



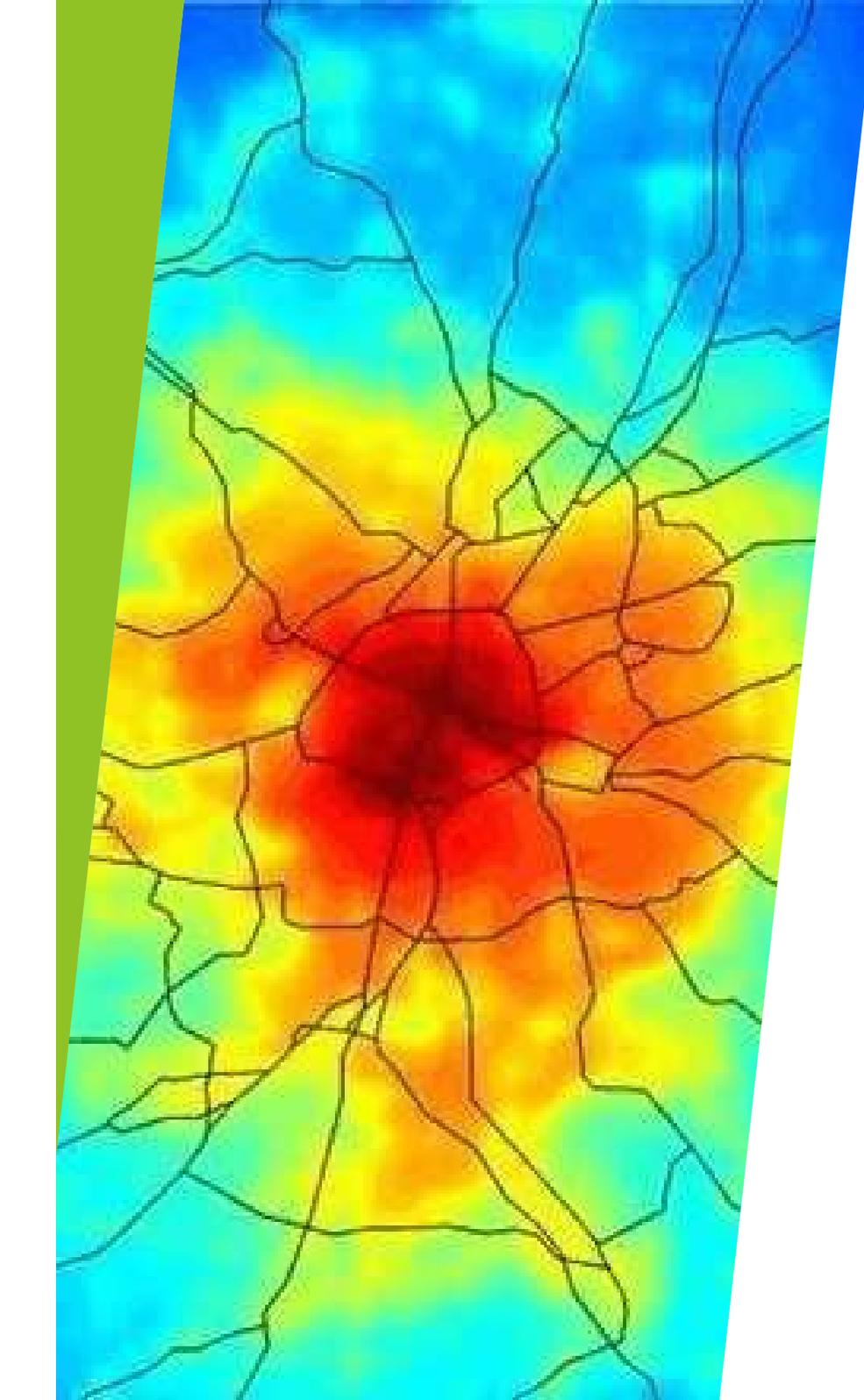
Progettazione del Verde urbano per contrastare i cambiamenti climatici

Dott. agronomo N. Noè, PhD

Adjunct Professor of BOTANY & ARBORICULTURE
at Politecnico di Milano

Effetto dei cambiamenti climatici

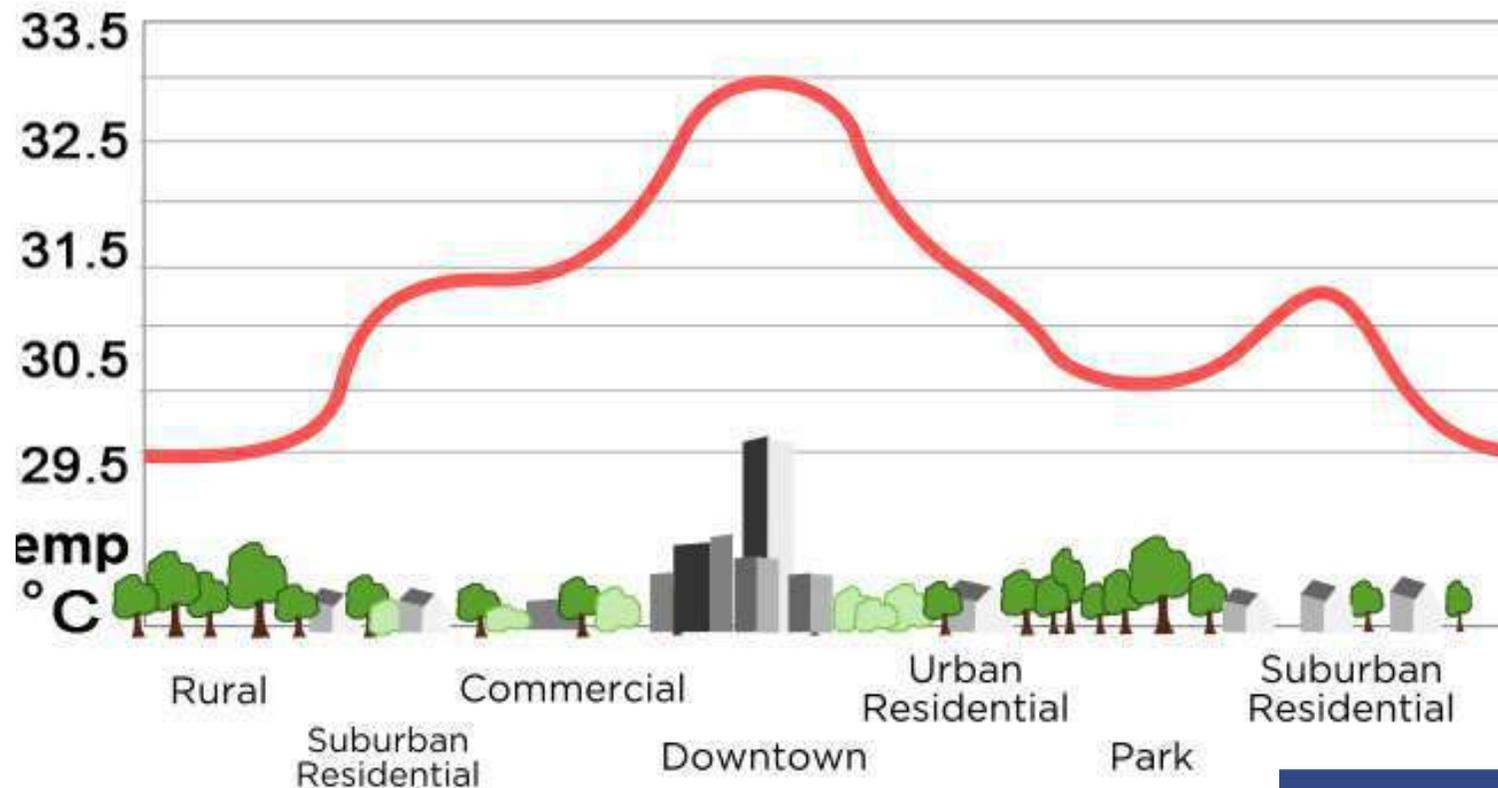
- ▶ L'estate 2022 ha riportato prepotentemente all'attenzione l'effetto isola di calore.
- ▶ Temperature elevate e prolungata siccità hanno messo in crisi esseri umani, animali e piante.
- ▶ Il verde ha un ruolo fondamentale e insostituibile nel contenere l'effetto Isola di calore nei nostri centri urbani.



Effetto cumulato

- ▶ Riscaldamento globale
 - ▶ +
- ▶ Isola di Calore
 - ▶ =
- ▶ Città sempre più calde

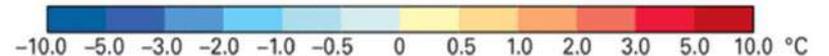
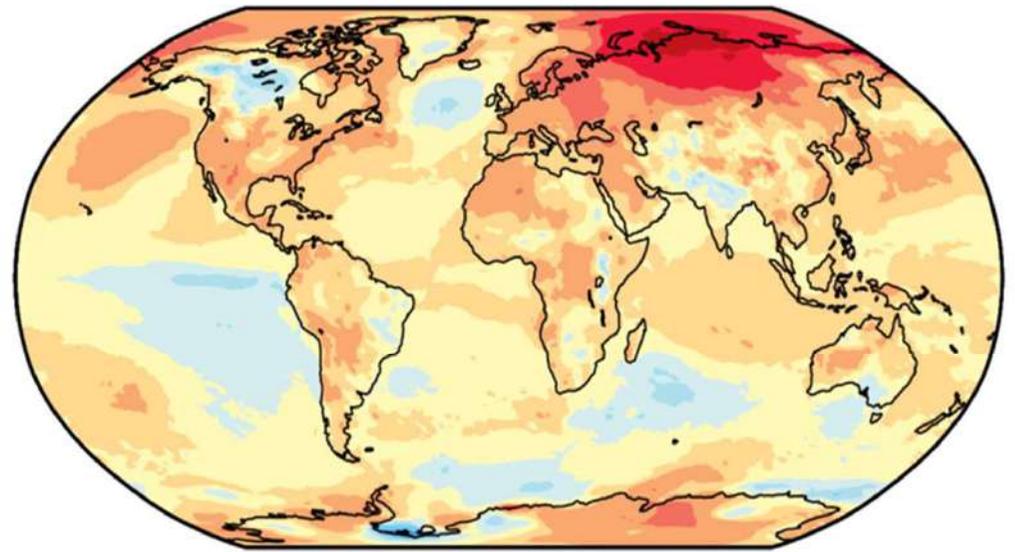
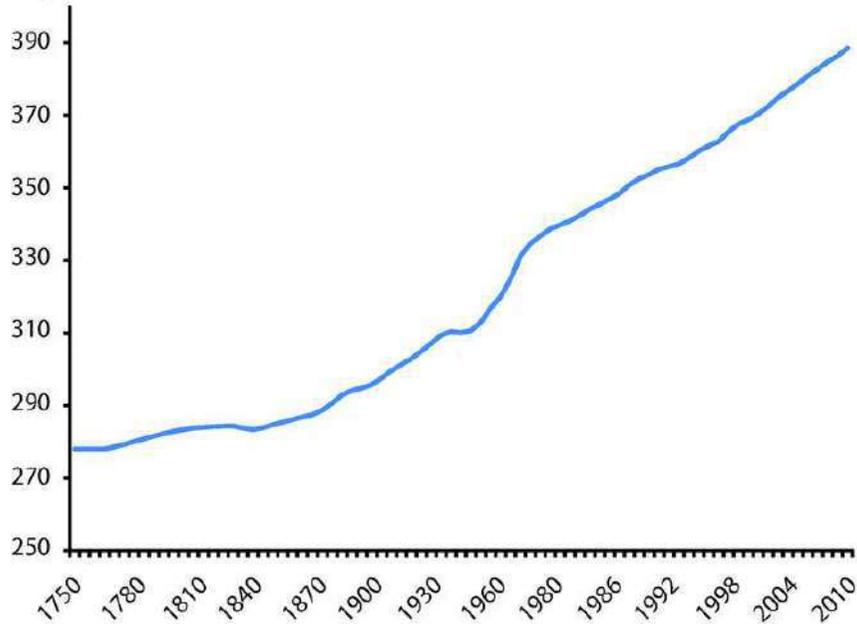
URBAN HEAT ISLAND PROFILE



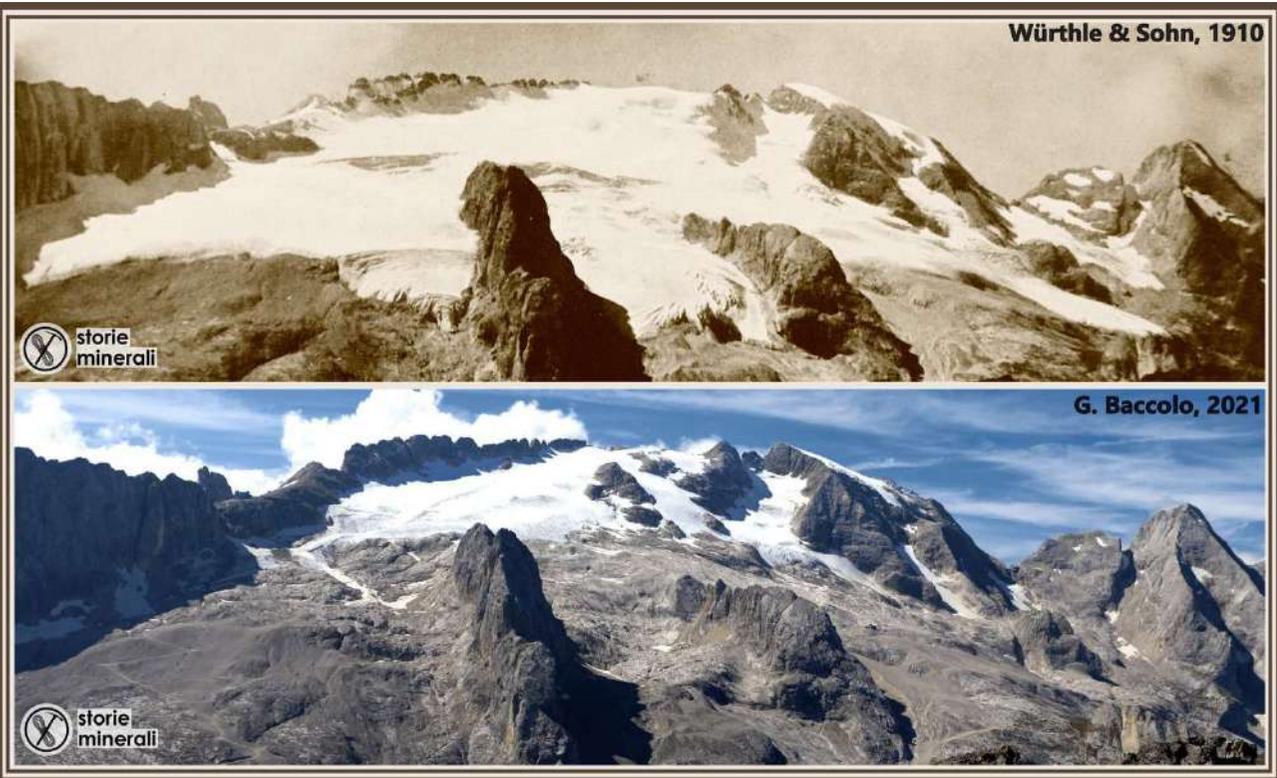
È un fenomeno osservato da diverso tempo.
È stato descritto per primo da Luke Howard (chimico, farmacista e meteorologo inglese) nel 1810.

TEMPERATURE ON THE PLANET

CO₂ concentration (ppm)

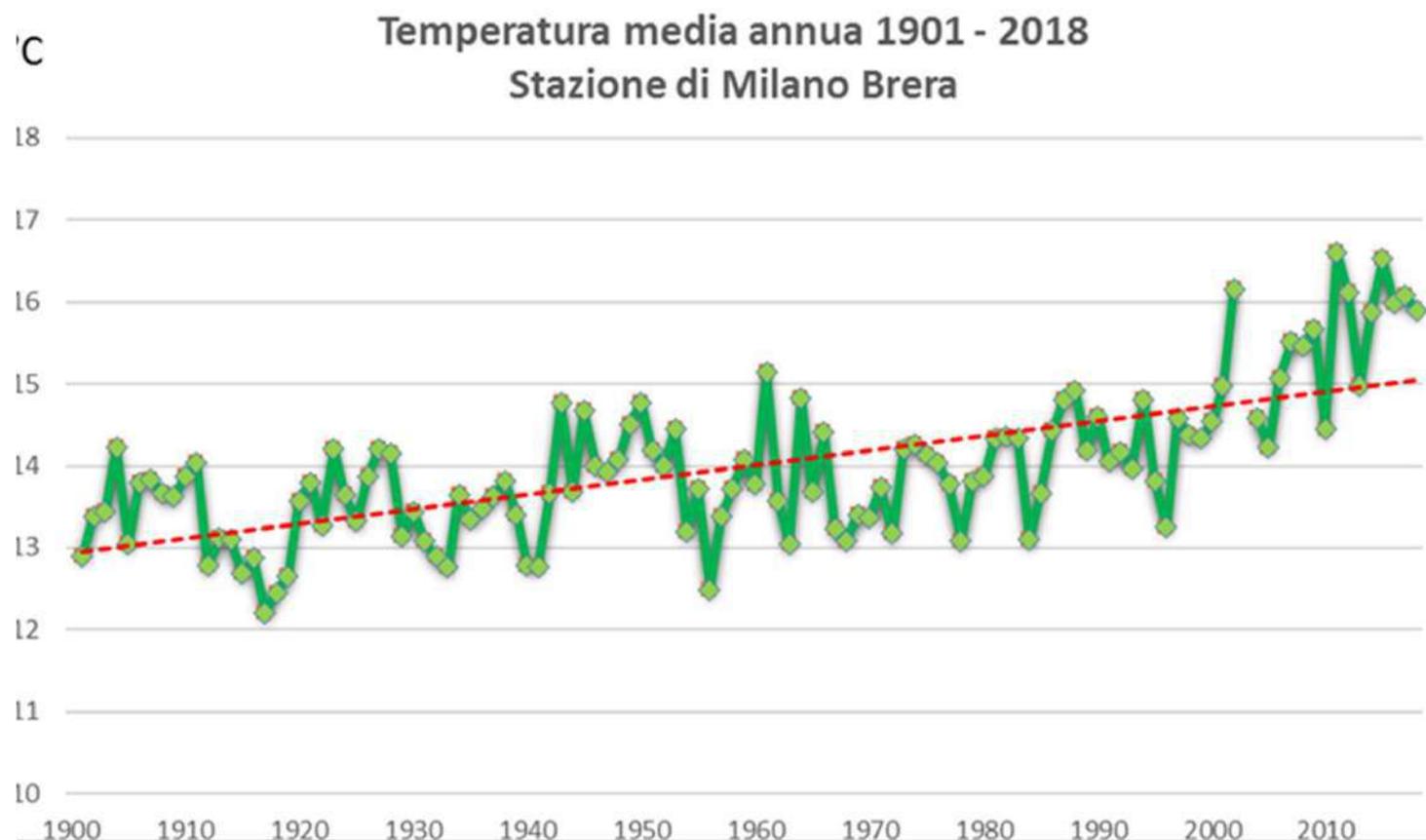


Temperature anomalies relative to the 1981-2010. Source: Copernicus Climate Change Service, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)

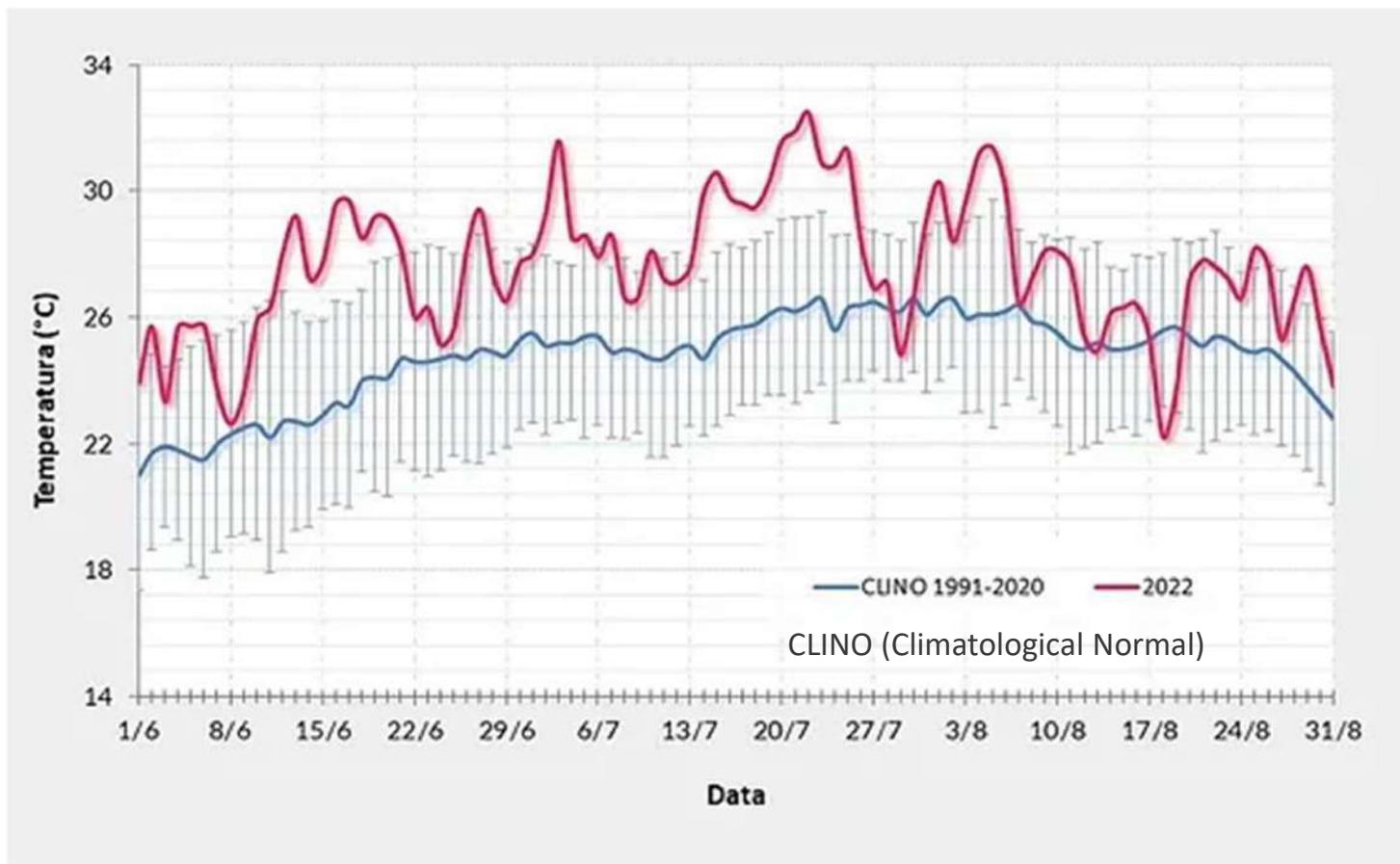


Marmolada glacier

CAMBIAMENTO CLIMATICO: IN LOMBARDIA, OLTRE UN SECOLO DI DATI DALL'OSSERVATORIO MILANO BRERA



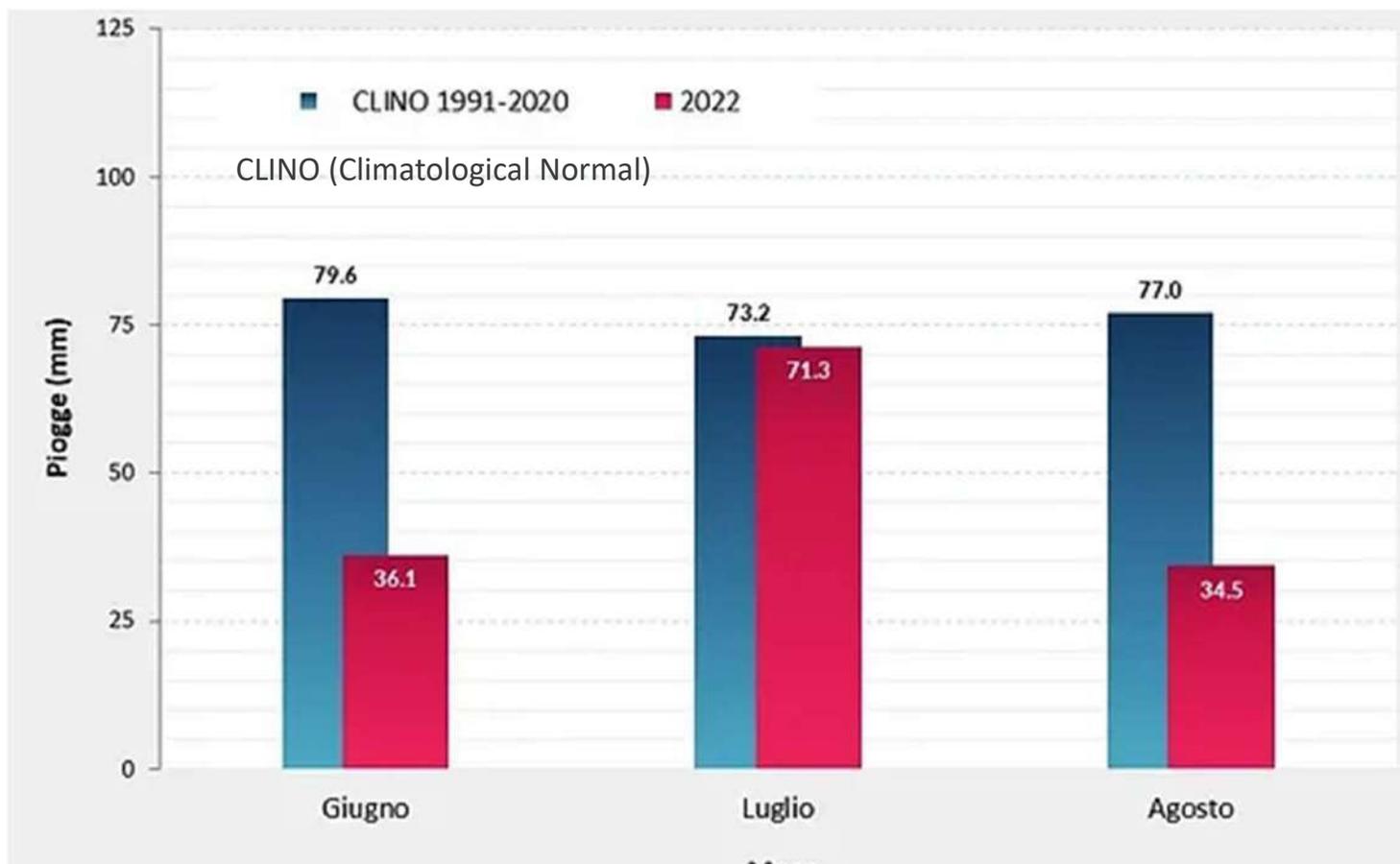
Temperatura media: estate 2022 VS CLINO 1991-2020



Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo <https://www.fondazioneomd.it/>

77 le giornate con massima superiore ai 30 °C, contro un valore medio atteso di 49,7 giorni per tutta l'estate

80 "notti tropicali", cioè temperatura minima maggiore di 20°C, rispetto ad un valore CLINO di 47,7 giorni: tra 11 giugno e 11 agosto abbiamo avuto **62 notti tropicali consecutive!**



Pioggie: estate 2022 VS CLINO 1991-2020

Fondazione Osservatorio Meteorologico Milano Duomo

<https://www.fondazioneomd.it/>

Estate 2022: più accessi al Pronto soccorso

**«Emergenza caldo, nei pronto soccorso milanesi più 10 per cento di pazienti»
(Corriere della Sera, 13/11/2022)**

Picco al San Raffaele con il 20%. Anziani disidratati, sincopi e bimbi con patologie alle vie aeree. Gambe gonfie da inattività. Più 10 per cento di cittadini in attesa anche al Policlinico San Donato e agli ospedali San Paolo e San Carlo.

La sintomatologia del colpo di calore comprende:

- Aumento rapido della temperatura corporea
- Cute calda e sudata
- Astenia
- Malessere generalizzato
- Tachicardia
- Tachipnea
- Vasodilatazione periferica
- Mal di testa
- Crampi
- Confusione

«Quest'estate aumento di 10 gradi e più accessi al Pronto soccorso» di Lecco «(Il Giorno online, 28/10/2022)

Consumi energia elettrica

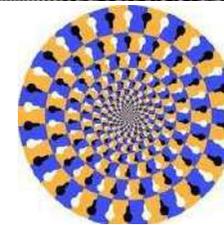
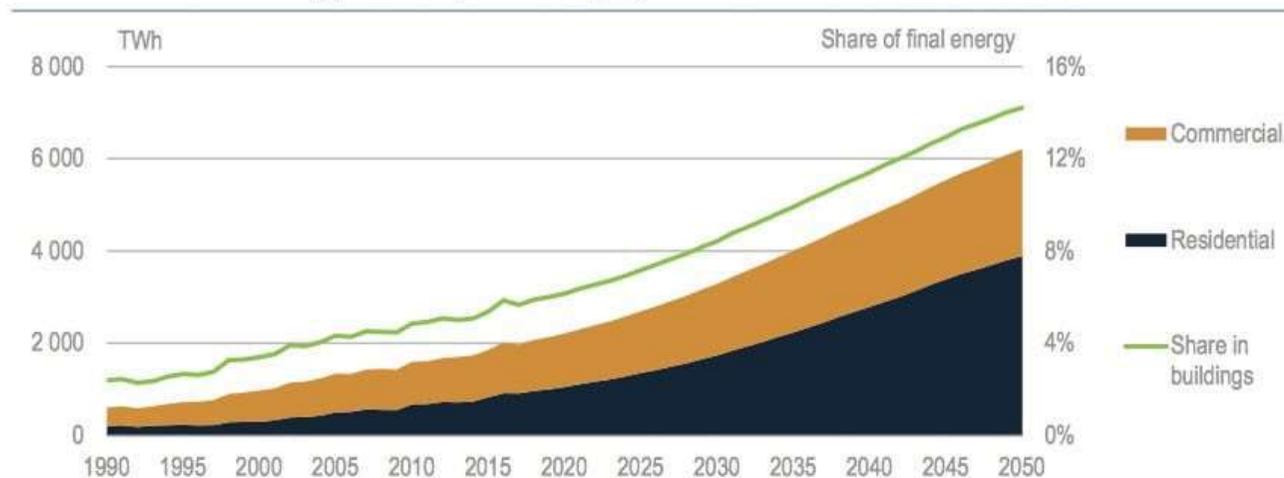
(ANSA) - MILANO, 28 GIU - Oggi è stato raggiunto a Milano un carico massimo sulla rete elettrica di 1.635 Megawatt, record assoluto che supera la punta più alta mai registrata in città di 1.625 MW del luglio del 2015.

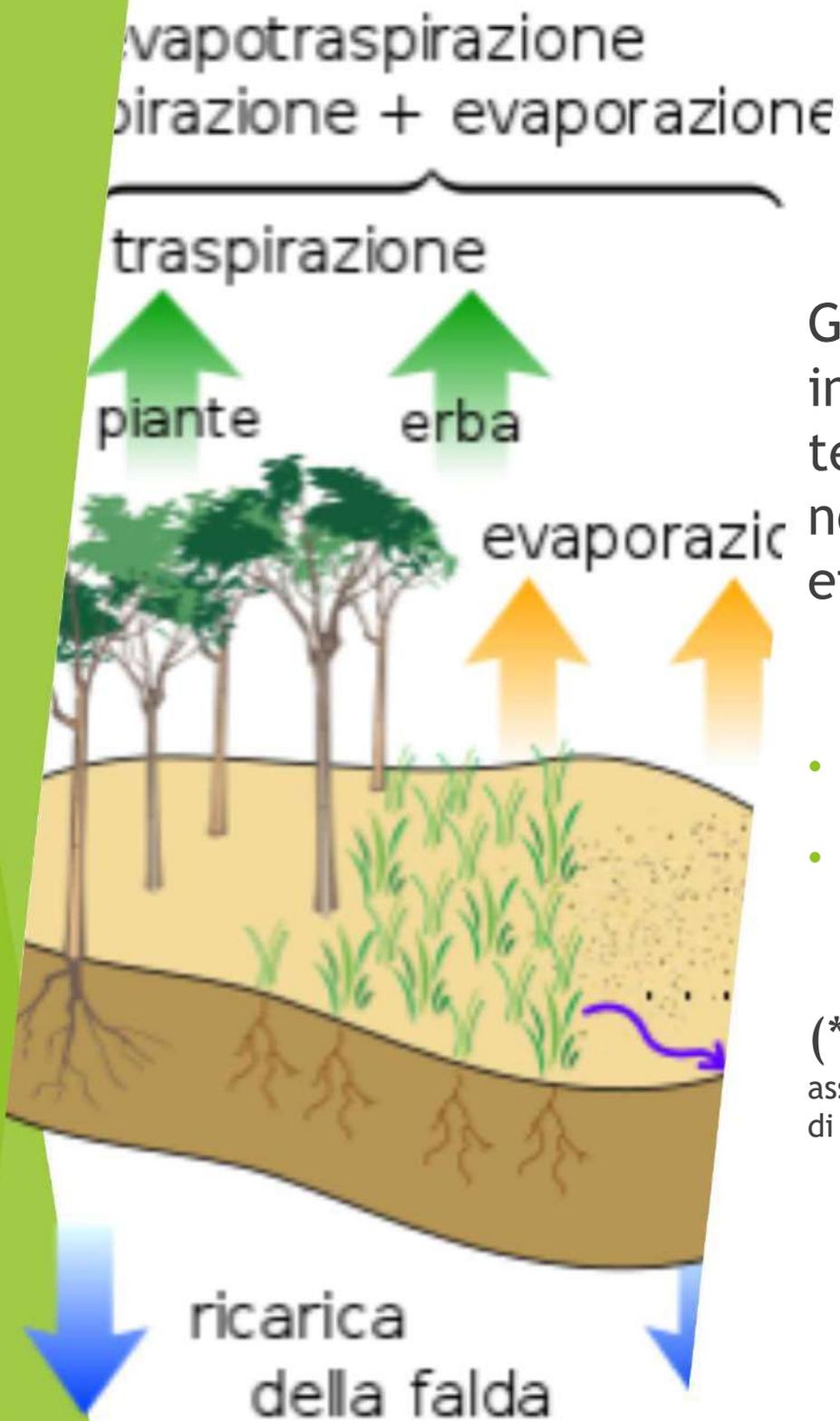
Nello "scenario base" IEA stima che **triplicherà** il consumo energetico per la climatizzazione, arrivando a 6.200 TWh, con il **settore residenziale** responsabile di circa il 70% di tale incremento.



The Future of Cooling, IEA (International Energy Agency)

World energy use for space cooling by subsector in the Baseline Scenario





Gli alberi quindi risorsa insostituibile per ridurre la temperatura a terra nelle nostre città, attraverso effetto congiunto di:

- Ombreggiamento chiome
- Evapotraspirazione (*)

(*) Il calore latente di evaporazione (calore assorbito per passare dallo stato liquido allo stato di vapore) a pressione atmosferica è 539 cal/g.

Capacità di adattamento delle specie arboree, arbustive e erbacee?

Irrigazione?





MM



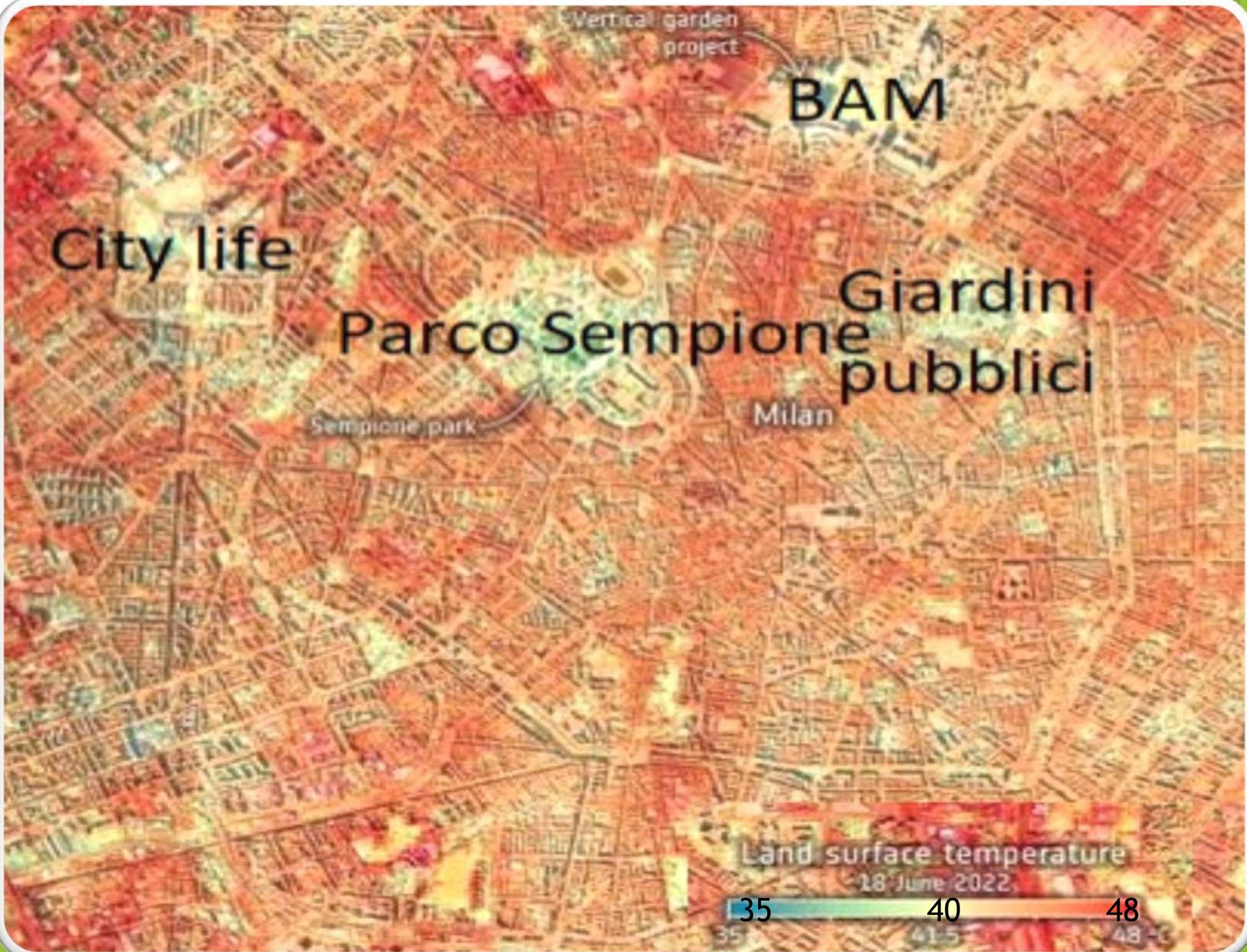
soggiacenza (m dal p.c.)

-  0 - 2 m
-  2 - 4 m
-  4 - 6 m
-  6 - 8 m
-  8 - 10 m
-  10 - 12 m
-  12 - 14 m
-  14 - 16 m
-  16 - 18 m



Soggiacenza della falda freatica

INTERFERENZA DELLA FALDA CON LE INFRASTRUTTURE NEL SOTTOSUOLO DI MILANO (F. Marelli, MM, 12/02/2017)



Vertical garden project

BAM

City life

Parco Sempione

Giardini pubblici

Sempione park

Milan

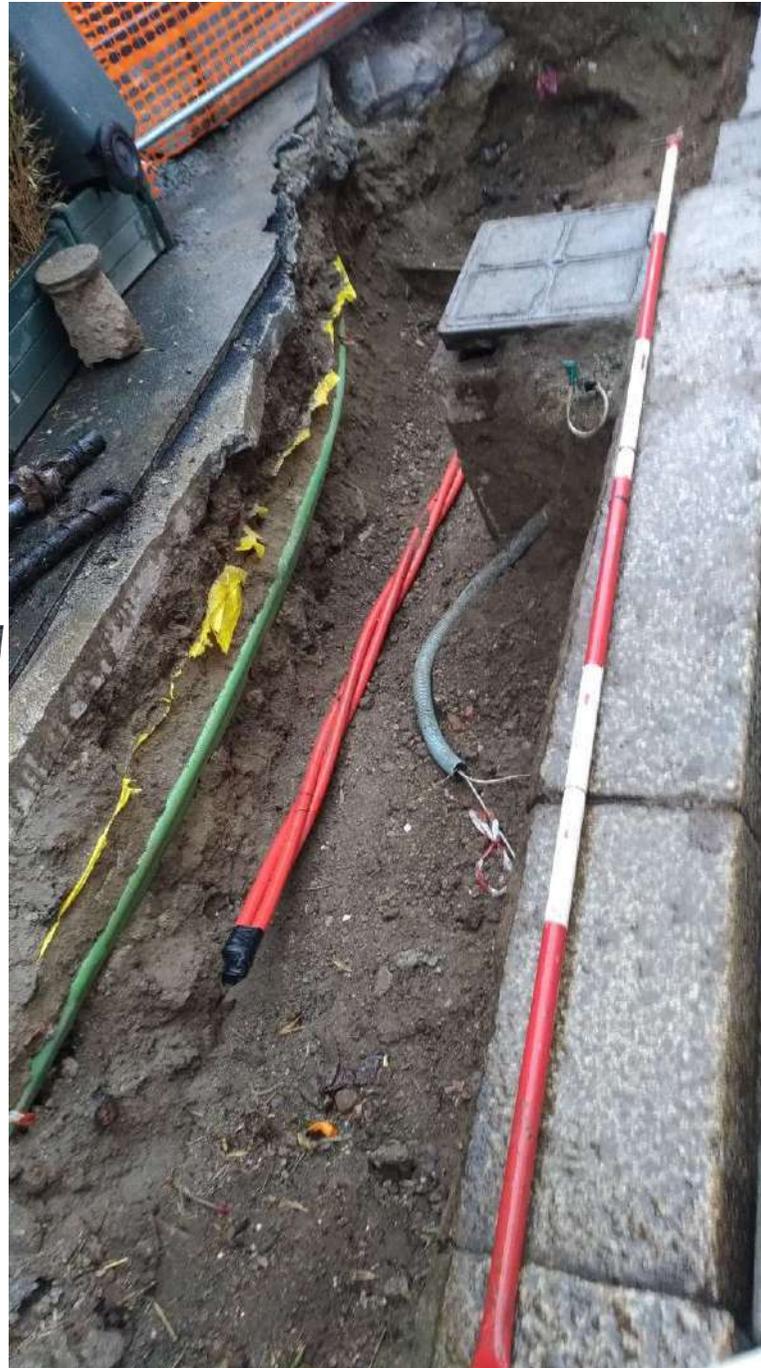
Land surface temperature

18 June 2022



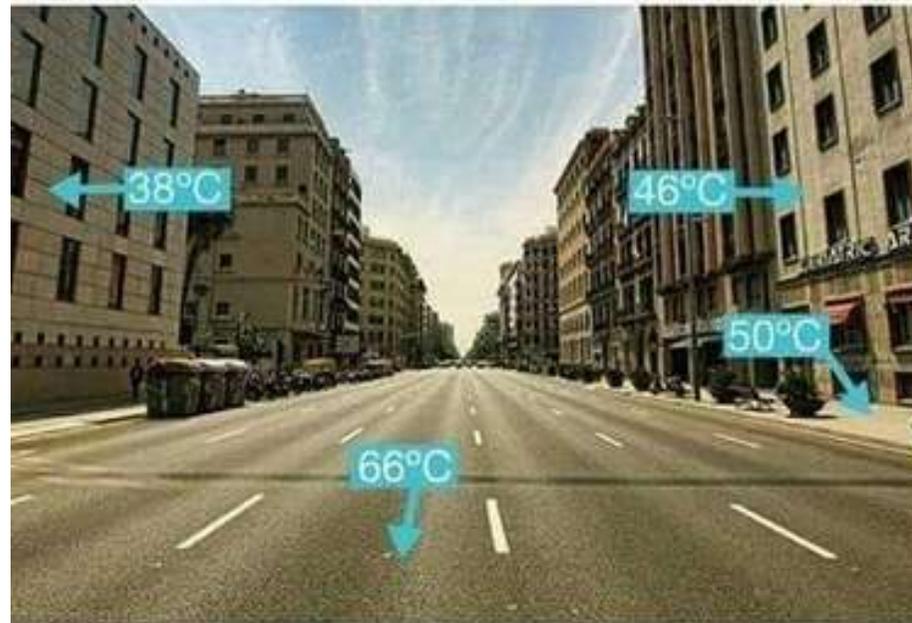


Sottoservizi

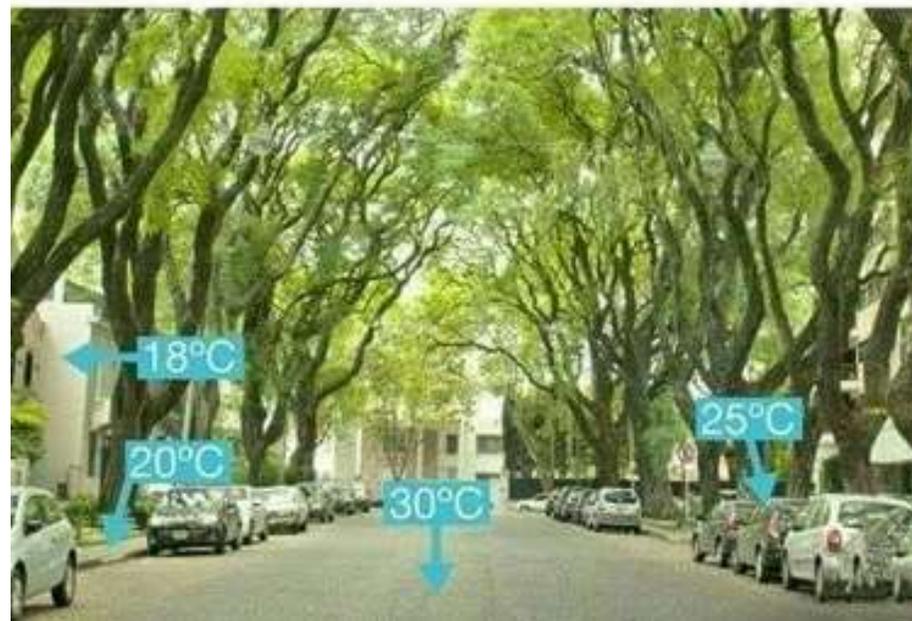




SENZA GLI ALBERI



CON GLI ALBERI



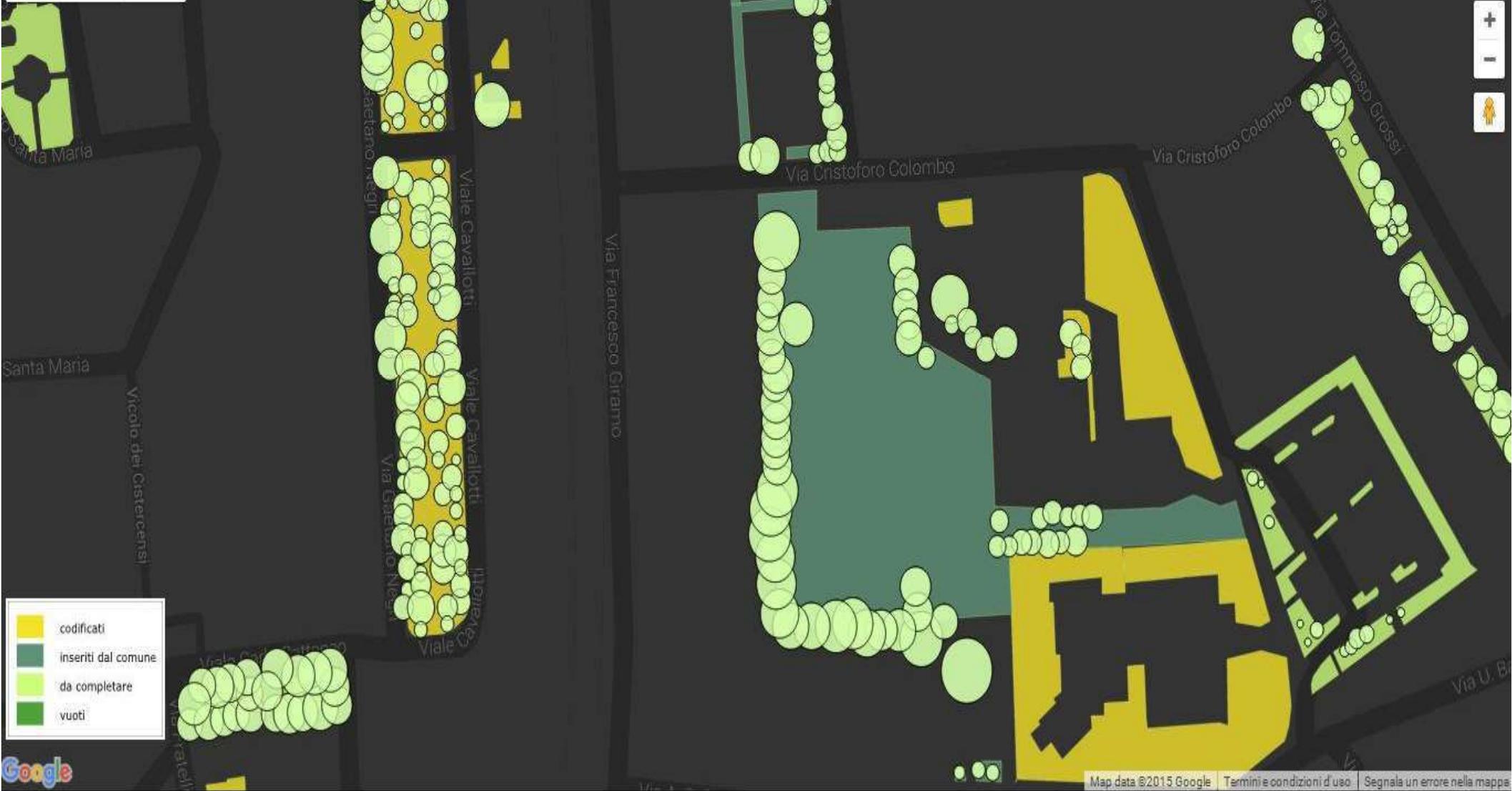


Il Catasto digitale del verde

Patrimonio vegetale e servizi
ecosistemici



Mappa Satellite Catasto





Descrizione dell'idea progettuale

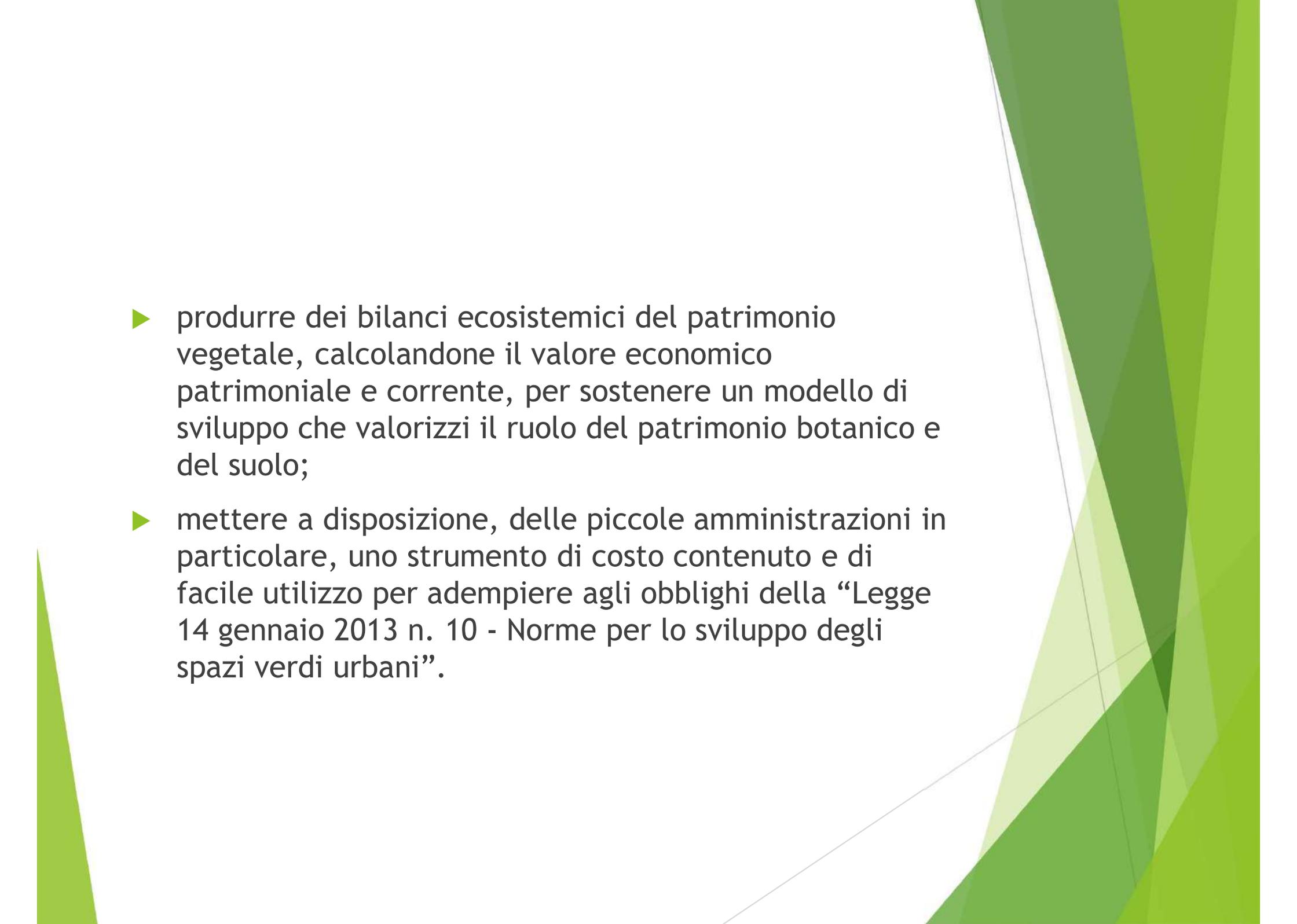
- ▶ Il **CdV** è un progetto in corso d'opera di rilievo, classificazione e mappatura del patrimonio verde urbano, agricolo e naturale.
- ▶ Fondato sul web 2.0, il **CdV** utilizza prodotti open-source ed ha come obiettivo la messa a disposizione pubblica in modalità open data delle informazioni riguardanti il patrimonio botanico territoriale.

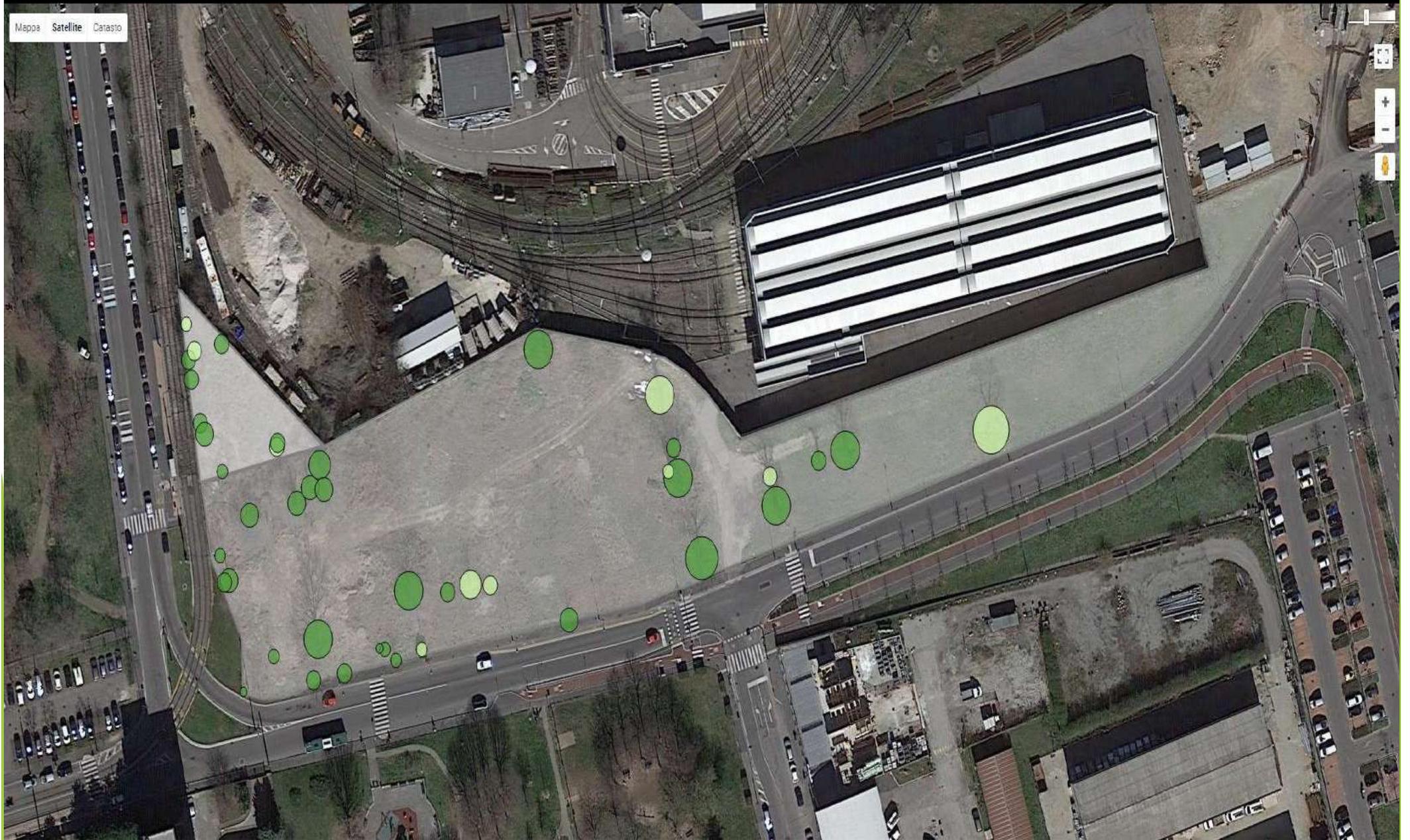




Presentazione del concept del progetto “Catasto digitale del verde”

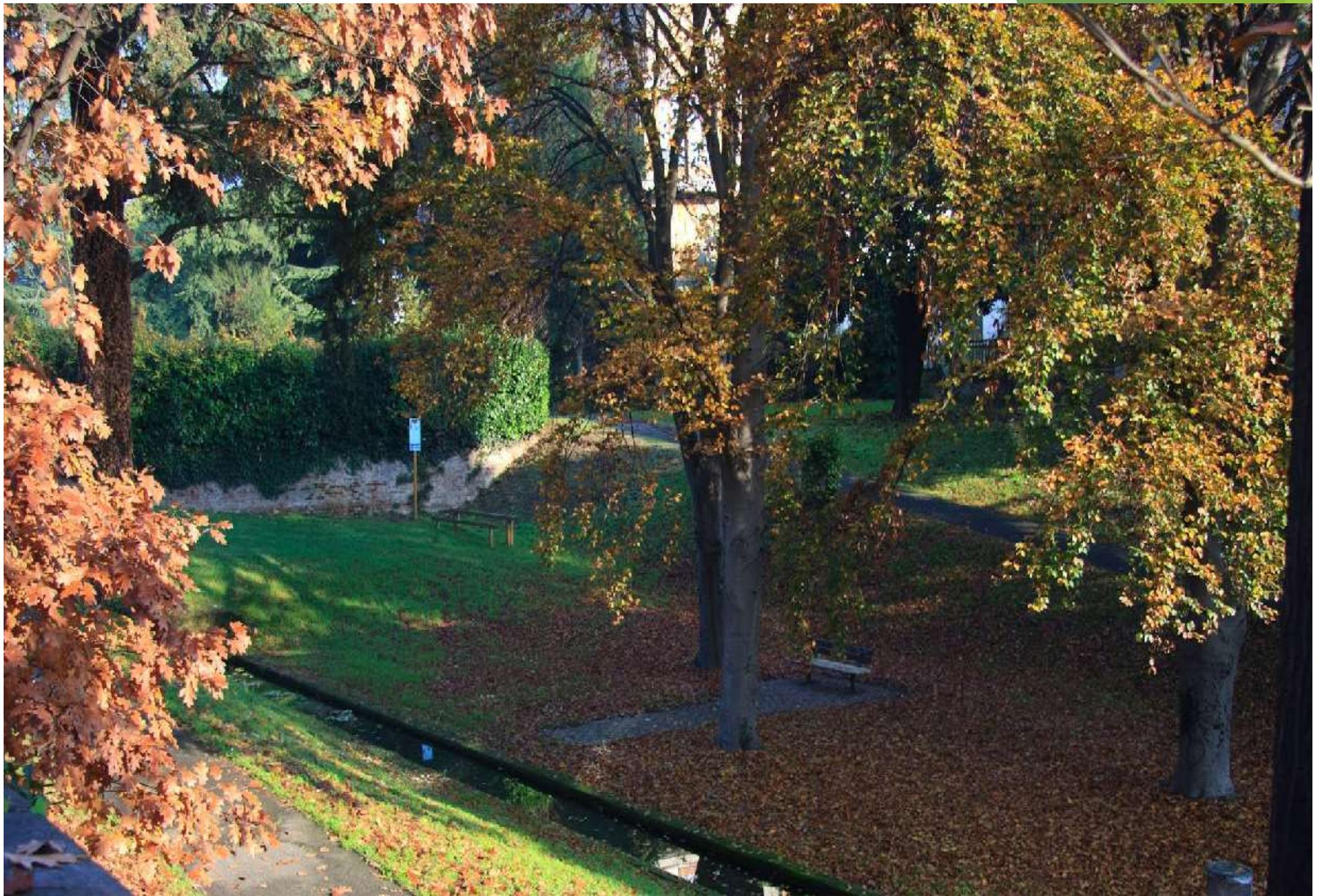
-
- ▶ ricerca di uno strumento di facile applicazione per l’acquisizione dei dati botanici raccolti, che utilizzi le tecnologie di rilievo e trattamento dati più aggiornate;
- ▶ necessità di produrre dei bilanci quantitativi del patrimonio vegetale standardizzati a livello nazionale;
- ▶ mantenere in vita i dati botanici che quotidianamente vengono raccolti sul territorio;

- 
- ▶ produrre dei bilanci ecosistemici del patrimonio vegetale, calcolandone il valore economico patrimoniale e corrente, per sostenere un modello di sviluppo che valorizzi il ruolo del patrimonio botanico e del suolo;
 - ▶ mettere a disposizione, delle piccole amministrazioni in particolare, uno strumento di costo contenuto e di facile utilizzo per adempiere agli obblighi della “Legge 14 gennaio 2013 n. 10 - Norme per lo sviluppo degli spazi verdi urbani”.









Valore patrimoniale

“Metodo di calcolo del valore delle piante ornamentali”

Indice valore estetico e condizioni sanitarie (I_e)

Indice specie e varietà o prezzo base (P_u)

Indice di ubicazione della pianta (I_p)

Indice di dimensione (I_d)

$$V (\text{€}) = I_e * I_p * I_d * P_u$$

Benefici ecosistemici





Effetti positivi attesi del progetto “Catasto digitale del verde”.

- ▶ Il Catasto Digitale del Verde calcola i benefici ecosistemici partendo dalla stima dell'estensione dell'apparato fogliare.
- ▶ Il calcolo parte da un parametro di semplice rilevazione come la dimensione della chioma nella sua espressione bidimensionale della proiezione.

Indice di superficie fogliare (ISF)

- ▶ ISF è un indice complesso perché dipende dalla specie di pianta al suo sviluppo, dalle condizioni pedologiche a quelle microclimatiche, dalla manutenzione allo stato fitosanitario.
- ▶ È possibile adottare un Indice di superficie fogliare medio (ISF_M) per prato, arbusti e alberi.

ISF_M prato = 1-2

in funzione dello stato manutentivo e della densità



ISF_M arbusti = 2-3

valori più bassi per cespugli prostrati o di ridotte dimensioni, valori più alti per i cespugli di grande sviluppo



ISF_M alberi = 4-8 (fino a 16)



- ▶ $ISF_M = 4-5$ per alberi di terza grandezza e seconda grandezza colonnari o mantenuti con potatura corta
- ▶ $ISF_M = 4-8$ per alberi di seconda grandezza e prima grandezza colonnari o con potatura corta
- ▶ $ISF_M = 8-10$ per alberi di prima grandezza, aghifoglie

Proiezione della Chioma (PC)

- ▶ Diametro chioma: 4,00 m
- ▶ Proiezione chioma: 12,56 m²
- ▶ Indice di Superficie Fogliare (ISF_M): 4
- ▶ Superficie fogliare (SF_{TOT}): 50,24 m²

Superficie fogliare (SF)

▶ Quantità SF



▶ Prestazioni ambientali



New York City Street Tree Map

Explore and Care For NYC's Urban Forest

NYC Parks

- Home
- My Trees
- Learn
- Groups
- Log in or Register

Zoom to Location

- Share
- Tweet
- Favorite
- Report Problem

London Planetree

Platanus x acerifolia



[Species Map and Details](#)

ID Number: 2144727

Trunk Diameter: 13 inches

[Suggest an Edit](#)

Closest Address

152 AVENUE D, NEW YORK, NY
10009



Google

© 2017 Google [Termini e condizioni d'uso](#) [Segnala un problema](#)

Tree Care Activity
There are no activities reported for this tree.
Get tips on tree care activities in the [Learn](#) section.
[Record Your Care](#)

Ecological Benefits
Benefits are calculated using formulas from the U.S. Forest Service. Learn more about the [benefits of trees to NYC](#) →

Stormwater intercepted each year	1,696 gallons	Value: \$16.79
Energy conserved each year	1,268 kWh	Value: \$160.08
Air pollutants removed each year	2 pounds	Value: \$11.29
Carbon dioxide reduced each year	870 pounds	Value: \$2.91
Total Value of Annual Benefits		\$193.97

- ▶ Utilizzando dati sperimentali reperibili in bibliografia ([USDA Forest Service's i-Tree](#)) a seguire alcuni dei benefici e relativo valore economico per la municipalità.
- ▶ Il valore delle prestazioni ambientali di un albero variano così, in totale, da qualche decina di \$ all'anno fino a 500 \$ e oltre.

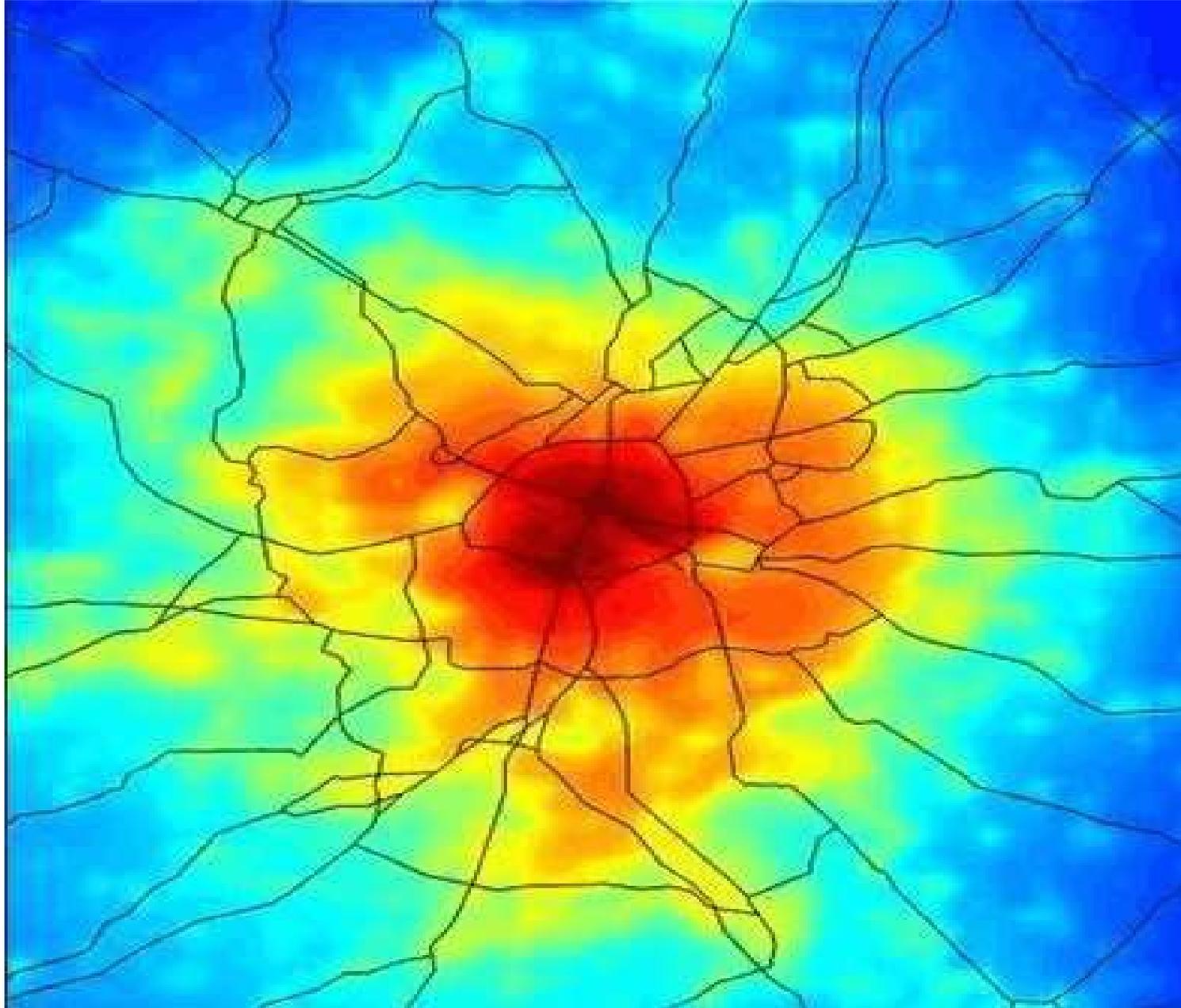
Intercettazione delle acque piovane

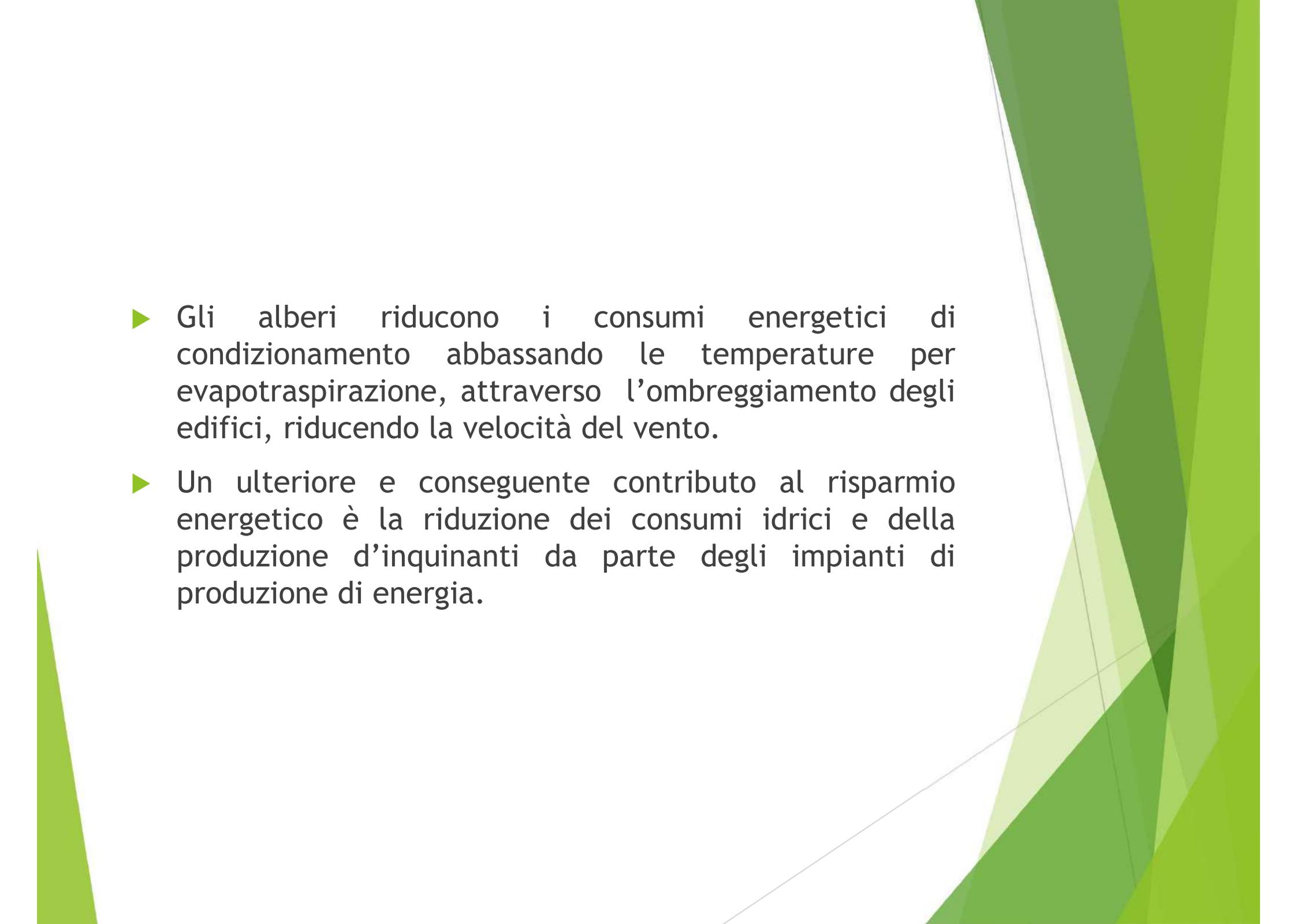


- ▶ Il calcolo del beneficio d'intercettazione considera la quantità di acqua di precipitazione che non raggiunge il suolo perché evapora al contatto con la chioma. Il risultato è che i volumi di deflusso sono ridotti ed è ritardato il picco di deflusso.
- ▶ Gli alberi preservano la qualità dell'acqua riducendo il deflusso durante le piogge leggere, responsabili della lisciviazione di gran parte degli inquinanti.

- ▶ NYC tree-map stima la quantità di acqua meteorica intercettata per anno per piante di grandi dimensioni fino a 30 m³.
- ▶ Il valore unitario del beneficio d'intercettazione dell'acqua piovana per NYC è stimato in 2,6 \$/m³.
- ▶ NYC tree-map calcola un beneficio d'intercettazione di 20-30 \$/anno per un albero di medie dimensioni, fino a 70 \$/anno e oltre per un albero di grandi dimensioni.

Risparmio energetico



- 
- ▶ Gli alberi riducono i consumi energetici di condizionamento abbassando le temperature per evapotraspirazione, attraverso l'ombreggiamento degli edifici, riducendo la velocità del vento.
 - ▶ Un ulteriore e conseguente contributo al risparmio energetico è la riduzione dei consumi idrici e della produzione d'inquinanti da parte degli impianti di produzione di energia.

- ▶ In funzione della dimensione dell'albero e della specie, *NYC tree-map* stima un risparmio energetico per il raffreddamento degli ambienti urbani fino 2-3.000 kWh anno per alberi stradali di grandi dimensioni.
- ▶ *NYC tree-map* assume un valore di kWh = 0,13 \$.
- ▶ Un albero di grandi dimensioni riduce i costi di condizionamento in ambiente urbano di oltre 300 \$/anno.

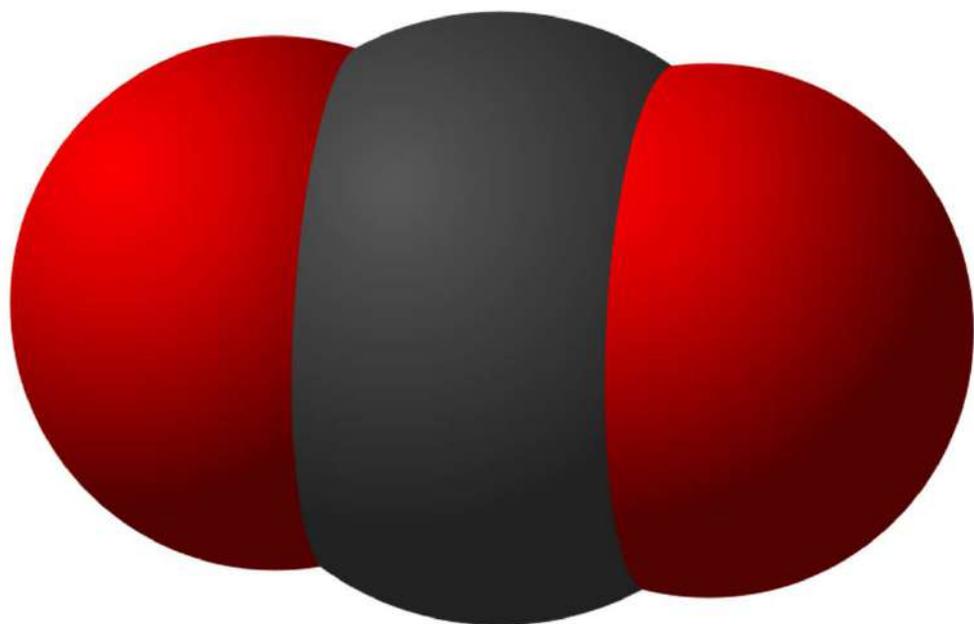
Abbattimento inquinanti atmosferici



- Attraverso le superfici fogliari assorbono inquinanti gassosi quali ozono (O_3), diossido di azoto (NO_2), anidride solforosa (SO_2).
- Intercettano PM10, quali polvere, cenere, polline, fumo.
- Producono ossigeno con la fotosintesi.
- Evaporano acqua e ombreggiano le superfici con conseguente abbassamento della temperatura dell'aria e conseguente riduzione dei livelli di ozono (O_3).
- Riducono i fabbisogni energetici e quindi l'emissione d'inquinanti da parte degli impianti di produzione di energia, quali NO_2 , SO_2 , PM10 e composti organici volatili (VOCs).
- Riducono le emissioni d'idrocarburi per evaporazione e la formazione di O_3 ombreggiando le superfici pavimentate e le auto parcheggiate.

- ▶ In funzione della dimensione dell'albero e della specie, il valore in peso (kg) degli inquinanti atmosferici abbattuti varia da pochi grammi a 2 kg/anno e oltre.
- ▶ NYC tree-map stima il valore di abbattimento degli inquinanti atmosferici in media 11 \$/kg.
- ▶ Un albero di grandi dimensioni riduce i costi di abbattimento degli inquinanti atmosferici oltre 30 \$/anno.

Riduzione della CO₂



116.3 pm

Gli alberi riducono la CO₂ in due modi:

- ▶ sequestrano CO₂ direttamente nelle foglie e nei germogli in accrescimento.
- ▶ in prossimità degli edifici riducono la richiesta di energia per il condizionamento degli ambienti, riducendo le emissioni associate alla produzione di energia.

- ▶ In funzione della dimensione dell'albero e della specie NYC tree-map stima la quantità di CO₂ ridotta fino a 5.000 kg/anno e oltre.
- ▶ Il valore della CO₂ ridotta è valutato in media in 7,5 \$/t.
- ▶ Un albero di grandi dimensioni riduce CO₂ per un valore stimato di 60 \$/anno.



NYC Parks

Zoom to Location



NYC's Street Trees

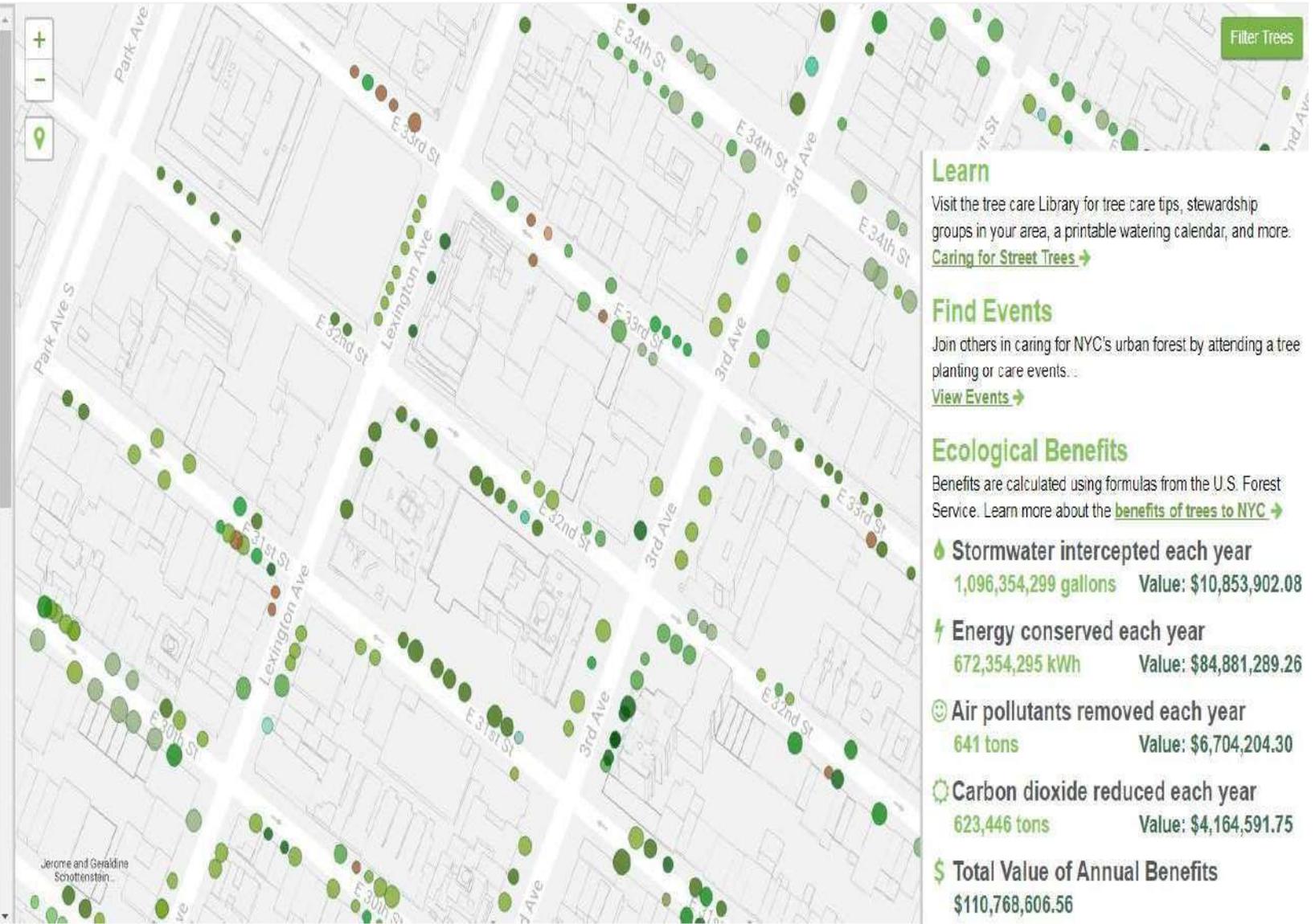
The New York City Street Tree Map brings New York City's urban forest to your fingertips. For the first time, you have access to information about every street tree in New York City. Learn about the trees that make up our city's urban forest, mark trees as favorites and share them with your friends, and record and share all of your caretaking and tree stewardship activities. [Learn more About The Street Tree Map.](#)

Citywide Statistics

Mapped Trees	Activities Reported	Trees Favored
681,030	18,873	3,325
Number of Species	Most Common Species	
233	London Planetree	87,468 trees, 13% of trees on the map

Recent Tree Care Activities

- The [Littleleaf Linden](#) near 34 Norman Avenue, Brooklyn, NY 11222 was Pruning on 11/18/2017
- The [Littleleaf Linden](#) near 34 Norman Avenue, Brooklyn, NY 11222 was Pruning on 11/18/2017
- The [Littleleaf Linden](#) near 29 Norman Avenue, Brooklyn, NY 11222 was Pruning on 11/18/2017



Learn

Visit the tree care Library for tree care tips, stewardship groups in your area, a printable watering calendar, and more. [Caring for Street Trees](#) →

Find Events

Join others in caring for NYC's urban forest by attending a tree planting or care events. [View Events](#) →

Ecological Benefits

Benefits are calculated using formulas from the U.S. Forest Service. Learn more about the [benefits of trees to NYC](#) →

Stormwater intercepted each year
1,096,354,299 gallons Value: \$10,853,902.08

Energy conserved each year
672,354,295 kWh Value: \$84,881,289.26

Air pollutants removed each year
641 tons Value: \$6,704,204.30

Carbon dioxide reduced each year
623,446 tons Value: \$4,164,591.75

Total Value of Annual Benefits
\$110,768,606.56



NYC Parks

New York City Street Tree Map

Explore and Care For NYC's Urban Forest

Citywide Statistics

Mapped Trees	Activities Reported	Trees Favorited
681,030	18,873	3,325
Number of Species	Most Common Species	
233	London Planetree	
	87,468 trees, 13% of trees on the map	

Recent Tree Care Activities

- The [Littleleaf Linden near 34 Norman Avenue, Brooklyn, NY 11222](#) was Pruning on 11/18/2017
- The [Littleleaf Linden near 34 Norman Avenue, Brooklyn, NY 11222](#) was Pruning on 11/18/2017
- The [Littleleaf Linden near 29 Norman Avenue, Brooklyn, NY 11222](#) was Pruning on 11/18/2017

Ecological Benefits

Benefits are calculated using formulas from the U.S. Forest Service. [Learn more about the benefits of trees to NYC](#) →

- 🌿 Stormwater intercepted each year
1,096,354,299 gallons Value: \$10,853,902.08
- ⚡ Energy conserved each year
672,354,295 kWh Value: \$84,881,289.26
- 😊 Air pollutants removed each year
641 tons Value: \$6,704,204.30
- 🌳 Carbon dioxide reduced each year
623,446 tons Value: \$4,164,591.75
- 💰 Total Value of Annual Benefits
\$110,768,606.56



CATASTO DIGITALE DEL VERDE

Cerca aiuola...

CERCA

AGGIUNGI

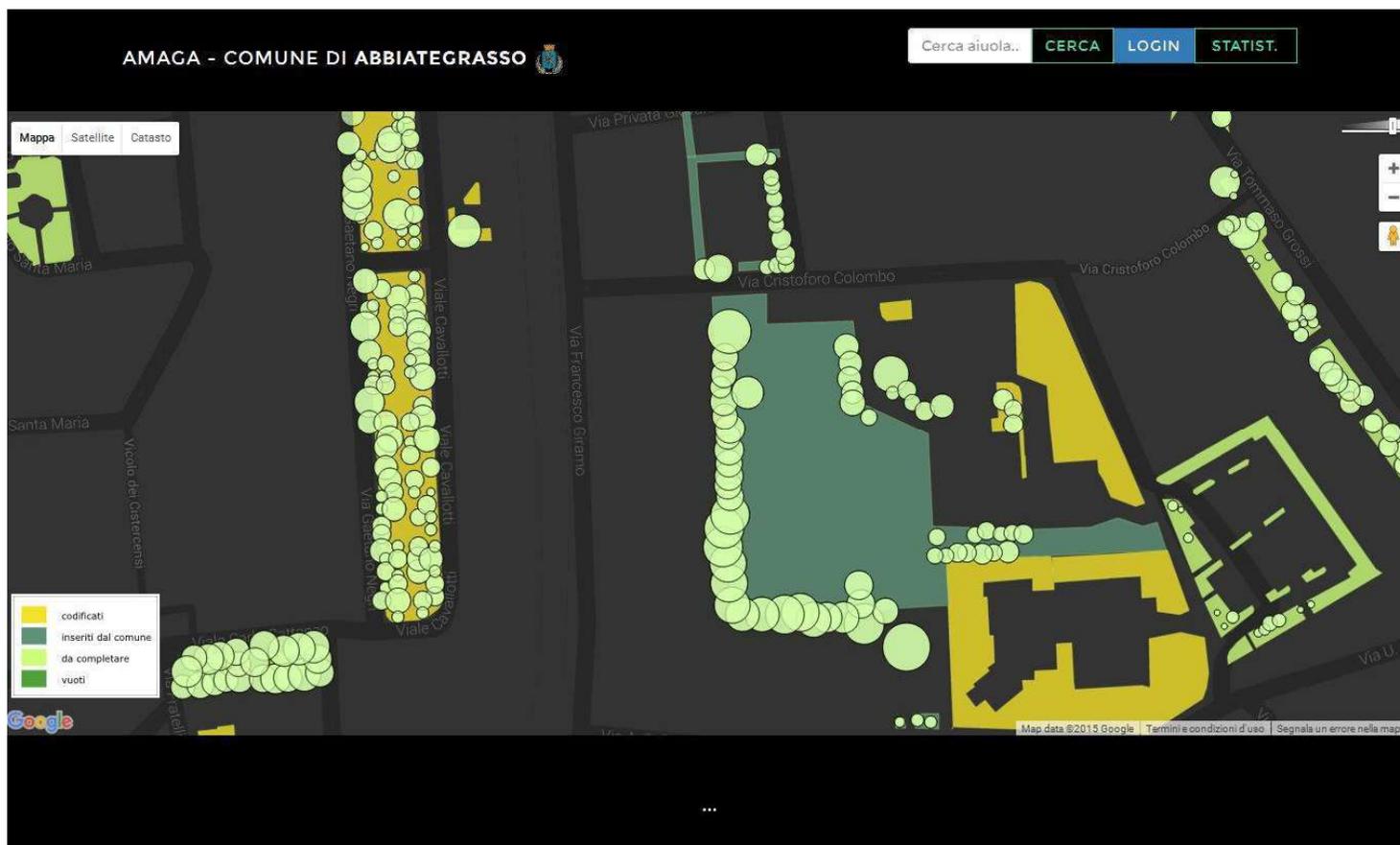
LOGOUT

STAT.

Mappa Satellite



<http://www.urbanplan.it/amaga/#>



Bilancio del Verde



VALORE PATRIMONIALE

Valore degli alberi € 3.496.335,36

BENEFICI ECOSISTEMICI

			€/anno
Intercettazione acque meteoriche	m3/anno	86.420	205.679,26
Intercettazione inquinanti atmosferici	kg/anno	15.251	151.285,58
Mitigazione microclima	kWh/anno	18.639.577	2.050.353,47
CO2 fissata	kg/anno	5.083.521	33.703,74
	Totale		2.441.022,06