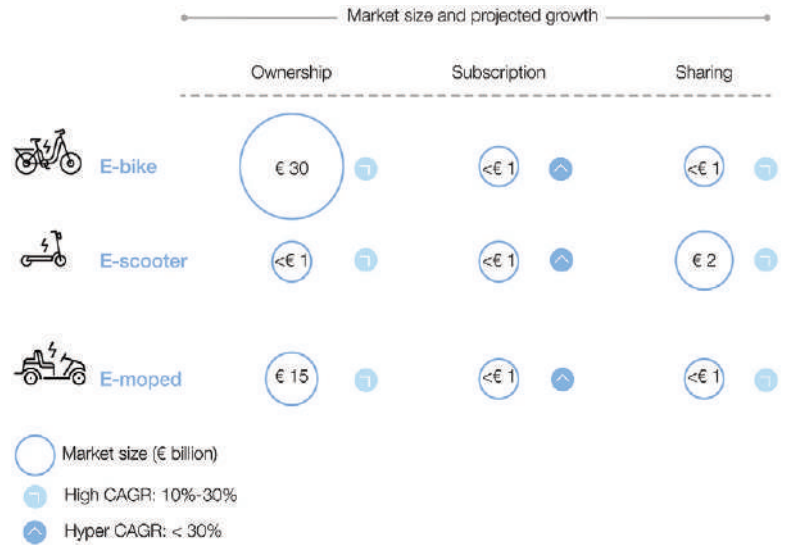
I prodotti riconducibili al secondo gruppo sono essenzialmente caratterizzati da coperture che integrano moduli fotovoltaici per alimentare la mobilità elettrica con energia altrettanto sostenibile. E-move Charging Station (Fig. 6) è un prototipo disegnato da Valentin Runggaldier nel 2009 per la Città di Bolzano: l'elevata inclinazione della struttura metallica, che ricorda una stazione di benzina in miniatura, ottimizza l'irraggiamento solare sui pannelli fotovoltaici mentre sul lato esterno della pensilina è presente una seduta in materiale idrorepellente che consente ai passanti di fare una sosta ed eventualmente ricaricare il proprio smartphone.

Rientrano infine tra gli arredi multifunzionali quegli oggetti urbani di scala anche molto diversa tra loro, ma accomunati dal duplice obiettivo di



Fig. 1 | Street furniture in a lively public space in Hafencity, Hamburg (credit: I. Fabbri, 2015).

Fig. 2 | Global micromobility market trends by vehicle and by usage: whether ownership, subscription, in which the individual rents the vehicle for a specific period and is the sole user, or sharing, in which the provider's vehicle is used for a single ride (credit: I. Fabbri, based on BCG 2021 Global Micromobility Market Trends).



offrire servizi aggiuntivi all'utente che si sposta con un mezzo elettrico e di creare una 'smart island' per il tempo libero e il lavoro (Marano, 2019). Un esempio interessante è ChillOut Hub (sviluppato nell'ambito del progetto Smart Social Spaces, una collaborazione tra Georges River Council, Street Furniture Australia, University of New South Wales e University of Sydney): il sistema modulare, che crea punti di aggregazione connessi, flessibili e ombreggiati, non è un servizio specificamente pensato per la mobilità elettrica, ma nelle sue varie configurazioni ne accoglie le esigenze. Ogni stazione si compone di una struttura modulare ad albero, elementi di arredo urbano e dispositivi IoT integrati in grado di monitorare il numero di utenti, il tempo di utilizzo dei servizi e il microclima (Fig. 7). ChillOut Hub ha vinto il prestigioso Australian Good Design Award 2022, livello oro, nella categoria design del prodotto, commercio e industria (Fig. 8).

Altro pluripremiato arredo multifunzionale è la panchina tecnologica E-Lounge di Repower, disegnata da Lanzillo&Partners e insignita nel 2020 del Compasso d'Oro ADI. E-Lounge offre un servizio di ricarica per e-bike e device come tablet e smartphone, ma anche una seduta urbana con rastrelliera integrata, wi-fi e illuminazione (Fig. 9). Lo studio sullo stato dell'arte degli arredi dedicati alla micromobilità elettrica suggerisce di adottare nel progetto un approccio modulare ancor più marcato, sia per una maggiore versatilità del servizio sia per sperimentare ulteriori possibilità di aggregazione di dotazioni urbane differenti in un unico manufatto, ai fini di migliorare le proprietà ergonomiche ed estetiche degli spazi aperti (Dembich et alii, 2020).

Contesto e obiettivi della ricerca | Gli elementi urbani modulari oggetto di questo contributo sono stati sviluppati nell'ambito di Air Break, un progetto finanziato dal programma europeo Urban Innovative Actions con una copertura finanziaria di 5 milioni di euro, di cui l'80% a carico dell'Unione Europea, e coordinato dal Comune di Ferrara insieme all'Università degli Studi di Ferrara, Sipro Ferrara, Politecnico di Milano, Fondazione Bruno

Kessler, Dedagroup Public Services srl, LabService Analytica e HERA Spa.

Gli obiettivi di Air Break sono la riduzione del 25% dei livelli di inquinamento ambientale in tre anni in specifiche aree critiche di Ferrara, il miglioramento del benessere e della sicurezza dei pendolari e la comunicazione in tempo reale della qualità dell'aria; il progetto è partito nell'autunno del 2020, adottando fin da subito due approcci distinti ma integrati: la realizzazione di interventi fisici (infrastrutture legate alla mobilità, al verde, al corredo urbano e alla sensoristica) e il coinvolgimento della collettività mediante attività di co-creazione, monitoraggio partecipativo della qualità dell'aria e strategie per incentivare comportamenti rispettosi dell'ambiente.

Numerose ricerche, tra le quali la sperimentazione condotta tra il 2018 e il 2019 a Torino nell'ambito del programma Innovation for Change, dimostrano come effettivamente la partecipazione attiva nel monitoraggio dell'aria rappresenti un volano importante per la diffusione della consapevolezza su questo tema (Vrenna and Crétier and Landén, 2019) e per garantire una maggiore efficacia delle misure volte alla riduzione dei livelli di inquinamento. COMPAIR, ad esempio, è un progetto lanciato nel 2021 dall'ECISA (European Citizen Science Association) che incentiva l'uso di sensori digitali per il monitoraggio della qualità dell'aria da parte dei cittadini di cinque città europee (Atene, Berlino, Sofia, Plovdiv e regione delle Fiandre) e promuove la co-progettazione di politiche e comportamenti sostenibili per migliorarne la qualità.²

Anche il progetto europeo VARCITIES adotta un approccio partecipativo per la trasformazione di spazi pilota in luoghi sicuri, accessibili e sani; nella città maltese di Gzira è in corso una sperimentazione lungo la trafficata Rue D'Argens volta alla riduzione dell'inquinamento atmosferico mediante tre azioni combinate che vedono il coinvolgimento dei cittadini: l'incremento delle aree verdi, l'installazione domestica di sensori per l'analisi ambientale e la riprogettazione di spazi di gioco presso strutture scolastiche.³

Di grande interesse anche il dispositivo sviluppato dall'italiana FAE Technology con il Sen-

seable City Lab del Massachusetts Institute of Technology di Boston nell'ambito di City Scanner, progetto che trasforma le vetture in centraline mobili di sensori. Con il rilevatore Flatburn ogni cittadino può misurare l'inquinamento atmosferico locale, identificarne le fonti e, idealmente, contribuire a ridurlo⁴, pur non offrendo un nuovo prodotto o servizio che incentivi un cambio di abitudini in termini di mobilità.

Analogamente ai progetti sopramenzionati, Air Break intercetta i diversi obiettivi delle politiche attuali per prevenire o ridurre gli effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente dell'inquinamento atmosferico, come la Direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo⁵, le raccomandazioni emesse dall'EEA con il Rapporto 24/2018⁶, il Decreto Legge n. 155/2010⁷ e, a livello locale, il Piano Regionale Integrato dell'Aria (PAIR 2020)⁸, il Piano Regionale Integrato dei Trasporti (PRIT2025)⁹, che mira a raggiungere il 20% della mobilità in bicicletta entro il 2025, e il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (SUMP) di Ferrara¹⁰ (Verga, 2021).

Smart Hubs: modularità del prodotto | Gli Smart Hubs sono stati progettati e brevettati da HERA Spa con il gruppo di ricerca Next City Lab (Architetti Gabriele Lelli e Ilaria Fabbri), a partire dalle sperimentazioni pregresse in tema di servizi urbani condotte per la multi utility dallo stesso Team di Ricerca afferente al Dipartimento di Architettura di Ferrara. Smart Hub è in primo luogo un punto di raccolta dati del metabolismo della città, un supporto fisico per ospitare e proteggere un sistema di sensori che monitorano la qualità ambientale, la sicurezza e i flussi urbani; in secondo luogo è un elemento urbano multifunzionale, (del tipo 'all-in-one solution') che, in un ingombro di circa 16 mq nella versione di base, concentra numerosi servizi, a partire da un sistema di ricarica e posteggio per piccoli veicoli elettrici, e ulteriori funzioni personalizzabili.

I criteri guida del progetto sono stati la multifunzionalità, la flessibilità d'uso, la riproducibilità, la trasportabilità, la compattezza e l'attrezzabilità, categorie storicamente più tipiche del progetto e del mercato americano (Dellapiana, 2022), e che

oggi, in relazione alla trasformazione degli arredi urbani offrono la possibilità di ripensare e riorganizzare la galassia di elementi che popolano il paesaggio urbano.

La concezione modulare presuppone che le parti di un oggetto siano indipendenti e possano essere utilizzate autonomamente ma anche combinate tra loro; questo approccio consente di modificare l'interazione tra le diverse componenti di un prodotto – per accogliere nuove necessità d'uso o riparare un singolo elemento, ad esempio – senza incidere sul design di base.

A livello di arredo urbano tale criterio si ritrova più frequentemente applicato ai sistemi di sedute e panchine, come evidenziato, tra gli altri, da Hasanein (2017) e da Prvanov (2017), prevalentemente per creare diverse configurazioni e favorire l'interazione, o ai chioschi temporanei (Dembich et alii, 2020), per un assemblaggio e smantellamento più veloci. Il tema della modularità ha toccato, con diverse accezioni, tutte le fasi del processo di sperimentazione degli Smart Hubs, dal disegno dell'oggetto e dei suoi servizi, all'inserimento nei quartieri e alla definizione di una rete urbana, fisica e virtuale. Ogni Smart Hub è costituito da un'unità strutturale, da una o più unità funzionali specializzate e da un'infrastruttura tecnologica IoT.

L'unità strutturale consiste in un telaio metallico verniciato, autoportante, che non necessita di fondazioni né di interventi sulla pavimentazione esistente, per semplificare l'installazione e consentire un eventuale spostamento in caso di mutate necessità urbane. Il telaio è costituito da pilastri in acciaio a sezione rettangolare, di dimensioni commerciali pari a 300 x 50 mm, la cui cavità interna è sfruttata per il passaggio dei cavi; gli scatolari reggono un elemento di copertura stonato, anch'esso di sezione rettangolare, su cui sono posizionati pannelli in vetro fotovoltaico che contribuiscono al fabbisogno elettrico dei servizi presenti. Al di sotto della copertura una barra cablata per la ricarica di piccoli mezzi di trasporto funge al contempo da irrigidimento degli scatolari verticali e da superficie per il fissaggio per le rastrelliere.

La struttura è uno scheletro che può accogliere diverse unità funzionali specializzate, veri e propri moduli progressivamente implementabili che offrono molteplici possibilità di assemblaggio a seconda dei servizi richiesti e dei siti di installazione, permettendo così un elevato grado di personalizzazione: stazione automatizzata per la consegna e il ritiro di pacchi tramite corriere, armadietto con la strumentazione di base per effettuare piccole riparazioni, pompa a pedale, defibrillatore da esterno, sistema di comunicazione in caso di emergenza, piano di lavoro, prese per l'alimentazione di dispositivi elettronici o per la ricarica di veicoli per persone con disabilità motoria: la compresenza e l'uso simultaneo delle unità funzionali specializzate non interferisce con le operazioni di posteggio dei mezzi. Smart Hub si configura un 'mobile componibile da esterno', un organismo minimo ed efficiente 'con misure adeguate a svolgere tutte le attività in sicurezza, risparmiando tempo ed energie' (Bombaci, 2020; Fig. 10).

Il Team di Ricerca ha inoltre previsto la possibilità di trasformare Smart Hub in una pensilina per l'attesa dei mezzi pubblici, tramite la riconfigurazione dell'unità strutturale minima e di alcune componenti funzionali: priva di sbalzi alle estremità, l'unità prevede la disposizione dei pilastri sui due assi mentre la barra cablata è sostituita da una lamiera fissata alla parte inferiore degli scatolari verticali, che funge da zavorra per la stabilità, e, piegandosi, da scocca a protezione del vano tecnico, da piano di appoggio e da seduta. Questo ulteriore prototipo è stato installato nel Comune di Castel Bolognese (RA) nell'ambito di una specifica ricerca connessa al miglioramento del servizio di trasporto pubblico nei centri urbani sotto i 10.000 abitanti.

A livello compositivo le valenze estetiche si fondono con il carattere funzionale: la scelta di sezioni costanti da 50 mm per pilastri ed elemento di copertura è di matrice grafica e contribuisce alla leggerezza dell'insieme, unitamente alla soluzione d'angolo aperta. Il profilo superiore, stonato, crea un vassoio, un corpo astratto dal ruolo con-

creto di proteggere i veicoli sottostanti e alloggiare la sensoristica. Le diverse componenti si inseriscono senza mai coprire la struttura, che rimane continua e leggibile nelle varie combinazioni di moduli e gradi di accessorizzazione.

Alla scala del quartiere Smart Hub si confronta anche con un altro modulo, quello del parcheggio, integrandosi nella maggior parte dei contesti carrabili; in questo caso l'ingombro dell'unità strutturale e del suo spazio d'uso, quando allestita con le varie componenti, rientra nella dimensione di due parcheggi in linea standard, sebbene il design contemporaneo ma discreto dell'oggetto si presti ad un inserimento anche in spazi pubblici più ampi. Il gruppo di ricerca ha inoltre sviluppato delle versioni più articolate che arrivano ad occupare fino a quattro parcheggi in linea, combinando la stazione per la ricarica di veicoli elettrici con altri servizi, affini per dotazione tecnologica e posizionamento, quali ad esempio un sistema innovativo per la raccolta dei rifiuti (Fig. 11).

In ultimo, l'infrastruttura tecnologica: Smart Hub alloggia in copertura un router per il wi-fi, delle telecamere per la videosorveglianza, uno strip led RGB e il kit di sensori per il rilevamento delle condizioni atmosferiche, che consente di mettere in relazione informazioni relative agli spostamenti urbani (come l'utilizzo di veicoli elettrici o del trasporto pubblico) e i dati ambientali. Nel saggio dal titolo *Healthy Transportation – A Question of Mobility or Accessibility* Andrew Mondschein (2018) evidenzia come la maggior parte delle ricerche sulla promozione di una mobilità sana valutino esclusivamente la frequenza e la distanza degli spostamenti non motorizzati, quando invece è fondamentale misurare anche l'esperienza di viaggio, sia in termini di qualità del tragitto che di salute derivante dallo spostamento.

Oggi la tecnologia consente facilmente, e a costi relativamente contenuti, di raccogliere informazioni sull'inquinamento acustico e atmosferico e su altri fattori che incidono sul comfort dell'utente quali temperatura, luce, umidità; l'installazione di questi sensori in corrispondenza delle infrastrut-



Fig. 3 | Chlorophyll recharge and repair station (credit: Buratti Meccanica).

Fig. 4 | Smartpole charging station features a modular construction that allows a base variant without electrics, to secure and park classical bikes, or a base extension with a light pole (credit: Entwurfreich).

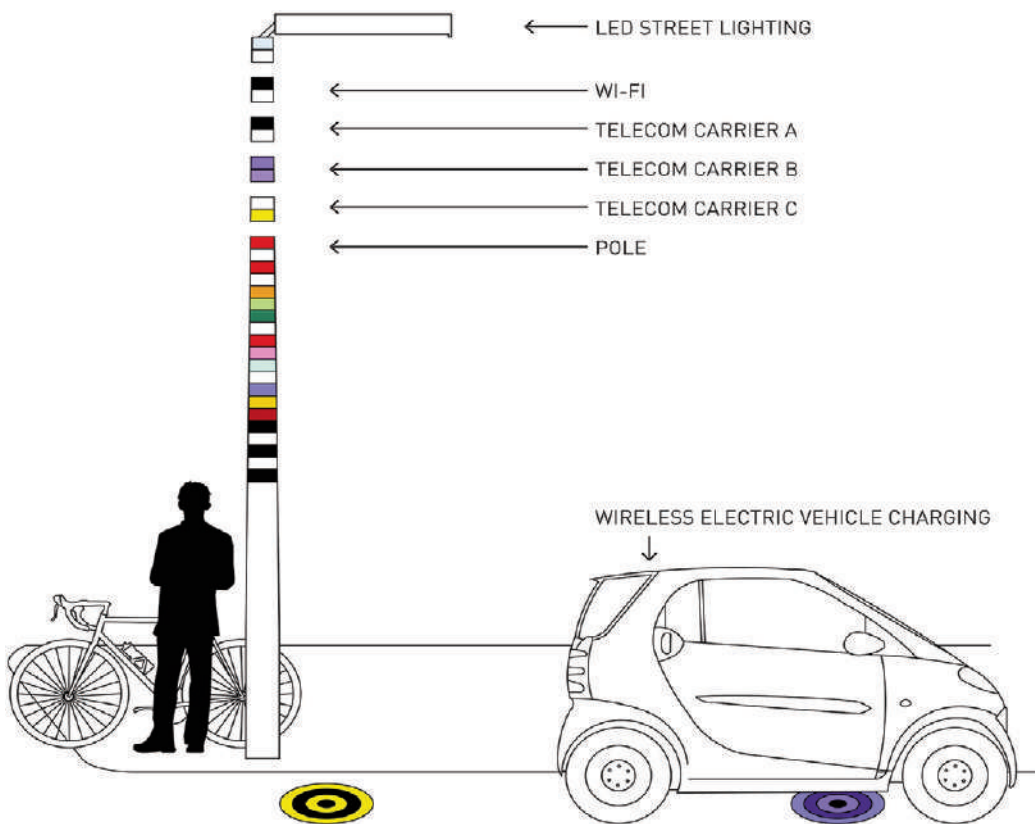


Fig. 5 | V-Pole (‘V’ for Vancouver), a slim, modular utility pole connected to underground optical wiring, delivering different services (source: dailyhive.com).

Fig. 6 | E-move charging station in Bozen, visualisation and prototype installed in Bozen (source: domusweb.it).

ture per la mobilità sostenibile, se aggregata ai dati di utilizzo del servizio, favorisce una migliore comprensione della correlazione tra scelte di viaggio e condizioni ambientali. Inoltre la concentrazione in uno stesso manufatto di più servizi per la mobilità dolce e sostenibile può offrire più motivazioni per spostarsi a piedi o in bicicletta, valorizzando le proprietà relazionali della prossimità (Manzini, 2021), generando socialità e più occasioni d’incontro e interazione tra le persone.

Metodologia e fasi della ricerca | La ricerca adotta un percorso metodologico per fasi che consente di ripetere la sperimentazione anche in altri contesti. La spina dorsale di tutto il progetto è il coinvolgimento della comunità, innanzitutto mediante un’analisi dei bisogni finalizzata alla scelta dei servizi da inserire in ambiti urbani di prossimità. Le do-

tazioni funzionali più idonee sono state infatti individuate e selezionate grazie all’apporto di cittadini, operatori economici e gruppi di interesse locali attraverso un percorso di co-creazione guidato dal Politecnico di Milano. I laboratori partecipativi si sono svolti principalmente online, fra ottobre 2020 e ottobre 2021, tramite Google Meet e la lavagna virtuale Miro (Fig. 12). La sostenibilità è diventata così un paradigma comportamentale, che fonde la componente hard del design, più legata alla morfologia e ai materiali, e quella soft delle relazioni, della condivisione, dell’innovazione sociale (Fagnoni and Olivastri, 2019).

La logica modulare che ha guidato il disegno del prodotto non solo agevola produzione e futura manutenzione, ma ha consentito di disegnare soluzioni specifiche per ogni contesto, seppur impiegando una stessa struttura di base. Definito il quadro esigenziale e i servizi da inserire, si è intrapreso il disegno generale del prototipo e delle modalità di inserimento delle componenti; contestualmente ha avuto inizio la fase di individuazione degli obiettivi urbani specifici. Anche per la scelta dei diversi contesti di installazione degli Smart Hub il Gruppo di Ricerca, insieme ad HERA Spa e all’Ufficio Tecnico del Comune di Ferrara, si è tenuto conto dei suggerimenti della comunità locale, raccolti con l’ausilio di interviste non strutturate e di osservazioni sul posto; sono stati quindi individuati i punti di convergenza di maggiore intensità dei flussi pedonali e ciclabili, gli slarghi e le piccole piazze antistanti edifici aperti al pubblico senza ancora una chiara identità funzionale ma con un potenziale di aggregazione da valorizzare (Fig. 13).

In termini di mobilità elettrica gli HUB dei quattro quartieri pilota rispondono a esigenze differenti: fermate e ricariche brevi durante lo svolgimento di attività ricreative, particolarmente rilevanti lungo la Darsena (Fig. 14), parcheggi diurni di lunga sosta, in prossimità della stazione ferroviaria (Fig. 15) e del

Tecnopolo (Fig. 16), e fermate di lunga sosta sia diurne che notturne di fronte alla piscina comunale nell’area residenziale Corti di Medoro (Fig. 17).

Una volta definita e validata la configurazione di ogni specifico HUB, si è intrapresa la valutazione economica della produzione del sistema e dell’allestimento del punto urbano scelto per poi avviare la fase di scouting delle aziende per la prototipazione. Riguardo ai costi di realizzazione dei prototipi si evidenzia preliminarmente che una produzione su numeri maggiori comporterà una riduzione del 50% circa rispetto gli importi necessari per le prime sperimentazioni; la struttura di base, priva di fondazioni, presenta un costo simile, ma competitivo (indicativamente il 5% in meno), rispetto la somma del costo di pensiline standard di pari dimensioni, con gli importi per l’esecuzione della fondazione, con i relativi collegamenti ed il ripristino della pavimentazione esistente.

In aggiunta alla soluzione standard, però, l’unità strutturale di Smart Hub è migliorativa, è cava e può essere completamente cablata, caratteristica essenziale per l’inserimento incrementale di servizi, mentre la copertura è predisposta per pannelli fotovoltaici su vetro o su pannello opaco. Il costo dello Smart Hub completamente accessorizzato è inoltre inferiore alla somma degli importi necessari per l’installazione di una pensilina e di altrettanti dotazioni e sensori considerati singolarmente nella città, che comunque necessitano di adeguato supporto, senza considerare il maggior utilizzo di spazio pubblico che questo secondo caso richiede.

Le successive fasi della ricerca hanno contemplato la verifica della funzionalità del prototipo in ambiente controllato (presso l’officina selezionata per la realizzazione), con conseguente revisione del design e dell’inserimento dei moduli, anche grazie al coinvolgimento di un’utenza di riferimento. Ha fatto seguito la fase di installazione e collaudo nei luoghi selezionati, la messa in attività e la programmazione della gestione dei servizi. Ogni Smart Hub è specificatamente progettato per durare a lungo nello spazio pubblico e garantire una semplice manutenzione, grazie alla possibilità di sostituzione delle dotazioni per componenti, favorire la percezione di una maggiore cura del bene pubblico e incentivare un maggior rispetto dello stesso.

Infine è stata attivata una fase di verifica dei risultati ottenuti dalla sperimentazione, della soddisfazione degli utenti e del gestore, nonché uno studio per valutare un eventuale ampliamento della rete degli HUB in città, con una logica di progetto incrementale.

Risultati della sperimentazione e sviluppi futuri

Ad oggi Air Break è entrato nella sua fase conclusiva, senza significativi ritardi o variazioni rispetto il progetto originario, nonostante l’impatto della pandemia sulla prima fase, l’aumento dei prezzi e le difficoltà di reperimento di alcuni materiali. L’attivazione di una rete di 14 centraline ambientali, 4 delle quali a bordo degli Smart Hubs, e di altri sensori chimico-olfattivi è stata completata nel mese di Marzo del 2023: i dati rilevati hanno restituito una riduzione del 10% degli inquinanti atmosferici e del 20% di PM10 depositato rispetto all’anno 2019, anche grazie alla connessione della rete delle piste ciclabili e alla piantumazione di 2.000 alberi. Ma soprattutto, Air Break ha visto il coinvolgimen-

to di oltre 3.000 persone, tra imprese, gruppi di interesse, residenti e pendolari che hanno preso parte alle diverse iniziative di sensibilizzazione, monitoraggio e co-creazione.

Nonostante la sperimentazione sia ancora in corso e la diffusione sul territorio ferrarese per il momento limitata ai quattro quartieri pilota, questa esperienza fornisce un contributo alla ricerca teorica e applicata, essendo replicabile anche in altri contesti, grazie ai costi contenuti di realizzazione, alla struttura facilmente assemblabile e trasportabile e ai servizi gradualmente implementabili (Lelli and Fabbri, 2021). In ragione della volontà espressa dall'Amministrazione di Ferrara di estendere le infrastrutture sperimentali a tutto il territorio comunale e dell'interesse mostrato da altre Municipalità, il progetto affronterà tutte le criticità e i punti di debolezza emersi durante la fase di test: necessità di ottimizzare alcune connessioni strutturali e sostituzione di elementi di finitura anti vandalismo e furto degli strumenti di riparazione bici, che sono stati fissati alla struttura con agganci più robusti. Va tuttavia evidenziato che gli atti di vandalismo si sono verificati prima dell'attivazione della rete di videosorveglianza a bordo degli Smart Hubs, dopodiché non si sono ripetuti fenomeni analoghi.

Tutt'ora sono in corso osservazioni sul campo e interviste agli utenti degli HUB che consentiranno di migliorare l'esperienza d'uso e incrementare l'utilizzo del servizio. Dalle rilevazioni finora effettuate si evince che, al di là del disegno dell'oggetto, il successo della proposta molto dipende dalla gestione dei servizi e dalla scelta della location. La gestione di tutti gli accessori è fondamentale: il sistema è efficace se tutte le sue componenti sono funzionanti e in rete (con possibilità di controllo da remoto dei dati ambientali e acustici, della videosorveglianza, dei dimmeraggi dell'illuminazione, etc.). La scelta del luogo di installazione dell'HUB deve essere inoltre molto attenta, deve intercettare un punto di passaggio e sosta realmente strategico e visibile per garantirne l'uso nel tempo; naturalmente, come evidenziato in preceden-

za, anche la scelta delle dotazioni deve essere opportuna. Ulteriori versioni vedranno inoltre l'affiancamento di Smart Hub a sistemi di erogazione d'acqua potabile, servizio particolarmente sinergico con il tema della mobilità dolce (Fig. 18).

In conclusione è possibile affermare che Smart Hub sia in grado di rispondere alle esigenze di arricchire i servizi nello spazio pubblico e l'offerta di ricarica per piccoli veicoli elettrici e di monitorare la qualità dell'aria. Il progetto di un sistema aperto, modulare e implementabile a seconda delle esigenze specifiche del quartiere, con diverse possibilità di personalizzazione e assemblaggio (Fig. 19), ha consentito di accorpate in un unico prodotto diversi servizi urbani, riordinando quegli elementi che spesso si accumulano con disomogeneità nell'ambiente esterno, e di rispondere, senza i costi di un prodotto su misura, alle necessità espresse o inesprese da utenti, comunità locale e territorio.

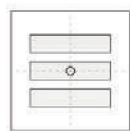
Contemporary public open space is marked by great complexity due to the co-presence of numerous instances: mobility, exchange and aggregation, but also critical issues such as congestion, degradation, social conflict and air pollution, the latter responsible for 4.2 million premature deaths in 2019 (WHO, 2022). According to the most recent Legambiente Report entitled Mal'Aria di Città (Minutolo, Frasso and Pandolfo, 2023), air pollution in Italy is still decreasing too slowly, putting at risk the health of citizens who are chronically exposed to concentrations of pollutants that are still too high. The European Environmental Agency (EEA, 2023) also confirms this negative trend: transportation continues to be a significant source of air pollution, especially in cities, and about 30 percent of total national greenhouse gas emissions¹, despite the albeit positive effects of the introduction of vehicle emission standards and the use of cleaner technologies.

In addition to impacting air quality, vehicular traffic is not only responsible for serious accidents, noise pollution, and material damage to buildings and monuments, but it also limits the social experience of outdoor space and negatively affects the mental well-being of those who pass through it (Hematian and Ranjbar, 2022). Restricting private vehicle use, improving public transport provision, and building new infrastructure to support pedestrian and bicycle travel have, however, proven to be effective measures for reducing the environmental and public health costs associated with urban pollution. However, these policies must be complemented with other actions aimed at ensuring a safe, healthy, and attractive environment (Gianfrate and Longo, 2018), a goal that cannot neglect action on the objects that populate public space: benches, racks, kiosks, drinking fountains, seating, and countless other seemingly background elements can be capable of significantly influencing the character of the city and the behaviour of those who live in it (Hassanein, 2017; Prvanov, 2017; Magnago Lampugnani, 2021; Fig. 1).

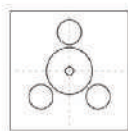
Along today's sidewalks, squares and urban spaces, it is not uncommon to come across furnishings that differ in type and quality, often chaotically juxtaposed and technologically and functionally obsolete or, again, disused, abandoned; their presence can lead to a reduction in the perceived quality of space, or, to use Richard Sennett's (2020) metaphor, to an urban discourse – 'in which furnishings are considered the equivalent of quotation marks' – that is not fully understandable and enjoyable. The need to simplify the image of the city and to organise urban endowments according to compositional and modular order concepts recurs in numerous research and documents of an operational nature, such as, for example, the Urban Care Guidelines (Ordine degli Architetti di Milano et alii, 2015), later merged into the Public Space Design Guidelines promoted by the Comune di Milano and the Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio (2021).

Site-specific prototypes

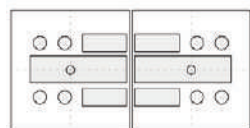
Modules were mixed and matched to create unique social spaces



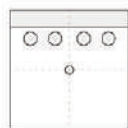
Module A
3500x3500 mm
Picnic table setting



Module B
3500x3500 mm
Circular benches + 3 tables



Module C
3500x7000 mm
Communal table setting



Module D
3500x3500 mm
Lookout table + 4 stools



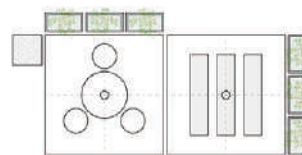
Escola bin
395x789 mm



Arque fountain
770x450 mm



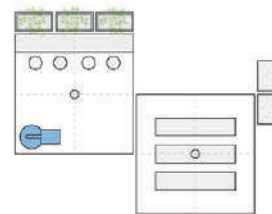
Frame planter
500x1000 mm



Site 1: Kogarah
Combination module B and A



Site 2: Mortdale
Combination module D and C



Site 3: Hurstville
Combination module C and A

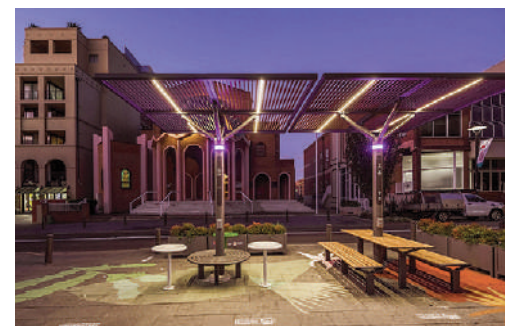


Fig. 7 | ChillOUT Hub modular system responds to the needs of different communities and sites (credit: I. Fabbri, based on Smart Social Spaces project scheme).

Fig. 8 | ChillOUT Hub in Kogarah, New South Wales (credit: Street Furniture Australia).



Fig. 9 | E-Lounge multifunctional bench with the triple charging role for electric bikes, smartphones, and people sitting down to rest (credit: Lanzillo & partners).

The recent diffusion in the metropolitan context of electric-powered private transportation, and the consequent proliferation of vehicle management equipment (charging stations, solar e-bike sharing stations, interactive info points, etc.) further increases the complexity, and often the unevenness, of urban space. It is in this context that Design can make a considerable contribution to the definition of sustainable solutions at the system level, i.e., as an integrated set of services-products-communication (Camplone, 2019) in response to a threefold need: to encourage sustainable mobility, to enrich the experience of walking, cycling or standing outdoors, and to reorder the set of small urban objects in public space.

In light of these considerations, the text illustrates the experience conducted in Ferrara related to the project of modular urban structures concentrating multiple services, also promoting electric micromobility, patented within the European research project Air Break. First, the contribution frames the phenomenon of the diffusion of electric vehicles in the city and the consequent evolution of urban objects to support the new means of transport, highlighting the elements of modularity peculiar to such case studies; then the objectives, compositional and modular order choices and the contributions of the co-design process that led to the Smart Hubs proposal are illustrated. This contribution concludes with a reflection on future developments and initial results gathered from the ongoing experimentation.

The research is in the field of 'product design', while at the same time looking with interest at urban design strategies for redesigning more attractive and safer public spaces, including through building more aware and participatory communities on such a complex issue as air quality. Therefore, it is believed that the text may be of interest to researchers pertaining to the multiple disciplines of design, engaged in key issues such as innovative service design, public space design and management, and sustainable development; the paper is also aimed at public institutions, mobility agencies and multi-service companies, as well as tourism and sports promotion bodies, and all citizens, as prosumers – producers and consumers – of air pollution.

Electric micromobility systems and furnishings | E-bikes, electric scooters and tricycles, segways, and hoverboards have revolutionised the way people get around the city in recent years, making it more comfortable, easier, and at the same time

sustainable and economical. Lightweight electric-powered vehicles also offer new opportunities for people with reduced mobility, and the prospect of being able to reach greater distances independently in less time; when compared with traditional models, pedal-assisted bicycles make it easier to overcome uneven terrain while providing a healthy, low-impact form of exercise.

Initially considered a passing fad, micromobility continues to grow: according to the Bicycle Ecosystem Report published by Banca Ifis and Marketwatch PMI (2021), industry players expect to reach 17 million e-bikes in 2030, surpassing the sale of muscle bikes. In Italy, the sale of e-bikes from 2015 to 2020 has even increased fivefold, and the market for electric scooters is also growing, to whose diffusion in Italy from 2020 the bonus provided by the Rilancio decree has contributed massively.

Ownership or medium- to long-term or single-ride rental represent options related to the type of electric vehicle one needs: the Boston Consulting Group (Lang et alii, 2022) estimated that while for electric bikes, rental and sharing still represent globally negligible revenue compared to purchase, for electric scooters, sharing is already worth twice as much (Fig. 2).

Also transforming in relation to this new mobility, in addition to the Highway Code, has been the physical interface of the service with neighbourhoods, where there is an increasing presence of installations and street elements, often extremely varied in terms of aesthetics and technological equipment, sometimes uneven within the urban landscape. Moreover, where to park electric scooters is a crucial issue to which conventional urban design does not always provide adequate answers, while microvehicle parking spaces could integrate with other elements (such as charging station, information kiosk, vegetation, and shelters) and offer a wider range of services (Tan and Tamminga, 2020).

New urban objects dedicated to electric micromobility can be traced to three recurring families of products, with incremental level of complexity: vertically developed charging stations, covered shelters, and multifunctional furniture. The first group includes elements such as the Clorofilla Power e-bike assistance and charging station (Fig. 3), produced by Cesena-based Buratti Meccanica and winner of the prestigious 2020 Design & Innovation Award for the Tourism category; the module is represented by a hollow cylinder 150 cm high, welded on a plate equipped with a foot pump, on which are grafted increasable and customisable services: two rubberised arms to hang any type of bike, schuko sockets at different heights and tools for the resolution of the most common mechanical failures.

Other relevant case studies fall into this first family, such as the concept developed by Entwurfreich (Fig. 4), whose modular construction allows for several variations: slotted pole for safe parking of classic bicycles and charging column for e-bikes, with or without upper light integration. Douglas Copland's V-Pole (Fig. 5), on the other hand, combines technology and public art; in a single 3.8-meter-high element equipped for street lighting, wi-fi hot spots, charging outlets, a vehicular parking control device, and other functions that can be implemented with LEGO brick logic are concentrated; in this case the modularity criterion is in-

tionally employed to reduce the visual 'clutter' brought about by the co-presence of different services.

Products attributable to the second group are essentially characterised by roofs that integrate photovoltaic modules to power electric mobility with equally sustainable energy. E-move Charging Station (Fig. 6) is a prototype designed by Valentin Runggaldier in 2009 for the City of Bolzano: the high inclination of the metal structure, reminiscent of a miniature gas station, optimises solar radiation on the photovoltaic panels while the outer side of the canopy features a seat made of water-repellent material that allows passersby to take a break and possibly recharge their smartphones.

Finally, multifunctional furniture includes those urban objects that may vary in scale, but share the dual goals of offering additional services to the electrically driven user and creating a 'smart island' for leisure and work (Marano, 2019). An interesting example is ChillOut Hub (developed as part of the Smart Social Spaces project, a collaboration between Georges River Council, Street Furniture Australia, University of New South Wales, and University of Sydney): the modular system, which creates connected, flexible, and shaded gathering points, is not a service specifically designed for electric mobility, but in its various configurations accommodates its needs. Each station consists of a modular tree-like structure, street furniture elements, and integrated IoT devices that can monitor the number of users, service usage time, and microclimate (Fig. 7). ChillOut Hub won the prestigious Australian Good Design Award 2022, gold-level, in the category of product design, commerce and industry (Fig. 8).

Another award-winning multifunctional piece of furniture is Repower's E-Lounge technology bench, designed by Lanzillo&Partners and awarded the ADI Compasso d'Oro in 2020. E-Lounge offers a charging service for e-bikes and devices such as tablets and smartphones, but also an urban seat with integrated rack, Wi-Fi and lighting (Fig. 9). The study on the state-of-the-art furnishings dedicated to electric micromobility suggests that an even more pronounced modular approach should be adopted in the project, both for greater versatility of the service and to experiment with further possibilities of aggregating different urban endowments into a single artefact in order to improve the ergonomic and aesthetic properties of open spaces (Dembich et alii, 2020).

Research background and objectives | The modular urban elements that are the subject of this contribution were developed as part of Air Break, a project funded by the European Urban Innovative Actions program with a financial coverage of 5 million euros, 80 percent of which is supported by the European Union, and coordinated by the Municipality of Ferrara together with the University of Ferrara, Sipro Ferrara, Politecnico di Milano, Fondazione Bruno Kessler, Dedagroup Public Services srl, LabService Analytica and HERA Spa.

Air Break's goals are to reduce environmental pollution levels by 25 percent in three years in specific critical areas of Ferrara, improve the well-being and safety of commuters, and provide real-time reporting of air quality. The project started in the fall of 2020, adopting two distinct but integrated approaches from the outset: the implementa-

tion of physical interventions (infrastructure related to mobility, greenery, urban equipment, and sensor technology) and community involvement through co-creation activities, participatory monitoring of air quality, and strategies to incentivise environmentally friendly behaviours.

Numerous researches, including the trial conducted between 2018 and 2019 in Turin as part of the Innovation for Change program, show how indeed active participation in air monitoring is an important driver for spreading awareness on this issue (Vrenna and Crétier and Landén, 2019) and ensuring that measures to reduce pollution levels are more effective. COMPAIR, for example, is a project launched in 2021 by ECSA (European Citizen Science Association), which incentivises the use of digital sensors for air quality monitoring by citizens in five European cities (Athens, Berlin, Sofia, Plovdiv, and Flanders region) and promotes the co-design of sustainable policies and behaviours to improve air quality.²

The European VARCITIES project also takes a participatory approach to transforming pilot spaces into safe, accessible and healthy places; in the Maltese city of Gzira, an experiment is underway along the busy Rue D'Argens aimed at reducing air pollution through three combined actions involving citizens: increasing green areas, home installation of sensors for environmental analysis and redesigning play spaces at school structures.³

Also of great interest is the device developed by Italy's FAE Technology with the Senseable City Lab at the Massachusetts Institute of Technology in Boston as part of City Scanner, a project that transforms cars into mobile sensor stations. With the Flatburn detector, every citizen can measure local air pollution, identify its sources and, ideally, help reduce it⁴, while not offering a new product or service that incentivises a change in mobility habits.

Similar to the aforementioned projects, Air Break intercepts the various objectives of current policies to prevent or reduce the harmful effects of air pollution on human health and the environment, such as Directive 2008/50/EC of the European Parliament⁵, the recommendations issued by the EEA with Report 24/2018⁶, the Italian Decree Law no. 155/2010⁷ and, at the local level, the Integrated Regional Air Plan (PAIR 2020)⁸, the Integrated Regional Transportation Plan (PRIT2025)⁹, which aims to achieve 20 percent of mobility by bicycle by 2025, and Ferrara's Sustainable Urban Mobility Plan (SUMP)¹⁰ (Verga, 2021).

Smart Hubs: product modularity | Smart Hubs have been designed and patented by HERA Spa with the Next City Lab research group (Architects Gabriele Lelli and Ilaria Fabbri), starting from previous experiments in urban services conducted for the multi-utility by the same Research Team afferent to the Department of Architecture of Ferrara. Smart Hub is, first of all, a data collection point of the city's metabolism, a physical support to house and protect a system of sensors that monitor environmental quality, safety and urban flows; secondly, it is a multifunctional urban element (of the 'all-in-one solution' type) that, in a footprint of about 16 square meters in the basic version, concentrates numerous services, starting with a charging and parking system for small electric vehicles, and further customisable functions.

	charge station	bench	parcel locker	power plugs	standing desk	FV glass panels	bike repair kit	automated external defibrillator	SCS device	RGB led lights	Wi-Fi	security cameras	sensors	waste collection
	●	●	×	●	●	●	×	×	×	●	●	●	●	×
	●	×	×	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	×
	●	×	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	×
	●	×	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	×	●	×	●	●	●	×	×	×	●	●	●	●	×

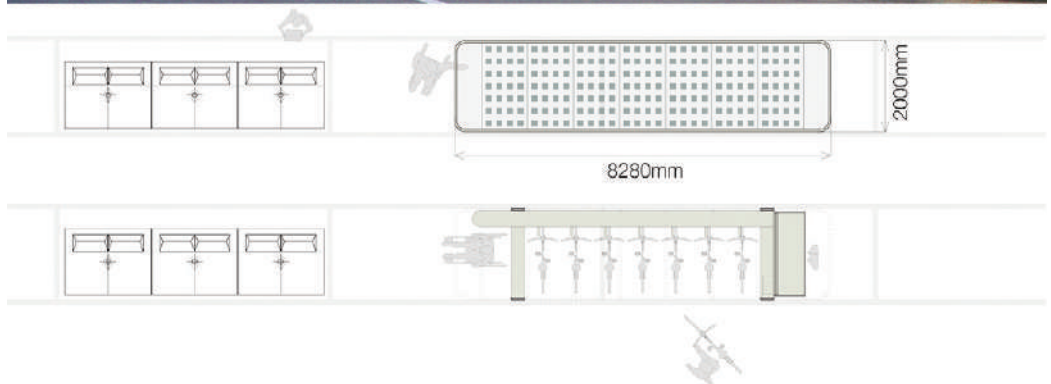


Fig. 10 | Smart Hub different configurations within the same basic structural unit (credit: I. Fabbri).

Fig. 11 | Smart Hub, in its base version, fits two parallel parking spots, including the clear floor space to be properly maintained and used (credit: I. Fabbri).

The guiding criteria of the project were multi-functionality, flexibility of use, reproducibility, transportability, compactness, and capability of being improved in functionality, categories historically more typical of the American design and market (Dellapiana, 2022), and which today, in relation to the transformation of urban furniture offer the possibility of rethinking and reorganising the galaxy of elements that populate the urban landscape.

Modular design assumes that the parts of an object are independent, and can be used independently but also combined with each other; this approach allows the interaction between different components of a product to be modified – to accommodate new usage needs or repair a single element, for example – without affecting the basic design.

At the level of street furniture, this criterion is most frequently applied to seating and bench systems, as highlighted by Hassanein (2017) and Pryanov (2017), among others, mainly to create different configurations and encourage interaction, or to temporary kiosks (Dembich et alii, 2020), for faster assembly and dismantling. The theme of modularity has permeated, in various facets, all stages of the Smart Hubs experimentation process, from the design of the object and its services to its integration into neighbourhoods and the establishment of a physical and virtual urban network. Each Smart Hub comprises a structural unit, one or more specialised functional units, and an IoT technological infrastructure.

The structural unit consists of a painted, self-supporting metal frame that does not require foundations or work on the existing pavement, to simplify installation and allow for possible relocation in case of changing urban needs. The frame consists of rectangular-section steel pillars, with a commercial size of 300 x 50 mm, whose internal cavity is exploited for the passage of cables; the box-shaped profiles support a roofing element with rounded corners, also with a rectangular section, on which photovoltaic glass panels are placed to contribute to the electrical needs of the services present. Below the cover, a wired bar for charging small vehicles serves both as a stiffener for the vertical boxes and as a fastening surface for the racks. The structure is a skeleton that can accommodate

several specialised functional units, true progressively implementable modules that offer multiple assembly possibilities depending on the required services and installation sites, thus allowing a high degree of customisation: automated station for delivery and pickup of packages by courier, cabinet with basic tools for small repairs, foot pump, outdoor defibrillator, communication system in case of emergency, work surface, sockets for powering electronic devices or for charging vehicles for people with motor disabilities: the co-presence and simultaneous use of the specialised functional units does not interfere with vehicle parking operations. Smart Hub is configured as a ‘modular piece of furniture for outdoor mobile’, a minimal and efficient organism ‘with adequate measures to perform all activities safely, saving time and energy’ (Bombaci, 2020; Fig. 10).

The Research Team also envisaged the possibility of transforming Smart Hub into a canopy for waiting for public transport, through the reconfiguration of the minimum structural unit and some functional components: without overhangs at the ends, the unit provides for the arrangement of the pillars on the two axes while the wired bar is replaced by a sheet metal fixed to the lower part of the vertical box-shaped profiles, which acts as a ballast for stability, and, by bending, as a shell to protect the technical compartment, as a support surface and as a seat. This additional prototype was installed in the Municipality of Castel Bolognese (RA) as part of specific research related to improving public transportation service in urban centres under 10,000 inhabitants.

At the compositional level, aesthetic values merge with functional character: the choice of constant 50 mm sections for pillars and roof element is graphic in nature and contributes to the lightness of the whole, together with the open corner solution. The upper, rounded profile creates a tray, an abstract body with the concrete role of protecting the vehicles below and housing the sensors. The different components fit together without ever covering the structure, which remains continuous and legible in the various combinations of modules and degrees of accessorisation.

The Smart Hub concept also interfaces with another parking module at the neighbourhood

scale, seamlessly integrating into most road contexts. In this case, the footprint of the structural unit and its functional space, when equipped with various components, fits within the dimensions of two standard parallel parking spaces, despite the contemporary yet discreet design of the object allowing for placement in larger public spaces. Furthermore, the research group has developed more elaborate versions that can occupy up to four parallel parking spaces, combining the electric vehicle charging station with other technologically equipped and strategically positioned services, such as an innovative waste collection system (Fig. 11).

Lastly, the technological infrastructure: Smart Hub houses a router for wi-fi, cameras for video surveillance, an RGB LED strip, and the weather sensing sensor kit, which enables the linking of urban travel information (such as electric vehicle or public transport use) and environmental data. In the essay titled Healthy Transportation – A Question of Mobility or Accessibility Andrew Mondschlein (2018) points out that most research on promoting healthy mobility assesses only the frequency and distance of non-motorized travel, when it is critical to measure the travel experience as well, both in terms of the quality of the trip and the health resulting from the trip.

Today, technology makes it easy, and relatively inexpensive, to collect information on noise and air pollution and other factors that affect user comfort such as temperature, light, and humidity; the installation of these sensors at sustainable mobility infrastructure, when aggregated with service use data, fosters a better understanding of the correlation between travel choices and environmental conditions. In addition, the concentration of multiple services for sustainable and soft mobility in the same artefact can offer more motivation to travel by foot or bicycle, enhancing the relational properties of proximity (Manzini, 2021) by generating sociality and more opportunities for people to meet and interact.

Methodology and phases of the research | The

research adopts a phased methodological path that allows the experimentation to be repeated in other contexts. The backbone of the entire project is the community’s involvement, first and foremost through a needs analysis aimed at selecting services to be included in urban neighbourhood settings. The most suitable functional endowments were identified and selected thanks to the input of citizens, economic operators and local interest groups through a co-creation process led by the Milan Polytechnic. The participatory workshops took place mainly online, between October 2020 and October 2021, through Google Meet and the Miro virtual whiteboard (Fig. 12). Sustainability thus became a behavioural paradigm, merging the hard component of design, more related to morphology and materials, and the soft component, of relationships, sharing, and social innovation (Fagnoni and Olivastri, 2019).

The modular logic that guided the product’s design not only facilitates production and future maintenance, but even before that, it allowed the design of context-specific solutions, albeit employing the same basic structure. Having defined the demand framework and the services to be included, the general design of the prototype and

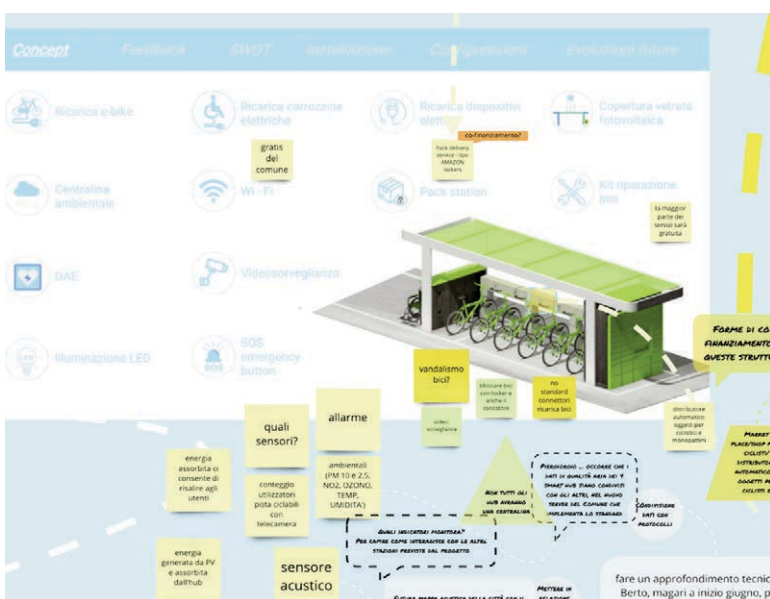


Fig. 12 | A screenshot from Miro Board used during an online co-creation workshop (credit: Politecnico di Milano).

the way in which the components would be inserted were undertaken; at the same time, the phase of identifying specific urban objectives began. Also for the choice of the different contexts for the installation of the Smart Hubs, the Research Group, together with HERA Spa and the Technical Office of the Municipality of Ferrara, made use of the suggestions of the local community, collected with the help of unstructured interviews and on-site observations; thus, the points of convergence of greater intensity of pedestrian and bicycle flows, the open spaces and small squares in front of buildings open to the public without yet a clear functional identity but with an aggregation potential to be enhanced were identified (Fig. 13).

In terms of e-mobility, the HUBs in the four pilot districts meet different needs: short stops and recharges during the course of recreational activities, which are particularly relevant along the Darsena (Fig. 14), daytime long-stay parking lots near the train station (Fig. 15) and the Technopole (Fig. 16), and both daytime and night-time long-stay stops in front of the municipal swimming pool in the Corti di Medoro residential area (Fig. 17).

Once the configuration of each specific HUB was defined and validated, the economic evaluation of the production of the system and the setting up of the chosen urban point was undertaken and then the scouting phase of companies for prototyping began. Regarding the cost of making the prototypes, it is preliminarily pointed out that a production on larger numbers will result in a reduction of about 50 percent compared to the amounts needed for the first experiments; the basic structure, without foundations, presents a similar, but competitive cost (indicatively 5 percent less), compared to the sum of the cost of standard shelters of the same size, with the amounts for the execution of the foundation, with its connections and the restoration of the existing pavement.

In addition to the standard solution, however, the Smart Hub's structural unit is ameliorative; it is hollow and can be fully wired, an essential feature for incremental insertion of services, while the canopy can be covered with either glazed photovoltaic panels or opaque panels. The cost of the fully accessorized Smart Hub is also less than the sum of the amounts needed to install a canopy and as many endowments and sensors considered individually in the city, which in any case need adequate support, without considering the greater use of public space that the latter case requires.

Subsequent stages of the research contemplated verification of the prototype's functionality in a controlled environment (at the workshop selected for implementation), resulting in a review of the design and insertion of the modules, including through the involvement of a target audience. This was followed by installation and testing at the selected locations, commissioning, and service management planning. Each Smart Hub is specifically designed to last for a long time in the public space and ensure easy maintenance, thanks to the possibility of replacement of equipment by components, on the one hand fostering the perception of greater care for the public good, and on the other encouraging greater respect for it. Finally, a phase of verification of the results obtained from the trial, user and operator satisfaction, and a study to evaluate a possible expansion of the HUB network in the city was activated, with an incremental project logic.

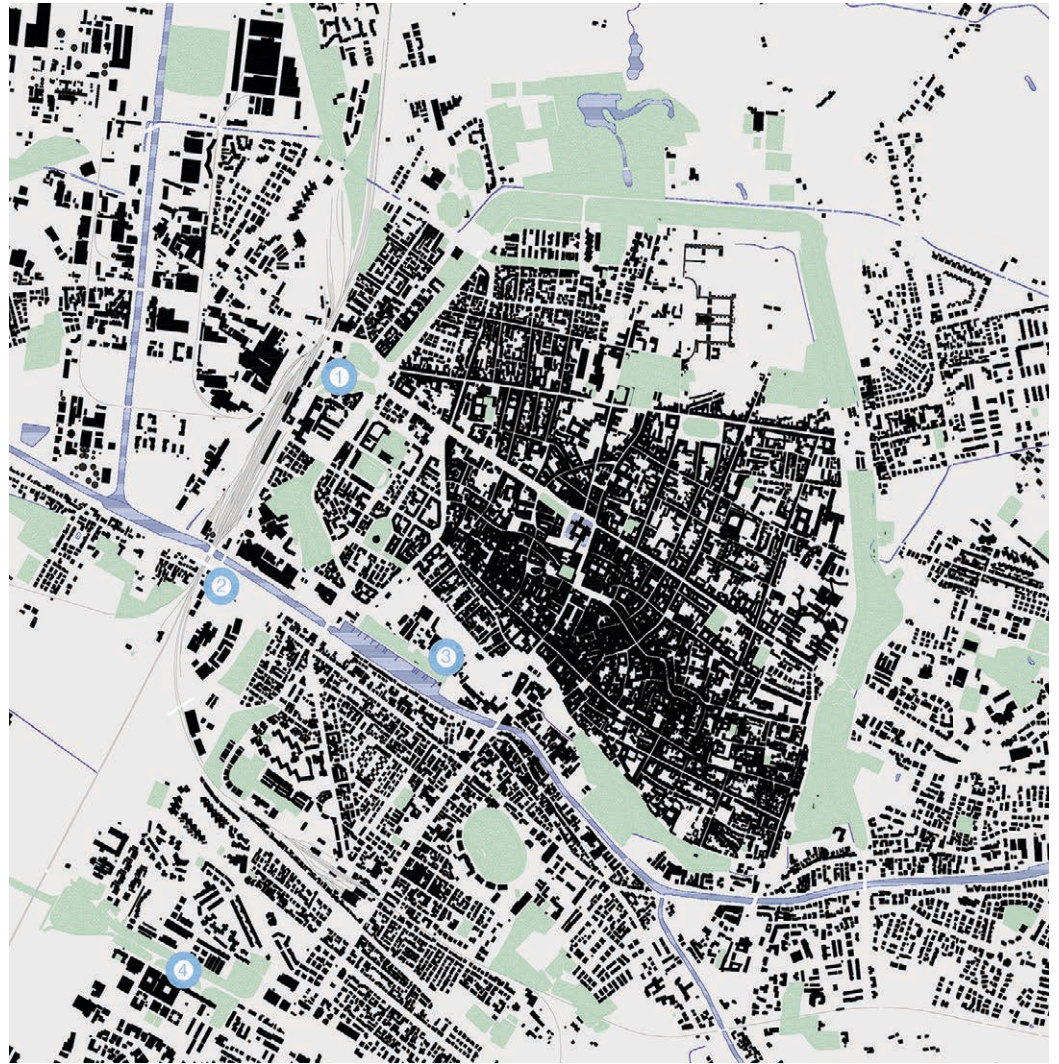


Fig. 13 | The selected demo sites where Smart Hubs are installed: 1) Rail station; 2) Ferrara Technopole; 3) Darsena; 4) Corti di Medoro (credit: I. Fabbri).

Results of the trial and future developments | To date, Air Break has entered its final phase, without significant delays or changes from the original project, despite the impact of the pandemic on the first phase, rising prices, and difficulties in sourcing some materials. The activation of a network of 14 environmental control units, 4 of them on board Smart Hubs, and other chemical-olfactory sensors was completed in March 2023: the data collected returned a 10 percent reduction in air pollutants and 20 percent reduction in deposited PM10 compared to the year 2019, thanks in part to the connection of the bike path network and the planting of 2,000 trees. Most importantly, Air Break involved more than 3,000 people, including businesses, interest groups, residents and commuters who took part in the various awareness, monitoring and co-creation initiatives. Although the experimentation is still in progress and the dissemination in the Ferrara territory is, for now, limited to the four pilot neighbourhoods, this experience provides a contribution to theoretical and applied research, being replicable in other contexts as well, thanks to the low cost of implementation, the easily assembled and transportable structure, and the gradually implementable services (Lelli and Fabbri, 2021).

Because of the Ferrara Administration's expressed willingness to extend the experimental

infrastructure to the entire municipal area and the interest shown by other municipalities, the project will address all the critical issues and weaknesses that emerged during the testing phase, from the need to optimise some structural connections to the replacement of anti-vandalism and theft-resistant finishing elements of some bike repair tools, which have been attached to the structure with stronger hooks. However, it should be noted that vandalism occurred before the activation of the video surveillance network on board the Smart Hubs, after which similar phenomena did not recur.

Field observations and interviews with users of the HUBs are still ongoing, which will help improve the user experience and increase service utilisation. The findings so far suggest that, beyond the object's design, the proposal's success depends on the management of services and the choice of location. The management of all accessories is crucial: the system is effective if all its components are functioning and networked (with the possibility of remote control of environmental and acoustic data, video surveillance, lighting dimmers, etc.). The choice of location for the HUB must also be very careful; it must intercept a truly strategic and visible point of passage and parking to ensure its use over time; of course, as highlighted above, the choice of equipment must also be appropriate. Further versions will also see Smart Hubs



Fig. 14 | Smart Hub in the green area between Darsena Street and Burana Canal, recently renovated by the Municipality of Ferrara (credit: F. Mantovani).

Fig. 15 | Smart Hub in front of Ferrara railway station (credit: F. Mantovani).

Fig. 16 | Smart Hub at Ferrara Technopole, close to cycle lanes and nodal roads (credit: F. Mantovani).

Fig. 17 | Smart Hub prototype along the bicycle lane in Corti di Medoro neighbourhood, near shops, student residences and a municipal swimming pool (credit: F. Mantovani).

Fig. 18 | Tentative visualisation of a Smart Hub in the green area along Darsena Street, experimenting with the fruitful combination of smart drinking fountain, public seating and the multi-functional structure dedicated to electrical mobility (credit: Next City Lab UniFe).

Fig. 19 | Modular approach allows to change different parts of the product: as requirements change, individual parts can change as well without affecting the basic design; if individual elements are damaged, they can be easily replaced (credit: F. Mantovani).

being paired with drinking water delivery systems, a service that is particularly synergistic with the theme of soft mobility (Fig. 18).

In conclusion, it is possible to say that Smart Hub is able to meet the needs of enriching services in public space and the supply of charging for small electric vehicles and monitoring air qual-

ity. The design of an open, modular system that can be implemented according to the specific needs of the neighbourhood, with different possibilities for customisation and assembly (Fig. 19), has made it possible to amalgamate different urban services into a single product, rearranging those elements that often accumulate unevenly in the out-

door environment, and to respond, without the costs of a custom-made product, to the needs expressed or unexpressed by users, the local community and the territory.

Acknowledgements

The prototype charging point for electric bicycles and other services called PuntoNet Bike (patent holders: E. Piraccini, S. Allegra, G. Lelli, I. Fabbri and W. Nicolino) was optimised and developed in the Smart Hub version as part of the Air Break project by the Hera Group (E. Piraccini, S. Allegra, G. Mengozzi and P. Mangifesta) in collaboration with architects G. Lelli and I. Fabbri.

Notes

1) More information on 'Italy's long-term strategy on greenhouse gas emission reduction' can be found at: mase.gov.it/sites/default/files/lts_january_2021.pdf [Accessed 10 October 2023].

2) More information can be found at: ecsa.citizen-science.net/cases/compare-together-for-a-better-air/ [Accessed 10 October 2023].

3) More information can be found at: varcities.eu/pilot-cities/gzira-malta/ [Accessed 10 October 2023].

4) More information can be found at: news.mit.edu/2023/low-cost-device-can-measure-air-pollution-anywhere-0316 [Accessed 10 October 2023].

5) More information can be found at: eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008L0050 [Accessed 10 October 2023].

6) More information can be found at: eea.europa.eu/publications/europes-urban-air-quality [Accessed 10 October 2023].

7) More information can be found at: gazzettaufficiale.it/eli/id/2010/09/15/010G0177/sg [Accessed October 10 2023].

8) More information can be found at: ambiente.regione.emilia-romagna.it/en/aria/temi/pair2020/documents-of-the-approved-plan/pair-2020-documents-of-the-approved-plan [Accessed 10 October 2023].

9) More information can be found at: mobilita.regione.emilia-romagna.it/prit-regional-integrated-transportation-plan/sections/prit-2025-elaborati-tecnici [Accessed 10 October 2023].

10) More information can be found at: comune.fe.it/b/25858/pums-urban-plan-of-sustainable-mobility [Accessed 10 October 2023].

References

Banca Ifis and Marketwatch PMI (2021), *Ecosistema della bicicletta*. [Online] Available at: bancaifis.it/app/uploads/2021/09/Market-Watch_Ecosistema-della-bicicletta.pdf [Accessed 10 October 2023].

Bombaci, G. (2020), "Il tempo e lo spazio della convivenza con la Covid-19", in *Il Tascabile*, 04/05/2020. [Online] Available at: iltascabile.com/linguaggi/tempo-spazio-covid-19/ [Accessed 10 October 2023].

Camplone, S. (ed.) (2019), *Bike design per la mobilità sostenibile – Riflessioni tematiche e percorsi di ricerca*, Sala editori, Pescara.

Comune di Milano and Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio (2021), *Spazio pubblico – Linee guida di progettazione*. [Online] Available at: bit.ly/SpazioPubblicoComuneMilano [Accessed 10 October 2023].

Dellapiana, E. (2022), *Il design e l'invenzione del Made in Italy*, Einaudi, Torino.

Dembich, N. D., Streltsov, A. V., Zyrina M. A. and Marchenko, A. (2020), "Modular system-based urban equipment design", in *IOP Conference Series | Materials Science and Engineering*, vol. 944, article 012007, pp. 1-6. [Online] Available at: doi.org/10.1088/1757-899X/944/1/012007 [Accessed 10 October 2023].

EEA – European Environmental Agency (2023), *Air pollution in Europe – 2023 reporting status under the National Emission reduction Commitments Directive*, EEA Briefing. [Online] Available at: eea.europa.eu/publications/national-emission-reduction-commitments-directive-2023 [Accessed 10 October 2023].

Fagnoni, R. and Olivastrì, C. (2019), "Hardesign vs Soft-design", in *Agathon | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 5, pp. 145-152. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/5162019 [Accessed 10 October 2023].

Gianfrate, V. and Longo, D. (2018), *Urban micro-design – Tecnologie integrate, adattabilità e qualità degli spazi pubblici*, FrancoAngeli, Milano.

Hassanein, H. (2017), "Smart Technical Street Furniture Design – Case study of 'New Cairo Administrative Capital'", in *The Academic Research Community Publication*, vol. 1, issue 1, pp. 1-26. [Online] Available at: doi.org/10.21625/archive.v1i1.124 [Accessed 10 October 2023].

Hematian, H. and Ranjbar, E. (2022) "Evaluating urban public spaces from mental health point of view – Comparing pedestrian and car-dominated streets", in *Journal of Transport & Health*, vol. 27, article 101532, pp. 1-18. [Online] Available at: doi.org/10.1016/j.jth.2022.101532 [Accessed 10 October 2023].

Lang, N., Schellong, D., Hagenmaier, M., Herrmann, A. and Hohenreuther, M. (2022), *Putting Micromobility at the Center of Urban Mobility*, Boston Consulting Group. [Online] Available at: mkt-bcg-com-public-pdfs.s3.amazonaws.com/prod/the-future-of-urban-mobility.pdf [Accessed 10 October 2023].

Lelli, G. and Fabbri, I. (2021), "Nuovi oggetti che abitano lo spazio pubblico", in *MD Journal*, issue 11, pp. 90-107. [Online] Available at: mdj.materialdesign.it/index.php/mdj/article/view/208/215 [Accessed 10 October 2023].

Magnago Lampugnani, V. (2021), *Frammenti Urbani – I piccoli oggetti che raccontano le città*, Bollati Boringhieri, Torino.

Manzini, E. (2021), *Abitare la prossimità – Idee per la città dei 15 minuti*, Egea, Milano.

Marano, A. (2019), "Product design per la bike mobility", in Camplone, S. (ed.), *Bike design per la mobilità sostenibile – Riflessioni tematiche e percorsi di ricerca*, Sala editori, Pescara, pp. 49-55.

Minutolo, A., Frasso, C. and Pandolfo, E. (2023), *Mal' Aria di Città – Cambio di passo cercasi*, Legambiente. [Online] Available at: legambiente.it/wp-content/uploads/2021/11/Rapporto_Malaria_2023.pdf [Accessed 10 October 2023].

Mondschein, A. (2018), "Healthy Transportation – A question of mobility or accessibility", in Beatley, T., Jones, C. and Rainey, R. (eds), *Healthy Environments, Healing Spaces – Practices and Directions in Health, Planning and Design*, University of Virginia Press, pp. 11-30. [Online] Available at: doi.org/10.2307/j.ctv8d5sgp.4 [Accessed 10 October 2023].

Ordine degli Architetti di Milano, Commissione Paesaggio del Comune di Milano, Direzione Centrale Tecnica and Settore Tecnico Infrastrutture e Arredo Urbano (2015), *Ur-*

ban Care – Dotazioni urbane e cura dello Spazio Pubblico, Ordine Architetti P.P.C. di Milano, Milano.

Prvanov, S. (2017), *Street Furniture in High-Density Urban Areas – Geometry, Ergonomic, and CNC Production*, Research Study from the American University of Kurdistan. [Online] Available at: doi.org/10.13140/RG.2.2.20396.26242/1 [Accessed 10 October 2023].

Sennett, R. (2020), *Costruire e abitare – Etica per la città*, Feltrinelli, Milano.

Tan, S. and Tamminga, K. (2020), "A Vision for Urban Micromobility – From Current Streetscape to City of the Future", in Nathanail, E. G., Adamos, G. and Karakikes, I. (eds), *Advances in Mobility-as-a-Service Systems – Proceedings of 5th Conference on Sustainable Urban Mobility, Virtual – CSUM2020, June 17-19, 2020, Greece*, Springer, Cham, pp. 158-167. [Online] Available at: doi.org/10.1007/978-3-030-61075-3_16 [Accessed 10 October 2023].

Verga, P. L. (2021), "Air Break Journal Nr. 1", in *UIA Initiative*, 10/12/2021. [Online] Available at: uia-initiative.eu/en/news/air-break-journal-nr-1 [Accessed 10 October 2023].

Vrenna, M., Crétier, M. and Landén, S. N. (2019) "Monitoraggio partecipativo dell'aria urbana con apparecchi open source | Participative urban air quality monitoring using open source devices", in *Agathon | International Journal of Architecture, Art and Design*, vol. 5, pp. 167-174. [Online] Available at: doi.org/10.19229/2464-9309/5192019 [Accessed 10 October 2023].

WHO – World Health Organization (2022), *Protecting health through ambient air quality management – A resource package for the WHO European Region*. [Online] Available at: apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/366687/WHO-EURO-2023-6898-46664-67857-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y [Accessed 10 October 2023].