

COMMITTENTE

Comune di Cremona

Settore Mobilità Sostenibile, Verde Pubblico, Protezione Civile

Servizio Progettazione Verde e Rigenerazione Urbana

via dei Colonnetti, 2 - 26100 Cremona - verde.pubblico@comune.cremona.it

TITOLO ELABORATO

Riqualificazione e valorizzazione delle aree verdi e dei viali alberati in ambito urbano

TIPO ELABORATO

Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE)

DATA

20/04/2026



PROGETTISTA INCARICATO

Dottore agronomo Andrea Scandolara

Via Barosi 14 - Cremona

tel. 0372 6889021 - e-mail: [redacted]

O.D.A.F. Cremona n. 261

Sommario

1. Relazione generale	4
2.1 <i>Inquadramento territoriale, climatico della vegetazione spontanea</i>	4
2.2 <i>Stato di consistenza del patrimonio vegetale</i>	6
2.3 <i>Sostituzione, rinnovo e incremento delle alberature</i>	9
2.3.1 <i>Criteri d'intervento</i>	9
2.3.2 <i>Processo di scelta delle specie</i>	11
2.4 <i>Requisiti del materiale vegetale</i>	15
2.5 <i>Linee di intervento agronomico</i>	18
2. Proposta progettuale	24
3. Cronoprogramma	31
4. Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC)	33
5.1 <i>Descrizione generale dell'intervento</i>	33
5.2 <i>Analisi del contesto e dell'area di cantiere</i>	33
5.3 <i>Organizzazione del cantiere</i>	34
5.4 <i>Fasi di lavoro e analisi di sicurezza</i>	34
5.5 <i>Gestione delle interferenze</i>	36
5.6 <i>Dispositivi di protezione individuale</i>	36
5.7 <i>Gestione delle emergenze</i>	36
5.8 <i>Formazione e informazione</i>	37
5.9 <i>Costi della sicurezza</i>	37
5.10 <i>Conclusioni</i>	37
5. Piano preliminare di manutenzione	38
6.1 <i>Irrigazioni di soccorso</i>	38
6.2 <i>Monitoraggi fitosanitari</i>	38
6.3 <i>Rimozione dei tutori</i>	39
6.4 <i>Piani di Potatura</i>	39
6.5 <i>Sostituzione delle fallanze</i>	41
6. Le specie arboree	42
7. Computo metrico estimativo (stima di massima)	48
8.1 <i>Pulizia del sito di impianto</i>	49
8.2 <i>Impianto</i>	51
8.3 <i>Cure post impianto</i>	53
8. Computo sommario delle opere	54

9.	Valutazione dell'assorbimento di CO₂	55
10.1	<i>Premessa metodologica</i>	55
10.2	<i>Approccio adottato per il progetto</i>	55
10.3	<i>Stima dell'assorbimento di CO₂</i>	56
10.4	<i>Inquadramento rispetto al sistema urbano</i>	57
10.5	<i>Considerazioni finali</i>	57
10.	Conclusioni	58
11.	Bibliografia e sitografia	59

Introduzione

Il sottoscritto Andrea Scandolara, Dottore Agronomo iscritto all'Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Cremona, al n. 261 dell'Albo permanente, è stato incaricato dal Comune di Cremona Determinazione Dirigenziale n° 2694 del 23/12/2025 di svolgere il servizio di ingegneria e architettura relativo alla elaborazione del progetto di riqualificazione e valorizzazione delle aree verdi e dei viali alberati in ambito urbano.

Il presente Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica (PFTE) definisce la soluzione migliore tra varie alternative considerate, valutando costi, benefici, impatto ambientale e sociale, e potrà essere utilizzato come base durante la gara di appalto per la realizzazione di quanto proposto.

L'intervento si inserisce nel quadro degli strumenti di pianificazione comunale, con particolare riferimento al **Piano del Verde**, e persegue obiettivi di miglioramento della qualità ambientale, della sicurezza, della resilienza climatica e dei servizi ecosistemici offerti dal patrimonio vegetale urbano, finalizzato al potenziamento delle funzioni di connessione ecologica e mitigazione ambientale dei filari individuati e alle aree verdi di pertinenza.

1. Relazione generale

2.1 Inquadramento territoriale, climatico della vegetazione spontanea

Il territorio comunale di Cremona si colloca nella Pianura Padana centrale, all'interno di un contesto geomorfologico tipico della bassa pianura lombarda, fortemente modellato dall'azione dei grandi sistemi fluviali.

Dal punto di vista **geomorfologico**, l'area ricade prevalentemente nell'unità delle Paleovalli del fiume Serio e della valle del Morbasco, caratterizzate da superfici lievemente depresse rispetto al livello fondamentale della pianura. Tale unità, che rappresenta circa il 5,8% del territorio provinciale, comprende ripiani alluvionali antichi, posti a quote superiori rispetto agli alvei fluviali attuali e non più soggetti a fenomeni di inondazione. Si tratta di morfostrutture riconducibili ad antiche valli fluviali, spesso estese su superfici anche considerevoli.

I suoli risultano mediamente evoluti, con una falda freatica frequentemente presente a profondità ridotte, in alcuni casi prossima alla superficie. Nei livelli più profondi del profilo pedologico possono inoltre riscontrarsi orizzonti a contenuto organico, indicativi di passate condizioni di ristagno idrico o di sedimentazione fine.

Sotto il profilo geologico, il substrato è di origine sedimentaria, coerente con la genesi alluvionale che caratterizza l'intera pianura della bassa cremonese. Secondo i dati disponibili sul Geoportale di Regione Lombardia (Basi informative dei suoli), i terreni prossimi all'area sono classificabili prevalentemente come Luvisols, su substrato franco-sabbioso o sabbioso limoso, a tessitura media, con reazione subacida, capacità di scambio cationico media, assenza di calcare attivo e buon drenaggio. Tali caratteristiche risultano generalmente favorevoli allo sviluppo dell'apparato radicale delle specie arboree, pur richiedendo un'attenta valutazione delle condizioni idriche locali.

È necessario premettere che, nell'ambito di un programma di riqualificazione delle alberature in contesto urbano, i suoli disponibili per l'impianto non coincidono, nella maggior parte dei casi, con i suoli pedologicamente originari. Fatta eccezione per alcune aree a parco, lungo le viabilità cittadine si riscontrano frequentemente terreni di riporto, caratterizzati da un'elevata eterogeneità granulometrica, struttura compromessa, marcata compattazione e scarsa dotazione di sostanza organica.

Dal punto di vista fisico, tali suoli presentano una ridotta porosità totale e, in particolare, una limitata macroporosità, con conseguente diminuzione della permeabilità all'acqua e dell'aerazione radicale. Sotto il profilo chimico e biologico, risultano spesso poveri di elementi nutritivi essenziali e di attività biologica, con una carente presenza di microfauna e microflora edafica, componenti fondamentali per i processi di mineralizzazione, umificazione e simbiosi radicale.

Ulteriori criticità sono rappresentate dalla limitata profondità utile del suolo esplorabile e dalla presenza diffusa di sottoservizi (reti idriche, fognarie, elettriche, del gas e telecomunicazioni), che riducono significativamente il volume di suolo effettivamente disponibile per lo sviluppo dell'apparato radicale. Questo vincolo volumetrico limita l'ancoraggio meccanico, la capacità di approvvigionamento idrico e nutrizionale e la resilienza dell'albero agli stress abiotici.

L'insieme di tali fattori configura il suolo urbano come un ambiente altamente limitante per la crescita arborea, in particolare nelle fasi iniziali successive alla messa a dimora, fino al completo affrancamento dell'esemplare. In questo periodo, infatti, l'albero è maggiormente vulnerabile agli stress idrici, nutrizionali e meccanici, e richiede condizioni pedologiche e gestionali adeguate per garantire un corretto attecchimento e uno sviluppo equilibrato nel medio-lungo termine.

Il **clima** della pianura cremonese è di tipo continentale, con una relativa uniformità termica determinata dall'assenza di rilievi orografici significativi. Gli inverni sono freddi, con temperatura media di circa 2,5 °C, mentre le estati risultano calde e afose, con temperatura media intorno ai 23 °C. Il mese più freddo è gennaio (temperatura media 1,8 °C), mentre luglio rappresenta il mese più caldo (temperatura media 23,7 °C).

Le precipitazioni medie annue, comprensive di pioggia e neve fusa, mostrano un gradiente crescente da sud verso nord della provincia, passando da circa 700 mm nella porzione meridionale a valori prossimi ai 900 mm in quella settentrionale. Tale distribuzione è legata alla dinamica delle masse d'aria mediterranee che, risalendo la pianura verso l'arco alpino, incrementano la propria instabilità.

Le condizioni pedoclimatiche descritte influenzano in modo determinante la scelta delle specie arboree, le tecniche di impianto e i criteri di gestione agronomica, in particolare all'interno del contesto urbanizzato, dove le pressioni antropiche amplificano stress idrici, termici e fisici.

Dal punto di vista **fitoclimatico** e altitudinale, l'area rientra nella fascia planiziale. La vegetazione potenziale naturale, in condizioni di equilibrio ecologico e in assenza di disturbo antropico, è riconducibile al Querceto-Carpinetum planiziale padano, come descritto da Pignatti, dominato da boschi mesofili a prevalenza di querce e carpini.

Nello stato attuale, la flora spontanea potenzialmente presente nell'area urbanizzata e periurbana è fortemente condizionata dall'uso agricolo del suolo e dalla frammentazione degli habitat, risultando composta prevalentemente da specie tipiche dei campi coltivati e delle relative comunità infestanti. Nelle aree naturali e seminaturali più prossime, in particolare all'interno del Parco del Po e del Morbasco, si riscontrano invece specie arboree caratteristiche della Pianura Padana, quali la farnia (*Quercus robur*), l'olmo campestre (*Ulmus minor*), il salice bianco (*Salix alba*) e, con diffusione spesso legata a impianti artificiali o a dinamiche invasive, la robinia (*Robinia pseudoacacia*).

Lo strato arbustivo risulta generalmente ben sviluppato e diversificato, con presenza frequente di sambuco (*Sambucus nigra*) e rovi (*Rubus caesius*, *Rubus ulmifolius*).

In prossimità delle strade vicinali e delle infrastrutture lineari, la composizione floristica ricalca quella dei boschetti residuali, arricchita dalla presenza di pioppi (*Populus* spp.), acero campestre (*Acer campestre*) e ciliegio selvatico (*Prunus avium*). Sono inoltre comuni numerose specie naturalizzate di origine colturale, come noce (*Juglans regia*), melo (*Malus domestica*) e gelso (*Morus alba*), nonché specie di origine ornamentale ampiamente diffuse in ambito urbano, quali il platano (*Platanus x hispanica*) e l'acero negundo (*Acer negundo*).

Lo strato arbustivo sottostante è costituito principalmente da prugnolo (*Prunus spinosa*), sanguinello (*Cornus sanguinea*), rovi e sambuco, mentre risultano frequenti anche specie lianose e rampicanti, che conferiscono a questi nuclei vegetazionali un aspetto denso e articolato, tipico delle formazioni forestali planiziali residuali.

La flora presente nei parchi e lungo i viali urbani è invece fortemente antropizzata e è composta per la maggior parte da specie e cultivar di origine vivaistica, selezionate dall'uomo principalmente per caratteri ornamentali.

2.2 Stato di consistenza del patrimonio vegetale

Alla data di stesura della presente relazione il patrimonio arboreo Comunale, verificata tramite l'applicativo per la gestione del verde 'GINVE' consta di 15390 alberi appartenenti a 185 specie o varietà diverse. Le specie più frequenti sono il Tiglio europeo, seguito da Liquidambar, Pioppo cipressino, Acero campestre, Acero montano, Carpino, Frassino, Pino nero e Olmo.

Tabella 2.2-1: Elementi censiti

Tipologia	Specie	%
<i>Tilia europaea</i>	2528	16,4
<i>Celtis australis</i>	1052	6,8
<i>Populus nigra</i> "Italica"	605	3,9
<i>Liquidambar styraciflua</i>	601	3,9
<i>Acer campestre</i>	528	3,4
<i>Carpinus betulus</i> "Pyramidalis"	490	3,2
<i>Fraxinus ornus</i>	417	2,7
<i>Pinus nigra</i> "Austriaca"	399	2,6
<i>Ulmus pumila</i>	391	2,5
<i>Pyrus calleriana</i> "Chanticleer"	370	2,4
<i>Acer platanoides</i> "riccio"	361	2,3
<i>Robinia pseudoacacia</i> "Umbraculifera"	349	2,3
<i>Aesculus hypocaustanum</i>	332	2,2
<i>Robinia pseudoacacia</i> "Bessoniana"	310	2,0
<i>Acer negundo</i>	306	2,0

Raggruppando per generi quelli maggiormente rappresentati sono *Tilia*, *Acer*, *Celtis*, *Populus* e *Robinia* che insieme costituiscono circa la metà degli alberi presenti.

Tabella 2.2-2: Classificazione in base ai Generi più frequenti

Genere	n.	%
<i>Tilia</i>	2864	19
<i>Acer</i>	1837	12
<i>Celtis</i>	1082	7
<i>Populus</i>	983	6
<i>Robinia</i>	956	6
<i>Fraxinus</i>	863	6
<i>Carpinus</i>	663	4
<i>Liquidambar</i>	610	4
<i>Quercus</i>	501	3
<i>Ulmus</i>	474	3
<i>Pinus</i>	461	3
<i>Quercus</i>	455	3

La regola del 10-20-30, stabilita da Frank Santamour, mira a garantire la diversità delle specie arboree: afferma che nessuna specie arborea dovrebbe costituire più del 10% della foresta urbana di una città, nessun genere dovrebbe avere una quota superiore al 20% e nessuna singola famiglia dovrebbe costituire più del 30% della foresta urbana. L'obiettivo principale è evitare l'uso eccessivo di una sola specie (monocoltura), che renderebbe l'intero patrimonio arboreo vulnerabile a parassiti o malattie specifiche.

Questa regola, che va comunque applicata con flessibilità, porta a benefici per quanto riguarda aspetti importanti per un popolamento arboreo:

Resilienza: Se una malattia colpisce una specifica specie (come è avvenuto con l'olmo o il frassino), la perdita è limitata a una piccola percentuale, evitando la devastazione del paesaggio urbano.

Biodiversità: Promuove un ambiente più variegato che supporta diverse forme di vita animale e vegetale.

Adattabilità: Una maggiore varietà di specie assicura che la città abbia alberi in grado di sopravvivere a diversi stress climatici o ambientali.

Confrontando la popolazione arborea con la regola 10-20-30 osserviamo un buon indice di biodiversità con il solo *Tilia europaea* che eccede il 10% tra le specie, le altre sono ben distribuite.

La distribuzione degli alberi tra i diversi quartieri mostra una variabilità che può essere correlata alla loro diversa estensione territoriale, alla presenza di parchi urbani o grandi aree verdi concentrate in specifiche zone e a una differente densità edilizia, nonché alla pianificazione urbanistica storica. Il quartiere Po, il Cascinetto/villetta e S. Ambrogio sono i quartieri con maggior dotazione di alberi, mentre Boschetto, Maristella e Novati sono quelli

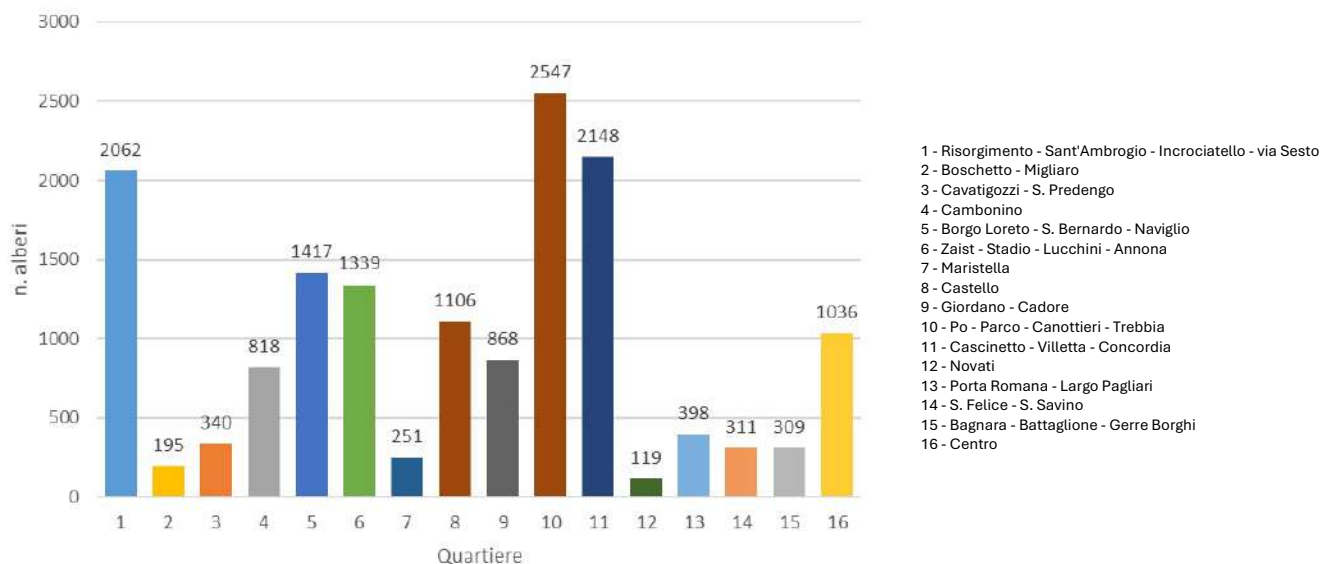


Figura 2.2-1: Suddivisione degli alberi per quartiere.

Dal punto di vista della pianificazione ambientale, il grafico evidenzia possibili criticità in termini di equità ecosistemica, suggerendo l'opportunità di interventi di incremento della copertura arborea nei quartieri meno dotati, anche in funzione dei benefici ecosistemici (mitigazione dell'isola di calore, assorbimento di CO₂, miglioramento della qualità dell'aria, incremento del benessere urbano).

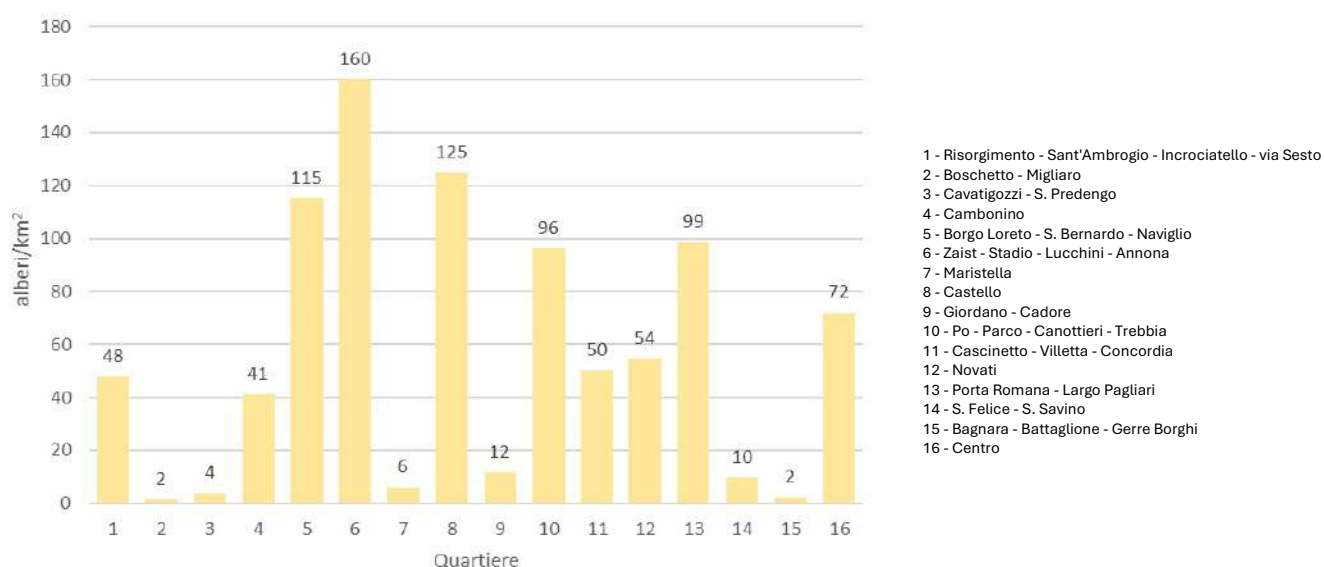


Figura 2.2-2: Numero di alberi per km² in ogni quartiere.

Se rapportiamo il numero di alberi all'estensione del quartiere quelli meno dotati sono quelli periurbani in cui è forte l'incidenza delle superfici agricole.

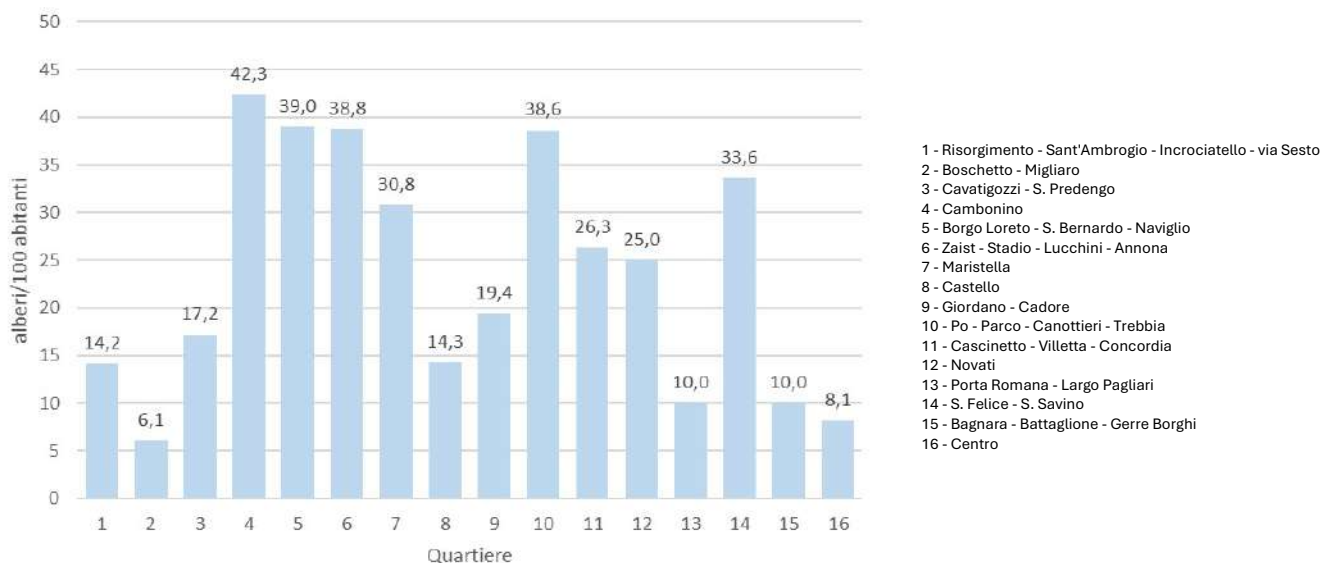


Figura 2.2-3: Numero di alberi ogni 100 abitanti in ogni quartiere.

Rispetto al numero di abitanti è possibile fare un confronto più significativo tra quartieri con diversa densità abitativa, i quartieri con minor presenza di alberi sono il Boschetto, Castello, Porta Romana, Bagnara e il Centro. Lo scarto elevato tra quartieri è indice di una marcata disomogeneità territoriale nella distribuzione del verde urbano in termini di accessibilità potenziale per residente.

2.3 Sostituzione, rinnovo e incremento delle alberature

2.3.1 Criteri d'intervento

Il programma di rinnovo della foresta urbana si struttura come un insieme coordinato di indirizzi strategici e scelte operative, orientati al conseguimento degli obiettivi delineati nel capitolo introduttivo. La pianificazione degli interventi richiede un approccio integrato, fondato sull'analisi di variabili biologiche, ecologiche e funzionali: l'adattabilità delle specie al clima locale, le loro caratteristiche morfologiche e dinamiche di crescita, il comportamento della chioma e dell'apparato radicale, il livello di frequentazione delle aree, il potenziale allergenico e il valore ornamentale.

La definizione dei criteri di intervento deriva dall'integrazione tra lo stato fitosanitario e strutturale attuale delle alberature comunali e le nuove esigenze emerse a seguito delle trasformazioni urbanistiche che hanno interessato la città nell'ultimo secolo.

Classe di Propensione al Cedimento (CPC)

Questa situazione offre anche l'opportunità di riconsiderare le scelte progettuali del passato. In diversi casi, infatti, sono stati impiegati alberi di prima grandezza in strade di sezione ridotta o in aiuole troppo contenute, talvolta ulteriormente compromesse dalla successiva realizzazione di marciapiedi che hanno ristretto lo spazio disponibile per l'apparato radicale. In altri contesti, l'ampiezza dei percorsi pedonali è risultata insufficiente, limitando l'accessibilità o impedendo il passaggio di carrozzine. L'introduzione di specie di dimensioni più contenute o caratterizzate da maggiore rusticità consente di migliorare la sostenibilità gestionale e di garantire uno sviluppo più equilibrato nel tempo.

Frequentazione delle aree

Un ulteriore criterio fondamentale consiste nella definizione di priorità in base alle caratteristiche e all'intensità d'uso delle diverse aree urbane. Strade e piazze ad alta frequentazione, così come contesti con alberi di grandi dimensioni, vetusti o con criticità strutturali, presentano una maggiore sensibilità rispetto a parchi o aree verdi con minore afflusso e densità arborea più bassa.

Ne consegue che, lungo le vie maggiormente trafficate, l'orientamento progettuale privilegerà specie o varietà con dimensioni adulte più contenute e maggiormente compatibili con lo spazio disponibile. Nei parchi e nelle zone con minore presenza di obiettivi sensibili, potrà invece essere favorita la messa a dimora di alberi di prima grandezza, in grado di esprimere appieno il proprio potenziale ecologico e paesaggistico.

Tutela dell'assetto delle alberate

La sostituzione puntuale di singoli esemplari all'interno di un filare può apparire, nell'immediato, una soluzione economica e conservativa. Tuttavia, questa scelta può generare nel tempo maggiori costi di gestione, difficoltà di sviluppo per le nuove piante e disomogeneità estetica dell'alberata.

I giovani alberi messi a dimora sotto la copertura di esemplari maturi tendono infatti a presentare accrescimenti ridotti, sviluppo eziolato e chiome asimmetriche; inoltre, durante l'abbattimento delle piante dominanti possono subire danni meccanici. Una gestione frammentata per singoli siti rende più complessa anche la pianificazione operativa e incide sui costi manutentivi. Per tali ragioni, ove possibile, il filare viene considerato come un sistema unitario, da progettare e gestire nel suo insieme.

Un obiettivo connesso alla progressiva sostituzione di alcune specie riguarda la riduzione della necessità di potature. La scelta di alberi adeguati al contesto e agli spazi effettivamente disponibili consente di limitare gli interventi di riduzione della chioma, con benefici economici, ambientali ed estetici. Alberi non sottoposti a tagli ripetuti risultano generalmente più sani, meno esposti all'ingresso di patogeni e agenti di carie e capaci di mantenere la forma tipica della specie, valorizzando il paesaggio urbano.

Valore storico e paesaggistico delle alberature

Tra i criteri da osservare assume particolare rilievo la tutela del valore storico-monumentale e paesaggistico di strade, piazze e viali, talvolta soggetti a specifici vincoli normativi. Il pregio delle alberature è strettamente connesso alla loro età, alle qualità estetiche, alla funzione ambientale e al ruolo identitario che rivestono nel contesto urbano.

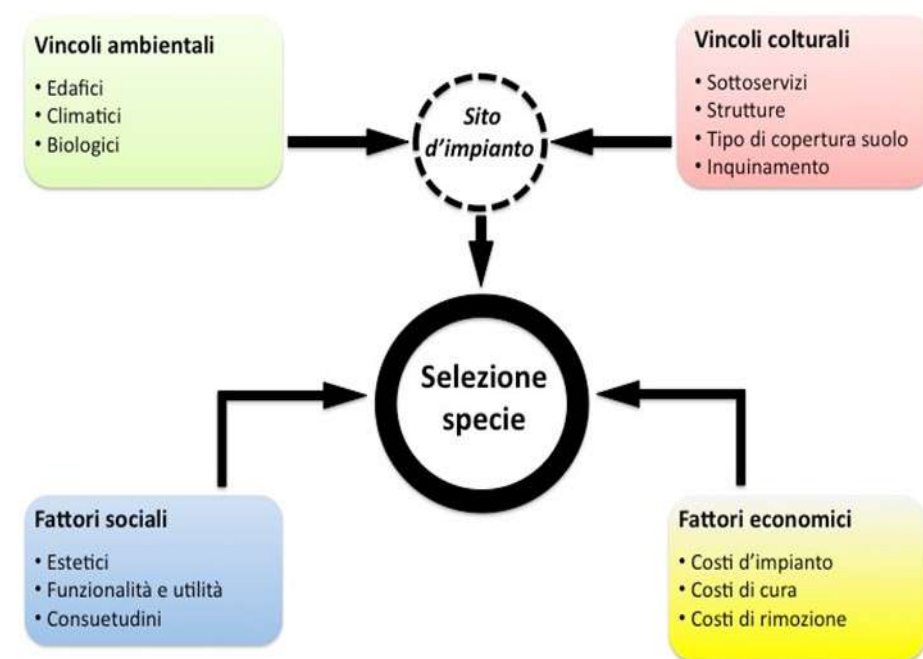
Disponibilità di siti per nuovi impianti

Dalla consultazione del database gestionale comunale GINVE risultano 2.735 posti pianta liberi, di cui 1.500 classificati come ceppaie e 1.235 come fallanze. È possibile che tali dati non siano pienamente aggiornati, poiché negli ultimi anni sono già stati effettuati diversi reimpianti. Solo attraverso specifici sopralluoghi sarà possibile verificare l'effettiva disponibilità dei siti, accertando se siano già stati riutilizzati o se sussistano vincoli che ne sconsiglino l'impiego, quali la presenza di sottoservizi, la collocazione in prossimità di incroci o passi carrai. I posti pianta effettivamente disponibili potranno essere destinati alla messa a dimora di nuovi alberi, prevedendo, ove necessario, la rimozione delle ceppaie o delle piante morte, lavorazioni che saranno oggetto di specifica quantificazione.

Ulteriori opportunità di impianto potranno infine emergere dall'analisi delle aree di proprietà comunale attualmente non utilizzate ma potenzialmente idonee ad accogliere nuove alberature.

2.3.2 Processo di scelta delle specie

La scelta delle specie da impiegare nella riqualificazione delle alberature di vie e aree verdi deve rispondere a criteri di solidità strutturale, sostenibilità gestionale e compatibilità con il contesto urbano. In particolare, è necessario privilegiare specie caratterizzate da costi manutentivi contenuti, limitate interferenze con reti aeree e sottoservizi, ridotto impatto sulle pavimentazioni, elevata rusticità, buona resistenza agli stress biotici e abiotici e comprovata capacità di adattarsi alle dinamiche climatiche in atto, garantendo al contempo un significativo contributo in termini di servizi ecosistemici.



Da R. Miller, R. J. Hauer, L. P. Werner - modificato

Figura 2.3-1: Fattori che influenzano la scelta della specie.

Il percorso decisionale deve quindi tradursi in una sintesi equilibrata tra esigenze sociali, valutazioni economiche e vincoli ambientali e culturali. Le alberature urbane, infatti, non rappresentano soltanto elementi ornamentali, ma costituiscono una infrastruttura cittadina: incidono sui processi ecologici urbani, contribuiscono alla regolazione microclimatica e alla qualità ambientale e svolgono un ruolo determinante nel miglioramento dell'efficienza complessiva dell'ecosistema urbano. Per questo la selezione del materiale vegetale assume un valore strategico nella pianificazione del verde e nella qualificazione del patrimonio arboreo pubblico.

Tabella 2.3 -1: Specie più diffuse nel verde urbano italiano (Ferrini 2014)

<i>Acer platanoides</i>	<i>Platanus x acerifolia</i>
<i>Acer pseudoplatanus</i>	<i>Populus spp</i>
<i>Aesculus hippocastanum</i>	<i>Quercus spp.</i>
<i>Celtis australis</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Styphnolobium japonicum</i>
<i>Ginkgo biloba</i>	<i>Tilia cordata</i>
<i>Liquidambar styraciflua</i>	<i>Tilia tomentosa</i>
<i>Liriodendron tulipifera</i>	<i>Tilia x europaea</i>
<i>Pawlonia tomentosa</i>	<i>Ulmus spp.</i>

Come già visto precedentemente un principio fondamentale è rappresentato dalla diversificazione specifica, condizione essenziale per assicurare stabilità e resilienza nel lungo periodo. La crescente diffusione di patogeni e insetti esotici, unita alla maggiore frequenza di eventi meteorologici estremi, rende particolarmente vulnerabili i sistemi arborei caratterizzati da scarsa biodiversità. La letteratura scientifica evidenzia come l'eterogeneità in termini di specie e genotipi costituisca uno dei principali fattori di mitigazione del rischio e di rafforzamento della capacità di risposta del verde urbano.

Tabella 2.3 -2: Classificazione in base ai generi più frequenti.

Denominazione	Note
<i>Acer buergerianum</i>	crescita lenta
<i>Acer campestre</i> (Queen Elizabeth)	crescita medio--lenta
<i>Acer opalus</i>	crescita media
<i>Acer cappadocicum</i>	crescita media, produce succhioni
<i>Aesculus indica</i> A. glabra	crescita media
<i>Brachychiton populneus</i>	crescita veloce
<i>Corylus colurna</i>	crescita media
<i>Gleditsia triacanthos</i> ♂	alcune malattie, branche codominanti, crescita veloce
<i>Ginkgo biloba</i> ♂	crescita medio--lenta
<i>Gymnocladus dioica</i> ♂	crescita media
<i>Koelreuteria paniculata</i>	crescita medio--veloce
<i>Juglans nigra</i>	crescita medio--veloce
<i>Melia azedarach</i>	crescita veloce
<i>Nyssa sylvatica</i>	crisi di trapianto, crescita lenta
<i>Parrothia persica</i>	crescita media
<i>Pyrus calleryana</i>	crescita medio--veloce
<i>Quercus muehlenbergii</i>	crescita medio--lenta
<i>Quercus suber</i>	crescita lenta
<i>Styphnolobium japonicum</i>	crescita medio--veloce
<i>Ulmus parvifolia</i>	tronchi codominanti, crescita veloce
<i>Zelkova serrata</i>	tronchi codominanti, (crescita medio--veloce)

In base ai dati scientifici disponibili e all'esperienza maturata sul territorio, vengono pertanto individuati obiettivi orientati al miglioramento delle prestazioni ambientali, dello stato fitosanitario, della capacità di adattamento e della resilienza complessiva del sistema arboreo. La selezione delle specie per i nuovi impianti dovrà perseguire i seguenti obiettivi generali e specifici:

Obiettivi generali

- contenere la presenza di ciascun genere o specie entro il 20%;
- diversificare cultivar e specie all'interno dei gruppi maggiormente rappresentati;
- incrementare la varietà delle specie alternative;

- valutare i potenziali rischi fitosanitari associati a specie e cultivar;
- aumentare l'impiego di specie tolleranti alla siccità;
- incrementare la biodiversità complessiva;
- promuovere sperimentazioni con alcuni esemplari di specie non comunemente utilizzate.

Obiettivi specifici

In base all'analisi della consistenza e della struttura del patrimonio arboreo comunale e considerando i criteri precedentemente descritti è possibile delineare i seguenti obiettivi specifici:

- incremento del genere *Platanus*, *Quercus* e *Tilia* in ambiti non stradali;
- reintroduzione del genere *Ulmus* mediante l'impiego di cloni resistenti alla grafiosi;
- qualora si ricorra ai tigli, in luoghi che lo consentano, preferenza per *Tilia tomentosa* e *T. euclora*, specie meno diffuse, più rustiche e tolleranti alla siccità;
- introduzione nei filari stradali di *Tilia* di varietà dello stesso genere ma di taglia più contenuta;
- Incremento dell'utilizzo di varietà piramidali e colonnari dove vi siano vincoli di spazio;
- nel reimpianto dei carpini, diversificazione mediante l'utilizzo di specie affini della famiglia *Corylaceae*, quali *Ostrya carpinifolia*;
- incremento nell'utilizzo di *Celtis occidentalis* o di specie affini della famiglia *Ulmaceae*, ad esempio del genere *Zelkova*;
- valutazione della possibilità di utilizzo di specie che offrano cibo e riparo per la fauna selvatica;
- avvio dell'introduzione del leccio (*Quercus ilex*) e di altre specie termofile e resistenti alla siccità;

2.4 Requisiti del materiale vegetale

Per materiale vegetale si intende tutto il materiale (alberi, arbusti, tappezzanti, sementi, ecc.) occorrente per l'esecuzione del lavoro. Questo materiale dovrà provenire da ditte appositamente autorizzate ai sensi delle leggi 18.6.1931, n. 987 e 22.5.1973, n. 269 e successive modificazioni e integrazioni. Le caratteristiche richieste per tale materiale vegetale di seguito riportate tengono conto anche di quanto definito dallo standard qualitativo adottato dalle normative Europee in materia. Le specie vegetali dovranno essere munite di passaporto fitosanitario.

Il materiale vegetale dovrà provenire da vivai ubicati in aree caratterizzate da condizioni pedoclimatiche analoghe a quelle del territorio di Cremona, privilegiando pertanto forniture di origine locale o, quantomeno, dell'Italia settentrionale, al fine di garantire un adeguato adattamento delle specie alle condizioni ambientali di impianto. Gli esemplari arborei dovranno presentare una circonferenza del fusto compresa preferibilmente tra 16–18 cm e 18–20 cm; tuttavia, in funzione della disponibilità vivaistica, potranno essere prese in considerazione anche misure differenti, previa valutazione tecnica di idoneità.

Il materiale vegetale dovrà corrispondere alle richieste del progetto secondo quanto segue:

- sanità, vigore e conformazione;
- circonferenza del fusto: misurata a un metro dal colletto;
- altezza di impalcatura: distanza intercorrente fra il colletto e il punto di inserzione al fusto della branca principale più vicina;
- diametro/volume del vaso;
- rispondenza varietale;

Caratteristiche merceologiche delle forniture

La scelta delle specie e varietà adeguate risulta condizione indispensabile per rendere più agevoli e razionali le manutenzioni e, quindi, per rendere più efficaci ed accettabili i risultati delle realizzazioni stesse.

All'atto della fornitura tutte le piante dovranno avere aspetto uniforme ed equilibrato, secondo il modello di crescita (habitus vegetativo) della specie e della cultivar. Gli alberi da porre a dimora devono avere il tronco nudo, diritto, senza ramificazioni (eccetto per le varietà vestite dal basso) per l'altezza di impalcatura richiesta (cm 180 - 200) e privo di deformazioni, ferite, cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scorticamenti, legature ed ustioni da sole; devono essere esenti da attacchi di insetti, malattie crittogamiche o virus.

La chioma deve avere una conformazione corrispondente a quella tipica della specie; deve presentarsi ben ramificata, equilibrata ed uniforme e proporzionata al diametro del fusto. Inoltre, i getti della chioma devono essere vigorosi e il getto guida (leader) deve essere diritto nell'allungamento della chioma ad eccezione delle

chiome sferiche e di quelle a forma ricadente che di norma vengono coltivate senza il getto principale. La parte aerea delle piante deve avere portamento e forme regolari, presentare uno sviluppo robusto, non “filato” o che dimostri una crescita troppo rapida o stentata.

Il punto di innesto non deve presentare sintomi di disaffinità. Le zolle devono essere ben imballate con apposito involucro (juta, paglia, teli di plastica ecc.) rinforzato, se le piante superano i 3-4 metri di altezza, con rete metallica, oppure realizzato con pellicola plastica porosa o altro metodo equivalente. La zolla dovrà apparire ben radicata e mantenuta compatta dalle radici, senza crepe o fessurazioni evidenti, con struttura e tessitura tali da non determinare asfissia. L'apparato radicale dovrà presentarsi ben accestito, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari fresche e sane, privo di tagli di diametro maggiore di 1-2 cm. Le piante devono aver subito nella fase di allevamento almeno tre trapianti o zollature; l'ultimo trapianto o rizollatura delle piante dovrà risalire a non più di tre anni.

Le piante devono risultare esenti da attacchi parassitari, da danni da urti, scortecciature, legature, ustioni da sole. Le piante arbustive dovranno essere fornite in contenitore, non dovranno avere portamento filato e si dovranno presentare ben ramificate fin dalla base, con un minimo, vicino a quest'ultima, di tre ramificazioni. Per quanto concerne la messa a dimora delle piantine (il cui apparato radicale dovrà in ogni caso essere proporzionato rispetto alle dimensioni della chioma) il periodo più idoneo è quello del riposo vegetativo, anche se per le piante in contenitore non vi sono particolari limitazioni; particolare cura dovrà essere posta sia durante l'acquisto del materiale vegetale, verificandone attentamente la provenienza, lo stato sanitario (assenza di malattie, parassiti, ferite, ecc.) e le dimensioni, sia durante il trasporto e la messa a dimora delle piante, al fine di evitare loro ferite, traumi, essiccamenti.

La Ditta incaricata ha l'obbligo di dichiarare la provenienza di alberi e arbusti e questa deve essere accettata dalla Direzione Lavori, la quale ha comunque la facoltà di effettuare visite ai vivai per scegliere le piante di migliore aspetto o comunque idonee per i lavori da realizzare, e parimenti la facoltà di scartare quelle non rispondenti alle caratteristiche ricercate in quanto non conformi ai requisiti fisiologici e fitosanitari che garantiscano la buona riuscita dell'impianto, o che non ritenga comunque adatte alla sistemazione da realizzare.

In ogni caso la Ditta deve fornire le piante corrispondenti, per specie, cultivar, caratteristiche dimensionali (proiezione, densità, forma della chioma ecc.), alle specifiche richieste, scartando quelle con portamento stentato, irregolare o difettoso.

Le specie vegetali dovranno essere munite di passaporto fitosanitario.

La non conformità per mancata rispondenza del prodotto ai dettagli di fornitura stabiliti dovrà essere preventivamente comunicata (es. piante con misure differenti o varietà non perfettamente corrispondenti a quelle richieste), e dovranno essere valutate azioni correttive per la loro risoluzione quando possibile.

I materiali vegetali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni del presente capitolato ed essere della migliore qualità: possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione del direttore dei lavori; in caso di contestazioni, si procederà ai sensi del D.lgs 50/2016, del DPR 207/2010 e D.M. 24/12/2015 (G.U. n. 16 del 21/01/2016) - Criteri Ambientali Minimi”.

L'accettazione dei materiali e dei componenti è definitiva solo dopo la loro posa in opera. Il direttore dei lavori può rifiutare in qualunque tempo i materiali e i componenti deperiti dopo la introduzione in cantiere, o che per qualsiasi causa non fossero conformi alle caratteristiche tecniche risultanti dai documenti allegati al contratto; in questo ultimo caso l'appaltatore deve rimuoverli dal cantiere e sostituirli con altri a sue spese.

2.5 Linee di intervento agronomico

Per la buona riuscita dell'opera è fondamentale una corretta preparazione del sito di impianto, seguita dalle altre buone pratiche da eseguirsi durante e successivamente la messa a dimora delle piante.

Si prevede:

- decompattazione e miglioramento strutturale del suolo;
- eventuale ampliamento della zona attorno al colletto con rimozione dell'asfalto o del cemento
- incremento della sostanza organica mediante ammendanti certificati;
- eventuale sostituzione di esemplari compromessi.

Gli alberi forniti a radice nuda o in zolla devono essere messi a dimora preferibilmente durante la fase di riposo vegetativo, periodo in cui la pianta è meno sensibile agli stress da trapianto. L'attività di accrescimento dell'apparato radicale, infatti, si estende generalmente su un arco temporale più ampio rispetto allo sviluppo della parte aerea. Devono essere evitate le operazioni di impianto in presenza di gelo o di suolo congelato, così come risultano sconsigliati gli interventi in coincidenza con l'inizio della ripresa vegetativa o durante periodi caratterizzati da temperature elevate, che possono compromettere l'attecchimento.

L'intervento di depavimentazione prevede la rimozione controllata delle superfici impermeabili esistenti (conglomerato bituminoso e/o calcestruzzo) in adiacenza al colletto degli esemplari arborei, al fine di incrementare la superficie di suolo permeabile e migliorare gli scambi gassosi e idrici a livello radicale

Il materiale di risulta dovrà essere completamente rimosso, compresi eventuali sottofondi e strati di allettamento, fino al raggiungimento del terreno vegetale, che dovrà essere successivamente decompattato e, se necessario, migliorato mediante apporto di substrati idonei. L'obiettivo progettuale è ottenere, per ciascun albero, una superficie libera da inerti preferibilmente pari a 2,00 × 2,00 m; qualora vincoli fisici o infrastrutturali non consentano il raggiungimento di tale dimensione, dovrà essere comunque garantita la massima estensione possibile di suolo permeabile, nel rispetto delle condizioni di stabilità e sicurezza del contesto urbano.

Prima della messa a dimora, il volume di suolo potenzialmente esplorabile dalle radici deve essere adeguatamente predisposto. Nella maggior parte dei contesti urbani, le operazioni preliminari riguardano principalmente la rimozione della vegetazione infestante, comprese le parti in grado di rigenerarsi, e l'eliminazione di materiali estranei o non idonei. È opportuno intervenire preventivamente sulle specie vegetali che potrebbero esercitare competizione nei confronti dei nuovi impianti. Una criticità ricorrente nei suoli urbani è rappresentata dall'elevato grado di compattazione, che può limitare lo sviluppo radicale. Il terreno circostante deve pertanto essere sagomato e livellato prima dell'impianto.

Qualora il suolo presenti condizioni strutturali e chimiche adeguate, non risulta necessario procedere alla sua sostituzione o modifica all'interno della buca di impianto. **Nel caso in cui, invece, le caratteristiche del terreno non siano sufficienti a garantire un corretto sviluppo della pianta, è opportuno migliorarne la qualità.** In tali situazioni, una parte del terreno originario viene generalmente mantenuta, integrandola con una limitata quantità di substrato idoneo. Interventi di miglioramento più incisivi risultano necessari esclusivamente in presenza di contaminazioni significative. Le operazioni di miglioramento del suolo mirano principalmente alla modifica delle sue proprietà fisiche, chimiche e biologiche. Per tali interventi deve essere utilizzato esclusivamente compost di elevata qualità.

Gli alberi collocati in terreni che presentano caratteristiche analoghe a quelle dei suoli agrari e che non risultano compromessi sotto il profilo fisico o chimico non richiedono, in genere, interventi particolari. Può tuttavia essere opportuno effettuare adeguamenti di lieve entità al fine di incrementare la capacità di adattamento e la vitalità delle piante, ad esempio attraverso il miglioramento del volume disponibile per l'apparato radicale, dell'aerazione del suolo, della capacità di trattenere l'acqua, della disponibilità di elementi nutritivi e del funzionamento della biocenosi del suolo.

Anche suoli che, nel complesso, risultano idonei alla messa a dimora di alberi possono presentare, a scala locale, condizioni di degrado o fattori limitanti, quali fenomeni di compattazione o la presenza di orizzonti discontinui o poco permeabili, in grado di ridurre in modo significativo lo spazio effettivamente utilizzabile dalle radici. Una volta individuate le principali criticità e le cause del degrado, è necessario procedere con interventi di miglioramento del suolo, finalizzati al ripristino delle condizioni favorevoli all'impianto, come precedentemente descritto.

Tali interventi possono comprendere:

- l'incremento del volume di suolo esplorabile dall'apparato radicale;
- la decompattazione dei livelli interessati;
- il rimescolamento di strati di suolo eterogenei o scarsamente permeabili;
- l'apporto di ammendanti idonei (quali compost o estratti di compost, sabbia, argilla, lapillo, biochar o materiali calcarei, in funzione delle esigenze specifiche);
- la sostituzione del terreno con un substrato di impianto di elevata qualità, da considerarsi esclusivamente nei casi in cui il suolo esistente non possa essere migliorato in modo adeguato.

Gli interventi di miglioramento devono interessare l'intero volume di suolo potenzialmente colonizzabile dalle radici, come indicato, e non limitarsi alla sola buca di messa a dimora.

L'impiego di fertilizzanti di sintesi è da evitare, in quanto può interferire negativamente con la rete trofica del suolo, inclusi i rapporti micorrizici. **Altri prodotti di supporto possono essere incorporati nel terreno o nel substrato**, previa valutazione tecnica e analitica, con l'obiettivo di favorire la funzionalità biologica del suolo, quali:

- compost,
- estratti di origine vegetale,
- nutrienti di tipo biologico,
- inoculi di batteri e funghi, comprese le micorrize.

I materiali idroassorbenti (ad esempio i gel idroretentori a base di poliacrilato di potassio) contribuiscono alla regolazione del bilancio idrico del suolo, migliorando l'assorbimento di acqua e nutrienti e stimolando l'attività microbiologica. Il loro utilizzo risulta particolarmente efficace su suoli sabbiosi o in contesti fortemente alterati, caratterizzati da una ridotta disponibilità idrica. Gli stimolanti radicali favoriscono invece l'emissione di nuove radici e accelerano la formazione di un apparato radicale funzionale.

La buca di impianto deve presentare un diametro pari ad almeno una volta e mezzo la larghezza dell'apparato radicale, nel caso di piante a radice nuda, o il diametro della zolla per piante zollate.

Considerato che l'estensione finale dell'apparato radicale, a maturità, supera ampiamente le dimensioni della buca, è necessario adottare tutte le misure possibili per favorire lo sviluppo delle radici anche al di fuori di essa. La profondità della buca è determinata dall'altezza del sistema radicale o della zolla, mentre il fondo deve essere adeguatamente decompattato. Il terreno rimosso durante lo scavo va accantonato separatamente per essere successivamente riutilizzato nel riempimento. Qualora lo scavo generi pareti lisce o compattate, è necessario intervenire manualmente per ridurne la consistenza, al fine di agevolare la penetrazione delle radici.

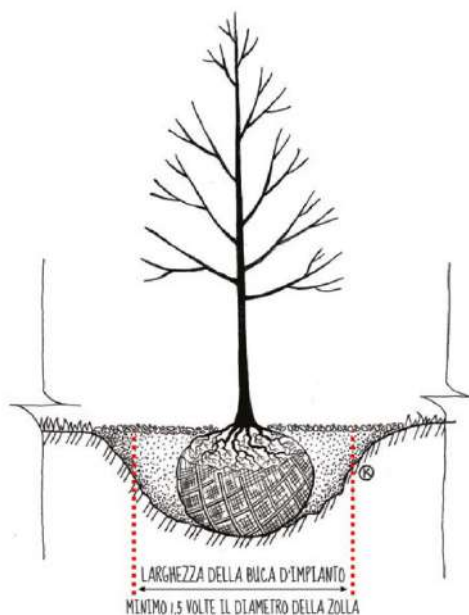


Figura Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.-2: **La buca di impianto.**

In fase di impianto, l'albero deve essere collocato in posizione centrale all'interno della buca. È fondamentale verificare la corretta collocazione del colletto, che dovrà risultare, al termine

dell'operazione, leggermente rialzato rispetto al piano di campagna, così da compensare i successivi assestamenti del terreno ed evitare interramenti eccessivi.

Nel caso di piante a radice nuda, le radici devono essere distribuite manualmente in modo uniforme. Per le piante in zolla, qualora questa sia contenuta in una rete metallica, è necessario rimuoverne la parte superiore o aprirla adeguatamente, evitando che ostacoli lo sviluppo del colletto e dell'apparato radicale.

Gli alberi con altezza pari o superiore a 1,5 m, così come quelli dotati di chioma già formata, devono essere opportunamente stabilizzati al momento della messa a dimora. I sistemi di sostegno hanno la funzione di garantire la stabilità dell'apparato radicale, consentendo al contempo un movimento controllato della parte aerea. La scelta del sistema più idoneo deve essere effettuata in relazione alle caratteristiche del sito. **Le modalità di sostegno si distinguono in tutoraggio e ancoraggio.**

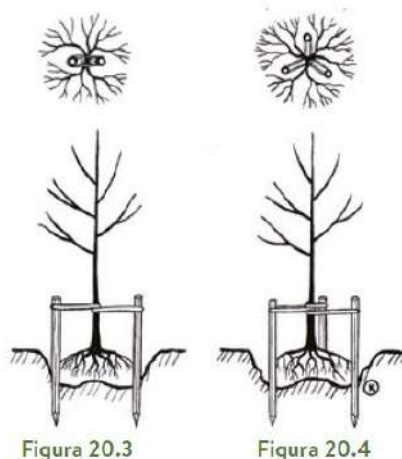
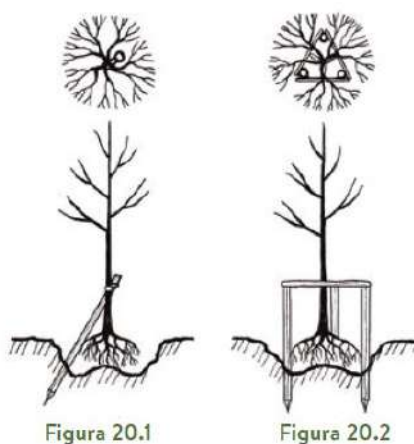


Figura 2.5-3: Tipologie di tutoraggio.



Figura 2.5-4: Esempio di un tutoraggio di buona qualità.

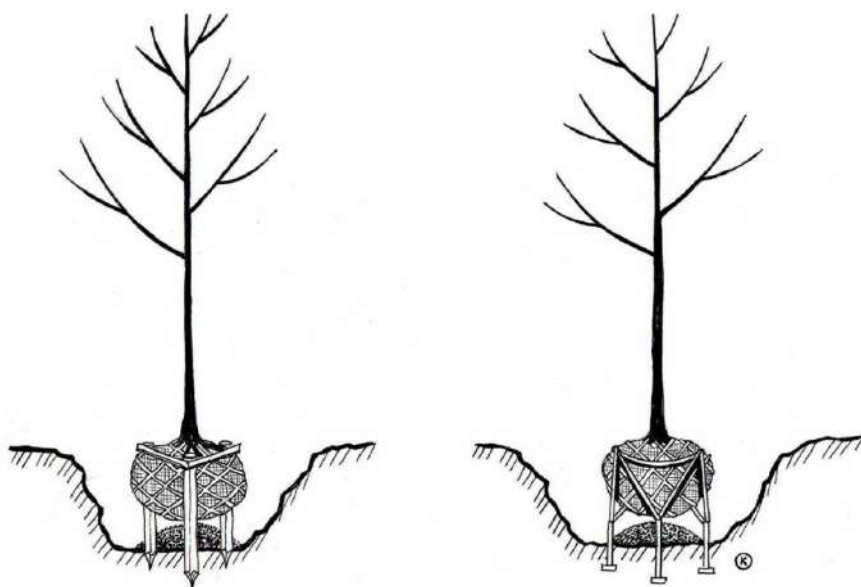


Figura 2.5-5: Esempio di un tutoraggio sulla zolla.

Il tutoraggio prevede l'installazione di pali che limitano le oscillazioni della pianta, agendo anche sulla zolla radicale, mentre l'ancoraggio consiste in sistemi che assicurano la stabilità della porzione ipogea e, di conseguenza, di quella epigea. Il tutoraggio deve garantire un sostegno efficace senza impedire un minimo movimento del tronco, necessario per favorire lo sviluppo delle radici laterali di ancoraggio. I dispositivi di sostegno devono essere installati in modo da evitare danni alla pianta per abrasione o sfregamento. Generalmente, i tutori vengono mantenuti per due o tre stagioni vegetative successive all'impianto. I pali devono essere posizionati durante la fase di scavo, conficcandoli nel fondo della buca, così da evitare lesioni all'apparato radicale. Il tutoraggio è da preferirsi sulle vie stradali perché la presenza di pali è un deterrente al parcheggio di automobili troppo vicino agli alberi e può limitare gli eventuali danni da urto. Gli ancoraggi sotterranei sono utilizzabili esclusivamente per piante fornite in zolla integra o in contenitore, e i loro componenti devono essere isolati dal contatto diretto con le radici.

Subito dopo la messa a dimora, l'area di impianto deve essere sottoposta a un'irrigazione abbondante.

Ove possibile, è consigliata la realizzazione di una conca o bordura per l'irrigazione, al fine di aumentare l'efficacia delle bagnature. È inoltre necessario verificare che l'acqua venga trattenuta nell'area di impianto, evitando fenomeni di dispersione verso le superfici circostanti.

È fortemente raccomandata la realizzazione di uno strato di pacciamatura alla base degli alberi di nuova piantagione, con uno spessore massimo pari a 5 cm; in contesti caratterizzati da clima secco o qualora vengano utilizzati materiali a granulometria grossolana, lo spessore può essere incrementato fino a 10 cm. In ogni caso, lo strato pacciamante deve essere mantenuto separato dal colletto della pianta, evitando qualsiasi contatto diretto che possa favorire fenomeni di marcescenza o alterazioni fisiologiche.

I materiali destinati alla pacciamatura devono essere compatibili con lo sviluppo della pianta e possedere caratteristiche tali da non ostacolare gli scambi gassosi e il passaggio dell'acqua nel suolo. Tra i materiali di origine organica idonei allo scopo possono essere impiegati:

- corteccia triturata,
- cippato di legno.

Le piante di elevata qualità vivaistica, conformi agli standard di produzione e fornitura, non necessitano di interventi di potatura al momento dell'impianto. L'esecutore dei lavori non deve pertanto procedere con operazioni di potatura in assenza di una specifica indicazione progettuale o direttiva della Direzione Lavori. La potatura in fase di messa a dimora non deve essere utilizzata come misura compensativa per carenze qualitative del materiale vegetale. Alberi che richiedano interventi correttivi di questo tipo non possono infatti essere considerati conformi ai requisiti richiesti per il materiale vivaistico di qualità.

2. Proposta progettuale

Il presente intervento previsto nell'ambito del progetto di piantumazione urbana è finalizzato alla riqualificazione e valorizzazione delle aree verdi e dei viali alberati in ambito urbano. L'iniziativa si inserisce in una strategia più ampia di miglioramento della qualità ambientale urbana che comprende anche altri progetti riguardanti i giardini di Piazza Roma, Piazza Papa Giovanni XXIII e Piazza Lodi. In particolare gli obiettivi di riferimento sono la mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici, all'incremento della biodiversità e alla valorizzazione paesaggistica degli spazi pubblici.

Come già descritto l'analisi preliminare ha interessato complessivamente 16 quartieri urbani, nei quali sono già presenti 15.264 alberi, distribuiti su 336 aree verdi tra parchi, filari stradali giardini pubblici e spazi residuali.

Dalla ricognizione è emersa una situazione generalmente consolidata ma caratterizzata da una distribuzione non uniforme delle alberature, con alcune zone densamente dotate e altre significativamente carenti. Il motivo è spesso dovuto alla conformazione urbanistica del quartiere, talvolta nei quartieri periferici le vie non prevedono la presenza di alberature stradali che sono invece presenti nei parchi e in maggior quantità nelle abitazioni private. Sono inoltre state individuate 96 ceppaie, testimonianza di precedenti abbattimenti, e la necessità di effettuare 18 abbattimenti mirati, dovuti principalmente a condizioni fitosanitarie gravemente compromesse, su piante giovani e di ridotte dimensioni il cui processo di attecchimento non ha avuto un esito favorevole, o su alberi morti messi in sicurezza di cui rimane parte del fusto .

Tabella 2-1: Quadro riassuntivo con dettaglio di piantagioni, ceppaie e abbattimenti per ciascuna zona.

Quartiere	Alberi presenti	Zone	Alberi nuovi	Zone nuove	n° alberi x Z.n.	Ceppaie	Abbattimenti
Q 1 - Risorgimento - S.Ambrogio - Incrociatello - via Sesto	2062	28	34			2	1
Q 2 - Boschetto - Migliaro	195	9	31			1	2
Q 3 - Cavatigozzi - S. Predengo	340	16	43	1	12	2	3
Q 4 - Cambonino	818	18	45	1	4	3	2
Q 5 - Borgo Loreto - S. Bernardo - Naviglio	1417	39	81	3	13	15	
Q 6 - Zaist - Stadio - Lucchini - Annona	1339	18	97			16	1
Q 7 - Maristella	251	11	48	3	26	2	
Q 8 - Castello	1106	27	96				
Q 9 - Giordano - Cadore	868	7	30			5	
Q 10 - Po - Parco - Canottieri - Trebbia	2547	41	76	1	8	6	3
Q 11 - Cascinetto - Villetta - Concordia	2148	30	85			20	1
Q 12 - Novati	119	6	31			6	5
Q 13 - Porta Romana - Largo Pagliari	398	15	34			3	
Q 14 - S. Felice - S. Savino	311	13	26			2	
Q 15 - Bagnara - Battaglione - Gerre Borghi	309	16	63	3	54	5	
Q 16 - Centro	1036	42	30	2	3	8	
Totale	15264	336	850	14	120	96	18

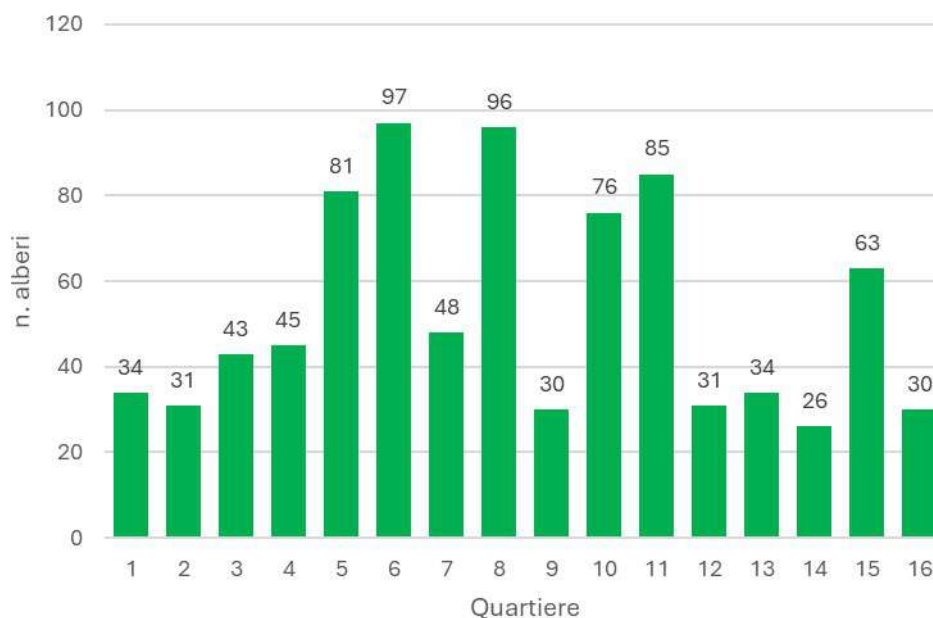


Figura 2-1: Distribuzione dei nuovi alberi per quartiere.

Il progetto prevede la messa a dimora complessiva di 850 nuovi alberi, accompagnata dalla realizzazione di 14 nuove aree verdi e dal rafforzamento delle alberature esistenti. Il numero dei nuovi alberi per quartiere risente fortemente della tipologia urbanistica del quartiere e quindi dalla abbondanza o meno di aree su cui poter piantare alberi, alcuni quartieri sono molto più cementificati rispetto ad altri e quindi gli spazi a disposizione sono stati variabili. Anche la dotazione esistente dei filari ha inciso molte delle nuove piante vanno ad integrare fallanze nei filari stradali.

Gli interventi sono stati progettati secondo una logica di riequilibrio territoriale e funzionale, intervenendo prioritariamente nei quartieri con minore dotazione arborea o maggiore pressione urbanistica. In particolare, le azioni previste comprendono:

- l'inserimento di nuove alberature in aree già esistenti, al fine di incrementarne la densità e migliorare la continuità vegetale;
- la creazione di nuove zone alberate, contribuendo alla formazione di nuovi spazi verdi fruibili;
- la sostituzione di esemplari non più idonei mediante abbattimenti controllati e successiva ripiantumazione.

L'intervento è stato calibrato tenendo conto delle caratteristiche morfologiche degli spazi, della presenza di infrastrutture e sottoservizi e delle esigenze di fruizione pubblica.

Tabella 2-2: Numero di nuove varietà e alberi e nuove introduzioni.

	n° varietà	n° alberi
N° piante		850
N° cultivar	100	
Cvs. già presenti a Cremona	59	499
Cvs. non presenti a Cremona	41	351
Cvs. ± nuove sul mercato	14	75

La selezione delle specie arboree è stata effettuata sulla base di criteri agronomici, ecologici e paesaggistici, privilegiando essenze in grado di adattarsi alle condizioni ambientali urbane e di garantire una buona resilienza nel medio-lungo periodo.

Il progetto prevede una elevata differenziazione floristica con l'impiego di 100 diverse cultivar, per un totale di 850 esemplari, così suddivisi:

- 59 cultivar già presenti nel territorio, per un totale di 499 alberi, al fine di mantenere continuità con il paesaggio esistente;
- 41 cultivar non ancora presenti, pari a 351 alberi, introdotte per aumentare la biodiversità e ridurre la vulnerabilità a patogeni specifici;

- tra queste, 14 varietà di recente introduzione sul mercato, per un totale di 75 esemplari, selezionate per le loro caratteristiche di resistenza e adattabilità.

Tale diversificazione rappresenta un elemento strategico per la gestione sostenibile del verde urbano e comprende sia specie consolidate nel contesto urbano locale, sia nuove introduzioni, al fine di incrementare la resilienza complessiva del sistema verde.

Di seguito vengono elencate le specie e varietà scelte e il numero di individui. La distribuzione delle specie evidenzia un equilibrio tra alberi ad alto fusto e specie di dimensioni più contenute, garantendo varietà strutturale e funzionale.

Tabella 2-3: Le specie e varietà scelte e relative quantità.

Specie	N°
Acer buergerianum	6
Acer campestre	15
Acer campestre 'Elegant'	31
Acer freemanii 'Autumn Blaze'	21
Acer negundo	4
Acer negundo 'Variegatum'	5
Acer platanoides	12
Acer platanoides 'Pacific Sunset'	9
Acer platanoides 'Deborah'	5
Acer platanoides 'Globosum'	3
Acer platanoides 'Norwegian Sunset'	8
Acer rubrum 'October glory'	22
Acer rubrum 'Red sunset'	11
Acer rubrum 'Scanlon'	20
Aesculus carnea 'Briotii'	16
Aesculus hippocastanum 'Baumannii'	8
Albizia julibrissin	7
Alnus glutinosa	2
Alnus spaethii	3
Amelanchier arborea 'Robin hill'	6
Carpinus betulus	19
Carpinus betulus 'Frans Fontaine'	29
Carpinus betulus 'Pyramidalis'	6
Catalpa bignonioides	4
Cedrus atlantica	2
Cedrus atlantica 'Glaucá'	2
Cedrus atlantica 'Pendula'	3
Celtis australis	8
Celtis occidentalis	9
Cercidiphyllum japonicum	13
Cercis siliquastrum	16

Cornus controversa 'Variegata'	2
Corylus avellana	3
Corylus columna	3
Crataegus laevigata 'Paul's Scarlet'	1
Crataegus lavalleyi 'Carrierei'	1
Cupressus sempervirens 'Obelisk'	6
Fraxinus angustifolia 'Raywood'	6
Fraxinus excelsior	4
Fraxinus ornus	27
Fraxinus ornus 'Obelisk'	16
Ginkgo biloba	4
Ginkgo biloba 'Princeton Sentry'	4
Gleditsia triacanthos	5
Gleditsia triacanthos 'Inermis'	7
Gleditsia triacanthos 'Skyline'	6
Gleditsia triacanthos 'Sunburst'	2
Juglans regia	3
Koelreuteria paniculata	4
Koelreuteria paniculata 'Fastigiata'	5
Lagerstroemia indica	3
Ligustrum japonicum 'Variegato'	3
Liquidambar styraciflua	9
Liriodendron tulipifera	6
Magnolia denudata 'Yulan'	2
Magnolia figo 'Stellar Ruby'	7
Magnolia grandiflora 'Gallisoniensis'	1
Magnolia kobus	20
Magnolia liliflora 'Nigra'	4
Magnolia soulangeana	1
Malus communis	1
Melia azedarach	3
Morus alba 'Fruitless'	11
Morus nigra	1
Morus plataniifolia 'Fruitless'	7
Nyssa sylvatica	4
Parrotia persica 'Vanessa'	22
Pinus wallichiana	1
Platanus acerifolia	6
Platanus hybrida 'Vallis Clausa'	8
Populus alba	12
Populus canescens	3
Populus nigra 'Italica'	2
Prunus accolade	4
Prunus avium	24
Prunus cerasifera 'Pissardii'	26
Prunus cerasifera 'Pissardii Nigra'	5
Prunus dulcis	7

Prunus dulcis 'Nigra'	5
Prunus persica	1
Prunus sargentii	11
Prunus serrulata 'Kanzan'	16
Prunus surbhitella 'Pendula Rubra'	4
Prunus yedoensis	4
Pyrus calleryana 'Chanticleer'	48
Pyrus pyraeaster	2
Quercus cerris	3
Quercus robur	9
Quercus robur 'Fastigiata Koster'	13
Robinia pseudoacacia 'Umbraculifera'	6
Salix babylonica	5
Sophora japonica	6
Tilia cordata 'Greenspire'	33
Tilia cordata 'Rancho'	17
Tilia euchlora	6
Tilia europaea	12
Tilia platyphyllos	2
Ulmus Sapporo Autumn Gold	2
Ulmus Vada	3
Zelkova serrata 'Green vase'	5
Totale	850

Questa distribuzione consente di evitare eccessive concentrazioni monospecifiche, aumentando la stabilità ecologica complessiva.

Le specie selezionate sono state suddivise in classi dimensionali in relazione allo sviluppo finale previsto, al fine di garantire un corretto inserimento nei diversi contesti urbani:

Tabella 2-4: Distinzione degli alberi scelti per classe di grandezza.

Classe	N° cultivar	N° piante
Albero I (>25m)	17	104
Albero II (15-25 m)	39	299
Albero III (8-15 m)	33	398
Albero IV (2.5-8 m)	11	49
Totale	100	850

Questa articolazione consente di rispondere in modo efficace alle diverse esigenze spaziali, funzionali e paesaggistiche, assicurando compatibilità con gli ambiti di intervento.

Il progetto una volta realizzato potrà conseguire i seguenti obiettivi:

- incremento della copertura arborea e del capitale naturale urbano;
- miglioramento del microclima locale, con particolare riferimento alla riduzione delle isole di calore;
- aumento della biodiversità vegetale;
- miglioramento della qualità dell'aria e dell'assorbimento di CO₂;
- valorizzazione estetica e funzionale degli spazi pubblici;
- incremento del benessere psicofisico della popolazione.

L'intervento proposto si configura come un'azione strutturata e strategica di forestazione urbana, basata su un approccio tecnico integrato che tiene conto degli aspetti ambientali, paesaggistici e gestionali. La combinazione tra incremento quantitativo delle alberature e diversificazione qualitativa delle specie contribuirà a rendere il patrimonio arboreo urbano più resiliente, sostenibile e capace di rispondere alle sfide future legate ai cambiamenti climatici e alla crescente urbanizzazione.

3. Cronoprogramma

Il cronoprogramma prevede:

- fase progettuale;
- approvazioni e autorizzazioni;
- esecuzione lavori (preferibilmente nel periodo autunno-invernale);
- collaudo e avvio delle manutenzioni.

L'affidamento dei lavori di realizzazione avverrà entro l'anno 2026.

L'intero intervento viene programmato in un unico lotto funzionale anche se interesserà più zone all'interno del perimetro cittadino. Questo comprende tutti gli interventi descritti con la sola esclusione del monitoraggio e delle manutenzioni che avverranno nei 5 anni successivi all'impianto.

Il collaudo finale avverrà entro aprile 2028.

Tabella 3-1: Cronoprogramma delle opere di pianificazione e dei lavori.

Attività	2026												2027												2028	2029	2030	2031
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic				
PFTE																												
Progetto definitivo																												
Approvazione progetto																												
Bando di gara assegnazione opere																												
Prenotazione alberature																												
Allestimento cantieri																												
Miglioramento dei siti di impianto																												
Messa a dimora alberi in vaso																												
Messa a dimora alberi in zolla																												
Monitoraggio																												
Irrigazioni																												
Potature di allevamento																												

4. Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC)

Il PSC sarà redatto ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e comprenderà:

- analisi dei rischi specifici;
- misure di prevenzione e protezione;
- coordinamento delle lavorazioni in ambito stradale.

Il Piano di Sicurezza e Coordinamento viene allegato alla presente relazione in una versione preliminare, coerente con l'attuale livello di definizione progettuale; lo stesso sarà successivamente integrato e completato sulla base delle indicazioni delle imprese appaltatrici e delle ulteriori informazioni tecnico-operative che si renderanno disponibili nelle fasi successive.

5.1 Descrizione generale dell'intervento

L'intervento si inserisce in un contesto urbano articolato e sensibile, caratterizzato da una forte presenza di traffico veicolare e pedonale, nonché da aree ad alta frequentazione come parchi pubblici e plessi scolastici.

Le lavorazioni previste comprendono una prima fase di rimozione (abbattimento alberi e fresatura ceppaie), seguita da una fase di ripristino ambientale con la messa a dimora di nuove alberature, e una fase finale di manutenzione prolungata.

Dal punto di vista della sicurezza, il cantiere non è da considerarsi "statico", ma piuttosto diffuso e mobile, con continui spostamenti delle squadre operative. Questo aspetto rappresenta uno degli elementi critici principali da gestire.

5.2 Analisi del contesto e dell'area di cantiere

Le lavorazioni si svolgeranno in contesti differenti:

- **Viabilità urbana trafficata**, dove il rischio principale è rappresentato dall'interferenza con il traffico veicolare
- **Parchi pubblici**, caratterizzati da presenza diffusa di pedoni e utenti non controllati
- **Aree scolastiche**, con presenza di minori e necessità di particolare cautela organizzativa

Un ulteriore elemento di complessità è dato dalla possibile presenza di sottoservizi interrati, che richiede verifiche preventive prima delle operazioni di scavo o fresatura.

5.3 Organizzazione del cantiere

Il cantiere sarà organizzato in forma temporanea e mobile, con allestimenti che cambiano frequentemente.

3.1 Delimitazione e segnalazione

Le aree di lavoro dovranno essere chiaramente delimitate mediante:

- transenne
- nastri segnaletici
- segnaletica conforme al Codice della Strada

Nei tratti su viabilità pubblica sarà necessario predisporre cantieri stradali temporanei, eventualmente con deviazioni del traffico o restringimenti di carreggiata.

3.2 Gestione degli accessi

Gli accessi alle aree di lavoro devono essere:

- controllati
- separati, ove possibile, tra mezzi e pedoni

Nei parchi e nelle scuole sarà necessario impedire l'accesso ai non addetti.

3.3 Aree di supporto

Saranno previste:

- aree di deposito materiali
- eventuali punti di rifornimento
- zone di carico/scarico

5.4 Fasi di lavoro e analisi di sicurezza

4.1 Abbattimento alberi

Questa fase rappresenta una delle più critiche per la sicurezza, in quanto comporta rischi elevati legati alla caduta incontrollata e all'uso di motoseghe.

Rischi principali:

- caduta dell'albero o di parti di esso
- contatto con attrezzature da taglio
- proiezione di schegge

Misure di prevenzione:

- delimitazione di un'area di sicurezza proporzionata all'altezza dell'albero

- pianificazione della direzione di caduta
- utilizzo esclusivo di operatori qualificati

4.2 Fresatura ceppaie

Questa lavorazione avviene con macchine operatrici specifiche e presenta rischi legati agli organi in movimento.

Rischi principali:

- contatto accidentale con la fresa
- proiezione di materiale
- esposizione a rumore e vibrazioni

Misure di sicurezza:

- utilizzo di macchine conformi CE
- mantenimento di una distanza di sicurezza
- uso obbligatorio di DPI adeguati

4.3 Lavorazioni su viabilità pubblica

Circa metà delle piantumazioni avverrà su strade trafficate.

Rischi principali:

- investimento da veicoli
- interferenze con traffico

Misure:

- predisposizione di segnaletica temporanea
- utilizzo di movieri, se necessario
- obbligo di alta visibilità per tutti gli operatori

4.4 Messa a dimora degli alberi

Questa fase comporta lavorazioni meno rischiose ma diffuse.

Rischi principali:

- movimentazione manuale dei carichi
- uso di attrezzature

Misure:

- utilizzo di mezzi meccanici per carichi pesanti
- formazione sulla movimentazione corretta

4.5 Lavori in parchi e scuole

Rischi principali:

- interferenza con pubblico e bambini

Misure:

- esecuzione lavori in orari controllati
- delimitazione efficace delle aree
- sorveglianza continua

4.6 Fase di irrigazione (24 mesi)

Questa fase si estende nel tempo e comporta lavorazioni ripetitive.

Rischi principali:

- scivolamenti
- interferenze con traffico

Misure:

- programmazione in orari a basso rischio
- segnalazione temporanea delle attività

5.5 Gestione delle interferenze

Le interferenze tra lavorazioni saranno gestite attraverso:

- pianificazione temporale delle attività
- coordinamento continuo tra imprese
- riunioni periodiche di sicurezza

5.6 Dispositivi di protezione individuale

I DPI rappresentano l'ultima barriera di protezione e comprendono:

- casco
- calzature antinfortunistiche
- guanti
- indumenti alta visibilità
- protezioni udito e occhi

5.7 Gestione delle emergenze

Dovrà essere garantita:

- disponibilità di kit di primo soccorso

- presenza di personale formato
- conoscenza dei numeri di emergenza (112)

5.8 Formazione e informazione

Tutti i lavoratori dovranno essere:

- formati ai sensi dell'art. 37
- addestrati all'uso delle attrezzature
- informati sui rischi specifici del cantiere

5.9 Costi della sicurezza

I costi della sicurezza comprendono:

- segnaletica
- delimitazioni
- DPI
- attività di coordinamento

5.10 Conclusioni

Il presente PSC evidenzia come l'intervento, pur non essendo complesso dal punto di vista tecnico, presenti **criticità elevate sotto il profilo della sicurezza**, dovute principalmente a:

- diffusione del cantiere
- interferenza con traffico e cittadini
- presenza di aree sensibili

La corretta applicazione delle misure previste e il costante coordinamento tra i soggetti coinvolti sono elementi essenziali per garantire condizioni di lavoro sicure.

5. Piano preliminare di manutenzione

Il piano di manutenzione, di seguito descritto nel dettaglio, prevede:

- irrigazione di soccorso nei primi anni;
- monitoraggi fitosanitari periodici;
- rimozione dei tutori dopo il terzo anno dall'impianto;
- potature di formazione e rimonda del secco;
- sostituzione delle fallanze.

6.1 Irrigazioni di soccorso

Al fine di garantire un efficiente adacquamento nei periodi siccitosi e valutata la situazione consolidatasi negli ultimi anni è opportuno dotare le giovani piante poste a dimora di un impianto fisso ad ala gocciolante, utilizzando o un eventuale pozzo presente in prossimità del più vicino fabbricato esistente, oppure un punto di captazione fisso o temporaneo da definirsi in sede esecutiva.

La soluzione migliore auspicabile sarebbe l'installazione di un contatore da parte del gestore della rete idrica, a cui verrà poi collegata una centralina Wi-Fi impostata per l'irrigazione secondo tempo e volumi pianificati, senza bisogno di manodopera aggiuntiva.

In caso di gravi difficoltà o impossibilità di installazione dell'eventuale impianto ad ala gocciolante l'irrigazione dovrà comunque essere eseguita ma mediante l'utilizzo di una autobotte. La temperatura dell'acqua al momento del suo utilizzo dovrà essere quanto più vicina possibile a quella dell'aria e del terreno.

- Irrigazione standard alberi: almeno 30 litri di acqua/pianta/intervento;
- Periodo di esercizio: da maggio a settembre (12 interventi minimi annui/pianta);
- Frequenza: da maggio a settembre: quindicinale; da luglio ad agosto: ogni 10 giorni.

6.2 Monitoraggi fitosanitari

E' buona norma condurre dei sopralluoghi atti a verificare la condizione fisiologica delle alberature recentemente messe a dimora in modo da individuare precocemente eventuali patologie fungine o attacchi di fitofagi e intervenire nel momento di maggior efficacia e prima che il danno subito possa compromettere la buona riuscita dell'impianto.

6.3 Rimozione dei tutori

Una volta che le piante messe a dimora avranno consolidato la loro posizione sarà possibile rimuovere gli ancoraggi usati nella fase di affrancamento (non prima del 3° anno). Al termine dei 5 anni di manutenzione programmata i tutori e i legacci saranno smaltiti secondo la normativa vigente. Un loro mantenimento successivo potrebbe portare a limitazioni nella crescita o ferite ai fusti degli alberi, con danni permanenti.

6.4 Piani di Potatura

Con sei o sette interventi di potatura nei primi 25-30 anni dopo la piantagione, è possibile sviluppare una buona struttura che predisporrà l'albero a diventare un elemento permanente nel paesaggio. Potature meno frequenti potrebbero essere necessarie se alberi da vivaio di buona qualità sono stati piantati con un fusto dominante e gli alberi sono stati irrigati adeguatamente fino al completo assestamento. Tuttavia, anche alberi da vivaio ben strutturati richiederanno potature regolari dopo la piantagione. Di seguito è riportato un esempio di programma di potatura per i primi 30 anni di vita di un albero.

Potare per mantenere un leader dominante (un tronco principale) riducendo la lunghezza o rimuovendo i leader concorrenti. Questo in genere significa accorciare i rami più lunghi con un taglio di riduzione. Idealmente, i tagli di riduzione non dovrebbero essere più grandi di 5-7,5 cm di diametro su compartimentatori scarsi e di 8-12,7 cm di diametro su compartimentatori buoni. (Vedi: dettagli sul decadimento da tagli di riduzione). Tagli più grandi possono causare decadimento significativo. Non lasciare che i rami con corteccia inclusa crescano troppo perché potrebbero staccarsi dall'albero. Questo si ottiene accorciando il ramo. Ridurre regolarmente la lunghezza di rami e rami bassi e vigorosi che saranno d'intralcio in seguito e dovranno essere rimossi; in genere questo significa accorciare tutti i rami che originano dai 6 metri inferiori del tronco. Sforzarsi di evitare che tutti i rami dell'albero crescano più grandi della metà del diametro del tronco. Gli alberi più vecchi possono essere potati in modo simile per creare o preservare una buona struttura.

Primi cinque anni dopo la piantagione

Nei primi cinque anni dopo la piantagione, la maggior parte dei rami è temporanea; tuttavia, non rimuovere più del 35% del fogliame vivo in una singola potatura. Questo ridurrà al minimo lo stress che l'albero potrebbe subire a causa della perdita di fogliame. Ridurre tutti i rami superiori a metà del diametro del tronco. Selezionare un fusto come guida e ridurre o rimuovere tutti i rami che competono con esso. Ridurre e/o rimuovere i rami grandi e vigorosi nella parte bassa della chioma e rimuovere eventuali rami rotti, crepati o gravemente danneggiati. Il ciclo di potatura e la dose per questi primi cinque anni devono essere determinati individualmente per ogni tipo e dimensione di albero: ad esempio, una potatura potrebbe essere programmata per il secondo e il quarto anno, oppure potrebbe essere necessaria solo una visita durante questo periodo.

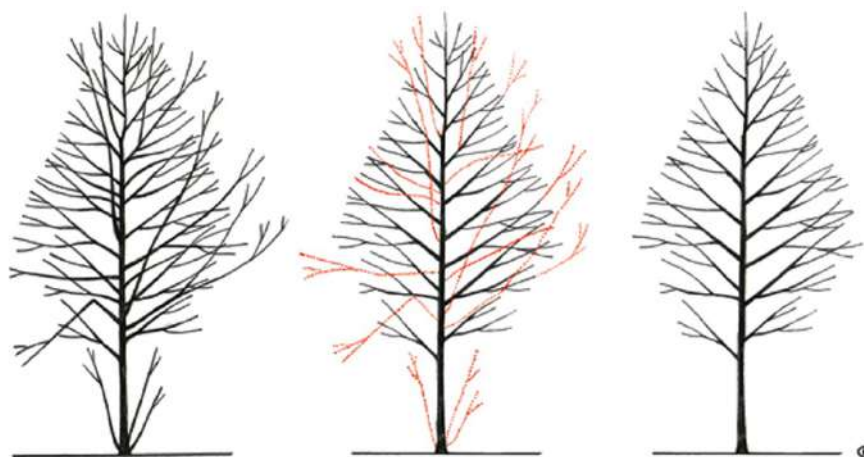


Figura 5-1: Potatura strutturale di un albero giovane.

Da cinque a vent'anni dopo la piantagione

Durante questa fase del programma di potatura, non rimuovere più del 25-30% del fogliame vivo in una sola volta. Selezionare il ramo permanente più basso della chioma e ridurre/rimuovere i rami più bassi. Continuare a ridurre tutti i rami di diametro superiore a metà del tronco. Identificare i rami più grandi della chioma permanente e ridurre tutti i rami entro 45 cm da questi. Ridurre i rami con corteccia inclusa e ridurre o rimuovere i leader concorrenti. Questo può essere fatto in più fasi se ci sono più di tre leader concorrenti. Anche in questo caso, il ciclo di potatura varierà. È necessario programmare almeno tre visite di potatura durante questo periodo.

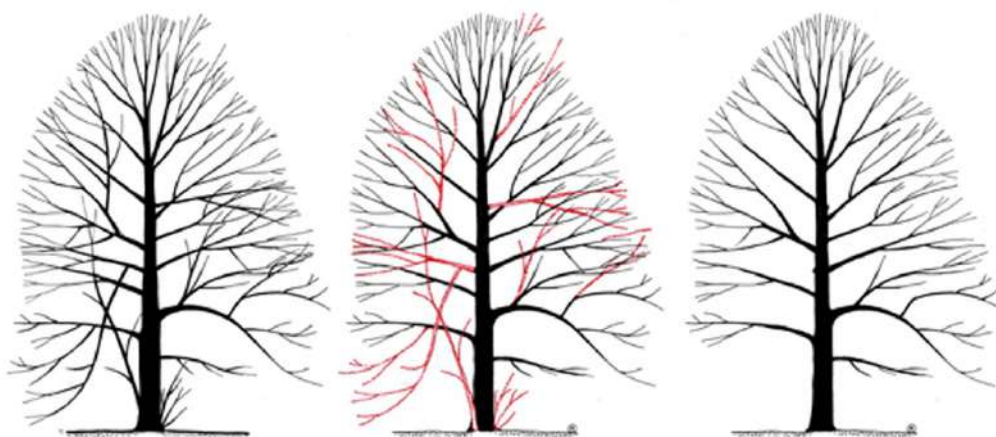


Figura 5-2: Potatura strutturale di un albero maturo.

Da venti a trent'anni dopo la piantagione

Rimuovere tutti i rami al di sotto del primo ramo permanente entro venti o trent'anni dopo la piantagione. Identificare 5-10 rami permanenti di sostegno e ridurre i rami entro 40-150 cm da questi per evitare rami raggruppati. Continuare a prevenire lo sviluppo di difetti riducendo i rami con corteccia inclusa e quelli che competono con il ramo principale.

6.5 Sostituzione delle fallanze

Le eventuali piante morte dovranno essere sostituite con materiale che possieda caratteristiche identiche a quello iniziale, in caso di impossibilità ogni eventuale modifica dovrà essere concordata con la Direzione lavori.

6. Le specie arboree

Il presente capitolo fornisce un'analisi tecnica e descrittiva delle specie arboree selezionate per il progetto, sintetizzando le informazioni fondamentali necessarie per una corretta pianificazione e progettazione del verde

La tabella che segue raccoglie i principali parametri biometrici di ogni varietà, con particolare riferimento all'altezza a maturità e al diametro della chioma, parametri essenziali per valutare l'ingombro spaziale e l'efficacia delle alberature nel tempo. I dati sono stati estratti e confrontati attraverso la consultazione dei più autorevoli cataloghi vivaistici internazionali (quali Bruns, Vannucci Piante, Coplant e Giorgio Tesi Group) e l'ausilio di strumenti digitali per la ricerca botanica come TreeEbb.

Le brevi descrizioni che accompagnano i dati numerici evidenziano le peculiarità estetiche e biologiche di ciascuna specie — come il portamento, le colorazioni autunnali o le fioriture — offrendo un supporto per la verifica della coerenza progettuale in base alle esigenze ambientali e agli obiettivi paesaggistici prefissati

Le dimensioni indicate rappresentano valori medi raggiungibili in condizioni ottimali di crescita e possono variare in base alle specifiche caratteristiche pedoclimatiche del sito d'impianto.

Tabella 6-1: Caratteristiche delle specie scelte

Specie	Altezza (m)	Diametro (m)	Descrizione
Acer buergerianum	8 - 10	6 - 8	Piccolo albero a crescita media con rami eretti e foglie trilobate che virano all'arancio/rosso in autunno.
Acer campestre	5 - 15	5 - 10	Albero rustico con chioma da ovata a rotonda, ideale per siepi o barriere frangivento.
Acer campestre 'Elegant'	6 - 12	4 - 6	Varietà (Huibers Elegant) con portamento più regolare e simmetrico rispetto alla specie tipo.
Acer freemanii 'Autumn Blaze'	10 - 15	6 - 7	Ibrido vigoroso con chioma ovoidale e una spettacolare colorazione autunnale rosso fuoco.
Acer negundo	12 - 15	10 - 12	Albero a crescita rapida, molto rustico, con rami giovani verdi e chioma ampia e folta.
Acer negundo 'Variegatum'	5 - 7	4 - 6	Versione più contenuta dell'A. negundo con foglie bordate di bianco-crema.
Acer platanoides	20 - 30	15 - 22	Grande albero deciduo resistente all'inquinamento, con foglie giallo oro o rosse in autunno.
Acer platanoides 'Pacific Sunset'	10	8	Ibrido tra <i>A. platanoides</i> e <i>A. truncatum</i> con chioma arrotondata e colori autunnali brillanti.

Specie	Altezza (m)	Diametro (m)	Descrizione
Acer platanoides 'Deborah'	15 - 20	10 - 15	Varietà con chioma rotonda e foglie giovani di colore rosso-bronzo.
Acer platanoides 'Globosum'	5 - 6	5 - 6	Varietà con chioma sferica naturale molto densa, perfetta per piccoli spazi urbani.
Acer platanoides 'Norwegian Sunset'	10 - 12	7 - 9	Ibrido compatto con portamento piramidale regolare e fogliame lucido.
Acer rubrum 'October Glory'	10 - 15	6 - 10	Famoso per la chioma densa che mantiene le foglie rosso cremisi fino a tardo autunno.
Acer rubrum 'Red Sunset'	10 - 15	6 - 10	Portamento piramidale che diventa rotondo con l'età; eccezionale colore rosso autunnale.
Acer rubrum 'Scanlon'	10 - 12	3 - 4	Varietà con chioma conica stretta e densa, ideale per viali o spazi limitati.
Aesculus carnea 'Briotii'	12 - 15	9 - 12	Ippocastano a fiori rosso sangue, con chioma globosa e foglie verde scuro.
Aesculus hippocastanum 'Baumannii'	20 - 25	12 - 20	Forma a fiori bianchi doppi sterili; non produce frutti, ideale per parchi e viali.
Albizia julibrissin	6 - 8	6 - 8	"Acacia di Costantinopoli" con chioma ad ombrello e fiori piumosi rosa/rossi.
Alnus glutinosa	15 - 20	8 - 10	Ontano nero, tipico di zone umide, con chioma piramidale e foglie ovate.
Alnus spaethii	12 - 15	8 - 9	Ibrido a crescita rapida con chioma piramidale larga e foglie allungate.
Amelanchier arborea 'Robin Hill'	5 - 10	3 - 5	Piccolo albero con fioritura bianca profusa e colori autunnali arancio/rosso.
Carpinus betulus	12 - 15	6 - 10	Carpino bianco, molto versatile, con foglie marcescenti e chioma densa.
Carpinus betulus 'Frans Fontaine'	8 - 10	3 - 4	Varietà colonnare molto stretta che mantiene la forma compatta anche in maturità.
Carpinus betulus 'Pyramidalis'	12 - 15	4 - 5	Simile a 'Fastigiata', con chioma a forma di cono regolare.
Catalpa bignonioides	10 - 15	6 - 10	Albero dai grandi fiori bianchi a panicoli e foglie a cuore; produce lunghi baccelli.
Cedrus atlantica	15 - 25	10 - 15	Maestosa conifera con chioma piramidale che si allarga ad ombrello con l'età.
Cedrus atlantica 'Glauca'	15 - 25	10 - 15	Varietà molto decorativa con aghi di un distintivo colore grigio-azzurro.

Specie	Altezza (m)	Diametro (m)	Descrizione
Cedrus atlantica 'Pendula'	3 - 5	5 - 8	Forma piangente con rami ricadenti, spesso utilizzata come esemplare isolato.
Celtis australis	15 - 20	8 - 10	Bagolaro, tipico mediterraneo, molto resistente alla siccità e all'inquinamento.
Celtis occidentalis	12 - 15	8 - 10	Specie simile all'australis ma con corteccia più rugosa e sugherosa.
Cercidiphyllum japonicum	8 - 10	4 - 6	Foglie cuoriformi che profumano di caramello in autunno quando cambiano colore.
Cercis siliquastrum	6 - 10	5 - 6	Albero di Giuda, celebre per i fiori rosa che sbocciano direttamente sul tronco nudo.
Cornus controversa 'Variegata'	6 - 8	4 - 6	Portamento a piani orizzontali con foglie bordate di bianco; molto scenografico.
Corylus avellana	4 - 6	3 - 5	Nocciolo comune, arbustivo o piccolo albero con amenti gialli invernali.
Corylus columna	15 - 20	8 - 12	Nocciolo di Costantinopoli con fusto dritto e chioma piramidale simmetrica.
Crataegus l. 'Paul's Scarlet'	5 - 7	3 - 5	Biancospino ornamentale con fiori doppi rosa carico/rosso molto decorativi.
Crataegus lavalleyi 'Carrierei'	5 - 7	4 - 5	Chioma densa e frutti arancio persistenti; foglie lucide quasi sempreverdi.
Cupressus s. 'Obelisk'	10 - 15	1 - 2	Varietà di cipresso molto stretta e compatta, di forma perfettamente colonnare.
Fraxinus a. 'Raywood'	15 - 18	4 - 6	Frassino con fogliame leggero che diventa viola-porpora intenso in autunno.
Fraxinus excelsior	25 - 35	15 - 20	Frassino comune, albero imponente con chioma ampia e rami ascendenti.
Fraxinus ornus	8 - 10	5 - 7	Orniello, con fioriture bianche profumate a maggio e portamento globoso.
Fraxinus ornus 'Obelisk'	8 - 10	2 - 3	Selezione dell'orniello con portamento colonnare stretto e fioritura bianca.
Ginkgo biloba	15 - 25	10 - 15	Specie antichissima con foglie a ventaglio che diventano giallo puro.
Ginkgo b. 'Princeton Sentry'	15 - 20	4 - 6	Selezione maschile con portamento colonnare stretto, ideale per viali cittadini.
Gleditsia triacanthos	15 - 20	10 - 15	Spino di Giuda, con foglie pennate e lunghe spine (se non inermis).

Specie	Altezza (m)	Diametro (m)	Descrizione
Gleditsia t. 'Inermis'	15 - 25	10 - 15	Varietà senza spine, con chioma leggera e aperta, molto adatta all'ombra.
Gleditsia t. 'Skyline'	12 - 15	6 - 8	Portamento piramidale compatto e regolare, senza spine e senza frutti.
Gleditsia t. 'Sunburst'	8 - 12	6 - 7	Piccola varietà con fogliame giovane giallo dorato brillante in primavera.
Juglans regia	15 - 20	10 - 15	Noce comune, albero maestoso con chioma ampia e frutti commestibili.
Koelreuteria paniculata	6 - 8	5 - 6	Albero delle lanterne, con fiori gialli estivi e frutti a forma di vescica.
Koelreuteria p. 'Fastigiata'	6 - 8	2 - 3	Varietà colonnare rara, con le stesse caratteristiche di fioritura della specie.
Lagerstroemia indica	4 - 8	3 - 5	Albero di San Bartolomeo, fioritura estiva vistosa e corteccia decorativa.
Ligustrum j. 'Variegato'	4 - 6	3 - 4	Sempreverde con foglie bordate di crema e piccoli fiori bianchi profumati.
Liquidambar styraciflua	10 - 20	6 - 12	Celebre per le foglie stellate e i colori autunnali dal giallo al viola.
Liriodendron tulipifera	20 - 30	10 - 15	Albero dei tulipani, con foglie lobate e fiori verde-arancio.
Magnolia denudata 'Yulan'	6 - 8	4 - 6	Magnolia a fiori bianchi puri a forma di giglio che sbocciano prima delle foglie.
Magnolia figo 'Stellar Ruby'	3 - 4	2 - 3	Arbusto sempreverde con fiori color rubino dal profumo di banana.
Magnolia g. 'Gallisoniensis'	15 - 20	8 - 12	Magnolia sempreverde con grandi fiori bianco crema profumati.
Magnolia kobus	8 - 12	4 - 6	Magnolia decidua molto rustica con fiori bianchi precoci.
Magnolia liliflora 'Nigra'	3 - 4	3 - 4	Fiori a calice porpora scuro all'esterno, porpora chiaro all'interno.
Magnolia soulangeana	6 - 8	5 - 6	Popolare ibrido a fiori grandi bianchi sfumati di rosa o porpora.
Malus communis	8 - 10	6 - 8	Melo selvatico o comune, con fioritura bianca/rosa e frutti eduli.
Melia azedarach	10 - 12	6 - 8	Albero dei rosari, con fiori lilla profumati e bacche gialle persistenti.
Morus alba 'Fruitless'	8 - 10	6 - 8	Gelso bianco selezionato per non produrre frutti, ideale per viali.

Specie	Altezza (m)	Diametro (m)	Descrizione
Morus nigra	8 - 10	6 - 8	Gelso nero, con chioma globosa e frutti simili a more scure molto dolci.
Morus p. 'Fruitless'	8 - 10	6 - 10	Varietà a foglia di platano, sterile, usata spesso per creare ampie zone d'ombra.
Nyssa sylvatica	10 - 20	5 - 12	Albero con portamento piramidale e colori autunnali rossi eccezionali.
Parrotia persica 'Vanessa'	8 - 10	4 - 5	Selezione con portamento più eretto rispetto alla specie tipo e colori autunnali vivi.
Pinus wallichiana	15 - 25	8 - 12	Pino dell'Himalaya con aghi lunghi e penduli di colore grigio-verde.
Platanus acerifolia	25 - 30	15 - 25	Platano comune, molto imponente, con corteccia che si desquama.
Platanus h. 'Vallis Clausa'	25 - 30	15 - 20	Varietà di platano selezionata per la resistenza al cancro colorato.
Populus alba	15 - 30	10 - 20	Pioppo bianco, con foglie tomentose bianche nella pagina inferiore.
Populus canescens	20 - 25	12 - 15	Pioppo grigio, ibrido tra pioppo bianco e tremulo, molto vigoroso.
Populus nigra 'Italica'	25 - 30	3 - 5	Pioppo cipressino, di forma strettamente colonnare, usato per barriere.
Prunus accolade	5 - 8	4 - 6	Ciliegio ornamentale con fiori semidoppi rosa chiaro penduli.
Prunus avium	15 - 20	10 - 15	Ciliegio dolce selvatico, con fioritura bianca profusa e frutti eduli.
Prunus cerasifera 'Pissardii'	5 - 8	4 - 6	Alberello con foglie porpora scuro e piccoli fiori rosa pallido.
Prunus c. 'Pissardii Nigra'	6 - 10	5 - 6	Molto simile a 'Pissardii' ma con foglie ancora più scure e fiori rosa.
Prunus dulcis	6 - 8	4 - 6	Mandorlo, famoso per la fioritura bianca/rosa molto precoce a fine inverno.
Prunus dulcis 'Nigra'			
Prunus persica	4 - 6	3 - 5	Pesco comune, coltivato sia per i frutti che per i fiori rosa intensi.
Prunus sargentii	8 - 12	6 - 10	Ciliegio giapponese con fiori rosa grandi e spettacolari colori autunnali.
Prunus serrulata 'Kanzan'	7 - 10	5 - 8	Il ciliegio giapponese più noto, con fiori doppi rosa carico a

Specie	Altezza (m)	Diametro (m)	Descrizione
			mazzetti.
Prunus s. 'Pendula Rubra'	3 - 5	3 - 5	Ciliegio piangente con rami ricadenti coperti di fiori rosa scuro.
Prunus yedoensis	6 - 10	6 - 10	Ciliegio di Tokyo con fiori bianchi/rosa pallido a profusione in aprile.
Pyrus c. 'Chanticleer'	8 - 12	3 - 5	Pero ornamentale colonnare con fioritura bianca e foglie rosse autunnali.
Pyrus pyraeaster	9 - 15	6 - 10	Pero selvatico, molto rustico, con fiori bianchi e frutti piccoli.
Quercus cerris	20 - 30	10 - 20	Cerro, quercia maestosa con chioma ampia e ghiande dal cappuccio "peloso".
Quercus robur	25 - 35	15 - 20	Farnia, la quercia europea per eccellenza, con chioma irregolare e globosa.
Quercus r. 'Fastigiata Koster'	15 - 20	3 - 5	Varietà di quercia con portamento colonnare stretto e ramificazioni erette.
Robinia p. 'Umbraculifera'	4 - 6	3 - 5	Varietà di robinia senza spine con chioma sferica naturale molto regolare.
Salix babylonica	10 - 15	10 - 15	Salice piangente classico, con rami lunghi e flessibili che toccano terra.
Sophora japonica	15 - 20	10 - 18	Sofora del Giappone, con fiori bianco-crema in estate e foglie pennate.
Tilia cordata 'Greenspire'	15 - 20	8 - 10	Tiglio con chioma piramidale molto regolare, ideale per alberature stradali.
Tilia cordata 'Rancho'	10 - 12	5 - 7	Selezione più piccola e compatta rispetto alla specie tipo.
Tilia euchlora	15 - 18	8 - 10	Tiglio di Crimea con foglie verde lucido e rami leggermente penduli.
Tilia europaea	25 - 30	15 - 20	Tiglio comune, ibrido naturale molto grande, profumatissimo in fioritura.
Tilia platyphyllos	25 - 35	15 - 20	Tiglio a foglie grandi, albero imponente e molto longevo.
Ulmus Sapporo Autumn Gold	12 - 15	8 - 10	Olmo resistente alla grafiosi con bellissima colorazione autunnale dorata.
Ulmus Vada	15 - 18	6 - 8	Selezione olandese molto resistente alle malattie con portamento eretto.
Zelkova s. 'Green Vase'	12 - 15	8 - 10	Forma a vaso molto elegante con foglie che diventano arancio in autunno.

7. Computo metrico estimativo (stima di massima)

Il computo metrico estimativo ha qui un mero titolo esemplificativo, per dare un'idea orientativa grazie ai costi che sono riportati nel Prezzario regionale dei lavori pubblici 2025 (LOM252) della Lombardia, approvata con DGR n. XII/4571 del 16 giugno 2025. Queste voci possono subire variazioni dovute alla specificità delle ditte interessate e risentono della limitata superficie da lavorare, cosa che aumenta in proporzione l'incidenza dei costi di cantierizzazione rispetto al tempo trascorso per l'esecuzione del lavoro.

8.1 Pulizia del sito di impianto

Indicazione	CODICE PREZZO	VOCE	U.M.	euro	n°	€
	A.003 - Prezziario opere forestali R.L. 2022	MANODOPERA - Operaio Specializzato	ora	21	200	4.200,00
	LOM261.OC.ITA.Mc01.D0200.J0001.0060.-	OPERA: Strato di sottofondo stradale di conglomerato cementizio; impiego: strada urbana marciapiede; spessore [cm] = 18. LAVORO: Demolizione con mezzo meccanico. Incluso: movimentazione macerie carico e trasporto macerie a discarica e/o a stoccaggio.	1 m ²	16,89	120	2.026,80
Pulizia sito impianto (Depavimentazione e rimozione inerti)	LOM261.OC.EEA.Mc01.C0910.J0001.0250.c	OPERA: Strato di sottofondo, leggermente armato di conglomerato cementizio; impiego: esterno pavimentazioni platee; spessore [cm] = 10. LAVORO: Demolizione con attrezzatura manuale. Incluso: movimentazione in cantiere. Escluso: carico e trasporto a discarica autorizzata; oneri di smaltimento.	1 m ²	12,79	150	1.918,50
	AVB.Mc03.B4542.Qa000.0670.a	OPERA: Albero di legno naturale generico; impiego: strada; altezza [m] ≤ 6. LAVORO: Abbattimento. Incluso: tagli; carico e trasporto legna che passa in proprietà all'impresa.	cad	113,29	30	3.398,70
Abbattimenti	AVB.Mc03.B4542.Qa000.0670.b	OPERA: Albero di legno naturale generico; impiego: strada; altezza [m] = 6 ÷ 10. LAVORO: Abbattimento. Incluso: tagli; carico e trasporto legna che passa in proprietà all'impresa.	cad	226,58	15	3.398,70

Fresatura ceppaie	AVA.Mc40.B4535.Qa000.0000.a	OPERA: Ceppo di legno naturale generico; impiego: strada; diametro colletto [cm] ≤ 50. LAVORO: Estirpazione con mezzo meccanico. Incluso: raccolta materiale di risulta trasporto materiale di risulta in discarica autorizzata. Escluso: onere smaltimento colmatatura buca con terreno vegetale riempimento con terra. SPECIFICHE TECNICHE: ceppaie poste su strada; esclusi platani affetti da Ceratocystis fimbriata. Estirpazione / frantumazione di ceppaie .	cad	56,54	60	3.392,40
	.AVA.Mc40.B4535.Qa000.0000.b	OPERA: Ceppo di legno naturale generico; impiego: strada; diametro colletto [cm] > 50. LAVORO: Estirpazione con mezzo meccanico. Incluso: raccolta materiale di risulta trasporto materiale di risulta in discarica autorizzata. Escluso: onere smaltimento colmatatura buca con terreno vegetale riempimento con terra. SPECIFICHE TECNICHE: ceppaie poste su strada; esclusi platani affetti da Ceratocystis fimbriata. Estirpazione / frantumazione di ceppaie .	cad	79,18	80	6.334,40
SUBTOTALE						24.669,50

8.2 Impianto

Indicazione	CODICE PREZZO	VOCE	U.M.	euro	n°	€
Terra di coltivo	1U.06.010.0020.a	Stesa e modellazione di terra di coltivo con adattamento dei piani, compresa la fornitura della terra: [la terra da coltivo franco cantiere con le seguenti caratteristiche: - buona dotazione di elementi nutritivi, in proporzione e forma idonea, si prescrive in particolare una presenza di sostanze organiche superiore all'1,5% (peso secco); - assenza di frazione granulometriche superiore ai 30 mm; - scheletro (frazione >2 mm) inferiore al 5% in volume; - rapporto C/N compreso fra 3/15; - dovrà essere priva di agenti patogeni, di semi infestanti e di sostanze tossiche per le piante.] - manuale	mc	43,55	20	871,00
Fornitura e posa alberi	OC.AAB.Pa09.B4525.Za001.0555.e	OPERA: Specie arborea; geometria: a filare/in gruppo latifoglia; circonferenza [cm] = 17 ÷ 18. LAVORO: Piantumazione. Incluso: messa a dimora; scavo; piantumazione; rinterro; formazione di tornello; distribuzione di concimi o ammendanti; bagnatura. SPECIFICHE TECNICHE: messa a dimora a filare o in gruppo; concimazione del terreno [l/pianta] = 50; bagnatura [l] = 150 ÷ 200.	cad	301,02	500	150.510,00
	OC.AAB.Pa09.B4525.Za001.0555.f	OPERA: Specie arborea; geometria: a filare/in gruppo latifoglia; circonferenza [cm] = 19 ÷ 20. LAVORO: Piantumazione. Incluso: messa a dimora; scavo; piantumazione; rinterro; formazione di tornello; distribuzione di concimi o ammendanti; bagnatura. SPECIFICHE TECNICHE: messa a dimora a filare o in gruppo; concimazione del terreno [l/pianta] = 50; bagnatura [l] = 150 ÷ 200.	cad	368,78	350	129.073,00
Tutoraggio	N.P. 4 - Prezziario opere forestali R.L. 2022	Pali tutori in pino diametro di riferimento 8 cm., 2 metri fuori terra, per piante 'pronto effetto'	cad	6,12	2000	12.240,00

Shelther (solo in aree a sfalcio con decespugliatore)	RM.62.15.25.D0042.0000.b	Tubo shelter di plastica polipropilene stabilizzato; geometria: bordo superiore svasato; funzione: protezione individuale messa a dimora imboscimento rimboscimento; impiego: piante da rimboscimento rete piantagione; diametro (Ø) [mm] = 78 ÷ 101 altezza [cm] = 120	cad	2,78	700	1.946,00
Tubo irrigazione (1,5 m/albero - solo alberi su strada)	OC.EEA.Pa02.G7409.D0000.0000.-	OPERA: Tubo, flessibile pesante di plastica generico; impiego: tubazioni elettriche; diametro [mm] = 16. LAVORO: Posa. SPECIFICHE TECNICHE: con marchio IMQ, autoestinguente.	m	3,3	500	1.650,00
SUBTOTALE						296.290,00

8.3 Cure post impianto

Indicazione	CODICE PREZZO	VOCE	U.M.	euro	n°	€
Innaffiamento (10 irrigazioni x 2 anni x 850 alberi)	AVB.Ma37.B4542.Qa000.0515.-	OPERA: Albero di legno naturale generico; geometria: a filare in gruppo. Incluso: anello di innaffiamento. LAVORO: Innaffiamento. SPECIFICHE TECNICHE: immissione acqua nel tubo drenante posto ad anello attorno all'apparato radicale o nel tornello piante in ragione [l/pianta] = 150 ÷ 200.	cad	14,11	17000	239.870,00
SUBTOTALE						239.870,00
TOTALE						560.829,50

8. Computo sommario delle opere

Voce	Costi progetto
Pulizia sito di impianto	24.669,50 €
Realizzazione dell'intervento	296.290,00 €
Manutenzioni triennali	239.870,00 €
Totale lavori	560.829,50 €
SICUREZZA	16.824,89 €
TOTALE OPERE	577.654,39 €

Conclusioni

Il progetto, così strutturato, risulta idoneo alla fase di PFTE e coerente con gli indirizzi di gestione del verde urbano del Comune di Cremona, costituendo base tecnica ed economica affidabile per le successive fasi progettuali.

9. Valutazione dell'assorbimento di CO₂

10.1 Premessa metodologica

La valutazione dei benefici ambientali derivanti dall'intervento di piantumazione è stata condotta con riferimento alla metodologia descritta nel documento "Strumenti per il monitoraggio e il bilancio arboreo" del Piano Comunale del Verde, in particolare al Capitolo 3 – Calcolo della CO₂ assorbita dalle piante.

Tale metodologia si basa sul principio secondo cui la vegetazione arborea, attraverso il processo di fotosintesi clorofilliana, contribuisce alla fissazione del carbonio atmosferico sotto forma di biomassa vegetale. La quantità di CO₂ assorbita è funzione principalmente di:

- specie arborea;
- dimensioni e sviluppo dell'esemplare;
- tasso di crescita;
- condizioni ambientali e gestionali.

Il calcolo viene generalmente effettuato mediante modelli semplificati che correlano la biomassa prodotta (epigea e ipogea) alla quantità di carbonio immagazzinato, convertita poi in CO₂ equivalente.

10.2 Approccio adottato per il progetto

Nel caso specifico del presente progetto, che prevede la messa a dimora di 850 nuovi alberi, si è adottato un approccio parametrico basato su valori medi di assorbimento annuo per pianta, coerentemente con le indicazioni metodologiche del Piano del Verde, che a sua volta ha utilizzato il metodo parametrico sviluppato dal progetto LIFE+ "Green Areas Inner-city Agreement" (GAIA).

Considerata la forte eterogeneità delle specie impiegate (100 cultivar appartenenti a diverse classi dimensionali), gli esemplari sono stati aggregati per classi di grandezza, assumendo valori medi di assorbimento progressivo nel tempo.

In particolare:

- alberi di I grandezza (>25 m) → elevato potenziale di accumulo di biomassa;
- alberi di II grandezza (15–25 m) → medio-alto assorbimento;
- alberi di III grandezza (8–15 m) → medio assorbimento;
- alberi di IV grandezza (2,5–8 m) → assorbimento contenuto.

10.3 Stima dell'assorbimento di CO₂

Sulla base della letteratura tecnico-scientifica e dei modelli adottati nei piani del verde urbano, un albero in ambiente urbano presenta mediamente:

- fase iniziale (0–5 anni): basso assorbimento (attecchimento)
- fase intermedia (5–20 anni): incremento progressivo
- fase adulta (>20 anni): massima capacità di assorbimento

Tabella 9-1: Calcolo della CO₂ assorbita grazie all'intervento.

Classe dimensionale	n°	kg CO2 fissati in un anno per pianta (media **)	kg CO2 mediamente fissati in 30 anni per pianta	Totale kg CO2 fissati in un anno	Totale kg CO2 mediamente fissati in 30
Albero I (>25m)	104	129	3872	13416	402688
Albero II (15-25 m)	299	120	3590	35880	1073410
Albero III (8-15 m)	398	74	2215	29452	881570
Albero IV (2.5-8 m)	49	19	580	931	28420
				79.679	2.386.088

** la stima è riferita ai primi 30 anni di crescita, secondo l'approccio riportato nel Piano Comunale del Verde, che utilizza classi dimensionali e tassi medi di fissazione della CO₂ per pianta.

L'analisi evidenzia come l'intervento di piantumazione consenta di raggiungere una capacità complessiva di fissazione pari a circa 2.386 tonnellate di CO₂ in 30 anni, con un assorbimento medio annuo stimato in circa 79,7 tonnellate di CO₂/anno.

Il contributo maggiore deriva dagli alberi di II e III grandezza, che rappresentano la quota numericamente prevalente del progetto e garantiscono un buon equilibrio tra adattabilità urbana e capacità di accumulo di biomassa. Gli alberi di I grandezza, pur meno numerosi, apportano un contributo significativo grazie all'elevato potenziale di crescita, mentre quelli di IV grandezza svolgono un ruolo complementare nei contesti urbani più vincolati.

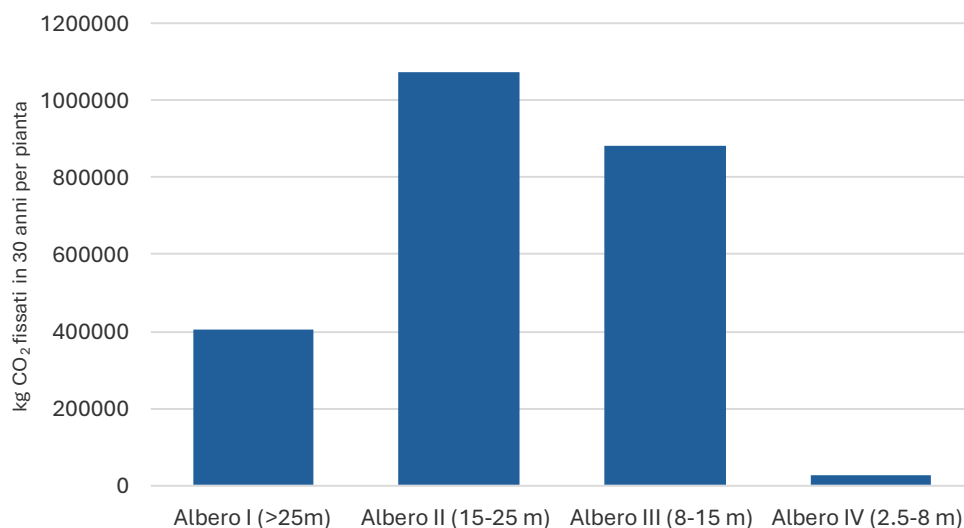


Figura 9-1: Assorbimento CO₂ per classe dimensionale.

Al fine di facilitare la lettura dei risultati, si riporta il grafico di sintesi relativo alla quantità di CO₂ fissata dalle alberature suddivise per classe dimensionale nell'arco temporale di 30 anni.

Il grafico evidenzia chiaramente il contributo prevalente delle alberature di II e III grandezza, che costituiscono la componente principale dell'intervento sia in termini numerici sia di capacità di accumulo di biomassa. Le specie di I grandezza contribuiscono in modo significativo nonostante il numero inferiore, mentre quelle di IV grandezza presentano un apporto marginale, coerente con le ridotte dimensioni finali.

10.4 Inquadramento rispetto al sistema urbano

Il contributo dell'intervento, pur non essendo risolutivo rispetto al bilancio emissivo complessivo urbano, assume rilevanza strategica in quanto:

- incrementa il capitale naturale urbano;
- rafforza la resilienza climatica locale;
- produce benefici indiretti (ombreggiamento, riduzione temperature, qualità dell'aria).

10.5 Considerazioni finali

L'intervento di piantumazione rappresenta un'azione concreta di forestazione urbana con effetti misurabili sul ciclo del carbonio. La diversificazione delle specie e la distribuzione per classi dimensionali garantiscono un assorbimento progressivo e stabile nel tempo.

10. Conclusioni

Il progetto, così strutturato, risulta idoneo alla fase di PFTE e coerente con gli indirizzi di gestione del verde urbano del Comune di Cremona, orientata alla sostenibilità, alla sicurezza e al miglioramento della qualità della vita urbana, in coerenza con le politiche ambientali e paesaggistiche locali, costituendo base tecnica ed economica affidabile per le successive fasi progettuali.

11. Bibliografia e sitografia

Comune di Cremona. Regolamento del verde pubblico e privato. Delibera di approvazione Consiglio Comunale n. 15 del 25/03/2024

Un piano per il verde : pianificare e gestire la foresta urbana / Paolo Semenzato. - Padova : Signumpadova editrice, c2003, stampa 2004. - 230 p. : ill. ; 24 cm.

Linea guida per la gestione della foresta urbana pubblica. Associazione Italiana Direttori e Tecnici Pubblici Giardini – Società Italiana di Arboricoltura. 2025.

https://www.pubblicigiardini.it/linea-guida-per-la-gestione-della-foresta-urbana-pubblica/2025-1_linea_guida_gestione_foresta_urbana_pubblica_31-3-2025-2/

A.I.D.P.G. Associazione Italiana Direttori e Tecnici Pubblici Giardini. Linee guida per la gestione dei patrimoni arborei pubblici (nell'ottica del Risk Management)

<http://www.pubblicigiardini.it/wp-content/uploads/2015/07/Linee-Guida-per-la-gestione-dei-patrimoni-arborei-pubblici.pdf>

Diolaiti R. Forestazione urbana e processo di gestione delle alberature in città Società Italiana di Arboricoltura Arborwebinar 2024 Le radici della conoscenza 06/06/2024

Casey-Tree-Space-Design-Report PDF (www.foresthillsconnection.com). Casey Trees. Tree Space Design – Growing the tree out of the box.

www.foresthillsconnection.com/wp-content/upLoadImage2012/Casey-Tree-Space-Design-Report.pdf

Edward F. Gilman and Traci Partin. Design Solutions for a More Wind-Resistant Urban Forest <https://journals.flvc.org/edis/article/view/116997/115143>

Alberi per la città - un abaco per l'infrastruttura verde urbana

<https://serviziambiente.regione.emilia-romagna.it/abacoalberi/home>

Progetto Qualiviva

<https://www.vivaistiitaliani.it/qualiviva/>

Scelta della specie e servizi ecosistemici in ambiente urbano

<https://air.unimi.it/retrieve/dfa8b9a2-3fd2-748b-e053-3a05fe0a3a96/Fini%20PSR%20Vacchiano.pdf>

European Tree Planting Standard (2022). EAS 03:2022. European Arboricultural Standards

(EAS), Working group “Technical Standards in Tree Work (TeST)”.

Michael A., Keith S. Warren, The Tree Book: Superior Selections for Landscapes, Streetscapes, and Gardens. Workman Publishing, 2019

Mario Ferrari, Danilo Medici. Alberi e arbusti. Manuale di riconoscimento delle principali specie ornamentali. Edagricole 2022.

Henrik Sjöman, Arit Anderson. The Essential Tree Selection Guide: For Climate Resilience, Carbon Storage, Species Diversity and Other Ecosystem Benefits. Filbert Press, 2023.

Gobatti, L.; Bach, P. M.; Maurer, M.; Leitão, J. P. (2025) Impact of soil moisture content on urban tree evaporative cooling and human thermal comfort, npj Urban Sustainability, 5, 26 (16 pp.), [doi:10.1038/s42949-025-00220-0](https://doi.org/10.1038/s42949-025-00220-0), [Institutional Repository](#)

Yao, Y., Sieber, P., Hauser, M., Schwaab, J., Jäger, F., Batibeniz, F., Rätty, M., Pongratz, J., Wild, M., Augustynczyk, A. L. D., De Hertog, S. J., Griess, V. C., Windisch, M. G., Ge, J., Collalti, A., Di Fulvio, F., Havlík, P., & Seneviratne, S. I. (2025). “Conversion from coniferous to broadleaved trees can make European forests more climate-effective” Nature Communications <https://www.nature.com/articles/s41467-025-64580-y>

Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Biometeorologia – Sede di Bologna, Forestazione urbana: criteri per la selezione di specie arboree ed arbustive destinate alla mitigazione ambientale, Disponibile online: <http://www.bo.ibimet.cnr.it/notizie-ed-eventi/forestazione-urbana>

Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Biometeorologia – Sede di Bologna. Progetto di riqualificazione del territorio il ruolo del verde nella mitigazione ambientale <https://webibe.ibe.cnr.it/projects/research-activities-projects/contents/progetto-di-riqualificazione-il-ruolo-del-verde.pdf>

Allegato C – Linee guida operative per la redazione dei progetti integrati di forestazione urbana
LINEE GUIDA OPERATIVE PER LA REDAZIONE DEI PROGETTI INTEGRATI DI FORESTAZIONE URBANA
con riferimento alla DGR 612 del 18 maggio 2020 e relativi allegati
https://www.sviluppo.toscana.it/sites/default/files/Decreto_n.11924_del_30-07-2020-Allegato-C.pdf

Regione Toscana. Piano regionale per la qualità dell’aria ambiente PRQA. Linee guida per la messa a dimora di specifiche specie arboree per l’assorbimento di biossido di azoto, materiale particolato fine e ozono.
<https://www.regione.toscana.it/documents/10180/23809530/Allegato-1-LG-Piantumazione-agg.+31+dic-2021.pdf>

AA.VV., 2016, Planting Healthy Air - A global analysis of the role of urban trees in addressing particulate matter pollution and extreme heat, The Nature Conservancy, Arlington, 136 pp.

https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/20160825_PHA_Report_Final.pdf

R. W. Miller, R. J. Hauer, L. P. Werner. Urban Forestry. Planning and Managing Urban Greenspaces. Third Edition. 2015. Waveland Press, Inc.

Gueze, R., Baraldi, R., Breyton, M., & Sateriale, G. (2012). Green Areas Inner-City Agreement (GAIA): How Local Enterprises Can Contribute to Local Adaptation to Climate Change. In Resilient Cities 2 (pp. 407-413). Springer, Dordrecht. <http://lifegaia.eu/>

Cremona, 20 Aprile 2026



Andrea Scandolara
Dottore Agronomo

Documento firmato anche digitalmente