

CICLO DI WEBINAR

I Dottori Agronomi e i Dottori Forestali
parlano ai colleghi
Ed. 2026



Crediti immagini: Arch. Barbara Gerosa

IL RUOLO DEI FILARI ALBERATI STRADALI IN AMBIENTE URBANO - IL CASO DI MILANO -

VENERDÌ 27 FEBBRAIO 2026 - H. 17.00 - 18.30

I filari alberati costituiscono una componente fondamentale dell'infrastruttura verde urbana: contribuiscono alla mitigazione delle isole di calore, migliorano la qualità dell'aria, favoriscono la continuità ecologica e qualificano lo spazio pubblico dal punto di vista paesaggistico e percettivo.

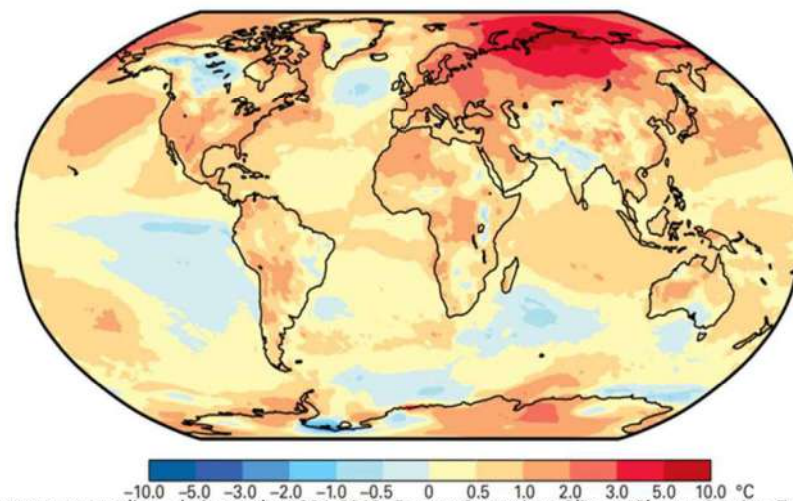
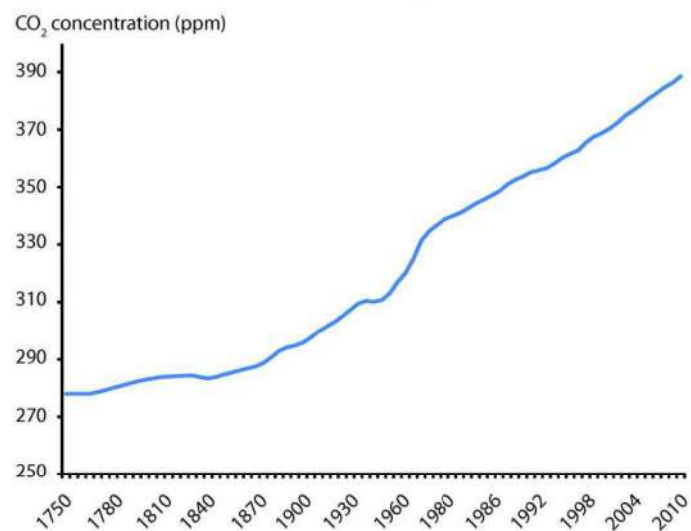
Il webinar propone un approfondimento tecnico sul ruolo dei filari nelle città contemporanee, con particolare attenzione al contesto di Milano.

RELATORI

Nicola Noè, Dottore Agronomo - PhD, Adjunct professor of "Botany and Arboriculture" al Politecnico Milano 1863, Garante del suolo, del verde e degli alberi del Comune di Milano

Rahima Rahdari – Candidate Landscape Architecture - Land Landscape Heritage Master's Program

TEMPERATURE ON THE PLANET

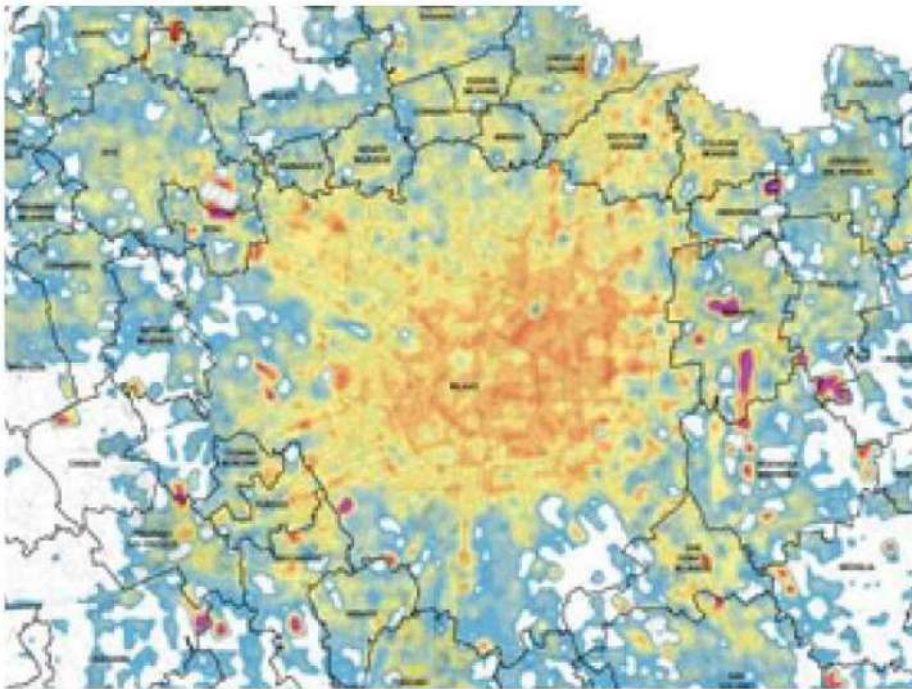


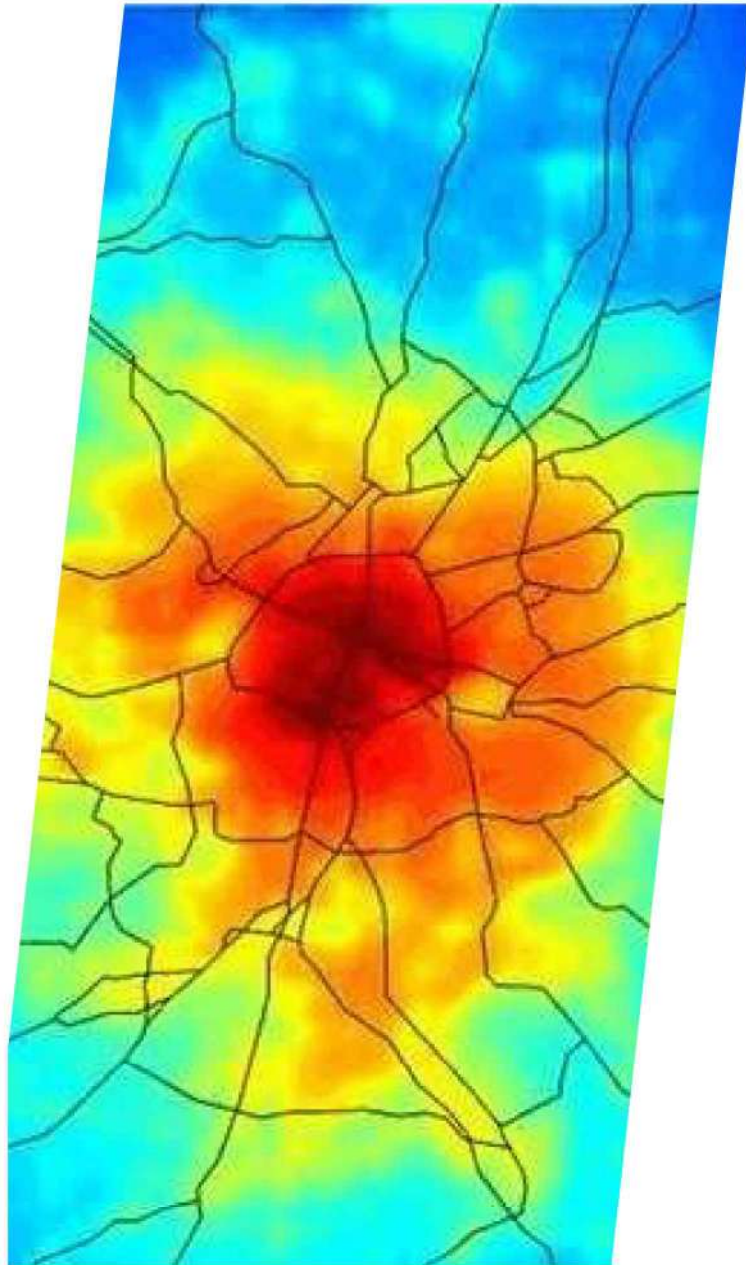
Temperature anomalies relative to the 1981-2010. Source: Copernicus Climate Change Service, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)



Marmolada
glacier

URBAN HEAT ISLAND EFFECT





Effetto cumulato

Riscaldamento
globale

+

Isola di Calore

=

**Città sempre più
calde**



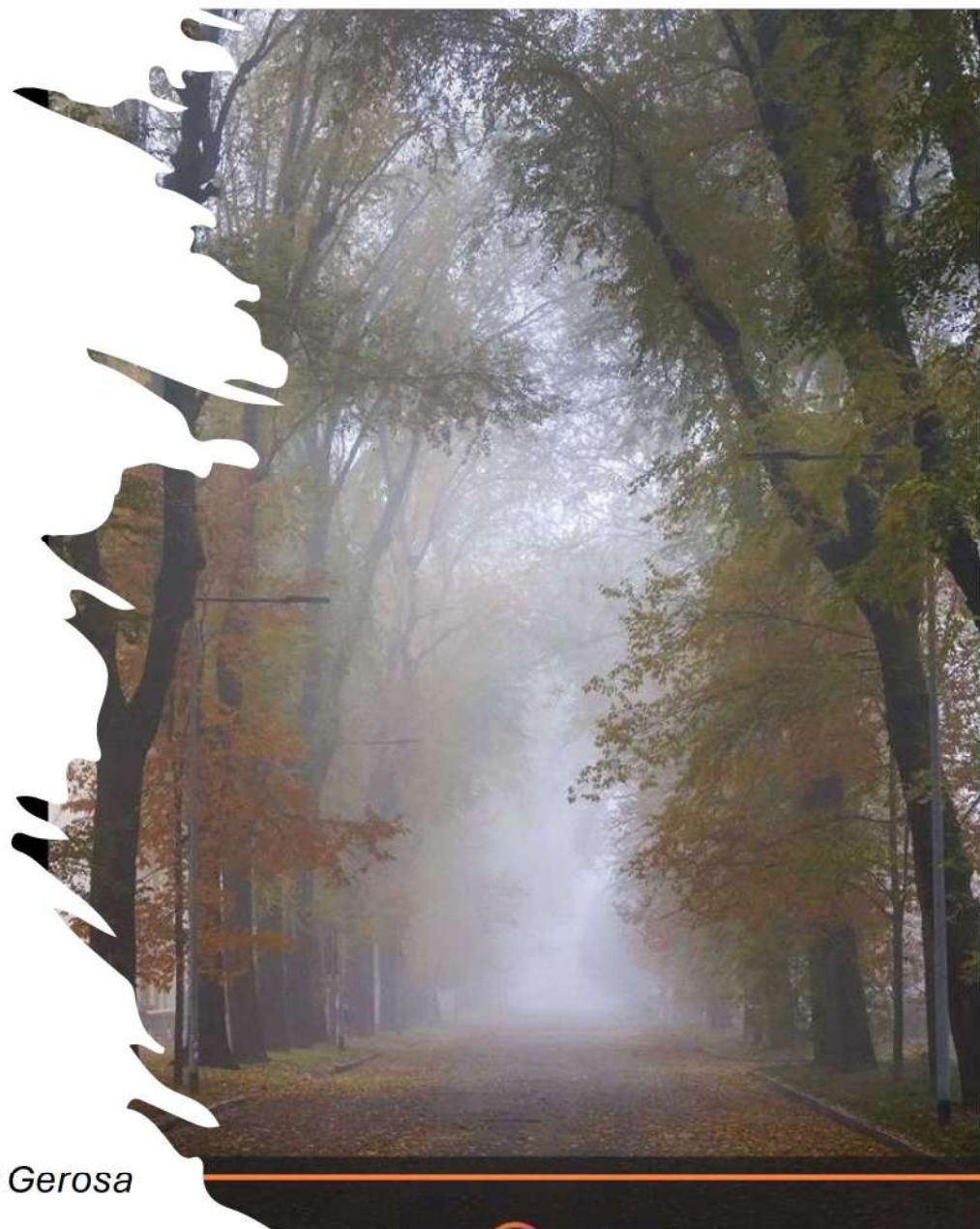
Popolazione in aree urbane

Attualmente, oltre il 55% della popolazione mondiale vive in aree urbane, con stime che arrivano fino al 68-70% entro il 2050

Obiettivi del webinar

- Presentare un lavoro di ricerca in corso d'opera
- Condividere metodologie, criticità e possibili aggiustamenti
- Integrare esperienze di tirocinio e tesi
- Discutere strumenti operativi per l'analisi dei filari e dei sistemi vegetali nelle aiuole stradali
- Aprire un confronto su gestione, pianificazione e valore ecosistemico

Foto Arch. Barbara Gerosa



Perché i filari alberati stradali sono “speciali”

- Mitigazione microclimatica (ombra, raffrescamento, riduzione isole di calore)
- Riduzione rumore e inquinanti atmosferici
- Continuità ecologica e paesaggistica
- Supporto alla mobilità pedonale e ciclabile
- Identità urbana e qualità percettiva

Foto Arch. Barbara Gerosa



La ricerca in corso

- **Domande chiave**

Come variano le prestazioni microclimatiche dei filari in contesti stradali diversi?

Quali parametri sono più sensibili alle condizioni del sito?

Come integrare dati di campo, modellazioni e rilievi morfologici?

- **Approccio**

Rilievi diretti

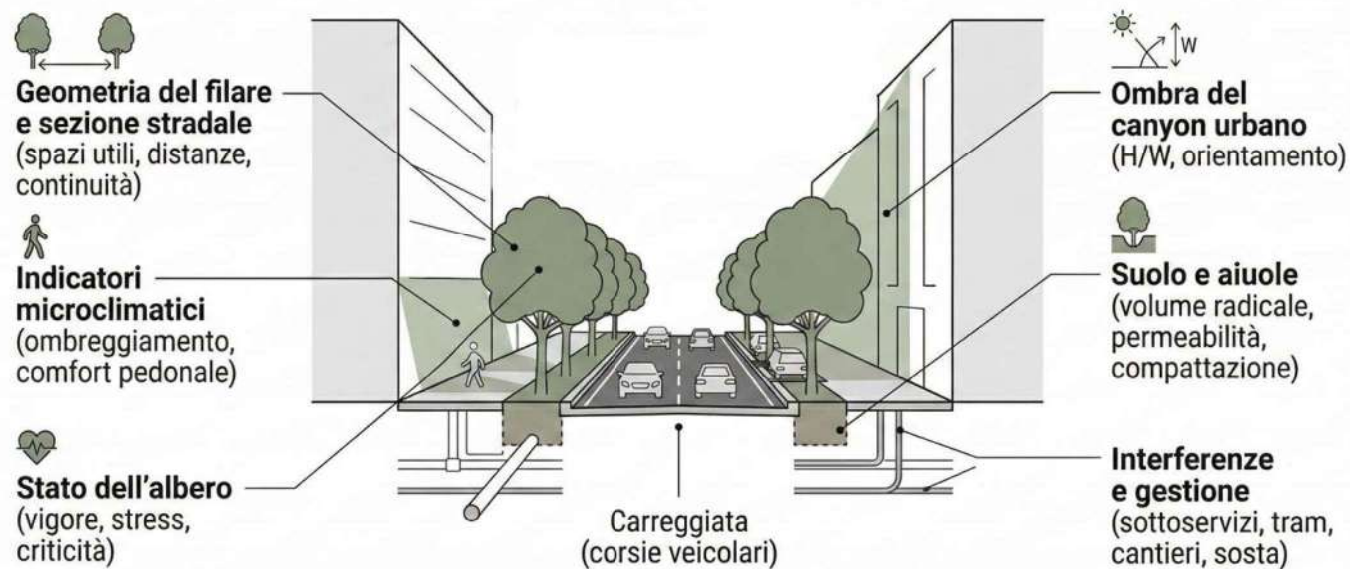
Analisi ombreggiamento

Indicatori ecosistemici

Confronto con casi studio



Metodologia di rilievo per i filari alberati stradali



**Metodologia
(provvisoria
e aperta)**

Il tirocinio Milan Street Trees condotto da 13 studenti del Master Internazionale di Landscape del Politecnico

https://youtu.be/er34lC4pl6E?si=52Clpeo_xR2GzVqe

- **Osservazioni dal campo**

Condizioni reali di gestione

Conflitti d'uso (parcheggi, traffico, cantieri)

Risposte degli alberi in contesti difficili

Percezione dei cittadini e valore sociale

- **Apporto alla ricerca**

Validazione delle schede

Identificazione di criticità ricorrenti

Spunti per migliorare la metodologia



13
tirocinanti



>1.400
strade



~15% con
alberi
stradali



Gruppo internazionale – lavoro comparativo su più contesti urbani

TIROCINANTI

- Dong Yuchen (China)
- El Masri Talal (Lebanon)
- Jaison Pooja (India)
- Joshi Digant Pavani (India)
- Kottummel Joy Anu (India)
- Kalakandathil Jiyas (India)
- León Alméciga Yesica Alejandra (Colombia)
- Luna Catalán Adriana María (Guatemala)
- Mohammad Sirkhot Sohel Sara (Thailand)
- Papadopoulos Panagiotis (Greece)
- Rahdari Rahima (Azerbaijan)
- Terracciano Vittoria (Italy)
- Wang Han (China)

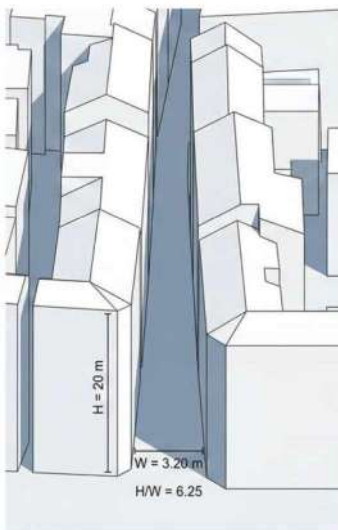
SUPERVISIONE

Prof. Alberta Cazzani

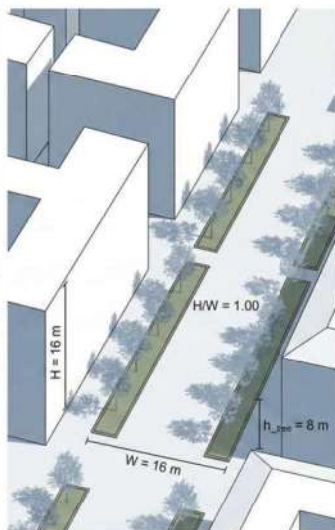
Prof. Nicola Noè

Arch. Barbara Gerosa

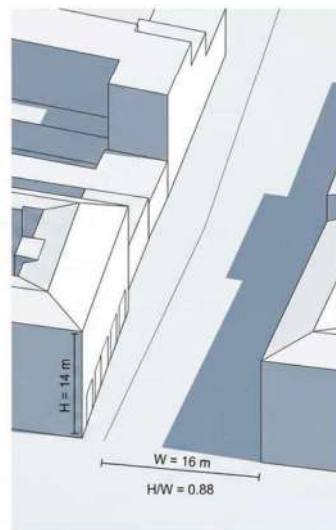
Dott. Alessandra Tsikoudis



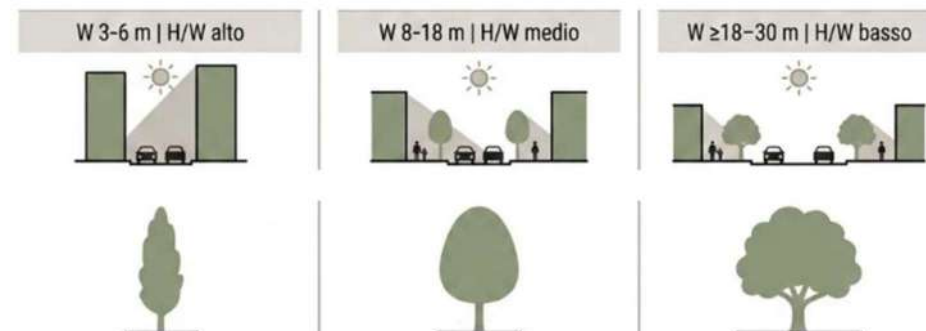
Via Fiori Chiari
W=3.20m, H=20m



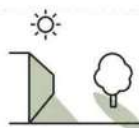
Via San Vittore
W=16m, H=16m, h_{tree}=8m



Via Andrea Costa
W=16m, H=14m



La scheda di rilievo con ombre degli edifici



- Parametri rilevati: dimensioni strada, altezza edifici, orientamento
- Perché l'ombra è cruciale: influenza su radiazione, stress idrico, crescita
- Esempi: strade strette vs. strade larghe
- Implicazioni per la scelta delle specie e la gestione

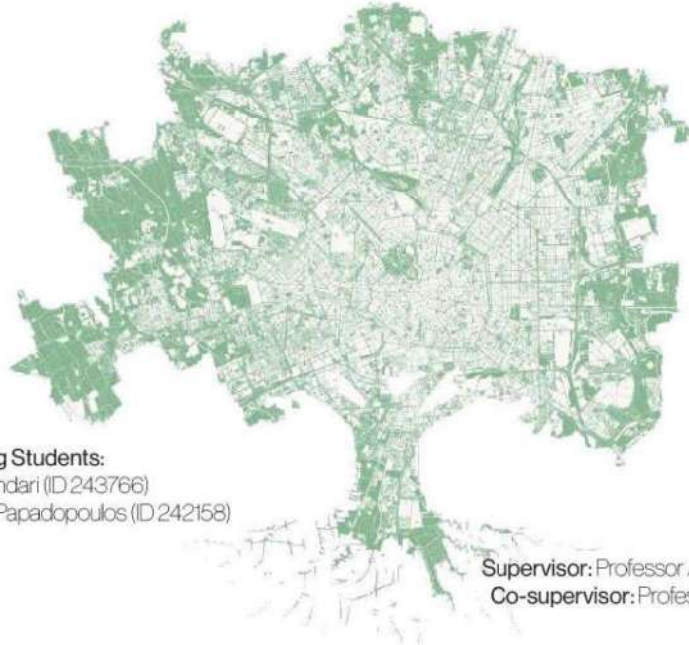


POLITECNICO DI MILANO

School of Architecture Urban Planning Construction Engineering
Master's Degree Course: Landscape Architecture - Land Landscape Heritage Master's Program
Academic Year: 2023/2024

Milan Street Trees: A Living Heritage

Historic Tree Lines as Milan's Climate Infrastructure: Restoring the Green System



Graduating Students:

Rahima Rahdari (ID 243766)

Panagiotis Papadopoulos (ID 242158)

Supervisor: Professor Alberta Cazzani

Co-supervisor: Professor Nicola Noé

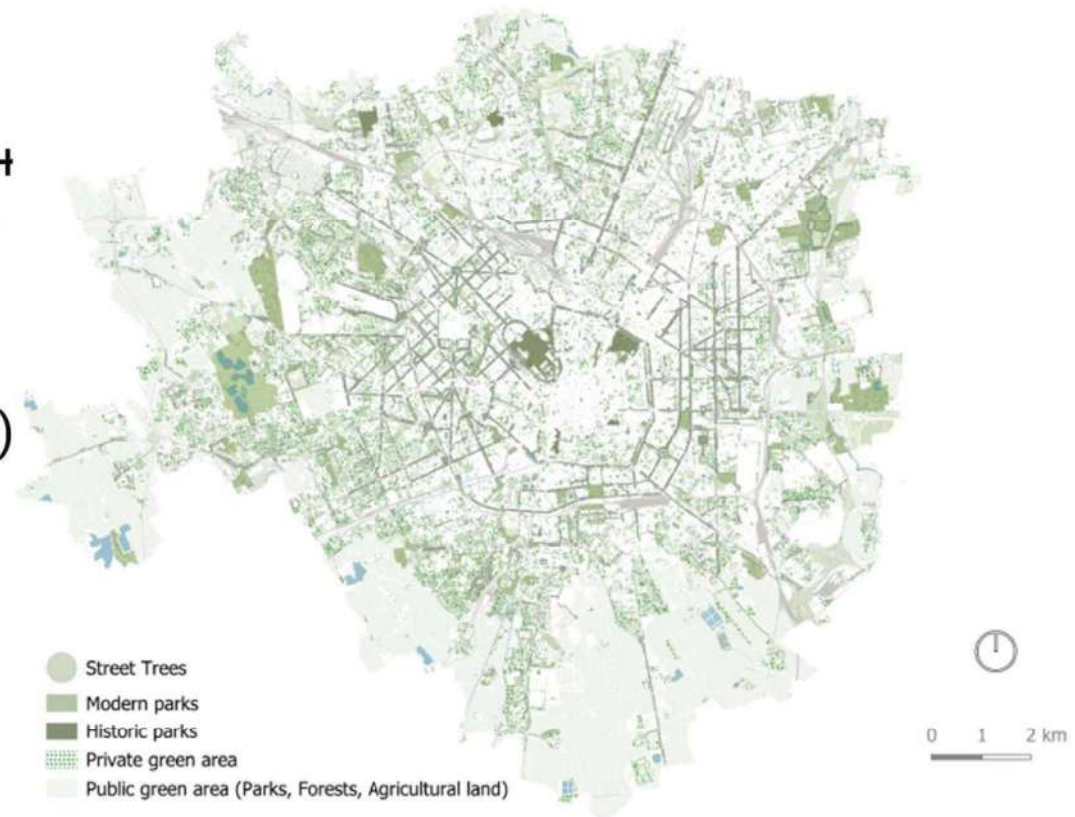
La tesi

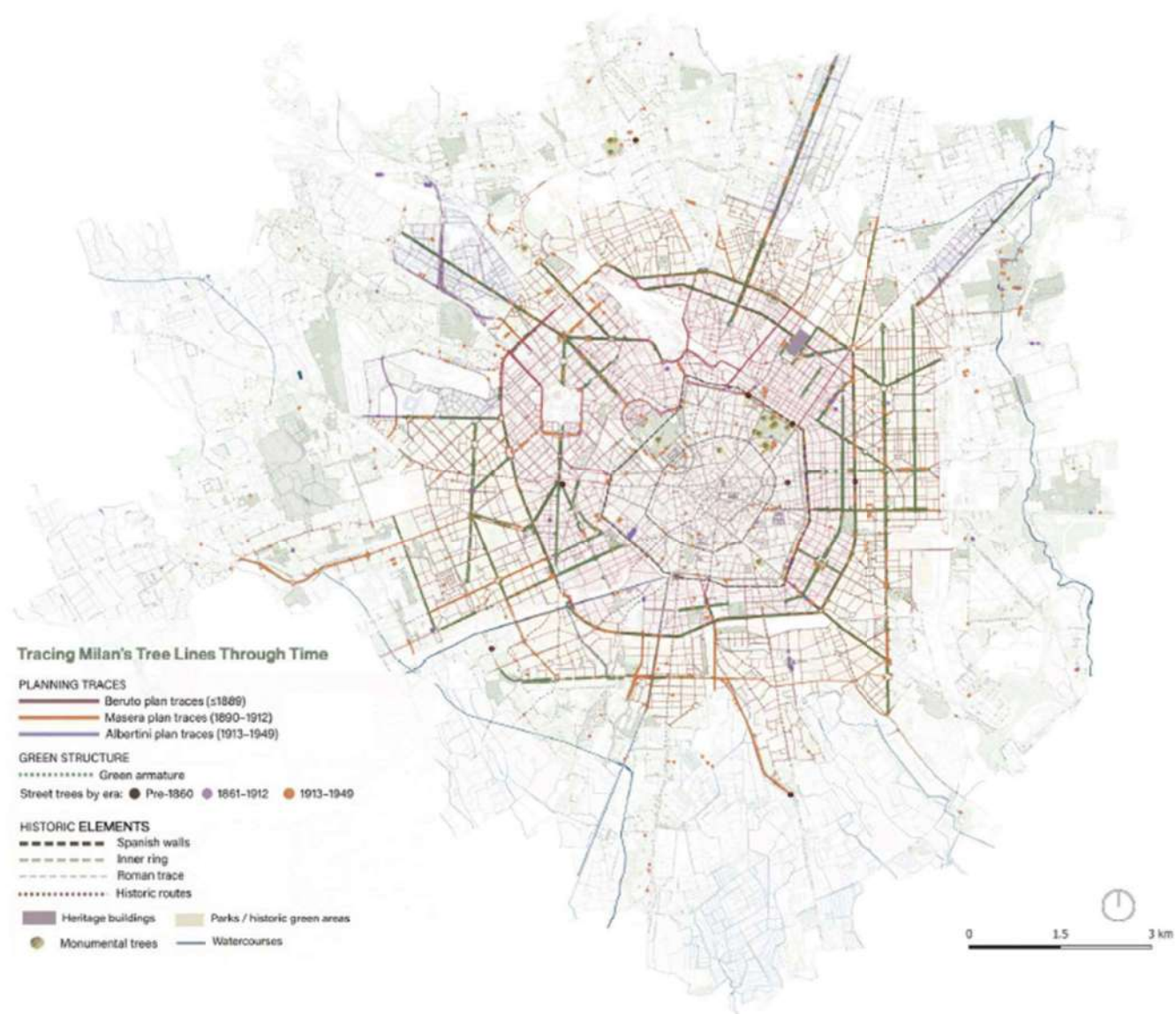
- Tema, obiettivi, risultati preliminari
 - Contributo metodologico
 - Approccio, casi studio, criticità
 - Integrazione con la ricerca principale
-
- [Milan Street Trees - Tesi.pptx](#)

Tema, obiettivi, risultati preliminari

Alberature stradali come infrastruttura climatica e patrimonio vivente

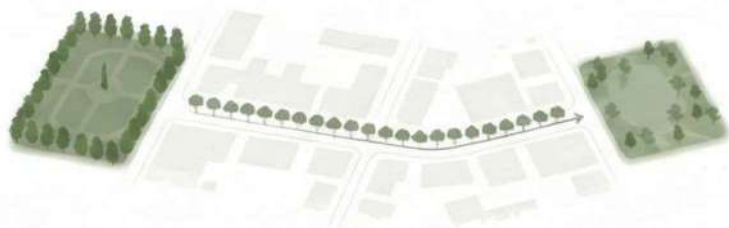
- Problema: discontinuità delle alberature + stress climatico e perdita di comfort urbano
- Obiettivo: passare da 'albero singolo' a 'corridoio' (continuità, standard, gestione)
- Risultati preliminari: struttura storica leggibile ma rete frammentata





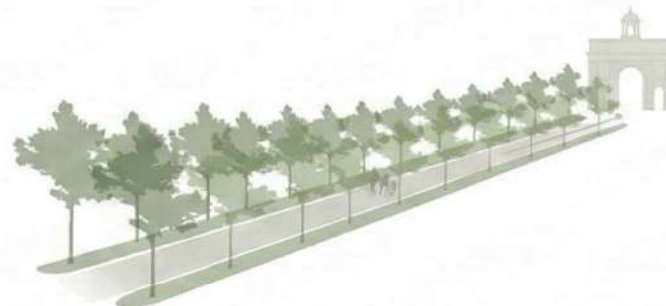
Obiettivi urbani, patrimoniali, ecologici e percettivi

PARCHI / GIARDINI / CONNESSIONI VERDI



Nuove alberature in linea che connettono parchi, giardini e verde di prossimità, creando una rete ombreggiata continua e potenziando i benefici climatici (raffrescamento, intercettazione, qualità dell'aria).

PATRIMONIO / CORRIDOIO VISUALE



Alberature in linea per rafforzare l'identità storica: incorniciare monumenti, porte e corridoi visuali, aumentando la leggibilità della struttura urbana storica.

MITIGAZIONE DEI MARGINI



Nuove alberature in linea come filtro dei margini duri (infrastrutture, strade ampie, fronti produttivi), per ridurre l'esposizione e migliorare comfort termico e percettivo.

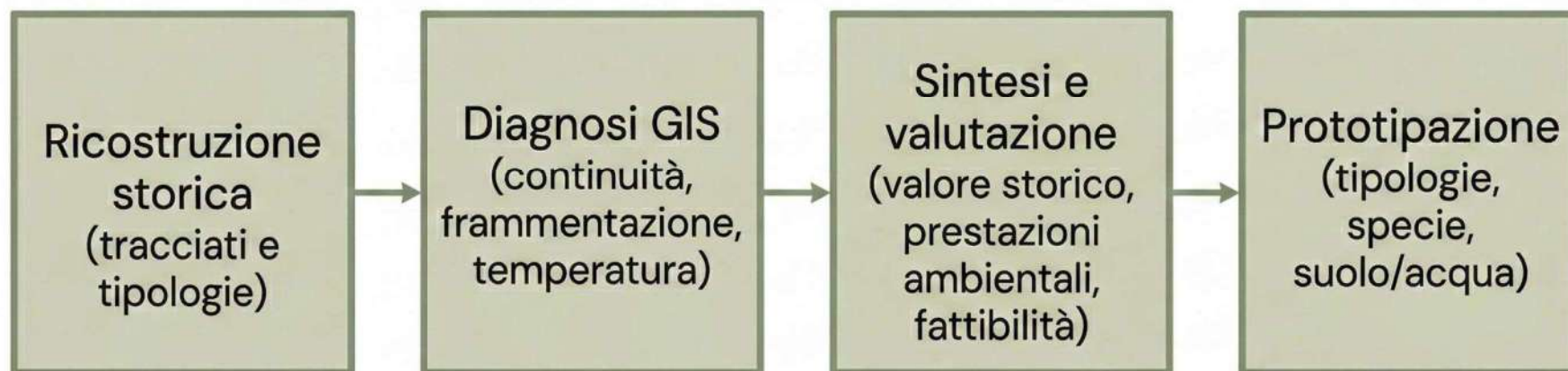
COMPLETAMENTO DELLA RETE



Colmare le discontinuità tra alberature in linea esistenti per ottenere ombra continua, ritmo e orientamento lungo percorsi pedonali e ciclabili.

Contributo metodologico

Una lettura a scala di corridoio: da analisi a regole operative



- Indicatori confrontabili tra strade e segmenti
- Output: priorità + linee guida replicabili

Approccio: dati, unità di analisi, metriche

- Unità di analisi: strada / segmento di corridoio
- Metriche: continuità, densità/ritmo, ombreggiamento potenziale, criticità fisiche
- Output: classificazione + indicatori per confronti e scenari

Ecosystem function of street-tree corridors

Milan Street Trees

Rainfall intercepted: 210,948.51 m³/yr

Air pollutants removed: 33,751.76 kg/yr

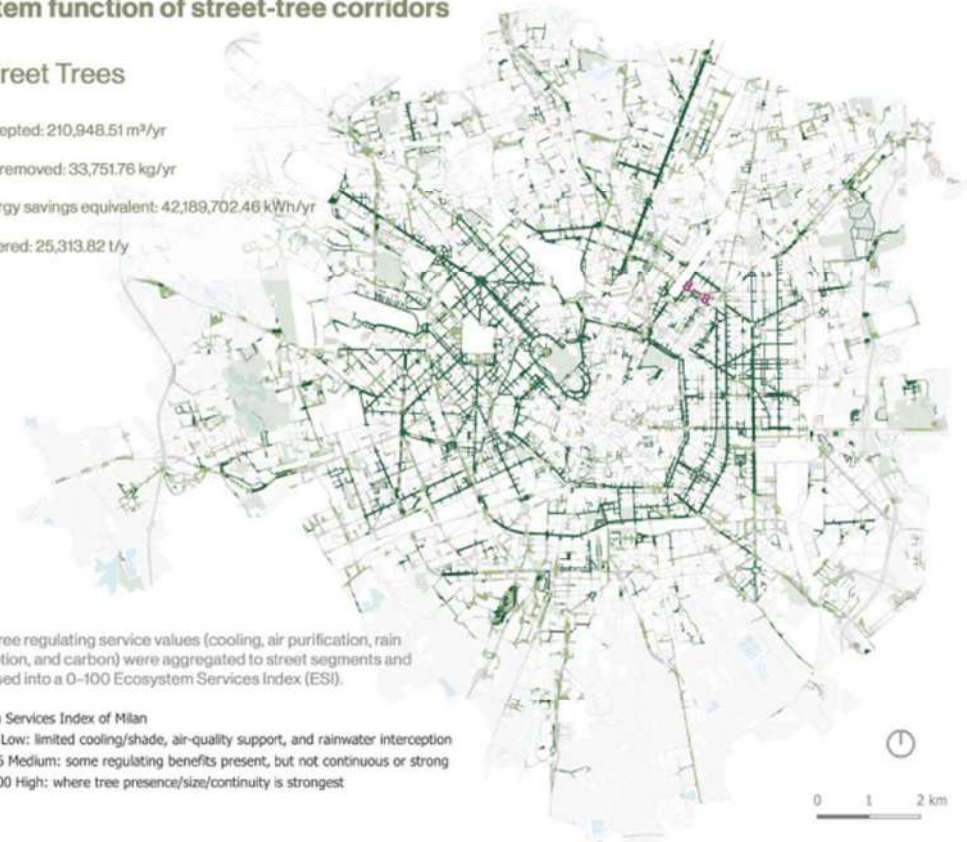
Cooling / energy savings equivalent: 42,189,702.46 kWh/yr

CO₂ sequestered: 25,313.82 t/y

Street-tree regulating service values (cooling, air purification, rain interception, and carbon) were aggregated to street segments and normalised into a 0–100 Ecosystem Services Index (ESI).

Ecosystem Services Index of Milan

- 0–33 Low: limited cooling/shade, air-quality support, and rainwater interception
- 34–66 Medium: some regulating benefits present, but not continuous or strong
- 67–100 High: where tree presence/size/continuity is strongest



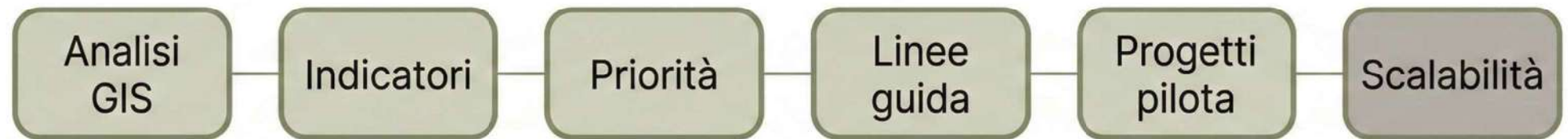
Casi studio, criticità e vincoli

- Vincoli ricorrenti: suolo insufficiente/compattato, sottoservizi, cantieri, sosta
- Interazioni: tram/bici, carreggiata, marciapiedi, ombra edifici
- Interazioni coerenti con lo spazio disponibile: tram/bici, carreggiata, marciapiedi, ombra edifici
- Risposta: tipologie e forme arboree coerenti con lo spazio disponibile



Integrazione con la ricerca principale

Dalla diagnosi alle strategie scalabili



- Selezione dei corridoi: continuità + prestazioni + fattibilità
- Regole replicabili: tipologie, specie, suolo/acqua, gestione
- Standard di corridoio > interventi puntuali

Risultati preliminari

- Rete attuale: frammentazione diffusa e discontinuità della chioma
- Confronto tra segmenti: indicatori per priorità e scenari
- Output operativo: gerarchia di corridoi e interventi mirati



Filari alberati e bilancio comunale (Nicola)

- Costi: impianto, gestione, sostituzione
- Benefici: servizi ecosistemici, salute pubblica, comfort urbano
- Verso un bilancio ecosistemico
- Come i filari influenzano decisioni e priorità di spesa
- [Censimento, Patrimonio e Corrente.pptx](#)

Il Garante del Verde ha proposto ([CS 16/10/2025](#)) che il Comune di Milano avvii un confronto per inserire in modo strutturato il **patrimonio verde urbano** nei documenti contabili del Bilancio 2026, sia nella parte patrimoniale sia in quella corrente.

L'obiettivo è riconoscere il valore economico, ambientale e sociale delle aree verdi, oggi non contabilizzate come avviene invece per immobili e infrastrutture.

Si suggerisce di:

- **Valorizzare nel bilancio patrimoniale** terreni e soprassuolo (alberi), utilizzando criteri tecnici già previsti dal Regolamento del Verde (come il metodo ornamentale "svizzero").
- **Rendere visibili nel bilancio corrente** i costi di gestione insieme ai benefici dei servizi ecosistemici: salute, microclima, CO₂, biodiversità, valore immobiliare, attrattività urbana.

L'iniziativa si allinea inoltre alle pratiche europee sulla gestione del capitale naturale e alla nuova **Direttiva UE sul monitoraggio dei suoli** (23 ottobre 2025), che richiede una valutazione più misurabile delle risorse naturali.

Aprire un tavolo di confronto aiuterebbe le amministrazioni comunali a pianificare meglio il verde nel lungo periodo e a riconoscere il contributo della natura urbana alla resilienza climatica e al benessere collettivo.

Censimento degli alberi stradali di Milano

Definizione operativa di “albero stradale”

Un *albero stradale* è definito come qualsiasi albero situato nello spazio urbano pubblico o semi-pubblico che interagisce direttamente con l'ambiente stradale.



STREET
TREES

THE ROLE OF
THE TREE LINES
IN URBAN CONTEXT

La definizione integra criteri **spaziali** e **funzionali**:

- Alberi entro **5 m dal bordo strada** (buffer da Geoportale).
- Alberi in **aiuole, buche di impianto** su marciapiede, **spazi verdi lineari**.
- Alberi in **giardini privati o pubblici** che affacciano sulla strada e ne influenzano microclima, ombreggiamento, qualità visiva e comfort pedonale.
- Inclusi anche **piccoli alberi** e **grandi arbusti** se svolgono un ruolo strutturale nello streetscape.
- Considerati anche **aiuole, prati** e **coperture erbacee** come elementi strutturali del sistema stradale.



Inventario

- Fonte: **Geoportale del Comune di Milano**
- Circa **100 generi** rappresentati
- Selezione tramite **buffer 5 m** dal margine stradale

Composizione per genere (principali)

Genere	N. alberi	%
Platanus	18.477	20,63%
Acer	10.289	11,49%
Celtis	8.109	9,05%
Ulmus	5.464	6,10%
Prunus	4.991	5,57%
Tilia	4.616	5,15%
Fraxinus	3.932	4,39%
Populus	2.866	3,20%
Carpinus	2.849	3,18%
Sophora	2.626	2,93%
Liquidambar	2.592	2,89%
Hibiscus	2.162	2,41%
Quercus	2.130	2,38%
Robinia	2.025	2,26%
Pyrus	1.600	1,79%
Cercis	1.269	1,42%
Aesculus	1.110	1,24%

Valutazione ornamentale degli alberi stradali

- Il Comune di Milano applica un metodo di valutazione ornamentale degli alberi derivato dal *metodo svizzero*, adattato al contesto italiano da Pirani e Fabbri (1989). Questa metodologia, ampiamente utilizzata nell'Europa centrale, fornisce una base standardizzata per quantificare il valore culturale, estetico, ambientale e sociale degli alberi urbani. Le sue principali applicazioni riguardano la stima dei danni, le procedure di compensazione e la determinazione dei costi di sostituzione o ripristino nell'ambito della gestione del verde urbano.

Formula di valutazione e componenti

Il valore stimato di un singolo albero, indicato come V_{albero} , è calcolato mediante una formula moltiplicativa che integra quattro componenti principali:

$$V_{\text{albero}} = A * B * C * D$$

dove:

- **A = prezzo vivaistico della specie**
- **B = coefficiente di condizione vegetativa**
- **C = coefficiente di contesto spaziale**
- **D = coefficiente dimensionale del tronco**

Risultato

**Valore patrimoniale
complessivo degli 89.585
alberi stradali:**

€72.090.239,18



Valutazione dei servizi ecosistemici di regolazione degli alberi stradali di Milano

- A partire dall'inventario degli alberi stradali del Comune di Milano come base spaziale e biometrica, il diametro di chioma riportato nel Geoportale comunale è stato impiegato per stimare la copertura arborea.
- La superficie fogliare totale è stata invece calcolata applicando un valore medio di **Leaf Area Index (LAI) pari a 4**, utilizzato come parametro trasversale alle diverse specie e classi di vigore, con l'obiettivo di affinare tali stime in futuro attraverso misurazioni in campo e calibrazioni specifiche per specie.

La popolazione degli alberi stradali produce i seguenti indicatori

**Copertura arborea
(proiezione della
chioma):
2.109.485,12 m²**

**Superficie fogliare
totale:
8.437.940,49 m²**

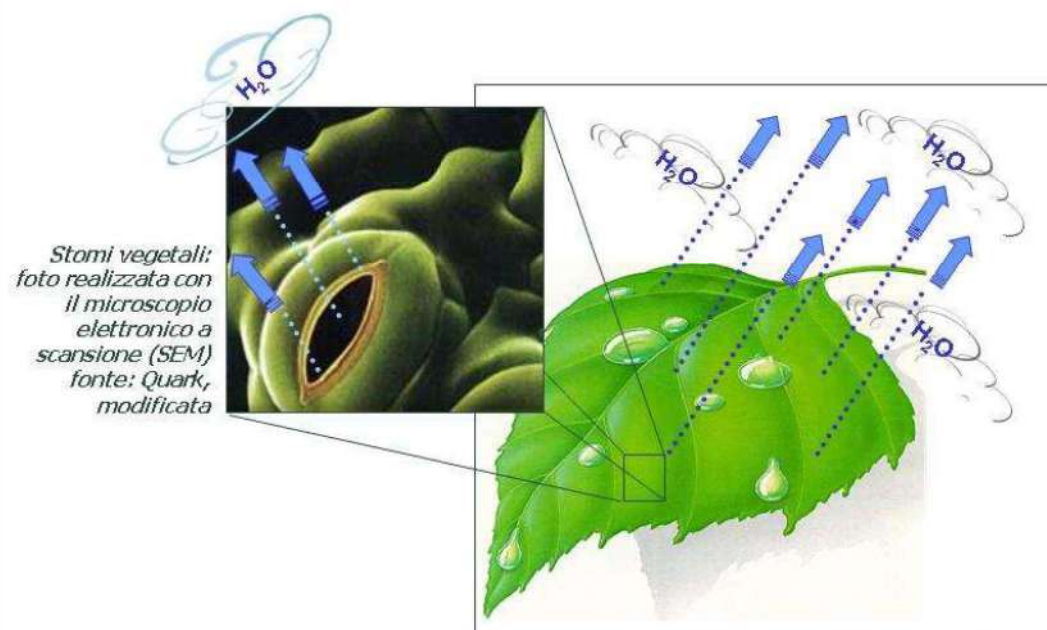
flussi annuali

Intercettazione delle piogge:
210.948,51 m³/anno

**Rimozione di inquinanti
atmosferici:** 33.751,76 kg/anno

**Raffrescamento e risparmio
energetico (equivalente):**
42.189.702,46 kWh/anno

Sequestro di CO₂: 25.313,82 t/anno



Fonte www.pratiarmati.it

valori economici annuali

Tradotti nella logica di valutazione monetaria adottata per i servizi ecosistemici di regolazione, questi flussi corrispondono ai seguenti valori economici annuali:

Gestione delle acque meteoriche: €502.057,46/anno

Rimozione di inquinanti atmosferici: €135.007,05/anno

Raffrescamento e risparmio energetico: €12.656.910,74/anno

Sequestro di CO₂: €167.830,64/anno

Nel complesso, queste categorie generano un valore annuo stimato pari a **€13.461.805,88** in servizi ecosistemici di regolazione forniti dagli alberi stradali di Milano.

Più FOGLIE in Città

- Che sia d'erba, di arbusti o di alberi, abbiamo bisogno di più tessuto vegetale - fotosintetizzante e traspirante – nelle strade di Milano.

Più foglie nelle nostre strade è
il motto

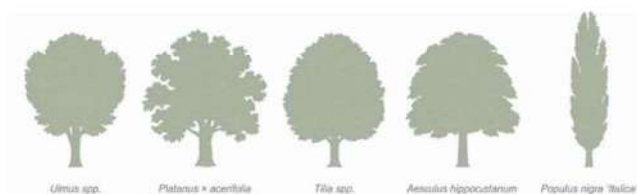
[Servizi Ecosistemici Culturali.pptx](#)

SERVIZI ECOSISTEMICI CULTURALI

*Dal concetto a un indicatore operativo
per confrontare i corridoi*

Gli effetti culturali aumentano con la continuità degli alberi stradali.

SERVIZI ECOSISTEMICI CULTURALI DEGLI ALBERI STRADALI DI MILANO



REGULATING SERVICES



MICROCLIMATE
MITIGATION



AIR QUALITY
IMPROVEMENT



STORMWATER
REGULATION



CARBON
STORAGE



CULTURAL ECOYSTEM SERVICES (CES)



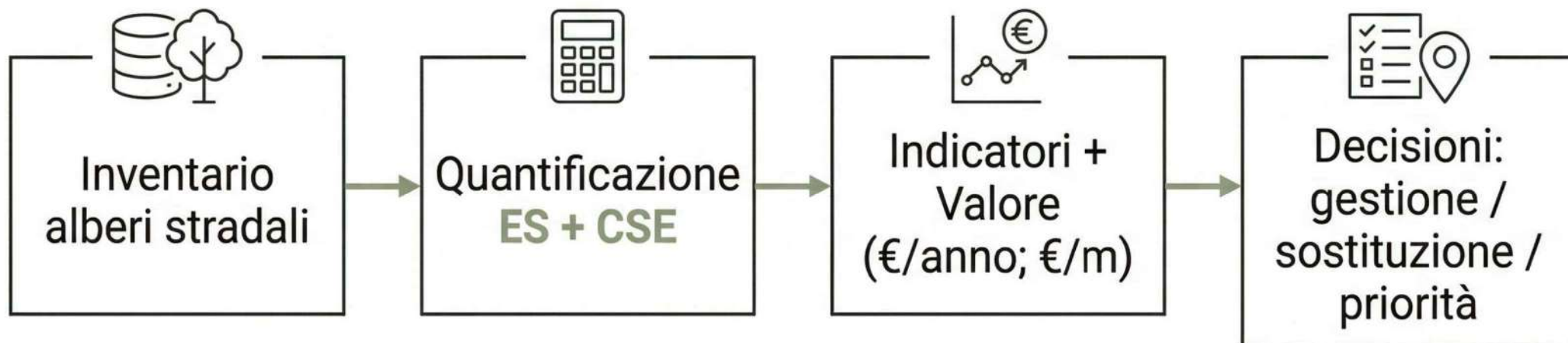
AESTHETIC
EXPERIENCE



EVERYDAY
RECREATION



PLACE
IDENTITY



Perché calcolarlo: valutazione del capitale naturale

- Confrontare corridoi in modo trasparente (priorità)
- Rendere visibile un valore spesso “invisibile” nei bilanci
- Supportare scelte: tutela / rinnovo / riconnessione

Da Servizi Ecosistemici Culturali (concetto) a proxy operativo



Servizi ecosistemici culturali

- estetica, identità, ricreazione, benessere
- percepiti nella mobilità quotidiana
- crescono con la continuità dei filari alberati



Problema

Difficili da misurare con un unico indicatore



Soluzione

- ✓ usare un metodo già adottato dal Comune (valore ornamentale – Allegato 4)
- ✓ interpretarlo come proxy dei servizi ecosistemici culturali e scalarlo a segmento/corridoio

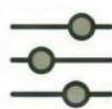
Calcolo del proxy dei Servizi Ecosistemici Culturali: valore ornamentale (Comune di Milano – Allegato 4)



Input

(Inventario comunale)

- Specie / varietà
- Circonferenza a 1,00 m
- Localizzazione (zona / contesto urbano)
- ID albero (join e audit)



Coefficienti

(lookup + assunzioni trasparenti)

- A = specie (base economica da prezzo / regola 1/10)
- B = qualità estetica + condizione fitosanitaria
- C = contesto urbano (tabella Allegato 4)
- D = dimensione (classe da circonferenza, tabella Allegato 4)

Assunzione: in assenza di rilievi fitosanitari omogenei, B = 5 (vigore medio in filare/gruppo > 5)



Output

(per albero)

$$V_{tree} = A \times B \times C \times D$$

Unità: € / albero

Nota: proxy operativo dei Servizi Ecosistemici Culturali (non misura completa della cultura)

Dati: Geoportale Comune + Prezzo RL 2025 + Allegato 4

Dall'albero al segmento: indicatori confrontabili per i filari alberati

Unità: segmento stradale (tra intersezioni)



* Stessa unità (segmento) per integrare Servizi Ecosistemici regolativi + proxy culturale nelle priorità di corridoio



Proxy dei Servizi Ecosistemici Culturali (0– 100) degli alberi stradali

Valori più alti = contributo culturale/estetico più forte, spesso associato ad alberi più maturi e a contesti urbani più centrali (indice C) + specie (A).

La mappa evidenzia **concentrazioni** di alberi ad alto valore e **tratti vulnerabili** dove la continuità dei filari alberati rischia di indebolirsi.

Servizi ecosistemici culturali (CES): valore culturale a livello di singolo albero

0–33	Basso: un contributo culturale/estetico minore a livello di singolo albero
34–66	Medio: contributo culturale percepibile
67–100	Alto: il contributo culturale/estetico più forte, tipicamente associato ad alberi più maturi

Limiti e potenzialità



LIMITI

- Proxy dei Servizi Ecosistemici Culturali: non descrive tutta la dimensione culturale dell'albero
- Utile per confronto e priorità, non come "valore assoluto"
- Dati fitosanitari non omogenei → coefficiente B da calibrare con nuovi rilievi



POTENZIALITÀ

- Struttura trasparente, replicabile e verificabile (auditabile)
- Aggiornabile: basta sostituire/raffinare i coefficienti quando arrivano nuovi dati
- Collega valore culturale + continuità dei filari alberati + scelte operative

Dati → Indicatori → Decisioni

Applicazioni



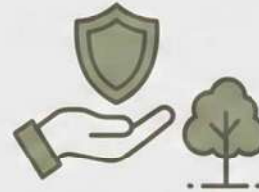
Valore culturale esistente

identità, qualità percepita, leggibilità dei filari



Confronto tra corridoi

indicatori a scala di segmento (es. €/m)



Priorità di tutela

protezione e cura dove il valore è già alto



Continuità nel tempo

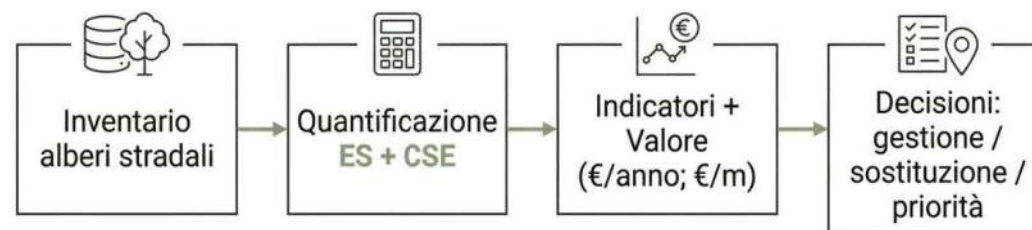
evitare perdita di carattere: gestione + condizioni di durabilità

Le aiuole come infrastruttura della città spugna

- Infiltrazione e ritenzione delle acque
- Riduzione del deflusso superficiale
- Suoli strutturati e retrofit possibili
- Opportunità di ampliamento e miglioramento

Calcolo dei Servizi Ecosistemici e di CES

- Perché calcolarlo: valutazione del capitale naturale
- Parametri utilizzati
- Limiti e potenzialità
- Applicazioni: scenari di gestione e sostituzione



Calcolo di Servizi Ecosistemici Culturali

$$V_{\text{tree}} = A \times B \times C \times D$$



A — “Specie / costo base”
baseline economica per specie



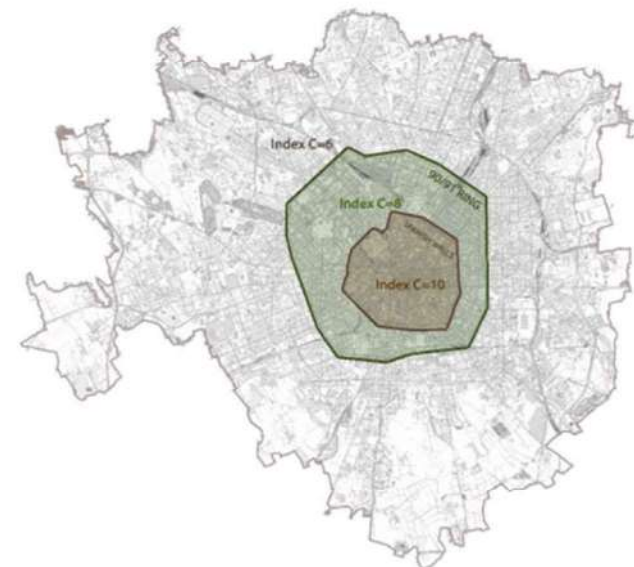
B — “Condizione estetica + fitosanitaria”
coefficiente (assunzione esplicita se dati non uniformi)



C — “Contesto urbano / localizzazione”
importanza e centralità del luogo



D — “Dimensione (circonferenza a 1 m)”
classe dimensionale = maturità



Limiti e potenzialità



LIMITI

- CSE = proxy, non ‘tutta’ la cultura dell’albero
- Serve per confronto e priorità, non per valore assoluto
- Dati fitosanitari non omogenei → B da calibrare



POTENZIALITÀ

- Struttura trasparente e replicabile
- Metodo aggiornabile con nuovi dati
- Collega valore culturale + continuità + scelte operative

Dati → Indicatori → Decisioni

Applicazioni dei CSE



Valore culturale esistente
identità, qualità percepita, leggibilità dei filari



Confronto tra corridoi
indicatori a scala di segmento (es. €/m)



Priorità di tutela
protezione e cura dove il valore è già alto



Continuità nel tempo
evitare perdita di carattere: gestione + condizioni di durata

I CSE diventano un criterio comparabile per priorità e tutela della continuità.

De-pavimentazione per migliorare i filari

- Identificazione superfici impermeabili recuperabili
- Benefici: radici più sane, crescita migliore, maggiore infiltrazione
- Strategie di intervento
- Esempi prima/dopo o simulazioni

Toponomastica e filari

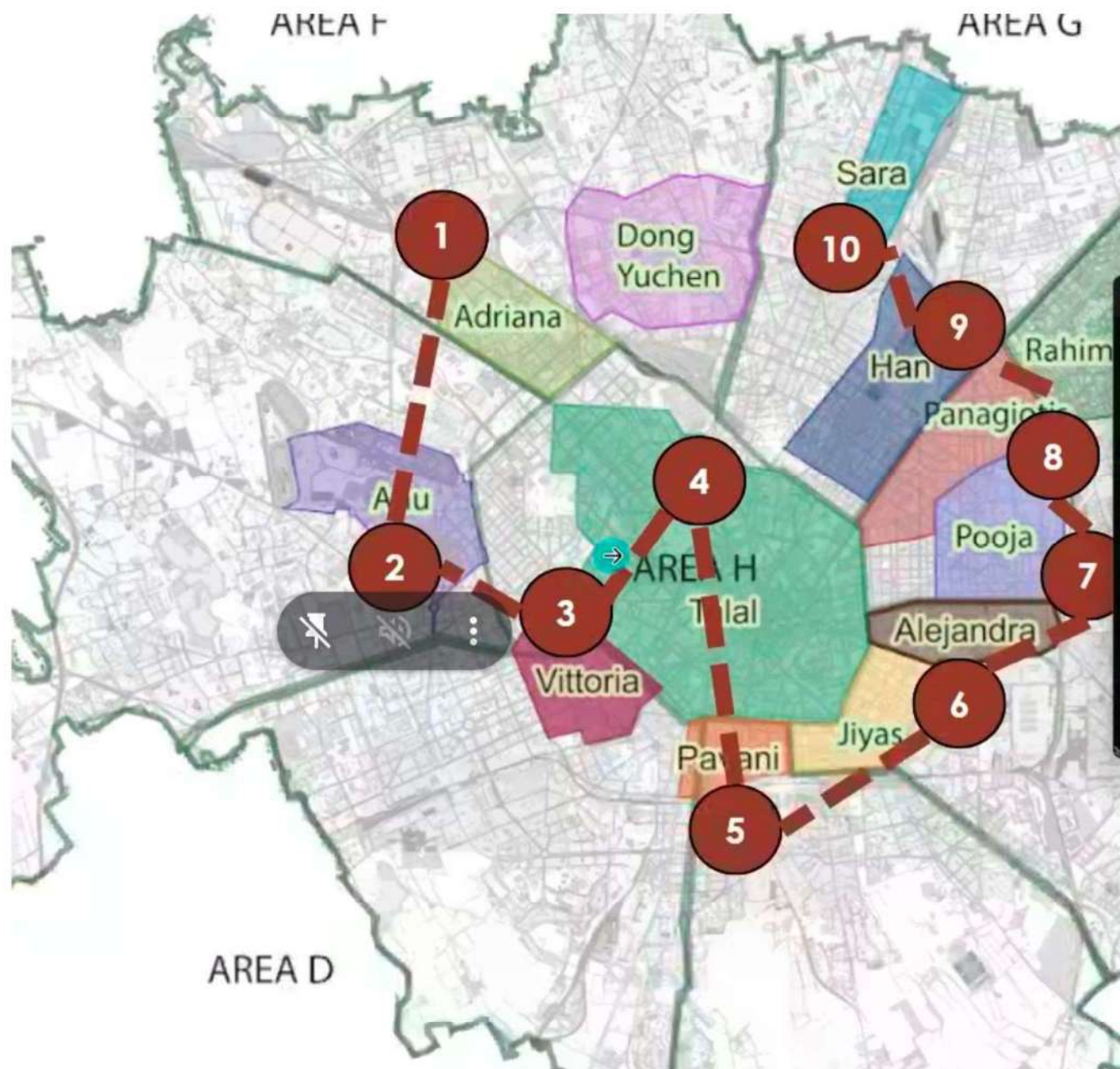
- Strade e viali con nomi degli alberi
 - Relazione tra nome e presenza reale
 - Identità urbana e memoria collettiva
 - Potenzialità narrative e culturali
- Via S. Sonnino → La strada dei Celtis australis
 - Via M. da Bezzozo → La strada dei Prunus
 - Piazza Prealpi → La strada dei Platani
 - V. Mac Mahon → La strada degli Olmi
 - V. Caracciolo → La strada della Sophora japonica
 - Piazza Firenze → La piazza dei Platani e dei Bagolari
 - Viale P.O. Vigliani → La strada dei Celtis australis
 - V. F. Albani → La strada dei Liquidambar styraciflua
 - V. G. Silva → La strada dei Aceri
 - Via P. Tompesta → La strada degli Acer platanoides
 - Piazzale Fratelli Zavattari → La piazza della Koelreuteria paniculata
 - Via Monreale → La strada dei Platani
 - V. Mar Jonio → La strada dei Liquidambar styraciflua

Attraversare la città seguendo i filari

<https://www.youtube.com/watch?v=zcMxy7pVuSU&t=1s>

Da via Sonnino a via Monreale

- Obiettivo: mostrare continuità, interruzioni, criticità
- Lettura dinamica della città
- Comfort percepito lungo il percorso
- Spunti per la pianificazione



Discussione e confronto

- Domande aperte
- Suggerimenti metodologici
- Proposte di collaborazione
- Prossimi passi della ricerca



Grazie per l'attenzione

Contatti: nicola.noe@odaf.mi.it

