
**Stima del sequestro di CO₂
e di inquinanti atmosferici della vegetazione
presente presso il parco Allea di San Luca a Novara**



Report a cura dei ricercatori IBE-CNR

Luisa Neri, Giulia Carriero, Anna Corli, Osvaldo Facini, Rita Baraldi

Bologna, novembre 2022

1. Sintesi dei risultati	3
2. Premessa	5
3. Metodologia applicata	6
4. Risultati	7
4.1. CO ₂ sequestrata e accumulata	8
4.2. Inquinanti rimossi	9
4.3. Produzione di ossigeno e riduzione del ruscellamento	11

1. Sintesi dei risultati

Nel **Parco Allea di San Luca a Novara** è stata stimata la presenza di circa **1147 piante** appartenenti a **58 specie differenti**. Tra le piante presenti le più abbondanti sono *Aesculus hippocastanum*, *Platanus spp.*, *Carpinus betulus* e *Tilia cordata*. Il modello i-Tree ha stimato che le piante del Parco attualmente presenti sono in grado **di sequestrare dall'atmosfera ogni anno 67.6 t tonnellate di anidride carbonica (CO₂)**, e che dal momento della loro messa a dimora **hanno accumulato nella loro biomassa 3955.2 t di CO₂**, uno dei principali gas serra che partecipa all'innalzamento delle temperature. Le stesse piante hanno inoltre la capacità di depurare l'aria rimuovendo ogni anno dall'atmosfera **418.8 kg di inquinanti totali, tra questi per la maggior parte ozono (O₃, circa 301 kg/anno) diossido di azoto (NO₂, circa 49 kg/anno) e particolato (PM10, circa 57 kg/anno; PM2.5, circa 11 kg/anno)**, molto dannosi per la salute e il benessere dell'ambiente e delle persone. Le stesse piante sono in grado di produrre **49.1 t/anno di ossigeno e di ridurre il ruscellamento delle acque superficiali di circa 329 m³/anno**. Le piante di *Platanus spp.* e di *Aesculus hippocastanum* sono risultate essere le più efficaci, sia per le loro caratteristiche fisiologiche e morfologiche e sia per la numerosità di piante presenti per queste specie, essendo in grado di sequestrare rispettivamente circa **18 t e 12 t di CO₂ all'anno, accumulare rispettivamente circa 1210 t e 695 t di CO₂ e di rimuovere rispettivamente circa 112 kg e 74 kg di inquinanti**. In conclusione, i risultati emersi dalla simulazione hanno dimostrato l'importanza del Parco di Novara per i servizi ecosistemici che le piante presenti offrono.



Figura 1. Mappa e ubicazione del Parco Allea di San Luca a Novara.

Tabella 1. Risultati complessivi delle stime effettuate con il modello i-Tree Eco delle piante presenti nel Parco Allea di San Luca a Novara.

N piante	CO ₂ accumulata (t)	CO ₂ sequestrata (t/anno)	Inquinanti totali rimossi (kg/anno)	O ₃ (kg/anno)	NO ₂ (kg/anno)	PM10 (kg/anno)	PM2.5 (kg/anno)	Riduzione del ruscellamento (m ³ /anno)	Ossigeno prodotto (t/anno)
1147	3955.2	67.6	418.8	301.1	48.8	57.5	11.3	328.8	49.1

2. Premessa

Con questo studio il gruppo di ricerca “Fitorimedio e mitigazione ambientale” dell’Istituto per la BioEconomia del Consiglio Nazionale delle Ricerche di Bologna si è occupato, attraverso l’utilizzo di misure biometriche e modelli previsionali, della caratterizzazione delle specie vegetali del Parco Allea di San Luca a Novara, stimandone i più importanti servizi ecosistemici che forniscono durante la loro vita biologica nella mitigazione ambientale tra i quali: **il sequestro dall’atmosfera di anidride carbonica (CO₂), uno dei principali gas serra, il suo successivo immagazzinamento nella biomassa, la produzione di ossigeno (O₂) e la rimozione di alcuni importanti inquinanti atmosferici come l’ozono (O₃), il biossido di azoto (NO₂) e di zolfo (SO₂) e il particolato atmosferico (PM10 e PM2.5).**

Di seguito si riportano alcuni approfondimenti su questi servizi ecosistemici per la mitigazione atmosferica e il conseguente miglioramento della qualità dell’aria.

Sequestro e accumulo della CO₂: le piante, attraverso il processo della fotosintesi fondamentale per la loro crescita e sopravvivenza, sono in grado non solo di sequestrare in modo diretto la CO₂ dall’aria assorbendola attraverso le aperture stomatiche delle foglie, ma anche di immagazzinarla nei propri tessuti (radici, germogli e rami) sotto forma di biomassa.

Produzione di O₂: la produzione di ossigeno, che è direttamente correlata alla quantità di carbonio sequestrato durante la fotosintesi, è uno dei vantaggi più comunemente citato degli alberi.

Rimozione degli inquinanti atmosferici: con un processo simile all’assorbimento della CO₂, le piante possono agire come veri e propri filtri biologici in quanto possono assorbire anche inquinanti gassosi come O₃, molto pericoloso per la salute in quanto provoca danni all’apparato respiratorio e circolatorio, oltre a NO₂ e SO₂ e, grazie alle caratteristiche micromorfologiche delle foglie (peli fogliari, cere ecc.), intrappolare e trattenere sulla superficie fogliare il particolato atmosferico, così dannoso per le malattie croniche-acute che può provocare a carico dell’apparato cardiovascolare e respiratorio.

Riduzione del ruscellamento superficiale: con questo termine si intende la capacità delle piante di intercettare le precipitazioni atmosferiche attraverso la loro struttura (foglie, rami e tronco) e l’assorbimento radicale, riducendone così il ruscellamento superficiale, che può portare, in caso di piogge intense, a problemi di sicurezza per l’ambiente e per i cittadini.

3. Metodologia applicata

Per la stima della mitigazione è stato utilizzato il modello di calcolo **i-Tree Eco V6.0.29 del 2022**. Il modello è stato realizzato alla fine degli anni '90 come UFORE (Urban Forest Effects) e implementato e aggiornato dal Servizio Foreste del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America (USDA) con il supporto del gruppo di ricerca IBE-CNR allo scopo di poter essere contestualizzato nelle condizioni microclimatiche e di qualità dell'aria di diversi contesti territoriali italiani. Il modello utilizza diversi algoritmi che considerano i dati strutturali (altezza e diametro del fusto, dimensioni della chioma) e quelli dell'inquinamento atmosferico e delle condizioni micro meteorologiche locali. Poiché la sua applicazione permette di valutare gli effetti del verde sulla qualità dell'aria, esso può essere impiegato per analizzare diversi scenari e ipotesi di intervento, e quindi può costituire un utile supporto alle decisioni sulla gestione del verde.

Per utilizzare I-Tree Eco è stato costituito un database delle piante presenti nello stabilimento che contiene le seguenti informazioni che ci sono state fornite e che costituiscono gli input necessari per l'inizializzazione del modello:

- Nome scientifico della pianta
- Diametro del fusto a petto d'uomo (DBH = 1,3 m dal suolo)
- Esposizione
- Stato sanitario

I-Tree Eco acquisisce autonomamente i dati meteorologici e di qualità dell'aria in base alla localizzazione del sito in analisi fornita dai ricercatori IBE.

4. Risultati

Nel Parco Allea di San Luca sono presenti **1147 piante appartenenti a 58 specie differenti**. Tra queste la specie più rappresentata è *Aesculus hippocastanum* (178 piante, 15.5%), *Platanus spp.* (173 piante, 15%), *Carpinus betulus* (93 piante, 8%) e *Tilia cordata* (90 piante, circa 8%) (Tabella 2).

Tabella 2. Numero e percentuale delle piante presenti presso il Parco Allea di San Luca a Novara. In evidenza le piante più abbondanti del parco. In altre sono comprese le specie che rappresentano ciascuna meno dell'1% del totale

Specie	N piante	% piante per specie
<i>Acer negundo</i>	10	0.9
<i>Acer palmatum</i>	16	1.4
<i>Acer platanoides</i>	19	1.7
<i>Acer pseudoplatanus</i>	16	1.4
<i>Aesculus hippocastanum</i>	178	15.5
<i>Carpinus betulus</i>	93	8.1
<i>Cedrus atlantica v. glauca</i>	11	1.0
<i>Cedrus deodara</i>	57	5.0
<i>Celtis australis</i>	54	4.7
<i>Fraxinus excelsior</i>	11	1.0
<i>Fraxinus</i>	23	2.0
<i>Ginkgo biloba</i>	11	1.0
<i>Ligustrum japonicum</i>	10	0.9
<i>Liquidambar styraciflua</i>	37	3.2
<i>Liriodendron tulipifera</i>	25	2.2
<i>Platanus spp.</i>	173	15.1
<i>Populus nigra v. italica</i>	16	1.4
<i>Prunus pissardii</i>	29	2.5
<i>Prunus serrulata</i>	21	1.8
<i>Quercus robur</i>	18	1.6
<i>Quercus rubra</i>	30	2.6
<i>Taxus baccata</i>	31	2.7
<i>Tilia cordata</i>	90	7.8
<i>Tilia platyphyllos</i>	38	3.3
<i>Trachycarpus fortunei</i>	13	1.1
<i>Ulmus glabra</i>	16	1.4
<i>Ulmus spp.</i>	11	1.0
Altre specie	90	7.8
Totale	1147	

Come riportato in Figura 2, la suddivisione delle piante in funzione del diametro del tronco (DBH) mostra che la maggior parte delle piante presenti nel parco, cioè il 60%, ha il diametro del tronco pari a 35 cm, il 30 % ha un diametro di 75 cm, il 12% di 20 cm e in ultimo solo il 2% delle piante presenti ha un diametro del tronco di 100 cm.

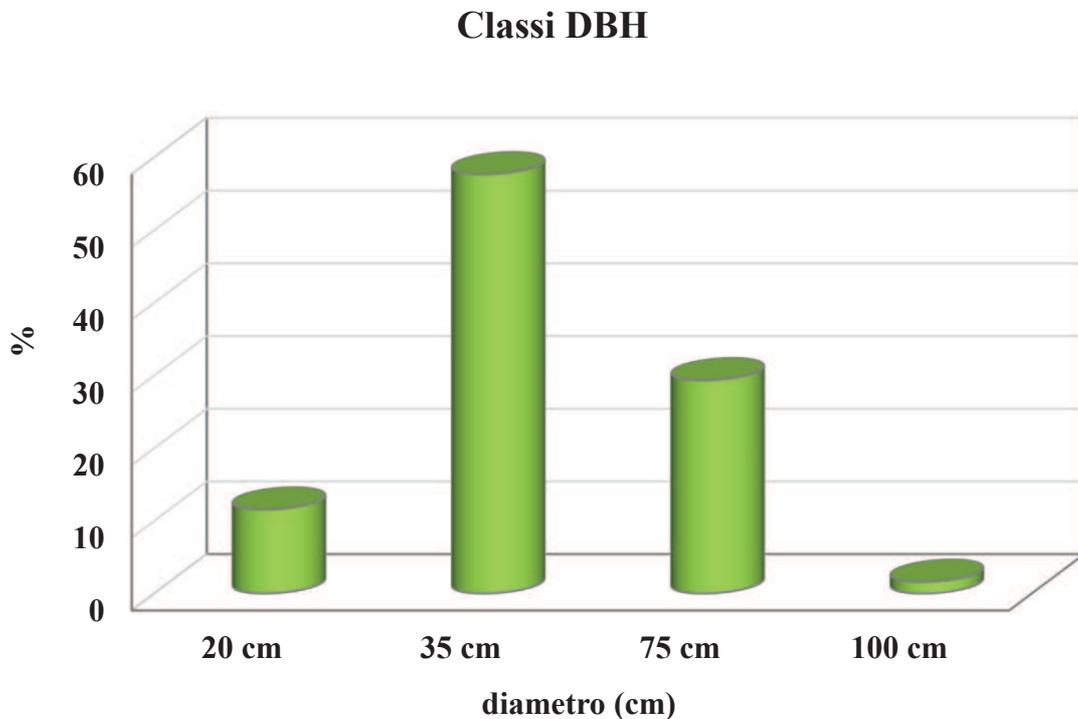


Figura 2. Distribuzione percentuale degli alberi in funzione della classe diametrale del fusto (DBH – diametro a 1,3 m).

4.1. CO₂ sequestrata e accumulata

Attualmente le **1147 piante presenti nel Parco Allea di Novara** sono in grado di **sequestrare 67.6 t/anno di CO₂**. Le stime indicano che in particolare **le 173 piante di *Platanus*** e **le 178 piante di *Aesculus hippocastanum***, per la loro numerosità e le loro caratteristiche fisiologiche e morfologiche, rimuovono la maggiore quantità di CO₂ sequestrando rispettivamente circa il **27%** (18 t/anno) e circa il **17%** (12 t/anno) del totale. Inoltre il modello ha stimato che le stesse piante del parco **hanno accumulato dalla loro messa a dimora complessivamente 3955 t di CO₂ nella loro biomassa**. In particolare per la loro numerosità e dimensioni le piante di ***Platanus spp.*** e **quelle di *Aesculus hippocastanum*** hanno accumulato il maggior quantitativo di CO₂, cioè rispettivamente il **31%** e circa il **18%** del totale (Tabella 3).

Tabella 3. Percentuale di CO₂ sequestrata e accumulata da parte delle specie presenti nell'area di studio. In neretto sono evidenziate le due specie più efficienti

specie	N piante	CO ₂ accumulata %	CO ₂ sequestrata %
<i>Acer negundo</i>	10	0.7	1.0
<i>Acer palmatum</i>	16	0.1	0.4
<i>Acer platanoides</i>	19	0.7	1.6
<i>Acer pseudoplatanus</i>	16	0.3	0.7
<i>Aesculus hippocastanum</i>	178	17.6	17.2
<i>Carpinus betulus</i>	93	5.3	3.9
<i>Cedrus atlantica v. glauca</i>	11	2.3	1.8
<i>Cedrus deodara</i>	57	7.8	6.9
<i>Celtis australis</i>	54	0.9	0.6
<i>Fraxinus excelsior</i>	11	0.7	1.0
<i>Fraxinus spp.</i>	23	0.8	1.6
<i>Ginkgo biloba</i>	11	0.3	0.3
<i>Ligustrum japonicum</i>	10	0.2	0.6
<i>Liquidambar styraciflua</i>	37	0.5	1.4
<i>Liriodendron tulipifera</i>	25	0.8	1.7
<i>Platanus spp.</i>	173	30.6	27.3
<i>Populus nigra v. italica</i>	16	6.8	6.4
<i>Prunus pissardii</i>	29	0.8	1.5
<i>Prunus serrulata</i>	21	1.0	1.3
<i>Quercus robur</i>	18	0.7	1.2
<i>Quercus rubra</i>	30	1.4	2.4
<i>Taxus baccata</i>	31	1.4	1.0
<i>Tilia cordata</i>	90	6.6	6.5
<i>Tilia platyphyllos</i>	38	3.3	3.0
<i>Trachycarpus fortunei</i>	13	0.1	0.1
<i>Ulmus glabra</i>	16	0.5	1.0
<i>Ulmus spp.</i>	11	1.5	1.6
<i>Altre</i>	90	6.0	6.2
Totale	1147		

4.2. Inquinanti rimossi

Per quanto riguarda gli **inquinanti totali rimossi**, intesi come la somma di ozono, biossido di azoto, biossido di zolfo e particolato (PM_{2,5} e PM₁₀), il modello ha stimato che la loro rimozione da parte degli alberi del Parco di Allea ammonta a circa **418.8 kg all'anno** con il maggior apporto dato nuovamente dalle piante di ***Platanus spp.*** e di ***Aesculus hippocastanum*** che rimuovono rispettivamente il 27% (112 kg/anno) e circa il 18% (74 kg/anno) degli inquinanti totali. Complessivamente gli inquinanti maggiormente rimossi sono l'ozono (O₃), il biossido di azoto (NO₂) e le PM₁₀ (Tabella 4, Figura 3).

Tabella 4. Percentuale di rimozione di inquinanti da parte delle diverse specie vegetali. In neretto sono evidenziate le due specie più efficienti.

specie	N piante	Inquinanti totali rimossi %
<i>Acer negundo</i>	10	0.8
<i>Acer palmatum</i>	16	0.4
<i>Acer platanoides</i>	19	0.7
<i>Acer pseudoplatanus</i>	16	0.5
<i>Aesculus hippocastanum</i>	178	17.6
<i>Carpinus betulus</i>	93	5.9
<i>Cedrus atlantica v. glauca</i>	11	0.8
<i>Cedrus deodara</i>	57	5.3
<i>Celtis australis</i>	54	6.2
<i>Fraxinus excelsior</i>	11	1.0
<i>Fraxinus spp.</i>	23	0.9
<i>Ginkgo biloba</i>	11	0.8
<i>Ligustrum japonicum</i>	10	0.2
<i>Liquidambar styraciflua</i>	37	1.5
<i>Liriodendron tulipifera</i>	25	1.8
<i>Platanus spp.</i>	173	26.7
<i>Populus nigra v. italica</i>	16	2.7
<i>Prunus pissardii</i>	29	0.7
<i>Prunus serrulata</i>	21	0.3
<i>Quercus robur</i>	18	0.8
<i>Quercus rubra</i>	30	3.2
<i>Taxus baccata</i>	31	1.3
<i>Tilia cordata</i>	90	8.4
<i>Tilia platyphyllos</i>	38	4.2
<i>Trachycarpus fortunei</i>	13	0.1
<i>Ulmus glabra</i>	16	0.7
<i>Ulmus spp.</i>	11	0.8
Altro	90	5.6
Totale	1147	

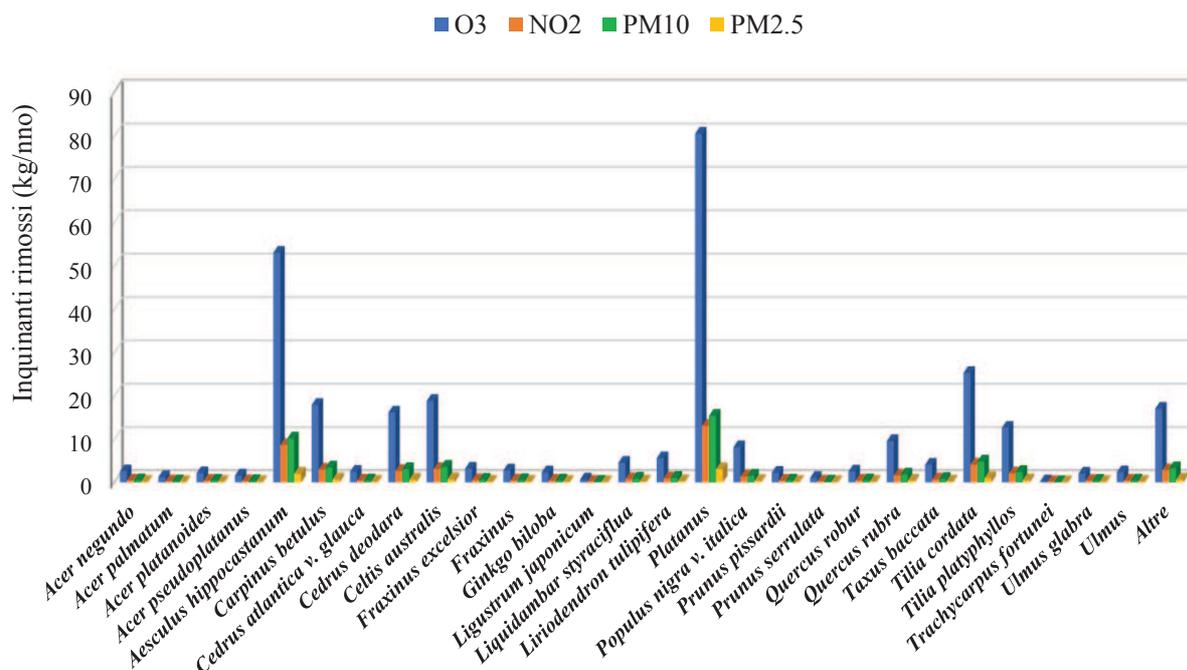


Figura 3. Rimozione di inquinanti (kg/anno) da parte delle specie vegetali presenti nel Parco Allea di San Luca a Novara.

4.3. Produzione di ossigeno e riduzione del ruscellamento

Infine il modello ha stimato che le 1147 piante presenti nel Parco Allea di Novara annualmente sono in grado di produrre **49.1 t/anno di ossigeno** e di **ridurre il ruscellamento delle acque piovane di 328.8 m³/anno**. In particolare il modello ha stimato che le **piante di *Platanus spp.*** danno il loro maggiore contributo nella riduzione del ruscellamento delle acque superficiali per la quantità di piante presenti e per le loro caratteristiche fisiologiche e morfologiche. La tabella 5 di seguito riporta i risultati complessivi delle stime effettuate con il modello i-Tree Eco per tutte le piante presenti nel Parco Allea. In neretto sono evidenziate le piante risultate più efficienti nella mitigazione ambientale.

Tabella 3. Riassunto dei risultati ottenuti con il modello iTree Eco per le 1147 piante presenti presso il Parco Allea di San Luca a Novara.

specie	N piante	CO ₂ accumulata (t)	CO ₂ sequestrata (t/anno)	inquinanti rimossi (kg/anno)	O ₃ (kg/anno)	NO ₂ (kg/anno)	PM10 (kg/anno)	PM2.5 (kg/anno)	Riduzione del ruscellamento (m ³ /anno)	Ossigeno prodotto (t/anno)
<i>Acer negundo</i>	10	28.1	0.7	3.5	2.5	0.4	0.5	0.1	2.9	0.5
<i>Acer palmatum</i>	16	5.7	0.3	1.7	1.2	0.2	0.2	0.0	1.6	0.2
<i>Acer platanoides</i>	19	26.4	1.1	2.9	2.1	0.3	0.4	0.1	1.8	0.8
<i>Acer pseudoplatanus</i>	16	13.7	0.5	2.2	1.6	0.3	0.3	0.1	1.7	0.3
<i>Aesculus hippocastanum</i>	178	694.6	11.6	73.6	52.9	8.6	10.1	2.0	57	8.4
<i>Carpinus betulus</i>	93	210.9	2.6	24.8	17.8	2.9	3.4	0.7	19.8	1.9
<i>Cedrus atlantica v. glauca</i>	11	92.0	1.2	3.3	2.4	0.4	0.5	0.1	2.3	0.9
<i>Cedrus deodara</i>	57	309.6	4.7	22.3	16.1	2.6	3.1	0.6	16.2	3.4
<i>Celtis australis</i>	54	36.0	0.4	26.1	18.8	3.0	3.6	0.7	21.2	0.3
<i>Fraxinus excelsior</i>	11	29.6	0.7	4.4	3.1	0.5	0.6	0.1	3.3	0.5
<i>Fraxinus spp.</i>	23	31.5	1.1	3.8	2.7	0.4	0.5	0.1	3.3	0.8
<i>Ginkgo biloba</i>	11	11.7	0.2	3.2	2.3	0.4	0.4	0.1	2.7	0.1
<i>Ligustrum japonicum</i>	10	9.4	0.4	0.9	0.6	0.1	0.1	0.0	0.5	0.3
<i>Liquidambar styraciflua</i>	37	19.6	0.9	6.3	4.5	0.7	0.9	0.2	3.9	0.7
<i>Liriodendron tulipifera</i>	25	32.2	1.1	7.7	5.5	0.9	1.1	0.2	5.9	0.8
<i>Platanus spp.</i>	173	1210.5	18.5	111.8	80.4	13.0	15.3	3.0	87.2	13.4
<i>Populus nigra v. italica</i>	16	270.7	4.3	11.2	8.1	1.3	1.5	0.3	9.2	3.1
<i>Prunus pissardii</i>	29	33.1	1.0	3.1	2.2	0.4	0.4	0.1	2.8	0.9
<i>Prunus serrulata</i>	21	38.3	0.9	1.4	1.0	0.2	0.2	0.0	1.9	0.6
<i>Quercus robur</i>	18	29.3	0.8	3.5	2.5	0.4	0.5	0.1	3.3	0.6
<i>Quercus rubra</i>	30	55.0	1.6	13.2	9.5	1.5	1.8	0.4	10.1	1.2
<i>Taxus baccata</i>	31	57.3	0.7	5.6	4.1	0.7	0.8	0.2	4.5	0.5
<i>Tilia cordata</i>	90	259.2	4.4	35.1	25.2	4.1	4.8	0.9	28.2	3.2
<i>Tilia platyphyllos</i>	38	130.5	2.1	17.5	12.6	2.0	2.4	0.5	14.3	1.5

specie	N piante	CO ₂ accumulata (t)	CO ₂ sequestrata (t/anno)	inquinanti rimossi (kg/anno)	O ₃ (kg/anno)	NO ₂ (kg/anno)	PM10 (kg/anno)	PM2.5 (kg/anno)	Riduzione del ruscellamento (m ³ /anno)	Ossigeno prodotto (t/anno)
<i>Trachycarpus fortunei</i>	13	3.7	0.0	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0	0.0
<i>Ulmus glabra</i>	16	20.7	0.7	2.8	2.0	0.3	0.4	0.1	2.3	0.5
<i>Ulmus spp.</i>	11	59.7	1.1	3.2	2.3	0.4	0.4	0.1	2.8	0.8
Altre	90	236.0	4.2	23.6	17.0	2.8	3.2	0.6	18.1	2.9
Totale	1147	3955.2	67.6	418.8	301.1	48.8	57.5	11.3	328.8	49.1