PNAT
INSPIRED
BY PLANTS

GREEN BENEFITS

benefici del verde urbano
nella Città di Empoli

a cura di PNAT srl

per il Comune di Empoli

PNAT
INSPIRED
BY PLANTS

COMUNE di EMPOLI

Coordinamento scientifico e progettuale:

Stefano Mancuso

Cristiana Favretto

Antonio Girardi

Elisa Azzarello

Team di progetto:

Lucia Castellani

Giorgia Magrì

Nessuna parte di questo libro può essere riprodotta o trasmessa in qualsiasi forma o con qualsiasi mezzo elettronico, meccanico o altro senza l'autorizzazione scritta dei proprietari dei diritti.

© PNAT

Indice

introduzione

capitolo 1.
L'UOMO, LE PIANTE E LA CITTÀ
a cura di Cristiana Favretto

capitolo 2.
IL VERDE DEL COMUNE DI EMPOLI
- le tipologie di verde
- abaco delle specie arboree censite
- specie arboree diffuse e diametro del tronco
- abaco delle specie arbustive censite

capitolo 3.
METODOLOGIA DI CALCOLO
- approccio e programma di calcolo

capitolo 4.
BENEFICI
- stoccaggio della CO_2
- rimozione degli inquinanti aerei
- riduzione del ruscellamento

capitolo 5.
KEY STATISTICS
- stima dei benefici economici

capitolo 6.
PROGETTO *"TOSCANA CARBON NEUTRAL"*
- le specie vegetali selezionate
- gli interventi di progetto

capitolo 7.
CONCLUSIONI

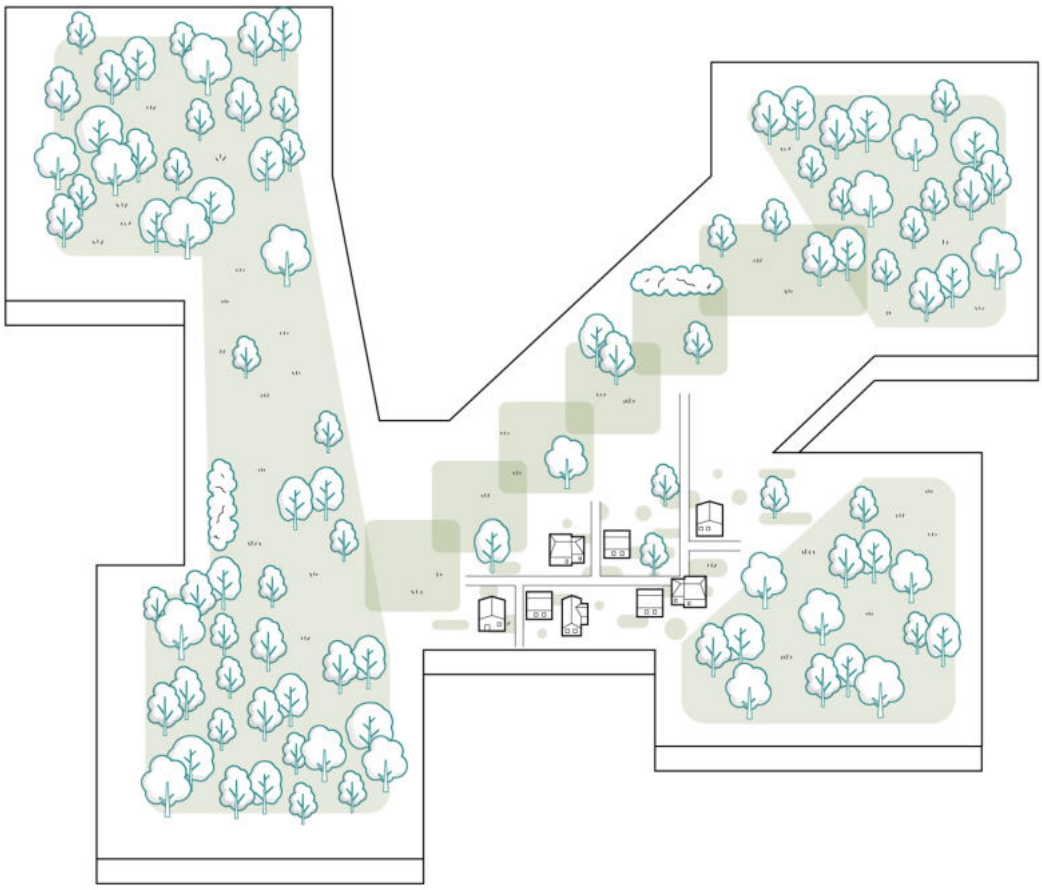
BIBLIOGRAFIA

introduzione

Introduzione

Negli ultimi decenni il comportamento della specie umana si sta velocemente modificando rispetto a ciò che è stato nel corso delle centinaia di generazioni che ci hanno preceduto.

Ancora nel 1970 il 30% della popolazione mondiale viveva in aree urbane mentre il restante 70% in aree rurali. Oggi, a distanza di cinquant'anni, in Europa mediamente fra il 70 e l'80% della popolazione vive in ambiente urbano. Lo stesso accade nel continente americano ed in gran parte del pianeta. In una manciata di anni, l'uomo ha concentrato la sua attività esclusivamente all'interno delle aree urbane. Queste producono oggi il 75-80% di tutta la CO_2 del pianeta e consumano l'80% di tutte le risorse. Il riscaldamento globale ha già cambiato irrimediabilmente il clima del nostro pianeta e delle nostre città.



" Qualunque soluzione per risolvere la questione dell'impatto umano sull'ambiente non può che passare attraverso la progettazione e la trasformazione delle nostre città. "

Rispetto semplicemente a cinquant'anni fa la temperatura media dei luoghi delle nostre aree urbane è aumentata ben oltre i 3 °C. Le ondate di calore sono già e saranno sempre più frequenti, amplificate da fenomeni come le isole di calore tipiche di ogni centro urbano.

È ovvio che qualunque soluzione per risolvere la questione dell'impatto umano sull'ambiente non può che passare attraverso la progettazione e la trasformazione delle nostre città. Le piante e soprattutto gli alberi giocano un ruolo fondamentale da questo punto di vista, non soltanto attraverso la fissazione dell'anidride carbonica o alla rimozione degli inquinanti dell'atmosfera, ma anche e soprattutto attraverso la deimpermeabilizzazione delle superfici urbane che permettono una rinaturalizzazione della città.

capitolo 1.

L'uomo, le piante e la città

a cura di Cristiana Favretto

Le piante in ambiente urbano giocano un ruolo primario nella lotta ai cambiamenti climatici, producendo di fatto effetti concreti che migliorano la qualità del clima, dell'aria e del suolo. Il lavoro delle piante è silenzioso e costante e l'uomo spesso non lo percepisce. Anzi in ambito urbano, la natura spesso viene letta come un elemento accessorio che necessita di costose cure e manutenzioni che pesano nelle casse delle amministrazioni. Quest'ultima pubblicazione, che chiude una triade sul tema delle Nature Based Solutions e sul verde della città di Empoli, ha lo scopo di ribaltare questa lettura sul ruolo delle piante in città.

Nelle pagine successive vengono calcolati, sulla base del numero e della tipologia di piante censite nel territorio di Empoli, benefici che il verde offre in termini di stoccaggio di CO_2, di rimozione degli inquinanti, e di riduzione del ruscellamento superficiale. Questi valori che vengono espressi, solitamente in

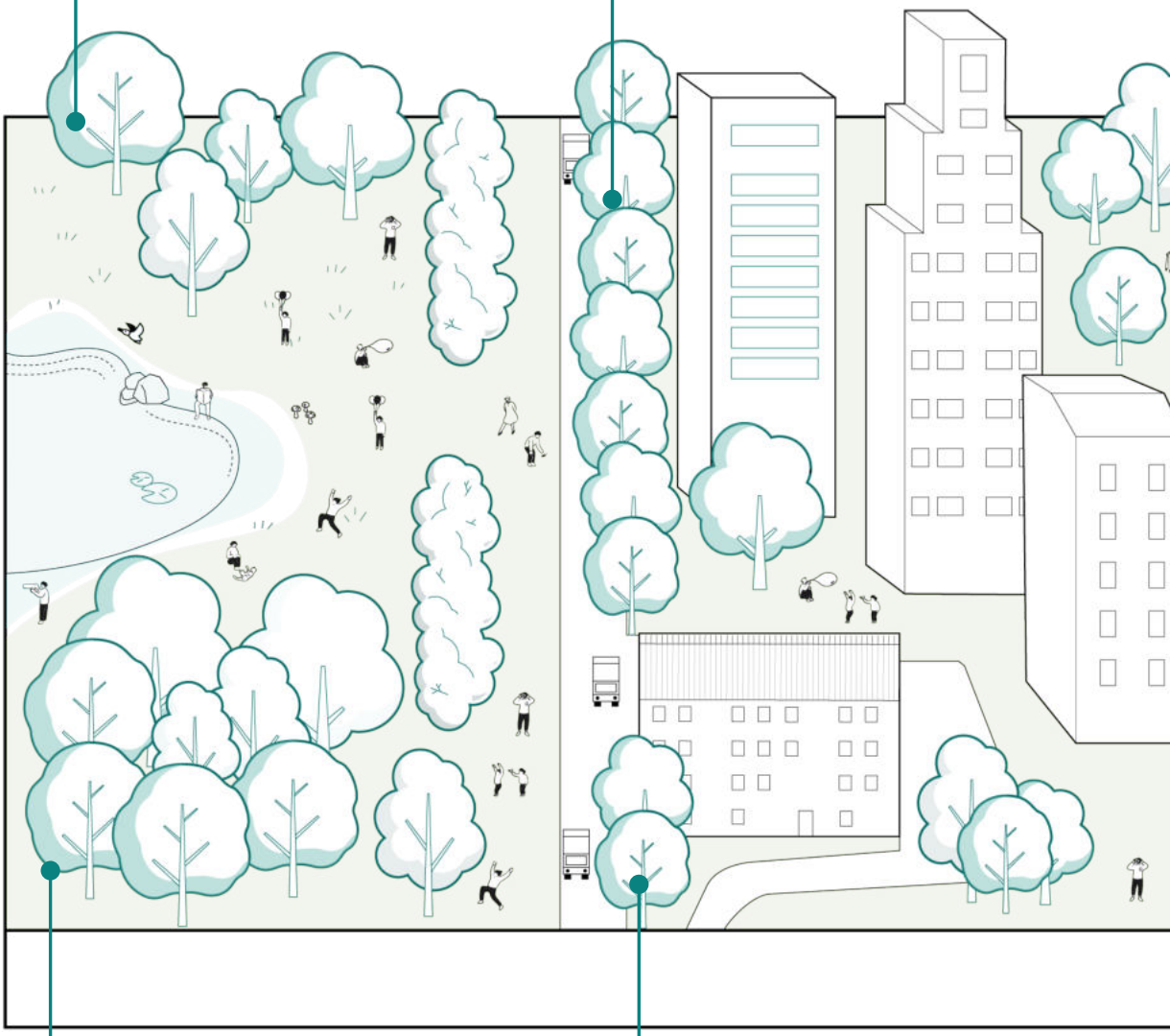
kg e litri, colpiscono maggiormente nel momento in cui vengono trasformati in valori economici. Nessuno pensa che le piante possano generare benefici anche in termini puramente economici. Fatte le debite proporzioni anche il tema della manutenzione del verde urbano assume difatti un significato diverso e non ci pare più accessorio. La mancata conoscenza dei benefici del verde comporta il rischio di sottovalutare l'enorme risorsa che abbiamo a disposizione, al contrario quantificarli e concretizzarli significa ottenere uno strumento nuovo e straordinario per veicolare il tema dell'importanza del patrimonio naturale che ci circonda. Ma ricordiamoci che la nostra relazione con le piante non si esaurisce nella dipendenza alimentare, energetica, comunque la si voglia definire è molto più profonda ed implica un legame forte, di matrice quasi mutualistica. Il ciclo stesso che ci vede alterni nella produzione di ossigeno e anidride carbonica racconta un legame ancestrale in cui le piante e l'uomo si prendono cura l'uno dell'altro. In questo paradigma uomo-natura, la cura del verde e il conseguente miglioramento delle nostre città dipende sia dalla capacità delle amministrazioni locali di gestire il verde pubblico in modo lungimirante, sia dall'iniziativa spontanea di ciascun cittadino che gestisce in modo saggio il verde privato. Se pensiamo che gran parte del verde urbano è situato su proprietà private, non è pensabile un modello di sostenibilità che non coinvolga direttamente i cittadini.

Il percorso offerto dalle tre pubblicazioni punta, infatti, ad un coinvolgimento sistemico di ogni parte della comunità. Se con "Linee guida alla progettazione di Nature Based Solutions" abbiamo voluto creare uno strumento per la comunità, i professionisti e l'amministrazione in grado di guidare la città ad una vera e propria transazione ecologica, con "Strategie ed azioni ecosistemiche" abbiamo delineato le loro applicazioni su tutto il territorio urbano, individuando nuovi scenari e potenziali soluzioni utili a questa transazione. Quest'ultima pubblicazione chiude il trittico, offrendo una chiave di lettura trasversale esplicitando i benefici del verde in termini scientifici ed economici per far in modo che il tema del verde in ambito urbano e periurbano venga affrontato in modo quasi olistico. Solo così, pianificazione, progettazione, gestione e coinvolgimento della comunità saranno in sinergia al fine di creare un modello ecologico in cui uomo e natura possano beneficiare di una crescita sincrona.

QUALI SONO I BENEFICI DEL

CO_2
accumulano il carbonio nel loro tessuto legnoso, riducendo la quantità di gas serra nell'atmosfera

QUALITÀ DELL'ARIA
filtrano l'aria riducendo l'inquinamento e migliorando le condizioni di salute



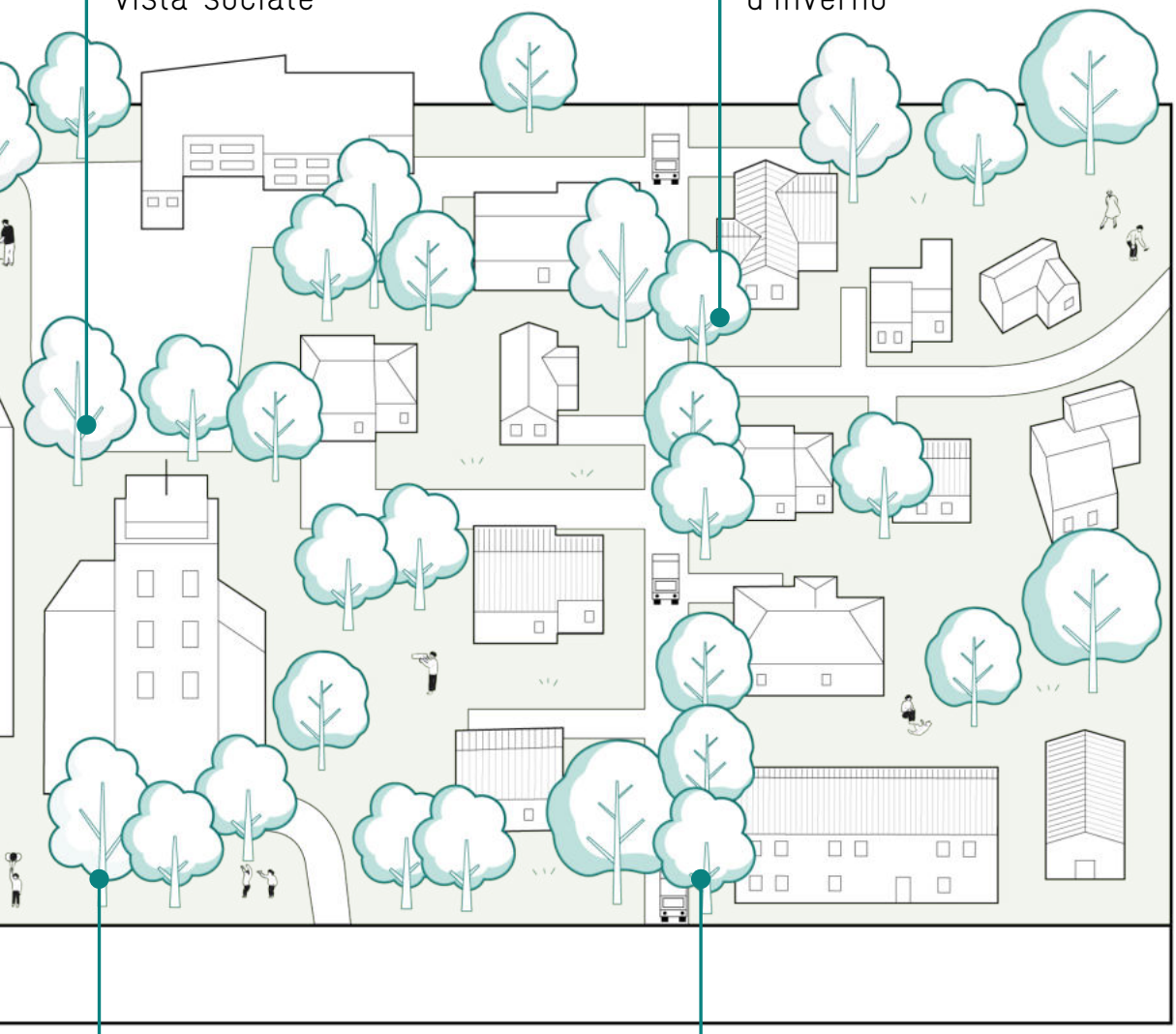
CIBO
gli alberi producono noci e frutta per gli animali e le persone. Inoltre sono una risorsa di nettare per api e altri insetti

RUSCELLAMENTO
svolgono un ruolo importante nel ciclo dell'acqua, intercettando le precipitazioni e regolando i flussi d'acqua nel suolo

VERDE IN AMBITO URBANO?

ESTETICA
cambiano l'aspetto delle nostre città migliorando l'orientamento all'interno di esse e riqualificando gli spazi anche dal punto di vista sociale

RISPARMIO ENERGETICO
vicini agli edifici contribuiscono a regolarne la temperatura, mantenendo gli edifici più freschi d'estate e più caldi d'inverno



BIODIVERSITÀ
la presenza di un maggior numero di specie vegetali rende le nostre città più ospitali nei confronti della fauna locale

SALUTE
aiutano a diminuire i tempi di recupero da malattia e a ridurre lo stress migliorando il benessere psichico della persona

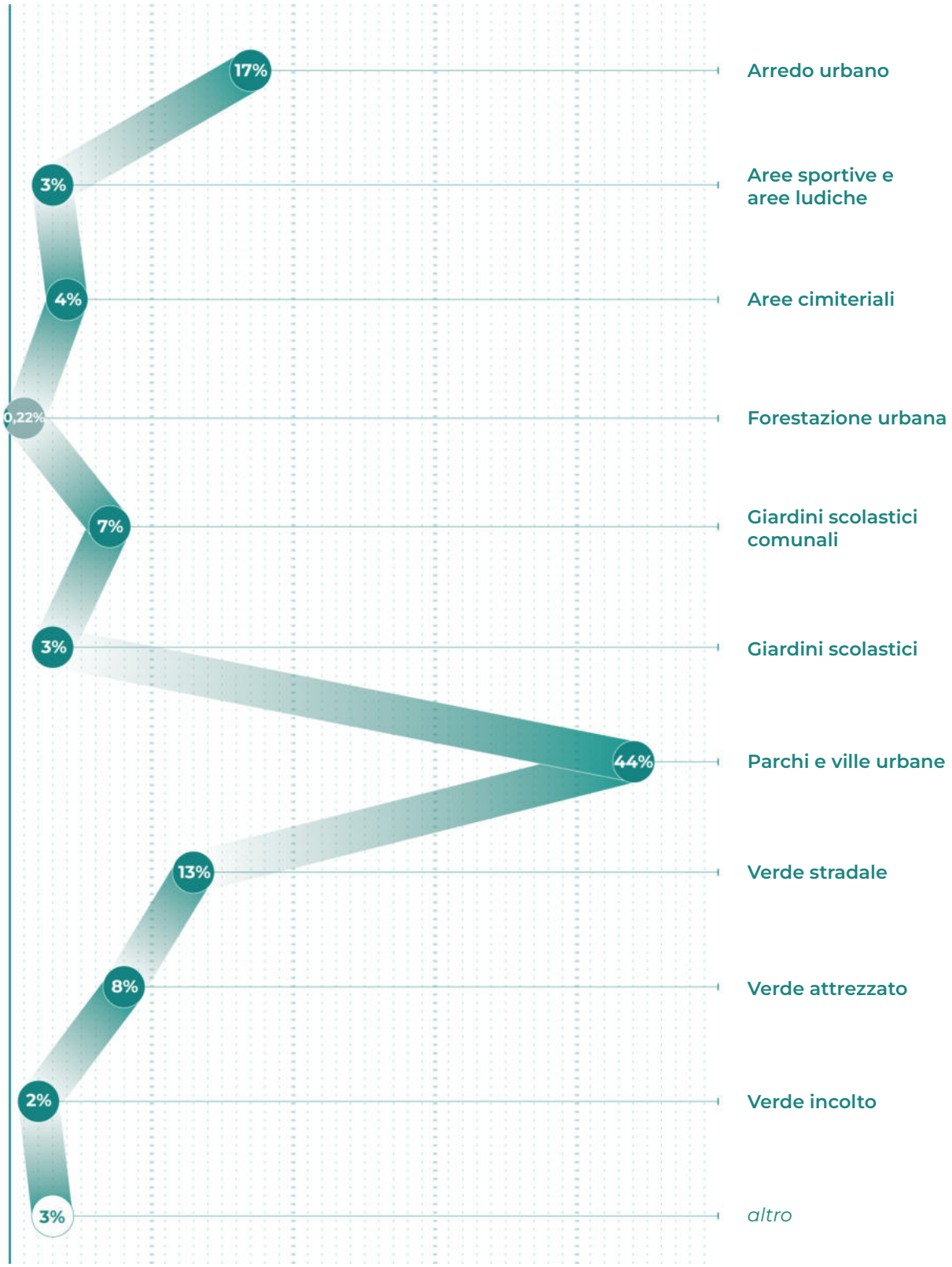
capitolo 2.

Il verde del comune di Empoli

Questo studio ha analizzato il verde urbano della città di Empoli ed in particolare gli alberi e le siepi pubbliche censiti nel 2023, per comprendere come la presenza del verde in ambiente urbano influisca e contribuisca a migliorare alcuni dei parametri ambientali più importanti.

Dai dati presenti nel censimento fornito dal Comune, è stato possibile estrapolare varie tipologie di verde presenti nel territorio. Il verde urbano è infatti composto da un insieme di tipologie di verde collocate all'interno della città con funzionalità ed aspetti diversi. I parchi e le ville urbane rappresentano il 44% delle aree verdi presenti nel Comune. Questa tipologia di verde è solitamente considerata fondamentale sia per il contributo alla mitigazione delle isole di calore delle città, sia per le altre funzioni ambientali e socioculturali. Il 17% è rappresentato dal verde di arredo urbano con cui

PERCENTUALI DELLE TIPOLOGIE DI VERDE DEL COMUNE DI EMPOLI

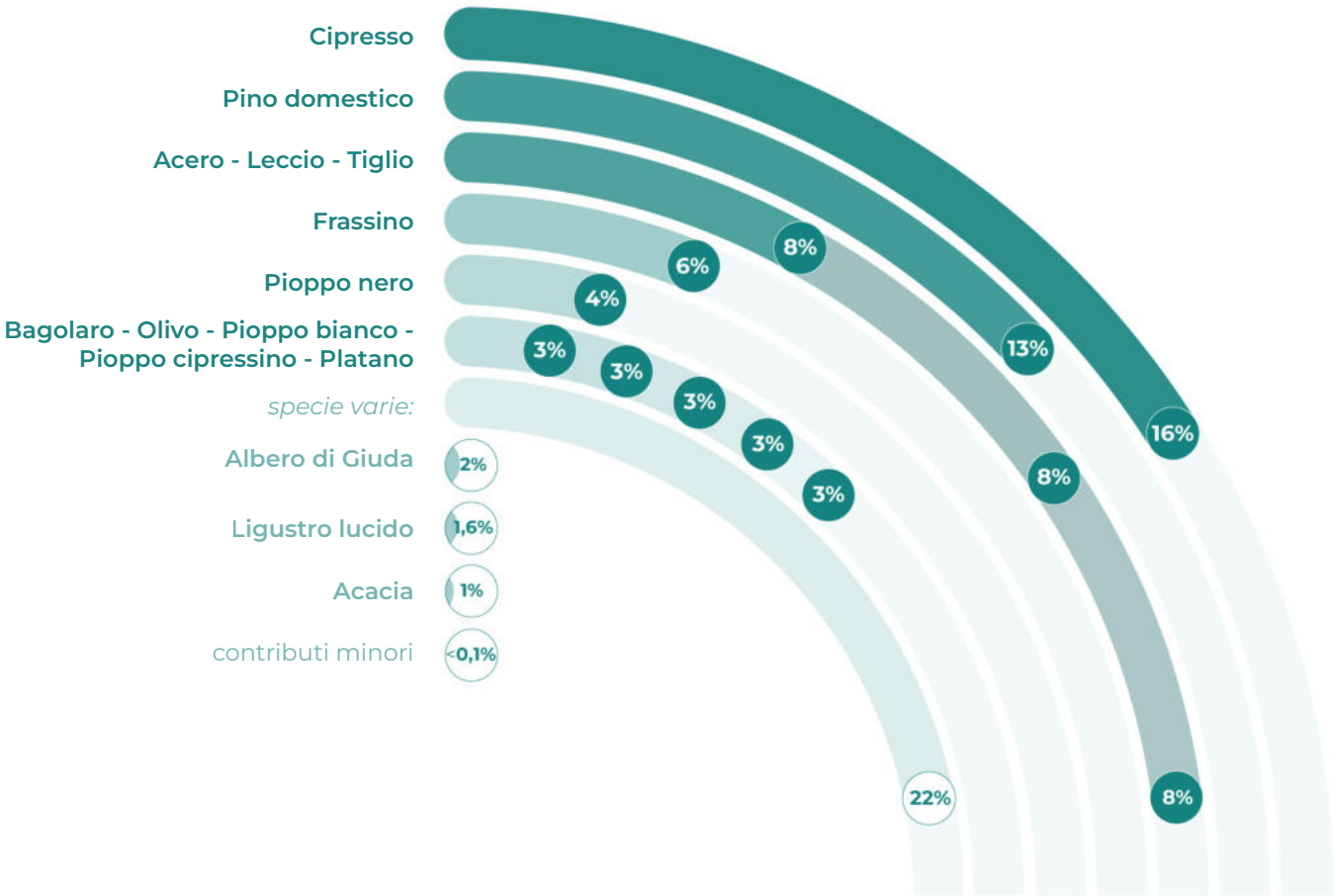


generalmente si intendono le aree verdi comprendenti aiuole, piste ciclabili, rotonde, verde spartitraffico e che oltre ad avere una funzione estetica, possono assumere un ruolo importante nell'incentivare la mobilità ciclo-pedonale. Il verde di tipo stradale, che comunemente rappresenta un ruolo chiave a livello ambientale incide per il 13% seguito dal verde attrezzato (8%), piccoli parchi e giardini di quartiere con giochi per bambini, aree cani, panchine etc., destinate alla fruizione da parte dei cittadini, e da quello scolastico comunale. Seguono in piccola percentuale il verde cimiteriale, l'incolto e le aree ludico-sportive.

ABACO DELLE SPECIE ARBOREE CENSITE

Per quanto riguarda le alberature, il censimento riporta che nella città di Empoli sono presenti circa 6.670 alberi nelle aree pubbliche. Tra gli alberi, le tre specie più rappresentate sono il Cupressus sempervirens, il Pinus pinea e il Tilia cordata, rispettivamente con il 16%, il 13% e l'8%. Le dodici specie più diffuse rappresentano in tutto il 78% del patrimonio

PERCENTUALI DELLE SPECIE ARBOREE MAGGIORMENTE DIFFUSE



arboreo, mentre il restante 22% è composto da specie varie presenti in piccole percentuali su tutto il territorio. L'area fogliare è un elemento importante per valutare la capacità di un albero di apportare benefici in ambiente urbano. Ad Empoli gli alberi coprono una superficie di circa 29 ettari e forniscono 177,6 ettari di superficie fogliare. Le specie più dominanti in termini di superficie fogliare sono Pinus pinea, Populus nigra e Quercus ilex.

Le dieci specie con Importance Values (IV) (somma della percentuale di popolazione e della percentuale di area fogliare) più alti sono rappresentate dal Pinus pinea, Cupressus sempervirens, Populus nigra, Quercus ilex, Tilia cordata, Acer, Fraxinus excelsior, Populus alba, Platanus x hybrida e Celtis australis. Valori di importanza elevata non significa necessariamente che questi alberi dovrebbero essere incoraggiati nel loro utilizzo in futuro, ma che allo stato di fatto queste specie dominano la struttura forestale urbana di Empoli.

Cipresso • *Cupressus sempervirens L.*

16%

La pianta di *Cupressus sempervirens "Pyramidalis"* (Cipresso nero, Cipresso toscano) è una conifera sempreverde dalla forma colonnare, affusolata e compatta. Albero che può raggiungere l'altezza di circa 20-25 metri. Foglie appuntite di colore verde intenso. Resistente alla siccità ed al freddo, predilige luoghi semi-soleggiati, è una pianta rustica che non necessita di cure particolari.

Pino domestico • *Pinus pinea L.*

13%

La pianta di *Pinus pinea* è un albero sempreverde molto diffuso in Italia, specialmente in Liguria e Toscana. Forma a cupola, con rami a raggiera, corteccia a placche arancione-marrone. Sviluppa aghi giovanili solitari, blu glauco, che persistono per alcuni anni, aghi adulti verde lucido, contorti, coni femminili ovoidali, marrone lucido, che liberano i semi, chiamati Pinoli. Può raggiungere l'altezza di circa 15-20 metri.

Acero • *Acer spp.*

8%

L'Acero, è un albero a foglia caduca, dal fusto non molto alto, con tronco a volte contorto, corteccia bruna e fessurata in placche, chioma rotondeggiante. Possiede foglie semplici, a margine ondulato, di colore verde scuro, virano al giallo lucente in autunno. In Aprile-Maggio porta ombrelle di fiori verdi che poi virano al rosso. Può raggiungere circa 18-20 metri di altezza.

Leccio • *Quercus ilex L.*

8%

La pianta di *Quercus ilex* è un albero sempreverde, diffuso nei paesi del Mediterraneo. Portamento arrotondato, può raggiungere l'altezza di circa 25 metri. Foglie da oblungo-ovate a lanceolate, intere o dentate, lucide, verde scuro, lunghe fino a 8 cm, ricoperte da tomento grigio sotto, da giovani grigio-argentee. Corteccia liscia e grigia da giovane, diventa col tempo molto scura, quasi nera.

Tiglio • *Tilia cordata*

8%

La *Tilia cordata* è un albero molto longevo della famiglia delle Tiliaceae. È un albero deciduo che raggiunge un'altezza anche di 30 metri. Da giovane ha un portamento piramidale, mentre con il tempo la chioma assume una forma sub-globosa, con fogliame e rami molti fitti. Le foglie sono ampie e cuoriformi con margine leggermente seghettato. La corteccia, dapprima liscia, con il tempo presenta screpolature longitudinali.

Frassino • *Fraxinus excelsior*

6%

Il *Fraxinus excelsior* è un albero a foglie caduche che si sviluppa in forme ampie, allargate ma anche allungate o piangenti a seconda della specie e varietà. Cresce velocemente e, a seconda della specie, raggiunge altezze diverse, anche fino a 40 metri. Le foglie sono composte, imparipennate. Il tronco è di colore grigio-olivastro, lucido e liscio senza venature negli esemplari giovani poi, diventa più rugoso con venature verticali.

Pioppo nero • *Populus nigra*

4%

La pianta di *Populus nigra* è un albero deciduo dal portamento espanso e dalle notevoli dimensioni, può raggiungere 35 metri di altezza. La corteccia è molto scura, fessurata o solcata in senso verticale, le foglie sono semplici, di forma da triangolare a ovata, con apice acuminato di colore verde tendente al bruno da giovani, virano al giallo in autunno. In primavera produce amenti maschili, di colore rosso, lunghi 5 cm.

Bagolaro • *Celtis australis*

3%

La pianta di *Celtis australis* è un grande albero deciduo, espanso, con rami tomentosi, foglie da ovate a lanceolate, dentate, ruvide, di colore verde scuro sopra e verde chiaro sotto, virano al giallo in autunno. In primavera, sviluppa grappoli di fiori, seguiti da piccoli frutti rossi, che a maturazione diventano bruno-nerastri, dal sapore dolce. Può raggiungere l'altezza di 20-25 metri circa.

Olivo • *Olea europaea*

3%

La pianta di *Olea europaea* è un albero sempreverde a crescita lenta, a forma di alberello, con chioma arrotondata e foglie opposte, coriacee, da ellittiche a lanceolate, irregolarmente dentate, di colore verde-grigio sulla pagina superiore, verde-grigio argenteo su quella inferiore. In estate sbocciano in pannocchie ascellari minuscoli fiori bianco crema Abbondante produzione di frutti commestibili, ovvero le olive.

Pioppo bianco • *Populus alba*

3%

La pianta di *Populus alba* è un albero deciduo che può raggiungere l'altezza di circa 20-40 metri. Il legno è di colore bianco-grigiastro. La specie alba si riferisce alla foglia, che presenta fitti peli bianchi nella pagina inferiore. Le foglie sono alterne, di forma rotondo-ovata o palmata, con margine ondulato, di colore verde scuro che virano al giallo in autunno. In primavera porta infiorescenze di colore rosso e verdi.

Pioppo cipressino • *Populus nigra Italica*

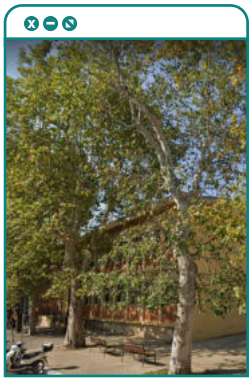
3%

La pianta di *Populus nigra "Italica"* è un albero, dal portamento strettamente colonnare, che può raggiungere 30 metri di altezza. La corteccia è molto scura, fessurata o solcata in senso verticale, le foglie sono semplici, di forma da triangolare a ovata, con apice acuminato, di colore verde tendente al bruno da giovani, virano al giallo in autunno. In primavera produce amenti maschili, di colore rosso, lunghi 5 cm.

Platano • *Platanus acerifolia*

3%

La pianta di *Platanus acerifolia*, è un albero deciduo largamente colonnare, con corteccia a placche grigia, marrone e crema. Genera foglie a 3 o 5 lobi acuti, di colore verde vivo, e mazzetti di frutti, di colore verde, poi marrone, lunghi 2,5 cm, riuniti in gruppi di 4 e che persistono in autunno e inverno. Può raggiungere l'altezza di circa 30 metri. Pianta rustica che resiste bene all'inquinamento ed allo smog della città.



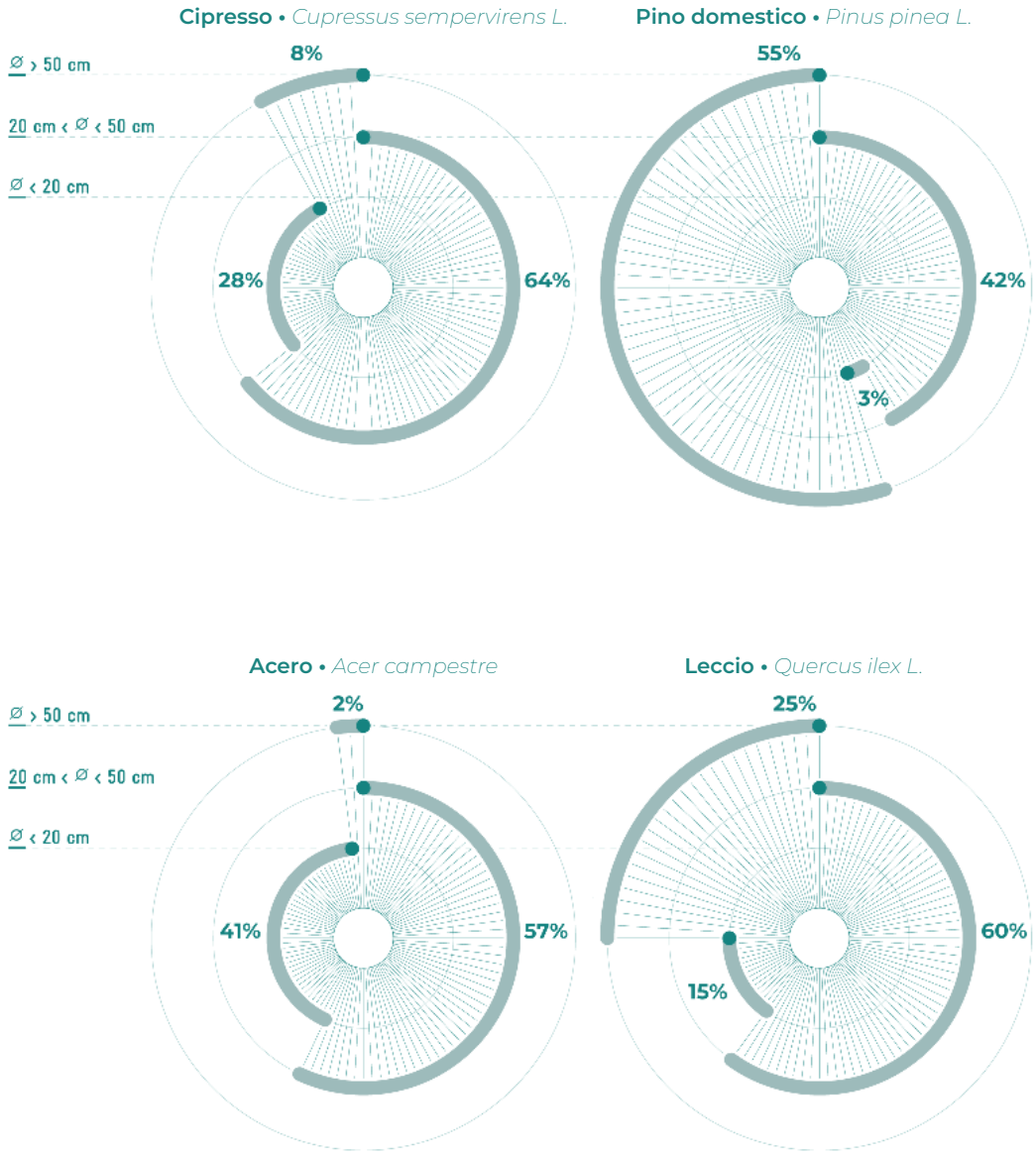
SPECIE ARBOREE DIFFUSE E DIAMETRO DEL TRONCO

Gli alberi si accrescono in diametro attraverso un procedimento di accrescimento radiale che prevede l'aggiunta di nuovo tessuto alla circonferenza del tronco e dei rami. L'aggiunta di questo nuovo tessuto è possibile solo grazie alla capacità dell'albero di assorbire l'anidride carbonica dall'atmosfera e di convertirla in glucosio e altri zuccheri utilizzati per la crescita. Per questo motivo possiamo affermare che il diametro dell'albero è strettamente correlato alla sua capacità di assorbimento dell'anidride carbonica dall'atmosfera.

Alberi più grandi hanno maggiore capacità di assorbire l'anidride carbonica rispetto a quelli più giovani perché possiedono una maggiore superficie fogliare e conseguentemente più tessuto fotosintetico. A causa dell'invecchiamento o del sopraggiungere di malattie o per cattiva manutenzione, questa capacità decresce ed i benefici apportati dall'albero diminuiscono di conseguenza. D'altro canto, gli alberi più giovani, aumentano in maniera esponenziale la loro capacità di assorbimento di anidride carbonica durante il loro accrescimento fino ad arrivare al massimo nella loro fase di maturità.

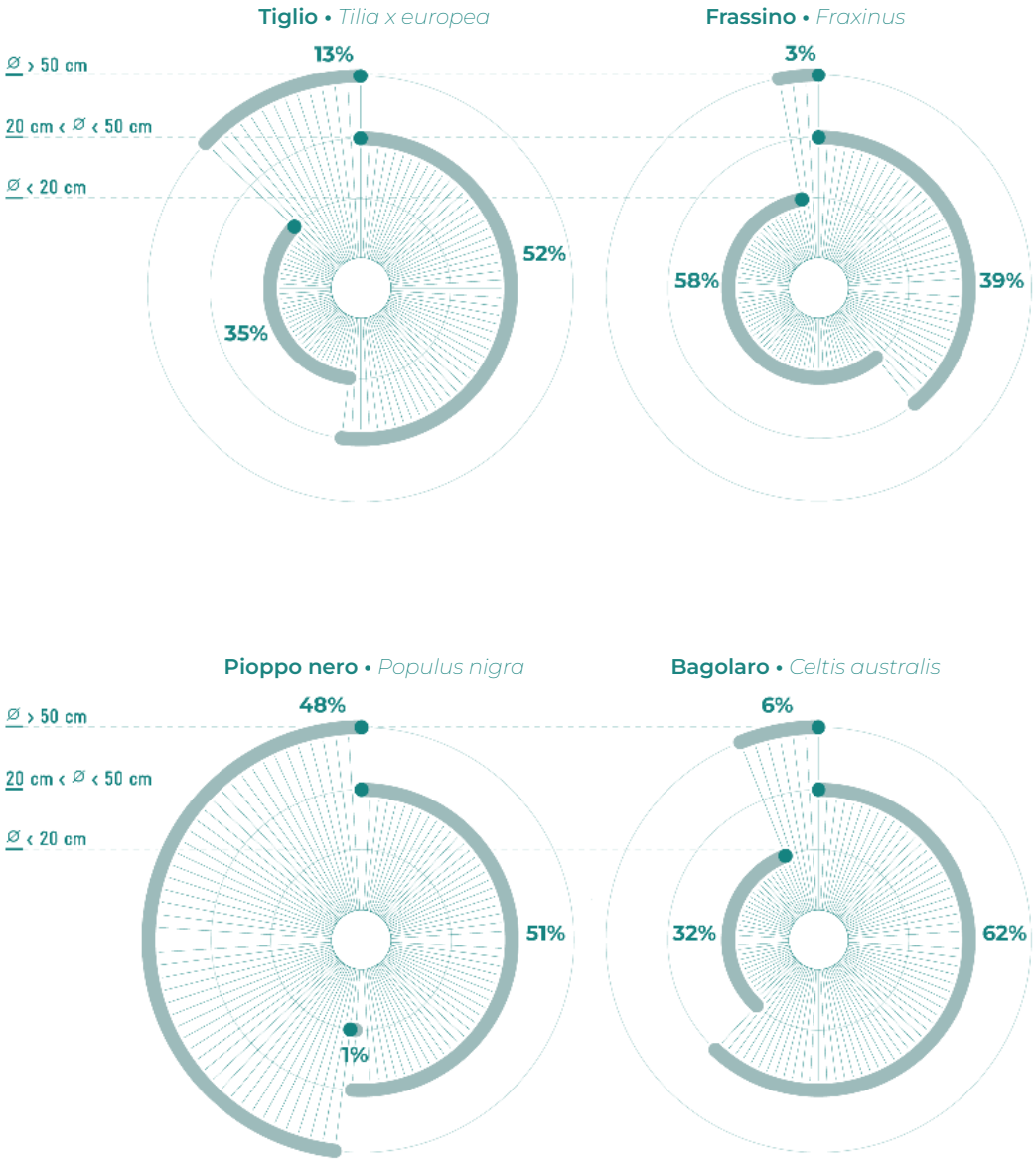
Nel censimento degli alberi del Comune di Empoli sono riportati i diametri delle piante misurati all'altezza di 130 cm dal suolo (diameter at breast height (DBH). La conoscenza di questo dato è fondamentale per la determinazione indiretta dell'assorbimento

PERCENTUALI DI ALBERI SULLA BASE DEL DIAMETRO DEL TRONCO



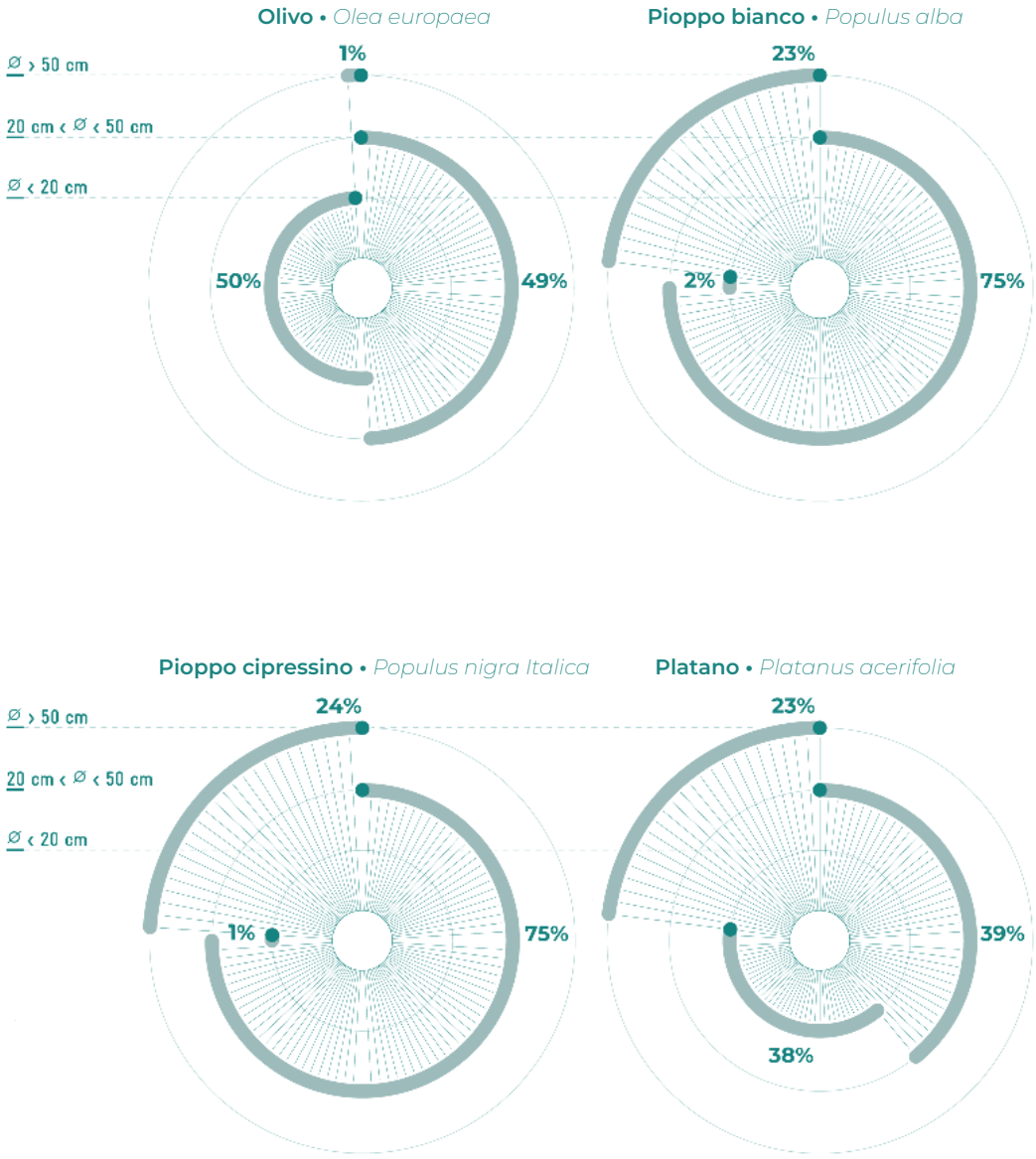
dell'anidride carbonica, perché ci permette, insieme all'altezza della pianta e alla conoscenza della specie, di determinare la quantità di biomassa dell'albero e conseguentemente l'anidride carbonica stoccata dallo stesso.

PERCENTUALI DI ALBERI SULLA BASE DEL DIAMETRO DEL TRONCO



Per le dodici specie presenti in maniera più significativa nel Comune di Empoli sono riportate le percentuali di piante appartenenti a tre classi di diametro differenti: diametro inferiore a 20 cm, tra 20 e 50 cm e superiore ai 50 cm.

PERCENTUALI DI ALBERI SULLA BASE DEL DIAMETRO DEL TRONCO

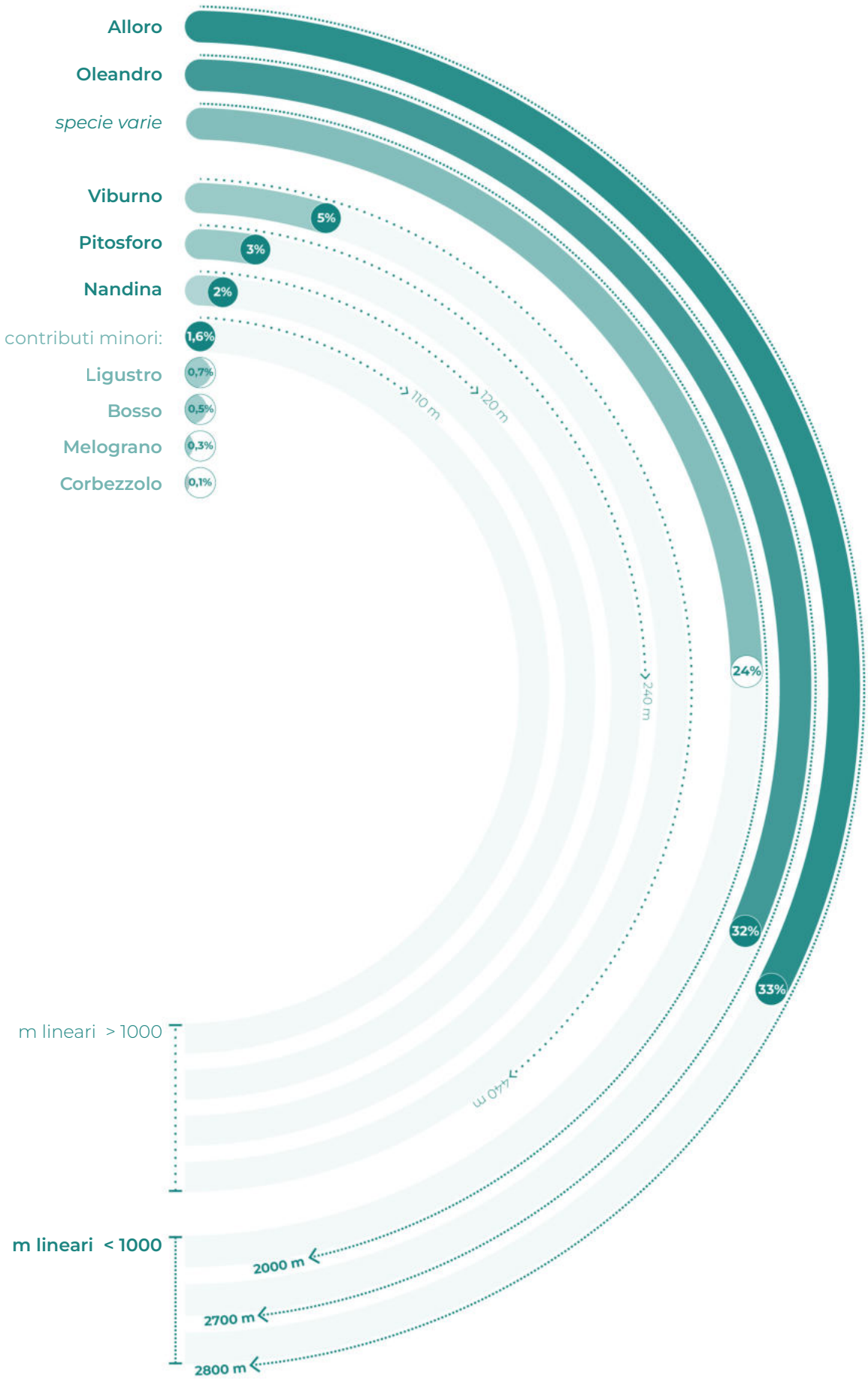


Il diametro compreso tra 20 e 50 cm è quello maggiormente rappresentato per quasi tutte le specie, mentre ritroviamo il 58% di alberi di Frassino con diametro inferiore ai 20 cm, quindi una popolazione di alberi più giovani, probabilmente messi a dimora più recentemente rispetto alle altre specie. Alberi più giovani si ritrovano in percentuali abbastanza rilevanti anche tra gli aceri (41%), i tigli (35%), i bagolari (32%), gli olivi (50%) ed i platani (38%). Mentre la specie che presenta alberi con la percentuale maggiore di diametro superiore ai 50 cm è il Pino domestico con il 55% di alberi già abbastanza maturi, considerando che questa specie può superare diametri anche di 1 m.

ABACO DELLE SPECIE ARBUSTIVE CENSITE

Il censimento ha messo a disposizione anche le superfici lineari di siepi composte da varie specie presenti all'interno del territorio. La presenza di arbusti e siepi da un punto di vista della valutazione dei benefici non risulta meno importante rispetto alla presenza degli alberi. Le siepi, del resto, agiscono e contribuiscono in maniera attiva alla rimozione degli inquinanti atmosferici (soprattutto quando inserite in contesti stradali a formare delle vere e proprie barriere) e, come gli alberi, attraverso la fotosintesi, contribuiscono all'assorbimento dell'anidride carbonica dall'atmosfera, anche se in misura minore rispetto a quest'ultimi. La presenza di arbusti e siepi contribuisce inoltre alla funzione estetica del verde urbano. Come riportato nella metodologia di calcolo, per poter svolgere le analisi, è stato necessario ipotizzare il numero di arbusti presenti nel Comune di Empoli partendo dai metri lineari di siepi riportate nel censimento. Da questa ipotesi, considerando le caratteristiche della specie, possiamo stimare che nel Comune di Empoli sono presenti circa 12500 arbusti a formare circa 8,5 Km di siepi. Le specie arbustive presenti in maniera significativa all'interno del territorio sono il Laurus nobilis con il 43,7%, il Nerium oleander con il 43% ed il Viburnum spp. con circa il 6%. Come facile immaginare, sommando la percentuale di popolazione e la percentuale di area fogliare, i dati ci confermano che nel caso degli arbusti le specie con più alto valore di importanza risultano nuovamente il Laurus nobilis, il Nerium oleander ed il Viburnum spp.

PERCENTUALI DELLE SPECIE ARBUSTIVE MAGGIORMENTE DIFFUSE



Alloro • *Laurus nobilis*

33%

La pianta di *Laurus nobilis* è un arbusto aromatico di forma conica, che può raggiungere 12 metri di altezza. Sviluppa foglie strettamente ovate, verde scuro, lunghe fino a 10 cm. I fiori, di colore giallo-verdognolo, compaiono in Marzo – Aprile, sono raccolti in mazzetti e sono seguiti da bacche nere. Può essere utilizzato per siepi, come frangivento o come esemplare isolato.

2800 m

Oleandro • *Nerium oleander*

32%

La pianta di *Nerium oleander*, meglio conosciuto con il nome di Oleandro, è un grande cespuglio sempreverde, molto coltivato nella macchia mediterranea. Il suo portamento è arbustivo e le sue foglie (velenose come il tronco), da verde intenso a verde-grigiastro. In estate produce cime di fiori, rosa, rossi o bianchi. Arbusto coltivato per l'elegante fogliame e le generose fioriture, utilizzato per bordure, siepi o isolato.

2700 m

Viburno • *Viburnum spp.*

5%

La pianta di *Viburnum* è un arbusto ornamentale deciduo, dal portamento eretto, con foglie largamente ovate, finemente dentate, di colore grigio-verde. In tarda primavera sviluppa piccoli fiori tubulari, raccolti in cime a forma di cupola, larghe fino a 10 cm, seguiti da frutti a maturità. Può raggiungere un'altezza di circa 5 metri. Predilige una posizione soleggiata, adatto per bordure arbustive, nei giardini a bosco e per siepi.

400 m

Pitosforo • *Pittosporum spp.*

3%

La pianta di *Pittosporum* è un grande arbusto sempreverde di forma arrotondata, con foglie alterne, obovate, coriacee, di colore verde brillante sopra, più chiare sotto, i margini sono ricurvi. A fine primavera inizio estate, sviluppa mazzetti terminali di fiori campanulati, di colore bianco crema, poi gialli. Altezza compresa tra 2 e 10 metri. Da utilizzare isolato, in gruppi, siepi medie o frangivento.

240 m

Nandina • *Nandina domestica*

2%

La pianta di *Nandina domestica* è un piccolo arbusto sempreverde dal portamento eretto simile al bambù, straordinariamente decorativo. Le foglie composte con foglioline lanceolate verdi, in primavera ed autunno, assumono una colorazione rossa. Sviluppa piccoli fiori bianchi, che in inverno si tramutano in spettacolari grappoli di bacche rosse. Può raggiungere l'altezza di circa 120 – 150 cm.

120 m

Ligustro • *Ligustrum spp.*

La pianta di *Ligustrum* è un arbusto dal fogliame semipersistente, con foglie ovali, lunghe fino a 6 cm, di colore verde intenso e/o con margini bianco crema. A metà estate sviluppa fiori bianchi. Molto rustico, a crescita rapida, può raggiungere i 4 metri d'altezza. É ideale per siepi, schermature o come esemplare isolato.

Bosso • *Buxus spp.*

La pianta di *Buxus* è un arbusto sempreverde dal portamento arrotondato, cespuglioso, con foglie da ovate ad oblunghe, verde scuro lucido, incise all'apice. Produce dei piccoli fiori gialli. Viene utilizzato solitamente per bordure o piccole siepi sagomate. Molto rustico, adatto a tutti i terreni ed esposizioni, ottima la resistenza al gelo.

1,6%

Melograno • *Punica granatum*

110 m

La pianta di *Punica granatum* è un arbusto ornamentale, può raggiungere un'altezza di circa 80 cm, con foglie caduche verde brillante, che virano al giallo oro in autunno. Produce una fioritura da Maggio a Settembre e piccoli frutti non commestibili, di colore rosso-arancio (Melagrane), che maturano in autunno. Predilige una posizione soleggiata.

Corbezzolo • *Arbutus unedo*

La pianta di *Arbutus unedo*, è un arbusto tipico della macchia mediterranea, un sempreverde dal fogliame verde scuro, dentato e lucido. Arbusto rustico dalla corteccia ruvida e striata. I fiori, bianchi e rosa, sono presenti da Ottobre a Dicembre Predilige stare riparato dal sole. Coltivato per la compattezza del suo fogliame ideale per boschetti o bordure.

capitolo 3.

Metodologia di calcolo

L'obiettivo del presente Capitolo è quello di fornire una stima dei benefici prodotti dagli alberi e arbusti censiti dal Comune di Empoli, quantificati grazie all'ausilio di un modello matematico di simulazione. Le simulazioni sono state svolte utilizzando i-Tree Eco (v6.0.32), un'applicazione che fa parte di una suite di software (i-Tree Tools, 2015) sviluppata dal Servizio Foreste del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America (USDA). Il software valuta le caratteristiche delle specie arboree ed arbustive censite e le mette in relazione con le informazioni climatiche e ambientali del sito. Nel caso presente, la modellazione ha fatto riferimento a dati climatici e inquinanti validati per Empoli nel 2015, in quanto la banca dati per gli anni più recenti utilizzabile con il software è incompleta. Modellando un progetto di forestazione urbana si possono ottenere risultati in termini di stoccaggio e sequestro di carbonio. La CO_2 sequestrata esprime la quantità di CO_2 che

la pianta sottrae dall'atmosfera in un anno. La CO_2 stoccata rappresenta invece l'equivalente in CO_2 di carbonio che la pianta ha trasformato in biomassa dalla sua nascita fino allo stato attuale. Equivale alla CO_2 che verrebbe rilasciata in atmosfera se si tagliasse la pianta e la si bruciasse. Si possono stimare anche i benefici offerti dalla vegetazione in termini di abbattimento di inquinanti atmosferici come CO (monossido di carbonio), NO_2 (biossido di azoto), SO_2 (biossido di zolfo), $PM_{2.5}$ e PM_{10} (Particulate matter). Possono inoltre essere valutati benefici ambientali come il deflusso superficiale delle acque meteoriche, evitato grazie alla presenza del verde. Tutti i benefici stimati possono essere associati ad un valore economico, in modo da ottenere un risparmio annuo in termini di costo, offerto dai servizi ecosistemici prodotti dagli alberi e arbusti presenti.

Per poter svolgere le analisi, il software necessita di avere alcuni dati specifici relativi alle specie. In particolare, requisito minimo per la modellazione sono la conoscenza del tipo di specie e del suo diametro (DBH) al momento del censimento. Tutte le ulteriori informazioni inserite consentono di ottenere un'analisi più accurata. Fra gli ulteriori dati che si possono inserire si considerano l'altezza totale della pianta, la sua distanza dagli eventuali edifici limitrofi, la condizione della chioma in termini di salute.

Il censimento degli alberi e siepi presenti nel Comune di Empoli ha fornito informazioni necessarie alla modellazione, alcune delle quali sono state assunte in mancanza di completezza del dato.

SPECIE ARBOREE

Le informazioni fornite da censimento comprendono la misura del diametro espresso in range:

- diametro minore di 20 cm
- diametro da 20 cm a 50 cm
- diametro maggiore di 50 cm

Dovendo necessariamente inserire un valore di diametro (DBH), sono stati assunti i seguenti valori:

- 5 cm per le specie con diametro minore di 20 cm e altezza inferiore a 2,5 m
- 10 cm per le specie con diametro minore di 20 cm e altezza superiore a 2,5 m
- 35 cm per le specie con diametro da 20 cm a 50 cm
- 60 cm per le specie con diametro maggiore di 50 cm

Il database forniva alcune informazioni sulla Classe di altezza degli alberi censiti, espressa in range. Per poter tener conto di questi dati, ma dovendo inserire valori numerici precisi, sono state fatte le seguenti assunzioni:

- altezza totale di 2,5 m per classe di altezza fino a 5 m
- altezza totale di 7,5 m per classe di altezza compresa fra 5 m e 10 m

- altezza totale di 12,5 m per classe di altezza compresa fra 10 m e 15 m
- altezza totale di 17,5 m per classe di altezza compresa fra 15 m e 20 m
- altezza totale di 30 m per classe di altezza maggiore di 20 m

Nel censimento erano presenti alcuni alberi privi di assegnazione della specie. Per considerare il loro contributo nella stima dei benefici, è stata fatta una valutazione sul numero delle specie maggiormente presenti, e gli alberi privi di assegnazione sono stati classificati come appartenenti alle specie più diffuse. Le analisi sono state svolte considerando un totale di 6668 alberi.

SPECIE ARBUSTIVE

Il censimento delle siepi contiene informazioni sulla specie, altezza e lunghezza in metri lineari della fascia arbustiva. Per poter svolgere le analisi, è necessario avere il numero di arbusti, la specie ed il suo diametro; pertanto, sono state fatte delle assunzioni per poter stimare nel modo più realistico possibile i benefici offerti dalle siepi. In particolare, sono state fatte delle ipotesi sull'impianto delle specie lungo le fasce arbustive: considerando l'ipotetico ingombro di ciascuna pianta, che è stato stimato considerando le caratteristiche della specie, è stato ricavato il numero di piante verosimilmente presenti lungo i metri lineari forniti dal censimento. Sono state valutate le seguenti distanze di impianto:

- 0,8 m per le siepi di corbezzolo e melograno
- 0,7 m per le siepi di alloro, bosso e oleandro
- 0,6 m per le siepi di ligustro, nandina e viburno
- 0,5 m per le siepi di pittosporo

Le analisi sono state svolte considerando un totale di 12467 arbusti. Non disponendo di informazioni sul diametro, sono state fatte alcune assunzioni tenendo in considerazione le altezze delle siepi. È stato ipotizzato che il tronco di ciascun arbusto si ramificasse in quattro fusti con uguale diametro nel punto di misura del DBH. In particolare, sono stati assunti i seguenti valori:

- DBH 1 = DBH 2 = DBH 3 = DBH 4 = 1,5 cm per le siepi di altezza inferiore a 1,8 m
- DBH 1 = DBH 2 = DBH 3 = DBH 4 = 2 cm per le siepi di altezza superiore a 1,8 m

Nel censimento alcune siepi erano prive di assegnazione della specie. Per considerare il loro contributo nella stima dei benefici, gli arbusti privi di assegnazione sono stati classificati in uguale quantità come appartenenti alle specie di alloro e oleandro, essendo gli arbusti maggiormente utilizzati nelle siepi del Comune di Empoli.

capitolo 4.

Benefici

Nelle pagine che seguono vengono stimati in modo quantitativo i servizi ecosistemici offerti dagli alberi e arbusti censiti dal Comune di Empoli. Per ciascun beneficio offerto (stoccaggio di CO_2, rimozione degli inquinanti, riduzione del ruscellamento superficiale) sono illustrati i contributi parziali offerti da alberi e arbusti appartenenti alla stessa specie. Questi contributi tengono conto dell'efficienza della pianta e del numero di elementi censiti appartenenti alla stessa specie. Gli apporti maggiori vengono messi in evidenza e riportati in un grafico ad istogramma.

stoccaggio CO_2

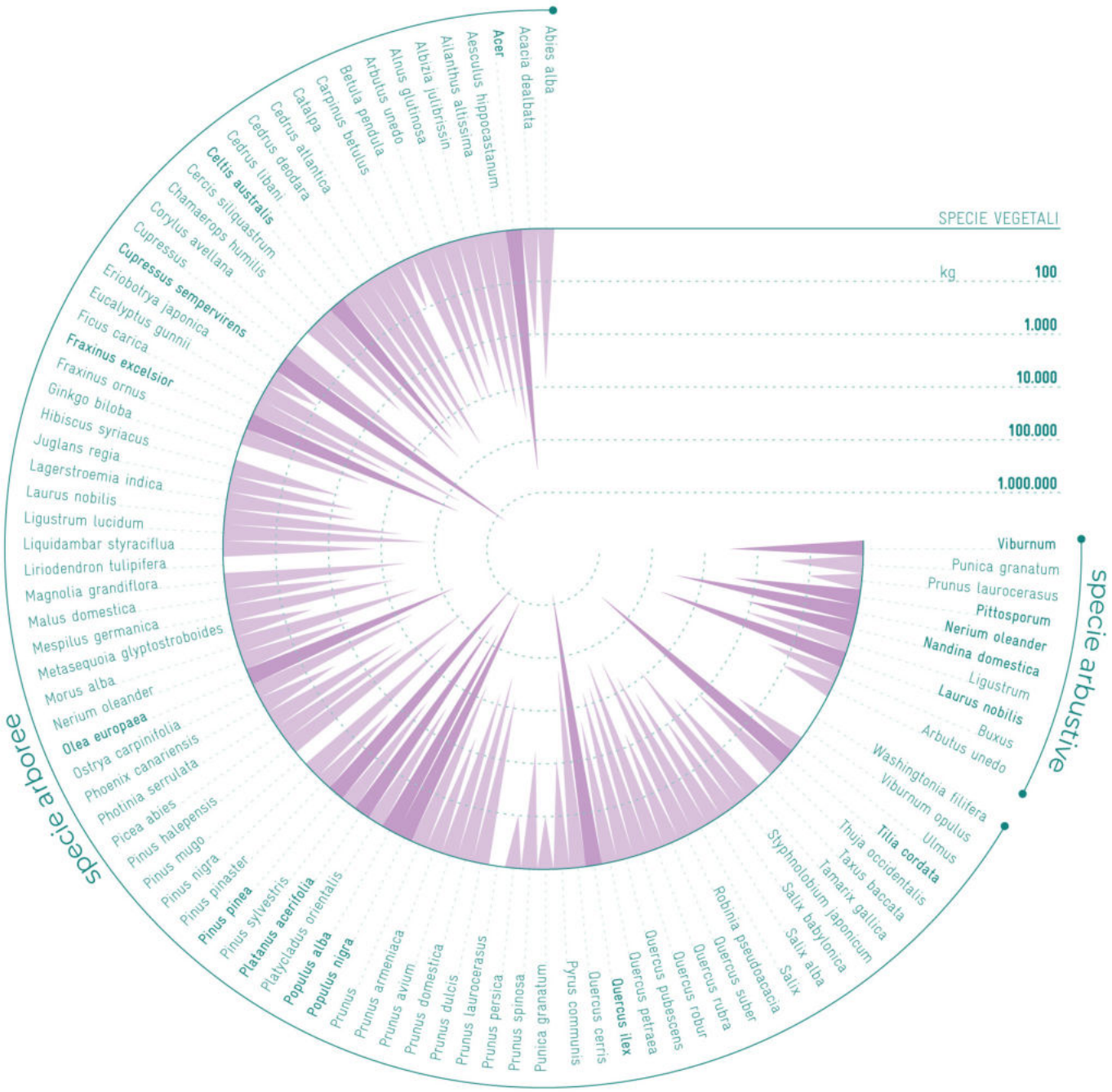
Gli alberi forniscono un vero e proprio servizio ecologico nell'abbattimento delle emissioni di CO_2, essendo questa fonte indispensabile per la produzione di energia e biomassa. Attraverso gli scambi gassosi e il processo fotosintetico, il carbonio sottratto all'atmosfera viene immagazzinato nella biomassa vegetale prodotta, e lì conservato per tutto il ciclo vitale della pianta, per decenni e anche secoli. Si tratta di quantità rilevanti, soprattutto considerando che il 50% della sostanza secca di una pianta è costituito da carbonio.

Dal punto di vista "biologico" la quantità sequestrata dipende dal tasso di crescita e dalla mortalità della pianta, momento in cui il carbonio viene riemesso nel sistema. Ne consegue che lo stato di salute di una pianta, che dipende dalla specie, dall'età, e dalla struttura dell'individuo, sia uno dei fattori principali affinché il bilancio del carbonio sequestrato sia positivo.

L'età della pianta è un fattore particolarmente importante: gli alberi giovani, infatti, accumulano CO_2 più rapidamente degli anziani, mentre un bosco secolare, in cui il tasso di mortalità è naturalmente maggiore, rilascia continuamente la stessa quantità di CO_2 immagazzinata.

Anche il tasso di crescita è determinante per l'efficienza di sequestro del carbonio, ed è stato constatato che la crescita riferita al singolo albero è

STOCCAGGIO DI CO_2 PER SPECIE VEGETALI PRESENTI A EMPOLI



maggiore in ambito urbano rispetto ad ambienti rurali o boschivi, dato che ogni pianta dispone di ampia superficie (i dati indicano un sequestro di CO_2 4-5 volte superiore). La fissazione del carbonio in ambiente urbano è inoltre

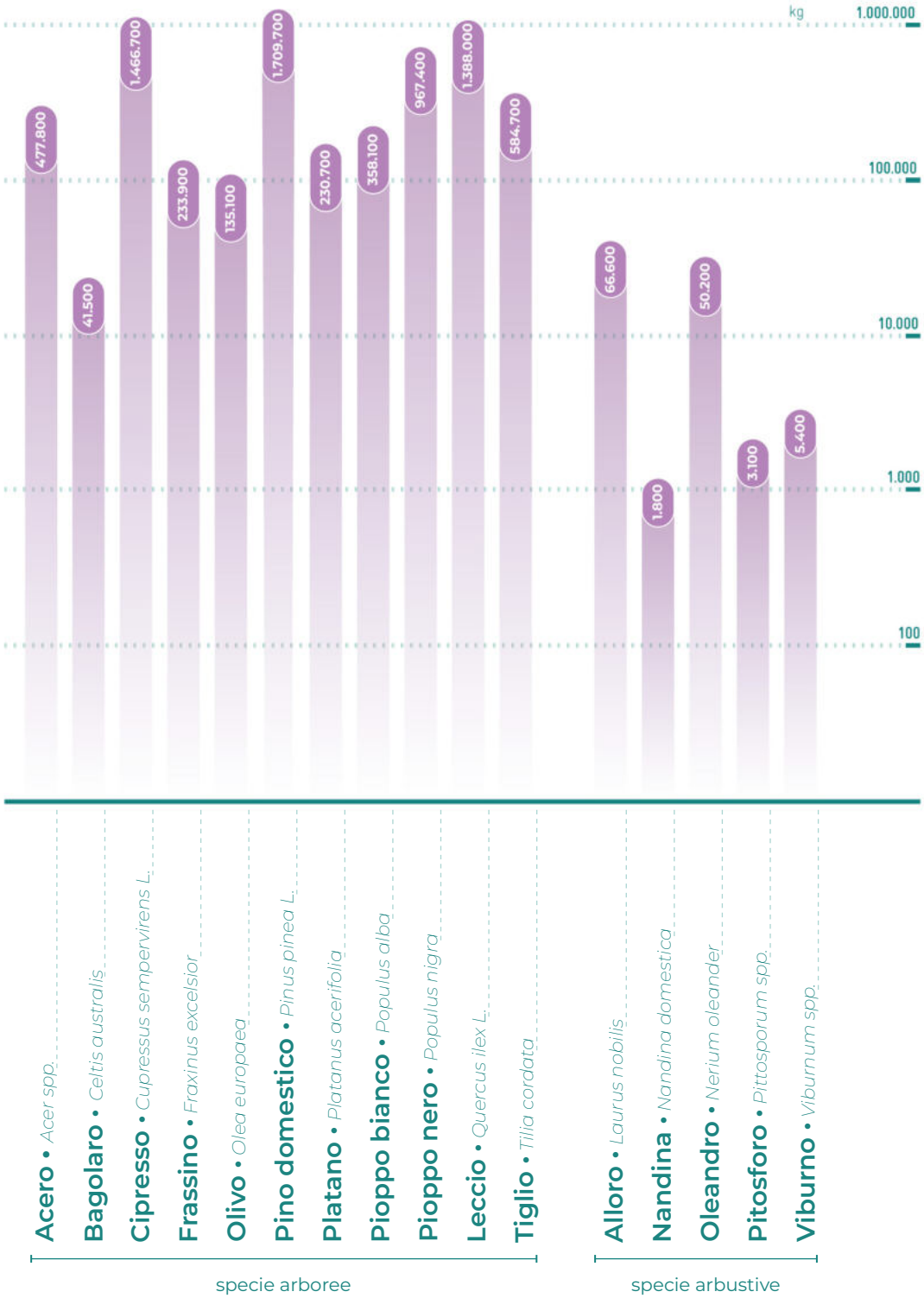
*** I valori espressi nei grafici di riferimento sono visualizzati in scala logaritmica.*

massimizzata dalle specie più efficienti e più adatte alle condizioni ambientali del sito in cui sono messe a dimora. Nello specifico, il contributo maggiore nella fissazione di carbonio viene offerto dalle specie di grandi dimensioni, a rapido accrescimento e longeve, resistenti alle malattie e agli stress legati all'inquinamento.

risultati delle analisi

Si stima che gli alberi e gli arbusti di Empoli abbiano stoccato, dalla loro nascita fino al momento attuale, 9.153 tonnellate circa di CO_2 equivalente. Nei grafici vengono illustrati i quantitativi parziali di stoccaggio, dove sono stati cumulati i contributi degli alberi e arbusti appartenenti alla stessa specie.

STOCCAGGIO DI CO_2 PER SPECIE ARBOREE E ARBUSTIVE MAGGIORMENTE DIFFUSE A EMPOLI



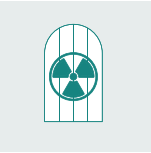
*** I valori espressi nei grafici di riferimento sono visualizzati in scala logaritmica.*

rimozione inquinanti aerei

L'inquinamento atmosferico è il risultato dell'introduzione nell'atmosfera di sostanze chimiche, polveri o materiali biologici che causano danno o disagio agli esseri umani, ad altri organismi viventi o all'ambiente naturale.
Gli agenti inquinanti possono essere primari, emessi direttamente, come il monossido di carbonio come frutto della combustione, ed inquinanti secondari, che si formano nell'atmosfera a seguito di reazioni tra altre sostanze già presenti, come l'ozono, frutto della reazione tra i raggi ultravioletti con il diossido di azoto e altri composti organici volatili.

Nella società industrializzata, il crescente problema dell'inquinamento atmosferico, è diventato motivo di preoccupazione per i cittadini sia per l'impatto sulla salute e sull'ambiente, sia poiché determina significative spese per la sanità pubblica.

Le piante sono in grado di ridurre la quantità di composti inquinanti presenti nell'aria, "catturandoli" e riducendone la dispersione nell'ambiente. Una delle caratteristiche che determina questa proprietà è rappresentata dalla morfologia e dall'anatomia delle foglie: la superficie fogliare, la dimensione e forma delle foglie e della chioma, la densità e la morfologia degli stomi, lo spessore e la struttura della cuticola sono fattori determinanti nel conferire alla specie vegetale la capacità di rimuovere inquinanti dall'aria.



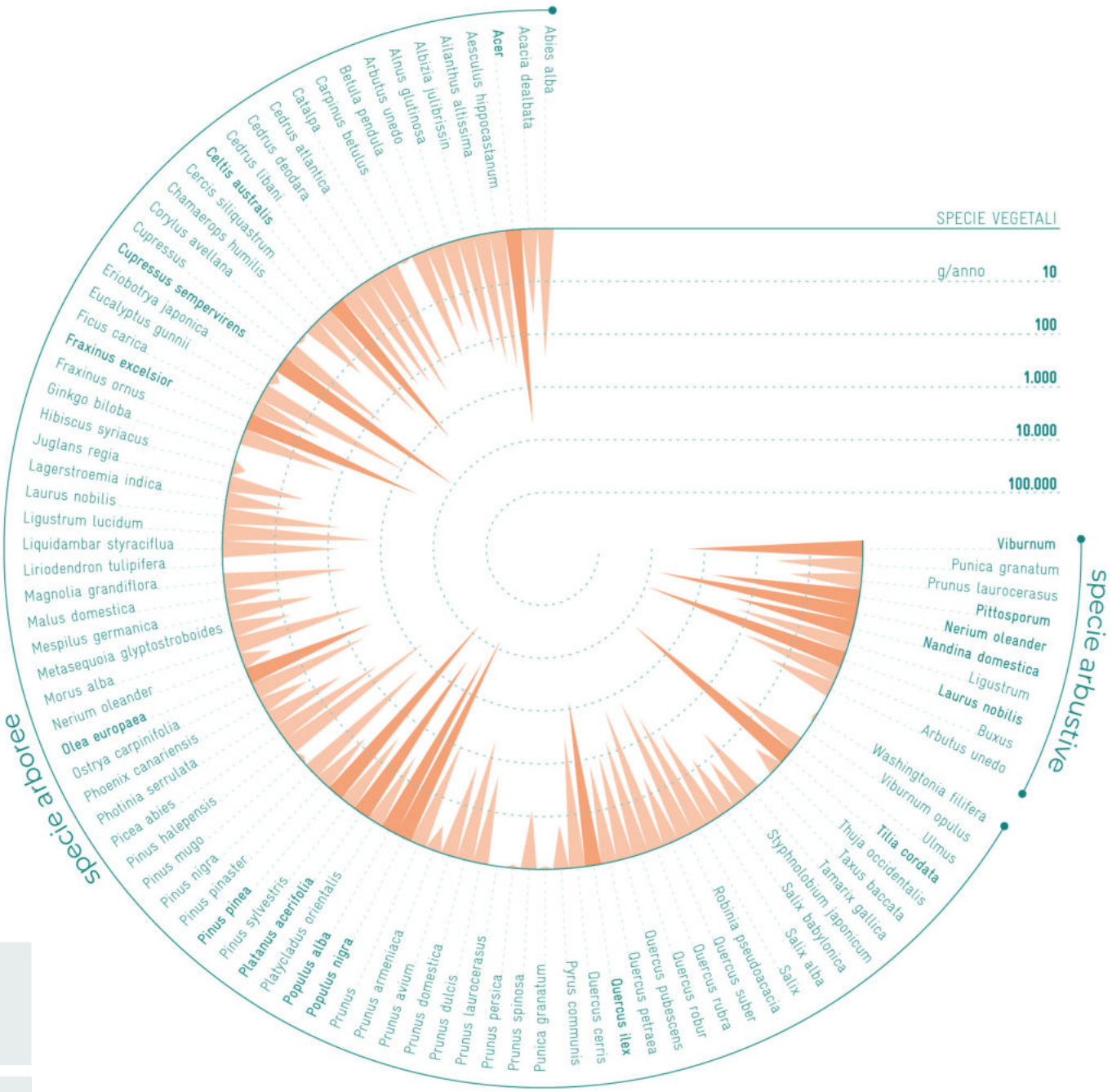
Durante i mesi caldi, le piante sono più efficienti nella capacità di assorbire gli inquinanti atmosferici, per la maggiore attività stomatica fogliare.

Tutta la superficie fogliare è in grado di trattenere il particolato fine (ad es.: fumo, polline, ceneri e polveri). Il fenomeno è proporzionale alla superficie fogliare della pianta, e la maggiore o minore capacità di cattura risulta legata alla rugosità e alla presenza di rivestimenti cerosi, peli e altre strutture epicuticolari della foglia.

risultati delle analisi

L'analisi evidenzia una capacità degli alberi e delle siepi di Empoli di rimuovere un totale di circa 1,95 tonnellate di inquinanti atmosferici all'anno. Nelle pagine che seguono verranno mostrati gli abbattimenti degli inquinanti CO, NO_2, SO_2 e del particolato $PM_{2.5}$. Per ciascun inquinante sono illustrati i contributi parziali di abbattimento suddivisi per specie arborea ed arbustiva, e vengono messi in evidenza gli apporti delle specie che hanno maggior impatto nella rimozione.

RIMOZIONE DI CO PER SPECIE VEGETALI PRESENTI A EMPOLI

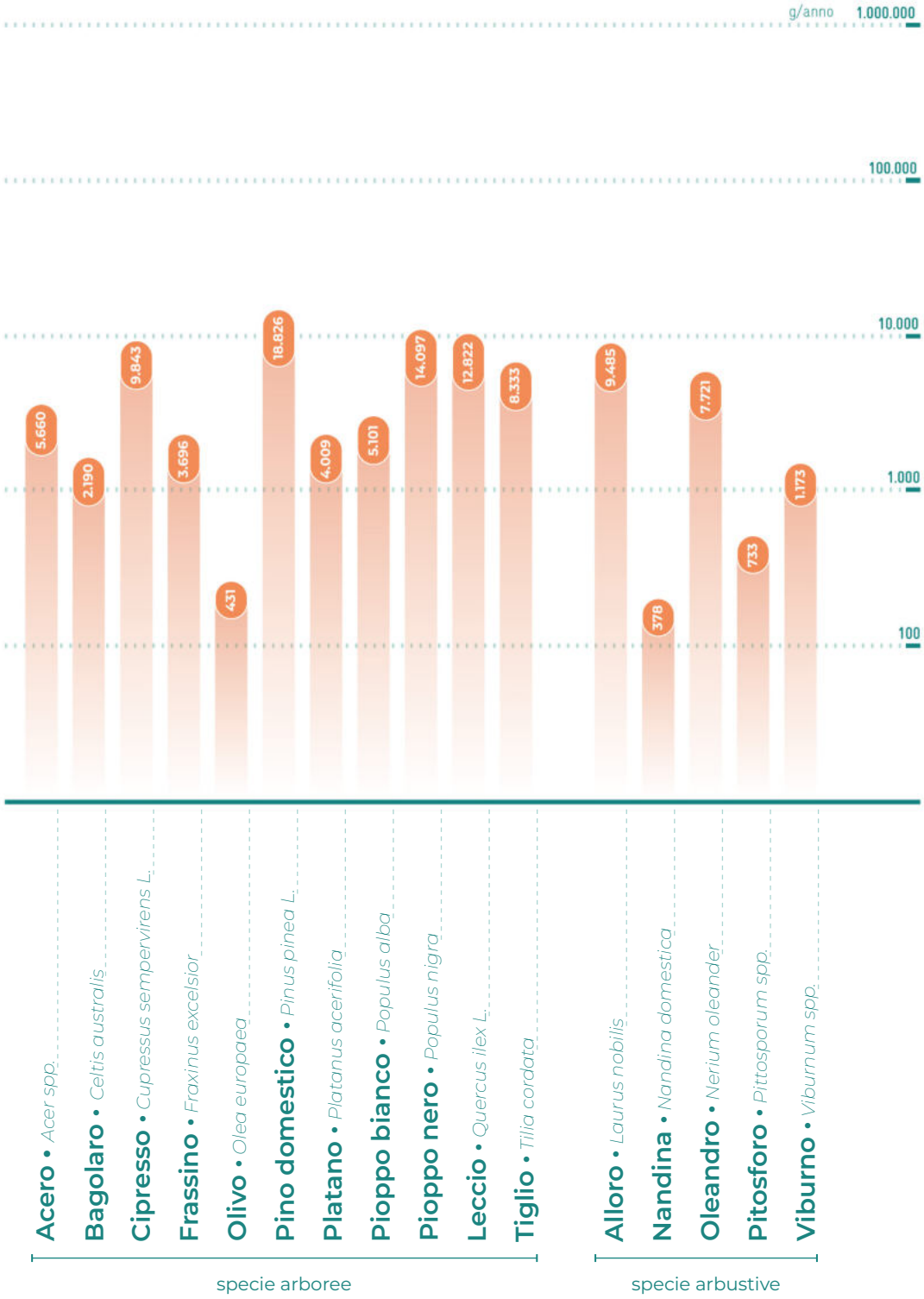


CO

"Il monossido di carbonio [...] è un gas tossico, incolore, inodore, insapore e non irritante che, senza ventilazione adeguata, può raggiungere concentrazioni elevate. Si produce per combustione incompleta di qualsiasi materiale organico, in presenza di scarso contenuto di ossigeno nell'ambiente." [Ministero della Salute]

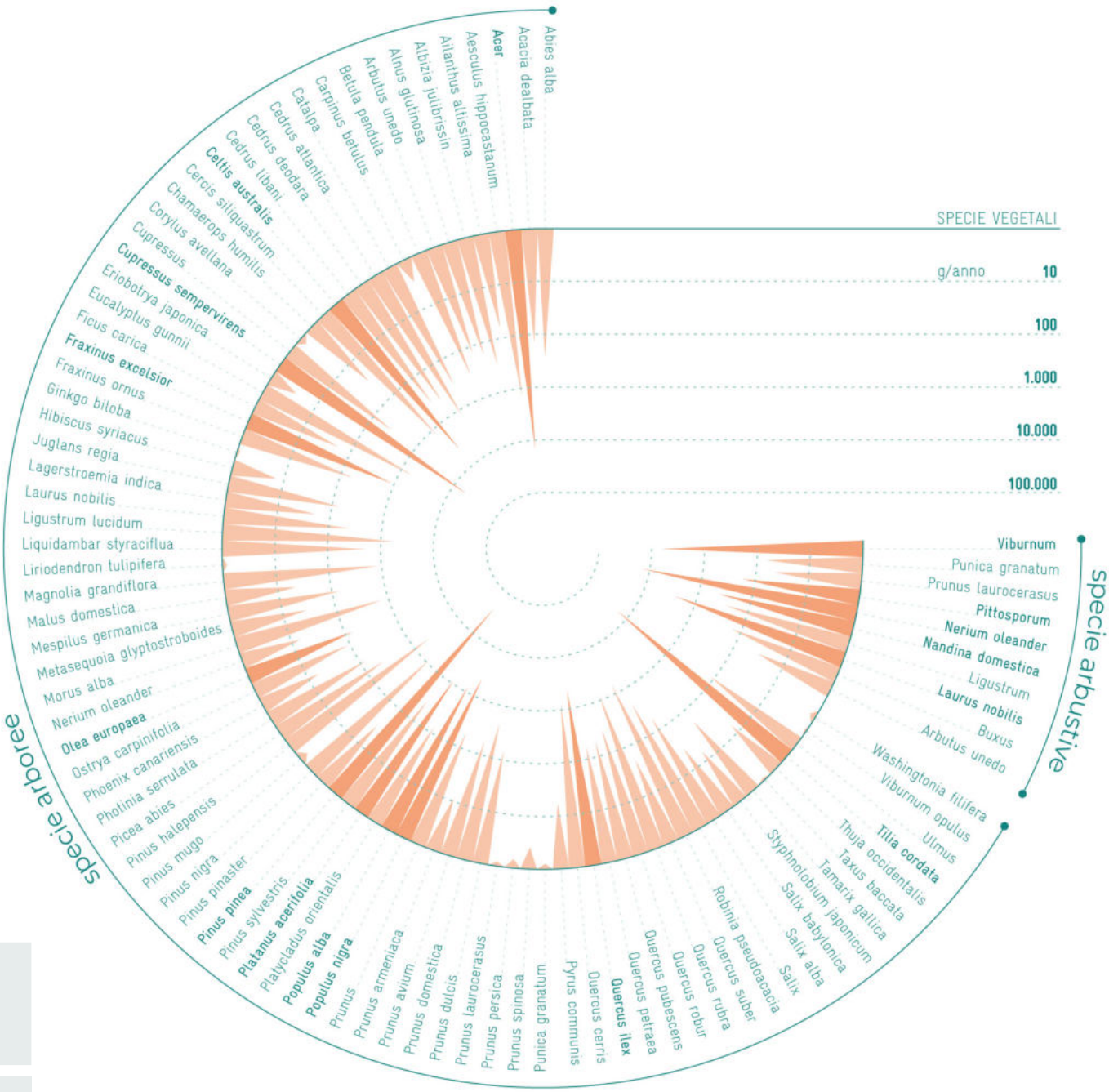
*** I valori espressi nei grafici di riferimento sono visualizzati in scala logaritmica.*

RIMOZIONE DI CO PER SPECIE ARBOREE E ARBUSTIVE MAGGIORMENTE DIFFUSE A EMPOLI



*** I valori espressi nei grafici di riferimento sono visualizzati in scala logaritmica.*

RIMOZIONE DI NO_2 PER SPECIE VEGETALI PRESENTI A EMPOLI

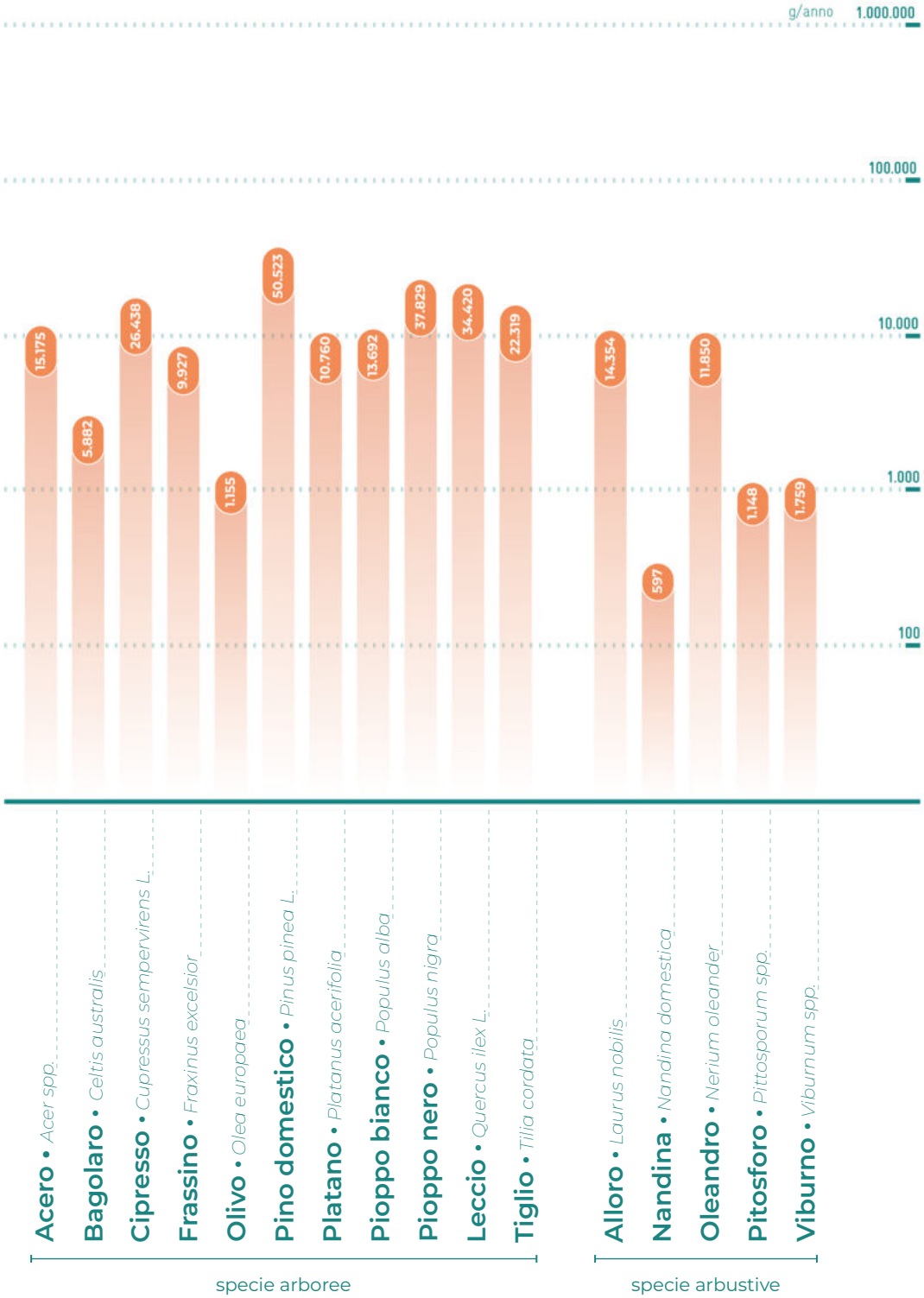


NO_2

"Il biossido d'azoto (un tipico inquinante dell'aria esterna, originato prevalentemente dal traffico veicolare) è tra gli inquinanti più comuni dell'aria indoor, specialmente in Italia, dove sussiste un uso pressoché esclusivo di gas, sia per il riscaldamento, sia per cucinare." [Ministero della Salute]

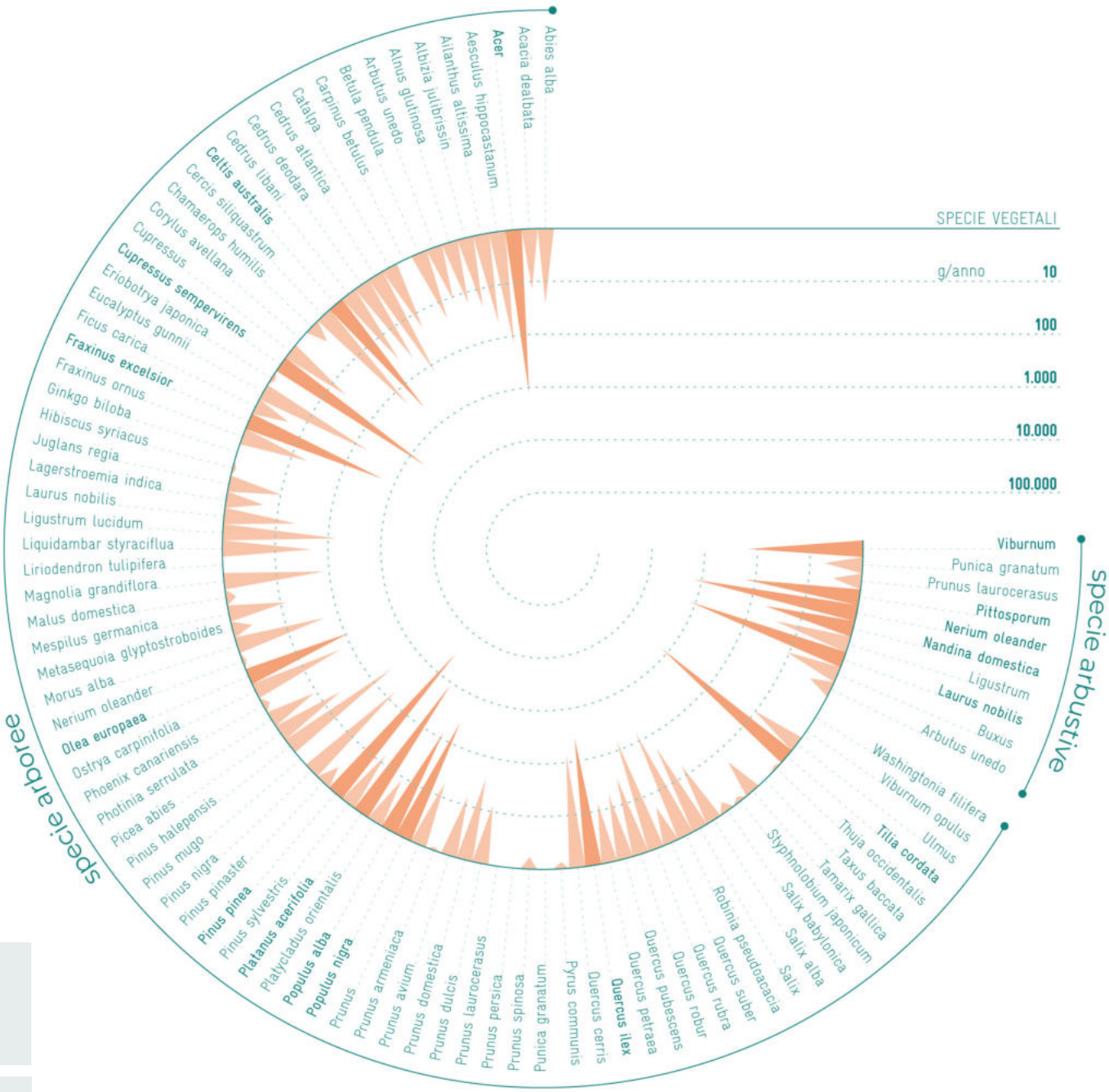
*** I valori espressi nei grafici di riferimento sono visualizzati in scala logaritmica.*

RIMOZIONE DI NO_2 PER SPECIE ARBOREE E ARBUSTIVE MAGGIORMENTE DIFFUSE A EMPOLI



*** I valori espressi nei grafici di riferimento sono visualizzati in scala logaritmica.*

RIMOZIONE DI SO_2 PER SPECIE VEGETALI PRESENTI A EMPOLI



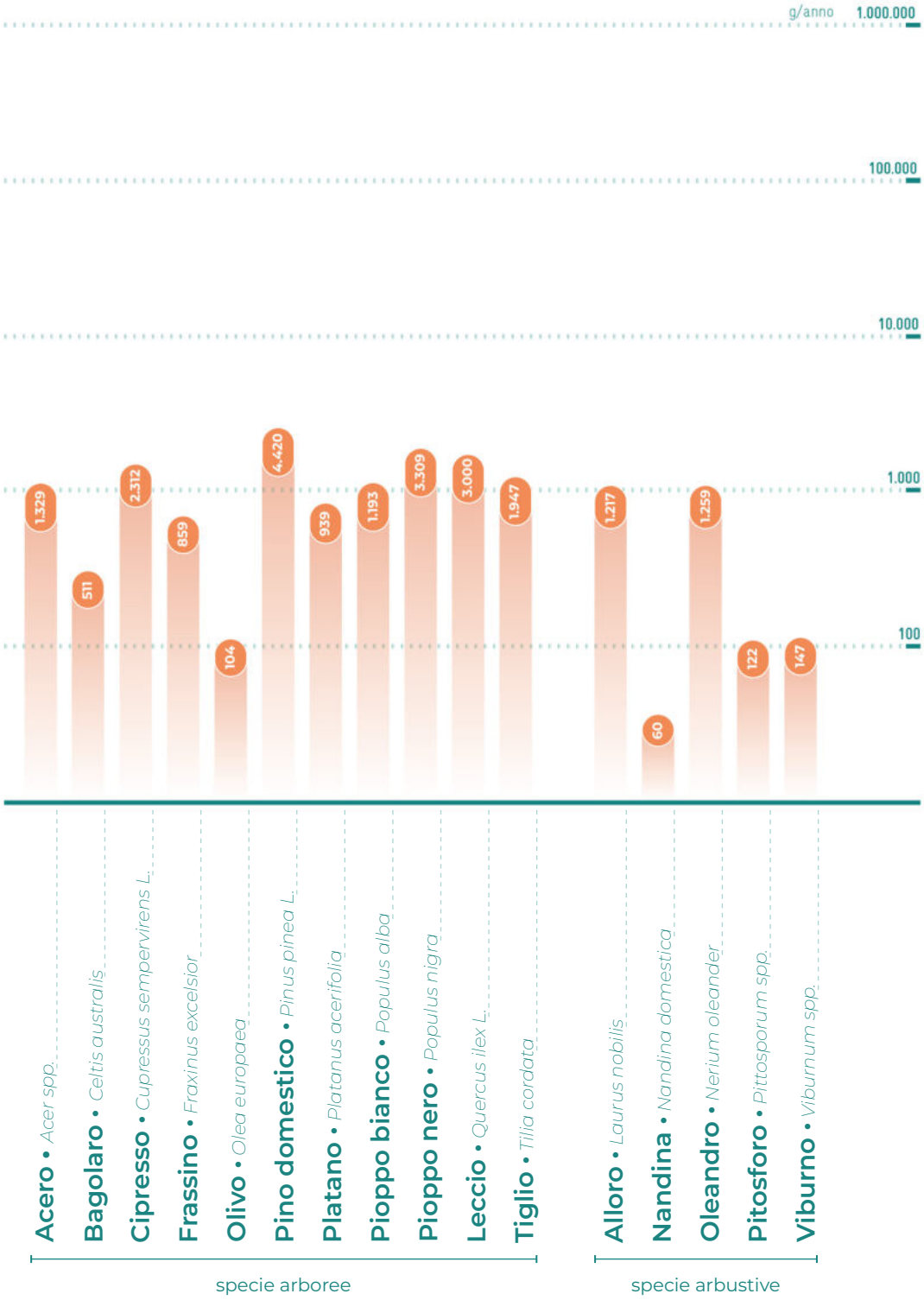
SO_2

"Il biossido di zolfo è un gas incolore, dall'odore acre e pungente e molto solubile in acqua. È un inquinante primario che, una volta immesso in atmosfera, permane inalterato per alcuni giorni e può essere trasportato a grandi distanze."

[Ministero della Salute]

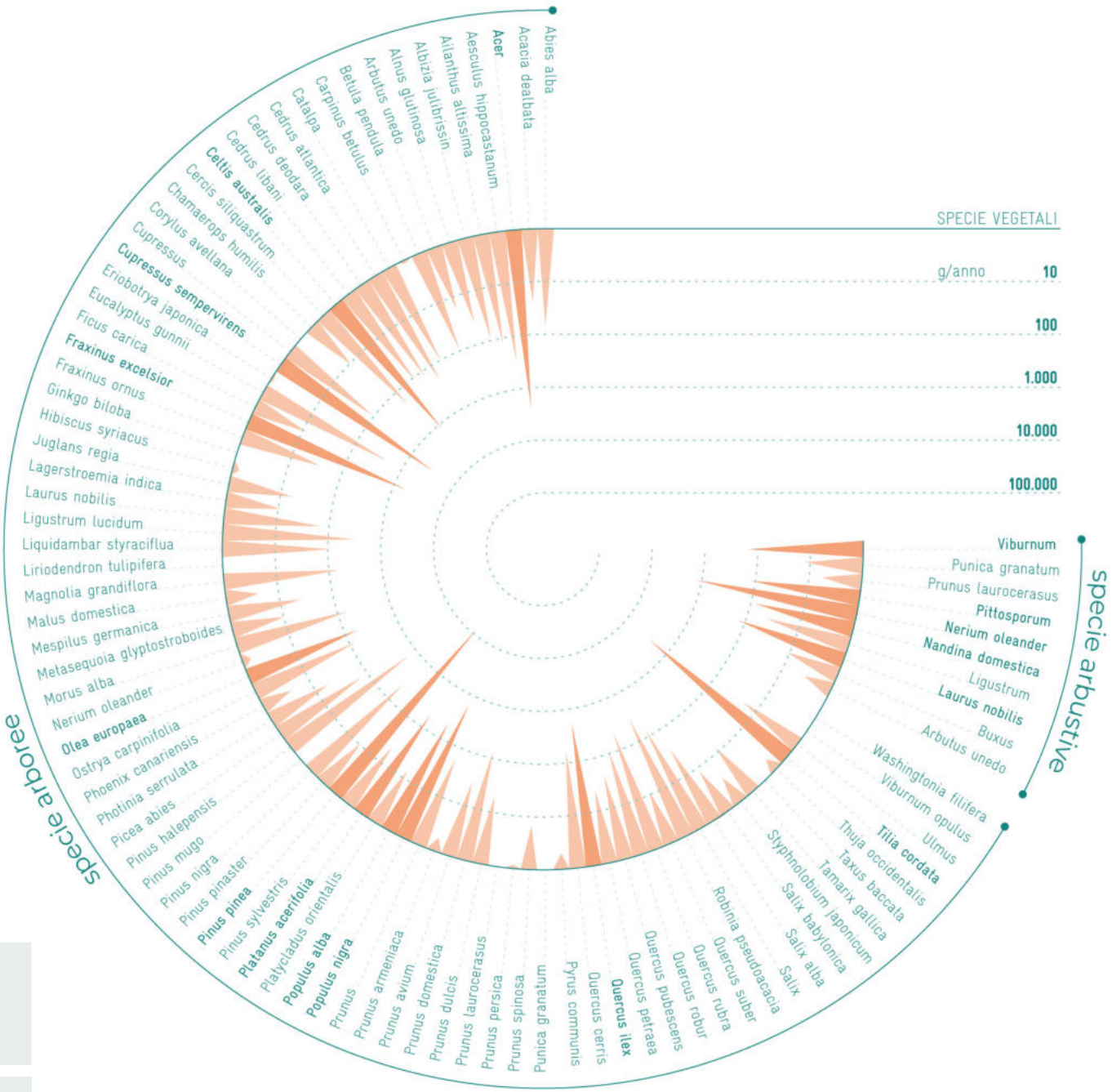
*** I valori espressi nei grafici di riferimento sono visualizzati in scala logaritmica.*

RIMOZIONE DI SO_2 PER SPECIE ARBOREE E ARBUSTIVE MAGGIORMENTE DIFFUSE A EMPOLI



*** I valori espressi nei grafici di riferimento sono visualizzati in scala logaritmica.*

RIMOZIONE DI $PM_{2.5}$ PER SPECIE VEGETALI PRESENTI A EMPOLI



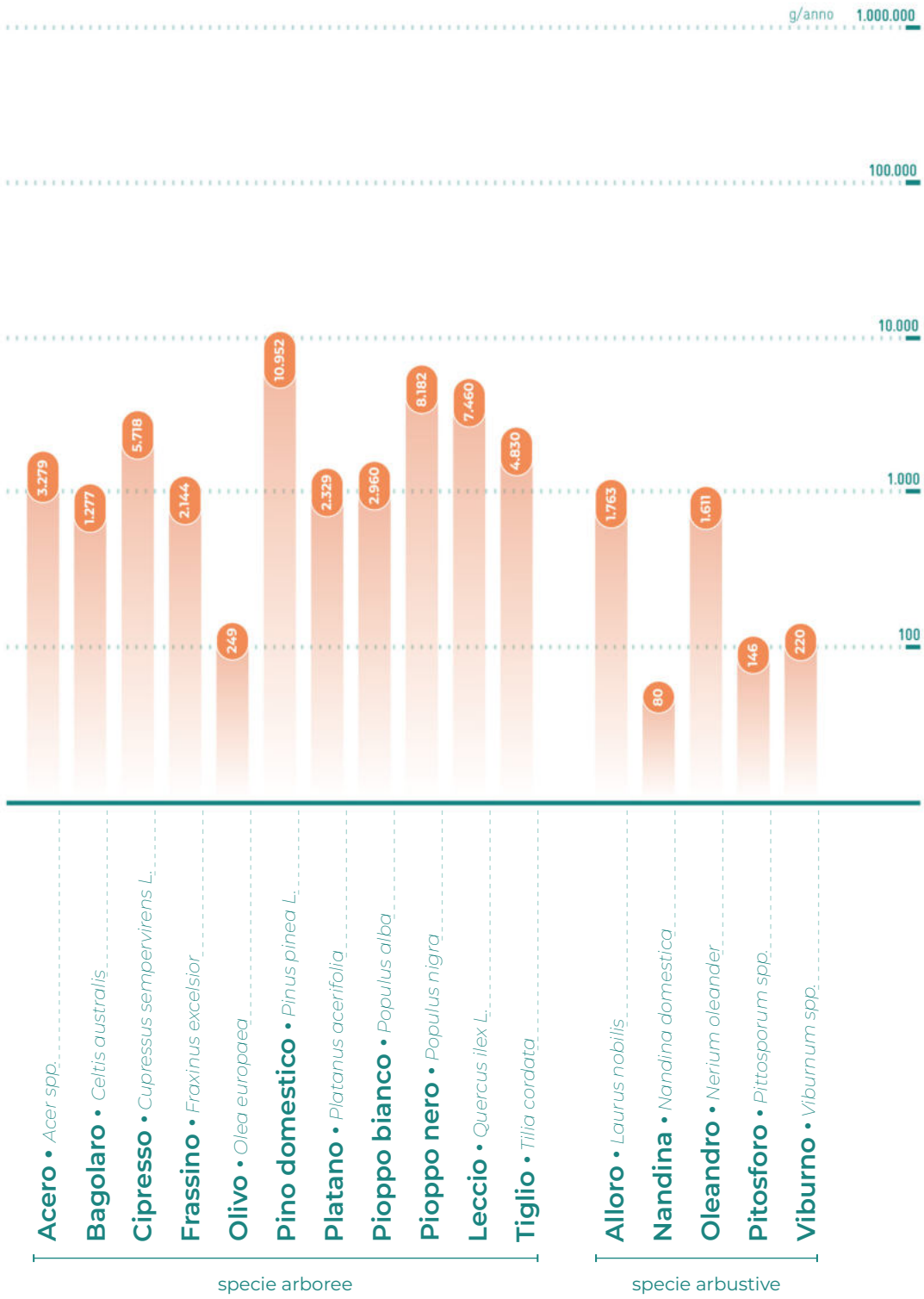
$PM_{2.5}$

"Sorgenti del particolato fine sono un po' tutti i tipi di combustione, inclusi quelli dei motori di auto e motoveicoli, degli impianti per la produzione di energia, della legna per il riscaldamento domestico, degli incendi boschivi e di molti altri processi industriali."

[Ministero della Salute]

*** I valori espressi nei grafici di riferimento sono visualizzati in scala logaritmica.*

RIMOZIONE DI $PM_{2.5}$ PER SPECIE ARBOREE E ARBUSTIVE MAGGIORMENTE DIFFUSE A EMPOLI



*** I valori espressi nei grafici di riferimento sono visualizzati in scala logaritmica.*

riduzione ruscellamento

A causa dell' alto grado di cementificazione ed urbanizzazione, le città si trovano spesso ad affrontare problematiche, spesso disastrose, legate ad allagamenti e al ruscellamento delle acque. L'acqua piovana in ambito urbano è infatti spesso costretta a seguire un lungo tratto prima di riuscire ad infiltrarsi nel terreno e ricostituire il suo naturale ciclo. Negli ultimi anni e sempre più frequentemente, si assiste ad un aumento del numero di eventi temporaleschi caratterizzati da alta intensità delle precipitazioni. Il cambiamento climatico del quale siamo giornalmente testimoni, suggerisce che questi eventi di piogge intense, saranno sempre più frequenti, soprattutto in estate. In città, la prevalenza di superfici artificiali impermeabili, non consente alcun assorbimento di acqua da parte del terreno. Così, a seguito di forti precipitazioni, la grande quantità di acqua che non riesce ad essere smaltita dalle reti fognarie, provoca allagamenti, danni e disagi di varia natura. In più, il deflusso può, in poco tempo, diventare inquinato, in considerazione del fatto che la pioggia, bagnando le strade ed i palazzi, può portarsi via anche inquinanti come idrocarburi, metalli, polveri, spazzatura e materiali organici trasportandoli poi nei canali e nei fiumi dove l'accumulo di questi inquinanti può portare a conseguenze anche gravi da un punto di vista ambientale. Le piante possono svolgere un ruolo importante nel ciclo dell'acqua intercettando le

RIDUZIONE DEL RUSCELLAMENTO PER SPECIE VEGETALI PRESENTI A EMPOLI

precipitazioni e regolando il flusso d'acqua verso il suolo per un'efficace infiltrazione delle acque piovane.

La presenza di alberi aiuta anche a rallentare e ad accumulare temporaneamente il ruscellamento, favorendo

ulteriormente l'infiltrazione e diminuendo il deflusso e l'erosione. Gli alberi hanno anche la capacità di ridurre gli inquinanti presenti nel suolo e nelle acque attraverso le radici e trasformando gli inquinanti in sostanze meno dannose.

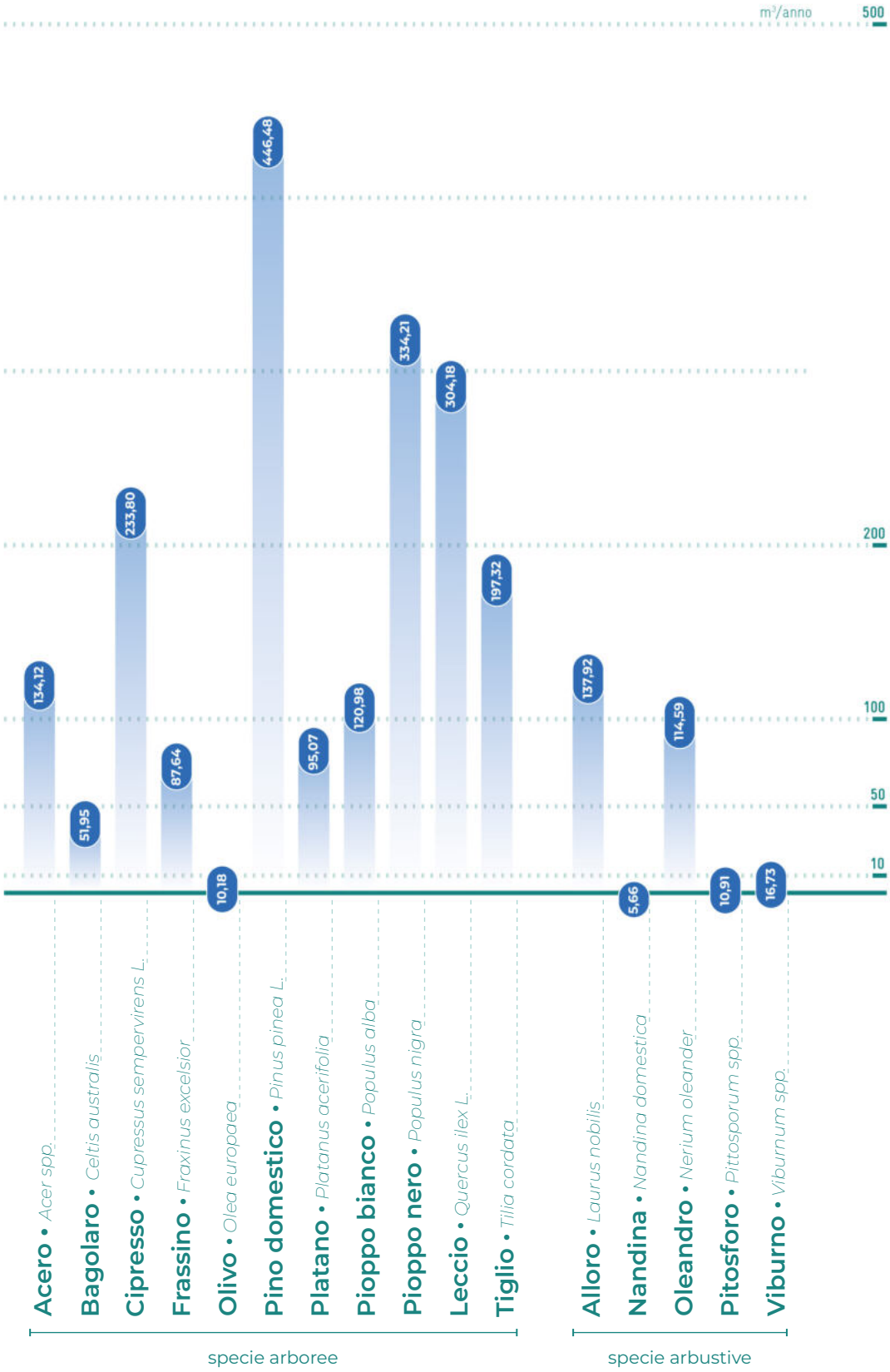
La funzione positiva delle piante si realizza in due modi:

- **i rami e le foglie** della chioma intercettano l'acqua piovana; dopo uno stoccaggio temporaneo l'acqua in parte evapora, in parte raggiunge il suolo con una minore intensità. L'efficacia di tale azione filtrante tra l'atmosfera ed il terreno dipende molto dalla struttura e dalle caratteristiche delle piante: le sempreverdi in particolare svolgono il loro compito anche in inverno, quando le precipitazioni sono più frequenti.
- **le radici**, sviluppandosi e assorbendo l'acqua, migliorano la struttura del suolo e ne riducono il compattamento, favorendo l'infiltrazione in modo più graduale e riducendo al tempo stesso i flussi d'acqua in superficie.

risultati delle analisi

Gli alberi e gli arbusti censiti nella città di Empoli contribuiscono a ridurre il deflusso delle acque di circa 2.604 metri cubi all'anno, più o meno equivalente al volume di acqua presente in una piscina olimpionica. Nei grafici si illustra il deflusso evitato dalla vegetazione suddivisa per specie.

RIDUZIONE DEL RUSCELLAMENTO PER SPECIE ARBOREE E ARBUSTIVE MAGGIORMENTE DIFFUSE A EMPOLI



capitolo 5.

Key statistics

I benefici offerti dagli alberi censiti sono stati associati a valori economici, per poter fornire una stima del risparmio annuo in termini di costo. Per fare questa operazione, il programma i-Tree Eco consente di inserire nella modellazione alcuni costi predefiniti associati a ciascun beneficio.

Nei paragrafi che seguono si descrivono i costi inseriti nel modello, e si evidenzia il beneficio economico offerto dagli alberi e arbusti censiti.

- Costo sociale del carbonio (SCC)
- Costo medio nazionale per il controllo delle acque meteoriche
- Costo medio nazionale per la rimozione degli inquinanti
- Costo medio nazionale dell'elettricità e dei combustibili

Costo sociale del carbonio (SCC)

Costo associato alle emissioni di un quantitativo di gas serra in atmosfera. Viene valutato stimando i danni sociali, sanitari, ambientali ed ecosistemici che l'aumento del gas serra comporta. È un valore* espresso in dollari per tonnellata di carbonio emesso, e convertito in euro dal modello di calcolo.

Si stima un valore economico associato al carbonio stoccato dagli alberi e arbusti di Empoli pari a circa 401.052 euro.

Costo medio nazionale per il controllo delle acque meteoriche

È un valore monetario valore* associato ad un metro cubo di deflusso superficiale.

Si stima un valore economico associato al deflusso superficiale evitato grazie agli alberi e arbusti di Empoli di circa 4.953 euro all'anno.

Costo medio nazionale per la rimozione di inquinanti

Ciascun inquinante possiede il suo valore* monetario per tonnellata emessa, e il software ne fa una media.

Si stima un guadagno economico associato agli inquinanti rimossi dagli alberi e arbusti di Empoli pari a circa 9.935 euro all'anno.

** Il software fa riferimento a valori di costo valutati per gli Stati Uniti.*

Costo medio nazionale dell'elettricità e dei combustibili

Questo valore* consente di stimare il risparmio energetico annuo ottenuto grazie ai benefici offerti dalla vegetazione. Gli alberi strategicamente sistemati nello spazio urbano, possono infatti ridurre il consumo energetico sia in inverno che in estate.

Gli effetti benefici sono direttamente correlati alla dimensione e alla posizione dell'albero, alla copertura della chioma, e alla densità di impianto.

Si descrivono nei paragrafi successivi i possibili servizi ecosistemici offerti dagli alberi urbani in estate e in inverno.

benefici nel periodo estivo

Uno degli effetti più rilevanti delle alterazioni climatiche in ambiente urbano è la formazione nelle città delle cosiddette "isole di calore", cioè zone in cui la temperatura è molto più elevata rispetto alle aree circostanti.

Le isole di calore urbano determinano un maggiore uso dei condizionatori, ed hanno effetti negativi sulla salute dei cittadini. La vegetazione riesce a mitigare le isole di calore, sia direttamente, poiché la superficie fogliare ombreggiante assorbe calore e protegge dalle radiazioni solari e dal riverbero delle superfici pavimentate, che indirettamente, attraverso l'evapotraspirazione. Le piante, infatti, si comportano da condizionatori naturali poiché assorbono acqua dalle radici e, attraverso la fotosintesi,

la rilasciano sotto forma di vapore acqueo; tale processo, endotermico, sottrae energia all'ambiente circostante, determinando l'abbassamento della temperatura in prossimità delle piante nelle ore di maggiore insolazione e l'aumento dell'umidità atmosferica.

Gli alberi collocati vicino agli edifici, schermano questi ultimi dai raggi solari e riducono così la temperatura al loro interno, determinando un minore utilizzo degli impianti di condizionamento e quindi di energia.

benefici nel periodo invernale

Durante la stagione invernale, se posizionati in maniera corretta, gli alberi possono fornire riparo e diminuire la velocità del vento, riducendo così anche la perdita di calore dagli edifici e, conseguentemente, l'utilizzo del riscaldamento. Bisogna comunque prestare attenzione al corretto posizionamento degli alberi per massimizzarne i benefici in inverno. Per esempio, una specie sempreverde, se non correttamente posizionata, può produrre un effetto di ombreggiamento che provoca un aumento del fabbisogno di riscaldamento.

Per dare un'idea indicativa di quello che potrebbe essere il risparmio energetico offerto dagli alberi censiti ad Empoli, in mancanza di informazioni dettagliate sul posizionamento e orientamento delle specie, è stato assunto che gli alberi fossero posti ad una distanza media di 10 metri dagli edifici. Facendo queste assunzioni, è stato stimato un risparmio energetico per il riscaldamento e raffrescamento degli edifici residenziali di 53.700 euro all'anno. Si stima che gli alberi forniscano inoltre un valore aggiuntivo di 6.110 euro, riducendo la quantità di carbonio rilasciata dalle centrali di produzione di energia (equivalente a una riduzione di 38 tonnellate di carbonio emesso).

si stima* che in termini di raffrescamento e riscaldamento degli edifici, gli alberi censiti dal Comune di Empoli

CONSENTONO DI OTTENERE

53.700

€/anno

di RISPARMIO ENERGETICO

**Per dare un'idea indicativa di quello che potrebbe essere il risparmio energetico offerto dagli alberi censiti ad Empoli, in mancanza di informazioni dettagliate sul posizionamento e orientamento delle specie, è stato assunto che gli alberi fossero posti ad una distanza media di 10 metri dagli edifici.*

***Equivalente in CO_2 di carbonio che gli alberi e gli arbusti censiti hanno trasformato in biomassa dalla loro nascita fino allo stato attuale.*

Le specie vegetali censite dal Comune di Empoli

PERMETTONO DI:

INTERCETTARE

2.604

m^3/anno

di ACQUA METEORICA

equivalente ad un beneficio economico di **4.953 €/anno**

RIMUOVERE

1.950

kg/anno

di INQUINANTI

equivalente ad un beneficio economico di **9.935 €/anno**

STOCCARE **

9.153

tonnellate

di CO_2

equivalente ad un beneficio economico di **401.052 €**

capitolo 6.

Progetto *"Toscana Carbon Neutral"*

Nei precedenti capitoli abbiamo descritto ed analizzato i benefici del verde attualmente censito nel Comune di Empoli. Nel calcolo dei benefici non sono stati inseriti i progetti di messa a dimora di nuove alberature attualmente in corso, finalizzate ad aumentare la presenza di verde nel territorio e ad incrementarne appunto i benefici. Tra questi interventi si evidenziano quelli finanziati grazie al "Progetto integrato per l'abbattimento delle emissioni climalteranti in ambito urbano" nell'ambito della strategia regionale Toscana Carbon Neutral". Il progetto ha previsto, oltre all'identificazione delle aree e alla scelta delle specie da piantare, anche la stima dell'abbattimento della CO_2 e dei principali inquinanti atmosferici nei prossimi 30 anni, dati che sono riportati di seguito a completamento di questo studio.

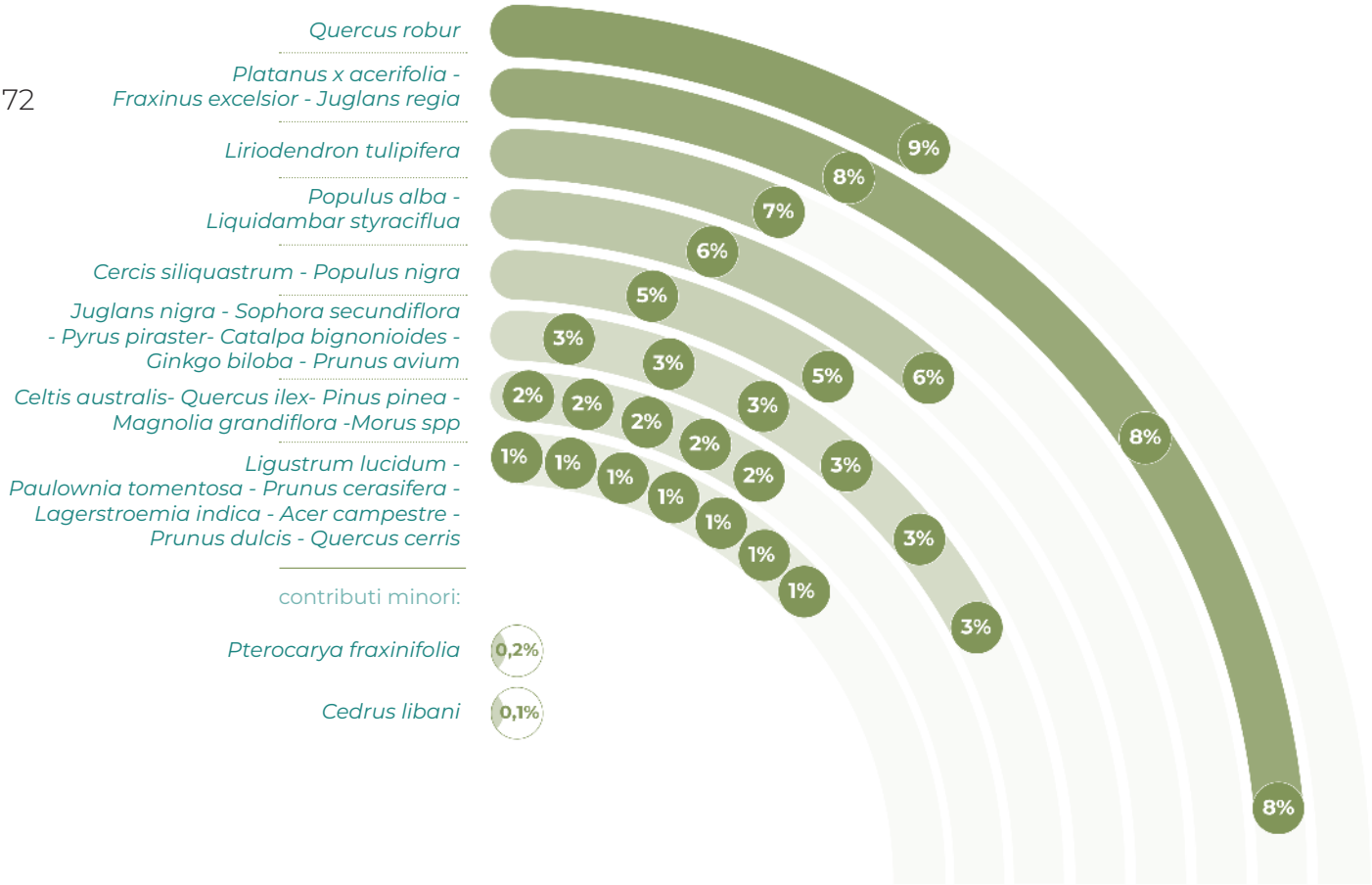
Nel presente capitolo verranno esposti gli obiettivi del Comune di Empoli per la realizzazione del progetto che si configura come un intervento di forestazione urbana che mira inoltre al miglioramento dell'infrastrutturazione verde e potenziamento delle connessioni ecologiche a scala comunale.[1]

1. Progetto integrato per l'abbattimento delle emissioni climalteranti in ambito urbano del Comune di Empoli- Incremento del patrimonio arboreo nell'ambito della strategia regionale "Toscana Carbon Neutral" - Fascicolo 1. Relazione tecnica.

LE SPECIE VEGETALI SCELTE PER IL PROGETTO

Le specie vegetali scelte per le aree destinate alla trasformazione tengono conto delle caratteristiche dei luoghi e delle necessità riscontrate. Gli obiettivi generali della scelta sono orientati, oltre che alla riduzione delle emissioni e delle concentrazioni di particolato, anche all'incremento della biodiversità, all'attenzione nei confronti delle ridotte capacità allergogene, al valore del reimpiego delle specie e altri fattori estetici e funzionali.

PERCENTUALI DELLE SPECIE ARBOREE MESSE A DIMORA



PERCENTUALI DELLE SPECIE ARBUSTIVE MESSE A DIMORA

LE AREE DI INTERVENTO DEL PROGETTO

Il progetto prevede l'attuazione di interventi finalizzati all'incremento del patrimonio vegetale della città con lo scopo di migliorare la qualità dell'aria per la popolazione urbana maggiormente esposta. Per tale ragione gli interventi previsti dal progetto *Toscana Carbon Neutral* si collocano all'interno o ai margini del nucleo urbano di Empoli caratterizzati da differenti tematiche, come il rapporto con i corsi d'acqua, la prossimità di zone industriali e contesti residenziali.

Gli indirizzi progettuali prevedono l'integrazione con altri interventi, già realizzati o in corso di realizzazione, finalizzati anch'essi ad un processo di rigenerazione urbana e al potenziamento ecologico in coerenza con gli indirizzi e obiettivi della forestazione urbana, che principalmente prevedono la realizzazione di infrastrutture per la mobilità lenta e la risoluzione delle criticità dovute alla frammentazione ecologica e al consumo di suolo. Nelle pagine a seguire saranno brevemente descritte le aree soggette all'intervento, la loro ubicazione e le specie selezionate per i singoli settori. Sarà, inoltre, specificata la relativa stima dei benefici prodotti dai singoli interventi, calcolata in un lasso temporale pari a 30 anni dalla messa a dimora delle specie previste, in termini di stoccaggio della CO_2 e di rimozione NO_x e concentrazione di particolato PM_{10} e $PM_{2.5}$.

LOCALIZZAZIONE DELLE AREE DI INTERVENTO DEL PROGETTO "TOSCANA CARBON NEUTRAL"

Le aree di intervento, individuate nello schema planimetrico, sono raggruppate in 6 settori:

1. Ciclopista dell'Arno
2. Zona industriale - artigianale di Pontorme
3. Serravalle
4. Santa Maria
5. Zona industriale - artigianale del Terrafino
6. Ciclopista stazione - polo scolastico

settore 1. Ciclopista dell'Arno

Le aree ricomprese all'interno di questo settore, di dimensioni totali di circa un ettaro, sono accomunate tra loro dal percorso del sedime della pista ciclabile che si snoda lungo l'argine del fiume Arno.

ALBERI	ARBUSTI
Cercis siliquastrum	*Arbutus unedo*
Cornus mas	*Cotinus coggygria*
Fraxinus excelsior	*Prunus dulcis*
Juglans regia	*Pyrus piraster*
Liquidambar styraciflua	*Ramnhus alaternus*
Liriodendron tulipifera	
Magnolia grandiflora	
Morus spp	
Pinus pinea	
Platanus x acerifolia	
Populus alba	
Populus nigra	
Prunus avium	
Pterocarya fraxinifolia	
Quercus robur	
Sophora spp	
Viburnum tinus	

benefici stimati in 30 anni

CO_2 stoccata
171
tonnellate

$PM_{2.5}$ rimossi
7,8
kg

NO_2 rimossi
276
kg

settore 2. Zona industriale-artigianale di Pontorme

Tali aree, ubicate nella parte nord-est di Empoli, si configurano come accesso orientale al sistema infrastrutturale della città, nei pressi del quale sorge una vasta area produttiva e artigianale.

ALBERI	ARBUSTI
Cercis siliquastrum	*Cotinus coggygria*
Cornus mas	
Ginkgo biloba	
Liquidambar styraciflua	
Liriodendron tulipifera	
Prunus avium	
Quercus cerris	
Quercus ilex	
Quercus robur	
Viburnum tinus	

benefici stimati in 30 anni

CO_2 stoccata
69
tonnellate

PM_2 rimossi
3,3
kg

NO_2 rimossi
98,7
kg

settore 3. Serravalle

Le aree di questo settore si sviluppano lungo il sedime della Ciclopista dell'Arno a nord-est di Empoli, snodandosi lungo le principali infrastrutture di accesso alla città costeggiando il Parco di Serravalle.

ALBERI	ARBUSTI
Acer campestre	*Arbutus unedo*
Catalpa bignonioides	*Paulonia tomentosa*
Cercis siliquastrum	*Prunus cerasifera*
Fraxinus excelsior	*Prunus dulcis*
Ginkgo biloba	*Ramnhus alaternus*
Juglans regia	
Liquidambar styraciflua	
Liriodendron tulipifera	
Magnolia grandiflora	
Pinus pinea	
Platanus x acerifolia	
Prunus avium	
Quercus cerris	
Quercus robur	
Sophora spp	

benefici stimati in 30 anni

CO_2 stoccata
97
tonnellate

$PM_{2.5}$ rimossi
3,4
kg

NO_2 rimossi
142,9
kg

settore 4. Santa Maria

Tali aree, ubicate nella parte sud-ovest di Empoli, intercettano il principale accesso occidentale al sistema infrastrutturale della città, configurandosi come spartiacque tra un'area caratterizzata da ampi appezzamenti agricoli e aree urbanizzate.

ALBERI	ARBUSTI
Cercis siliquastrum	*Arbutus unedo*
Cornus mas	*Cotinus coggygria*
Ginkgo biloba	
Juglans regia	
Liquidambar styraciflua	
Liriodendron tulipifera	
Magnolia grandiflora	
Quercus robur	
Sophora spp	
Viburnum tinus	

benefici stimati in 30 anni

CO_2 stoccata
47
tonnellate

$PM_{2.5}$ rimossi
2,9
kg

NO_2 rimossi
81,3
kg

settore 5. Zona industriale-artigianale del Terrafino

Le aree di questo settore si sviluppano principalmente lungo il sistema infrastrutturale a servizio dell'area produttiva del Terrafino.

ALBERI	ARBUSTI
Acer campestre	*Arbutus unedo*
Catalpa bignonioides	*Lagestroemia indica*
Celtis australis	*Prunus cerasifera*
Cercis siliquastrum	*Pyrus piraster*
Fraxinus excelsior	
Juglans nigra	
Juglans regia	
Ligustrum lucidum	
Liquidambar styraciflua	
Magnolia grandiflora	
Platanus x acerifolia	
Populus alba	
Populus nigra	
Prunus avium	
Quercus robur	
Sophora spp	

benefici stimati in 30 anni

CO_2 stoccata
247
tonnellate

$PM_{2.5}$ rimossi
6,5
kg

NO_2 rimossi
267,1
kg

settore 6. Ciclopista stazione-polo scolastico

Le aree ricomprese all'interno di questo settore ricadono in una porzione centrale della città di Empoli adiacenti alla pista ciclabile e alla viabilità lenta interna alla città.

ALBERI	ARBUSTI
Catalpa bignonioides	*Arbutus unedo*
Cedrus spp	*Cotinus coggygria*
Celtis australis	
Cornus mas	
Ginkgo biloba	
Liriodendron tulipifera	
Platanus x acerifolia	
Quercus ilex	
Sophora spp	
Viburnum tinus	

benefici stimati in 30 anni

CO_2 stoccata
40
tonnellate

$PM_{2.5}$ rimossi
2,8
kg

NO_2 rimossi
91,6
kg

capitolo 7.

Conclusioni

La consapevolezza di quanto le piante siano indispensabili per migliorare la qualità della vita nelle nostre città, è ormai un dato comune. Una città moderna dovrebbe avere una copertura arborea non inferiore al 20% della sua superficie, una percentuale di superfici permeabili la più ampia possibile ed usare per quanto può, dove può e come può, le risorse naturali per risolvere, o meglio, alleviare il problema dell'impatto ambientale. Intervenire sulle piante oggi equivale a intervenire sulla salute delle persone: a detta dell'OMS l'inquinamento atmosferico è una delle principali cause di morte prematura in Europa ed ogni ondata di calore porta con sé un aumento della mortalità. La conoscenza del patrimonio vegetale della città e dei benefici che questo porta ai cittadini, diventa, quindi, uno strumento fondamentale su cui pianificare qualunque politica futura, una spinta per le amministrazioni a fare sempre meglio in questo ambito fondamentale per la resilienza delle nostre città. L'attenzione che l'amministrazione di Empoli sta ponendo su questo argomento, anche attraverso questo studio, è fondamentale e dovrebbe essere accompagnata negli anni futuri da un costante impegno verso l'obiettivo di aumentare le superfici arboree della città.

bibliografia

Bibliografia

• I-Tree Eco User's Manual, v6.0 (2021)

• Martin, N. A. (2011). A 100% tree inventory using i-Tree Eco protocol: A case study at Auburn University, Alabama

• City of Providence. (2014). Providence's Urban Forest: Structure, Effects and Values. Providence, RI.

• PNAT, LINEE GUIDA OPERATIVE PER LA REDAZIONE DEI PROGETTI INTEGRATI DI FORESTAZIONE URBANA, con riferimento alla DGR 612 del 18 maggio 2020 e relativi allegati

• PNAT (2018). GREEN BENEFITS, ANALISI DEI BENEFICI DEL VERDE URBANO DI PRATO

• Zelaya A., Henning J., Binkley M., i-Tree 2015, New Innovations for Assessing Community Tree Services and Values

• Ferrini A., Fini A., Di Fernando M., Nicese F. P., DISPAA-UNIFI - Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente, Università degli Studi di Firenze, Della Rocca G., Tattini M., IPSP-CNR – Istituto per la Protezione Sostenibile delle Piante, Consiglio Nazionale delle Ricerche, D.D. 23042 del 17/11/2011. Azione 2 – REALIZZAZIONE SCHEDE TECNICHE, QUALIVIVA

•Alpino M., Citino L., Zeni F. (2021). Social cost of carbon: una metrica utile per valutare il Pnrr*. Energia e Ambiente

• https://lavoce.info/archives/88199/social-cost-of-carbon-una-metrica-utile-per-valutare-il-pnrr

• https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_opuscoliPoster_283_ulteriorialegati_ulterioreallegato_2_alleg.pdf

• https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_opuscoliPoster_283_ulteriorialegati_ulterioreallegato_0_alleg.pdf

• https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_paginaRelazione_1438_listaFile_itemName_6_file.pdf

• https://www.salute.gov.it/imgs/C_17_paginaRelazione_1438_listaFile_itemName_2_file.pdf

• Comune di Empoli, Regione Toscana (2020). Progetto integrato per l'abbattimento delle emissioni climalteranti in ambito urbano del Comune di Empoli, INCREMENTO DEL PATRIMONIO ARBOREO NELL'AMBITO DELLA STRATEGIA REGIONALE "TOSCANA CARBON NEUTRAL"

GREEN BENEFITS

benefici del verde urbano nella Città di Empoli

Le piante in ambiente urbano giocano un ruolo primario nella lotta ai cambiamenti climatici, producendo di fatto effetti concreti che migliorano la qualità del clima, dell'aria e del suolo. Il lavoro delle piante è silenzioso e costante e l'uomo spesso non lo percepisce. Anzi in ambito urbano, la natura spesso viene letta come un elemento accessorio che necessita di costose cure e manutenzioni che pesano nelle casse delle amministrazioni.

Quest'ultima pubblicazione, che chiude una triade sul tema delle Nature Based Solutions e sul verde della città di Empoli, ha lo scopo di ribaltare questa lettura sul ruolo delle piante in città.

PNAT
INSPIRED
BY PLANTS

COMUNE di EMPOLI