

Abaco di azioni di adattamento ai cambiamenti climatici

**Verso paesaggi dell'abitare e
del lavorare a prova di clima:**
adattamento ai cambiamenti climatici
e miglioramento del comfort degli
spazi pubblici e delle aree produttive
nel territorio peri-urbano milanese

Progetto finanziato da Fondazione Cariplo,
extrabando "Progetti territoriali della Città di
Milano e provincia" 2018 (Rif. 2018-2411)

31.1





Coordinamento scientifico

Francesco Musco
Denis Maragno
Giovanni Litt



Co-autori

Eugenio Morello
Nicola Colaninno

Ringraziamenti

Gianfranco Pozzer

Indice

5	INDICE
8	IL PROGETTO
10	GLOSSARIO
14	UN ABACO PER L'ADATTAMENTO
20	LOCAL CLIMATE ZONES A MILANO
26	IMPATTI, VULNERABILITÀ, RISCHIO
34	SDGS - SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS
40	MISURE
42	Tetto verde
48	Forestazione delle aree urbane
54	SUDS
60	Raccolta delle acque meteoriche negli edifici
66	Pavimentazione permeabile
72	Superfici fredde
78	Rapidi sistemi di allarme
84	Urban shading
90	Fontane per il microclima
96	Pareti verdi
104	BIBLIOGRAFIA

Introduzione

Il progetto

Verso paesaggi dell'abitare e del lavorare a prova di clima: adattamento ai cambiamenti climatici e miglioramento del comfort degli spazi pubblici e delle aree produttive nel territorio peri-urbano milanese | *Towards climate-proof landscapes for living and working: Adaptation to climate change and improvement of the human comfort in public spaces and work areas in the peri-urban places of Milan*¹

L'adattamento ai cambiamenti climatici inizia con la capacità di una città di rispondere adeguatamente agli shock e agli stress ambientali. Il progetto propone un'analisi dei principali fattori di shock e stress legati ai cambiamenti climatici che interessano la Città di Milano e la cintura metropolitana. Dopo una mappatura territoriale e un'attenta analisi ambientale e climatica del contesto locale, il progetto si è concentrato su due principali aree di intervento, intese come opportunità di rigenerazione dei tessuti periurbani, ovvero: gli spazi di lavoro (le aree produttive e commerciali) e gli spazi abitativi (luoghi pubblici in aree residenziali periurbane). Su entrambe queste aree si vogliono selezionare due progetti pilota su cui promuovere attività di co-design con attori locali e definire azioni dimostrative con l'ausilio di simulazioni ambientali e climatiche, volte ad aumentare la capacità di adattamento dei luoghi.

Team e partners

LEADER \ Città Metropolitana di Milano, Direzione Ambiente e Territorio
PARTNER 1 \ Città di Milano, Direzione Resilienza e Direzione Periferie
PARTNER 2 \ POLIMI, Dastu, Labsimurb
PARTNER 3 \ Università IUAV di Venezia, Planning&Climate Change Lab

Impatti e risultati

I risultati del progetto sono stati i seguenti e si riferiscono a tutta la Città Metropolitana di Milano, con un dettaglio più approfondito per le aree pilota che rappresentano il contesto periurbano della Città Metropolitana:

- Report finale con lo studio istruttorio alla redazione di un protocollo di analisi ed azioni di adattamento al cambiamento climatico, a partire dalla scala locale e specifico per il contesto periurbano.

¹ www.cittametropolitana.mi.it/ambiente/news/Progetto-VER-SO-PAESAGGI-DELLABITARE-E-DEL-LAVORARE-A-PROVA-DI-CLIMA/

- Due progetti pilota sui casi di studio individuati, volti a testare approcci innovativi di co-design, simulare e valutare scenari di adattamento, anche con modelli microclimatici, e verificarne l'accettazione da parte degli attori locali.
- Implementazione delle mappature ambientali e climatiche, con l'arricchimento del database GIS di analisi e indicatori dello stato attuale in termini di clima e struttura urbana;
- Tassonomia di azioni urbanistiche climate-proof.
- Attività di formazione al personale tecnico e ordini professionali.
- Definizione di una strategia comunicativa dei temi del cambiamento climatico sul territorio milanese.

Figura: Uno dei workshop di co-progettazione organizzati dal progetto



Glossario

Adaptive capacity/Capacità adattiva¹: La capacità di sistemi, istituzioni, esseri umani e altri organismi, di adeguarsi a potenziali danni sfruttandone le opportunità date o per rispondere alle loro conseguenze.

Adattamento: Il processo di adattamento al clima attuale o atteso e ai suoi effetti. Nei sistemi umani, l'adattamento cerca di limitare i danni o di sfruttare le opportunità favorevoli. Nei sistemi naturali, l'intervento umano può agevolare l'adattamento al clima atteso e ai suoi effetti. (IPCC, 2014)

Cambiamento Climatico: Con il termine cambiamento climatico ci si riferisce a un cambiamento dello stato del clima che persiste per un periodo di tempo prolungato (solitamente di decenni o più), e identificabile (per esempio, attraverso l'uso di test statistici) da cambiamenti della media e/o della variabilità delle sue proprietà. Il cambiamento climatico può essere dovuto a processi naturali interni, o a forzanti esterni, come le modulazioni dei cicli solari, le eruzioni vulcaniche, e i ripetuti cambiamenti antropogenici della composizione dell'atmosfera o dell'uso del suolo. Si noti che la Convenzione quadro delle Nazioni (UNFCCC), all'articolo 1, definisce il cambiamento climatico come: "un cambiamento di clima attribuito direttamente o indirettamente all'attività umana che altera la composizione dell'atmosfera globale e che si aggiunge alla variabilità naturale del clima osservata in periodi di tempo comparabili".

Exposure/Esposizione: Presenza di persone, mezzi e strutture di sussistenza, specie o ecosistemi, funzioni ambientali, servizi e risorse, infrastrutture o beni economici, sociali o culturali in luoghi che potrebbero essere esposti alle avversità.

Hazard: Il potenziale verificarsi di un evento fisico o tendenza o impatto fisico naturale o antropico che può causare la perdita di vite umane, lesioni o altri effetti sulla salute, nonché danni e perdita di proprietà, infrastrutture, mezzi di sussistenza, prestazione di servizi, ecosistemi e risorse ambientali. Il termine, in questo documento, si riferisce a eventi o tendenze fisiche legati al clima o i loro impatti fisici.

¹ Questa voce del glossario si basa sulle definizioni utilizzate nei precedenti report IPCC e la valutazione dell'ecosistema del millennio (MEA, 2005)

Impacts/Impatti²: Effetti su sistemi naturali e antropici. In questo documento, il termine impatto è utilizzato principalmente per riferirsi agli effetti sui sistemi naturali e antropici di eventi meteorologici e climatici estremi e dei cambiamenti climatici. Gli impatti in generale fanno riferimento agli effetti su vite, mezzi di sussistenza, salute, ecosistemi, economie, società, culture, servizi e infrastrutture che, a causa dell'interazione dei cambiamenti climatici o degli eventi climatici pericolosi che si verificano in un periodo di tempo specifico, aumentano la vulnerabilità di una società o di un sistema esposti. Gli impatti sono anche indicati come conseguenze e risultati: gli impatti dei cambiamenti climatici su sistemi geofisici, tra cui inondazioni, siccità e innalzamento del livello del mare, sono un sottoinsieme di impatti chiamati impatti fisici.

Mainstreaming: Affinché l'adattamento ai cambiamenti climatici e la mitigazione possano diventare sostenibili e applicabili a larga scala, devono essere incorporati, integrati o diventare "mainstreaming" nell'apparato della politica dei governi. Nel contesto del cambiamento climatico, 'mainstreaming' si riferisce all'inclusione dell'aspetto climatico in programmi di sviluppo, politiche o strategie di gestione, già stabilite o in stato di attuazione, piuttosto che lo sviluppo di iniziative di adattamento e mitigazione attivate separatamente³

Mitigazione dei cambiamenti climatici: Qualsiasi intervento umano che riduca le fonti (sources) di rilascio, o rafforzi e potenzi le fonti di assorbimento (sinks) dei gas serra (IPCC, 2014)

Resilienza: La capacità di un sistema socio-ecologico di far fronte a un evento pericoloso, o ad anomalie, reagendo o riorganizzandosi in modi che ne preservano le sue funzioni essenziali, l'identità e la struttura, mantenendo tuttavia anche le capacità di adattamento, apprendimento e trasformazione. (IPCC)

Risk/Rischio: Le potenziali conseguenze laddove sia in gioco qualcosa

2 Riflettendo sui progressi della scienza, questa voce del glossario differisce per ampiezza e concentrazione dalla voce utilizzata nel quarto rapporto di valutazione e in altri rapporti IPCC

3 How to Mainstream Climate Change Adaptation and Mitigation into Agriculture Policies, 2009, by Bockel, L., FAO

di valore per l'uomo (inclusi gli stessi esseri umani) e laddove l'esito sia incerto. Il rischio è spesso rappresentato come la probabilità del verificarsi di eventi o trend pericolosi, moltiplicata per le conseguenze che si avrebbero se questi eventi si verificassero (IPCC,2014).

Sensitività: Il grado in cui un sistema o una specie è colpita, sia negativamente o positivamente, a causa di una variabilità o del cambiamento climatico. L'effetto potrebbe essere diretto (ad esempio, una variazione della resa delle colture in risposta a una variazione della media o della variabilità della temperatura) o indiretto (ad es. danni causati da un aumento nella frequenza delle inondazioni costiere dovute all'aumento del livello del mare).

Vulnerabilità⁴: La propensione o la predisposizione ad essere negativamente colpiti. La Vulnerabilità comprende una varietà di concetti ed elementi inclusa la Sensitività o la suscettibilità al danno e la mancanza di capacità di far fronte ed adattarsi.

4 IPCC, 2014

Un Abaco per l'adattamento

L'esposizione socio-economica si traduce, soprattutto negli ambienti urbani, in una minor capacità di risposta e resilienza a situazioni di shock e stress.

L'adattamento, per sua natura, deve necessariamente rifarsi alle esigenze localizzate nel territorio in cui i cambiamenti climatici produrranno i loro effetti, per queste ragioni la valutazione di vulnerabilità fisica (eseguita dal Politecnico di Milano) e la valutazione di esposizione socio-economica (eseguita dall'Università Iuav di Venezia) che hanno definito il rischio a livello censuario, hanno assunto un ruolo strategico nel processo.

Al fine di rendere agevole la definizione delle misure di adattamento rispetto le specifiche vocazioni e morfologie di ciascuna area, è stato creato un Abaco di azioni di adattamento ai cambiamenti climatici per il livello locale, pensato per l'applicazione di una serie di misure da parte dei tecnici dei Comuni appartenenti alla Città Metropolitana di Milano seguendo la logica vulnerabilità-goal-target-azione.

L'abaco, grazie a un supporto informatico prodotto da Città Metropolitana

Figura: Esempio di localizzazione di una misura nelle LCZ per la Città Metropolitana di Milano



di Milano¹, sarà uno strumento innovativo che potrà essere interrogato al fine di dare la migliore soluzione possibile all'esigenza di spazializzare una misura in un luogo a seconda della Local Climate Zone in cui si trova, alle implicazioni socio-economiche, all'impatto cui risponde (Urban Heat Island o Urban Flooding)

L'obiettivo finale è facilitare tecnici comunali e amministratori pubblici nell'adozione di misure che sappiano adattare i propri territori all'esigenza stringente di rispondere in modo adattivo ai mutamenti meteorologici e climatici che stanno in modo crescente colpendo le città e i territori.

L'abaco permette di spazializzare le misure in un luogo a seconda di:

Local Climate Zone (LCZ)

Le zone climatiche locali sono aree con una copertura superficiale, altezza degli edifici, struttura, materiale e attività umana uniforme. Ogni LCZ ha una temperatura superficiale specifica associata agli ambienti omogenei o agli ecosistemi delle città (ad esempio, parchi, centri commerciali, ecc), così come per i biomi naturali (foreste, deserti, ecc) e terreni agricoli (frutteti, campi coltivati, ecc).

Implicazioni socio-economiche:

Nuclei familiari sensibili: sono comprese le misure che sostengono i nuclei familiari che, per densità, età, quantità, risultano particolarmente sensibili a potenziali shock e stress.

Reddito medio disponibile pro capite insufficiente: sono comprese le misure che agiscono per sostenere e sgravare i costi a carico di chi dispone di un reddito medio disponibile pro capite insufficiente.

Povertà assoluta: sono comprese le misure che contribuiscono ad alleviare situazioni di povertà materiali (come ad esempio l'insufficienza di cibo) o immateriali (come ad esempio la povertà energetica).

Bassa qualità dell'abitazione: sono comprese le misure che contribuiscono a migliorare le qualità fisiche-tecniche ed estetiche dell'abitazione.

Qualità dello Spazio Pubblico: sono comprese le misure che

¹ desk.cittametropolitana.mi.it/lm/

contribuiscono a migliorare la qualità estetica e di fruizione, ma anche di benessere psico-fisico dello spazio pubblico.

Impatto cui risponde:

Urban Heat Island (UHI)/Isola di Calore Urbano: sono legate alla registrazione di temperature estreme sia per intensità che per frequenza in concomitanza a una compresenza di più fattori critici che concorrono alla concentrazione ed all'aumento della temperatura negli agglomerati urbani. Trai fattori più evidenti a cui è possibile fare riferimento vi è la morfologia urbana, la densificazione del suolo, la zona climatica-geografica esposta, le attività umane ed il metabolismo energetico.

Il fenomeno UHI provoca nelle città una peggior qualità della vita, riduce la dispersione dell'inquinamento atmosferico e idrico, aumenta i costi energetici per il raffrescamento degli edifici, riduce la biodiversità urbana e funge da fattore di amplificazione delle ondate di calore generate dal riscaldamento globale e non per ultimo, aumenta i rischi di salute per la popolazione.

Runoff/Allagamento urbano: Il fenomeno del run-off è una delle principali questioni legate al rischio di allagamento la cui problematicità scaturisce dal grado di impermeabilità del suolo. Se negli ambienti naturali le acque meteoriche sono dilavate e filtrate lentamente da e attraverso il suolo, in ambiente urbano le superfici impermeabili favoriscono un di-lavamento rapido verso i corpi recettori.

Il manifestarsi di fenomeni meteorici estremi imputabili ai cambiamenti climatici aumenta l'afflusso d'acqua verso i corpi ricettori causando allagamenti

temporanei nel tessuto urbano. Il cambiamento climatico pone i sistemi di drenaggio urbano in condizione di inefficienza durante gli eventi meteorici estremi e il problema assume un carattere prioritario in quanto gli eventi estremi di pioggia saranno destinati ad intensificarsi.

Effetto che vuole ottenere:

Riduzione dell'impatto: Le misure dedicate alla riduzione dell'impatto permettono di rinforzare gli elementi fragili del territorio.

Dispersione del fenomeno: La dispersione del fenomeno descrive in maniera esclusiva o promiscua un intervento spaziale capace di lasciar sfogare un evento senza che questo abbia un effetto grave sulla continuità della vita urbana.

Autoprotezione del cittadino: Le misure di autoprotezione della cittadinanza sono pensate per consegnare agli abitanti, o fruitori, di

aree a rischio, suggerimenti e stimoli per proteggere se stessi ed i propri beni materiali.

Tipologia:

Green: Misure green/verdi si riferiscono al complesso di soluzioni che utilizzano elementi vegetali come alberi, prati, siepi, parchi, campi, foreste, ecc.

Grey: Misure grey/grige si riferiscono al complesso di soluzioni ingegneristiche che utilizzano elementi come edifici, strade e altre costruzioni urbane.

Blue: Misure blue/blu si riferiscono al complesso di soluzioni che ha nell'acqua un elemento centrale, ad esempio elementi idrici come fiumi, canali, stagni, zone umide, pianure alluvionali, impianti di trattamento delle acque, ecc.

Policy: Misure di policy/verdi si riferiscono al complesso di soluzioni che intervengono tramite strumenti strategici, incentivi economici, politiche pubbliche, ecc.

Caratteristica

Fisica: si intendono gli interventi attuabili con modificazioni tangibili dell'edificio, della forma urbana, di aree e spazi.

Organizzativa: si intendono gli interventi che attuano una modificazione di prassi, procedimenti o comportamenti e che non prevedono, principalmente, modificazioni dello spazio.

SDG

L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità sottoscritto nel settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU. Essa ingloba 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile - Sustainable Development Goals, SDGs - in un grande programma d'azione per un totale di 169 'target' o traguardi. L'avvio ufficiale degli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile ha coinciso con l'inizio del 2016, guidando il mondo sulla strada da percorrere nell'arco dei prossimi 15 anni: i Paesi, infatti, si sono impegnati a raggiungerli entro il 2030.

Scala e tipologia

Misura

SDG's cui risponde



Vantaggi

Laminazione delle acque

I tetti verdi hanno un'alta capacità di limitare il deflusso, soprattutto in casi pioggia intensa, ma non in casi estremi per i quali si potrebbe verificare un trabocco.

Rallentamento del deflusso

I tetti verdi hanno una buona capacità di attenuare la velocità di deflusso.

Aumento dell'evapotraspirazione

I tetti verdi hanno una alta capacità di aumentare l'evapotraspirazione, soprattutto laddove il substrato è più spesso.

Riduzione dei picchi di temperatura

I tetti verdi possono contribuire a migliorare la qualità dell'aria, abbassandone la temperatura e il livello di umidità, soprattutto con profondi substrati. In questa accezione i tetti verdi hanno un effetto positivo sull'isola di calore. Hanno inoltre un effetto isolante di riduzione delle temperature anche all'interno dell'edificio.

Assorbimento e/o ritenzione di CO2

I tetti verdi di grande dimensione, essendo a basso contenuto di biomassa, hanno un potenziale limitato per compensare le emissioni di carbonio dalle città, mentre, i giardini pensili che supportano vegetazione legnosa possono dare un contributo significativo nell'assorbimento della CO2.

Isolamento termo-acustico

Il verde è un ostacolo allo scambio termico e al passaggio delle onde sonore.

Rivalutazione dell'immobile

Un immobile dotato di tetto verde vale di più di un immobile che, a parità delle altre

caratteristiche, non ne è dotato.

Criticità

Necessità di avere elementi strutturali adeguati ad accogliere un tetto di questo tipo. Difficile applicazione in edifici poco recenti! Possibili conflitti con le altre destinazioni d'uso dell'edificio.

Necessità di cura costante per evitare stati di degrado e incuria. Difficile l'installazione in tetti preesistenti con una pendenza eccessivamente accentuata. Difficile applicazione in edifici poco recenti. Costo dell'installazione di pannelli senza sostegno all'acquisto. Costo superiore alle pensiline normali. Necessità di molta manutenzione e irrigazione. Scarso miglioramento del microclima.

Vantaggi e criticità

Tipologia

Green (verde), Grey (grigio), Blue (azzurro), Policy (rosso)

Sotto-misure e descrizioni

Misure

1. Tetti verdi intensivi

Questi tetti hanno un maggiore carico sulla struttura del tetto e necessitano di una manutenzione continua e significativa compresa l'irrigazione, l'alimentazione e la potatura.

2. Tetti verdi intensivi con meccanismi di accumulo idrico

Questi tetti hanno un maggiore carico sulla struttura del tetto e necessitano di una manutenzione continua e significativa. L'accumulo idrico può essere utilizzato sia per scopi irrigui che per utilizzo sanitario nelle abitazioni, sia per l'irrigazione di un eventuale spazio verde.

3. Tetto verde abitabile

Questi tetti hanno anche una parte adibita allo svago. Possono essere: -esclusivi per gli abitanti dell'edificio; -aperti alla città, per esempio con una attività ristorativa.

4. Tetto verde produttivo

Questa tipologia di tetto prevede, la coltivazione di vegetali e frutti in auto-produzione o a disposizione della città.

5. Tetti verdi estensivi

Questi tetti hanno una piantumazione a bassa crescita, autosufficiente e a bassa manutenzione. La vegetazione è normalmente composta da piante resistenti alla siccità, piante grasse, muschi o erbe.

6. Tetti verdi estensivi con pannelli solari

Questi tetti hanno una piantumazione a bassa crescita, autosufficiente e a bassa manutenzione. La vegetazione è normalmente composta da piante resistenti alla siccità, piante grasse, muschi o erbe. La presenza di pannelli solari diminuisce le necessità irrigue.

7. Tetti verdi su pensiline delle fermate degli autobus

In molte città le pensiline degli autobus sono state ricoperte di piante per aumentare la biodiversità, ripulire l'aria dalle polveri sottili, rinfrescare la città nei mesi estivi, rallentare il deflusso idrico.

Sotto-misure



Attinenza della misura alle categorie

Figura: Come leggere l'Abaco

Local Climate Zones a Milano

Aggiornando il metodo Stewart & Oke, il Politecnico di Milano¹ ha prodotto una modellazione e individuazione delle Zone Climatiche Locali, secondo un modello innovativo con il fine di zonizzare il territorio in aree con comportamenti simili.

Le Zone Climatiche Locali (Local Climate Zones - LCZ) sono un concetto introdotto da Stewart e Oke². L'obiettivo principale del sistema LCZ è consentire una selezione standardizzata di siti urbani in relazione a caratteristiche omogenee in termini di morfologia urbana e materiali urbani.

Il sistema è applicabile alla maggior parte delle città ed è destinato a studi di temperatura urbana mediante sensori termici posizionati normalmente a circa 2 metri da terra.

Il sistema LCZ classifica il paesaggio urbano-rurale in 17 classi "costruite" e sette di "copertura del suolo", ognuna caratterizzata da una gamma caratteristica di valori per parametri misurabili della superficie, come il fattore di vista del cielo (Sky View Factor), la frazione di superficie impermeabile, l'altezza e la spaziatura dell'edificato, la capacità di assorbimento termico dei materiali, i flussi di calore antropogenico.

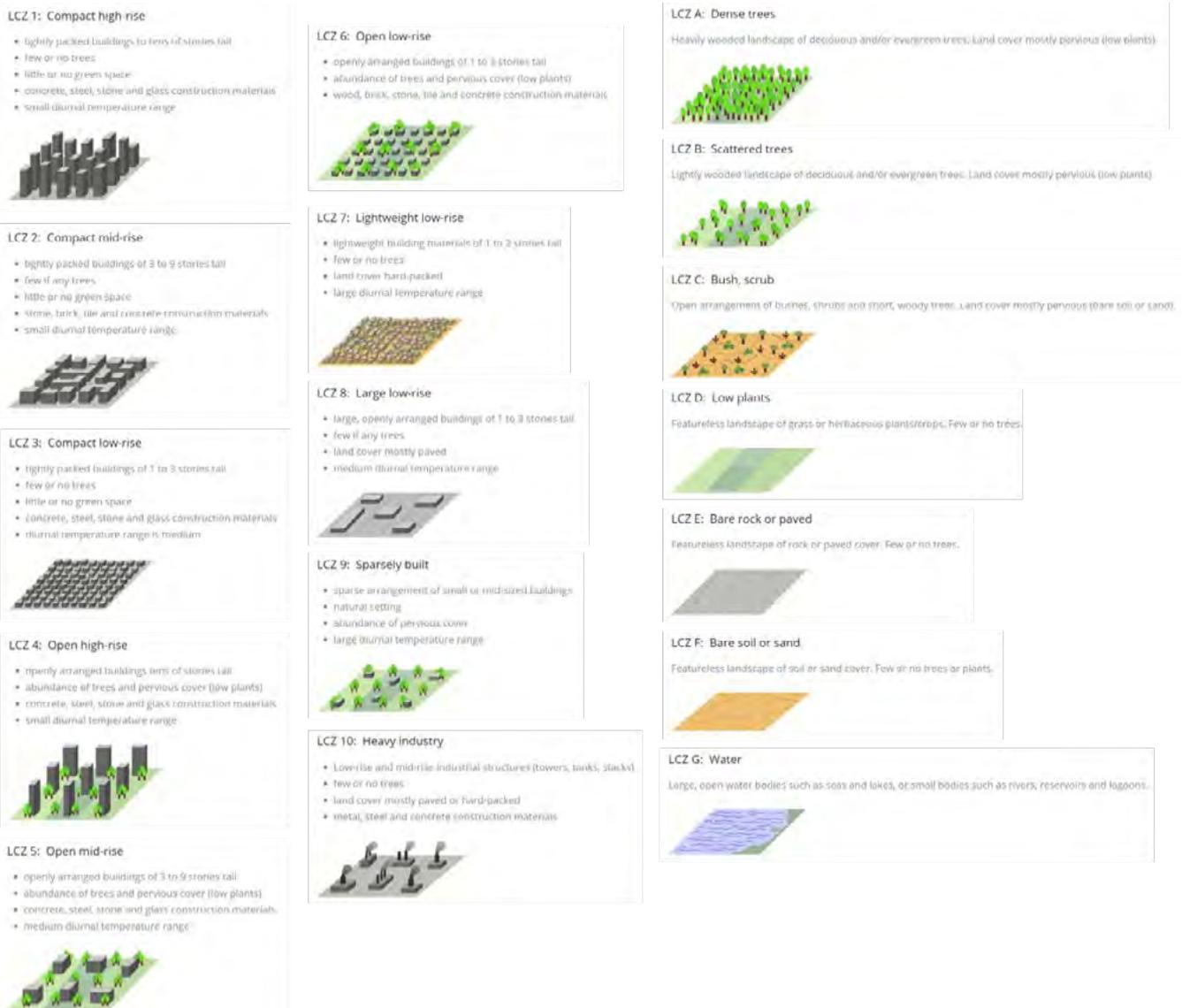
Il concetto LCZ è stato applicato per determinare i modelli spaziali (composizione e configurazione) delle strutture urbane e rurali rilevanti per l'analisi del clima urbano nelle città e dei loro dintorni in tutto il mondo. LCZ è uno strumento efficace per istruire urbanisti e progettisti urbani sull'impatto della forma e della funzione delle città sulle temperature urbane e sui rischi legati alle ondate di calore e Isola di Calore Urbano.

Inoltre, le mappe LCZ possono funzionare come un potenziale strumento di valutazione dello stress termico, nonché come base di partenza per una pianificazione e progettazione a prova di clima. In questo progetto, per la classificazione dell'LCZ per il territorio coperto dall'ambito amministrativo della Città Metropolitana di Milano (CMM) sono stati utilizzati 4 indicatori:

1 Nello specifico il Laboratorio di Simulazione Urbana Fausto Curti con Climate Change Risk Resilience Lab (CCRR-Lab) all'interno del Dipartimento di Architettura e Studi Urbani

2 I. D. Stewart & Oke, 2012; I. Stewart & Oke, 2011

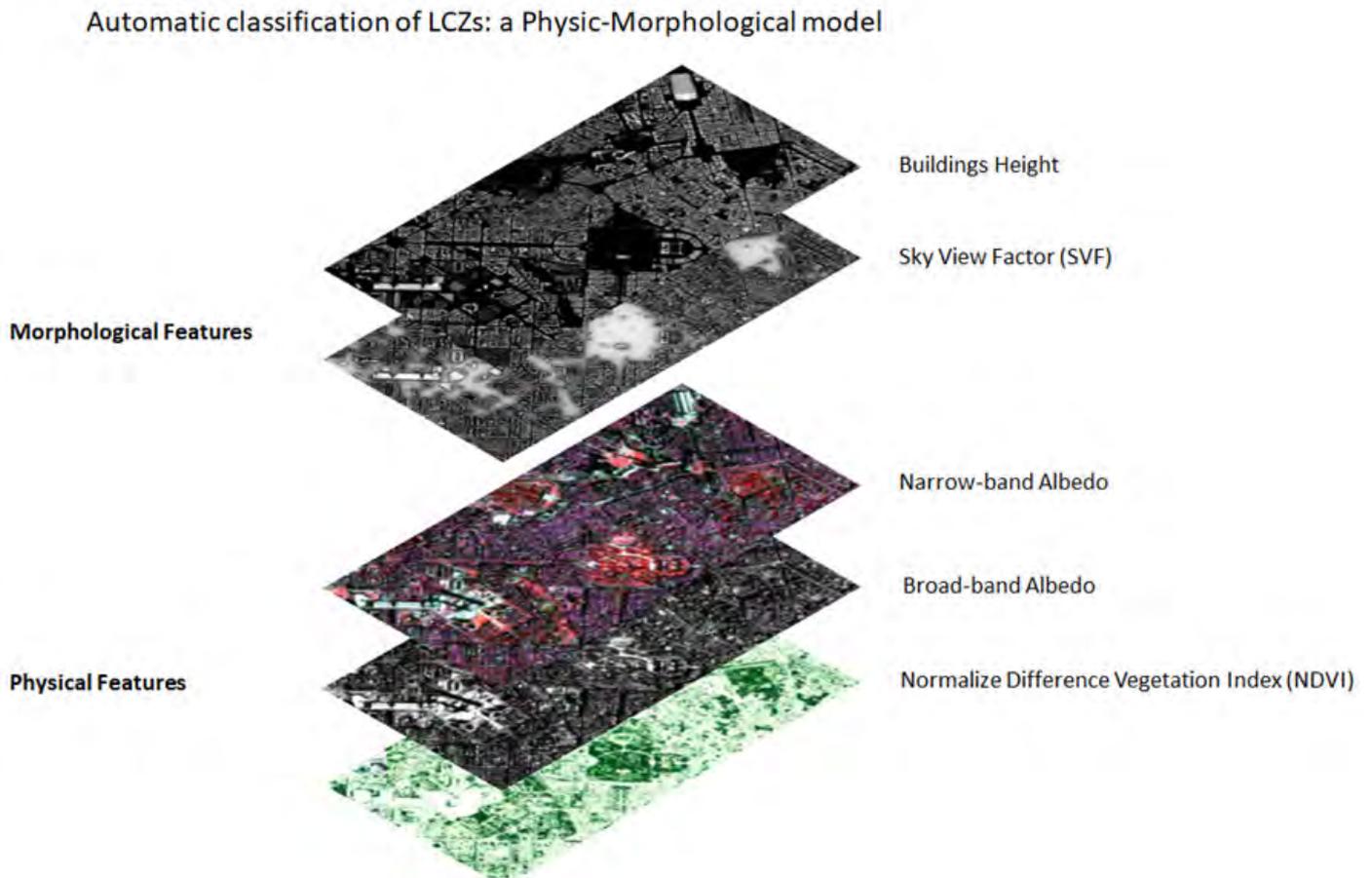
Figura: Le LCZ secondo il metodo Stewart & Oke



- Buildings Heights
- Sky View Factor (SVF),
- Albedo (o riflettanza di materiali urbani, che dipende principalmente dal colore)
- Vegetazione (classificata secondo un indice di vegetazione spettrale, ad es. l'NDVI).

La classificazione è stata prodotta in modo automatico applicando algoritmi avanzati di clustering sulla base dei quattro indicatori precedentemente menzionati, e aree campione digitalizzate su immagini ad altissima risoluzione (Google Earth) seguendo i principi teorici stabiliti da Stewart e Oke.

Figura: La classificazione automatica delle LCZ: un modello fisico-morfologico



URBAN

NON URBAN

LCZ 1 - Compact high rise



LCZ 2 - Compact mid-rise



LCZ 3 - Compact low-rise



LCZ 4 - Open high-rise



LCZ 5 - Open mid-rise



LCZ 6 - Open low-rise



LCZ 7 - Lightweight



LCZ 8 - Large low-rise



LCZ 9 - Sparse low-rise



LCZ 10 - Heavy industry



LCZ A - Dense trees



LCZ B - Scattered trees



LCZ C - Bush, scrub



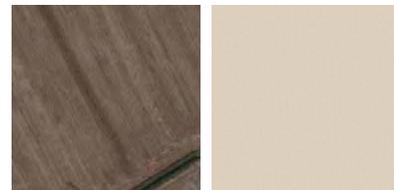
LCZ D - Low plants



LCZ E - Paved



LCZ F - Bare soil or sand



LCZ G - Water

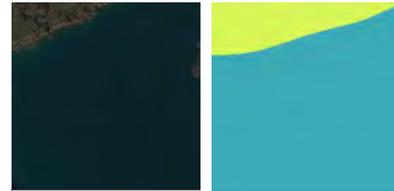
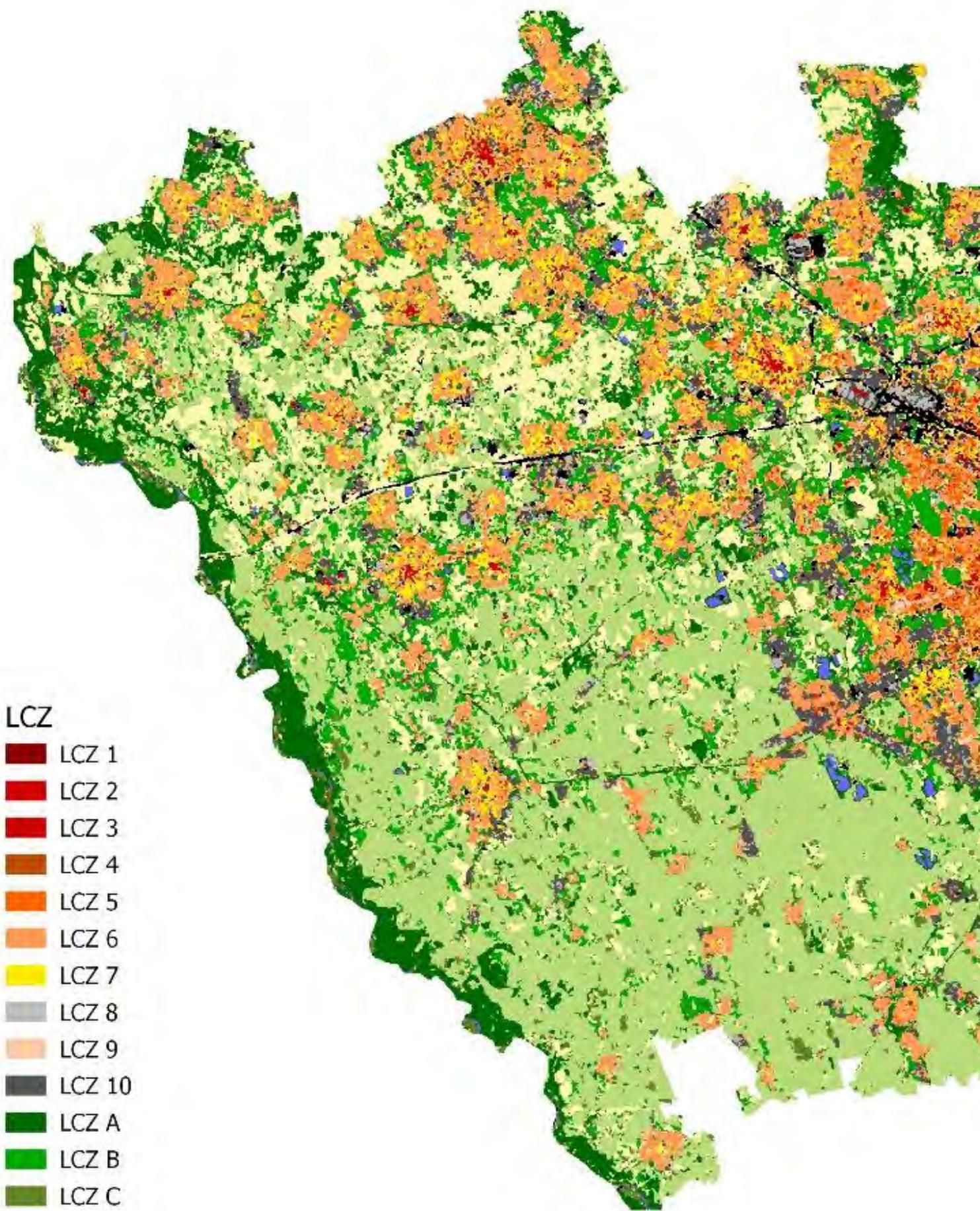
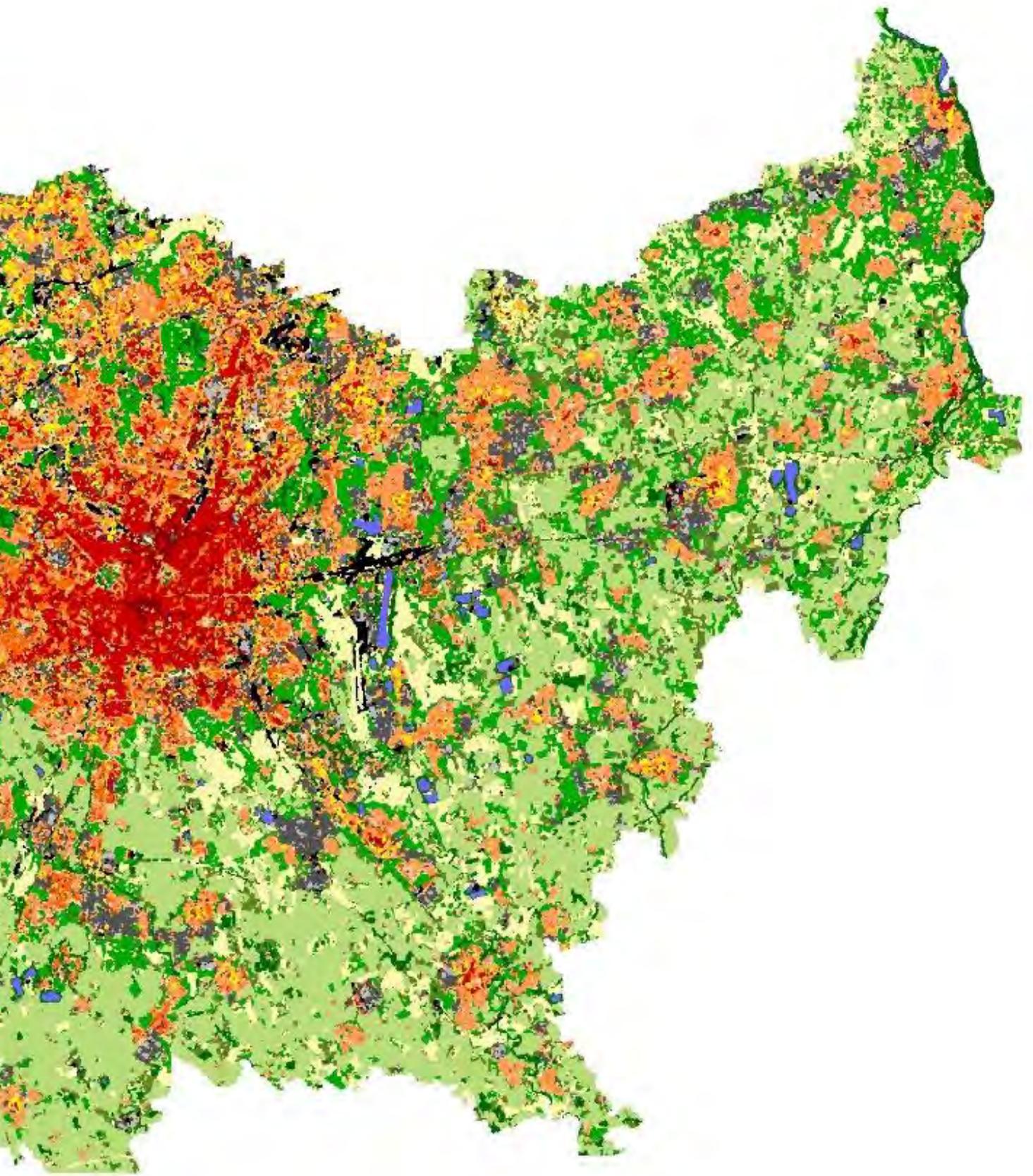


Figura: LCZ nella Città Metropolitana di Milano



LCZ

- LCZ 1
- LCZ 2
- LCZ 3
- LCZ 4
- LCZ 5
- LCZ 6
- LCZ 7
- LCZ 8
- LCZ 9
- LCZ 10
- LCZ A
- LCZ B
- LCZ C
- LCZ D
- LCZ E
- LCZ F
- LCZ G



Impatti, vulnerabilità, rischio

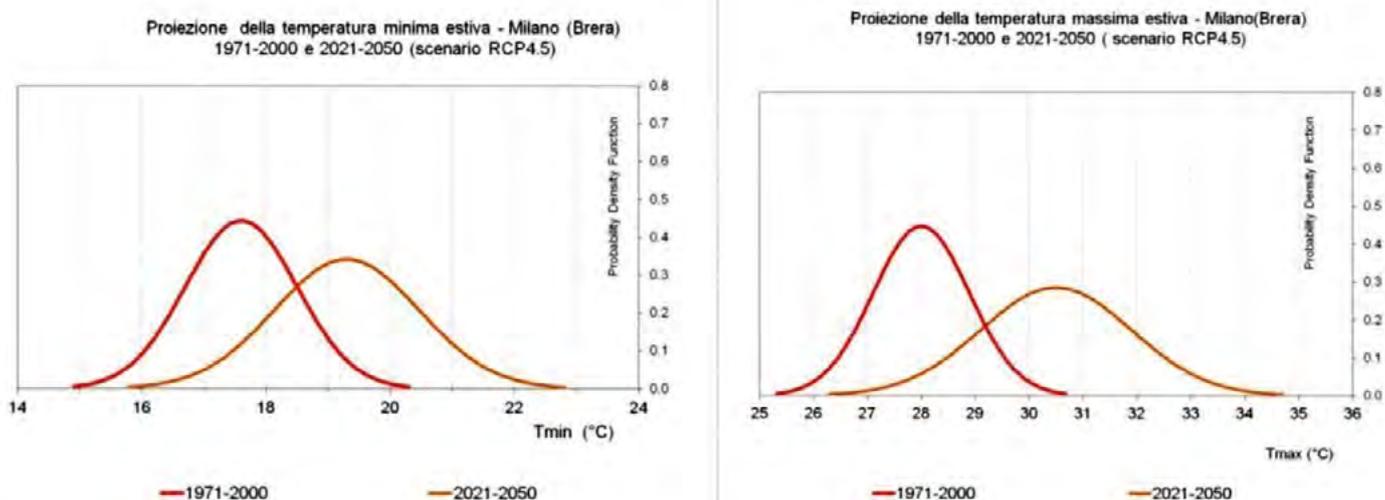
Isola di Calore Urbano

I valori minimi e massimi delle temperature rilevate, sia stagionali che annuali, negli anni sono aumentati in modo più o meno costante, comportando una traslazione positiva della curva normale delle temperature annuali (aumento delle temperature minime, medie e massime). Questo cambiamento ha comportato, da una parte, una diminuzione del numero di eventi di freddo estremo, e, dall'altra, un aumento degli eventi di caldo estremo. Questo cambiamento comporta uno stress per un sistema urbano che si è sviluppato avendo come riferimento un clima contraddistinto da temperature più basse.

Come accade negli ecosistemi naturali, dove specie abituate a vivere in climi freddi non sono in grado di prosperare in un clima divenuto tropicale, così anche il patrimonio edilizio, sviluppato per fornire un buon livello di comfort nei periodi più freddi, risulta poco adatto in termini di performance alle sempre più frequenti e prolungate ondate di calore. Quasi il 50% del patrimonio edilizio milanese è stato edificato tra il secondo dopoguerra e gli anni '70. Nella stagione estiva edifici di questo tipo per garantire un raffrescamento adeguato si rivelano energivori: ad esempio, nel luglio 2015, la domanda di potenza energetica di Milano ha toccato il suo massimo storico (1.625 MW) comportando una serie di guasti diffusi sulla rete e l'interruzione di circa 5.000 utenze.

Il Dipartimento di Architettura e Studi Urbani (Dastu) del Politecnico

Figura: Proiezione della temperatura minima (sinistra) e massima (destra) estiva; Milano (Brera) 1971-2000 e 2021-2050 (scenario emissivo RCP4.5);

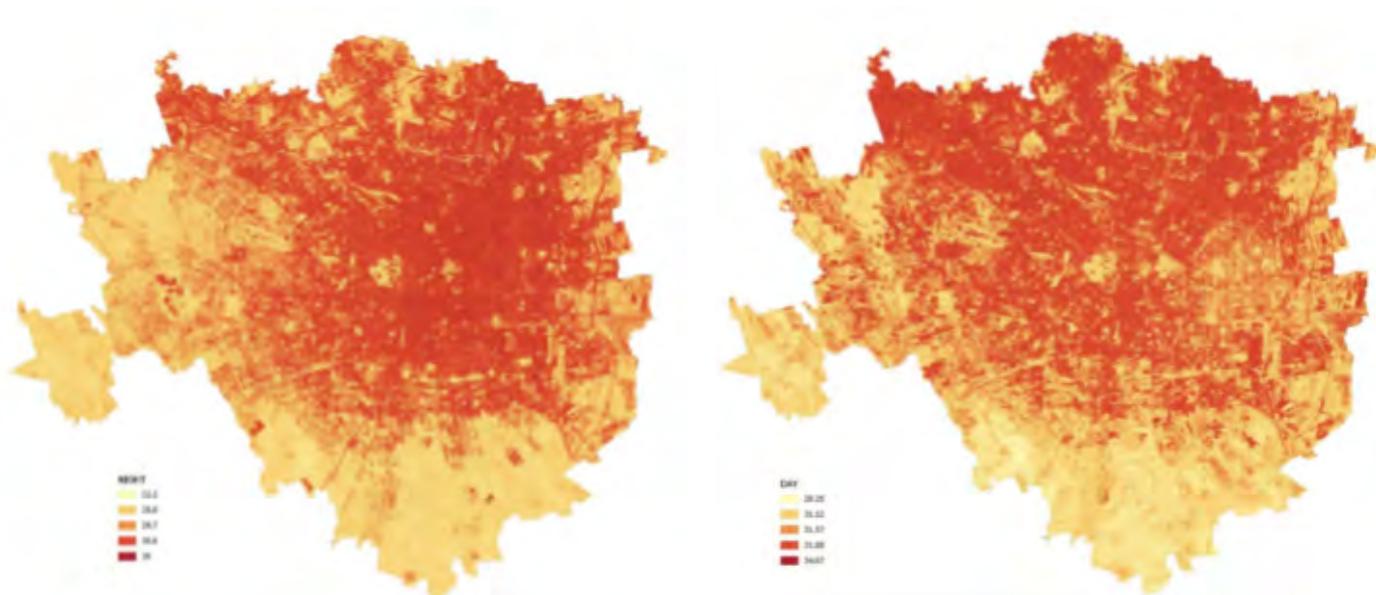


di Milano ha identificato il rischio da ondate di calore con l'intervallo di Temperature dell'Aria (TA) massimodiun'ora (°C) e definite le corrispondenti categorie di rischio, in base alla fascia di età e situazione medica regolare. L'analisi effettuata ha definito le temperature dell'aria in prossimità del suolo (Near Surface Air Temperature, NSAT) di notte (alle 21.30) e di giorno (alle 10.30) del 4 agosto 2017, che sono state rappresentate nelle mappe soprariportate.

Analisi della vulnerabilità territoriale e socio-economica

Poiché la salute e il benessere costituiscono una forte leva per ingaggiare le comunità locali e sono fortemente legati a fattori socio-economici, il lavoro mira a individuare soluzioni tipologiche potenzialmente replicabili che soddisfino allo stesso tempo l'adattamento ai cambiamenti climatici e migliorino il livello di comfort degli spazi pubblici. Per questo, sono state analizzate le principali implicazioni sociali, (alta densità nelle abitazioni, popolazione vulnerabile, presenza di fasce di popolazione disoccupata, ecc.) economiche ed ambientali per capire in quali aree della città è maggiore l'esposizione per le fasce di popolazione sensibili e il conseguente rischio.

Figura: Temperature dell'aria in prossimità del suolo (Near Surface Air Temperature, NSAT) di notte (alle 21.30) e di giorno (alle 10.30) del 4 agosto 2017. Elaborazione Dipartimento di Architettura e Studi Urbani (Dastu) del Politecnico di Milano



Queste vulnerabilità socio-economiche si traducono in una minor capacità di risposta e adattività a shock e stress.

In particolare, al fine di mappare l'esposizione alle ondate di calore l'Università Iuav di Venezia, Dipartimento di Culture del Progetto - Planning & Climate Change LAB ha proposto una metodologia di classificazione della struttura fisico-morfologica delle aree urbane secondo le indicazioni del Rapporto dell'IPCC del 2014 che definisce la valutazione della vulnerabilità, avvicinandola al disaster risk reduction (DRR), come "la propensione o la predisposizione ad essere negativamente colpiti. La vulnerabilità comprende una varietà di concetti ed elementi tra cui la sensibilità o la suscettibilità al danno e la mancanza di capacità di far fronte ed adattarsi" (IPCC, 2014). È acclarata la sinergia tra verde e ambiente urbano che, oltre ai benefici estetico-culturali, ricreativi ed ecologici, risulta di particolare importanza per quanto riguarda i benefici dati dai servizi ecosistemici: proprio per questo il verde è stato usato come uno degli indicatori quantitativi di resilienza del tessuto urbano nei confronti delle problematiche inerenti al cambiamento climatico, come ondate di calore ed eventi meteorici estremi.

La valutazione della **Vulnerabilità** Urbana sintetizza le variabili ambientali in linea con l'approccio dell'IPCC del 2014, definendo il grado di vulnerabilità delle aree urbane rispetto all'impatto climatico per ciascuna sezione censuaria. Lo scopo di questa cartografia è valutare la Vulnerabilità in relazione al pericolo di ondata di calore. I valori prossimi a 1 individuano aree ad alta vulnerabilità (con vegetazione assente e alta componente biofisica), i valori intermedi individuano aree mediamente vulnerabili, mentre i valori prossimi a -1 individuano aree con bassa vulnerabilità.

Definita la vulnerabilità, questa è stata integrata con la valutazione dell'**esposizione** (exposure). Se, infatti, la mitigazione si rivolge a un contesto ampio, l'adattamento per sua natura deve necessariamente rifarsi alle esigenze localizzate nel territorio in cui i cambiamenti climatici produrranno i loro effetti. Questo processo, appunto, è definito dall'IPCC come esposizione: la presenza di persone, mezzi di sussistenza, specie ed ecosistemi, funzioni ambientali, servizi, e risorse, infrastrutture, o beni economici, sociali, culturali in luoghi e contesti che potrebbero essere negativamente colpiti (IPCC, 2014). A partire quindi dall'analisi di vulnerabilità riportata, è stata svolta l'analisi dell'esposizione socio-economica, considerando: Popolazione ≥ 65 , Popolazione < 10 , Popolazione disoccupata, Popolazione sola (nuclei familiari

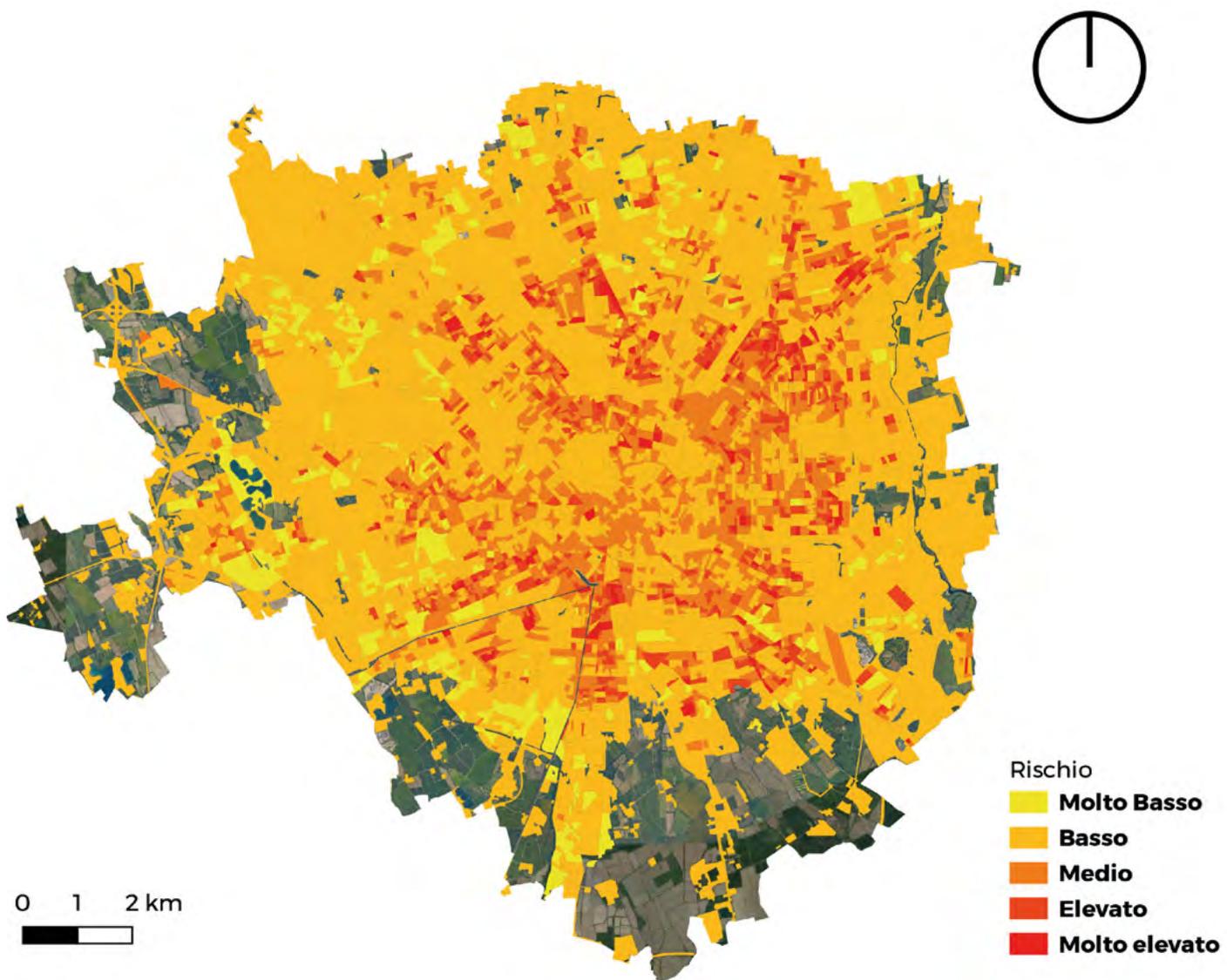


Figura: Mappa del rischio del Comune di Milano. Elaborazione: Università Iuav di Venezia

monocomponente), Abitazioni con nuclei familiari numerosi (4+ abitanti per abitazione), m² di verde/abitante, edifici degradati. Utilizzando come unità geometrica le sezioni censuarie ISTAT, i dati sono stati ricavati in piattaforma GIS a partire dai campi semplici grezzi già predisposti dalla fonte, successivamente resi complessi e aggregati e infine ottimizzati con l'algoritmo di Jenks¹. Delle 3 classi (4, nel solo caso dei m² di verde/abitante) (low, medium, high) ottenute per ciascun tema solo la classe high – ovvero quella laddove è più esposto l'attributo in oggetto – è stata tenuta in considerazione, poiché prioritario l'intervento in quel luogo. La sovrapposizione dei livelli “high” dei 7 tematismi è servita poi per verificare quali censuari siano maggiormente esposti all'impatto climatico dal punto di vista socio-economico. Il metodo prevede la verifica, per ciascun censo, di quante categorie di esposizione si sovrappongono – da 0 e 7 –, specificando successivamente per quali campi e in che misura, in modo da avere un riscontro quantitativo oltreché qualitativo. A tutti i campi è stato assegnato lo stesso peso al fine di non privilegiare un aspetto rispetto a un altro, demandando questa opportunità alla scelta strategica in fase decisionale.

Questi livelli informativi, successivamente, sono stati sovrapposti alle rilevazioni effettuate dal Dastu del Politecnico di Milano e alla valutazione di vulnerabilità quantitativa frutto di CARIPLO CCT 2017 eseguita dall'Università Luav di Venezia, Dipartimento di Culture del Progetto - Planning & Climate Change LAB. Questo è servito per incrociare l'esposizione socio-economica con le vulnerabilità fisiche. Si ottiene, in questo modo, il **rischio**²: i livelli informativi, dunque, diventano aree prioritarie dove indirizzare l'azione per rendere quelle aree più adatte in base alle esigenze del tessuto sociale, alle possibilità economiche, all'esposizione al calore, ecc.

Allagamenti urbani

L'urbanizzazione, ma soprattutto l'impermeabilizzazione dei suoli

1 Jenks natural breaks method, il metodo di classificazione delle interruzioni naturali, al fine di clusterizzare ogni informazione in 3 classi di dati, minimizzando la varianza all'interno delle classi e massimizzando la varianza tra le classi, per facilitarne la visualizzazione

2 Ottenuto con: *vulnerabilità x esposizione*

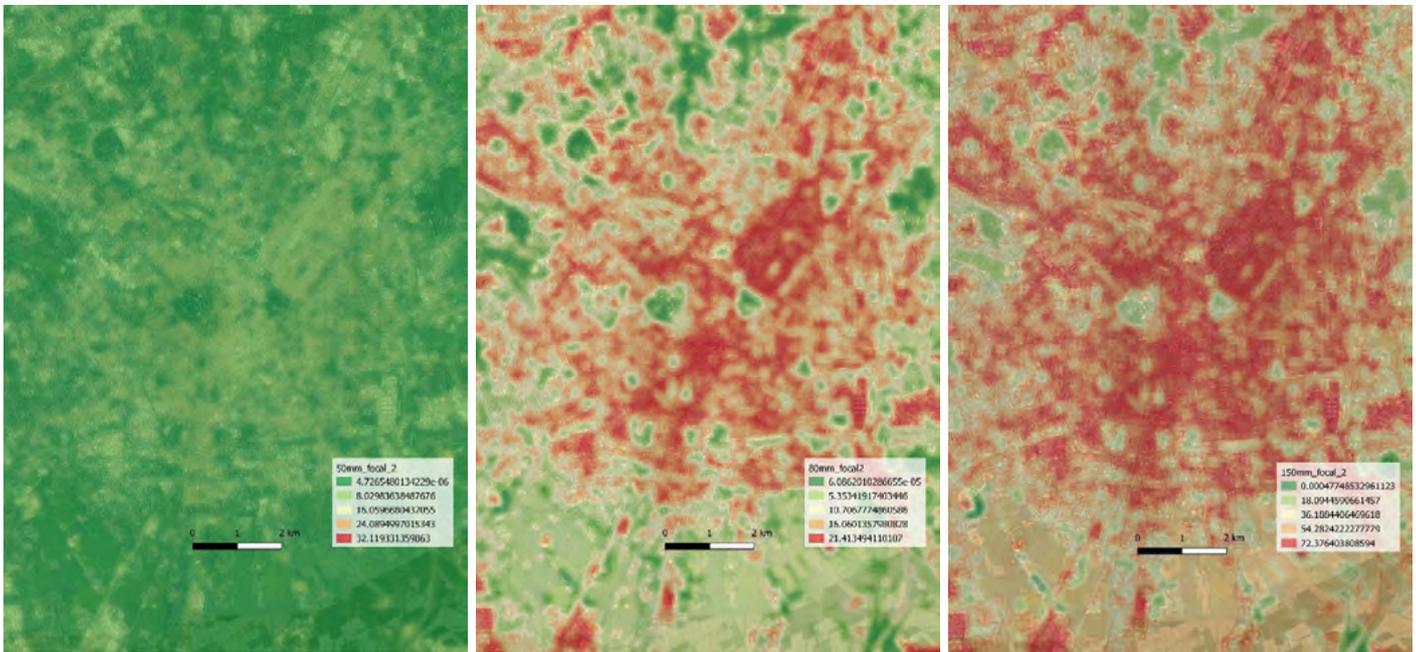


Figure: Deflusso superficiale con rispettivamente un evento meteorico di 50, 80 e 150 mm di pioggia. Elaborazione di Denis Maragno e Gianfranco Pozzer (Università Iuav di Venezia)

possono alterare significativamente le prestazioni idrauliche di una data geomorfologia, limitando il naturale assorbimento delle acque meteoriche da parte della vegetazione e dei suoli. Questa condizione favorisce l'incremento dei volumi idrici derivanti dal fenomeno del run-off urbano, aumentando la possibilità del rischio di alluvione. Gli studi relativi al rischio alluvionale e alle esondazioni fluviali sono spesso considerati e trattati separatamente rispetto ai fenomeni di allagamento causati da pioggia intensa e da eventi meteorici estremi. Queste dinamiche raramente vengono valutate in modo sistemico all'interno degli strumenti di piano e di gestione del rischio. Appare necessaria e urgente una nuova visione intersettoriale in grado di conservare le prestazioni idrauliche dei suoli e di ponderare e stimare i tassi di infiltrazione a scala di bacino idrogeologico.

L'Università Iuav di Venezia, Dipartimento di Culture del Progetto - Planning Climate Change Lab, ha stimato la correlazione esistente tra run-off, impermeabilizzazioni e geomorfologie (usi, suoli, altimetrie, deflussi). Questa tipologia di approccio consente di generare nuovi scenari conoscitivi di modellizzazione, valutazione e mappatura del

rischio, evidenziando le variazioni d'uso più influenti sulle performance idrauliche dei suoli. Si tratta di una modellazione idrologica che consente di stimare il flusso idrico superficiale sulla base di una procedura di parametrizzazione e calibrazione dei tassi di infiltrazione dei suoli³ a scala di bacino idrogeologico.

Lo studio è testato con l'ausilio di un modello statistico per l'associazione degli usi del suolo alle caratteristiche fisiche e morfologiche del territorio. L'indagine analizza le caratteristiche geomorfologiche dei suoli che maggiormente contribuiscono a condizionare le capacità di assorbimento delle acque di precipitazione, riconoscendo delle aree a diversa criticità idraulica.

Lo studio è stato perfezionato per l'intera Città Metropolitana di Milano. La cartografia fissa delle soglie di criticità idraulica, calcolate e ponderate sulla morfologia del territorio e sulla risposta idraulica degli usi del suolo - Atlante delle Superfici - in termini di capacità di assorbimento delle acque meteoriche - CN -. Questo stadio di analisi non considera, per il momento, il quadro relativo all'infrastruttura di drenaggio delle acque meteoriche, né eventuali azioni gestionali di deflusso già in essere.

I risultati sono in grado di orientare le politiche ed azioni di adattamento e riqualificazione, consigliano opere di mitigazione idraulica e condizionano in modo significativo tutti i processi di sviluppo urbano sostenibile e la gestione urbanistica.

3 Curve Number – CN, SCS 1972

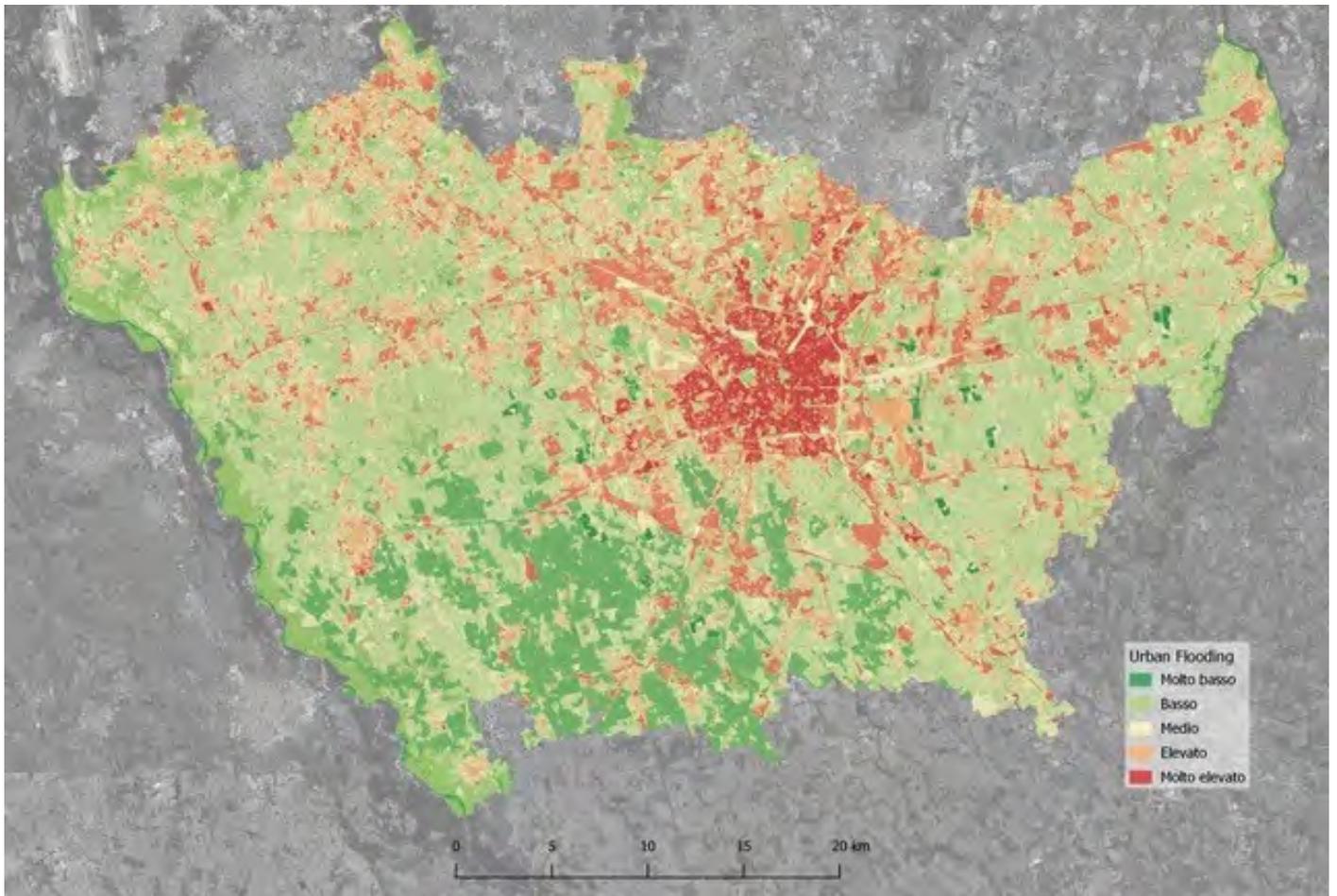


Figura: Città Metropolitana di Milano – Propensione all’impatto da Urban Flooding espressa in classi qualitative; elaborazione di Denis Maragno e Gianfranco Pozzer (Università Iuav di Venezia)

SDGs - Sustainable Development Goals

I **Sustainable Development Goals**, emanati a settembre 2015 alle Nazioni Unite dove, con l'obiettivo di contribuire allo sviluppo globale senza intaccare il benessere umano e la salvaguardia l'ambiente, la comunità degli Stati ha approvato l'Agenda 2030 per uno sviluppo sostenibile: 17 obiettivi di sviluppo (OSS/SDGs, Sustainable Development Goals) corredati da 169 sotto-obiettivi che, spaziando in tutti i campi possibili, impegnano con azioni concrete, verificabili e valutabili il Mondo intero in modo universale e volontario - dal singolo, alle associazioni, alle Città, agli Stati, alle Organizzazioni Internazionali - verso uno "sviluppo sostenibile per affrontare i cambiamenti climatici e costruire società pacifiche entro l'anno 2030." ¹

Gli obiettivi, plurali e numerosi, rivestono delle comunità locali e ai contesti urbanizzati, di un ruolo centrale; sono sì ambiziosi e ampi, ma, per natura applicabili concretamente alle agende politiche locali.

Questi sono in continuità con i precedenti Obiettivi di Sviluppo del Millennio (Millennium Development Goals), ma differiscono da questi ultimi perché non hanno obiettivi raggiungibili solo dai Paesi poveri, ma sono destinati a coinvolgere tutte le persone di tutte le parti del Mondo: "un'agenda per il pianeta, la nostra casa comune". ²

Proprio questa visione olistica che implica sforzi unanimi di tutte le categorie e di tutti gli enti per raggiungere una situazione sostenibile per il Pianeta, rileva l'approccio resiliente che i 17 obiettivi hanno.

Ecco perchè questo Abaco considera gli SDGs e segnala quali obiettivi si raggiungono con quali misure.

1 www.onuitalia.it/sdg

2 Ban Ki-moon, ex Segretario Generale delle Nazioni Unite, 2016



SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS



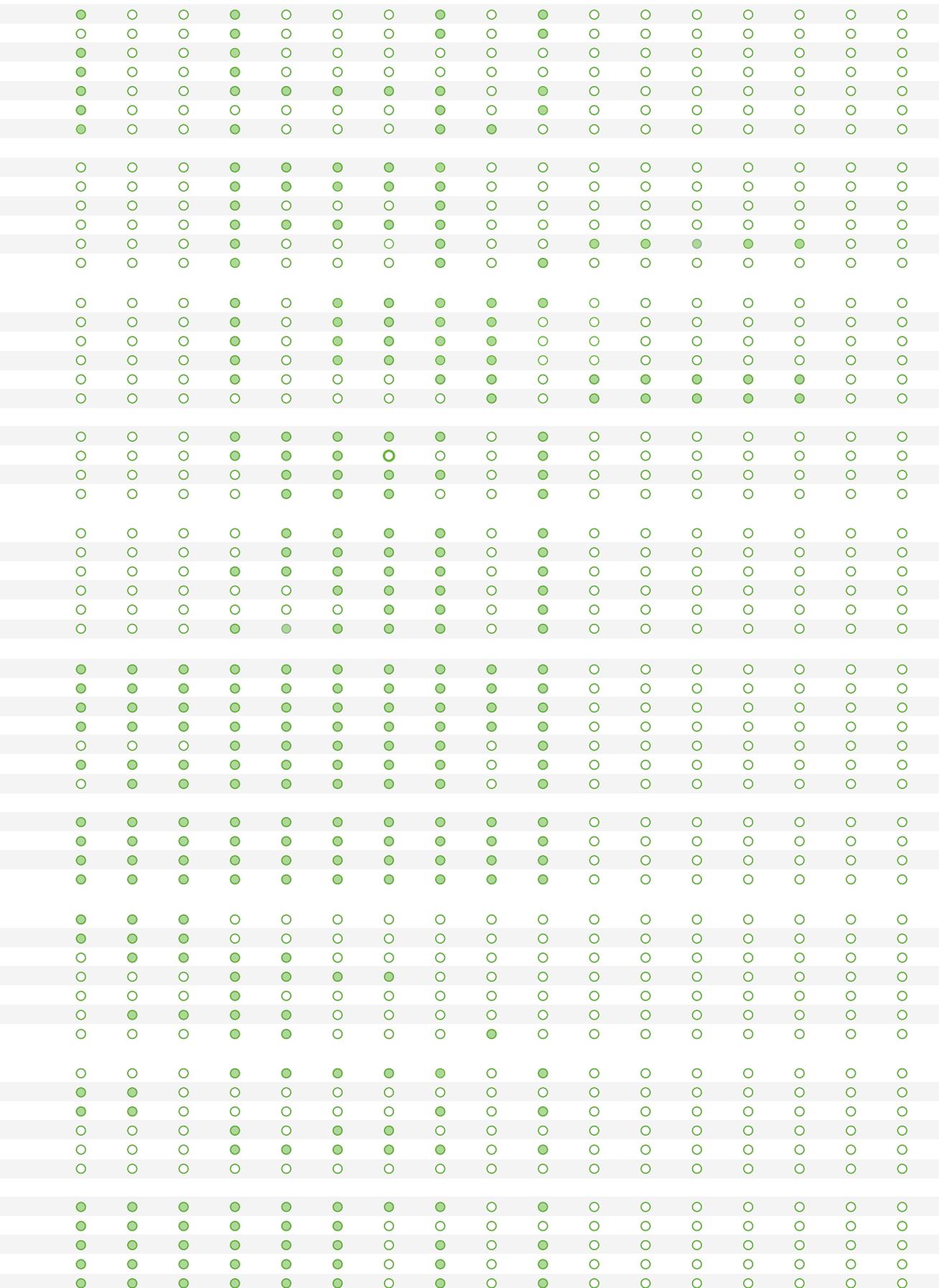
Figura: I 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'ONU

Misure

	Tetti verdi intensivi
	Tetti verdi intensivi con accumulo idrico
Tetti verdi	Tetti verdi abitabili
	Tetti verdi produttivo
	Tetti verdi estensivi
	Tetti verdi estensivi con pannelli solari
	Tetti verdi su pensiline delle fermate bus
	Piantumazione in parcheggi
	Viali alberati
Forestazione delle aree urbane	Forestazione delle aree urbane
	Interventi di riqualificazione col verde
	Boschi di pianura
	Verde a mitigazione di opere
	Pozzi perdenti o d'infiltrazione
Sustainable Drainage Systems	Sistemi modulari geocellulari
	Superfici permeabili
	Trincee filtranti
	Bacini di infiltrazione e bioritenzione
	Bacini di detenzione
	Raccolta delle acque meteoriche in sifone interrato
	Raccolta delle acque meteoriche con superficie verde
Raccolta delle acque meteoriche negli edifici	Raccolta delle acque meteoriche in sifone esterno
	Raccolta delle acque meteoriche esterna con superficie verde
	Porzioni permeabili in aree impermeabili adibite a parcheggio
	Parcheggi fortemente permeabili
Pavimentazione permeabile	Raccolta delle acque meteoriche in sede stradale
	Raccolta delle acque meteoriche in vasche di laminazione
	Materiale permeabile
	Aree pubbliche
	Tetti freddi tramite dipintura
	Tetti freddi con dipintura e energia fotovoltaica
	Superfici fredde a terra per qualità urbana
Superfici fredde (cool roofs and cool pavements)	Superfici fredde a terra per qualità urbana e piacevolezza dei luoghi
	Superfici fredde a terra in parcheggi
	Superfici fredde a terra tramite sostituzioni di materiali
	Superfici fredde a terra tramite ridipintura
	Altoparlanti diffusi in Città
Rapidi sistemi di allarme	Allerta tramite SMS
	Diffusione dell'informazione sui social
	Pannelli digitali
	Urban shading tramite verde in quota
	Elementi leggeri fissi
	Elementi rigidi fissi
Urban shading	Elementi rigidi fissi con pannelli fotovoltaici
	Porticati
	Protezione degli edifici con elementi architettonici
	Pergolati
	Fontane in mezzo a rotonde
	Fontane fruibili
Fontane per il microclima	"Fontane" verticali
	Fontane nel verde
	Vaporizzazione
	Fontane per acqua potabile
	Pareti verdi
Pareti verdi	Sistema di facciata produttivo
	Sistema di produzione di alghe in facciata
	Facciata climatica
	Pareti verdi interne

	Tetti verdi intensivi
	Tetti verdi intensivi con accumulo idrico
Tetti verdi	Tetti verdi abitabili
	Tetti verdi produttivo
	Tetti verdi estensivi
	Tetti verdi estensivi con pannelli solari
	Tetti verdi su pensiline delle fermate bus
	Piantumazione in parcheggi
	Viali alberati
Forestazione delle aree urbane	Forestazione delle aree urbane
	Interventi di riqualificazione col verde
	Boschi di pianura
	Verde a mitigazione di opere
	Pozzi perdenti o d'infiltrazione
Sustainable Drainage Systems	Sistemi modulari geocellulari
	Superfici permeabili
	Trincee filtranti
	Bacini di infiltrazione e bioritenzione
	Bacini di detenzione
	Raccolta delle acque meteoriche in sifone interrato
	Raccolta delle acque meteoriche con superficie verde
Raccolta delle acque meteoriche negli edifici	Raccolta delle acque meteoriche in sifone esterno
	Raccolta delle acque meteoriche esterna con superficie verde
	Porzioni permeabili in aree impermeabili adibite a parcheggio
	Parcheggi fortemente permeabili
Pavimentazione permeabile	Raccolta delle acque meteoriche in sede stradale
	Raccolta delle acque meteoriche in vasche di laminazione
	Materiale permeabile
	Aree pubbliche
	Tetti freddi tramite dipintura
	Tetti freddi con dipintura e energia fotovoltaica
	Superfici fredde a terra per qualità urbana
Superfici fredde (cool roofs and cool pavements)	Superfici fredde a terra per qualità urbana e piacevolezza dei luoghi
	Superfici fredde a terra in parcheggi
	Superfici fredde a terra tramite sostituzioni di materiali
	Superfici fredde a terra tramite ridipintura
	Altoparlanti diffusi in Città
Rapidi sistemi di allarme	Allerta tramite SMS
	Diffusione dell'informazione sui social
	Pannelli digitali
	Urban shading tramite verde in quota
	Elementi leggeri fissi
	Elementi rigidi fissi
Urban shading	Elementi rigidi fissi con pannelli fotovoltaici
	Porticati
	Protezione degli edifici con elementi architettonici
	Pergolati
	Fontane in mezzo a rotonde
	Fontane fruibili
Fontane per il microclima	"Fontane" verticali
	Fontane nel verde
	Vaporizzazione
	Fontane per acqua potabile
	Pareti verdi
Pareti verdi	Sistema di facciata produttivo
	Sistema di produzione di alghe in facciata
	Facciata climatica
	Pareti verdi interne

LCZ1 - Compact high rise
 LCZ2 - Compact mid-rise
 LCZ3 - Compact low-rise
 LCZ4 - Open high-rise
 LCZ5 - Open mid-rise
 LCZ6 - Open low-rise
 LCZ7 - Lightweight
 LCZ8 - Large low-rise
 LCZ9 - Sparse low-rise
 LCZ10 - Heavy low-rise
 LCZA - Dense industry
 LCZB - Scattered trees
 LCZC - Bush, scrub
 LCZD - Low plants
 LCZE - Paved
 LCZF - Bare soil or sand
 LCZG - Water



Scala: Edificio
Tipologia: Fisica



Vantaggi

Laminazione delle acque

I tetti verdi hanno un'alta capacità di limitare il deflusso, soprattutto in casi pioggia intensa, ma non in casi estremi per i quali si potrebbe verificare un trabocco.

Rallentamento del deflusso

I tetti verdi hanno una buona capacità di attenuare la velocità di deflusso.

Aumento dell'evapotraspirazione

I tetti verdi hanno un'alta capacità di aumentare l'evapotraspirazione, soprattutto laddove il substrato è più spesso.

Riduzione dei picchi di temperatura

I tetti verdi possono contribuire a migliorare la qualità dell'aria, abbassandone la temperatura e il livello di umidità, soprattutto con profondi substrati. In questa accezione i tetti verdi hanno un effetto positivo sull'isola di calore. Hanno inoltre un effetto isolante di riduzione delle temperature anche all'interno dell'edificio.

Assorbimento e/o ritenzione di CO2

I tetti verdi di grande dimensione, essendo a basso contenuto di biomassa, hanno un potenziale limitato per compensare le emissioni di carbonio dalle città, mentre, i giardini pensili che supportano vegetazione legnosa possono dare un contributo significativo nell'assorbimento della CO2.

Isolamento termo-acustico

Il verde è un ostacolo allo scambio termico e al passaggio delle onde sonore.

Rivalutazione dell'immobile

Un immobile dotato di tetto verde vale di più di un immobile che, a parità delle altre caratteristiche, non ne è dotato.

Criticità

Necessità di avere elementi strutturali adeguati ad accogliere un tetto di questo tipo. La misura è di difficile applicazione in edifici poco recenti e presenta possibili conflitti con le altre destinazioni d'uso dell'edificio. Inoltre, è di difficile l'installazione in tetti preesistenti con una pendenza eccessivamente accentuata e di difficile applicazione in edifici poco recenti.

Il costo dell'installazione dei pannelli senza sostegno all'acquisto può essere elevato, così come, ovviamente, il costo è superiore alle pensiline normali per quanto riguarda le pensiline delle fermate degli autobus.

La misura ha necessità di molta manutenzione e irrigazione e vi è la necessità di cura e manutenzione costante per evitare stati di degrado e incuria.

Misure



1. Tetti verdi intensivi

Questi tetti hanno un maggiore carico sulla struttura del tetto e necessitano di una manutenzione continua e significativa compresa l'irrigazione, l'alimentazione e la potatura.



2. Tetti verdi intensivi con meccanismi di accumulo idrico

Questi tetti hanno un maggiore carico sulla struttura del tetto e necessitano di una manutenzione continua e significativa. L'accumulo idrico può essere utilizzato sia per scopi irrigui che per utilizzo sanitario nelle abitazioni, sia per l'irrigazione di un eventuale spazio verde.



3. Tetto verde abitabile

Questi tetti hanno anche una parte adibita allo svago. Possono essere:

- esclusivi per gli abitanti dell'edificio;
- aperti alla città, per esempio con una attività ristorativa.



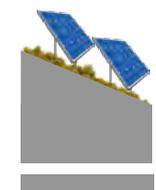
4. Tetto verde produttivo

Questa tipologia di tetto prevede la coltivazione di vegetali e frutti in autoproduzione o a disposizione della città.



5. Tetti verdi estensivi

Questi tetti hanno una piantumazione a bassa crescita, autosufficiente e a bassa manutenzione. La vegetazione è normalmente composta da piante resistenti alla siccità, piante grasse, muschi o erbe.



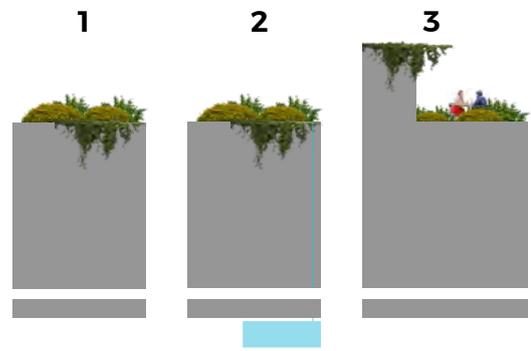
6. Tetti verdi estensivi con pannelli solari

Questi tetti hanno una piantumazione a bassa crescita, autosufficiente e a bassa manutenzione. La vegetazione è normalmente composta da piante resistenti alla siccità, piante grasse, muschi o erbe. La presenza di pannelli solari diminuisce le necessità irrigue.



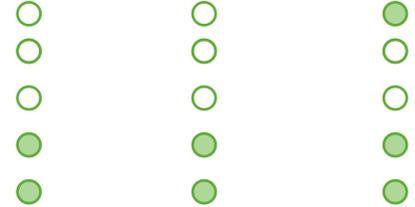
7. Tetti verdi su pensiline delle fermate degli autobus

In molte città le pensiline degli autobus sono state ricoperte di piante per aumentare la biodiversità, ripulire l'aria dalle polveri sottili, rinfrescare la città nei mesi estivi, rallentare il deflusso idrico.



Implicazioni socio-economiche

- Nuclei familiari sensibili
- Reddito medio pro capite insufficiente
- Povertà assoluta
- Bassa qualità dell'abitazione
- Qualità dello Spazio Pubblico



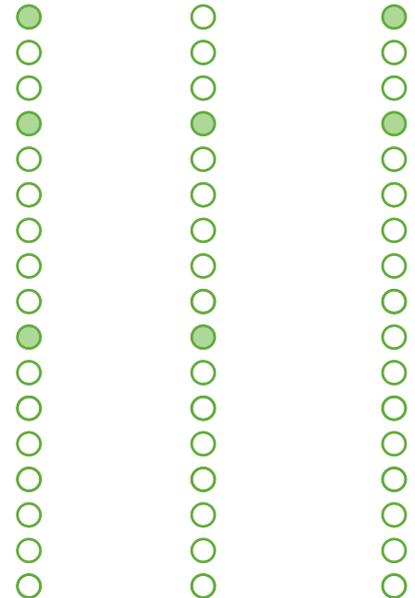
Impatto

- UHI
- Run-off



Localizzazione

- LCZ 1 - Compact high-rise
- LCZ 2 - Compact mid-rise
- LCZ 3 - Compact low-rise
- LCZ 4 - Open high-rise
- LCZ 5 - Open mid-rise
- LCZ 6 - Open low-rise
- LCZ 7 - Lightweight
- LCZ 8 - Large low-rise
- LCZ 9 - Sparse low-rise
- LCZ 10 - Heavy industry
- LCZ A - Dense trees
- LCZ B - Scattered trees
- LCZ C - Bush, scrub
- LCZ D - Low plants
- LCZ E - Paved
- LCZ F - Bare soil or sand
- LCZ G - Water



Effetto atteso

- Riduzione dell'impatto
- Dispersione del fenomeno
- Autoprotezione del cittadino



Strumento/Piano

- Regolamento Edilizio
- Regolamento del Verde
- Piano del Verde
- Incentivi
- PAESC

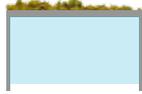
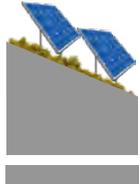


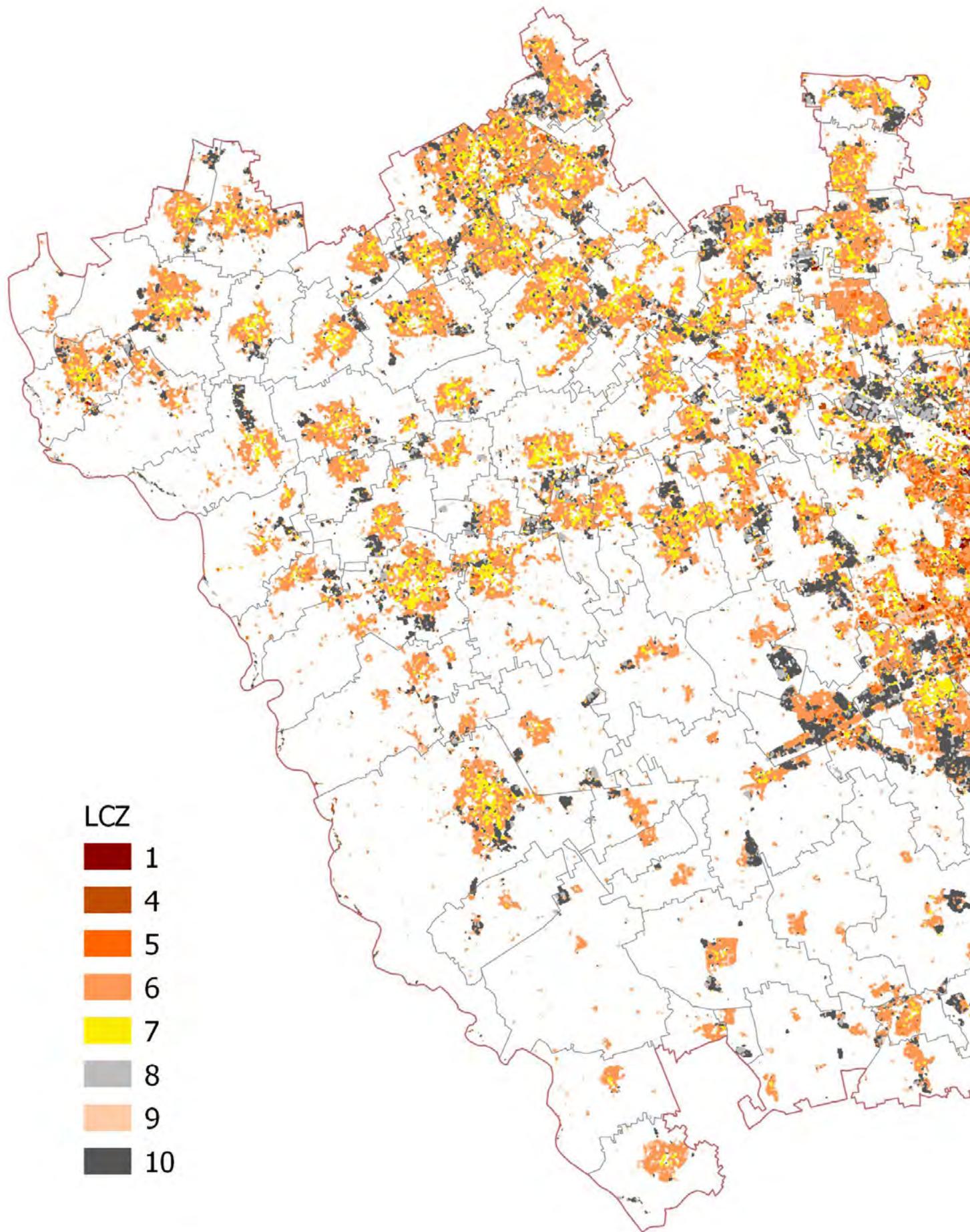
4

5

6

7





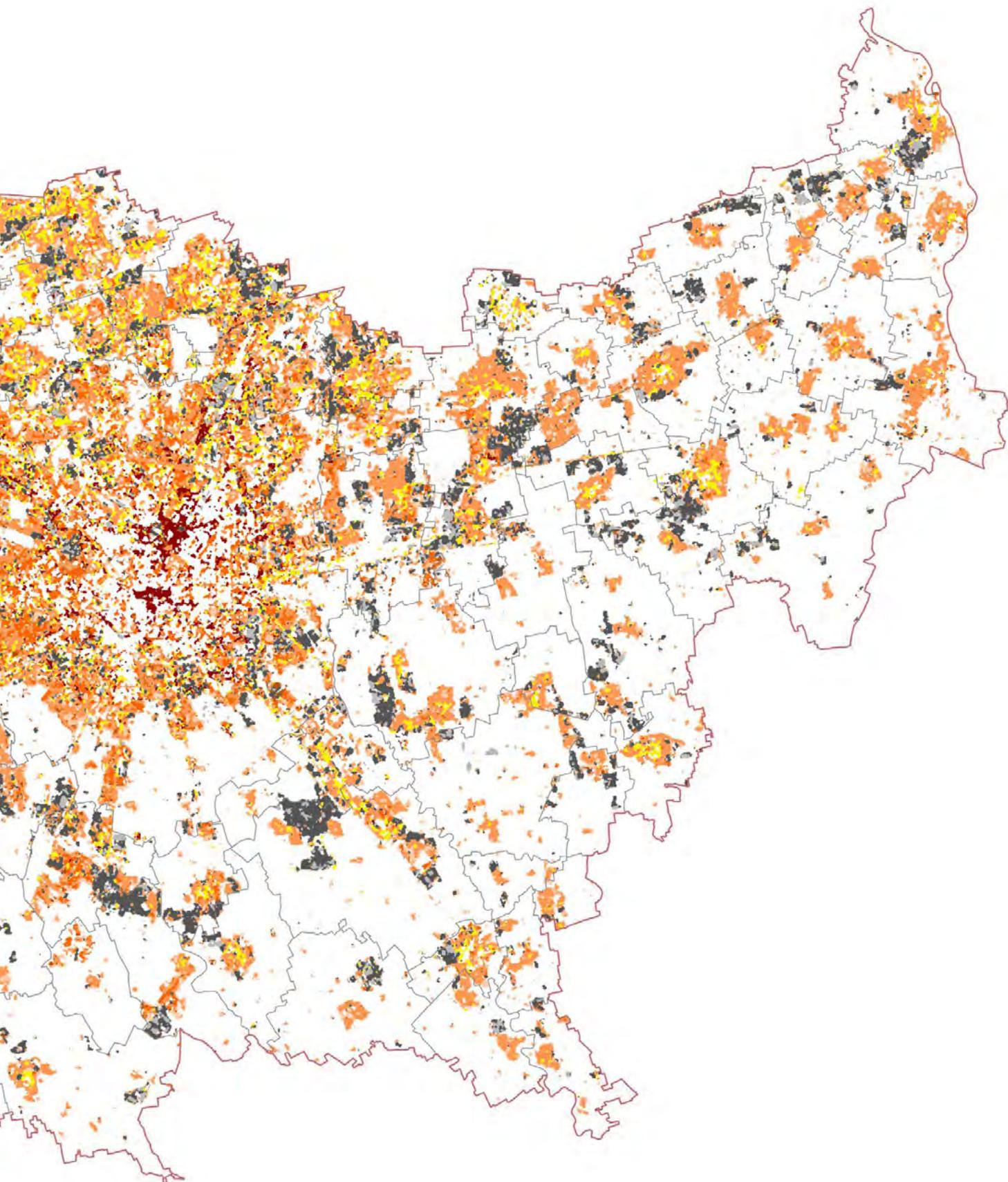


Figura: Localizzazione della misura nelle LCZ. Per approfondimenti: desk.cittametropolitana.mi.it/lm/

Forestazione delle aree urbane

#2

Scala Città
Tipologia: Fisica



Vantaggi

Laminazione delle acque

Poiché le aree urbane forestate sono molto più permeabili di quelle urbanizzate, queste hanno un discreto potenziale per la riduzione del runoff.

Rallentamento del deflusso

Alberi singoli hanno una bassa potenzialità di limitare la velocità del runoff. Le zone forestali di protezione a causa della loro ridotta estensione totale hanno una capacità limitata di assorbire il deflusso di piogge molto abbondanti.

Aumento dell'evapotraspirazione

L'evapotraspirazione è uno degli effetti principali degli alberi sul ciclo idrologico. Gli alberi in aree urbane aumentano in modo considerevole l'evapotraspirazione: può essere vantaggioso a latitudini umide o temperate perché viene ridotta la quantità totale di liquido che entra nella rete fognaria durante le piogge e aumenta la capacità di ritenzione idrica del terreno lasciandolo più asciutto di quanto sarebbe se gli alberi non fossero presenti. Le zone forestali di protezione possono portare ad un leggero aumento dell'evapotraspirazione se gli alberi hanno tassi più elevati di evapotraspirazione rispetto all'area circostante, come in area urbana.

Aumento della permeabilità e/o ricarica della falda

Gli alberi in aree urbane possono avere un buon effetto sulla permeabilità del suolo e sulla ricarica della falda. Le zone forestali sono note per la loro capacità di aumentare la permeabilità del terreno e/o la ricarica delle falde acquifere. Le zone forestali di protezione hanno tuttavia effetto limitato a causa della loro estensione relativamente piccola nei confronti di un intero bacino.

Riduzione dell'erosione e/o basso trasporto di sedimenti

Gli alberi delle aree urbane hanno un limitata zona

di influenza e capacità di controllare e limitare l'erosione dei suoli, che aumenta con aree forestate di più grandi dimensioni. Uno degli scopi principali delle zone forestali è di ridurre l'accumulo di sedimenti nei corsi d'acqua circostanti. Queste aree hanno poco effetto sull'erosione all'interno del bacino ma possono trattenere gran parte del sedimento eroso, impedendogli di raggiungere i corsi d'acqua.

Riduzione delle temperature

La presenza di alberi e di forestazione urbana può ridurre le temperature e soprattutto i picchi di calore al livello del suolo. Poiché gli alberi hanno un albedo più elevato della maggior parte delle superfici costruite, essi sono in grado di riflettere invece che assorbire il calore. La zona forestale di protezione tende a ridurre la radiazione solare, la velocità del vento e i cambiamenti moderati nella temperatura dell'aria diurna.

Assorbimento e/o ritenzione di CO2

La presenza di alberi e di forestazione urbana può avere un importante effetto nell'assorbimento e nella ritenzione della CO2.

Miglioramento del suolo

In alcune circostanze, le zone forestali di protezione possono avere un effetto benefico sui suoli, promuovendo una maggiore infiltrazione, porosità del suolo e accumulo di carbonio organico. Tuttavia, questi miglioramenti saranno limitati alla zona forestata.

Criticità

Per questa misura risulta la necessità di sacrificare posti auto per cedere spazio all'aiuola, ma anche, conseguentemente, di controllare costantemente le alberature per evitare danni alle auto.

È necessaria una frequente manutenzione e pulizia dal fogliame, così come il controllo costante della stabilità e delle condizioni delle alberature.

La misura impone un restringimento delle carreggiate laddove gli spazi siano troppo stretti.

Misure



1. Piantumazione in parcheggi

La piantumazione di alberi nei parcheggi ha molteplici scopi: migliorare la qualità estetica di aree di bassa qualità, abbassare l'isola di calore di aree il più delle volte fortemente impermeabilizzate, migliorare il comfort degli autoveicoli presenti i quali subiranno meno il surriscaldamento interno.



2. Viali alberati

I viali alberati proteggono dal sole il manto stradale, diminuendone la temperatura superficiale, ma anche proteggendone la qualità e dunque i costi di manutenzione



3. Forestazione in aree urbane

La presenza in aree urbane di aree forestate di media grandezza, garantisce una mitigazione del microclima, un abbassamento dell'impatto delle emissioni climalteranti, una difesa dal dissesto idrogeologico e una maggiore ritenzione idrica, benefici alla qualità della vita.



4. Interventi di riqualificazione col verde

All'interno di interventi di riqualificazione di centri urbani è possibile inserire elementi di verde che hanno basse, ma comunque lenitorie, capacità di mitigare gli effetti dell'isola di calore, ma comunque capaci anche di assorbire modeste quantità di polveri sottili, capacità di ombreggiamento, aumentare la qualità urbana



5. Boschi di pianura

Ampie aree boscate, particolarmente in aree peri-urbane, sono di vitale importanza per la difesa e la promozione della biodiversità, per la calmierazione di ondate di calore, per avere luoghi naturali di pregio e sollievo in caso di condizioni climatiche calde, per progetti di educazione ambientale



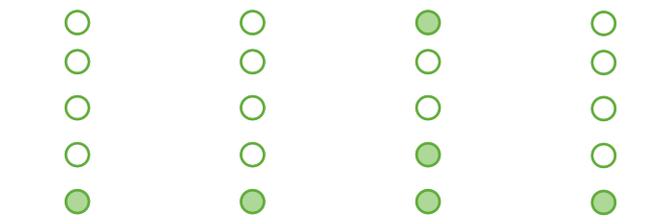
6. Verde a mitigazione di opere

Nei casi in cui la fascia di verde sia consistente, questa può svolgere funzione di barriera naturale al rumore di opere viarie importanti, schermatura visiva, trattenimento di polveri sottili e inquinanti



Implicazioni socio-economiche

- Nuclei familiari sensibili
- Reddito medio pro capite insufficiente
- Povertà assoluta
- Bassa qualità dell'abitazione
- Qualità dello Spazio Pubblico



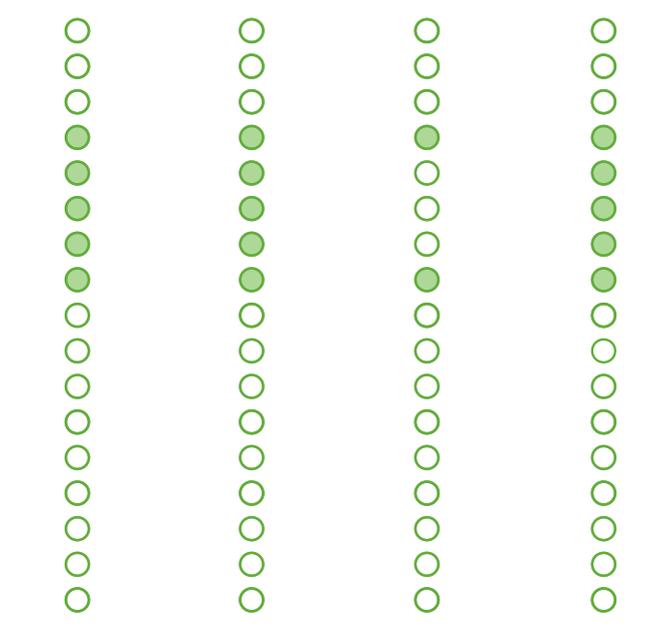
Impatto

- UHI
- Run-off



Localizzazione

- LCZ 1 - Compact high-rise
- LCZ 2 - Compact mid-rise
- LCZ 3 - Compact low-rise
- LCZ 4 - Open high-rise
- LCZ 5 - Open mid-rise
- LCZ 6 - Open low-rise
- LCZ 7 - Lightweight
- LCZ 8 - Large low-rise
- LCZ 9 - Sparse low-rise
- LCZ 10 - Heavy industry
- LCZ A - Dense trees
- LCZ B - Scattered trees
- LCZ C - Bush, scrub
- LCZ D - Low plants
- LCZ E - Paved
- LCZ F - Bare soil or sand
- LCZ G - Water



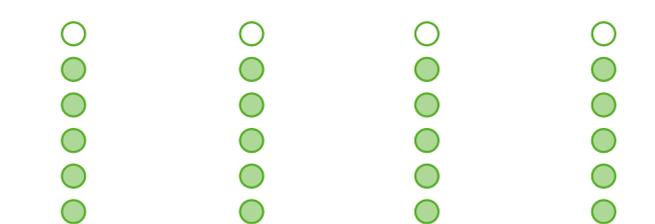
Effetto atteso

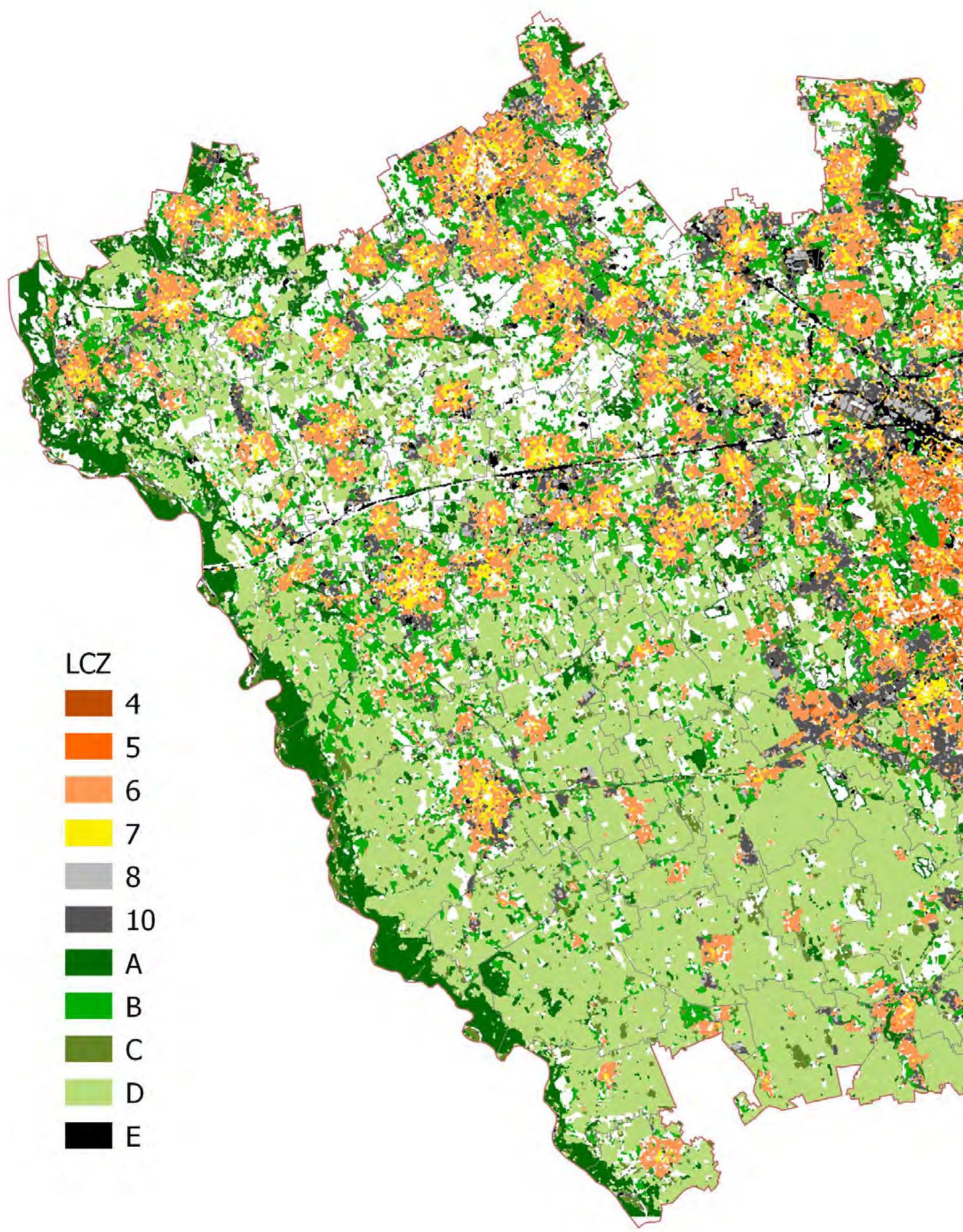
- Riduzione dell'impatto
- Dispersione del fenomeno
- Autoprotezione del cittadino



Strumento/Piano

- Regolamento Edilizio
- Regolamento del Verde
- Piano Triennale delle Opere Pubbliche
- Piano del Verde
- Incentivo
- PAESC





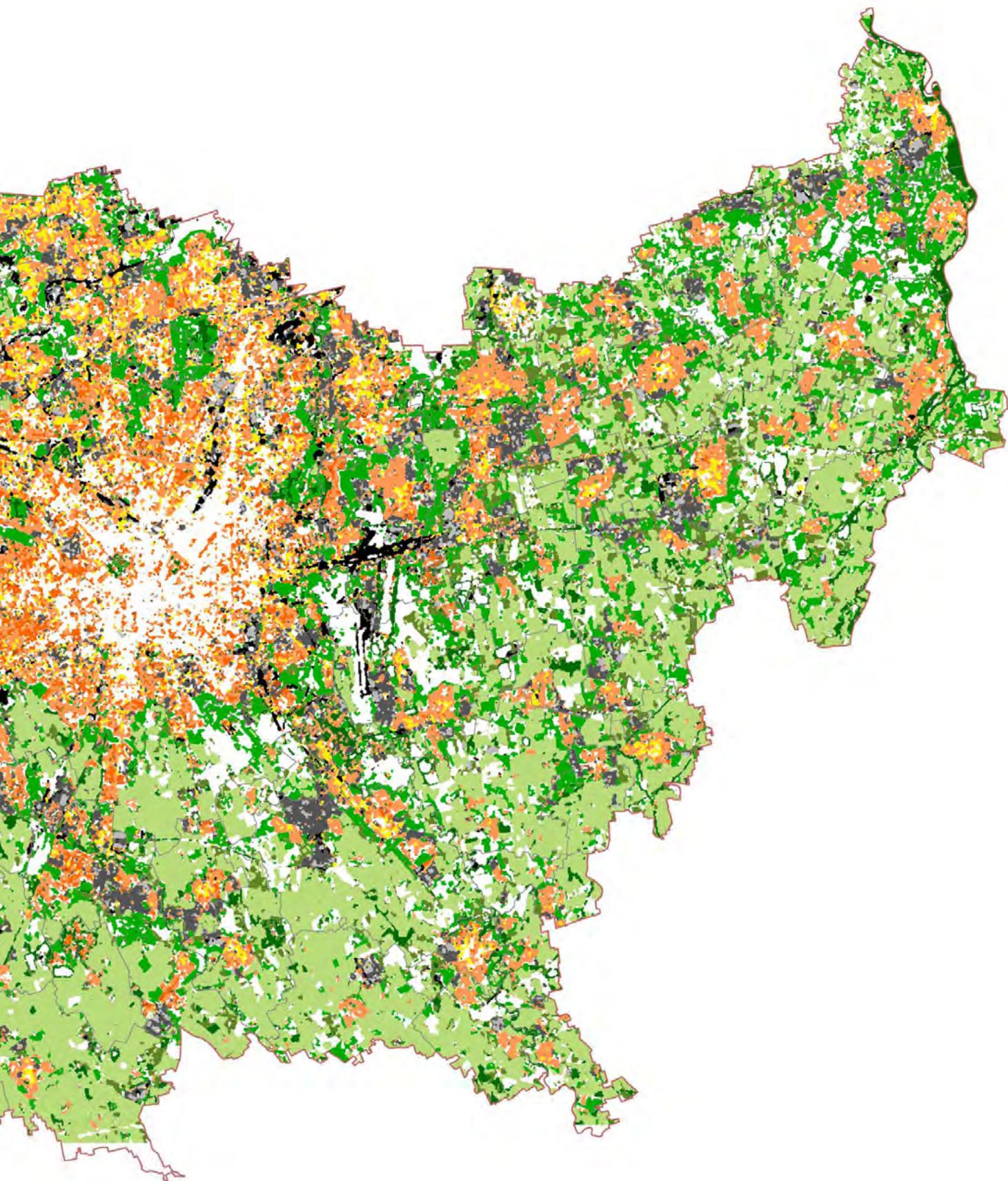


Figura: Localizzazione della misura nelle LCZ. Per approfondimenti: desk.cittametropolitana.mi.it/lm/

Scala: Città
Tipologia: Fisica



Vantaggi

Laminazione delle acque

Poiché le aree urbane forestate sono molto più permeabili di quelle urbanizzate, queste hanno un discreto potenziale per la riduzione del run-off.

Rallentamento del deflusso

Alberi singoli hanno una bassa potenzialità di limitare la velocità del run-off.

Aumento dell'evapotraspirazione

L'evapotraspirazione è uno degli effetti principali degli alberi sul ciclo idrologico. Gli alberi nelle aree urbane aumentano in modo considerevole l'evapotraspirazione, questo può essere vantaggioso a latitudini umide o temperate in quanto viene ridotta la quantità totale di liquido che entra nella rete fognaria durante le piogge ed si aumenta la capacità di ritenzione idrica del terreno lasciandolo più asciutto di quanto sarebbe se gli alberi non fossero presenti.

Aumento della permeabilità e/o ricarica della falda

Gli alberi nelle aree urbane possono avere un buon effetto sulla permeabilità del suolo e conseguentemente sulla ricarica della falda.

Riduzione dell'erosione e/o basso trasporto di sedimenti

Gli alberi delle aree urbane hanno un limitata zona di influenza e capacità di controllare e limitare l'erosione dei suoli, questa tuttavia

aumenta con aree forestate di più grandi dimensioni.

Riduzione delle temperature

La presenza di alberi e di forestazione urbana può ridurre le temperature e soprattutto i picchi di calore al livello del suolo. Poiché gli alberi hanno un albedo più elevato della maggior parte delle superfici costruite, essi sono in grado di riflettere invece che assorbire il calore.

Assorbimento e/o ritenzione di CO₂

La presenza di alberi e di forestazione urbana può avere un importante effetto nell'assorbimento e nella ritenzione della CO₂.

Criticità

Necessità di strutturare una rete sotterranea in grado di depurare le acque (inquinata da vari residui);

Richio inquinamento della prima falda;

Caratteristiche del suolo richieste: terreno che non deve presentare strati impermeabili e alti contenuti di particelle fini come limo e argilla. Topografia ottimale: pianeggiante, pendenza massima consigliata del 6%.

Se non mantenute a sufficienza, rischiano di produrre ristagni eccessivamente lunghi che possono creare ambienti malsani (zanzare, umidità, ecc.).

Misure



1. Pozzi perdenti o d'infiltrazione

"I pozzi perdenti (o pozzi d'infiltrazione) sono adatti ai suoli poco permeabili. Può essere adoperata per interventi a piccola scala e nei centri abitati con limitata superficie a disposizione (meno dell'1% della superficie drenata). Nei pozzi possono essere convogliate solo acque meteoriche scarsamente inquinate, previo pretrattamento che deve comprendere almeno un'efficace sedimentazione."



2. Sistemi modulari geocellulari

Si tratta di moduli plastici leggeri con struttura modulare a nido d'ape a forma di parallelepipedo in fogli di PVC sagomati. Il sistema di drenaggio consiste nell'assemblare pacchi modulari (in affiancamento e in sovrapposizione) per creare strutture interrate come vasche di infiltrazione (se avvolte da un geotessile); vasche di laminazione o accumulo (se avvolte da una geomembrana). La distribuzione dell'acqua viene garantita da un tubo forato, avvolto da un geotessile e collocato in una trincea riempita di ghiaietto drenante. La tubazione può anche essere inserita al di sotto o al di sopra della vasca, all'interno di uno strato drenante in ghiaia.



3. Superfici permeabili

Il ricorso a pavimentazioni permeabili è consigliato per le strade a uso pedonale e o ai marciapiedi per la loro minore robustezza nei confronti del traffico pesante. Esse possono essere suddivise in tre macro-tipologie: Superfici permeabili con infiltrazione delle acque nel suolo sottostante; Superfici permeabili con solo scarico delle acque in fognatura; Superfici permeabili miste (sia con infiltrazione nel substrato sottostante che con scarico delle acque in fognatura)."



4. Trincee filtranti

Si tratta di scavi riempiti con materiale ghiaioso, sabbia e pietre o con elementi prefabbricati in materiali plastici realizzati per favorire l'infiltrazione all'interno della trincea e la successiva filtrazione dell'acqua meteorica nel sottosuolo attraverso i lati e il fondo della trincea.



5. Bacini di infiltrazione e bioritenzione

Sono aree modellate in modo tale da creare degli invasi profondi tra 0.3 e 0.6 m che hanno la funzione di accumulare momentaneamente l'acqua e smaltire tramite infiltrazione i deflussi prodotti da una superficie impermeabile. I bacini di infiltrazione devono essere realizzati su suoli con elevata permeabilità (almeno 13 mm h⁻¹). I terreni più idonei sono quelli sabbiosi con presenza di ghiaia grossolana in quanto facilitano il drenaggio ed evitano il formarsi di ristagni idrici. Vanno posizionati preferibilmente su terreni pianeggianti.



6. Bacini di detenzione

Bacini di grosse dimensioni (20.000-970.000 m³) poco permeabili che hanno la funzione di invasare temporaneamente parte delle portate in eccesso di un grosso corso d'acqua. La topografia preferibile è pianeggiante. Non sono richiesti particolari tipologie di terreni poiché la superficie del bacino creato è resa impermeabile per immagazzinare le acque entranti.

1 2 3



Implicazioni socio-economiche

Nuclei familiari sensibili	○	○	○
Reddito medio pro capite insufficiente	○	○	○
Povertà assoluta	○	○	○
Bassa qualità dell'abitazione	○	○	○
Qualità dello Spazio Pubblico	●	●	●

Impatto

UHI
Run-off



Localizzazione

LCZ 1 - Compact high-rise	○	○	○
LCZ 2 - Compact mid-rise	○	○	○
LCZ 3 - Compact low-rise	○	○	○
LCZ 4 - Open high-rise	●	●	●
LCZ 5 - Open mid-rise	○	○	○
LCZ 6 - Open low-rise	●	●	●
LCZ 7 - Lightweight	●	●	●
LCZ 8 - Large low-rise	●	●	●
LCZ 9 - Sparse low-rise	●	●	●
LCZ 10 - Heavy industry	●	○	○
LCZ A - Dense trees	○	○	○
LCZ B - Scattered trees	○	○	○
LCZ C - Bush, scrub	○	○	○
LCZ D - Low plants	○	○	○
LCZ E - Paved	○	○	○
LCZ F - Bare soil or sand	○	○	○
LCZ G - Water	○	○	○

Effetto atteso

Riduzione dell'impatto	●	●	●
Dispersione del fenomeno	●	●	●
Autoprotezione del cittadino	●	●	●

Strumento/Piano

Regolamento edilizio	●	●	●
Regolamento del verde	●	●	●
PTOOPP	●	●	●
Piano del Verde	●	●	●
PAESC	●	●	●

4

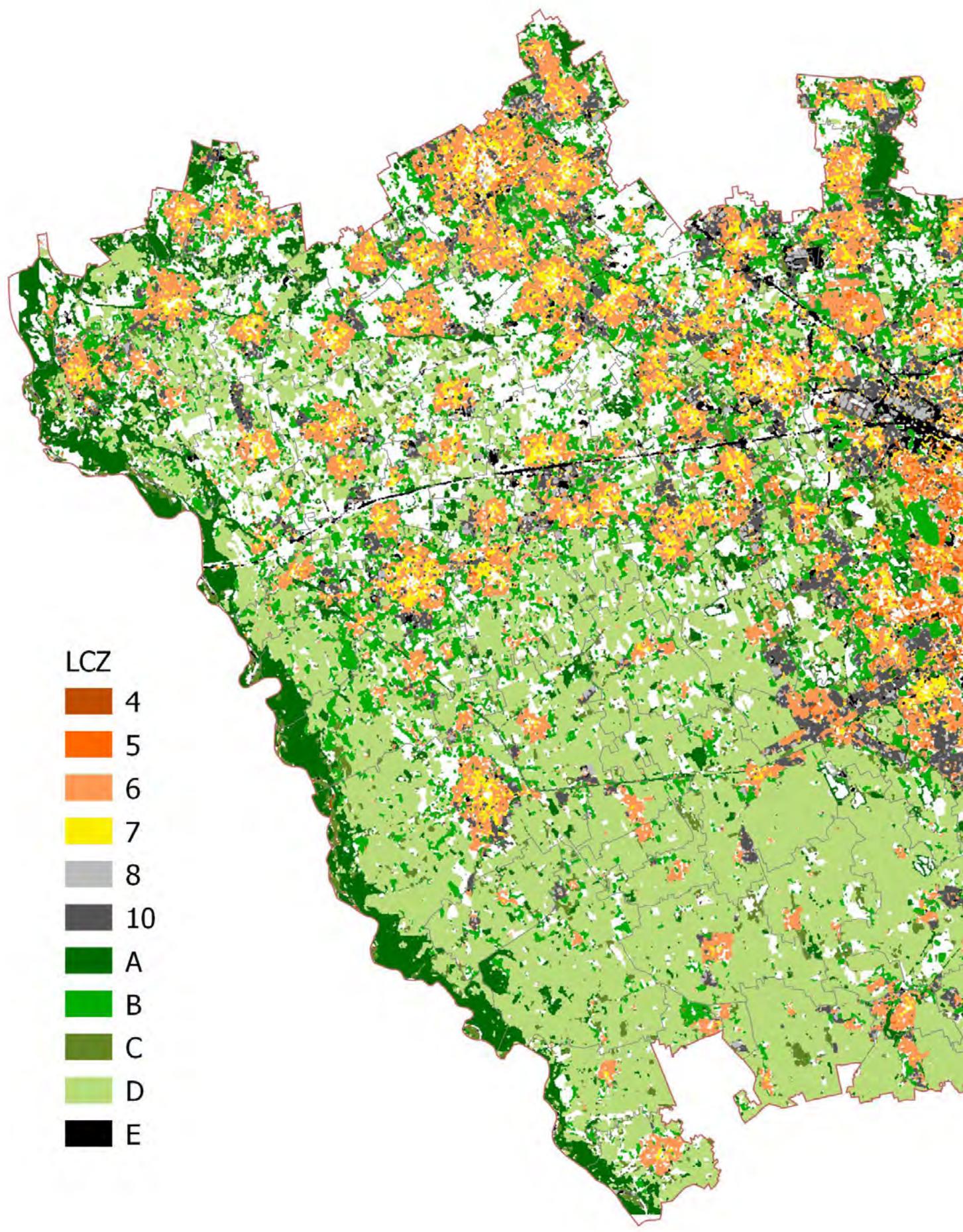


5



6





- LCZ
- 4
 - 5
 - 6
 - 7
 - 8
 - 10
 - A
 - B
 - C
 - D
 - E

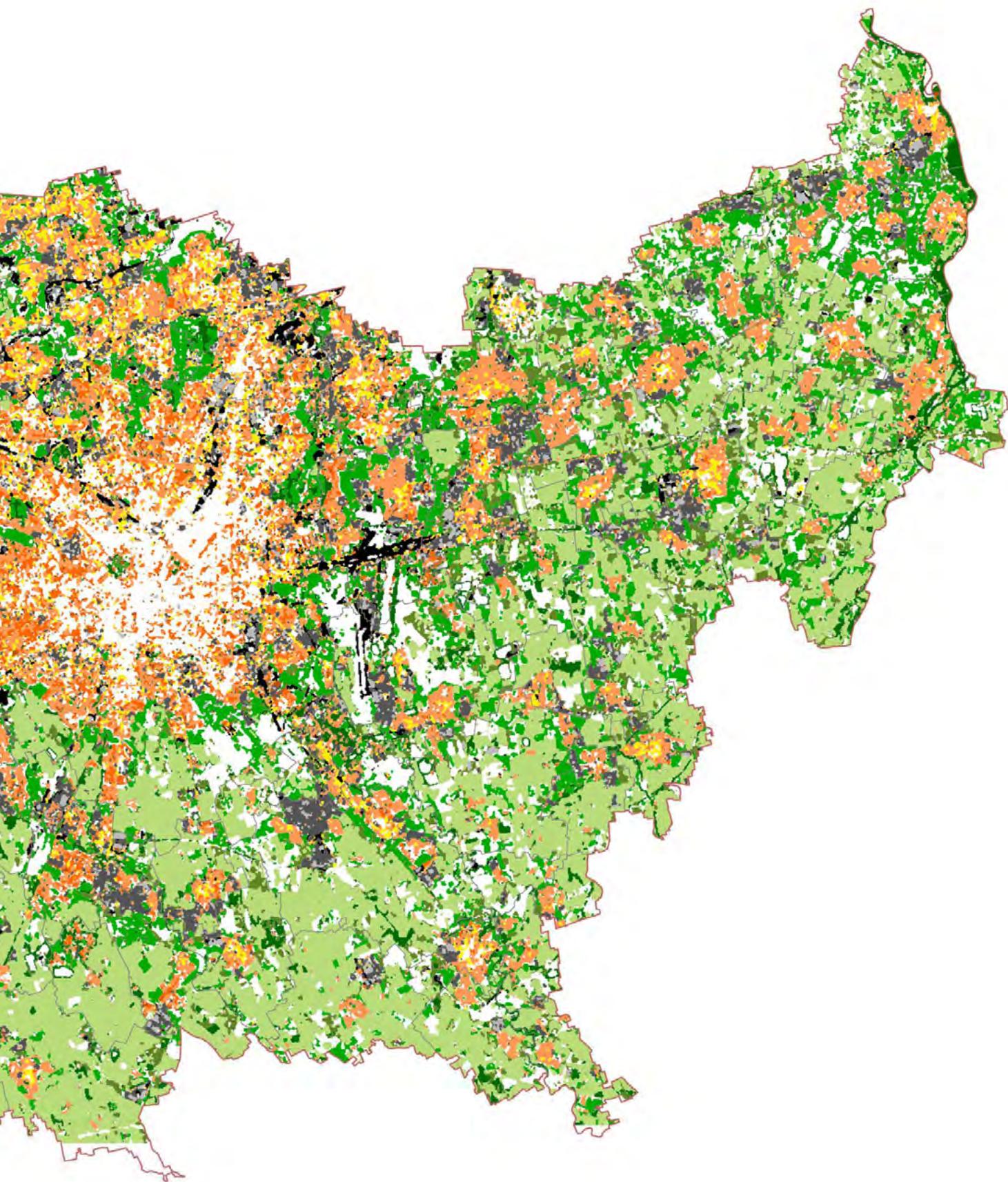


Figura: Localizzazione della misura nelle LCZ. Per approfondimenti: desk.cittametropolitana.mi.it/lm/

Raccolta delle acque meteoriche negli edifici

#4

Scala: Edificio
Tipologia: Fisica



Vantaggi

Riduzione del deflusso superficiale

La raccolta e lo stoccaggio delle acque meteoriche per uso locale ha la potenzialità di ridurre in parte o totalmente il deflusso superficiale, questo dipende ovviamente dalla tipologia e dalla progettazione tecnica del sistema.

Laminazioni delle acque

La raccolta e lo stoccaggio delle acque meteoriche cattura l'acqua piovana alle coperture, la quale viene conservata ed utilizzata per usi non potabili: irrigazione, scarichi, lavaggi, ecc. in questo modo non solo viene impedito all'acqua di fare danni al suolo ma si garantisce anche un uso sostenibile della risorsa.

Criticità

Per la pressione che riceverebbe, l'installazione del sifone è meno adatto agli edifici più alti. Rischio di ristagno con conseguente proliferare di zanzare e insetti. Difficoltà di installazione negli edifici esistenti. Necessità di avere elementi strutturali adeguati ad accogliere un tetto di questo tipo.



Misure

1. Raccolta delle acque meteoriche in sifone interrato

In questo caso le acque meteoriche convogliate dal tetto raggiungono un sifone interrato. Queste possono essere utilizzate poi per il giardino così come per scarichi del water, ecc.



2. Raccolta delle acque meteoriche in sifone interrato con superficie verde depurativa

In questo caso le acque meteoriche convogliate dal tetto sono attraversano anche un tetto verde che ne rallenta il flusso e le depura; come in precedenza raggiungono un sifone interrato. Queste possono essere utilizzate poi per il giardino così come per scarichi del water, ecc.



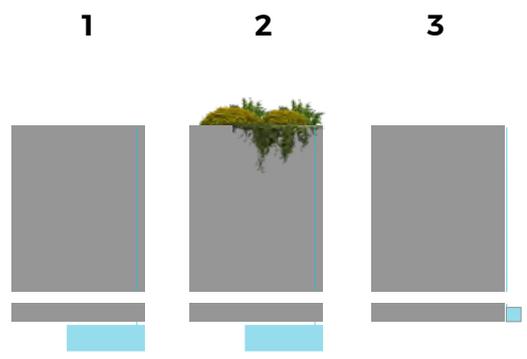
3. Raccolta delle acque meteoriche in sifone esterno

Il funzionamento è il medesimo delle misure precedenti, varia per il fatto che il sifone di raccolta è esterno dunque necessariamente di dimensioni più contenute. Per questo motivo e per la pressione che riceverebbe è meno adatto agli edifici più alti. Il sifone esterno può diventare una fioriera, la base per delle cassette degli orti, ecc.



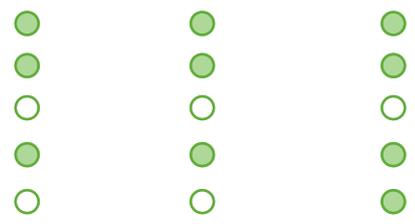
4. Raccolta delle acque meteoriche in sifone esterno con superficie verde depurativa

Il funzionamento è il medesimo della misura precedente, ma come in precedenza, la presenza di un tetto/superficie verde rallenta il flusso dell'acqua e, in minima parte, la depura.



Implicazioni socio-economiche

- Nuclei familiari sensibili
- Reddito medio pro capite insufficiente
- Povertà assoluta
- Bassa qualità dell'abitazione
- Qualità dello Spazio Pubblico



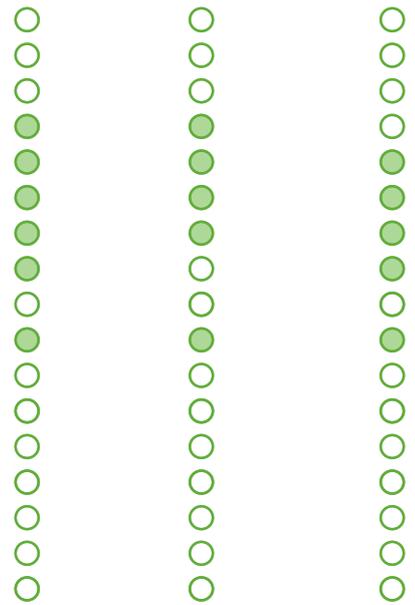
Impatto

- UHI
- Run-off



Localizzazione

- LCZ 1 - Compact high-rise
- LCZ 2 - Compact mid-rise
- LCZ 3 - Compact low-rise
- LCZ 4 - Open high-rise
- LCZ 5 - Open mid-rise
- LCZ 6 - Open low-rise
- LCZ 7 - Lightweight
- LCZ 8 - Large low-rise
- LCZ 9 - Sparse low-rise
- LCZ 10 - Heavy industry
- LCZ A - Dense trees
- LCZ B - Scattered trees
- LCZ C - Bush, scrub
- LCZ D - Low plants
- LCZ E - Paved
- LCZ F - Bare soil or sand
- LCZ G - Water



Effetto atteso

- Riduzione dell'impatto
- Dispersione del fenomeno
- Autoprotezione del cittadino



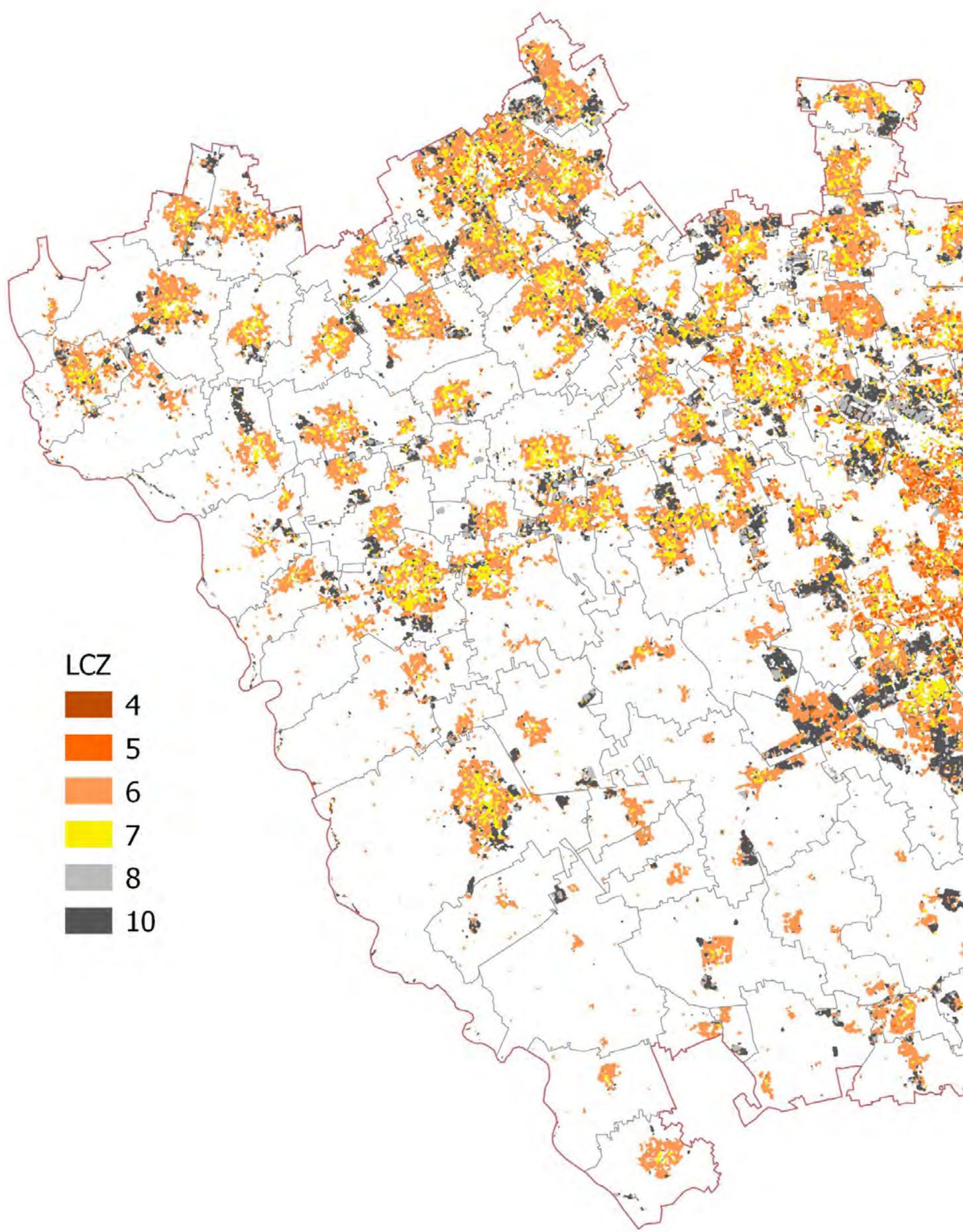
Strumento/Piano

- Regolamento Edilizio
- Incentivo
- PAESC



4





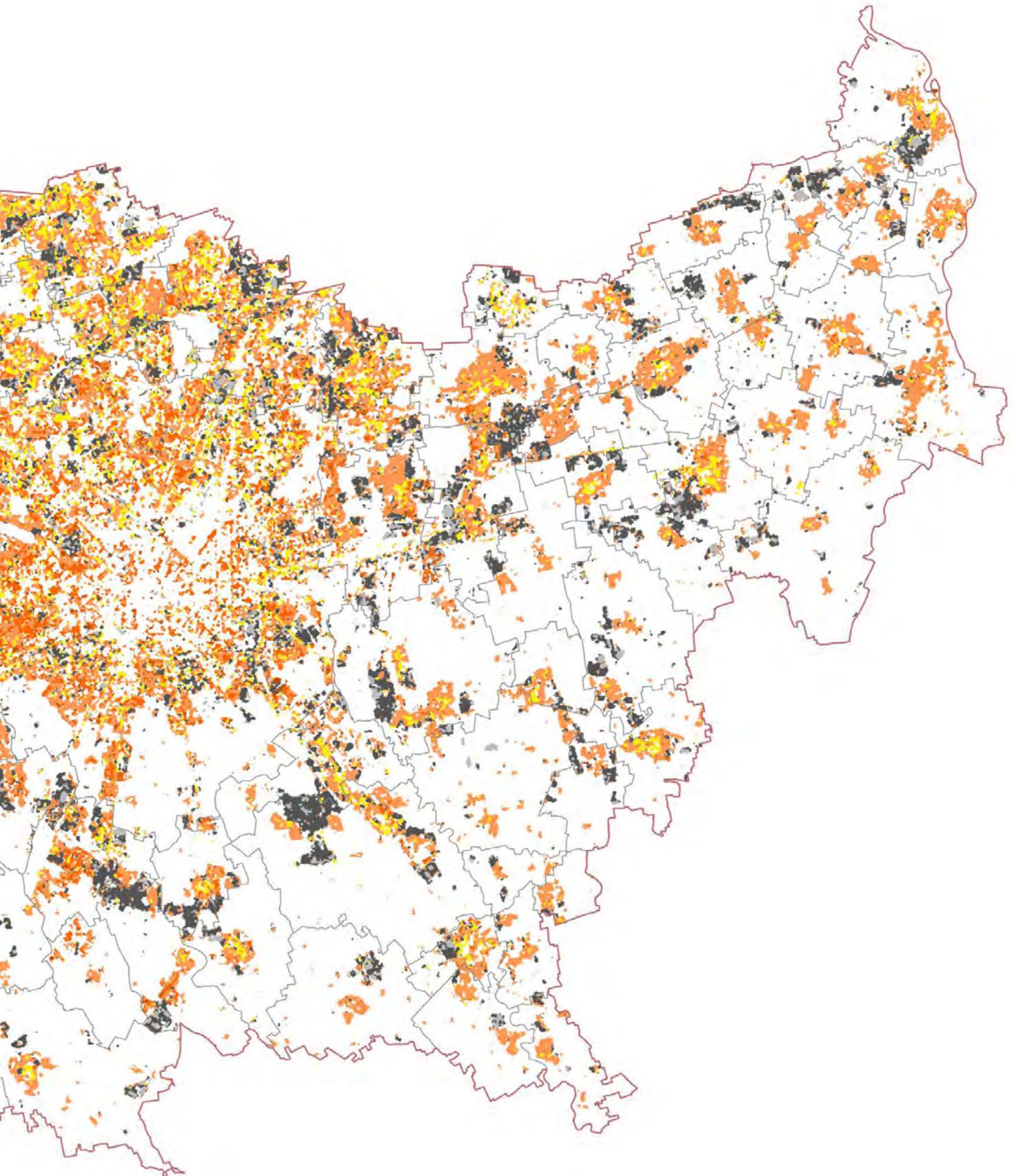


Figura: Localizzazione della misura nelle LCZ. Per approfondimenti: desk.cittametropolitana.mi.it/lm/

Pavimentazione permeabile

#5

Scala: Città
Tipologia: Fisica



Vantaggi

La pavimentazione permeabile è progettata per consentire all'acqua piovana di infiltrarsi attraverso la superficie, o negli strati sottostanti (suoli e falde acquifere), o essere immagazzinata negli strati e rilasciata a una velocità controllata. Possono esistere due diverse tipologie di pavimentazione permeabile:

- Pavimentazioni porose: l'acqua si infiltra in tutta la superficie.
- Pavimentazione permeabile: materiali come mattoni vengono posati per fornire spazio vuoto alla sottostruttura, mediante l'uso di guarnizioni espanse o porose

Laminazione delle acque

la pavimentazione permeabile immagazzina il deflusso delle precipitazioni sotto la superficie e la rilascia a velocità controllata, oppure permette un'infiltrazione lenta nello strato sotterraneo.

Rallentamento del deflusso

I valori di riduzione del deflusso possono variare tra il 10% e il 100%, tuttavia, l'efficacia può diminuire significativamente nel tempo senza una corretta gestione dei sedimenti.

Aumento della permeabilità e/o ricarica della falda

La pavimentazione permeabile può essere progettata per consentire l'infiltrazione nel sottosuolo e la relativa ricarica della falda, tuttavia, dove il livello delle acque sotterranee è elevato o c'è contaminazione di suoli o della falda non è consigliabile applicare questo tipo

di soluzione.

Stoccaggio dell'acqua

Fornisce un limitato stoccaggio di liquidi però, se ben strutturato può rallentare il deflusso in piccole aree di drenaggio e in alcuni casi convogliarlo, tramite infiltrazione, ad un deposito nel sottosuolo o verso la falda.

Criticità

Necessità di sacrificare posti auto per cedere spazio all'aiuola

Richio inquinamento della prima falda

Controllo degli alberi costante per evitare danni alle auto

Manutenzione e pulizia da fogliame

Necessità di strutturare un'infrastruttura sotterranea in grado di depurare le acque prima che arrivino in falda

Costo della manutenzione, soprattutto per i liquidi inquinanti di scarico delle automobili (olio, benzina, detersivi, ecc)"

Manutenzione e buona progettazione della vasca per evitare ristagni

Costo alto per la de-impermeabilizzazione, per la manutenzione delle aree verdi e difficoltà nel definirle

Misure



1. Porzioni permeabili in aree impermeabili adibite a parcheggio

Inserire fasce verdi permeabili, con eventualmente alberature, aiuta il drenaggio concorrendo ad evitare gli allagamenti cui queste aree sono spesso soggette, abbassa l'effetto isola di calore, trattiene umidità che aiuta la sopravvivenza delle essenze ornamentali.



2. Parcheggi fortemente permeabili

L'utilizzo di specifici materiali che aumentino la permeabilità della superficie (grigliati erbosi in calcestruzzo, grigliati salvaprato e salvaghiaia, ecc.) incrementa notevolmente l'abbattimento dell'effetto isola di calore, il rischio di allagamento, la qualità estetica del parcheggio stesso



3. Raccolta delle acque meteoriche in sede stradale

Se opportunamente attrezzata con una struttura di ricezione capace anche di depurare/filtrare le acque meteoriche che dilavano il manto stradale portandosi dietro inquinanti che vanno eliminati prima di poter sfruttare quell'acqua per irrigazione di aree verdi.



4. Raccolta delle acque meteoriche in vasche di laminazione

Vasche di laminazione, soprattutto in nuove aree edificate, sono necessarie per garantire l'invarianza idraulica, promuovere la biodiversità, assicurare protezione da allagamenti urbani, in particolare in caso di eventi meteorologici intensi.

5. Materiale permeabile

Sono sempre più numerosi i materiali innovativi, destinati al manto stradale, a spazi pubblici, a marciapiedi, ecc., che aumentano la permeabilità delle superfici senza diminuirne le qualità, ma anzi aumentandone l'evotraspirazione e la capacità di deflusso idrico.



6. Aree verdi pubbliche

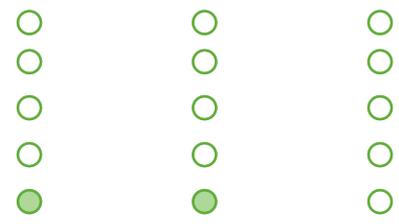
Promuovere l'aumento di aree verdi pubbliche, eventualmente e preferibilmente anche de-impermeabilizzando aree cementificate, è la soluzione migliore e più a lungo termine per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici.

1 2 3



Implicazioni socio-economiche

- Nuclei familiari sensibili
- Reddito medio pro capite insufficiente
- Povertà assoluta
- Bassa qualità dell'abitazione
- Qualità dello Spazio Pubblico



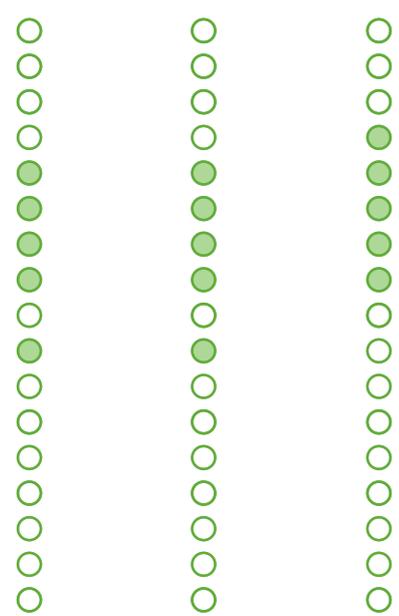
Impatto

- UHI
- Run-off



Localizzazione

- LCZ 1 - Compact high-rise
- LCZ 2 - Compact mid-rise
- LCZ 3 - Compact low-rise
- LCZ 4 - Open high-rise
- LCZ 5 - Open mid-rise
- LCZ 6 - Open low-rise
- LCZ 7 - Lightweight
- LCZ 8 - Large low-rise
- LCZ 9 - Sparse low-rise
- LCZ 10 - Heavy industry
- LCZ A - Dense trees
- LCZ B - Scattered trees
- LCZ C - Bush, scrub
- LCZ D - Low plants
- LCZ E - Paved
- LCZ F - Bare soil or sand
- LCZ G - Water



Effetto atteso

- Riduzione dell'impatto
- Dispersione del fenomeno
- Autoprotezione del cittadino



Strumento/Piano

- Regolamento Edilizio
- Piano Triennale delle Opere Pubbliche
- Piano del Verde
- PAESC

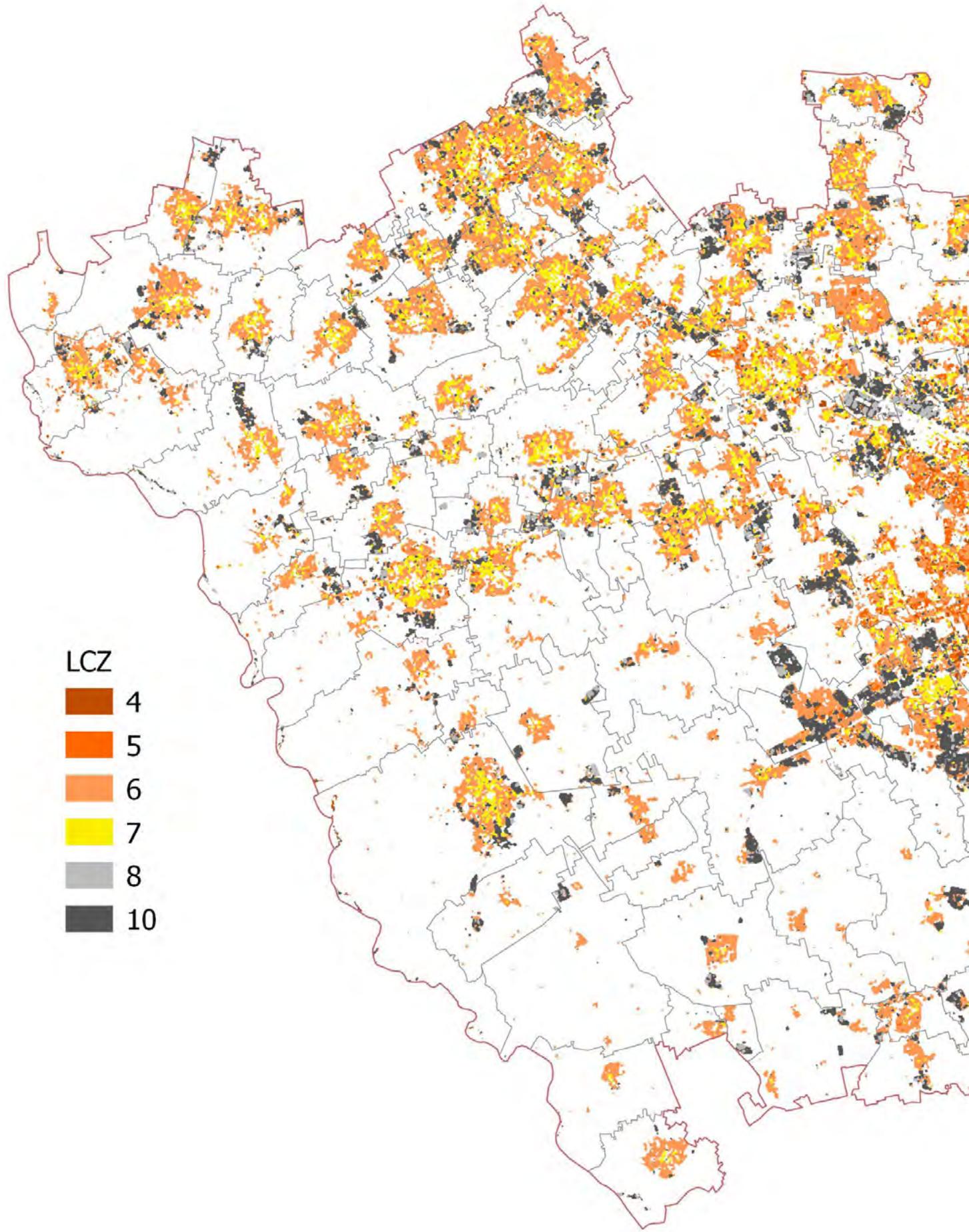


4

5

6





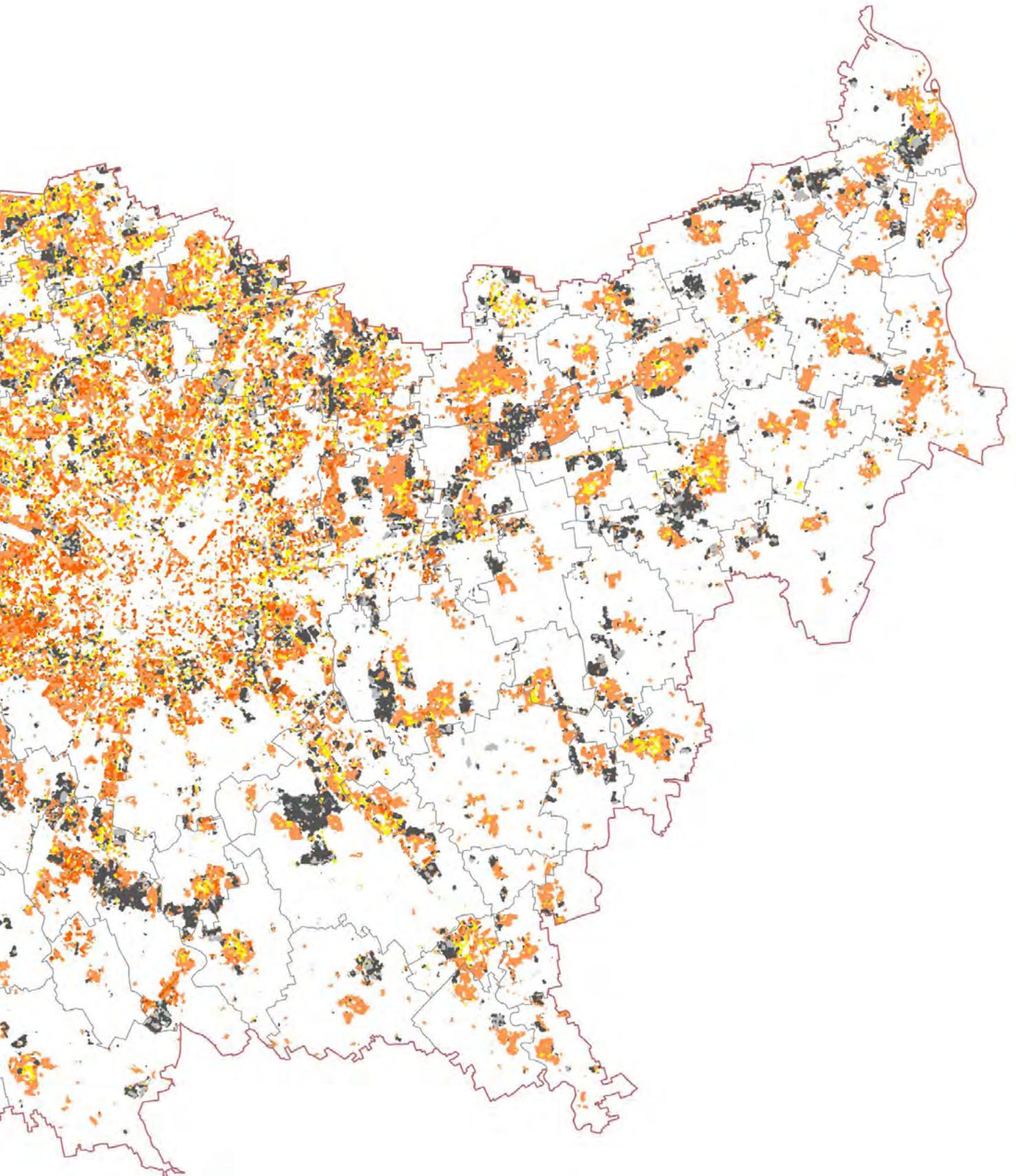


Figura: Localizzazione della misura nelle LCZ. Per approfondimenti: desk.cittametropolitana.mi.it/lm/

Superfici fredde

#6

Scala: Edificio/Quartiere
Tipologia: Fisica



Vantaggi

Questa misura di adattamento si riferisce all'installazione/modificazione di tetti in grado di ridurre l'effetto isola di calore e l'albedo.

Riduzione dell'effetto isola di calore

I cool roof riflettono più luce ed assorbono meno calore rispetto ai tetti tradizionali, per questo hanno un'alta riflettanza solare (albedo) e un'alta emissione termica: il calore che viene assorbito viene subito irradiato nell'atmosfera.

Risparmio energetico

L'aumento dell'albedo diminuisce le risorse necessarie per la climatizzazione estiva degli ambienti interni dell'edificio e apporta un miglioramento globale dell'efficienza energetica dell'edificio, nonché un miglioramento delle condizioni degli ambienti dell'edificio.

La cool pavement è una pavimentazione stradale che utilizza additivi per riflettere la radiazione solare: i tradizionali marciapiedi contribuiscono alle isole di calore in quanto assorbono l'80-95% della luce solare e trasferiscono il calore verso il basso, dove viene immagazzinato nel sottosuolo e ri-rilasciato come calore durante la notte.

Aumentando la riflettanza solare (albedo) modificando colori, materiali e pitturazione dei marciapiedi, aiuta a ridurre la temperatura dell'aria.

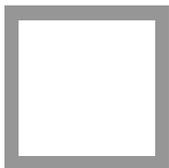
Un aumento di circa il 10-35% della riflettanza della pavimentazione in tutta la città potrebbe potenzialmente ridurre la temperatura dell'aria

di circa 0,6 ° C, con benefici significativi in termini di minore consumo di energia, riduzione dei livelli di ozono e riduzione della temperatura dell'aria.

Criticità

L'utilizzo di pitture non necessariamente molto chiare, ha sicuramente un effetto minore sulla riflessione della radiazione solare incidente, ma può dare vita a pedonalizzazioni di aree pubbliche in maniera economica, miglioramento della qualità urbana e vitalità di uno spazio.

Misure



1. Tetti freddi tramite dipintura

Consiste nella dipintura dei tetti con una colorazione di colore più chiaro: in tal modo l'albedo aumenta e la superficie risulta assorbire meno calore.



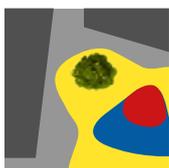
2. Tetti freddi tramite dipintura e sfruttamento dell'incidenza solare per energia fotovoltaica

In aggiunta alla colorazione della superficie, si sfrutta in questo caso la disponibilità di spazio per inserire pannelli fotovoltaici e/o pannelli solari.



3. Superfici fredde a terra per il miglioramento della qualità urbana

La colorazione della superficie a terra, oltre ad aumentare l'albedo come visto in precedenza, può anche aiutare a rendere pedonali alcune zone destinate alle auto.



4. Superfici fredde a terra per il miglioramento della qualità urbana e la piacevolezza dei luoghi

L'utilizzo di pitture non necessariamente molto chiare, ha sicuramente un effetto minore sulla riflessione della radiazione solare incidente, ma può dare vita a pedonalizzazioni di aree pubbliche in maniera economica, miglioramento della qualità urbana e vitalità di uno spazio.



5. Superfici fredde a terra in parcheggi

Anche le aree destinate a parcheggio possono cambiare facilmente colorazione, senza inficiarne le caratteristiche o lo spazio destinato ai parcheggi.



6. Superfici fredde a terra tramite sostituzioni di materiali con ridotto albedo

L'aumento dell'albedo in marciapiedi può derivare anche da una differenziazione di materiale che sostituisca l'asfalto che si differenzi maggiormente dalla carreggiata aumentando anche il senso di sicurezza per i pedoni.



7. Superfici fredde a terra tramite ridipintura

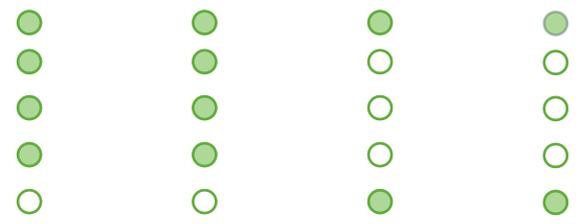
In maniera più economica e veloce, l'intervento visto in precedenza può essere effettuato anche con una semplice dipintura.

1 2 3 4



Implicazioni socio-economiche

- Nuclei familiari sensibili
- Reddito medio pro capite insufficiente
- Povertà assoluta
- Bassa qualità dell'abitazione
- Qualità dello Spazio Pubblico



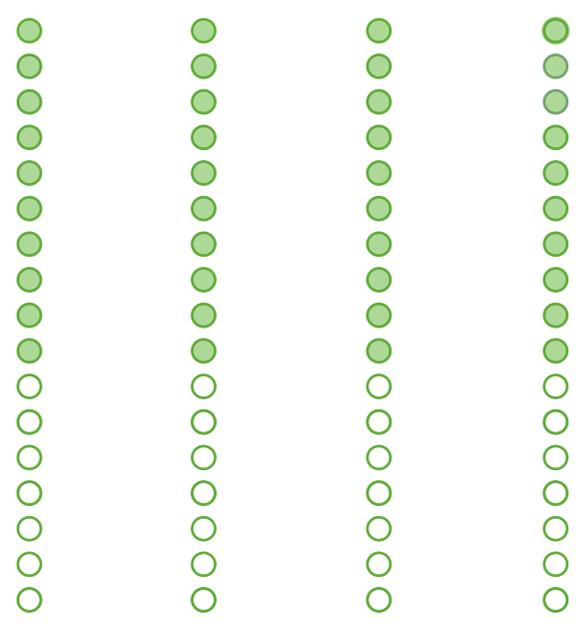
Impatto

- UHI
- Run-off



Localizzazione

- LCZ 1 - Compact high-rise
- LCZ 2 - Compact mid-rise
- LCZ 3 - Compact low-rise
- LCZ 4 - Open high-rise
- LCZ 5 - Open mid-rise
- LCZ 6 - Open low-rise
- LCZ 7 - Lightweight
- LCZ 8 - Large low-rise
- LCZ 9 - Sparse low-rise
- LCZ 10 - Heavy industry
- LCZ A - Dense trees
- LCZ B - Scattered trees
- LCZ C - Bush, scrub
- LCZ D - Low plants
- LCZ E - Paved
- LCZ F - Bare soil or sand
- LCZ G - Water



Effetto atteso

- Riduzione dell'impatto
- Dispersione del fenomeno
- Autoprotezione del cittadino



Strumento/Piano

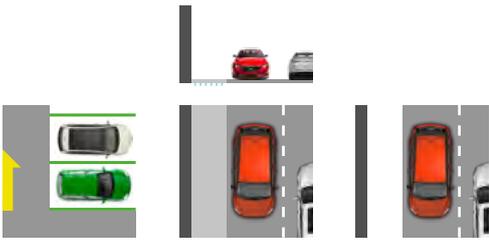
- Regolamento Edilizio
- Piano Triennale delle Opere Pubbliche
- Incentivo
- Paesc

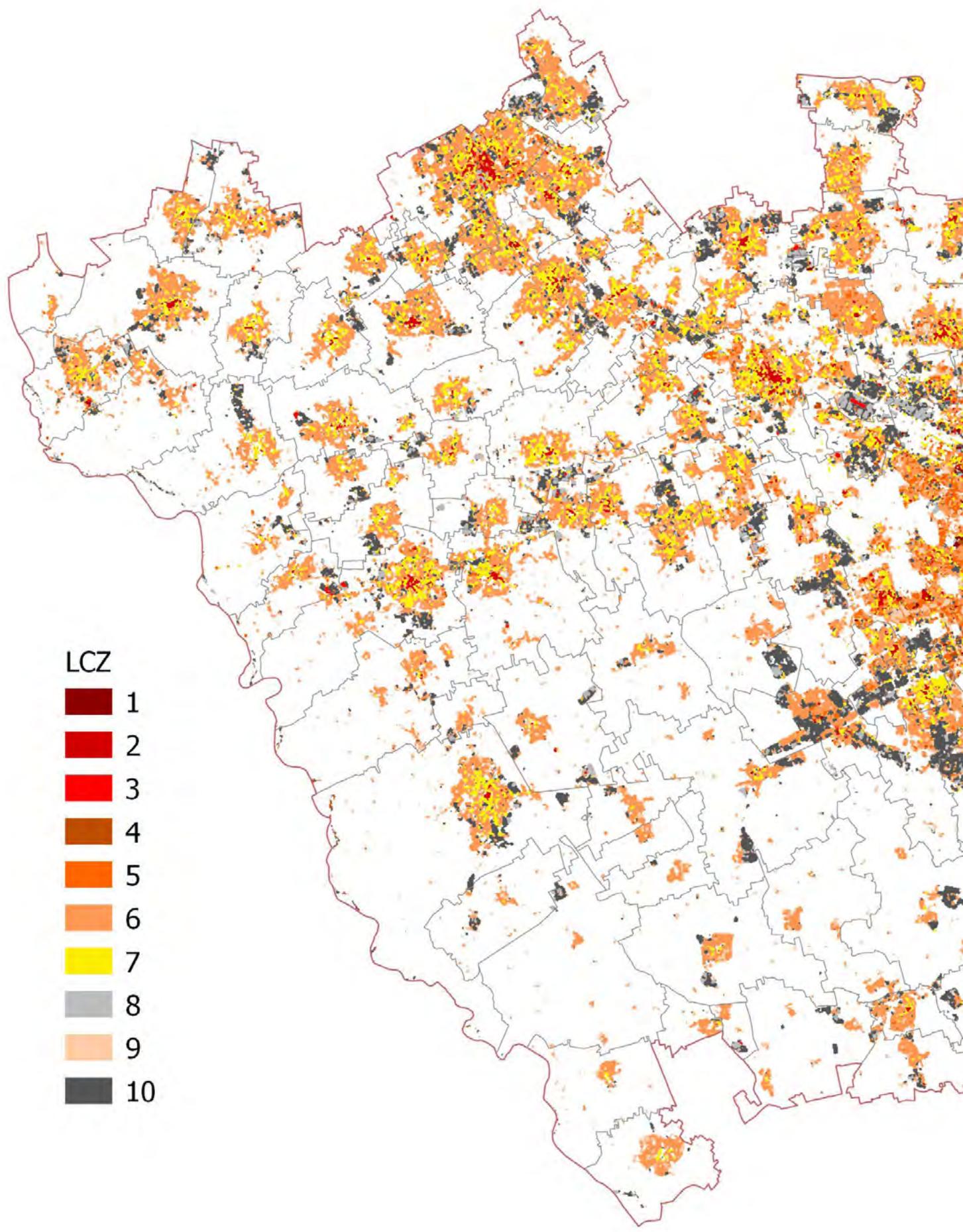


5

6

7





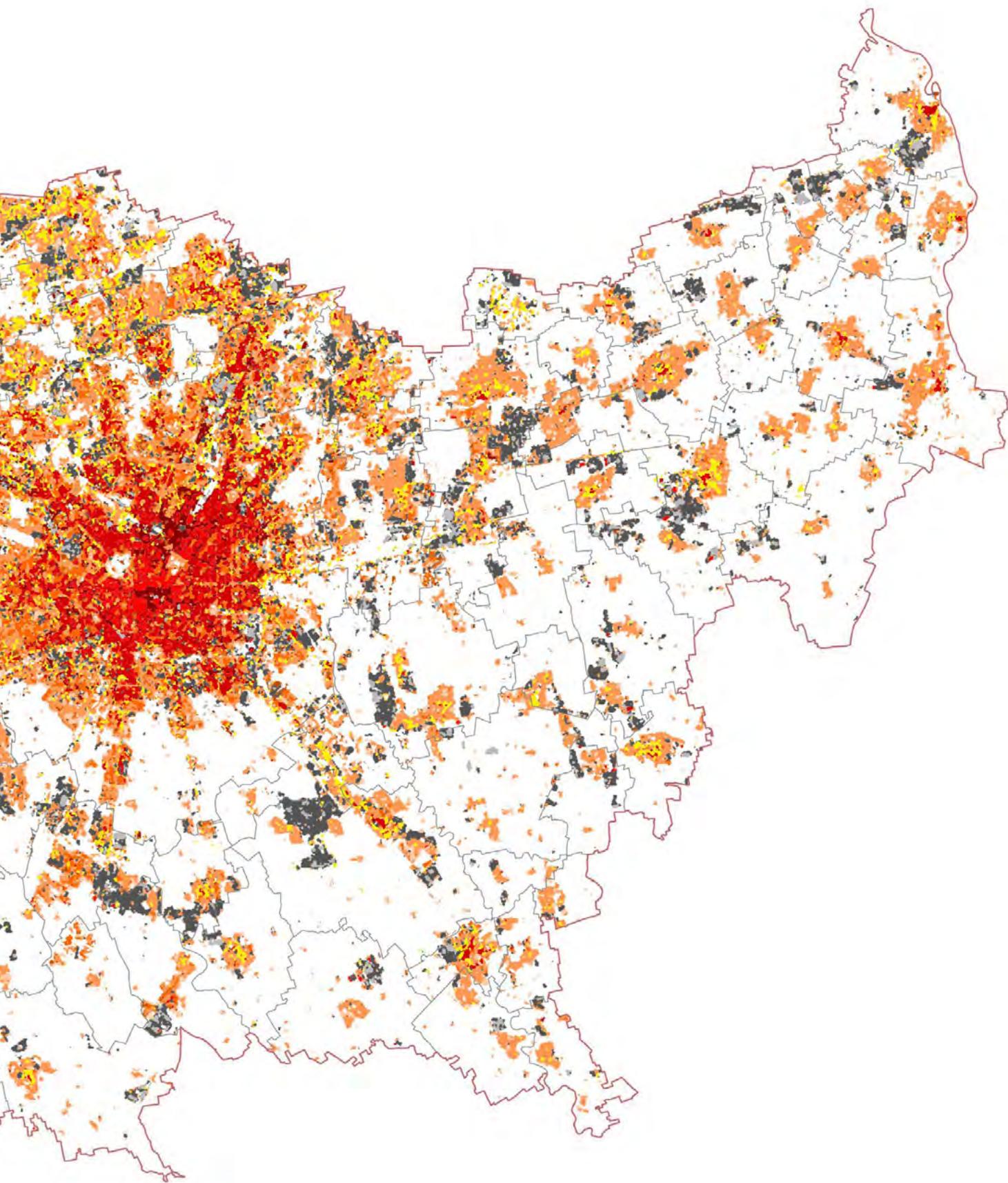


Figura: Localizzazione della misura nelle LCZ. Per approfondimenti: desk.cittametropolitana.mi.it/lm/

Rapidi sistemi di allarme

#7

Scala: Città
Tipologia: Organizzativa



Vantaggi

Utilizzo di un sistema di allarme coerente e standardizzato attivato e disattivato in base alle condizioni meteorologiche. I sistemi di allarme sono una misura essenziale per l'auto-protezione della popolazione da un evento meteorologico estremo. La previsione delle ondate di calore e la previsione di tempeste e alluvioni sono necessarie e possono essere svolte in collaborazione con gli istituti di ricerca e gli enti di protezione civile.

L'allerta tempestiva attraverso sistemi di invio informatizzato e la fornitura di un'adeguata consulenza attraverso mass media e/o segnali di allarme digitali in determinati luoghi può essere un sistema a basso impatto economico per le pubbliche amministrazioni.

Criticità

Gli autoparlanti sono sicuramente un metodo facile per allertare di un particolare evento la popolazione, ma quest'ultima deve essere consapevole del significato di determinati suoni. Risulta importante l'educazione preventiva.

Misure



1. Altoparlanti diffusi in Città

Gli altoparlanti sono sicuramente un metodo facile per allertare di un particolare evento la popolazione, ma quest'ultima deve essere consapevole del significato di determinati suoni (ad es.: prolungato, 3 volte un suono, ecc. possono avere ciascuno un significato differente). Risulta importante l'educazione preventiva.



2. Allerta tramite SMS

Il gestionale del servizio SMS può inviare informazioni alle fasce interessate differenziate per sensibilità, localizzazione, oppure più semplicemente in modo generalizzato



3. Diffusione dell'informazione sui social

La diffusione di informazioni sui social può servire ad allertare, fornire istruzioni, gestire flussi, suggerire modalità precauzionali di comportamento.



4. Pannelli digitali

I pannelli sono preferibilmente posizionati alle porte e/o nei punti strategici della Città e hanno principalmente lo scopo di avisare di futuri eventi (ad es.: pioggia/vento/caldo forte nei prossimi giorni, manifestazione, strada chiusa, limitazioni al traffico, ecc.), ma all'occorrenza possono anche segnalare eventi contingenti che richiedono una modificazione di flussi o comportamenti.

1 2 3



Implicazioni socio-economiche

Nuclei familiari sensibili	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Reddito medio pro capite insufficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Povertà assoluta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bassa qualità dell'abitazione	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Qualità dello Spazio Pubblico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Impatto

UHI	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>
Run-off	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/>

Localizzazione

LCZ 1 - Compact high-rise	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
LCZ 2 - Compact mid-rise	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
LCZ 3 - Compact low-rise	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
LCZ 4 - Open high-rise	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
LCZ 5 - Open mid-rise	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
LCZ 6 - Open low-rise	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
LCZ 7 - Lightweight	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
LCZ 8 - Large low-rise	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
LCZ 9 - Sparse low-rise	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
LCZ 10 - Heavy industry	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
LCZ A - Dense trees	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LCZ B - Scattered trees	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LCZ C - Bush, scrub	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LCZ D - Low plants	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LCZ E - Paved	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LCZ F - Bare soil or sand	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
LCZ G - Water	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

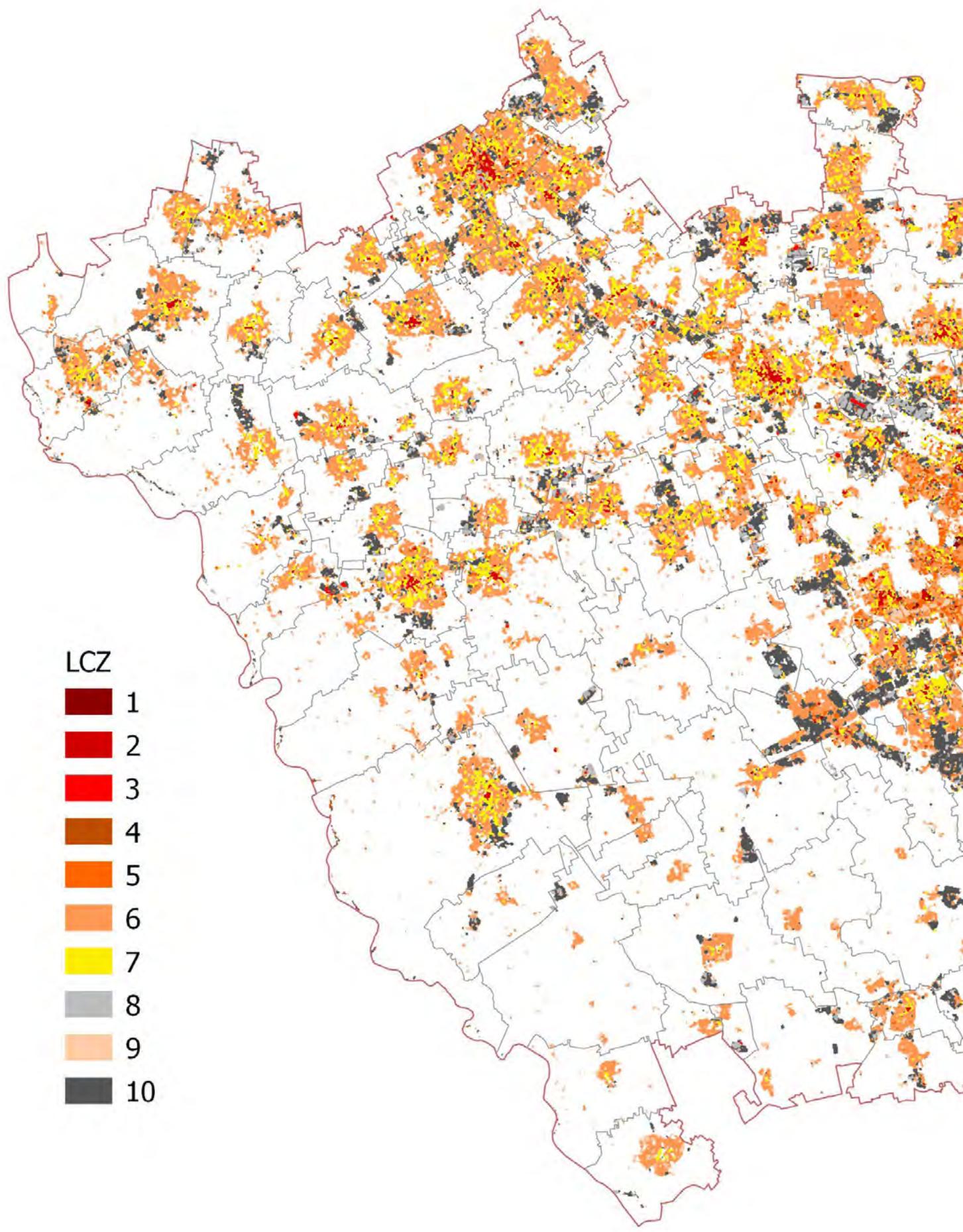
Effetto atteso

Riduzione dell'impatto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dispersione del fenomeno	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Autoprotezione del cittadino	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

Strumento/Piano

Piano Emergenze	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
Piano della Comunicazione	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>
PAESC	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>





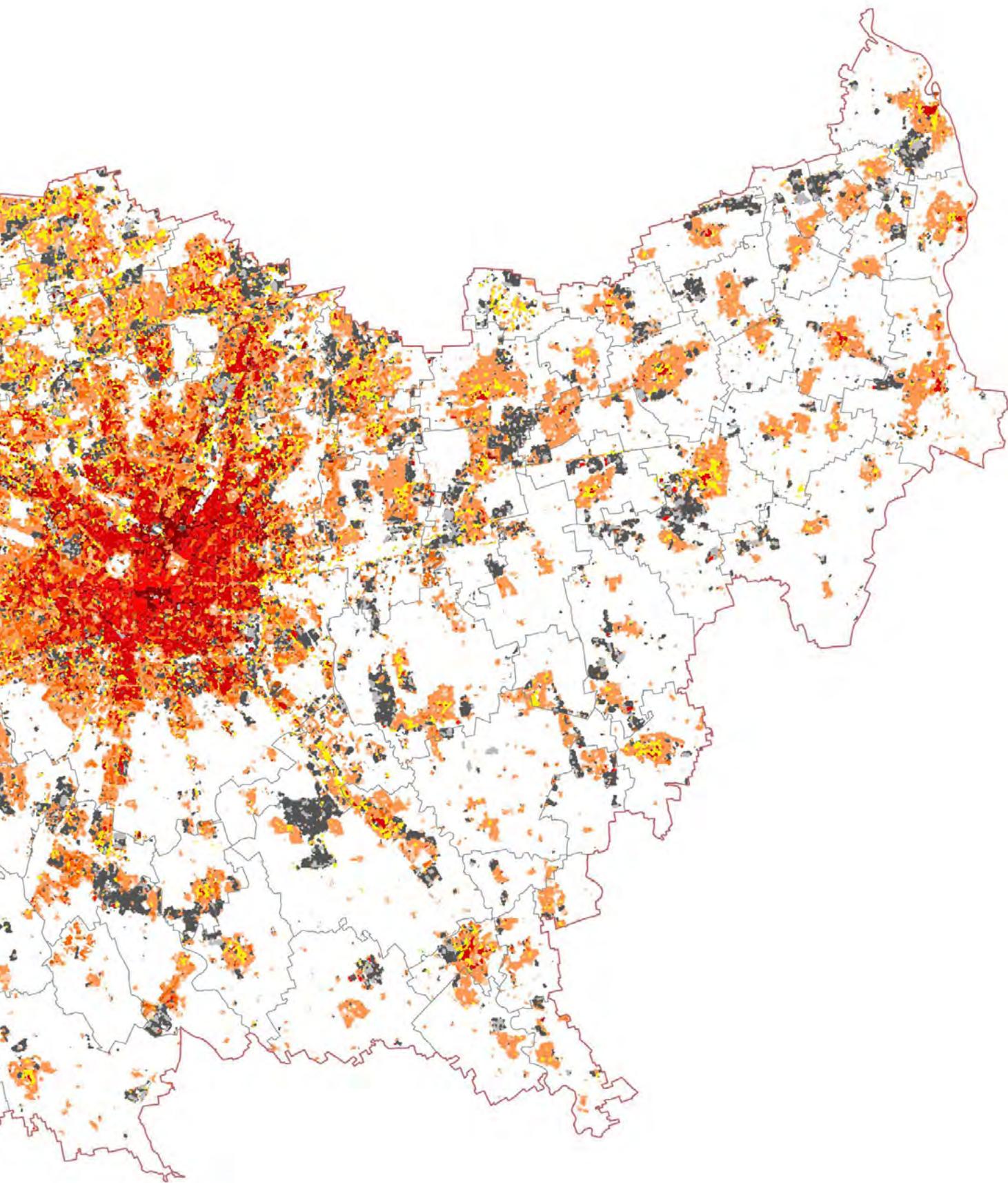


Figura: Localizzazione della misura nelle LCZ. Per approfondimenti: desk.cittametropolitana.mi.it/lm/

Scala: Edificio/Quartiere
Tipologia: Fisica



Vantaggi

L'ombreggiatura urbana è una misura relativamente a basso costo ed eseguibile in tempi veloci che però, soprattutto nei mesi estivi nei quali l'incidenza solare è maggiore, ha un grande effetto nel lenirne gli effetti, in particolare per la salute e la vivibilità degli spazi urbani.

Questa misura non ha effetti di mitigazione, ma modifica con facilità la qualità della vivibilità dell'ambiente urbano in caso di forte incidenza sola, ma anche piogge forti, pur non avendo nessuna qualità che possa ridurre l'effetto, ma solo disperderlo e aumentare il confort.

Queste soluzioni possono, come avviene il più delle volte, essere anche elementi di abbellimento dello spazio urbano, pur, in quest'ultimo caso, abbassando gli effetti che vorrebbe lenire.

Criticità

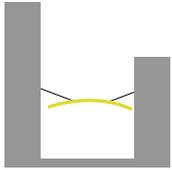
La misura è inefficace per la mitigazione. Serve particolare attenzione nella progettazione in caso di aree soggette a forti venti.



Misure

1. Urban shading tramite verde in quota

L'ombreggiatura di aree urbane può essere arricchita di elementi vegetali rampicanti sempre verdi o a foglie caduche.



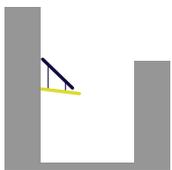
2. Elementi leggeri fissi

L'ombreggiatura può essere fatta anche da materiali leggeri (pvc, tele sintetiche o naturali, ecc.) che possono anche essere sfruttate per l'abbellimento di viali o piazze (ombrelloni colorati, tendaggi, ecc.)



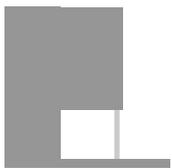
3. Elementi rigidi fissi

Soluzioni più strutturali possono essere attuate con elementi fissi



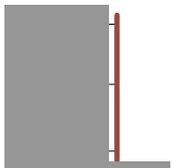
4. Elementi rigidi fissi con pannelli fotovoltaici

Eventuali elementi rigidi (pompeiane, pergolati, ecc.), non ubicati in centro urbano, possono essere arricchiti di pannelli fotovoltaici nel caso in cui l'esposizione ai raggi solari sia favorevole.



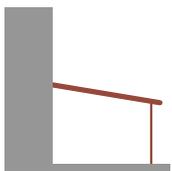
5. Porticati

Una modificazione più consistente degli edifici può essere realizzata prevedendo porticati che proteggano più consistentemente da pioggia, raggi solari, eventi meteorologici estremi



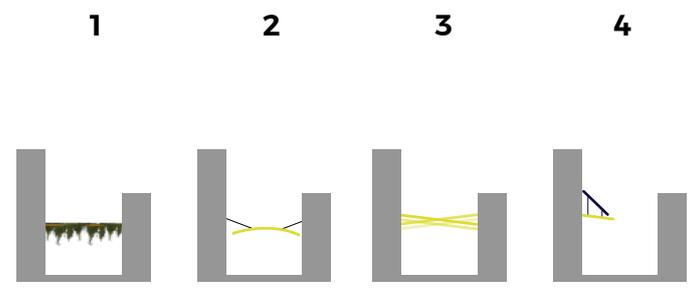
6. Protezione degli edifici con elementi architettonici

L'installazione di elementi aggiuntivi (in legno, metallo, ecc.) sulle facciate degli edifici, soprattutto in quelle esposte a Sud, Est e Ovest, abbassa il livello di incidenza dei raggi solari e può essere un metodo economico per rinnovare e abbellire edifici vetusti da rinnovare.



7. Pergolati

L'aggiunta alle pareti degli edifici di pergolati, pompeiane ed altri elementi può ridurre i raggi diretti che incrementano l'effetto serra all'interno degli edifici, dunque riduce il consumo di energia per il raffrescamento.



Implicazioni socio-economiche

Nuclei familiari sensibili	○	○	○	○
Reddito medio pro capite insufficiente	○	○	○	○
Povertà assoluta	○	○	○	○
Bassa qualità dell'abitazione	○	○	○	○
Qualità dello Spazio Pubblico	●	●	●	○

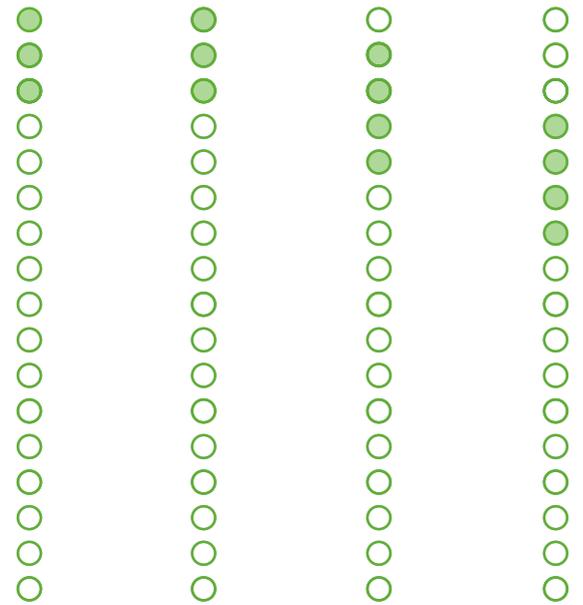
Impatto

UHI
Run-off



Localizzazione

- LCZ 1 - Compact high-rise
- LCZ 2 - Compact mid-rise
- LCZ 3 - Compact low-rise
- LCZ 4 - Open high-rise
- LCZ 5 - Open mid-rise
- LCZ 6 - Open low-rise
- LCZ 7 - Lightweight
- LCZ 8 - Large low-rise
- LCZ 9 - Sparse low-rise
- LCZ 10 - Heavy industry
- LCZ A - Dense trees
- LCZ B - Scattered trees
- LCZ C - Bush, scrub
- LCZ D - Low plants
- LCZ E - Paved
- LCZ F - Bare soil or sand
- LCZ G - Water



Effetto atteso

- Riduzione dell'impatto
- Dispersione del fenomeno
- Autoprotezione del cittadino



Strumento/Piano

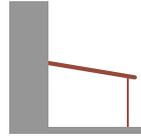
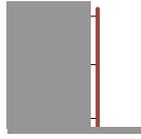
- Regolamento edilizio
- Regolamento del verde
- Piano del Verde
- Incentivo
- PAESC

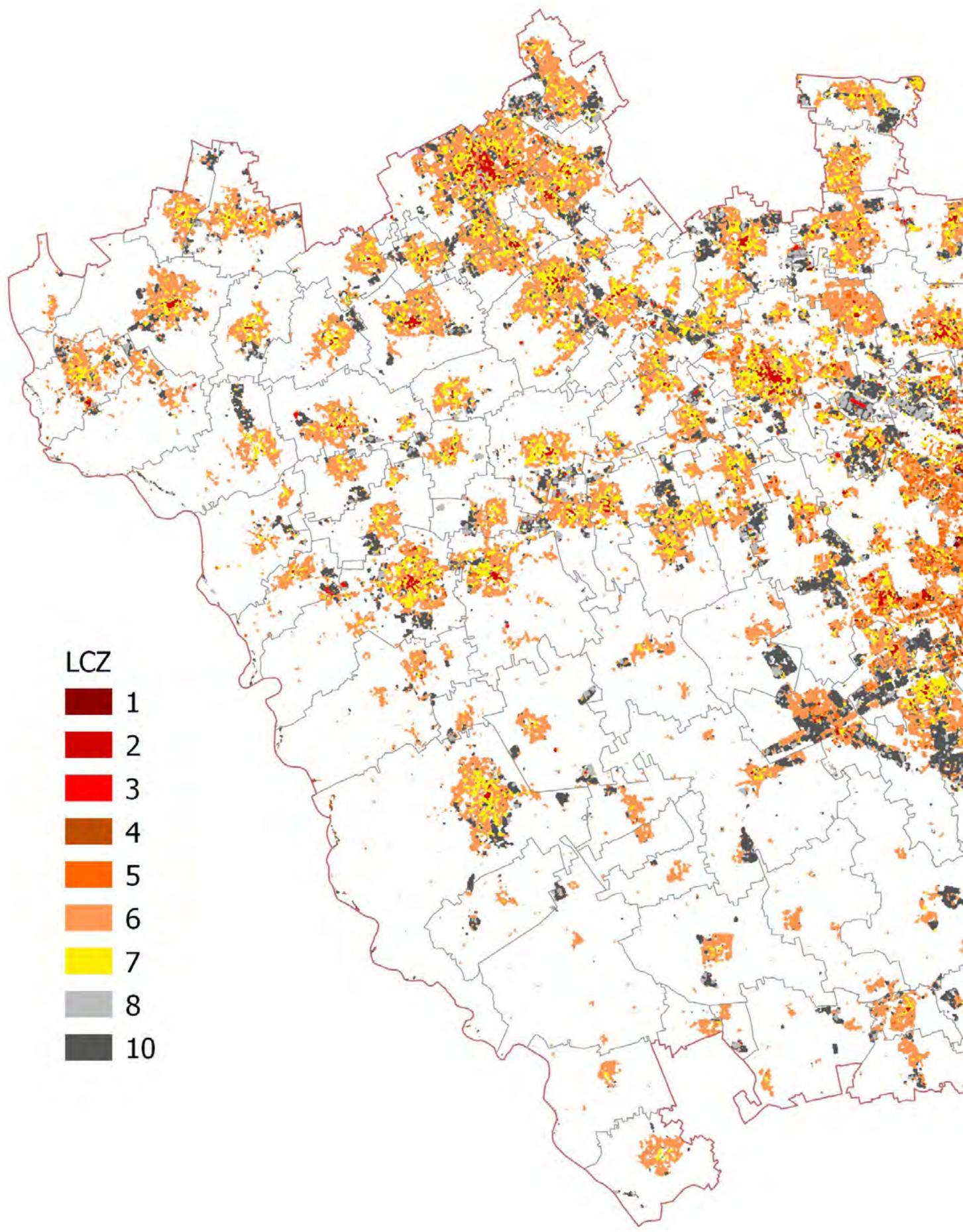


5

6

7





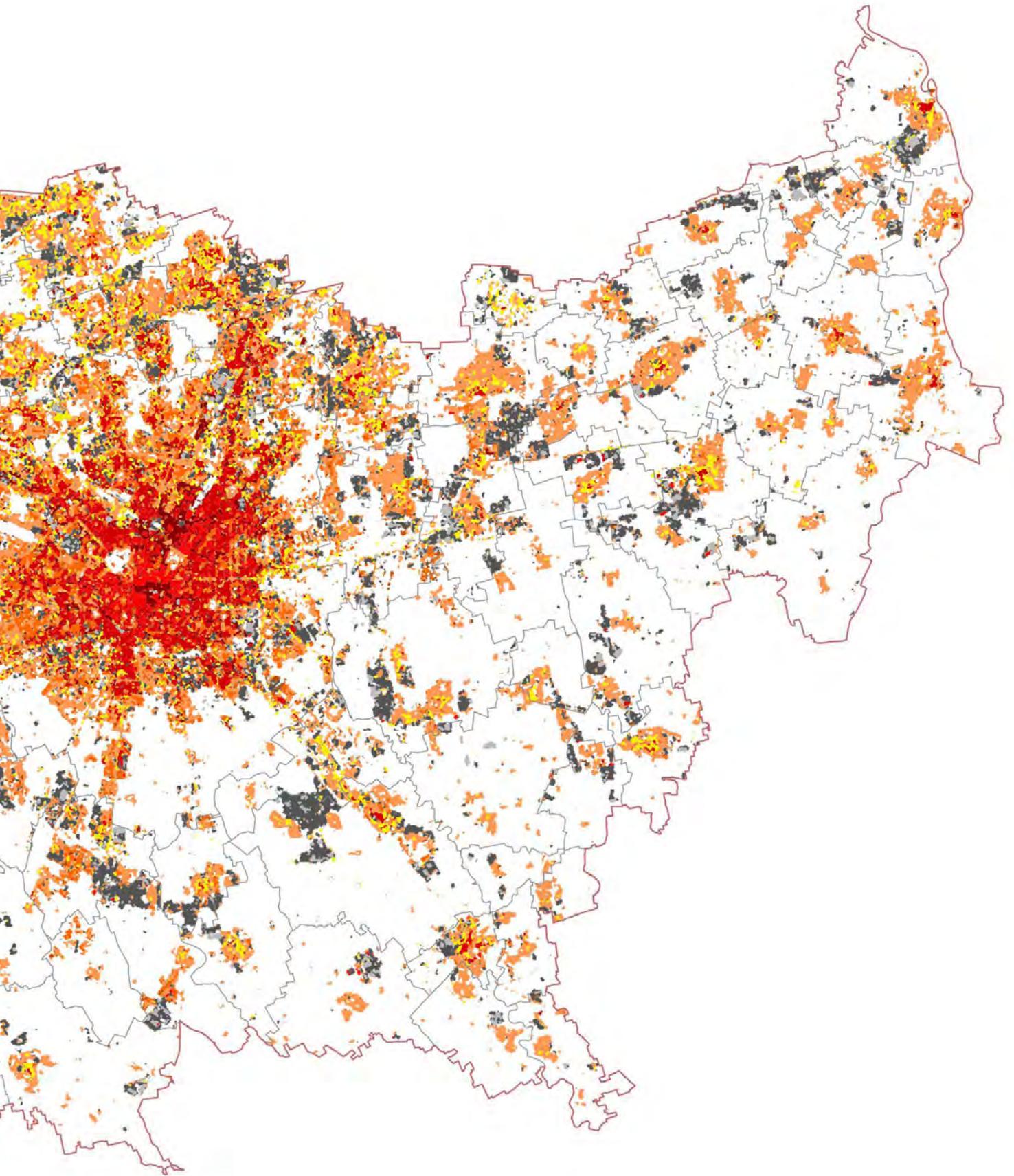


Figura: Localizzazione della misura nelle LCZ. Per approfondimenti: desk.cittametropolitana.mi.it/lm/

Fontane per il microclima

#9

Scala: Edificio/Quartiere
Tipologia: Fisica



Vantaggi

La presenza di fontane in contesti urbani è una soluzione capace di tenere assieme miglioramento del pregio architettonico ed estetico, per esempio in mezzo a rotonde, nelle piazze, con benefici ambientali e di miglioramento del microclima. Sono soluzioni facilmente includibili in progetti di riqualificazione urbana che però, specialmente nei periodi più caldi, possono apportare notevoli benefici nelle popolazioni più sensibili.

Laminazione delle acque

Poiché le fontane in contesti urbani possono convogliare in esse le acque meteoriche, queste hanno un discreto potenziale per la riduzione del runoff.

Riduzione delle temperature

La presenza di fontane, per le proprietà di calmierazione delle temperature e aumento dell'umidità, può ridurre le temperature e soprattutto i picchi di calore, anche al livello del suolo. Sono anche in grado di riflettere invece che assorbire il calore per il loro albedo.

Criticità

L'evaporazione (diretta o indiretta) in centri urbani, piazze, bar, porticati, ecc., migliora notevolmente il microclima e il comfort nei giorni maggiormente caldi. Può essere un problema in città già eccessivamente umide.

Misure



1. Fontane in mezzo a rotonde

Le fontane in mezzo a rotonde, svincoli, ecc. sono sia un importante elemento di miglioramento estetico e simbolico che migliora il microclima.



2. Fontane fruibili

Fontane a raso, utilizzabili, calpestabili possono essere motore anche di riqualificazione urbana, pedonalizzazione di aree, luogo di gioco e svago per i più piccoli.



3. “Fontane” verticali

Superfici verticali (interne o esterne) possono essere oggetto di ruscellamento di acqua per mitigare l'effetto serra, creare un microclima più confortevole, umidificare l'aria



4. Fontane nel verde

Le fontane in parchi urbani, viali alberati, ecc., sono utili sia a migliorare la qualità del luogo che a aumentare il comfort del microclima e a mantenere un ambiente umido favorevole alla flora



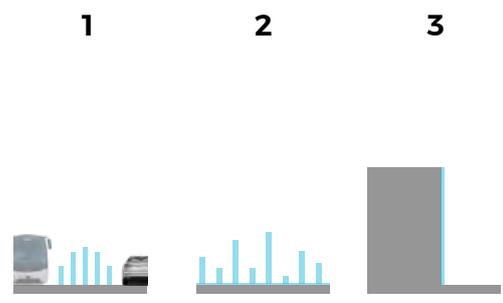
5. Evaporazione

L'evaporazione (diretta o indiretta) in centri urbani, piazze, bar, porticati, ecc., migliora notevolmente il microclima e il comfort nei giorni maggiormente caldi. Può essere un problema in città già eccessivamente umide.



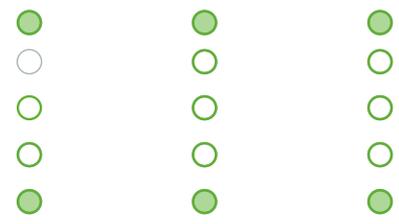
6. Fontane per acqua potabile

La diffusione di fontane con acqua potabile - sia per persone che per animali d'affezione - lungo i percorsi maggiormente frequentati, nei luoghi aggregativi è un'iniziativa a basso costo, ma con numerosi e innegabili aspetti positivi.



Implicazioni socio-economiche

- Nuclei familiari sensibili
- Reddito medio pro capite insufficiente
- Povertà assoluta
- Bassa qualità dell'abitazione
- Qualità dello Spazio Pubblico



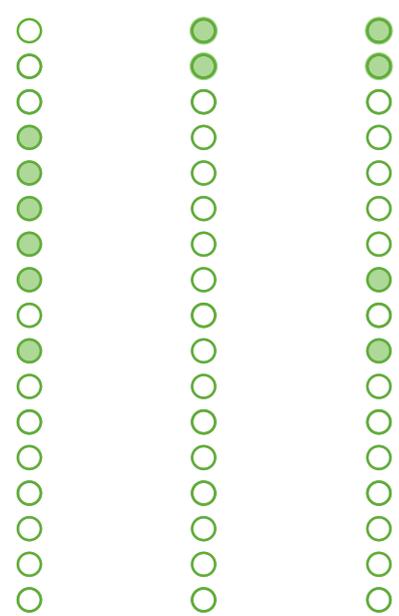
Impatto

- UHI
- Run-off



Localizzazione

- LCZ 1 - Compact high-rise
- LCZ 2 - Compact mid-rise
- LCZ 3 - Compact low-rise
- LCZ 4 - Open high-rise
- LCZ 5 - Open mid-rise
- LCZ 6 - Open low-rise
- LCZ 7 - Lightweight
- LCZ 8 - Large low-rise
- LCZ 9 - Sparse low-rise
- LCZ 10 - Heavy industry
- LCZ A - Dense trees
- LCZ B - Scattered trees
- LCZ C - Bush, scrub
- LCZ D - Low plants
- LCZ E - Paved
- LCZ F - Bare soil or sand
- LCZ G - Water



Effetto atteso

- Riduzione dell'impatto
- Dispersione del fenomeno
- Autoprotezione del cittadino



Strumento/Piano

- Regolamento del verde
- Piano Triennial delle Opere Pubbliche
- Piano del verde
- PAESC

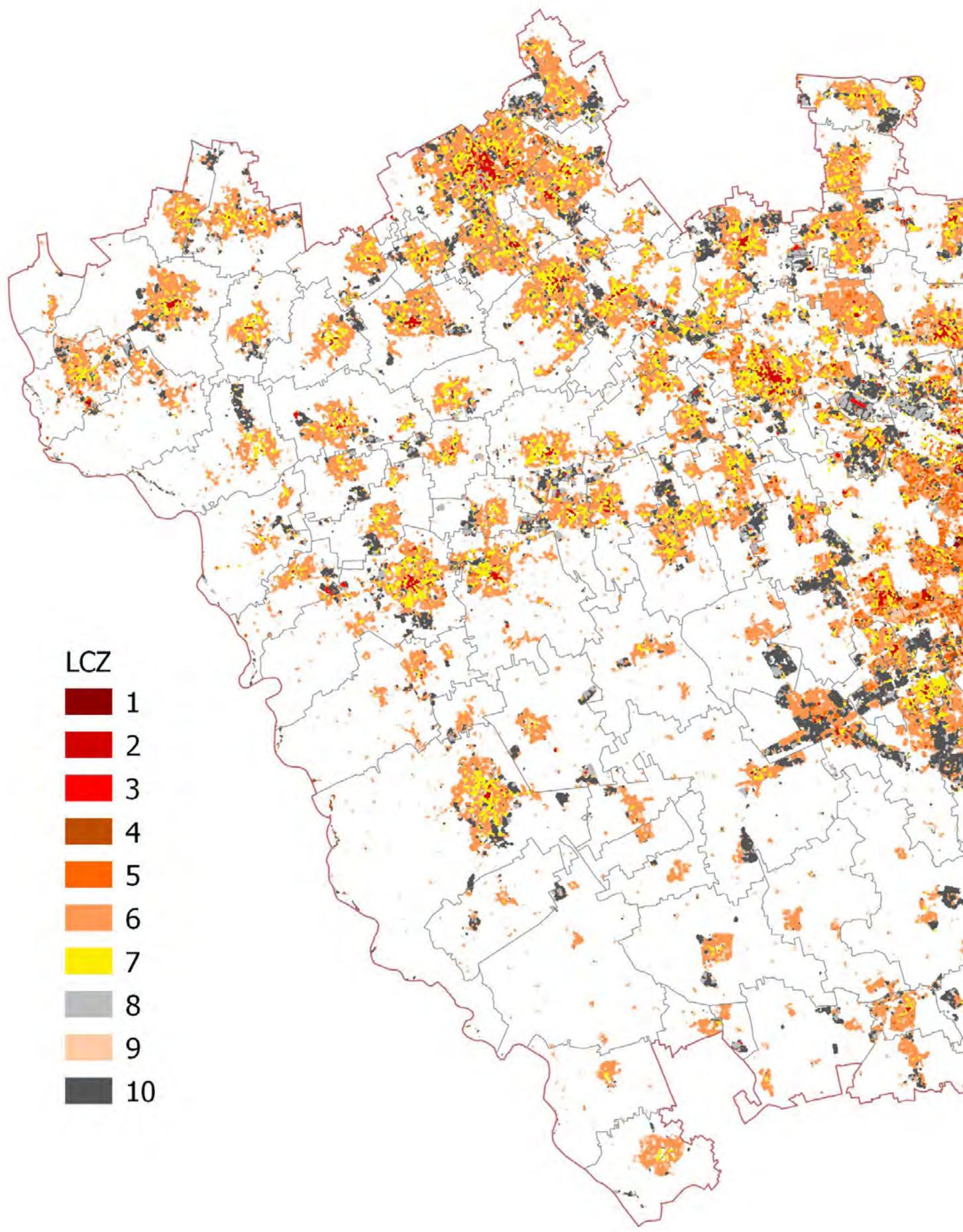


4

5

6





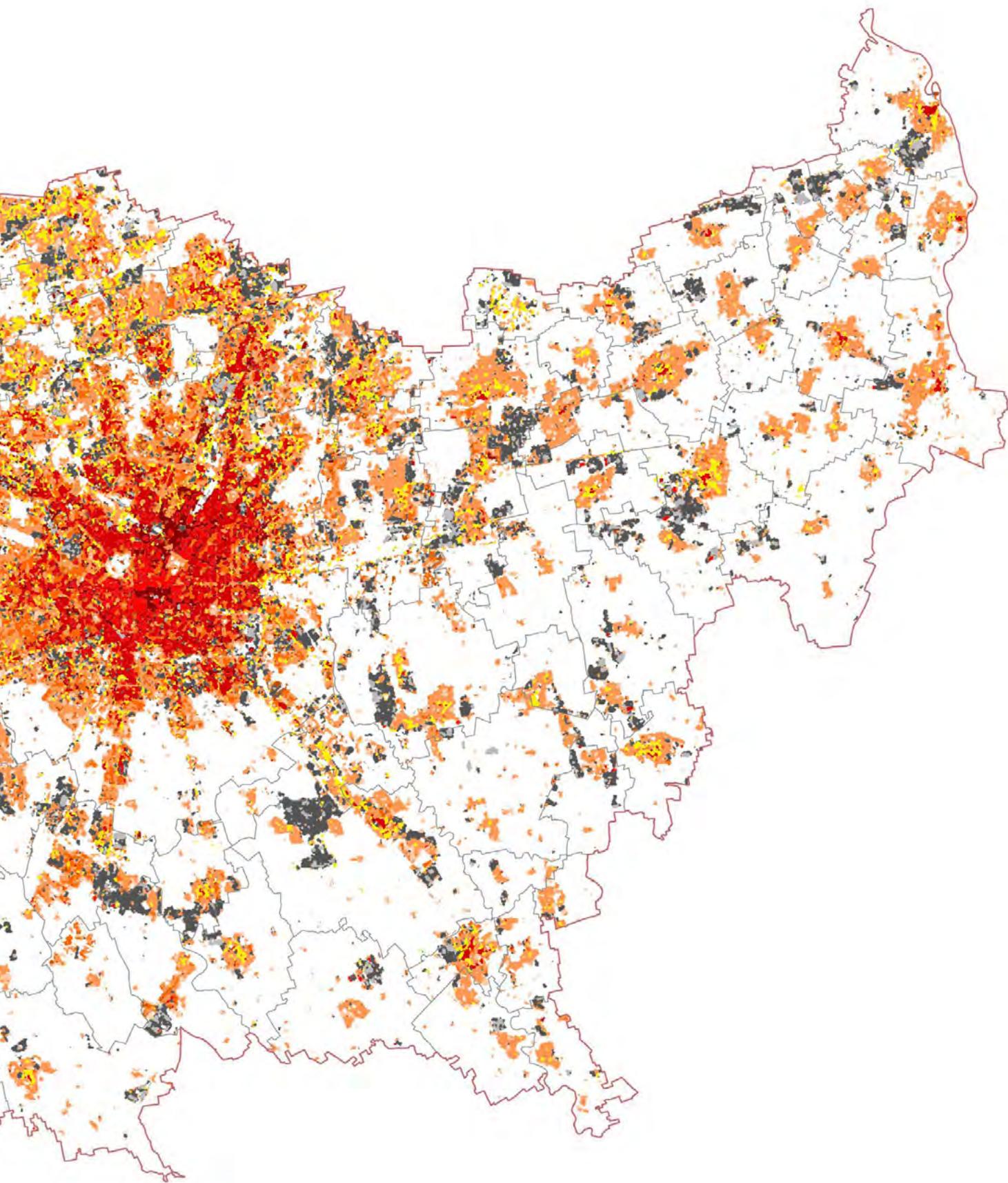


Figura: Localizzazione della misura nelle LCZ. Per approfondimenti: desk.cittametropolitana.mi.it/lm/

Scala: Edificio
Tipologia: Fisica



Vantaggi

Rallentamento del deflusso

Pur in maniera molto lieve, anche le pareti verdi hanno una potenzialità di limitare la velocità del runoff, assorbendo un po' di pioggia.

Aumento dell'evapotraspirazione

L'evapotraspirazione è uno degli effetti delle pareti verdi, le quali aumentano l'evapotraspirazione per la loro capacità di trattenere umidità.

Riduzione delle temperature

La presenza di pareti verdi può ridurre le temperature e soprattutto i picchi di calore. Poiché le pareti verdi hanno un albedo più elevato delle pareti normali, esse sono in grado di riflettere invece che assorbire il calore. Hanno inoltre un effetto isolante di riduzione delle temperature anche all'interno dell'edificio.

Assorbimento e/o ritenzione di CO2 e polveri sottili

La presenza di pareti verdi può avere un importante effetto nell'assorbimento e nella ritenzione della CO2 così come di polveri sottili.

Rallentamento del deflusso

Le pareti verdi hanno una bassa capacità di limitare il deflusso idrico da eventi meteorologici.

Assorbimento e/o ritenzione di CO2

Le pareti verdi, hanno un potenziale, seppur limitato, di compensazione delle emissioni di carbonio dalle città.

Criticità

Costo elevato nell'installazione e soprattutto per la manutenzione.

Necessità di una struttura in grado di supportare la parete.

Difficoltà di applicazione in edifici non recenti.

Misure

1. Pareti verdi



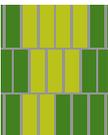
Le pareti verdi possono essere realizzati con essenze vegetali rampicanti piantumate a suolo, ancorate direttamente alla superficie dell'edificio, supportate da reti/graticci oppure da elementi contenitori. Esse hanno indubbi vantaggi estetici, diminuzione dei consumi per raffrescamento/riscaldamento, calmierazione delle temperature all'interno e all'esterno, aumento della biodiversità urbana.

2. Sistema di facciata produttivo



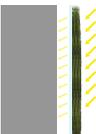
Se opportunamente progettati e con l'esposizione solare necessaria, le facciate degli edifici possono essere sfruttate per piccole produzioni di vegetali e frutti principalmente per uso interno, al fine di avvicinare la produzione di cibo al suo consumo, favorire un'alimentazione stagionale, aumentare socializzazione e qualità degli spazi.

3. Sistema di produzione di alghe in facciata



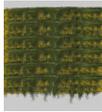
Rivestire le facciate con elementi trasparenti al cui interno vengono coltivate microalghe permette di fornire ombreggiamento, produrre calore ed energia. Queste sfruttano il processo di fotosintesi per far crescere microalghe in appositi bioreattori che vengono poi raccolte e convertite in biomassa e stoccano CO₂.

4. Facciata climatica



Le facciate bioclimatiche aiutano ad aumentare consistentemente l'efficienza energetica degli edifici, diminuendone le emissioni climalteranti e i consumi, migliorando la qualità degli spazi interni.

5. Pareti verdi interne



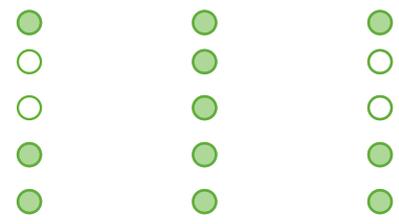
Pareti verdi interne agli edifici hanno lo scopo di migliorare il microclim interno, migliorando le condizioni e garantendo maggior comfort in particolare nei giorni prolungati di alte temperature o aria inquinata.

1 2 3



Implicazioni socio-economiche

- Nuclei familiari sensibili
- Reddito medio pro capite insufficiente
- Povertà assoluta
- Bassa qualità dell'abitazione
- Qualità dello Spazio Pubblico



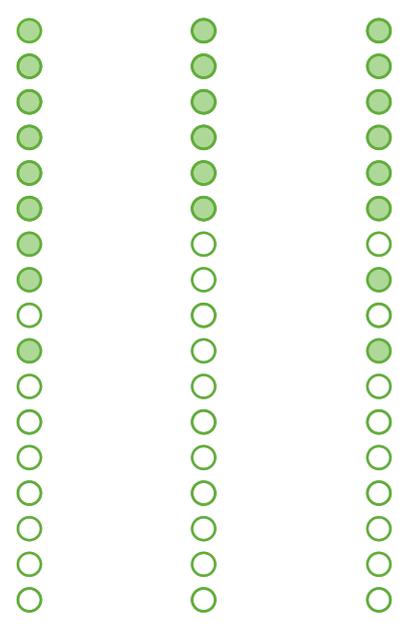
Impatto

- UHI
- Run-off



Localizzazione

- LCZ 1 - Compact high-rise
- LCZ 2 - Compact mid-rise
- LCZ 3 - Compact low-rise
- LCZ 4 - Open high-rise
- LCZ 5 - Open mid-rise
- LCZ 6 - Open low-rise
- LCZ 7 - Lightweight
- LCZ 8 - Large low-rise
- LCZ 9 - Sparse low-rise
- LCZ 10 - Heavy industry
- LCZ A - Dense trees
- LCZ B - Scattered trees
- LCZ C - Bush, scrub
- LCZ D - Low plants
- LCZ E - Paved
- LCZ F - Bare soil or sand
- LCZ G - Water



Effetto atteso

- Riduzione dell'impatto
- Dispersione del fenomeno
- Autoprotezione del cittadino

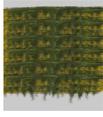
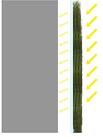


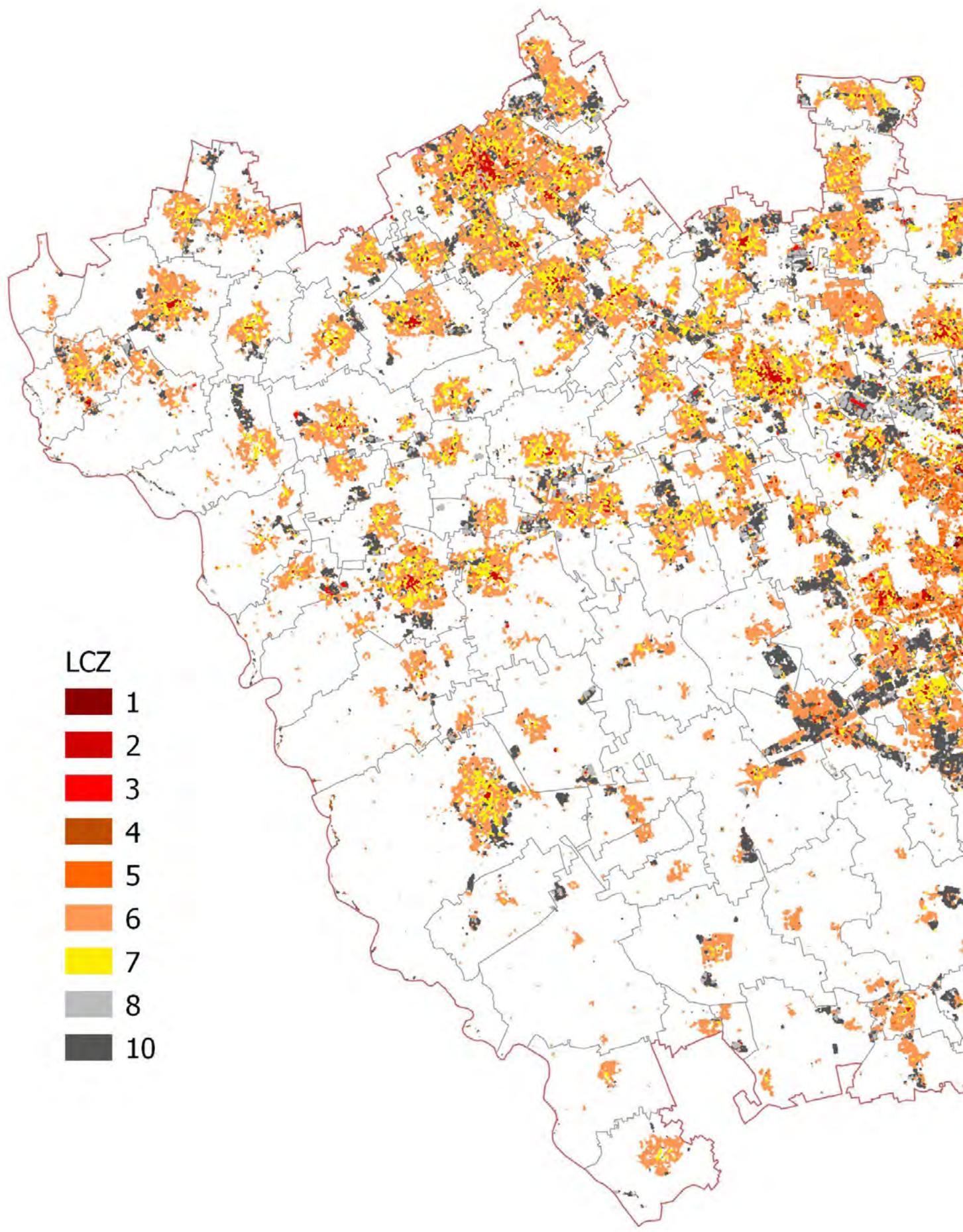
Strumento/Piano

- Regolamento Edilizio
- PAES
- PAESC

4

5





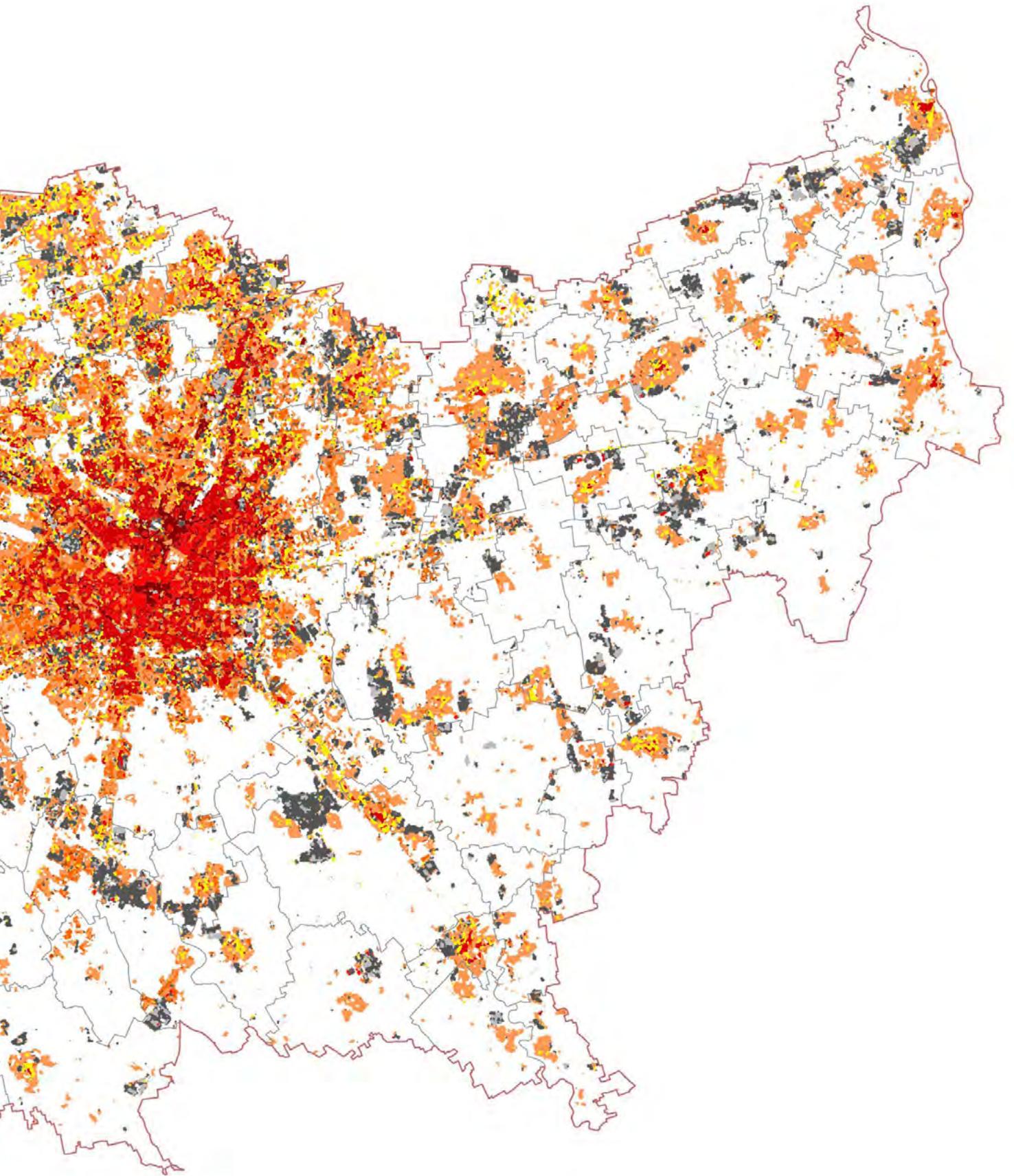


Figura: Localizzazione della misura nelle LCZ. Per approfondimenti: desk.cittametropolitana.mi.it/lm/

Bibliografia

Bibliografia

Aad, M.P.A., Suidan, M.T., Shuster, W.D. (2010) Modeling techniques of best management practices: rain barrels and rain gardens using EPA SWMM-5. *J. Hydrol. Eng.* 15, 434-443.

Becciu, G., Paoletti, A. (2011), *Fondamenti di costruzioni idrauliche*, UTET Milano. ISBN978-88-598-0522-9.

Bedan, E.S., Clausen, J.C. (2009) Stormwater runoff quality and quantity from traditional and low impact development watersheds, *J. Am. Water Resour. Assoc.*, 4, 998-1008.

Blades, J.D., Legret, M., Madiéc, H. (1995) Permeable pavements: pollution management tools, *Water Sci. Technol.*, 32, 1, 49-56.

Brattebo, B.O., Booth, D.B. (2003) Long-term stormwater quantity and quality performance of permeable pavement systems, *Water Res.*, 37, 4369-4376.

Casadio, A., Maglionico, M., Bolognesi, A., Artina, S. (2010). Toxicity and pollutant impact analysis in an urban river due to combined sewer overflows loads, *Water Sci. Technol.*, 61, 1, 207-215.

Comune di Mantova, (2018) *Mantova Resiliente: Verso il Piano di Adattamento Climatico. Linee Guida*, Mantova

Comune di Padova, (2016) *Padova Resiliente: Linee Guida per la costruzione del Piano di Adattamento al cambiamento climatico*, Padova

Damodaram, C., Giacomoni, M.H., Khedun, C.P., Holmes, H., Ryan, A., Saour, W., Davis, A. P., Hunt, W. F., Traver, R. G., Clar, M. (2009), Bioretention technology: Overview of current practice and future needs, *J. Environ. Eng.*, 135, 3, 109-117.

Di Fidio, M., Bischetti, G.B. (2012) *Riqualificazione ambientale delle reti idrografiche minori*. Hoepli, Milano ISBN978-88-203-4051-3

Faivre N., Fritz M., Freitas T., de Boissezon B., Vandewoestijne S., *Nature-Based Solutions in the EU: Innovating with nature to address social, economic and environmental challenges*

Field, R. (1986) Urban stormwater runoff quality management: low-structurally intensive measures and treatment, In: Torno H.C.,

Foster J., Lowe A., Winkelman S., (2011), *The value of green infrastructure for urban climate adaptation*, The Center for Clean Air Policy

Gibelli, G., Gelmini, A., Pagnoni, E., Natalucci, F., (2015) *Gestione*

sostenibile delle acque urbane. manuale di drenaggio "urbano". Perché, Cosa, Come. Regione Lombardia, Ersaf, Milano.

Bockel, L., FAO, (2009), How to Mainstream Climate Change Adaptation and Mitigation into Agriculture Policies

IPCC (2014), Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Cambridge University Press, Cambridge.

ISSN, Green Infrastructure and Flood Management. Promoting cost-efficient flood risk reduction via green infrastructure solutions

Maragno D., Carlo Federio dall'Omo, Pozzer G., Bassan N., Musco F., (2020), "Land-Sea Interaction: Integrating Climate Adaptation Planning and Maritime Spatial Planning in the North Adriatic Basin", Sustainability, 12(13), 5319

Langella, C. (2012) Politiche per il governo delle acque meteoriche nell'Unione Europea. Atti della XV conferenza nazionale SIU - Società Italiana degli Urbanisti. Pescara 10-11 maggio 2012.

Mentens, J., Raes, D., Hermy, M. (2006) Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century?, Landscape Urban Plan., 77, 217-226.

Moisiello, U. (1998) Idrologia tecnica, Editore Medea, Pavia.

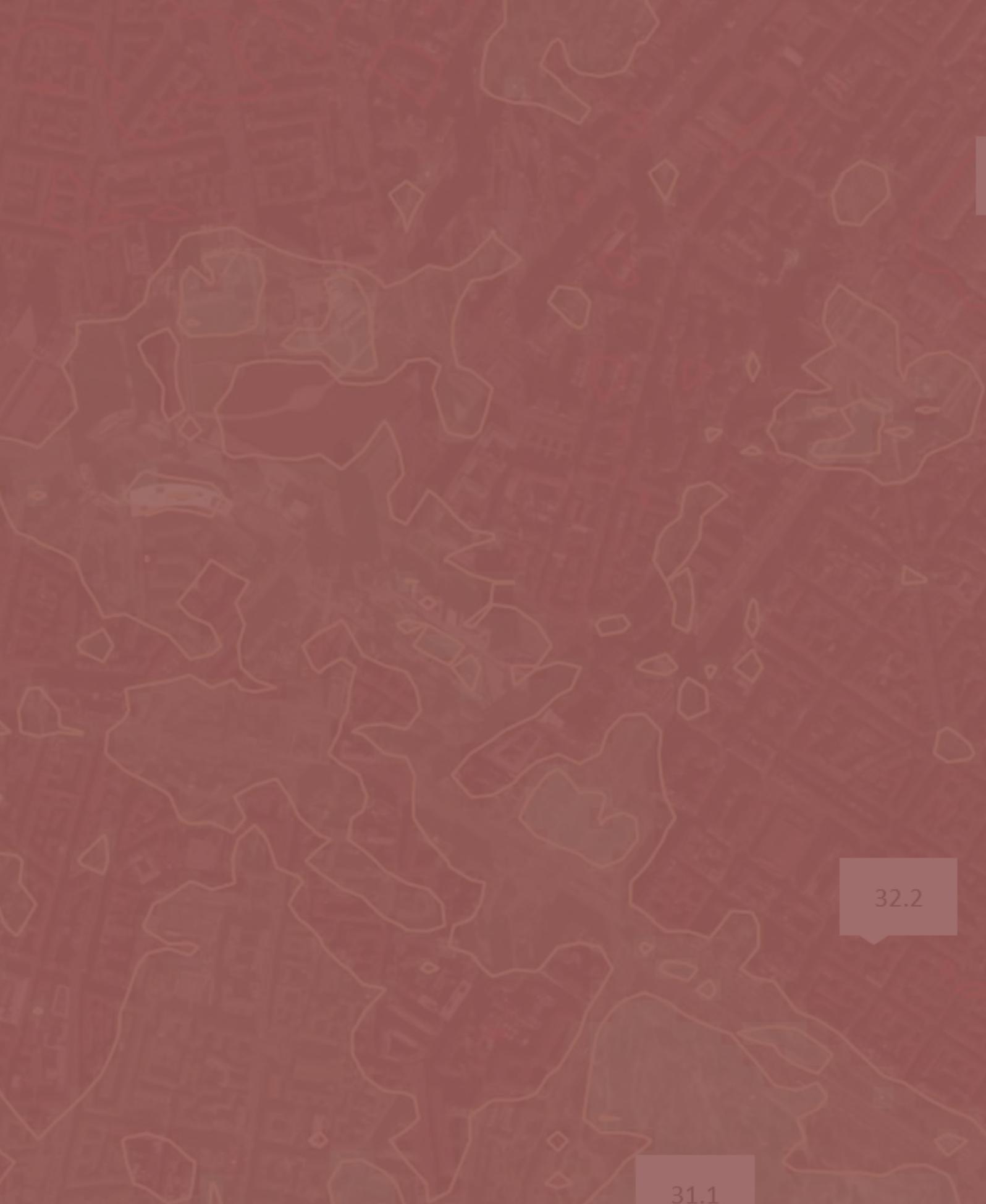
Masseroni D., Massara F., Gandolfi C., Bischetti G. B., (2018), Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile

Nickel, D., Schoenfelder, W., Medearis, D., Dolowitz, D.P., Keeley, M., Shuster, W. (2014) German experience in managing stormwater with green infrastructure, J. Environ. Plann. Man., 57,3, 403-423, DOI: 10.1080/09640568.2012.748652.

Scholz, M., Grabowiecki, P. (2007) Review of permeable pavement systems, Build. Environ., 42, 3830-3836.

Stewart, I., & Oke, T. (2011). Local Climate Zones: Origins, development, and application to urban heat islands. Annual Meeting of the American Association of Geographers, 1-16.

Stewart, I. D., & Oke, T. R. (2012). Local climate zones for urban temperature studies. Bulletin of the American Meteorological Society, 93(12), 1879-1900. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>



31.1

32.2

Venezia

Cotonificio veneziano
Dorsoduro 2196, 30123

www.planningclimatechange.org
climatechange@iuav.it



Città
metropolitana
di Milano



Milano



Comune
di Milano

I
-
-
U
-
-
A
-
-
V

Università Iuav
di Venezia