



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Territorio e sistemi agro forestali

Scienze forestali ed ambientali

Contributo degli alberi urbani alla riduzione
dell'effetto isola di calore e dell'inquinamento. Il caso
della città di Córdoba (Spagna).

Relatore

Prof. Lucia Bortolini

Correlatore

Dott. Ángel Lora González

Correlatore

Dott. Roberto Moreno García

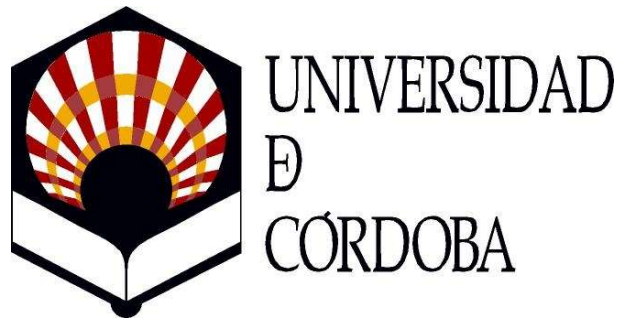
Laureando

Pietro Andolfo

Matricola n. 2057735

ANNO ACCADEMICO

2023/2024



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y de Montes

Aportación del arbolado urbano a la disminución del efecto isla de calor y la contaminación. El caso de la ciudad de Córdoba (España).



RIASSUNTO

L'indagine è svolta nella città di Córdoba¹ (Spagna) con lo scopo di valutare l'effetto delle aree verdi individuate nella lotta contro l'effetto isola di calore e nel miglioramento della qualità dell'aria.

Córdoba è una città di dimensioni medie, che presenta aree verdi relativamente piccole ed un clima mediterraneo semicontinentale. Risulta fondamentale tenere in considerazione la grandezza, la forma, la composizione e la localizzazione delle aree scelte durante l'indagine; al loro interno sono scelte diverse unità campionarie. Le quali vengono censite e rappresentano il luogo dei rilievi di temperatura [°C] e livello di anidride carbonica [ppm].

I dati di campo sono stati successivamente analizzati grazie a specifici software ed hanno fornito risultati congruenti con le ipotesi avanzate. La temperatura risulta maggiore all'interno delle aree verdi e l'aria più pulita. Questi risultati dipendono dalla localizzazione, dalla grandezza, dalla composizione delle aree e non dalla forma loro perimetro.

La temperatura maggiore è dovuta all'effetto di mitigazione della vegetazione. I rilievi sono effettuati in inverno dimostrando così che la vegetazione si raffredda con maggior difficoltà rispetto alle superfici inerti.

I risultati del lavoro rispondono in maniera esaustiva a tutti gli obiettivi proposti dallo stesso.

¹ La tesi è stata redatta in lingua Spagnola, questa è la sua traduzione, grafici e tabelle vengono qui riportati con i titoli originali.

ABSTRACT

The following research has been developed in the city of Cordoba (Spain). The purpose of this work is to analyse the role of green areas in fighting against the heat islands effect and the improvement of air quality.

Córdoba is a mid-sized city with relatively small green areas and a semi-continental Mediterranean climate. It is essential for the research to take into consideration extension, shape, composition and location of the selected areas; for the analysis of this areas have been used different sampling units. By surveying the sampling units, it is possible to obtain trees record, temperature measurements [°C] and carbon dioxide level [ppm].

After this first step, data has been analysed with the support of specific software. The results obtained appeared to be coherent with the initial hypothesis. Within green areas, temperature [appears to be] higher and the air cleaner. These results are due to location, extension and composition, while their perimeter shape doesn't seem relevant.

The higher temperature is given by vegetation's shock absorber effect, resulting in higher temperatures. Measurements have been conducted in winter; this contributes to demonstrate that vegetation necessitates more time to cool down than inert surfaces.

Results obtained from the work answered exhaustively to the work's objectives.

RESUMEN

La investigación se ha hecho en la ciudad de Córdoba (España) con el fin de evaluar el efecto de las áreas verdes elegidas en la lucha contra el efecto isla de calor y en el mejoramiento de la calidad del aire.

Córdoba es una ciudad de tamaño medio, que presenta áreas verdes relativamente pequeñas y un clima mediterráneo semi continental. Resulta fundamental tener en cuenta el tamaño, la forma, la composición y la localización de las áreas verdes elegidas durante la investigación; entre ellas han sido elegidas diferentes unidades de muestreos. En su interior se hace el registro de los árboles y se levantan los datos de temperatura [°C] y niveles de anhídrido carbono [ppm].

Los datos de campo han sido analizados con software específicos y han fornidos resultados congruentes con las hipótesis avanzadas. La temperatura se demuestra mayor en el interior de las áreas verdes y el aire más limpio. Estos resultados dependen de la localización, el tamaño, la composición de las áreas y no desde la forma de su perímetro.

La temperatura más elevada es debida al efecto amortiguador de la vegetación. Los datos han sido levantados en invierno demostrando así que la vegetación se refería con mayor dificultad al respeto de las superficies inertes.

Los resultados de la investigación responden de manera exhaustiva a todos los objetivos propuestos desde el mismo.

INDICE

RIASSUNTO	5
ABSTRACT	6
RESUMEN.....	7
1. INTRODUZIONE.....	11
2. CASO STUDIO: LA CITTA' DI CÓRDOBA	13
2.1. La città di Córdoba	13
2.3. La storia di Cordoba.....	14
2.4. Córdoba ai giorni d'oggi.....	16
2.5. Il clima di Córdoba	18
2.6. Infrastruttura del verde, bosco urbano, selvicoltura urbana.....	21
2.6.1. Infrastruttura verde	21
2.6.2. Infrastruttura grigia.....	23
2.6.3. Bosco urbano e periurbano	24
2.6.4. Selvicoltura urbana, Urban Forestry.....	25
2.6.5. Arboricoltura.....	26
2.6.6. Copertura arborea urbana, urban tree canopy (utc).....	27
2.7. Il bosco urbano di Córdoba.....	27
2.7.1. La superficie del bosco urbano di Córdoba	27
2.7.2. Informazioni sul bosco urbano di Córdoba.....	30
2.7.3. Dati d'interesse del bosco urbano di Córdoba	30
2.8. Stato di salute generale del bosco urbano	35
2.8.1. Specie principali e i loro problemi	35
2.8.2. Stato di salute generale del bosco urbano di Córdoba.....	40
2.8.3. Copertura delle chiome potenziale e copertura delle chiome effettiva	41
3. OBIETTIVI	43
3.1. Giustificazione	43
3.2. Obiettivi	43
4. MATERIALI E METODI.....	45
4.1. Strumenti utilizzati.....	45
4.1.1. Strumenti di campo	45
4.1.2. Strumenti misti	48
4.1.3. Strumenti di gabinetto.....	51
4.2. Fase di preparazione: scelta dei parchi e divisione in strati	56
4.2.1. Visualizzazione degli strati	60
4.3. Scelta delle unità	63

4.4. Raccolta dei dati	64
4.4.1. Visualizzazione dei dati	65
4.5. Il censimento	66
4.6. Le unità campionarie	68
5. RISULTATI E DISCUSSIONE	73
5.1. Temperatura e qualità dell'aria	74
5.1.1. Interno – Esterno delle aree verdi	74
5.1.2. Agricoltura	77
5.1.3. Asomadilla	81
5.1.4. Colón	86
5.1.5. Cruz Conde	91
5.1.6. Vallellano derecha	96
5.1.7. Vallellano izquierda	101
5.1.8. Vial Norte	105
5.1.9. Jardines de la Victoria	110
5.1.10. Generali	115
5.2. Censimento	121
5.2.1. Agricoltura	122
5.2.2. Asomadilla	125
5.2.3. Colón	127
5.2.4. Cruz Conde	131
5.2.5. Vallellano derecha	135
5.2.6. Vallellano izquierda	139
5.2.7. Vial Norte	142
5.2.8. Jardines de la Victoria	147
5.2.9. Generali	150
5.3. I-Tree	152
6. CONCLUSIONI	155
7. BIBLIOGRAFIA	157
9. ALLEGATI	161

1. INTRODUZIONE

Il lavoro vuole indagare le interazioni tra alcune delle aree verdi della città di Córdoba e la loro lotta all'effetto isola di calore e al miglioramento della qualità dell'aria.

La città presenta un clima mediterraneo con periodi di intensa siccità ricorrenti uniti a temperature medie molto elevate; questo comporta estati molto calde ed inverni miti dove la temperatura non scende quasi mai sotto lo zero. Il modello urbanistico di Córdoba presenta numerose aree verdi di diversa ampiezza, forma e composizione, rendendola una città con una infrastruttura verde molto ampia ed organizzata.

Da sempre alle aree verdi della città sono stati attribuiti diversi benefici, spesso questi non sono stati però quantificati in maniera tangibile ed ai giorni d'oggi, a causa del cambio climatico, vi è la necessità di comprovare se questi benefici siano reali.

Gli alberi che fanno parte di queste aree verdi possono aiutare ad aumentare la qualità di vita della città: combattendo l'effetto isola di calore e migliorare la qualità dell'aria.

2. CASO STUDIO: LA CITTA' DI CÓRDOBA

2.1. La città di Córdoba

Córdoba è considerata da molti una delle città più belle della Spagna, nonché del mondo intero; è infatti la città con più patrimoni UNESCO al mondo. Si trova nel sud della Spagna, nella comunità autonoma dell'Andalucía.



Figura 1: mappa della Spagna. Fonte: Pinterest.

La comunità autonoma è composta da otto provincie: Almería, Cádiz, Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, malaga e Sivilla che è il capoluogo dell'Andalucía. È uno dei territori all'estremo ovest dell'Europa e confina con il Portogallo a ovest; con: Mar Mediterraneo, Gibilterra a sud; Extremadura e Castilla La Mancia a nord ed a est con Murcia.



Figura 1: mappa dell'Andalusia. Fonte: ViviAndalusia.

Questa posizione geografica influisce ha influito notevolmente sulla sua storia e sul suo clima. La città viene attraversata del fiume Guadalquivir, che la attraversa a pochi passi dalla Mezquita e la catena montuosa chiamata: Sierra Morena che si estende al confine nord.

2.3. La storia di Cordoba

La città di Córdoba raggiunse il suo massimo splendore durante il periodo del califfato di Córdoba. La quasi totalità della penisola iberica ed anche alcune parti del Magreb erano sotto il suo controllo, per poco più di un secolo, dall'anno 929 all'anno 1031. Questo periodo lasciò all'umanità opere di inestimabile valore, come: la Mezquita e Medina Azahara. Il titolo di Califfo fu rivendicato da Abd al-Rahman III il 16 gennaio del 929, precedentemente era noto come Emiro di Córdoba.



Figura 2: Mappa del Califfato de Córdoba. Fonte Wikipedia.

In seguito alla dissoluzione del califfato la capitale fu divisa in 39 regni, in questi anni il potere venne decentralizzato indebolendosi e causando il caos nella penisola iberica. A porvi fine furono le truppe cristiane di Ferdinando III che conquistarono la città nel 1236 cacciando i mussulmani.

Durante XV secolo i Re Cattolici diressero da qui la riconquista della città di Granada, poco distante. Nel 1486, all'interno dell'Alcázar, i reali Isabella e Ferdinando ricevettero Cristoforo Colombo, che espose i dettagli del suo viaggio verso le Indie. La totale cristianizzazione dell'ormai ex califfato di Córdoba avvenne nel 1492, ebrei e mussulmani vennero definitivamente espulsi dalla penisola iberica. Qualche decennio più tardi, nel 1523, Carlo I diede il via libera per la costruzione di una cattedrale all'interno della Moschea. Successivamente, nel 1570, sotto l'ordine di Felipe II iniziò a edificare la Caballerizas Reales. Nel XVI secolo si realizzò la plaza de la Corredera.

Infine, la battaglia di Bailén (1808), le truppe guidate dal generale Castaños sconfiggono l'esercito francese, fu l'inizio del declino di Napoleone.

2.4. Córdoba ai giorni d'oggi



Figura 3: bandiera di Córdoba. Fonte: Ayuntamiento de Córdoba.

Come già visto in precedenza, Córdoba fu la capitale di al-Andalus, durante la sua epoca di massimo splendore divenne la città più potente ed importante d'Europa, superando anche Costantinopoli. Nel 1236 fu poi riconquistata dai cristiani spagnoli. Nonostante non sia più la città più importante, potente e ricca del mondo Córdoba, ancora oggi, conserva un primato che la identifica come la città con il maggior numero di patrimoni dell'umanità UNESCO, superando rivali del calibro di Roma e Parigi.

L'UNESCO ha infatti dichiarato:

- Mezquita-catedral;
- Medina Azahara;
- Fiesta de los Patios;
- Centro historico de la ciudad.
- come suoi patrimoni, definendoli quindi di importanza fondamentale per l'intera umanità. Saranno dunque preservati e tutelati per le generazioni future.

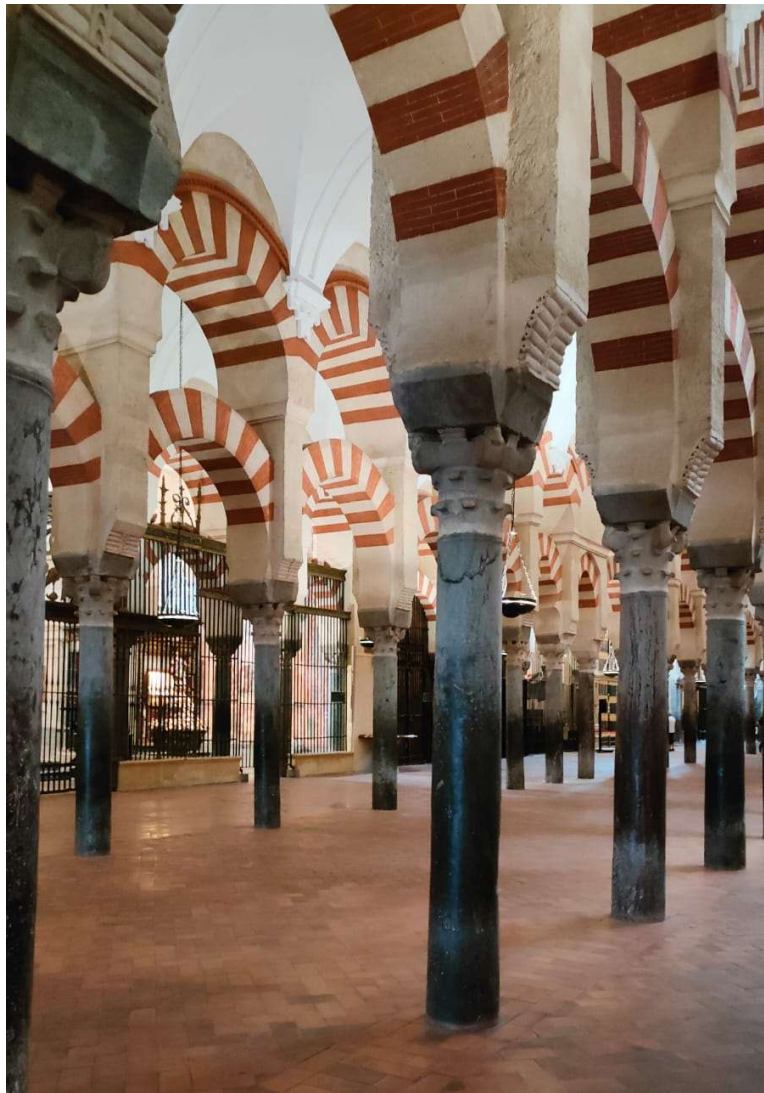


Figura 4: interno della Mezquita-catedral.²

Oltre a questi, sono innumerevoli le opere di valore storico e culturale presenti nella città, ne citiamo alcune: il ponte romano, la puerta del puente, l'Alcázar de los Reyes Cristiano, i patios, calle de las flores, il tempio romano, ecc. tutte intrinsecamente legata con l'infrastruttura verde.

Oggi il comune spagnolo conta più di trecentomila abitanti per un'estensione di 1253 [km²]; che se contiamo l'intera provincia raggiunge i 13771 [km²].

L'Andalucía è una delle mete favorite dai turisti provenienti da ogni parte del mondo e dai cittadini spagnoli stessi. Il clima, la ricchezza storica, il grande bagaglio culturale e l'infrastruttura verde che la circonda e si compenetra con le sue città fa sì siano tra le migliori al mondo in quanto a stile e qualità di vita.

² Le figure: immagini, tabelle e grafici; che non presentano una referenza alla fonte, sono di proprietà dell'autore stesso.

2.5. Il clima di Córdoba

La città presenta un clima mediterraneo semicontinentale di estati calde e secche. Gli inverni sono, al contrario, umidi e piovosi ma non freddi, la temperatura rimane abbastanza mite a causa dell'influenza oceanica. Questo clima peculiare è dovuto alla contrapposizione dell'anticiclone delle Azzorre con le burrasche che attraversano l'oceano da ovest a est.

Nei mesi estivi le precipitazioni sono praticamente assenti (il minimo si raggiunge in luglio con 2,2 [l/m²]), che definiscono una stagione decisamente secca, dal mese di maggio fino al mese di settembre. Viceversa, nel periodo di tempo che va dal mese di ottobre al mese di aprile, e raramente nel mese di maggio; incontriamo precipitazioni. Le medie annuali vedono 56,6 giorni di pioggia, 12,7 giorni di grandine e solamente 0,2 giorni di nevicate; possiamo facilmente dedurre che la città non è spesso colpita da piogge torrenziali o nevicate intense, ma viene messa a dura prova dai periodi di siccità ed elevata temperatura estiva.

I dati meteorologici presenti in questo lavoro sono stati ricavati dalla stazione meteorologica "El Aereopuerto" (Fonte:AEMET), in quanto si dimostrano affidabili e precisi per descrivere la meteorologia di Córdoba.

I dati riguardanti la temperatura di Córdoba possono risultare incredibilmente elevati se comparati con i dati di altre città. Vediamo dunque la temperatura massima per ogni mese, la temperatura minima per ogni mese, la temperatura media per ogni mese e le precipitazioni medie mensili. La temperatura media annuale della città è di circa 18,2 [°C], con picchi di temperatura massima ben oltre i 40 [°C] (46,9 [°C] prendendo in considerazione il periodo che va dal 1959 al 2018) ed una temperatura minima media annuale di 11,4 [°C], che scende sotto lo zero solamente in rarissime occasioni.

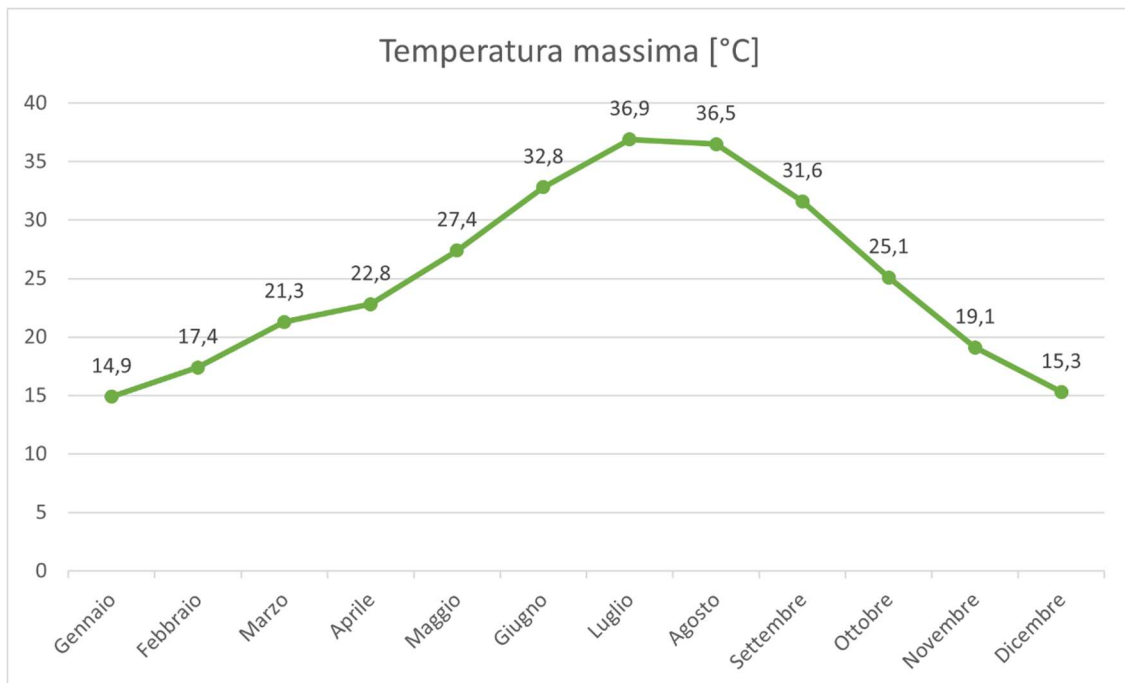


Figura 5: grafico temperatura [°C] massima mensile.

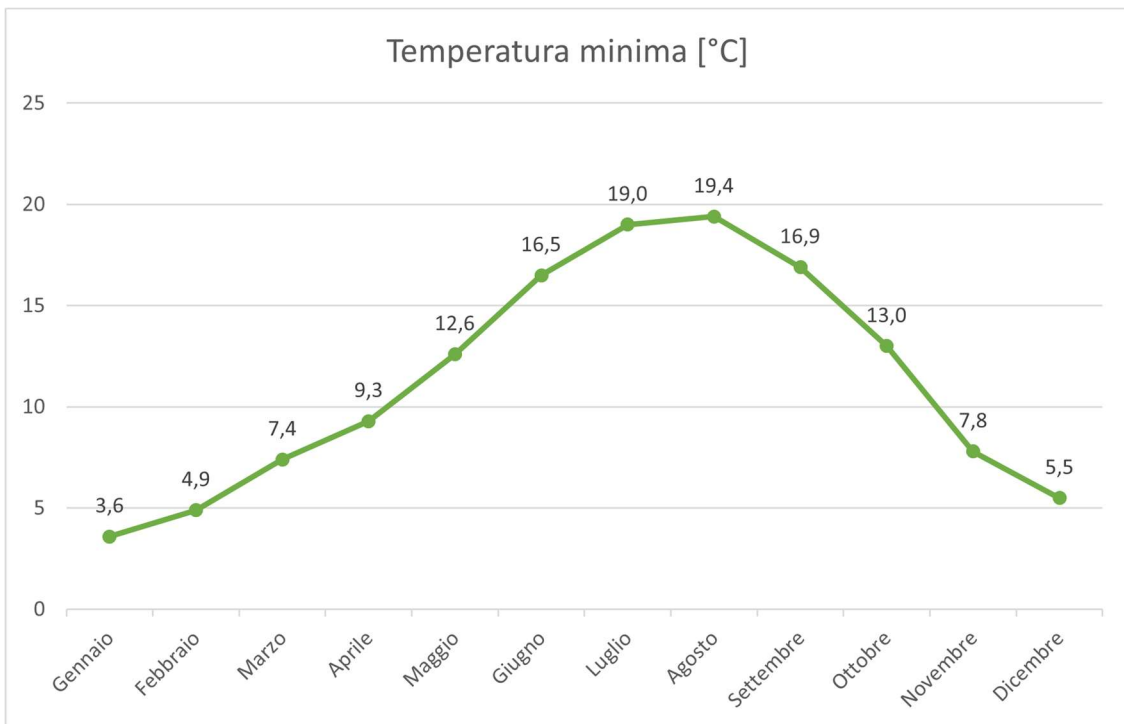


Figura 6: temperatura [°C] minima mensile.

Le temperature medie mensili, ricavata dai dati raccolti tra gli anni 1981 e 2010, mostrano come le estati siano molto calde e gli inverni suavi, con la temperatura media che si avvicina alla temperatura media annuale.

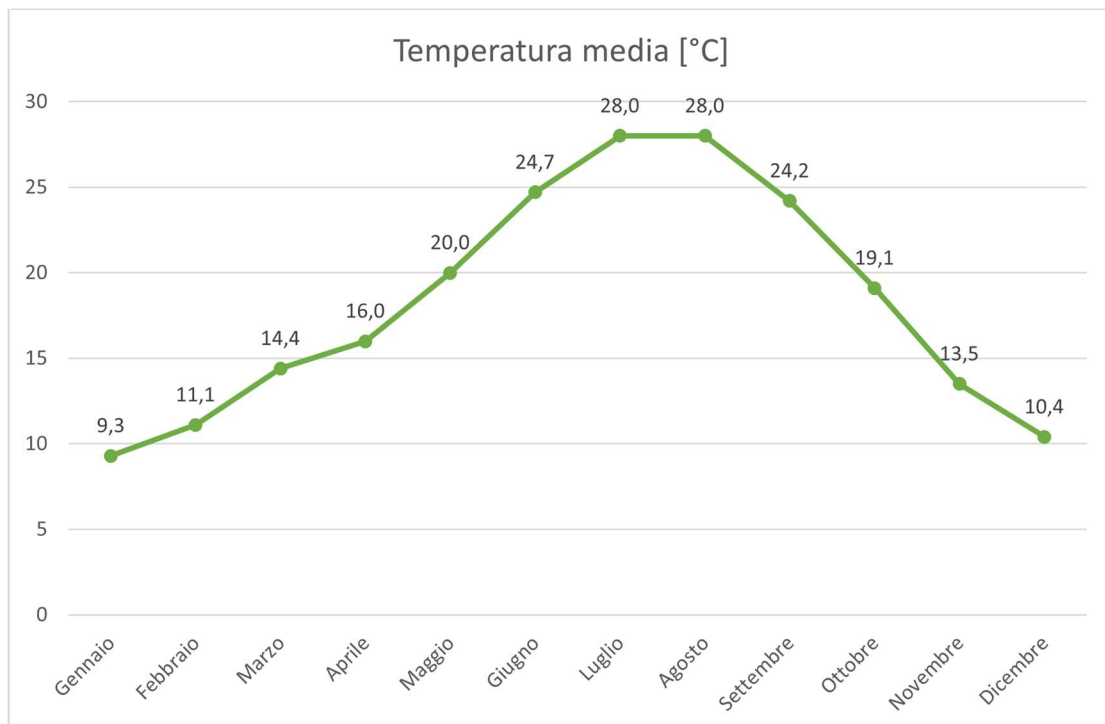


Figura 7: grafico temperatura [°C] media.

Le precipitazioni medie sono di 605,1 [l/m²], nel periodo compreso tra 1981 e 2010, normalmente queste avvengono sottoforma di pioggia dato che fenomeni come grandine e neve sono molto rari.

I mesi più piovosi sono ottobre, novembre e dicembre con quest'ultimo che supera i 100 [l/m²]. Il picco si raggiunse nel 1997 dove si toccarono i 1179,4 [l/m²] (AEMET 2010).

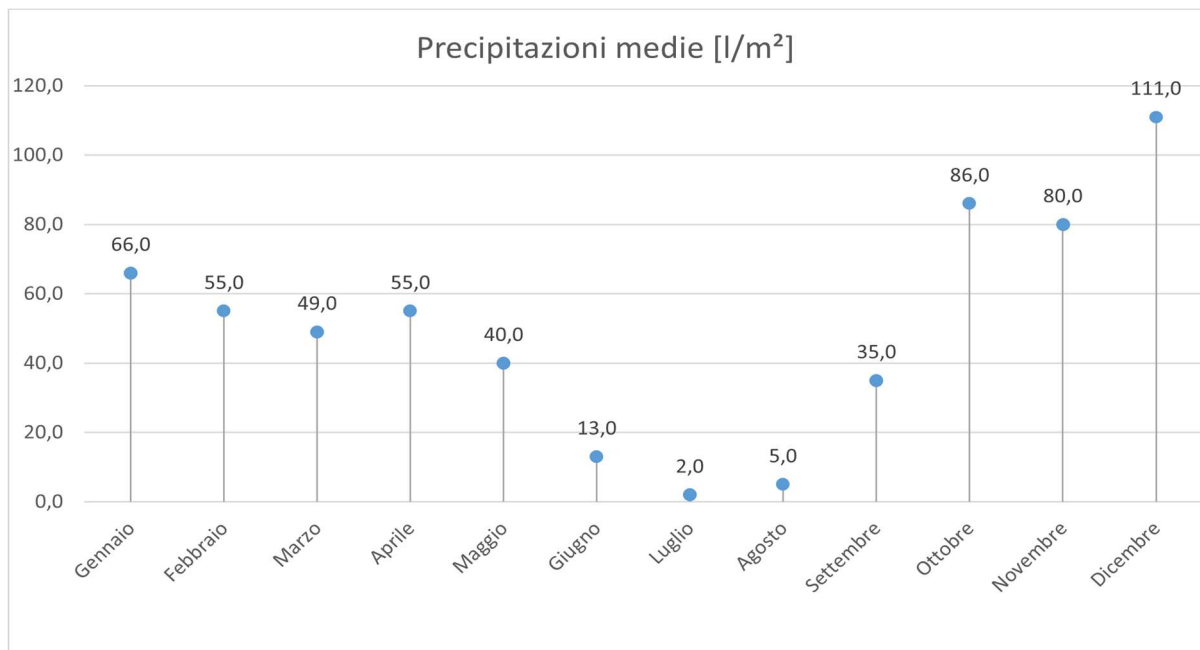


Figura 8: grafico precipitazioni [l/m²] medie.

Questi dati indicano la disponibilità di acqua (naturale) proveniente dalle piogge. Queste impattano sull'infrastruttura verde come sulle coltivazioni; in città spesso l'apporto di acqua viene aumentato tramite somministrazioni antropiche. Seppur la precipitazione media annua possa sembrare scarsa è bene ricordare che in città limitrofe come Málaga e Sevilla la media è di 534 e 539 [l/m²].

L'umidità relativa media annua si attesta attorno al 63 [%]; con valori minimi nei mesi di luglio ed agosto: di poco sopra il 40 [%] e valori massimi a dicembre e gennaio che raggiungono quasi l'80 [%].

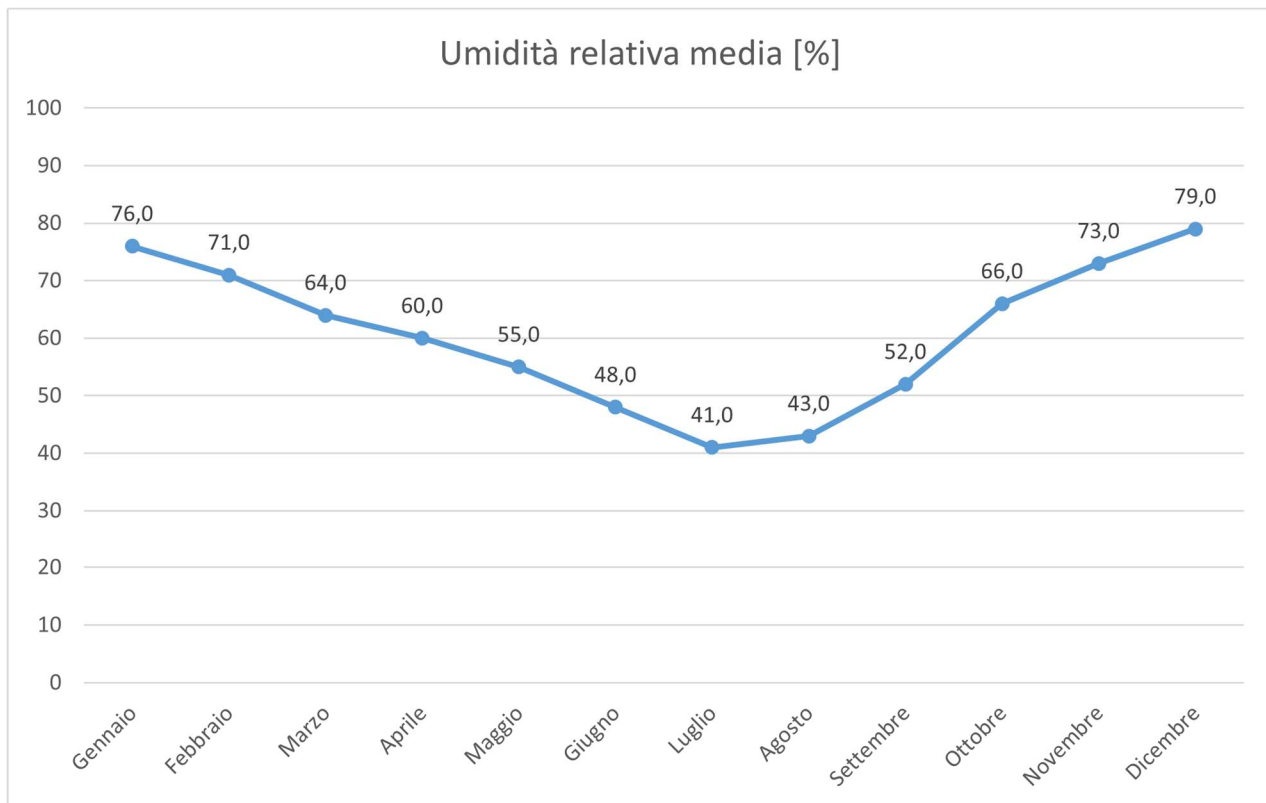


Figure 9: grafico umidità relativa [%] media

I venti predominante proviene da sud-est e soffia con una media di 18,3 [km/h], si chiamano Lebeche, questi venti sono fondamentali durante l'estate perché danno refrigerio, ma solo nella zona urbana prossima alla Sierra Morena. All'interno del centro cittadino la velocità cala drasticamente a causa dei gas contaminanti come l'ozono. Questa bassa circolazione dell'aria si somma all'alta radiazione solare ed all'intenso traffico cittadino.

2.6. Infrastruttura del verde, bosco urbano, selvicoltura urbana.

Innanzitutto, bisogna definire questi temi per poter tener chiari i concetti che andremo ad analizzare. Definire i concetti base ci permetterà di identificare con certezza i concetti di cui stiamo parlando. Nell'ambito dell'infrastruttura verde incontriamo diverse scienze: selvicoltura, arboricoltura, pedologia, ecc. moltissimi concetti e discipline che vengono complicate ulteriormente in quanti inserite in ambito urbano. È dunque di vitale importanza definirle all'interno della città per poter analizzarle concretamente all'interno di questo panorama.

2.6.1. Infrastruttura verde

“L'infrastruttura del verde può definirsi, in termini generali, come una rete strategicamente pianificata di zone naturali e seminaturali di alta qualità con altri elementi ambientali, progettata e gestita per creare un'ampia gamma di servizi ecosistemici e proteggere la biodiversità degli ambienti rurali e degli ambienti urbani” (Commissione Europea, 2014).

Analizzandolo singolarmente il termine sembra discostarsi da altri come: arboricoltura o selvicoltura urbana, ciò nonostante, si oppone all'infrastruttura grigia della città. Per questo motivo, gli alberi

presenti in una città e i servizi ecosistemici che questi forniscono alla città stessa devono essere racchiusi in un sistema più grande e complesso: l'infrastruttura verde. Se il tutto viene progettato adeguatamente e mantenuto con criterio offrirà numerose funzioni come, ad esempio: l'abbassamento della temperatura, filtraggio dell'acqua piovana, l'abbassamento della temperatura estiva e facilitare la vita silvestre (Commissione Europea 2014, comune di Barcellona 2017).

Nella figura sottostante si possono vedere gli elementi che compongono l'infrastruttura verde di una città l'infrastruttura del verde di una città. Nel momento della sua elaborazione (Commissione Europea 2014) non si include l'albero o il bosco urbano formato dai vari alberi; nonostante la loro presenza sia indiscutibile.

Questa enorme rete non si può ridurre ad un solo albero, dobbiamo analizzare tutti i singoli elementi tramite una visione d'insieme se vogliamo ottenere una soluzione efficace e di qualità (Commissione Europea 2014).

Per ciò, i vari alberi della città devono essere gestiti e visti come il pilastro fondamentale dell'infrastruttura verde nel suo insieme, dai quali dobbiamo estrapolare una serie di funzioni ambientali e di servizi ecosistemici e non solo una funzione meramente estetica.



Figure 10: infrastruttura verde della città. Fonte: Construir una Infraestructura Verde para Europa (Comisión Europea, 2014).

2.6.2. Infrastruttura grigia

Tutto ciò che deriva dal processo diretto di urbanizzazione e di trasformazione di un territorio precedentemente naturale, dovuto ad esempio alla crescita di popolazione e alla sua necessità di strade e edifici, viene definito infrastruttura grigia.

Col passare dei secoli gli esseri umani si son abituati via via maggiormente ad un paesaggio grigio e asettico, come quello delle città moderne, piuttosto che uno verde e naturale. Nella concezione odierna il controllo totale su tutto quello che ci circonda è diventato imprescindibile. Il verde nelle nostre città è sì presente, relegato alla sua funzione estetica e strettamente confinato all'interno dei pochi spazi a lui dedicati. La paura, spesso irrazionale, che un'area verde non manutentata secondo i canoni odierni porti alla trasmissione di patogeni o alla produzione di infezioni è inferiore solo a quella che può provocare un animale selvatico all'interno di una di queste zone.

Già dall'antichità, però principalmente dalla rivoluzione industriale del diciannovesimo secolo, il colore grigio utilizzato per strade, vicoli, edifici e fabbriche. Si è imposto sopra la naturalità ed i suoi colori: il verde, l'azzurro ed il marrone (Cala Martinez, 2016).

2.6.3. Bosco urbano e periurbano

Il bosco urbano è parte indispensabile dell'infrastruttura verde. La FAO definisce il bosco urbano come *“rete o sistema che comprende tutti gli alberi, gruppi di alberi e singole piante ubicate nelle aree urbane e periurbane quindi, si includono: boschi, alberi nelle strade, alberi nei parchi e giardini e piante isolate all'interno della città. I boschi urbani sono la spina dorsale dell'infrastruttura verde che unisce l'area urbana a quella rurale e migliora l'impronta ambientale della città”* (Salbitano, et al., 2016).

La definizione, seppur rimanendo tale nella sostanza, cambia all'inizio di questo secolo risultando più generale: *“tutta l'area forestale influenzata in una forma o nell'altra dalla popolazione urbana”* (Kuchelmeister, 2000). Gli Stati Uniti usano una definizione più recente: *“la somma di tutti gli esemplari legnosi e la loro vegetazione associata che si trova nell'intorno degli insediamenti umani, che si sviluppano dalle piccole comunità che vivono negli intorni rurali fino alle aree metropolitane”* (Miller, et al., 2015).

Ogni singolo albero viene compreso nella definizione e non può esservi escluso; indipendentemente dalla specie, estetica o condizione fitosanitaria. Devono essere tutti controllati e gestiti per ottenere un bosco urbano ottimale.

Per facilitare la descrizione del bosco urbano della città di Cordoba e la provincia che rappresenta si possono utilizzare i differenti sottogruppi definiti da (Salbitano, et al., 2016).

- **Alberi nelle strade o nelle piazze pubbliche.** Piantagioni di alberi lineari, a piccoli gruppi o singoli individui nei patii, nei parcheggi, nelle strade, ecc. Spesso i patii sono decorati con piante legnose ed arbusti sotto la loro chioma; un tempo questi parchi presentavano i vicoli pedonali al loro interno composti di materiali permeabili. Oggi sostituiti con calcestruzzo che oltre ad essere impermeabile si scalda durante l'estate aumentando notevolmente le temperature e rendendo molto difficile la sopravvivenza a queste piante arboree ed arbustive che incontrano la morte per mancanza di acqua ed eccesso di calore. I pochi esemplari che sopravvivono dovranno essere sostituiti alla fine del loro ciclo, senza la certezza di un attecchimento dei nuovi esemplari, date le difficili condizioni, si rischia di perdere questi patii che rappresentano un tratto culturale caratteristico della città di Cordoba.
- **Parchi e giardini piccoli con alberi (<0,5 [ha]).** Sono piccole aree verdi pubbliche dove spesso si trovano installazioni dedicate al tempo libero per le diverse fasce d'età, ad esempio giochi per i più piccoli o attrezzi ginnici per i più grandi; spesso non sono collegate tra loro. In questa categoria si racchiudono anche le aree verdi private. Questa tipologia è sicuramente la più rappresentativa della città. Vi è la necessità ed il dovere di citare quelli che tra questi si trovano nel centro storico: los patios Cordobeses. Secondo alcuni cartelli che possiamo trovare sulle loro pareti sono i primi giardini verticali al mondo; costituiti da piante rampicanti e sistemi di vasi, a volte molto complessi, che permettono alle piante di crescere ed alle persone di rifugiarsi in luoghi freschi distanti dal calore di una delle città più calde d'Europa. Questi

luoghi si sono diventati parte integrante e fondamentale della città, le persone si radunavano scambiando idee, sapori e cultura creando un legame indissolubile con la popolazione Cordobesa. Fu così che questi piccoli luoghi divennero paradisi nascosti e multifunzionali, che oggi vengono immortalati dai turisti curiosi che vi entrano a visitarli.

- **Parchi municipali e boschi urbani (>0,5 [ha]).** Grandi parchi urbani che presentano diverse specie di piante arboree, arbustive ed erbacee; presentano anche installazioni per il tempo libero e ludiche. I parchi pubblici di Cordoba più estesi sono: Asomadilla 23,6 [ha], Cruz Conde 13 [ha] o presidente Adolfo Suarez con 12,3 [ha]. Inoltre, Jardines de la Agricultura, Duque de Rivas, Jardines de la Victoria y Conde Vallellano con 17,4 [ha] è uno dei corridoi verdi più importanti della città (Ayuntamineto de Córdoba, Delegación de Infraestructuras, Unidad de Parques y Jardines., 2017). Diversi tra quelli nominati saranno oggetto di ricerca in questa tesi.
- **Boschi ed alberature periurbane.** Nei dintorni dei nuclei cittadini, piccoli o grandi che siano, le aree boschive che possono fornire benefici e servizi come: legna, frutta, prodotti forestali non legnosi, acqua ed aria più pulite, turismo, ecc. vengono identificati in questa categoria. Esempio lampante per la città di Córdoba è il parco de Los Villares, gestito dalla regione Andalucía con un'estensione di quasi 500 ha di cui 60 son destinati a zona ricreativa.
- **Altre zone verdi.** In questa categoria includiamo: i lotti agricoli urbani, i prati, le sponde dei fiumi, i campi sportivi, gli incolti, i cimiteri ed i giardini botanici. Esempi calzanti ci vengono forniti dal fiume Guadalquivir, dalla Campiña cordobesa e dal Real Jardín Botánico. Esistono inoltre diversi campi incolti, nei pressi delle zone più industrializzate, dove le piante arboree e arbustive stanno prendendo il sopravvento sulle erbacee. Inoltre, vi è la presenza della zona della Sierra Morena che presenta grandi aree boschive private dedicate a riserva di caccia o al pascolo che formano una superficie alberata non indifferente nella zona nord della città. Tornando agli esempi precedenti: il fiume si presenta come una riserva di biodiversità di valore inestimabile sia per la flora che per la fauna che riesce a trovare un ricovero in un clima così secco ed arido. A questa si contrappone la Campiña cordobesa, nella parte sud, dove non vi è presenza di nessun albero. Esiste solo qualche piantagione di ulivo e di vite.

2.6.4. Selvicoltura urbana, Urban Forestry

Per la prima volta viene menzionata negli Stati Uniti nel 1898 (Konijnendijk, et al., 2006), dove si iniziò a notare come la gestione degli alberi nelle città, schiacciati dal cemento, non poteva essere la stessa che veniva dedicata tradizionalmente agli alberi nelle montagne. Questo causò la necessità di un distacco dalla selvicoltura "tradizionale" che si ottenne anche nel nome grazie all'aggettivo "urbana". Quasi un secolo più tardi nel 1965 in Canada si iniziano a studiare i problemi a cui vanno incontro gli alberi all'interno dell'area urbana ed i vantaggi che vi possono apportare. Tutt'ora si definisce come *"l'arte, la scienza e la tecnologia della gestione degli alberi e delle zone forestali attorno all'ecosistema urbano che forniscono benefici fisiologici, sociologici, economici ed etici alla società"* (Konijnendijk, et al., 2006). La selvicoltura urbana racchiude elementi ecologici, economici e sociologici, e le persone che fanno parte nel nucleo urbano e periurbano. Si nota il carattere multidisciplinare di questa materia.

In Europa la definizione di selvicoltura urbana comprende una vastissima gamma di paesaggi urbani e forestali, includendo le diverse culture, usi e costumi dei vari paesi. Le loro condizioni climatiche come temperatura e umidità, la presenza di acqua, che può essere eccessiva o scarsa e molti altri fattori per permettere ai differenti professionisti di creare aree verdi che abbiano un ruolo attivo e

funzionale all'interno dei nostri centri abitati; seppur con sembianze estetiche totalmente diverse tra loro (Konijnendijk, et al., 2006). Entrando un po' più nello specifico, in Spagna, la selvicoltura urbana ed il suo utilizzo è molto ridotta al di fuori degli ambiti accademici, viene definita semplicemente come un nuovo tipo di selvicoltura ma non le viene data l'importanza che merita (Montoya Oliver & Mesón García, 2004). La referenza all'ambiente urbano viene menzionata, quasi esclusivamente, per indicare i problemi che causano i centri abitati all'ecosistema forestale (González Molina, 2005). Descrivendola (González Molina, 2005) ci offre una definizione che può essere applicata ai giorni nostri “[...] *consideriamo la selvicoltura come una scienza o una tecnica che si applica con l’obiettivo di ottenere dai boschi un beneficio diretto o indiretto, denominati funzioni (funzione di protezione dall’erosione, funzione ricreativa, funzione produttiva, funzione di protezione dell’ecosistema, funzione paesaggistica, ecc.), per la società. Bisogna assicurargli una sostenibilità nella sua globalità*”. Questa definizione è essenzialmente quella che stiamo cercando, con l'unica differenza che pone il peso su benefici diversi rispetto a quelli che cerchiamo in ambito cittadino; legname, erosione, ecc. possono essere sostituiti con: decontaminazione, ricreativo, depurativo, ecc. per incontrare una definizione a noi più funzionale. Per riassumere i concetti precedentemente visti, possiamo utilizzare la definizione (Rivas Torres, 2017) *“la scienza silvicola che si relaziona con la coltivazione dei boschi, naturali o artificiali, in aree urbane o periurbane, per ottenere beni e servizi a favore degli abitanti della città: aria pulita e fresca, cattura e stoccaggio dell’anidride carbonica, acqua, suolo, paesaggio più naturale, protezione di flora e fauna, spazi ricreativi, caccia, pesca, frutta, ecc.”*

Vanno evidenziati alcuni punti fondamentali per fare chiarezza nel mezzo di queste definizioni:

- Riconoscere e valorizzare il ruolo del verde all'interno dell'ambito urbano per combattere le sfide che si presentano all'interno dei nuclei abitativi.
- Riuscire ad integrare l'infrastruttura verde all'interno della città, gestirla e ricavarne vantaggi.
- Valorizzare l'interdisciplinarietà della materia ricavandone tutti i possibili vantaggi. Non solo in ambito puramente silvicolo ma anche culturale, sociale, ecc.
- Pianificare l'infrastruttura verde con una strategia a lungo termine.
- Gestire il bosco urbano assieme a tutti i componenti della città così da poter venir incontro alle esigenze dei cittadini e sensibilizzandoli sull'importanza di quest'ultimo.

2.6.5. Arboricoltura

Fino ad ora abbiamo visto come la selvicoltura è una scienza studi l'insieme, al contrario, a scala più ridotta ci viene incontro l'arboricoltura. Quest'ultima è la scienza che studia l'albero come singolo individuo e il suo contesto. L' International Society of Arboriculture (ISA) pubblica le sue investigazioni nel “Journal of Arboriculture”, che successivamente, rendendosi conto della stretta correlazione tra le due materie ha cambiato nome in “Journal of Arboriculture and Urban Forestry”. Usando la definizione di (Rivas Torres, 2017), che la definisce come: *“la scienza che si dedica alla coltivazione, al benessere degli alberi, arbusti e rampicanti, considerati come singoli individui. L'albero assume importanza come singolo individuo e si incontra nelle strade, nelle piazze, nei parchi, nei giardini botanici, nelle piantagioni da frutto, nelle fabbriche, nelle case ecc.”*. Ai giorni d'oggi molti rilegano l'arboricoltura ad essere una branca dell'orticoltura; questo causa non pochi problemi quando si parla di potature. Vengono infatti presi come postulati tipi di potature che derivano dalle ormai superate tecniche di potatura delle piante in vaso che si possono “apprezzare” per le strade della città per colpa del mancato aggiornamento delle tecniche da parte dei vivaisti e/o degli operatori del verde. A causa di ciò arboricoltura e selvicoltura si separano sia nelle pubblicazioni della FAO sia nei piani di studio universitari (Rivas Torres, 2017). Nasce dunque la necessità di creare

“l’arboricoltura moderna” per distaccarsi dalle pratiche antiquate e nocive sostituendole con tecniche che mettano al centro il benessere dell’albero perché sia sano, sicuro ed esteticamente presenti la sua forma naturale e non antropizzata (Shigo, 1994).

Nella penisola iberica la scienza dell’arboricoltura si sta sviluppando grazie ad università come Valencia, il Real Jardín Botánico de Madrid, o associazioni come Asociación Española de Arboricultura (AEA). Grazie a questo si possono definire delle linee guida riguardanti le norme e le tecniche corrette da utilizzare nelle diverse situazioni, trasferendo la conoscenza a tutti coloro che lavorano nel settore o che lo desiderino. Nella città di Córdoba l’utilizzo di un’arboricoltura ottimale è indispensabile per le sorti del suo verde urbano. In tutta la regione si organizzano, a partire dal 1998, “Encuentro de Arboricultura Urbana de Andalucía”, queste tipologie di incontri hanno dato nuova vita alla materia aggiornando gli operatori del settore e sviluppando nuove tecniche sempre più efficaci.

In conclusione, le piante devono essere trattate sì come un insieme dalla selvicoltura urbana ma, vanno anche trattate e curate come singoli individui utilizzando l’arboricoltura moderna.

2.6.6. Copertura arborea urbana, urban tree canopy (utc)

La copertura della chioma viene definita come la proiezione al suolo della chioma dell’albero, formata da fogliame e rami. Va da sé che la copertura arborea urbana si riferisce alla canopy cover di tutti i singoli alberi presenti nel territorio urbano. Una definizione più precisa è fornita dall’International Society of Arboriculture (ISA): *“il congiunto di ramaglia e fogliame della chioma di un albero o di un gruppo di alberi. Aggregato o congiunto di chiome di alberi. Una chioma può essere chiusa o non come nel caso di un bosco, oppure composta da alberi individuali e gruppi con chiome chiuse, come nel caso del bosco urbano”* (International Society of Arboriculture, 2017). Le chiome degli alberi forniscono alcuni dei servizi più importanti ed apprezzati dell’infrastruttura verde: riducono l’effetto dell’isola di calore, riducono la necessità di riscaldamento e raffreddamento, intercettano le gocce d’acqua dando più tempo al suolo per assorbirla, diminuiscono la temperatura dell’aria, riducono la contaminazione dell’aria, forniscono ombra, aumentano la qualità della vita, ecc. (Urban Natural Resources Institute-U.S. Forest Service-Department of Agriculture, 2017).

2.7. Il bosco urbano di Córdoba

Definita l’infrastruttura verde in tutte le sue parti e le scienze che la studiano: selvicoltura ed arboricoltura possiamo introdurre in maniera più concreta e specifica il bosco urbano di Córdoba. Nonostante questo lavoro non comprenda l’intera area municipale, ma alcuni dei suoi parchi, senza una presentazione generale del verde urbano dell’intera città verremo meno al concetto di infrastruttura verde non potendone capire a pieno il funzionamento.

2.7.1. La superficie del bosco urbano di Córdoba

I dati riguardanti il bosco urbano della città corrispondono a zone pubbliche urbanizzate. Vengono dunque considerati nuclei abitativi come: Santa María de Trasierra, Muriano, Villarrubia, Alcolea, El Higuerón o Santa Cruz ed altri, che sono invece raggruppati col nome di “Resto de Córdoba”. Non sono invece rappresentate zone in processo di urbanizzazione o con definizioni non inerenti in quanto non sono attualmente gestite dal comune o dalla regione.

La superficie analizzata viene suddivisa in tre tipologie principali (però non uniche) di zone pubbliche municipali, questo facilita analisi, comprensione e maneggiabilità dei dati.

- Zone verdi: racchiudiamo in questa categoria tutti i parchi, i giardini ed alcune piazze che ospitano vegetazione e non presentano una pavimentazione composta da materiale duro e idrorepellente.
- Zone riservate verdi: sono zone che il piano regolatore del comune prevede trasformare in “zona verde” ma ancora in via di sviluppo.
- Zone di transito pubblico municipali: comprende strade, marciapiedi, parcheggi, alcune piazze, ecc. Viene designato nel piano generale di ordinazione urbana (PGOU) ed è sempre possibile piantare nuovi esemplari in queste zone, coerentemente con le circostanze. Nonostante non sia qualificato come “zona verde” è la colonna portante del bosco urbano di Córdoba.

Doveroso nominare anche le altre aree verdi: aree private, coltivazioni, incolti, zone protette, zone non edificabili, ecc. per poter prendere in considerazione l'intero territorio del comune e non solo la parte del pubblico. Il comune può dunque agire, in tempi ragionevolmente brevi, solo nelle zone indicate nella prima e nella terza tipologia per aumentare la copertura arborea della città.

Nella tabella sottostante possiamo vedere la superficie disponibile ad ospitare alberi ripartita nelle diverse zone della città.

Tabla 1: superficie totale delle zone urbane di Cordoba divise in distretti. Fonte: Estimación de la cobertura arbórea como base para la gestione del bosque urbano de la ciudad de Córdoba (Miguel Ángel Díez Santamaría, 2018).

Distritos	[m²]	[%]
Centro	3.426.615,06	8,14
Levante	1.836.608,31	4,36
Noreste	2.272.650,34	5,40
Norte Sierra	8.123.128,86	19,30
Poniente Norte	2.512.869,06	5,97
Poniente Sur	3.295.089,06	7,83
Sur	2.667.813,90	6,34
Sureste	1.987.601,33	4,72
Industrial	3.261.477,93	7,75
Resto Córdoba	12.700.400,00	30,18
Sin Distrito	0,00	0,00
Total	42.084.253,85	100,00

Dalla tabella soprastante notiamo come il distretto che raggiunge la maggior percentuale sia Norte-Sierra con quasi il 20%, al contrario, Levante si ferma al 4,36%. Interessante notare come la somma dei nuclei periferici della città totalizzi il 30%.

Analizzando più da vicino i nuclei periurbani possiamo vedere come i maggiori siano Trasierra e Villarrubia con più del 7,5% ciascuno, superando molti dei distretti precedentemente visti.

Tabla 2: superficie dei nuclei periferici di Cordoba, identificati precedentemente come “resto di Córdoba”. Fonte: Estimación de la cobertura arbórea como base para la gestione del bosque urbano de la ciudad de Córdoba (Miguel Ángel Díez Santamaría, 2018).

Núcleos Periféricos	Superficie	[%]
Muriano	2.707.000,00	6,43

Trasierra	3.330.600,00	7,86
Alcolea	1.332.000,00	3,17
Higuerón	1.323.000,00	3,14
Villarubia	3.125.000,00	7,64
Santacruz	817.400,00	1,94
Total "resto Córdoba"	12.700.400,00	30,18
Total Córdoba	42.084.254,04	100,00

Vediamo dunque i dati dei vari distretti ripartiti secondo la classificazione precedente: zona verde, zone riservate verdi (zona de reserva), zone di transito pubblico municipali (viarío municipal).

Tabla 3: superficie delle tre classi principali nella quale si ha diviso Córdoba per l'analisi degli alberi. Fonte: Estimación de la cobertura arbórea como base para la gestione del bosque urbano de la ciudad de Córdoba (Miguel Ángel Díez Santamaría, 2018).

Distritos	Superficie		Zona verde		Zona de reservas		Vario municipal	
	[m ²]	[%]	[m ²]	[%]	[m ²]	[%]	[m ²]	[%]
Centro	3.426.615,06	8,14	449.400,13	10,99	0,00	0,00	882.167,97	11,17
Levante	1.836.608,31	4,36	192.224,90	4,70	7.869,95	0,52	650.855,76	8,24
Noreste	2.272.650,34	5,40	273.421,27	6,69	1.222,94	0,08	784.019,75	9,93
Norte Sierra	8.123.128,86	19,30	716.135,70	17,52	199.505,57	13,19	1.304.617,49	16,53
Poniente Norte	2.512.869,06	5,97	404.683,14	9,90	24.021,02	1,59	601.967,54	7,63
Poniente Sur	3.295.089,06	7,83	574.976,00	14,07	24.597,29	1,63	778.746,26	9,86
Sur	2.667.813,90	6,34	326.258,06	7,98	11.270,21	0,75	829.969,81	10,51
Sureste	1.987.601,33	4,72	294.082,57	7,19	5.254,08	0,35	571.747,63	7,24
Industrial	3.261.477,93	7,75	110.442,95	2,70	140.142,47	9,27	334.771,62	4,24
Resto Córdoba	12.700.400,00	30,18	709.972,16	17,37	1.098.199,53	72,63	1.118.859,88	14,17
Sin Distrito	0,00	0,00	36.049,92	0,88	?	?	36.502,75	0,46
Total	42.084.253,85	100,00	4.087.666,80	100,00	1.512.089,06	100,00	7.894.226,46	100,00

Possiamo notare come le zone verdi nel "centro" siano solamente un 10%; questo è dovuto all'intensa urbanizzazione del centro della città. Inoltre, essendo la zona maggiormente abitata, dunque quella con più richiesta, è l'unica che non presenta zone riservate verdi perché son state già totalmente convertite in parchi e/o giardini aperti al pubblico. Va infine considerato che alcune aree: Vallellano, Victoria, Jardines de la Agricultura e zone verdi denominate: presidente Adolfo Suarez (Vial Norte), circondano il centro storico senza però esserci effettivamente comprese. Nel distretto industriale, come ci si aspettava, la percentuale di zone verdi è molto piccola rispetto alla dimensione del distretto stesso. Questo è probabilmente dovuto alla bassa densità di popolazione

che vive in quelle zone che definisce una scarsa domanda; il dato è comunque compensato dalle zone riservate verdi.

L'analisi di questi dati non è sempre semplice, deve essere svolta analizzando distretto per distretto e valutando molti altri fattori rispetto al mero dato numerico che indica la superficie. Vanno presi in considerazione: la densità di popolazione, l'anno di costruzione del distretto, la funzione del distretto, ecc. che diventano fattori determinanti ed esplicativi nel momento della lettura di questi dati. Inoltre, è giusto ricordare che ogni albero è un soggetto unico ed irripetibili, seppur all'interno di un sistema più grande, andrebbe dunque analizzato caso per caso per avere una visione precisa del bosco di Córdoba.

2.7.2. Informazioni sul bosco urbano di Córdoba

Analizzeremo gli alberi facenti parte delle zone verdi e delle zone di transito pubblico municipale. I primi si trovano in zone riconosciute come aree verdi dal piano generale di ordinazione urbana (PGOU), queste piante vengono messe a dimora all'interno di prati, lasciando il tronco direttamente a contatto con l'erba o proteggendolo³ con un cerchio di pacciamatura che può essere composto da diversi materiali come granito o corteccia.

I soggetti appartenenti al secondo gruppo si incontrano principalmente nelle strade e nei marciapiedi. Non vengono catalogati come zone verdi dal PGOU, vengono considerati come se fossero lampioni o segnali stradali in quanto rientrano nell'unità di gestione delle strade. Si trovano messi a dimora in buche che possono o meno essere coperte da asfalto che ne rimpicciolisce ulteriormente le dimensioni. Questa divisione è solamente una divisione di tipo gestionale. Che raggruppa elementi nell'unità stradale piuttosto che nell'unità aree verdi, raggruppano in sé elementi per le loro qualità o i loro attributi: visuali, di vicinanza, di facilità di mantenimento, ecc., o per poter soddisfare più di una di queste richieste contemporaneamente. I gruppi si sono formati negli anni da parte dei tecnici responsabili della realizzazione dell'inventario del comune di Córdoba (Merino Jiménez, et al., 2015).

Esistono diversi altri attributi per descrivere gli alberi ad esempio:

- Posizione;
- Tipo di posizione;
- Sito di messa a dimora;
- Suolo di messa a dimora;
- Presenza di protettori individuali;
- Presenza di tutori;
- Specie;
- Perimetro del tronco;
- Età relativa.

Questi sono solo alcuni esempi di attributi che possono essere dati ad un albero per la sua analisi. In base all'attributo scelto possiamo dividere i nostri soggetti in diversi gruppi: per età, per specie, per altezza, per sito d'impianto, ecc. e ricavare numerosi dati utili con analisi statistiche.

2.7.3. Dati d'interesse del bosco urbano di Córdoba

Dell'inventario del bosco urbano della città possiamo ricavare diverse informazioni che ci sono utili per avere un quadro, seppur generale, dell'infrastruttura verde della città.

³ Allegato 1: immagine, esemplare protetto da pacciamatura.

Analizziamo dunque il dato della superficie, visto precedentemente, come la quantità di alberi all'interno di quella superficie. Utilizziamo la superficie totale del distretto senza alcun tipo di divisione interna.

Tabla 4: numero totale e percentuale degli alberi pubblici e superficie totale per distretto. Fonte: Estimación de la cobertura arbórea como base para la gestione del bosque urbano de la ciudad de Córdoba (Miguel Ángel Díez Santamaría, 2018).

Distritos	Arbolado		Superficie	
	UD.	[%]	[m²]	[%]
<i>Centro</i>	9415,00	10,82	3426615,06	8,14
<i>Levante</i>	6462,00	7,42	1836608,31	4,36
<i>Noreste</i>	10142,00	11,65	2272650,34	5,40
<i>Norte Sierra</i>	13528,00	15,54	8123128,86	19,30
<i>Poniente Norte</i>	6693,00	7,69	3295089,06	5,97
<i>Poniente Sur</i>	11696,00	13,44	2667813,90	7,83
<i>Sur</i>	11511,00	13,23	2667813,90	6,34
<i>Sureste</i>	8808,00	10,12	1987601,33	4,72
<i>Industrial</i>	512,00	0,59	3261477,93	7,75
<i>Resto Córdoba</i>	7265,00	8,35	12700400,00	30,18
<i>Sin Distrito</i>	1005,00	1,15	0,00	0,00
Total	87037,00	100,00	42082254,04	100,00

La tabella sovrastante non tiene conto della grandezza degli alberi, dei vivi e dei morti, del loro stato e di molti altri fattori. Per questo ci potrebbe portare a conclusioni affrettate ed errate; basti vedere nel distretto industriale e nei nuclei periferici dove l'elevata estensione della superficie fa sembrare quasi assente la presenza di alberi.

Analizziamo il dato degli alberi situati nelle zone verdi e nelle zone di transito pubbliche municipali dei vari distretti.

Tabla 5: numero totale e percentuale degli alberi pubblici situati in zona verde per distretto. Fonte: Estimación de la cobertura arbórea como base para la gestione del bosque urbano de la ciudad de Córdoba (Miguel Ángel Díez Santamaría, 2018).

Distritos	Árboles	[%]
<i>Centro</i>	5.175	15,14
<i>Levante</i>	2.780	8,13
<i>Noreste</i>	3.380	9,89
<i>Norte Sierra</i>	5.693	16,65
<i>Poniente Norte</i>	2.725	7,97
<i>Poniente Sur</i>	6.071	17,76
<i>Sur</i>	2.083	6,06
<i>Sureste</i>	2.731	7,99
<i>Industrial</i>	233	0,68
<i>Resto Córdoba</i>	2.535	7,42
<i>En zona de Reserva</i>	344	1,01
<i>Sin Distrito</i>	437	1,28

Total	34.187	39,28
--------------	--------	-------

Tabla 6: numero totale e percentuale degli alberi pubblici situati in “vario municipal” per distretto. Fonte: Estimación de la cobertura arbórea como base para la gestione del bosque urbano de la ciudad de Córdoba (Miguel Ángel Díez Santamaría, 2018).

Distritos	Árboles	[%]
Centro	4.240	8,02
Levante	3.682	6,97
Noreste	6.762	12,79
Norte Sierra	7.835	14,82
Poniente Norte	3.96	7,51
Poniente Sur	5.625	10,64
Sur	9.428	17,84
Sureste	6.077	11,50
Industrial	279	0,53
Resto Córdoba	4.730	8,95
Sin Distrito	568	1,07
Total	52.850	60,72

La classe chiamata “sin distrito” deriva da un errore; l’operatore infatti avrà omesso il distretto di questi alberi. La classe non è molto grande e dunque l’errore non risulta significativo, in ogni caso è stato scelto di mostrarlo nelle tabelle riassuntive dei dati.

Quest’analisi dà la possibilità di confermare la poca presenza di alberi nei nuclei periurbani, non solo la grandezza del territorio considerato, come ipotizzato precedentemente. Inoltre, vediamo come siano pochissimi gli alberi del distretto industriale, superati perfino dalla classe “sin distrito” che rappresenta degli errori.

Alcuni dati della tabella riguardante le zone verdi sono fortunatamente compensati dalla seconda, nei distretti sur e sureste vediamo accadere questo fenomeno, probabilmente dovuto all’urbanizzazione che non ha lasciato il giusto spazio ad aree verdi sufficientemente verdi che vengono però compensate con il verde stradale. Non dimentichiamoci del terzo gruppo: le zone riservate verdi; nei distretti ancora in sviluppo queste potrebbero giocare un ruolo fondamentale una volta completate ed aperte al pubblico.

Un dato importante che possiamo ricavare è quello degli alberi vivi e dei morti, così da poter vedere la necessità di reimpianto nei vari distretti ed eventuali situazioni problematiche e scoprire la loro causa. Oltre che incontrare un dato generale di mortalità per gli alberi di Córdoba.

Tabla 7: numero totale e percentuale degli alberi pubblici, ceppaie o “vuoti” per distretto. Fonte: Estimación de la cobertura arbórea como base para la gestione del bosque urbano de la ciudad de Córdoba (Miguel Ángel Díez Santamaría, 2018).

Distritos	Árboles	Tocones	[%]	Marras	[%]	Suma T+M
Centro	9.415	92	0,98	139	1,48	231
Levante	6.462	166	2,57	88	1,36	254
Noreste	10.142	72	0,71	174	1,72	246
Norte Sierra	13.528	34	0,25	23	0,17	57
Poniente Norte	6.693	30	0,45	26	0,39	56

<i>Poniente Sur</i>	11.696	107	0,91	140	1,20	247
<i>Sur</i>	11.511	70	0,61	165	1,43	235
<i>Sureste</i>	8.808	59	0,67	73	0,83	132
<i>Industrial</i>	512	2	0,39	7	1,37	9
<i>Resto Córdoba</i>	7.265	48	0,66	36	0,50	84
<i>Sin Distrito</i>	1.005	4	0,40	0	0,00	4
Total	87.037	684	0,79	871	1,00	1.555

Dato cardine di ogni censimento che si rispetti è la ripartizione dei suoi individui secondo la loro specie. La città di Córdoba conta ben 139 specie differenti; ovviamente la metà di queste non supera le quindici unità, al contrario, le prime venti specie sommate rappresentano l'ottantacinque per cento del patrimonio arboreo del comune. Per un totale di 73355 esemplari. Nella tabella sottostante possiamo osservare questi dati; le prime venti specie sono rappresentate in grassetto.

Tabla 8: censimento degli alberi di Córdoba. Fonte: Estimación de la cobertura arbórea como base para la gestione del bosque urbano de la ciudad de Córdoba (Miguel Ángel Díez Santamaría, 2018).

Especie	Cantidad	Especie	Cantidad
CIA · Citrus aurantium - Naranjo amargo (CIA)	28.412	PIN · Pinus nigra - Pino negral (PIN)	16
CAU · Celtis australis - Almez (CAU)	7.130	UCR · Ulmus carpiniifolia - (UCR)	15
Marra, alcorque vacío - (XX) o tocón (XY)	6.128	CLU · Cupressus lusitanica - Ciprés de Portugal (CLU)	14
PHY · Platanus x hybrida - Plátano de sombra *	5.769	CYO · Cydonia oblonga - Membrillero (CYO)	13
MEA · Melia azedarach - Melia (MEA)	3.842	POS · Populus simonii - Alamo chino (POS)	12
UMI · Ulmus minor - (UMI)	2.235	JRE · Juglans regia - Nogal común (JRE)	11
JAM · Jacaranda mimosifolia - Jacaranda (JAM)	2.196	PIT · Pittosporum tobira - Pitosporo (PIT)	11
RPS · Robinia pseudoacacia - Falsa acacia (RPS)	1.985	ZIJ · Zizyphus jujuba - Azufaifo (ZIJ)	11
SJA · Sophora japonica - Acacia del Japón (SJA)	1.863	CEO · Celtis occidentalis - Almez occidental (CEO)	10
CSE · Cupressus sempervirens - Ciprés común (CSE)	1.721	CRL · Crataegus laevigata - Espino blanco (CRL)	10
LJA · Ligustrum japonicum - Aligustre japonés (LJA)	1.695	MCO · Malus communis - Manzano común (MCO)	10
BPO · Brachychiton populneus - Brachichiton (BPO)	1.536	AHE · Araucaria heterophylla - (AHE)	9
PCP · Prunus cerasifera pisardii - Ciruelo de flor	1.507	PPR · Parrotia persica - (PPR)	9
RPSu · Robinia pseudoacacia umbraculifera (RPSu)	1.453	AMO · Acer monspessulanum - Arce de Montpellier	8
TTI · Tipuana tipu - Tipuana (TTI)	1.325	PYC · Pyrus communis - Peral común (PYC)	8
ANE · Acer negundo - Negundo (ANE)	1.287	FMA · Ficus macrophylla - Arbol de las lianas (FMA)	7
PAB · Populus alba bolleana - Alamo blanco	1.187	MLE · Myoporum laetum - (MLE)	7
PPI · Pinus pinea - Pino piñonero (PPI)	910	AUN · Arbutus unedo - Madroño (AUN)	6
CSI · Cercis siliquastrum - Arbol del amor (CSI)	867	CEC · Chorisia speciosa - (CEC)	6
GRO · Grevillea robusta - Grevillea (GRO)	853	EAN · Elaeagnus angustifolia - Arbol del paraiso (EAN)	6
OEU · Olea europaea - Olivo (OEU)	798	ACA · Acer campestre - Arce menor (ACA)	5
Ulmus carpanifolia umbraculifera (UCRu)	753	ECF · Erythrina caffra - (ECF)	5
FAN · Fraxinus angustifolia - Fresno hoja estrecha	747	ECR · Erythrina crista-galli - (ECR)	5
CSN · Citrus sinensis - (CSN)	559	PHU · Phlomis purpurea - Matagallos (PHU)	5
KPA · Koelreuteria paniculata - chino del barniz	555	PPE · Prunus persica - Melocotonero (PPE)	5
CIL · Citrus limon - Limonero (CIL)	514	TDI · Taxodium distichum - Ciprés de los pantanos	5
MAL · Morus alba - Morera blanca (MAL)	493	ASL · Acacia saligna - (ASL)	4

FSI · Firmiana simplex - Parasol chino (FSI)	470	DKA · Diospyros kaki - Caqui (DKA)	4
LJAv · Ligustrum japonica variegata (LJAv)	436	PDU · Prunus dulcis - Almendro (PDU)	4
AAL · Ailanthus altissima - Ailanto (AAL)	432	PIC · Pinus canariensis - Pino canario (PIC)	4
QIL · Quercus ilex - Encina (QIL)	417	PIP · Pinus pinaster - Pino rodeno (PIP)	4
FOR · Fraxinus ornus - Fresno del maná (FOR)	373	TBA · Taxus baccata - Tejo (TBA)	4
CBU · Catalpa bungei - Catalpa de Bunge (CBU)	364	TIE · Tilia x europaea - Tilo común (TIE)	4
MGR · Magnolia grandiflora - Magnolio (MGR)	364	ABN · Abies nordmanniana - Abeto del Caucaso (ABN)	3
AJU · Albizia julibrissin Acacia constantinopla (AJU)	351	ASA · Acer saccharinum - Arce plateado (ASA)	3
RHI · Robinia hispida - Robinia hispida (RHI)	349	CCL · Cocculus laurifolius - Coculo (CCL)	3
PIH · Pinus halepensis - Pino carrasco (PIH)	341	CGR · Citrus grandis - Grupo de Falsos Pomelos (CGR)	3
CBI · Catalpa bignonioides - Catalpa (CBI)	326	MFL · Malus floribunda - Manzano ornamental (MFL)	3
CES · Ceratonia siliqua - Algarrobo (CES)	305	PHC · Phoenix canariensis - Palmera canaria (PHC)	3
LIN · Lagerstroemia indica - Arbol de Júpiter (LIN)	302	QRO · Quercus robur - Roble carvalho (QRO)	3
CEQ · Casuarina equisetifolia - Casuarina (CEQ)	299	AME · Arbutus menziesii - Madroño	2
CDE · Cedrus deodara - Cedro del Himalaya (CDE)	277	CAD · Calocedrus decurrens - Libocedro de California	2
SMO · Schinus molle - Pimentero falso (SMO)	242	CHL · Chamaecyparis lawsoniana - ciprés de Lawson	2
PHS · Photinia serrulata - Fotinia (PHS)	225	CLI · Cedrus libani - Cedro del Líbano (CLI)	2
BRP · Broussonetia papyrifera - Morera del papel	189	CPE · Callistemon speciosus - Limpiatubos (CPE)	2
GTR · Gleditsia triacanthos - Acacia de tres espinas	147	FAX · Fraxinus americana - Fresno blanco americano	2
LAP · Lagunaria patersonii - (LAP)	114	FIB · Ficus benjamina - Ficus benjamina (FIB)	2
TOR · Thuja orientalis - Tuya oriental (TOR)	105	JNI · Juglans nigra - Nogal negro americano (JNI)	2
PAO · Prunus avium - Cerezo (PAV)	101	LTU · Liriodendron tulipifera - Tulipero de Virginia	2
FEX · Fraxinus excelsior - Fresno común (FEX)	92	PCY · Pyrus calleryana - (PCY)	2
PGR · Punica granatum - Granado (PGR)	88	PSA · Prunus sargentii - Cerezo de Sargent (PSA)	2
QSU · Quercus suber - Alcornoque (QSU)	87	TIC · Tilia cordata - Tilo de hoja pequeña (TIC)	2
ECA · Eucalyptus camaldulensis - Eucalipto rojo	85	AAR · Araucaria araucana - Araucaria de Chile (AAR)	1
PNI · Populus nigra - Alamo negro (PNI)	82	ACI · Acacia cyanophylla - (ACC)	1
CAP · Cupressus arizonica - Arizónica (CAR)	78	ACX · Acer sp - (ACX)	1
CMO · Crataegus monogyna - Majuelo (CMO)	71	BDI · Brachychiton discolor - (BDI)	1
GBI · Ginkgo biloba - Ginkgo (GBI)	69	BRU · Brachychiton rupestris - (BRU)	1
PAL · Populus alba - Alamo blanco (PAL)	69	BRX · Brachychiton sp - (BRX)	1
TGA · Tamarix gallica - Tamarindo (TGA)	69	CAV · Corylus avellana - Avellano común (CAV)	1
HSY · Hibiscus syriacus - Rosa del pacífico (HSY)	65	CEU · Carpobrotus edulis - Uña de gato (CEU)	1
CUM · Cupressus macrocarpa - Ciprés de California	60	CRJ · Cryptomeria japonica - Criptomera japonesa	1
NOL · Nerium oleander - Adelfa (NOL)	55	CRS · Crassula sp - (CRS)	1
CRT · Citrus reticulata - Mandarin (CRT)	52	CTR · Cordyline terminalis - (CTR)	1
QFA · Quercus faginea - Quejigo (QFA)	49	CUX · Cupressus sp - (CUX)	1
PTO · Paulownia tomentosa - Paulonia (PTO)	48	EJA · Euonymus japonicus - Evónimo japonés (EJA)	1
ADE · Acacia dealbata - Mimosa (ADE)	47	EMY · Eugenia myrtiflora - (EMY)	1
UGL · Ulmus glabra - Olmo de montaña (UGL)	47	FMY · Ficus mysorensis - (FMY)	1
CTS · Chitalpa tashkentensis - Chitalpa (CTS)	42	FRX · Fraxinus sp - (FRX)	1
FNI · Ficus nitida - (FNI)	42	IAQ · Ilex aquifolium - Acebo (IAQ)	1
TOC · Thuja occidentalis - Tuya occidental (TOC)	42	JCO · Juniperus communis - Enebro común (JCO)	1
CLE · Cupressocyparis leylandii - Ciprés de Leyland	39	JPH · Juniperus phoenicea - (JPH)	1
PSE · Prunus serrulata - Cerezo de flor (PSE)	35	MSO · Magnolia x soulangeana - Magnolio de flor	1

CAT · Cedrus atlantica - Cedro del Atlas (CAT)	34	MSY · Malus sylvestris - Manzano silvestre europeo	1
LNO · Laurus nobilis - Laurel (LNO)	31	PCA · Populus canescens - Alamo cano (PCA)	1
FCA · Ficus carica - Higuera (FCA)	30	PIM · Paulownia imperialis - (PIM)	1
FIE · Ficus elastica - Arbol del Caucho (FIE)	29	PPO · Pinus ponderosa - Pino ponderosa (PPO)	1
LST · Liquidambar styraciflua - Liquidambar (LST)	29	PSY · Pinus sylvestris - Pino silvestre (PSY)	1
UPU · Ulmus pumila - Olmo siberiano (UPU)	27	PTB · Pistacia terebinthus - Terebinto (PTB)	1
CLX · Celtis sp - (CLX)	25	PXX · Phoenix sp - (PXX)	1
ERJ · Eriobotrya japonica - Níspero del Japón (ERJ)	25	QEX · Quercus sp - (QEX)	1
TIP · Tilia platyphyllos - Tilo de hojas anchas (TIP)	24	STR · Salix trianda - Sarga (STR)	1
BRA · Brachychiton acerifolius - Brachichiton	23	TAG · Tilia argentea - (TAG)	1
PRD · Prunus domestica - Ciruelo (PRD)	23	TIV · Tilia x vulgaris - Tilo híbrido de Holanda (TIV)	1
AHI · Aesculus hippocastanum - Castaño de Indias	21	TIX · Tilia sp. - (TIX)	1
CUL · Cupressus lambertiana - (CUL)	21	TVE · Taxus verticillata - (TVE)	1
ABA · Abies alba - Abeto blanco (ABA)	20	VAG · Vitex agnus-castus - Sauzgatillo (VAG)	1
CMA · Cornus mas - Cornejo macho (CMA)	19	VVI · Vitis vinifera - (VVI)	1
SBA · Salix babylonica - Sauce llorón (SBA)	19	WFI · Washingtonia filifera - Washingtonia (WFI)	1
PAC · Parkinsonia aculeata - Espino de Jerusalén	18	ZZ · Especie sin determinar - (ZZ)	1
PDI · Phytolacca dioica - Ombú (PDI)	18	TOTAL ARBOLADO CÓRDOBA	87.037

Non dimentichiamo che questo tipo di dato rappresenta un preciso momento storico; al contrario gli alberi, in quanto esseri viventi, non rimangono immobili nel tempo come una fotografia. Un albero può infatti morire, per cause più o meno naturali, può essere sostituito dall'esemplare di un'altra specie, un nuovo albero può essere messo a dimora. Questi dati che ci arrivano dal censimento del 2015 sono abbastanza fedeli alla realtà odierna ma, va tenuto in considerazione che non potranno esserlo per sempre; seppur in questi otto anni non ci saranno state modifiche sostanziali ci saranno stati dei cambiamenti che possono incidere o meno nel risultato finale che vi ricaviamo.

2.8. Stato di salute generale del bosco urbano

Si analizza non solo la quantità ma bensì anche la qualità; definiamo quest'ultima come la salute del bosco urbano della città ricavata tramite fattori come: scelta della specie, sito d'impianto, manutenzione, suolo, ecc. Prendiamo dunque in considerazione sia aspetti intrinseci che estrinseci del soggetto in esame.

Così facendo possiamo restituire un'immagine generale della salute degli alberi di Córdoba; questo ci sarà utile, come detto in precedenza, per legare l'aspetto qualitativo all'aspetto quantitativo.

2.8.1. Specie principali e i loro problemi

Innanzitutto, dobbiamo ricordare che le diverse specie hanno diverse esigenze. Fattori come: calore, presenza di acqua, umidità, spazio a disposizione, ecc. influenzeranno l'adattamento della pianta. Non è un mistero, infatti, che una determinata specie si adatti meglio in certe condizioni rispetto ad un'altra. Inoltre, all'interno della stessa specie ogni individuo è, seppur in minima parte, differente dagli altri ed avrà dunque esigenze e capacità di adattamento differenti. Se gli individui fossero cloni e presentassero un genotipo perfettamente identico interverrebbe il fenotipo a cambiare le carte in tavola; non vi saranno mai due alberi geneticamente identici e sottoposti alle stesse condizioni. Pensiamo a due cloni piantati ad una distanza di pochi metri, uno potrebbe trovarsi esposto alla luce

del sole tre ore in più ogni giorno rispetto all'altro, uno dei due potrebbe essere al lato di un parcheggio e quindi più suscettibile a subire colpi dai vicoli, uno potrebbe trovarsi limitato nella crescita a causa di una terrazza, ecc. Detto ciò, una prima divisione per specie può aiutarci a capire quali sono le specie che si adattano e meglio ed i danni che subiscono più frequentemente o le problematiche a cui vanno incontro con maggiore facilità.

Per rendere più chiara la discussione vediamo i principali, ma non unici, fattori limitanti che determinano l'adattabilità degli alberi (Sánchez García, 2013).

- **Temperatura:** è considerata come uno dei fattori più importanti; basti pensare che le piante si sono evolute adattandosi alle condizioni da lei dettate. Oltre alla temperatura derivata da altitudine e latitudine e le sue limitazioni agli estremi termici (troppo freddo o troppo caldo), si considera anche l'effetto isola di calore delle città, del microclima e sito d'impianto⁴.
- **Umidità:** non strettamente limitante ma, può provocare diversi danni estetici e funzionali alla pianta. A volte, come nel caso di Córdoba, riscontriamo però dei vantaggi: la bassa umidità unita alle temperature molto elevate limita la sopravvivenza di molti funghi. Le piante sensibili ad attacchi fungini derivati dall'alta umidità, in questo panorama, non incontrano questa tipologia di problema.
- **Localizzazione:** fondamentale per il soggetto; ogni sito d'impianto ha infatti alcuni condizionanti specifici come: orientazione (molto importante in una città come Córdoba), microclima, esposizione, ecc. questi fattori determinano col tempo la crescita di un albero vigoroso e sano o la sua morte. Questo fattore è la causa di uno dei principali problemi a cui vanno incontro i nuovi impianti annuali: le bruciature della corteccia dovute all'irraggiamento del sole, situate nella parte del tronco orientata a ponente. A seguire alcune immagini dei danni causati ai soggetti.

⁴ Allegato 2: immagine, termometro della città di Córdoba il giorno 28 settembre 2023.



Figure 11: danni causati dell'irraggiamento solare sulle piante di Córdoba..

- Fattori edafici: all'interno troviamo: pH, texture, salinità, materia organica, struttura del terreno, ecc. è risaputo che il suolo all'interno delle città è differente rispetto a quello che troviamo in una coltivazione o a quello che possiamo definire "forestale". Questo aspetto risulta molto limitante in quanto il suolo che può esplorare un albero con il suo apparato radicale è poco e scarso di materia organica. Inoltre, la compattazione del suolo derivata dall'edificazione, la creazione di strade e l'opera civile più in generale supera il 90% del Proctor normale; se lo compariamo con la capacità di esplorazione del suolo di una radice che oscilla tra il 12% ed il 60% (Coder, 2000) vedendo l'ossigenazione del suolo come fattore più limitante. Viene presto spiegata l'enorme difficoltà nell'attecchimento e nella ricerca di nutrienti di una pianta facente parte di un bosco urbano rispetto ad una pianta di montagna.
- Acqua: imprescindibile per la vita, è probabilmente il fattore più limitante, lo è ancora di più in una città come Córdoba⁵ con un bassissimo livello di umidità ed una temperatura che durante l'estate supera facilmente i 50 [°C]. Il bosco urbano della città va infatti incontro a lunghi periodi di siccità, interrotti solamente da deboli piogge o, per alcuni parchi, dall'irrigazione antropica. La profondità della cappa freatica e la grandezza dell'apparato radicale del soggetto determinano se quest'ultimo può vivere autonomamente o abbia bisogno di un apporto d'acqua esterno continuo.
- Biologia: va da sé che la crescita di un essere vivente all'interno di una città va ad interferire con le sue parti: asfalto stradale, pavimentazioni dei marciapiedi, costruzioni, ecc. Proprio per questo motivo è necessario conoscere con anticipo come si comporterà l'albero che andremo a mettere a dimora. Ogni specie si comporta in maniera, più o meno, differente; possiamo sfruttare queste differenze per scegliere la specie più adatta ai diversi luoghi.

⁵ Allegato 3: immagine, fontana di Córdoba durante i mesi di siccità.

- Spazio disponibile: preso in considerazione in ambito urbano, e difficilmente fuori da questo. Valutiamo sia lo spazio aereo, occupato dal tronco e dalla chioma dell'albero, sia lo spazio sotterraneo occupato dall'apparato radicale. Il secondo è più difficile da individuare e da gestire e spesso non è sufficiente a soddisfare le richieste dell'individuo. In Andalucía, sono in vigore alcune normative come la normativa di accessibilità (Decreto 293 / 2009, de 7 de Julio) che prevedono la potatura di parti del soggetto che interferiscano ad esempio: con i pozzi d'acqua dei pompieri, con i marciapiedi, ecc. Anche nel Codice civile è presente un articolo che "difende" i limiti della proprietà privata (Real Decreto de 24 de Julio de 1889, s.f.) secondo il quale si può sollecitare la potatura di rami o radici che invadano la proprietà privata.
- Ecologia: per rispettare i canoni estetici e le mode non sempre si possono utilizzare solamente piante di specie autoctone, si ricorre quindi all'introduzione di specie alloctone che soddisfino determinate caratteristiche; nel caso di Córdoba il caldo estremo ed i lunghi periodi di siccità. L'introduzione di specie alloctone deve però essere capillarmente controllata per evitare l'ibridazione tra le specie importate e quelle native, per non mettere in pericolo le piante appartenenti a specie autoctone, come potrebbe succedere per le piante della specie *Quercus* situate nella zona protetta della montagna Cordobesa. Non possiamo però pensare ad un bosco urbano monospecifico autoctono, sarebbe troppo suscettibile ad infermità, monotono e poco funzionale. Non bisognerebbe dunque superare il 7% del totale per nessuna delle specie presenti nella città (Sánchez García, 2013).
Come possiamo vedere dalla tabella delle specie presentata previamente e dalla rappresentazione della stessa nel grafico a torta, in Córdoba esiste un problema dovuto al numero enorme di *Citrus aurantium* messi a dimora nella città, raggiungendo ben il 33% del totale. Nonostante sembri un problema minore, ed un tratto culturale e distintivo della città e più in generale un segno dell'ex dominio arabo sulla regione questo dato si trasforma nella realtà in problemi come: l'aumento dei trattamenti fitosanitari generalizzati contro le infermità che possono colpire questa specie, aumento delle potature di riduzione, la pulizia delle arance che, se lasciate in loco, sporcherebbero marciapiedi, pizze, patii rendendoli pressoché impraticabili. Questi problemi possono sembrare trascurabili per chi non conosce il territorio, facciamo quindi un rapido calcolo per chi non vive nella città: ipotizzando una media di 100kg di arance prodotte da ogni albero, la quantità totale arriva a 2,5 milioni di kg, un numero abbastanza imponente⁶.
Plantanus hispanica e *Ulmus minor*, sono altre due delle specie che vennero sostituite maggiormente utilizzando la specie *Celtis australis*; ora è quest'ultima che ha superato il 7% e sta continuando a crescere rischiando la monocoltura e di creare le stesse problematiche del *Citrus aurantium*.

⁶ Allegato 4: immagine, rimozione delle arance da un esemplare di *Citrus aurantium*.

Principales especies en Córdoba

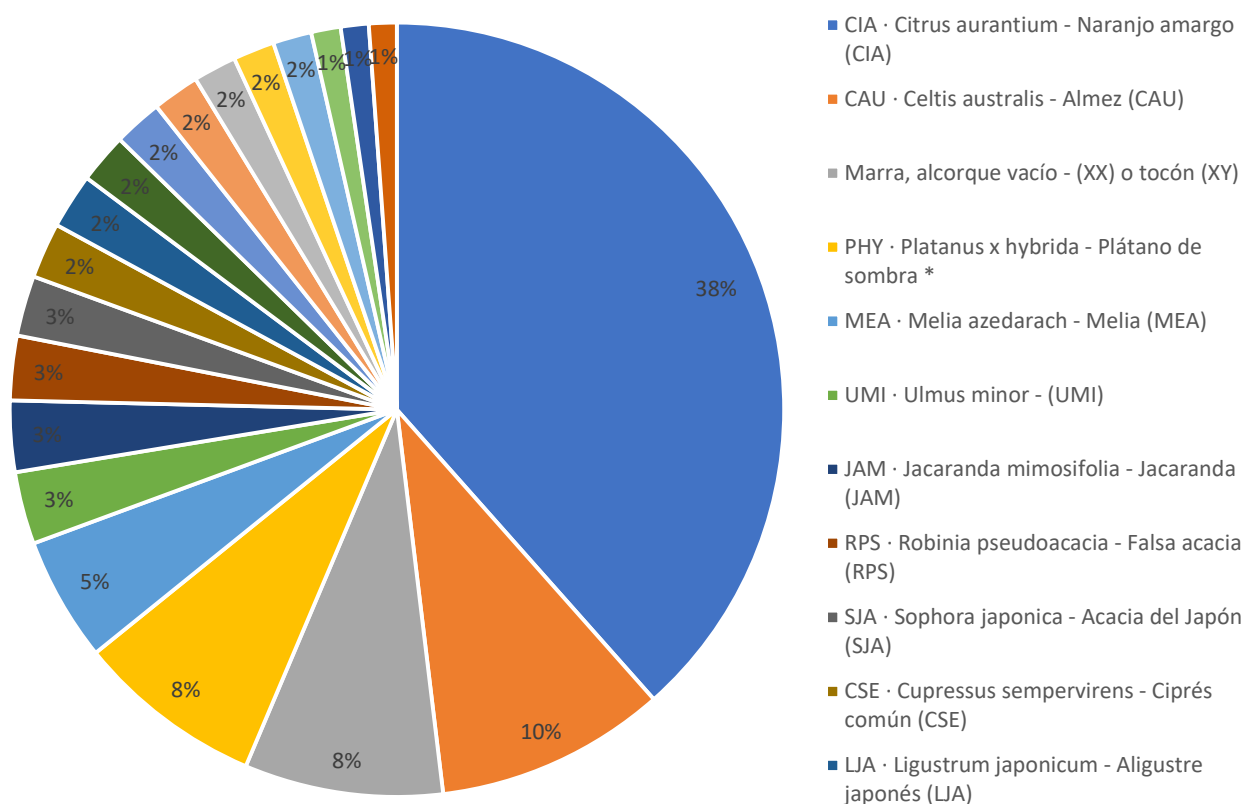


Figure 12: distribución porcentual de las principales especies de la ciudad de Córdoba. Fuente: Estimación de la cobertura arbórea como base para la gestión del bosque urbano de la ciudad de Córdoba (Miguel Ángel Díez Santamaría, 2018).

- **Factores sociales:** l'infraestructura verde, como la grigia, può creare emozioni contrastanti all'interno della popolazione. Causa felicità ed enfasi tanto quanto paura ed inseguridad; nel mese di maggio la città si veste di piante erbacee in fiore ed anche le arboree non sono da meno, ricoprendo la città di colori e profumi che trasmettono emozioni come felicità e spensieratezza. Al contrario potremmo incontrarci in situazioni ove la presenza di alberi ci impedisce una visuale chiara o rami troppo sporgenti che sembrano cadere ci trasmettono paura ed ansia. Senza dimenticare uno dei più grandi "contro" del verde urbano: le allergie. Su tutte nominiamo l'allergia al polline, senza però dimenticare che varie parti di una pianta possono causare fastidi e reazioni allergiche: frutti, spine, foglie, ecc. per non parlare delle piante che presentano sostanze tossiche.

Grave pianga che affligge l'infraestructura verde è la disinformazione, patrocinata purtroppo da diversi soggetti causa un mancato senso di responsabilità verso quest'ultima. Nota dolente il fatto che ciò succede anche all'interno dei lavoratori che si occupano del verde urbano. Un problema che necessita di una soluzione rapida ed efficace per sensibilizzare la popolazione al rispetto del verde che fornisce un quantitativo di beni e servizi di inestimabile valore e di cui spesso non siamo coscienti. Inoltre, in molte città si presentano atti di vandalismo ingiustificati. Questo fenomeno colpisce soprattutto i nuovi impianti in quanto sono i più vulnerabili, danneggiando la pianta stessa o i loro sistemi di protezione. Un

problema di tale calibro deriva dalla mancanza di rispetto, da parte di un numero di persone sempre maggiore, alle norme di pubblica convivenza.

- Altri fattori: si considerano in questo insieme le caratteristiche della specie nel resistere e adattarsi all'ambiente e le caratteristiche dell'intorno della pianta stesso. Se la specie eletta è quella corretta non ci saranno problemi in questa interazione e tutto sarà considerato trascurabile, viceversa scegliere la specie meno adatta potrebbe causare diversi problemi. Non sempre le piante autoctone si adattano meglio di quelle alloctone che potrebbero derivare da situazioni più estreme e quindi adattarsi bene ad un territorio che presenta condizioni meno difficili. Questo non è il caso di Córdoba in quanto rappresenta un clima estremamente arduo come visto precedentemente.

2.8.2. Stato di salute generale del bosco urbano di Córdoba

Per definire con cura lo stato fitopatologico del bosco urbano della città servirebbe un'analisi approfondita e dettagliata. Questo paragrafo ad ogni modo vuole fornire alcuni esempi degli esempi dei problemi più comuni che vengono riscontrati, sia a livello di patologie che di manutenzione.

Il problema del *Platanus hispanica*

Per essere più precisi dovremmo parlare del genere *Platanus* spp, che però è per la maggior parte composto da esemplari del genere *Platanus hispanica*, in ogni caso, il 99% degli individui che comprendiamo in questo gruppo sono affetti dal cancro del platano. Un mix di insetti come *Synanthedon codeti*, *Kalotermes flavicollis*, che agiscono come portatori di funghi come *Fusarium solani*, fan sì che quasi tutti gli esemplari del genere *Platanus* presentino questa problematica che può rivelarsi molto dannosa ai fini della stabilità dell'albero oltre che sgradevole alla vista.



Figure 13: larva di *Synanthedon codeti* ed effetti su *Platanus* spp.. Fonte: Estimación de la cobertura arbórea como base para la gestión del bosque urbano de la ciudad de Córdoba (Miguel Ángel Díez Santamaría).

Quest'insetto, poco conosciuto, sta causando enormi danni ed i funghi di cui può essere veicolo pure.

Se questo primo attacco, non bastasse a convincervi della gravità del problema in quanto causa “solo” una perdita di vitalità nell’individuo ricordiamo che associato ad esso è spesso presente il *Kaloterms flavicollis*, una termite che provoca danni profondi che successivamente portano alla caduta di parti di pianta che non presentano più una struttura sufficientemente solida per sorreggere il loro stesso peso (Sánchez-Blanco Martín-Artajo & Septién Arceredillo, 2017).

La gestione che venne fatta nella città era errata. La capitozzatura che dovrebbe essere volta, secondo chi la pratica, ad alleggerire il peso della chioma ed evitare sbrancamenti provoca al contrario grandi ferite che favoriscono l’entrata di questi insetti e dei loro funghi associati (Sánchez-Blanco Martín-Artajo & Septién Arceredillo, 2017). Se non bastasse, questa tecnica di manutenzione del tutto errata è stato il principale vettore del contagio. Infatti, una motosega utilizzata in un albero infetto può trasmettere il fungo agli esemplari successivi infettandoli a loro volta e per di più in una zona dove la ferita sarà fresca ed appena effettuata. Il mix di questi fattori peggiora il problema e lo rende sempre più grave, la soluzione, se così la possiamo chiamare, che ha adottato il dipartimento dei Parchi e Giardini è quella di sostituire gli esemplari “più infetti” con piante del genere *Celtis australis*.

La spiralizzazione delle radici

Definiamo una radice spiraleata (anche detta avvolgente): è un difetto dell’apparato radicale che porta una, o più, radici ad attorcigliarsi attorno al fusto in maniera più o meno stingente. Questa tipologia di problema viene spesso dal vivaio ed indica la permanenza per un tempo troppo lungo in un contenitore piccolo o l’assenza di potature dell’apparato radicale volte a prevenire questo tipo di problema. Le conseguenze possono essere: la morte dell’albero per perdita di vitalità o addirittura la caduta repentina dell’esemplare per mancanza di stabilità. Alcune specie sono più sensibili rispetto ad altre, evidenziamo la specie *Melia azedarach* (che rappresenta il 4% del bosco urbano della città) ed il *Pinus pinea* (1% del bosco urbano). In questi casi una radice spiraleata causa la caduta del soggetto in quanto la pianta non è in grado di compensare il suo peso con la creazione di altre radici o di contrafforti. Non tutti gli alberi di Córdoba (o di queste due specie) presentano questo problema, sarebbe però evitabile ponendo più attenzione nella gestione futura (soprattutto delle specie più a rischio), mentre in quella presente: un’analisi visuale accurata è già sufficiente a determinare una sostituzione in modo da evitare la morte e la caduta di soggetti che può essere molto pericolosa.

2.8.3. Copertura delle chiome potenziale e copertura delle chiome effettiva

Un parametro, di per sé, abbastanza facile da definire in quanto è la superficie occupata dalla chioma dell’albero. Difficile è trovare un fattore medio rappresentativo in quanto, come ben sappiamo, questo parametro è influenzato da numerosissimi fattori tra cui: specie, stato di vitalità, presenza di malattie, potatura, conflitti con edifici, posizione, presenza d’acqua, ecc. Evidente come il parametro di copertura della chioma effettiva sia un dato molto più significativo rispetto alla copertura potenziale. Questo dato ci fornisce informazioni sulla quantità e qualità dei servizi ecosistemici che può fornirci il soggetto stesso. Tornando ai fattori precedentemente nominati come i quali che definiscono la chioma effettiva dell’albero, ne incontriamo uno che influisce molto più degli altri: la potatura. Lo scopo di questo lavoro non è quello di descrivere nel dettaglio le potature della città, ciò nonostante, essendo un problema che affetta gran parte dell’infrastruttura verde di Córdoba è bene commentarle per completare l’immagine di inquadramento della città che stiamo definendo. La potatura può essere effettuata con diversi attrezzi, attraverso diverse tecniche, con diversa

intensità ed è differente a seconda dell'operatore; le due tecniche più utilizzate nel nostro caso sono la potatura di formazione e la potatura di riduzione.

- La potatura di formazione: questa tipologia è indispensabile per l'adattamento di un albero alla "vita di città", lo si adatta allo spazio che occuperà ed a evitare i possibili conflitti. Deve essere prevista con diverso anticipo realizzando interventi di piccola intensità per dare il tempo al soggetto di recuperare tra l'uno e l'altro; importante non danneggiare troppo il soggetto durante questi interventi o saranno controproducenti (Iguiñiz Agesta, 2009).
- La potatura di riduzione: esistono differenti tipologie all'interno di questa categoria e si distinguono per la loro intensità. Spesso si vede applicata come una potatura causale che crea confusione e scompensi nella chioma portando ad una condizione di vita peggiore rispetto a quella iniziale; se ripetuta nel tempo in maniera errata può causare la morte del soggetto (Iguiñiz Agesta, 2009).

Nella città molti alberi ricevono solamente una potatura di formazione e successivamente vanno incontro a capitozzatura o potature di riduzione troppo intense. Queste tecniche ormai antiquate e riconosciute come dannose evidenziano il problema della mancata formazione degli operatori e del piano di gestione; è impensabile che i soldi pubblici vengano spesi per azioni che, invece di migliorare il benessere del cittadino, portano ad una riduzione drastica dei servizi ecosistemici e mettono in pericolo l'ambiente urbano minando la stabilità degli alberi. Passeggiando per le strade di Córdoba non è dunque difficile notare la differenza tra la chioma potenziale quella reale di molte piante, a causa dei fattori previamente citati.

3. OBIETTIVI

3.1. Giustificazione

Lo scopo del lavoro è estremamente adatto alla città di Córdoba. Per verificare la mitigazione del calore e l'aumento della qualità dell'aria da parte delle aree verdi serve una città con un clima estremamente caldo e presenza di numerose aree verdi.

Come già visto in precedenza il clima di Córdoba è adatto allo scopo di questo lavoro, non ci soffermeremo dunque su questo aspetto nuovamente. Anche le aree verdi sono già state precedentemente trattate, la fortuna di questa città è che ne possiede un numero molto elevato, questo fa sì che si possano scegliere le aree verdi più adatte allo studio stesso. Non è dunque stato difficile trovare il numero di parchi necessari all'indagine, inoltre, sono state scelte aree create in periodi diversi, con composizioni diverse, orientazioni diverse, grandezze diverse. Tutto questo permette di ricavare risultati che provengono da dati eterogenei; questo è stato possibile solamente grazie all'enorme scelta che ha fornito la città stessa.

3.2 Obiettivi

L'obiettivo generale di questo lavoro è identificare l'influenza delle zone verdi, prese in esame, sulla temperatura e la qualità dell'aria nella città di Córdoba. Per far ciò è stato necessario individuare obiettivi specifici, più piccoli ma non di minore importanza, che sono:

- Individuare aree verdi idonee allo studio e ricavarne i dati necessari;
- Valutare l'influenza di queste aree verdi sulla temperatura;
- Valutare l'influenza di queste aree verdi sulla qualità dell'aria;
- Confrontare i dati ottenuti per verificare la presenza di eventuali correlazioni tra loro;
- Valutare l'effetto della forma perimetrale dei parchi sulla temperatura;
- Valutare l'effetto della forma perimetrale dei parchi sulla qualità dell'aria.

Il raggiungimento di questi obiettivi specifici ci permetterà di incontrare una risposta per il nostro obiettivo generale.

4. MATERIALI E METODI

4.1. Strumenti utilizzati

Gli strumenti utilizzati per questo lavoro son molti e a volte molto differenti tra loro; si passa da cordelle metriche all'utilizzo di software complessi. Nonostante la diversa preparazione che viene richiesta da uno strumento piuttosto che un altro sia elevata, ognuno di questi è indispensabile ed ha esercitato un ruolo chiave nelle diverse fasi del lavoro. Per facilitare l'analisi degli strumenti stessi li possiamo dividere in tre categorie:

- Strumenti di campo: utilizzati per la raccolta di dati fisici come: altezza, diametro, temperatura, ecc.;
- Strumenti misti: utilizzati sia in campo che in studio, permettono di raccogliere i dati rilevati manualmente e trasferirli ai software desiderati e viceversa;
- Strumenti di gabinetto: programmi informatici che ci aiutano nell'analisi dei dati e nella loro rappresentazione grafica.

Queste diverse tipologie di strumenti vengono utilizzati nelle diverse fasi del lavoro, che per semplificare, possiamo dividere in fase di campo e fase di studio. Non sempre la fase di campo viene prima della fase di studio.

4.1.1. Strumenti di campo

Gli strumenti di campo utilizzati sono: una cinta metrica, un ipsometro e un misuratore di qualità dell'aria.

- Grazie alla cinta metrica si misura la circonferenza della pianta a 1,30 metri dal suolo, da cui a sua volta si può ricavare il diametro. Inoltre, si utilizza anche per misurare il diametro della chioma, tramite la sua proiezione al suolo.

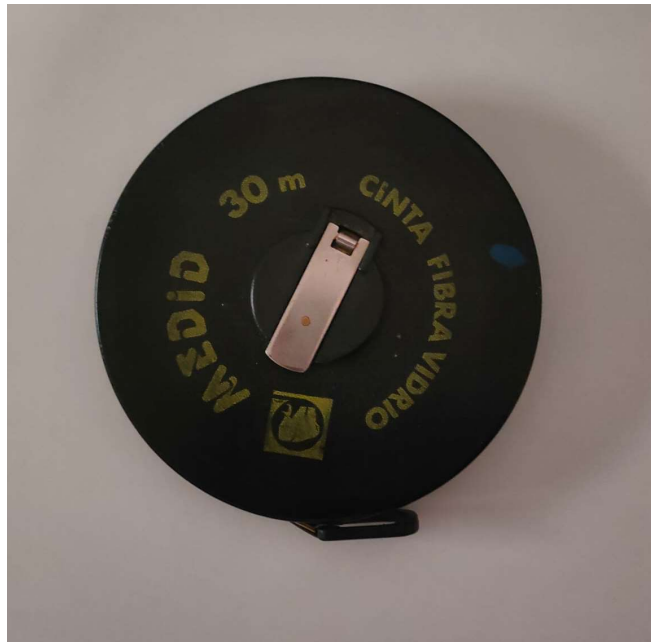


Figure 16: Cinta metrica 30 [m], per misurare il diametro delle chiome.



Figure 14: Cordella metrica 3 [m], per misurare la circonferenza del fusto.

- Utilizzando l'ipsometro possiamo calcolare l'altezza della pianta e l'altezza di inserzione della chioma (considerata come l'inserzione del primo ramo non isolato), da questi dati è stata poi ricavata l'altezza della chioma.



Figure 15: ipsometro Vertex, utilizzato per misurare l'altezza della pianta e dell'inserzione della chioma.



Figure 16: ricevitore, necessario per l'utilizzo per l'ipsometro Vertex.

L'ipsometro Vertex è composto da due parti: il ricevitore (trasponder) e il Vertex. Questo strumento utilizza la tecnologia infrarossi per ricavare una misura con un bassissimo margine d'errore. Posizionando il ricevitore sulla pianta si calibra lo strumento e si raggiunge la distanza indicata nel display del Vertex. Successivamente si rilevano le misure necessarie: altezza pianta ed altezza chioma. Nel nostro caso si potevano rilevare fino a sei misure in contemporanea, questo ci ha premesso di fare una media delle altezze nel caso di presenza di doppi cimali o conformazioni non omogenee della chioma.

- Il misuratore di qualità dell'aria misura la temperatura [°] e la CO₂ [parti per milione] di una determinata area con un'elevata precisione.



Figure 17: strumento di misura di qualità dell'aria e della temperatura.

Lo strumento si calibra automaticamente all'accensione; bisogna infatti aspettare trenta secondi per l'apparizione dei dati sul display. Nello spostarsi da un punto di rilievo all'altro aspettiamo qualche secondo per dare il tempo allo strumento di rilevare la temperatura e la qualità dell'aria esatta del posto dove ci troviamo.

4.1.2. Strumenti misti

In questa categoria incontriamo Mergin e lo smartphone.

- Mergin è un software che permette di registrare dati geospaziali su un dispositivo portatile e successivamente di trasferire gli stessi su QGIS, altro software di cui parleremo in seguito. Tramite il GPS del nostro dispositivo portatile possiamo registrare su una mappa punti, linee, foto, ecc. e i loro diversi attributi. Questo ci permette di poter raccogliere molti dati per uno stesso punto, si crea una scheda precedentemente alla raccolta dei dati di campo in modo da salvarli in maniera ordinata ed univoca per i diversi parchi. Nella foto sottostante possiamo vedere la scheda di raccolta dati per il parco Vial Norte, come già detto la scheda è uguale per tutti i parchi analizzati in questa tesi.

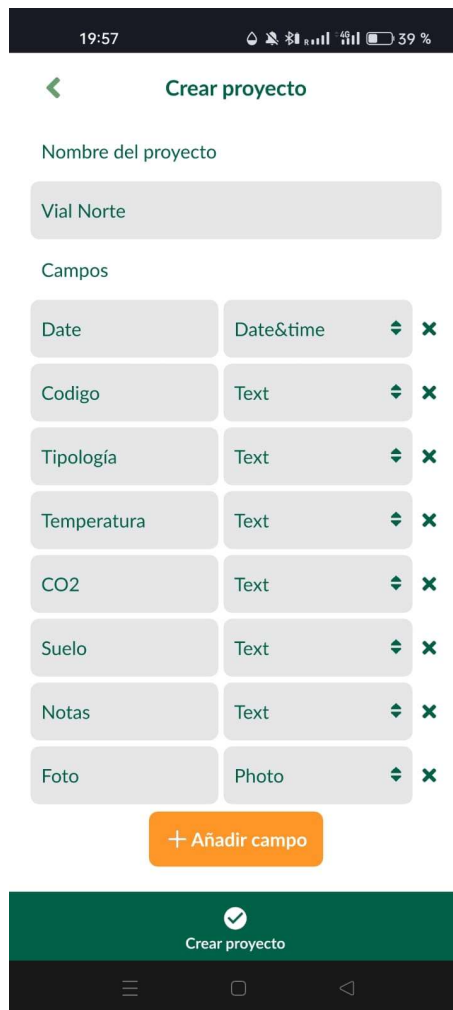


Figure 18: configurazione iniziale di un parco, app Mergin.

Il nome del progetto indica il parco. Successivamente abbiamo i campi: date, codigo, tipologia, temperatura, CO2, suelo, notas e foto; analizziamo i campi uno per volta.

- Date: si collega direttamente al calendario e all’orologio del telefono (o altro dispositivo mobile) che stiamo utilizzando e registra questi dati. Così facendo possiamo sapere esattamente quando li abbiamo raccolti.
- Codigo: indica il rettangolo scelto nella selezione casuale, non un vero e proprio dato, serve semplicemente ad orientarsi nella mappa.
- Tipologia: indica la tipologia del rettangolo preso in considerazione. Inoltre, definisce lo stile del punto nel software QGIS, per avere una rappresentazione grafica differente e dunque un’immediata e più facile visualizzazione. Parleremo poi delle varie tipologie.
- Temperatura: la temperatura del rettangolo preso in considerazione.
- CO2: il livello di anidride carbonica, parti per milione, del rettangolo preso in considerazione.
- Suelo: un dato aggiuntivo alla distinzione “con/sin” per specificare che suolo stiamo trattando.
- Notas: eventuali dati aggiuntivi.
- Foto: opzionale, foto del sito in esame.

Ognuno dei rettangoli analizzato comprende due di queste schede: una con i dati raccolti durante la mattinata e l'altra con i dati raccolti durante il pomeriggio. Infine, il punto viene associato a delle coordinate, così facendo quando aggiungiamo un "record" (ovvero la scheda) registriamo anche la nostra posizione per sapere così dove abbiamo registrato quei dati. Chiaramente l'approssimazione del GPS del telefono è di qualche metro ma si può correggere manualmente sfruttando punti di riferimento fissi come strade, fontane, ecc.

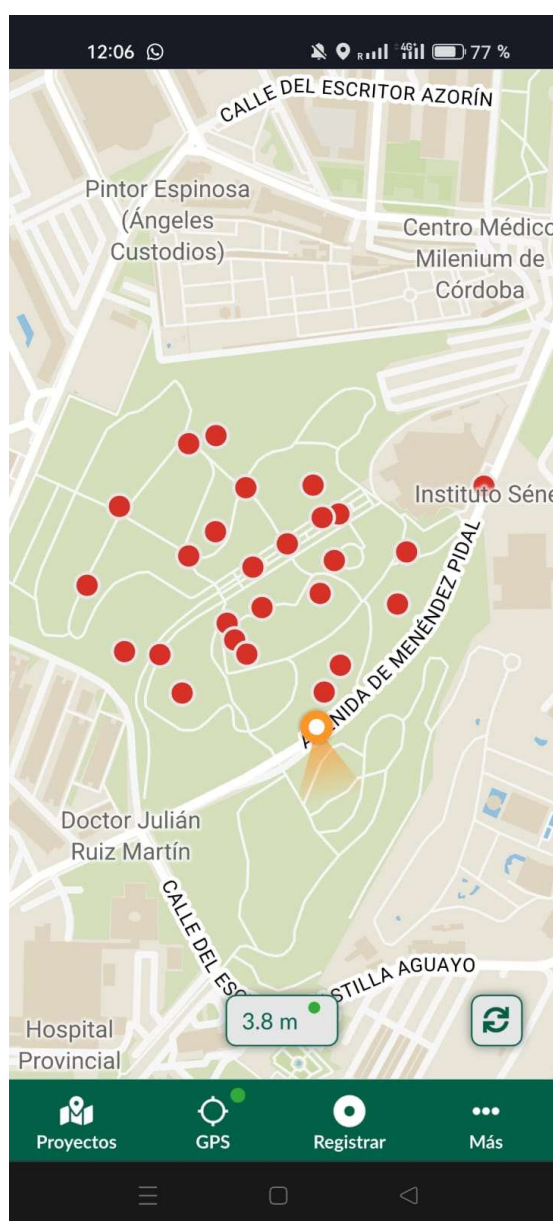


Figure 19: risultato post rilievi della mattina, app Mergin.

I punti dove registriamo la nostra scheda dei dati appaiono poi sul monitor assieme alla nostra posizione. Inoltre, abbiamo una mappa e la precisione del nostro GPS in quel momento; migliori saranno le condizioni climatiche, il modello dello smartphone ed il tempo di permanenza nel punto stesso, minore sarà l'errore.

4.1.3. Strumenti di gabinetto

Per l'analisi e la rappresentazione dei dati si utilizza Excel, QGIS e i-Tree.



Figure 20: logo Excel.

- Excel ci permette di ordinare i dati in tabelle e di rappresentarli con grafici, oltre che analizzarli.



Figure 21: logo Google Earth Pro.

- Google Earth Pro è stato usato per definire i confini dei parchi oggetto dello studio. Che sono stati divisi in anelli, ognuno dei quali rappresenta il 25% del parco, e divisi secondo i punti cardinali. Questo ci aiuta a delimitare i confini entro i quali lavoriamo ed a riconoscere più velocemente una data zona.

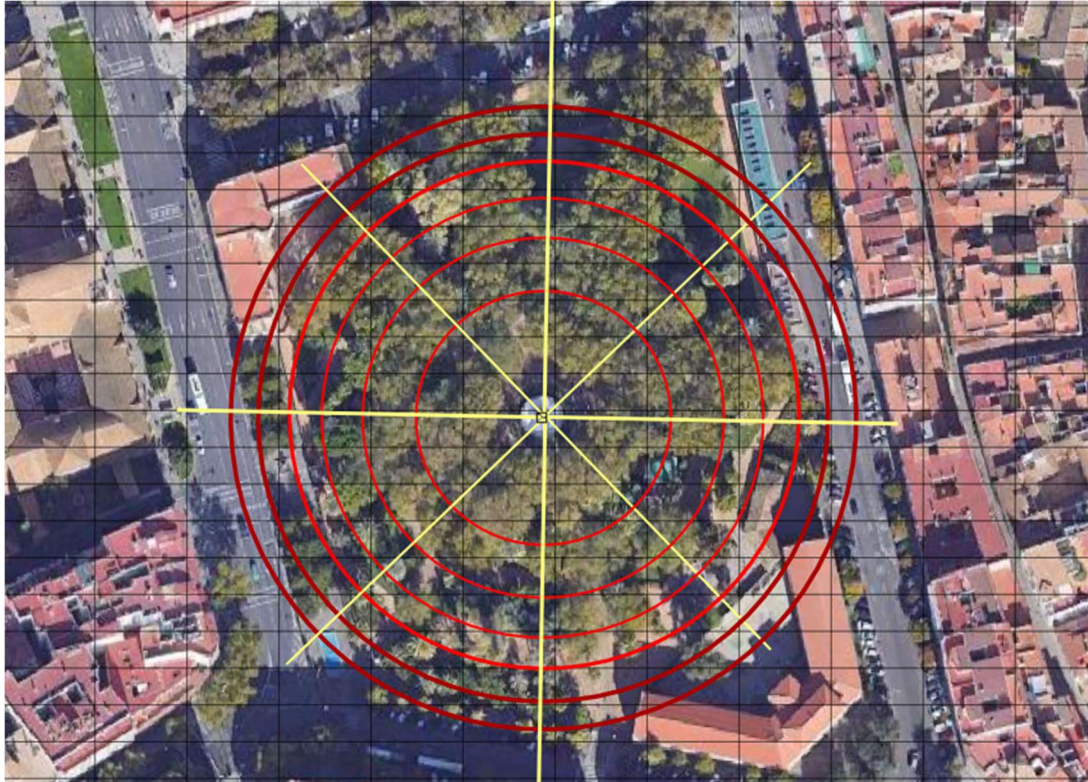


Figure 22: mappa del parco Colón, software Google Earth Pro.

Sono stati aggiunti anche altri due anelli all'esterno del parco, che rappresentano rispettivamente il 125% ed il 150% della superficie del parco stesso, utilizzando un rosso più scuro. I dati sono poi stati trasferiti in QGIS che è in grado di leggere il formato .kmz.



Figure 23: logo QGIS.

- Il software QGIS è stato sfruttato sia precedentemente che successivamente alla raccolta dei dati di campo. Una volta trasferiti tutti i confini dei parchi abbiamo creato una griglia a maglie rettangolari, di 20 [m] x 10 [m], che serve a suddividere i parchi in aree che verranno scelte in maniera casuale per raccogliere i dati; come si può vedere nell'immagine sottostante.

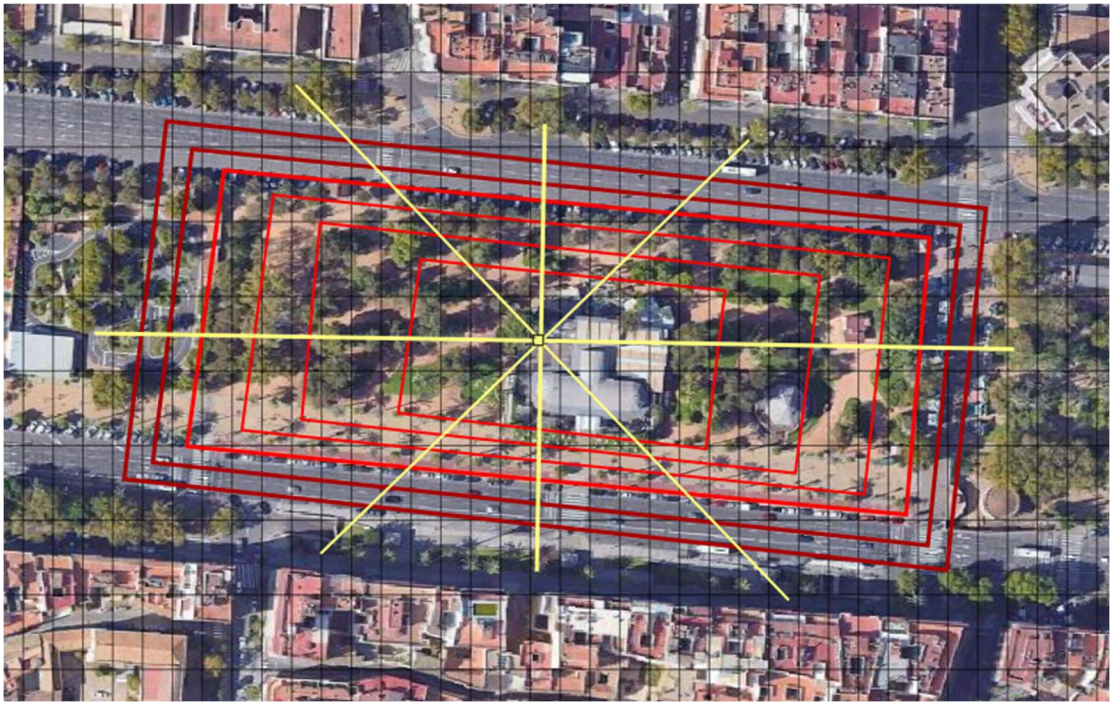


Figure 24: mappa Jardines de la Victoria con reticolo, software QGIS.

I parchi, inoltre, sono stati divisi in strati, di cui parleremo successivamente. Vengono scelte un numero di almeno tre aree per strato, possibilmente con diversa orientazione e vengono raccolti i dati di temperatura [°] e anidride carbonica [parti per milione] in queste aree. I dati vengono poi trasferiti da Mergin a QGIS, dove vengono caratterizzati in maniera differente a seconda dello strato stesso: per una più facile ed immediata visualizzazione.

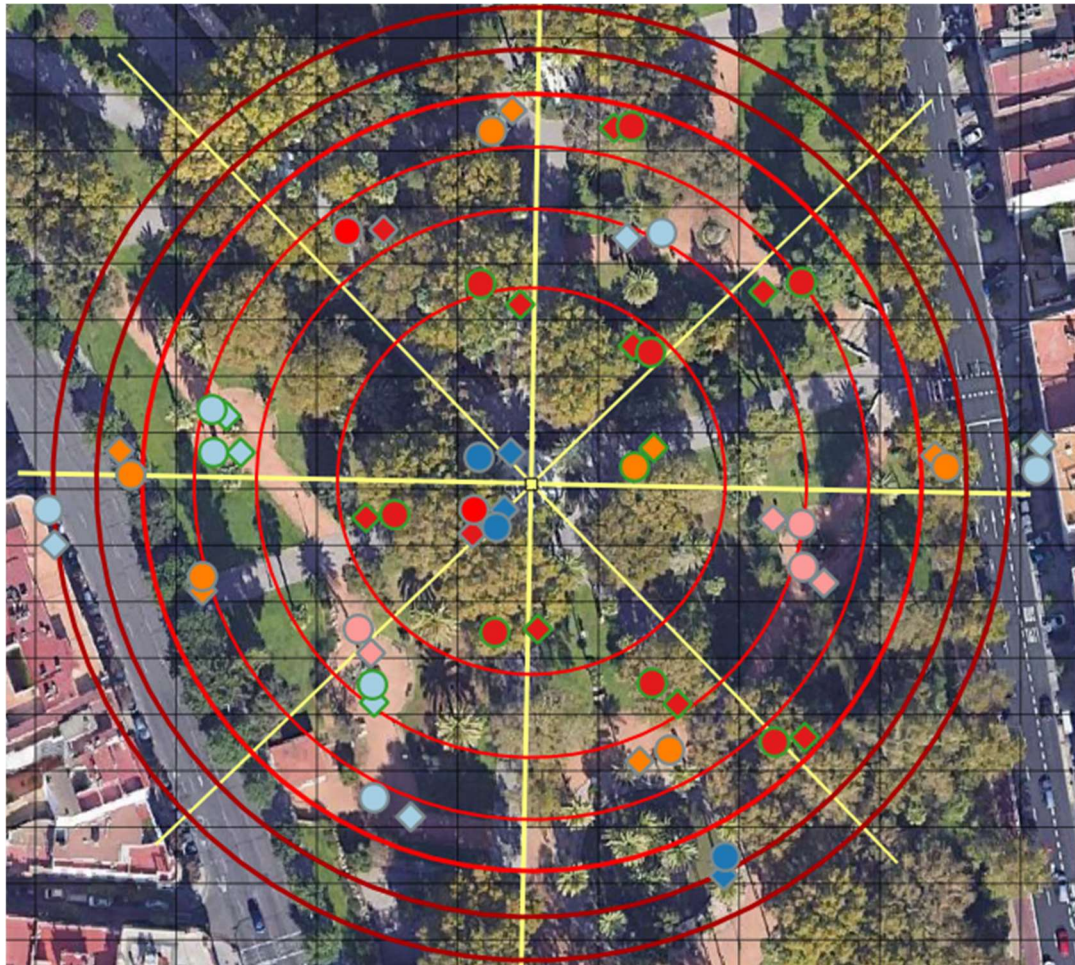


Figure 25: mappa Agricoltura con punti di rilievo, software QGIS.

I vari punti di raccolta dati sono georeferenziati e si distinguono per: forma, colore e contorno. La forma serve a distinguere i dati raccolti durante la mattinata: cerchio, con i dati raccolti nel pomeriggio: rombo. Il contorno distingue la tipologia di suolo; verde per indicare il prato e grigio per indicare pavimentazioni, terriccio, ghiaia. Infine, come già anticipato, il colore identifica i differenti strati, ad esempio: il rosso indica lo strato “denso” ed il blu indica “lamina di acqua”. Oltre a venire rappresentati i punti mantengono la loro scheda di dati, che può essere facilmente aperta visualizzando le “informazioni” del punto stesso.

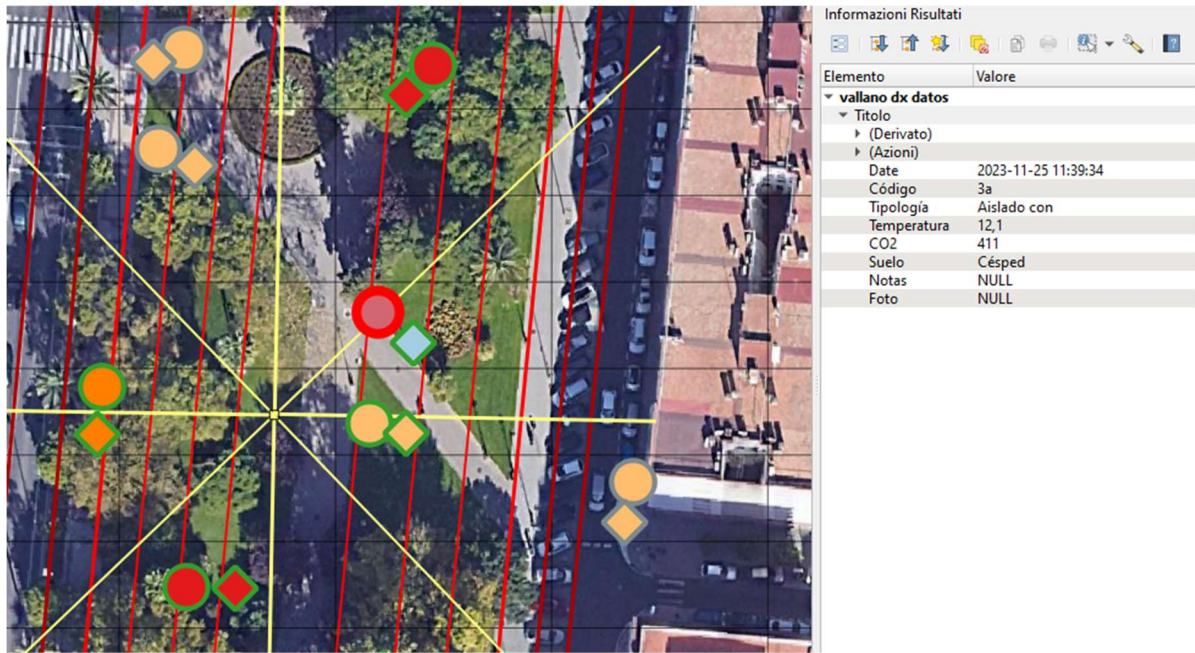


Figure 26: interrogazione di un punto di rilievo, software QGIS.

Possiamo vedere nell'immagine sovrastante che vediamo tutte le informazioni del punto desiderato come: temperatura, CO₂, suolo e strato.

Oltre a questi dati sono stati oggetto di indagine alcuni dati forniti dal comune di Córdoba, che sono però stati implementanti con nuovi rilievi in campo. In questo caso i dati ci vengono recapitati in formato .shp, da QGIS vengono trasferiti a Mergin per la raccolta in campo ed infine tornano su QGIS, eseguendo il procedimento opposto rispetto al precedente. Vediamo solo gli alberi (rappresentati da punti arancioni) che appartengono alle unità scelte precedentemente. In questo modo nelle unità abbiamo i dati di temperatura, CO₂ ed il censimento degli esemplari presenti.

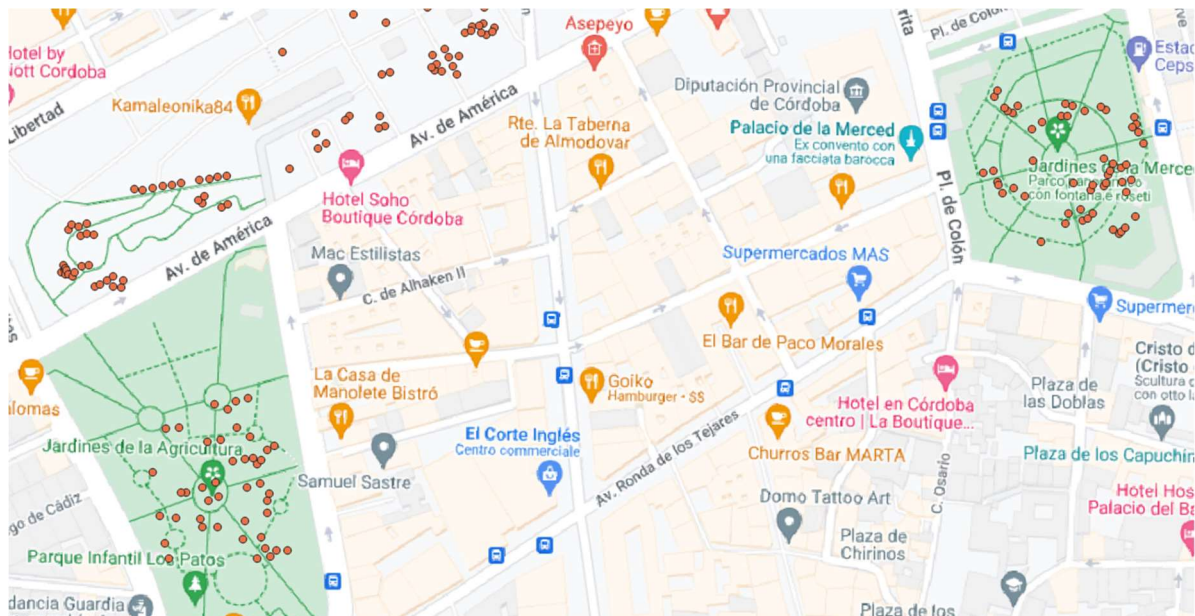


Figure 27: mappa alberature, rilasciata dal comune, software QGIS.

Il censimento è stato effettuato con le stesse metodologie e gli stessi strumenti già citati; naturalmente cambiano i dati raccolti che sono: specie, diametro tronco, altezza, altezza chioma e diametro chioma.



Figure 28: logo i-Tree.

- I-Tree canopy è uno strumento che ci permette di classificare la copertura del terreno e dei suoi alberi e/o arbusti in una determinata area, tramite un campionamento casuale di immagini aeree. Questa analisi ci permette di scoprire, in termini economici, i benefici forniti dalle chiome degli alberi e/o arbusti nella zona di interesse, in termini di: anidride carbonica, inquinamento atmosferico e impatto delle acque piovane.

Le unità campionarie sono state unite in un unico shapefile tramite QGIS, il file è stato poi inserito in i-Tree canopy come zona limite di analisi. Successivamente, si scelgono le varie categorie, le preimpostate erano le ideali per il nostro progetto, ovvero: chioma, tappeto erboso, suolo nudo, edificio, strada, acqua, altro. Le ultime tre categorie riguardano superfici impermeabili, la categoria “altro” è stata utilizzata per identificare luoghi che solitamente dovrebbero contenere acqua come le fontane; che però ora sono secche a causa della crisi idrica in corso. Infine, per completare la “calibrazione” del progetto vanno scelti i dati, quantitativi ed economici, riguardanti la contaminazione dell’aria, i benefici idrologici ed i benefici del carbonio. Sono stati scelti i dati della California, già presenti nel software di i-Tree canopy ed equiparabili a quelli della città di Córdoba per il clima e molti altri aspetti, restituendoci dunque valori veridici. Terminata la preparazione del software quest’ultimo inizia a identificare dei punti casuali all’interno della mappa delle unità campionarie; l’operatore deve semplicemente identificare a che categoria appartiene il punto individuato, l’operazione si ripete per mille volte per ridurre l’errore al 1,5 [%]. Non è obbligatorio un numero di ripetizioni minimo ma il programma stesso consiglia un minimo di cinquecento ed un massimo di mille. Sotto le cinquecento l’errore sarebbe troppo elevato, al contrario, oltre le mille ripetizioni l’errore non si abbassa ulteriormente e non varrebbe la pena continuare a identificare nuovi punti.

Alla fine del processo i-Tree canopy ci restituisce i risultati dell’analisi.

4.2. Fase di preparazione: scelta dei parchi e divisione in strati

Una volta definiti gli obiettivi si passa alla scelta dei parchi. Vengono scelti otto parchi, una metà con profilo rettangolare e l’altra metà con profilo circolare.

Parchi con confine rettangolare:

- Vial norte, 3,89 [ha];
- Jardines de la Victoria, 2,23 [ha];
- Vallellano derecha, 1,5 [ha];
- Vallellano izquierda, 2 [ha].

Parchi con confine circolare:

- Colón, 1,5 [ha];
- Agricultura, 1,5 [ha];
- Cruz conde, 6,5 [ha];
- Asomadilla, 6 [ha].



Figure 29: mappa delle aree verdi in esame, software QGIS.

Una volta individuati i parchi che saranno oggetto di studio si delimitano i loro confini grazie a Google Earth Pro. Il parco viene inoltre ripartito in anelli che rappresentano cada uno il 25% della superficie dello stesso; si aggiungono due anelli esterni ad indicare il 125% ed il 150% della superficie del parco. A questa prima divisione si sovrappone quella ottenuta tramite i punti cardinali primari e secondari. Per identificare i punti dove raccogliere i dati si è creata una griglia a maglia rettangolare di 20 [m] x 10 [m], che serve a suddividere i parchi in aree che verranno scelte in maniera casuale per raccogliere i dati.

In questo modo i dati sarebbero distinti solamente dalla loro pertinenza geografica e non dalle condizioni del territorio. I parchi vengono dunque suddivisi in vari “strati” scelti precedentemente a tavolino: arbolado denso, arbolado disperso, arbolado aislado, suelo, lamina de agua, construccion, arbustos. Vediamo dunque le caratteristiche dei vari strati:

- Arbolado denso: indica una copertura maggiore, o uguale, al 60% dell’unità scelta da parte della chioma degli alberi dell’unità stessa e/o di quelle a lei confinanti.



Figure 30: esempi di unità che presentano lo strato Denso.

- Arbolado disperso: indica una copertura compresa tra il 20% ed il 60% dell’unità scelta da parte della chioma degli alberi dell’unità stessa e/o di quelle a lei confinanti.



Figure 31: esempi di unità che presentano lo strato Disperso.

- Arbolado aislado: indica una copertura minore, o uguale, al 10% dell’unità scelta da parte della chioma degli alberi dell’unità stessa e/o di quelle a lei confinanti.



Figure 32: esempi di unità che presentano lo strato Aislado.

- Suelo: indica l’assenza delle chiome delle piante, siano esse arboree o arbustive.



Figure 33: esempi di unità che presentano lo strato Suelo.

- Lamina de agua: indica la presenza di uno specchio d'acqua; una fontana, uno stagno, un estanque, ecc. Comprese in questa categoria anche le zone che solitamente contengono acqua ma non al momento dei rilievi, viene indicata nelle note la sua assenza.



Figure 34: esempi di unità che presentano lo strato Lamina de agua.

- Construcción: indica un'opera muraria costruita dall'uomo con differente finalità: ricreativa, commerciale, stoccaggio, ecc.



Figure 35: esempi di unità che presentano lo strato Construcción.

- Arbustos: indica una copertura minore, o uguale, al 10% dell'unità scelta da parte della chioma di arbusti dell'unità stessa e/o di quelle a lei confinanti.

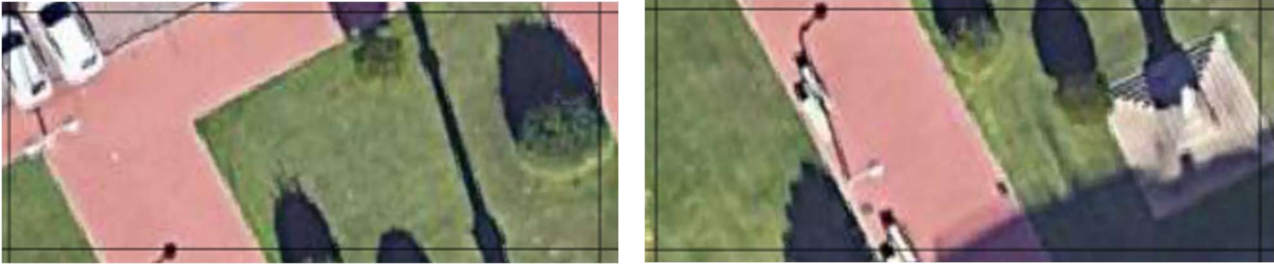


Figure 36: esempi di unità che presentano lo strato Arbustos.

Non tutti i parchi presentano tutti gli strati, alcuni non hanno al loro interno lamine di acqua o costruzioni, in pochissimi casi incontriamo un'unità che rispetti le caratteristiche necessarie per essere definita come arbustiva, e via dicendo. Ecco un riassunto delle varie unità presenti nei parchi:

- Vial Norte: arbolado denso, arbolado disperso, arbolado aislado, suelo, lamina de agua, construcción, arbustos.
- Jardines de la Victoria: arbolado denso, arbolado disperso, arbolado aislado, suelo, construcción.
- Vallellano derecha: arbolado denso, arbolado disperso, arbolado aislado, suelo.
- Vallellano izquierda: arbolado denso, arbolado disperso, arbolado aislado, suelo, lamina de agua.
- Colón: arbolado denso, arbolado disperso, suelo, lamina de agua, construcción.
- Agricultura: arbolado denso, arbolado disperso, arbolado aislado, lamina de agua, arbustos.
- Cruz conde: arbolado denso, arbolado disperso, arbolado aislado, suelo, arbustos.
- Asomadilla: arbolado denso, arbolado disperso, arbolado aislado, suelo, construcción.

Ai sette strati si applica un'ulteriore divisione: con pradera o sin pradera. Questo sta a significare il tipo di suolo che incontriamo nell'unità.

- Con pradera: presenza di prato (césped).
- Sin pradera: mattonelle (baldosas), pavimentazioni (baldosas), asfalto (asfalto), ghiaia (grava), terra (tierra).

Ovviamente in una stessa unità non sempre è presente un solo tipo di suolo. Per scegliere dunque se un'unità viene definita con o sin pradera vediamo il sito d'impianto degli alberi dell'unità stessa, o della maggioranza di essi. Se dunque un'unità presenta tre alberi a messi a dimora all'interno di un prato e due nella terra nuda, l'unità sarà definita con pradera. Nell'eventualità non ci siano alberi o arbusti, come occorre nello strato "suelo", vediamo la percentuale di suolo maggiore: un 60% di pavimentazione, 10% di ghiaia e 30% di prato verrà definito come sin pradera.

Grazie a questa divisione gli strati diventano dunque quattordici.

4.2.1. Visualizzazione degli strati

Per rendere più facile ed immediata la loro visualizzazione sono stati assegnati colori diversi ad ognuno di questi strati:

- Arbolado denso: rosso.

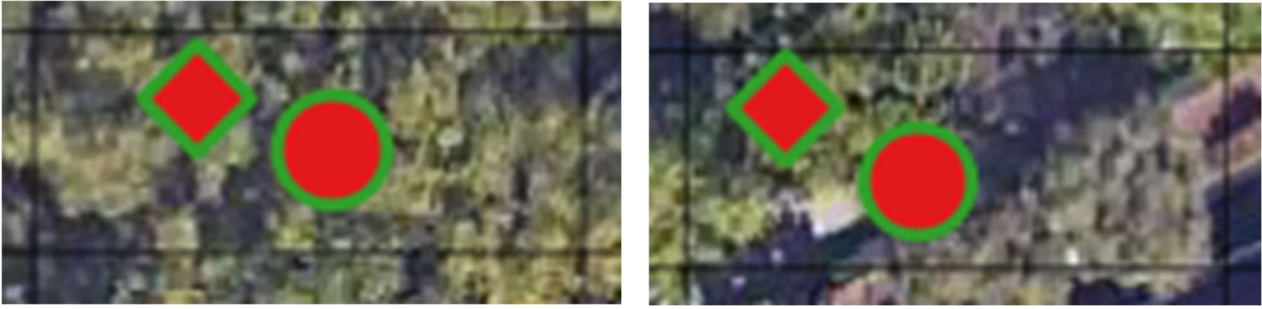


Figure 37: esempi di visualizzazione di unità che presentano lo strato Denso.

- Arbolado disperso: arancione.



Figure 38: esempi di visualizzazione di unità che presentano lo strato Disperso.

- Arbolado aislado: azzurro.



Figure 39: esempi di visualizzazione di unità che presentano lo strato Aislado.

- Suelo: giallo ocra.



Figure 40: esempi di visualizzazione di unità che presentano lo strato Suelo.

- Lamina de agua: blu.



Figure 41: esempi di visualizzazione di unità che presentano lo strato Lamina de agua.

- Construcción: bianco.

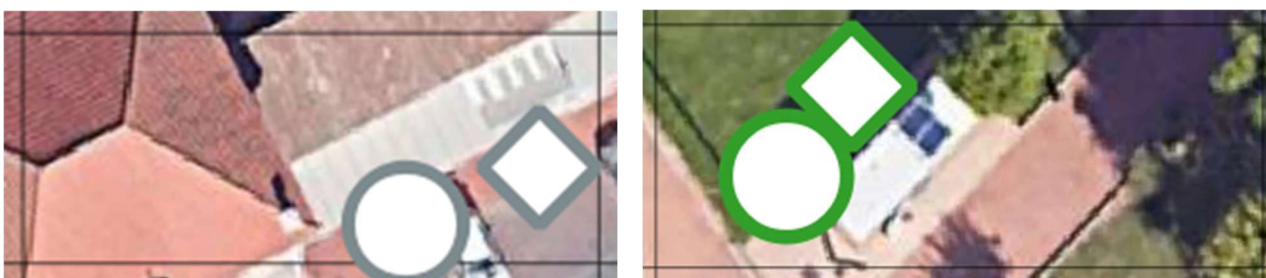


Figure 42: esempi di visualizzazione di unità che presentano lo strato Construcción.

- Arbustos: rosa.



Figure 43: esempi di visualizzazione di unità che presentano lo strato Arbustos.

Tramite questa caratterizzazione possiamo sapere a che strato appartiene l'unità che stiamo vedendo senza dover interrogare il punto e vedere la scheda delle informazioni. Il bordo, inoltre, si colora di verde o di grigio se l'unità è definita con pradera (verde) o sin pradera (grigio).

Se troviamo dunque un punto rosso con bordo verde indentifica lo strato di "Arbolado denso con pradera", un punto blu con contorno grigio indicherebbe invece lo strato "Lamina de agua sin pradera", un punto giallo ocra con bordo verde identificherebbe lo strato "suelo con pradera", ecc.

4.3. Scelta delle unità

Una volta completata la divisione del parco nei suoi strati bisogna scegliere le unità campionarie, per effettuare tale operazione si numerano tutte le unità e si scelgono dei numeri casuali al loro interno. Inoltre, si effettuano rilievi anche nelle parti esterne del parco in corrispondenza dei punti cardinali, questo serve a vedere se ci siano differenze significative.

Nell'immagine sottostante possiamo vedere come nel parco Colón le unità sono state numerate e divise secondo i loro strati. Questa è solo una prima ripartizione in unità effettuata tramite le foto satellitari; saranno poi le uscite di campo a confermare lo strato presente nella zona d'interesse.

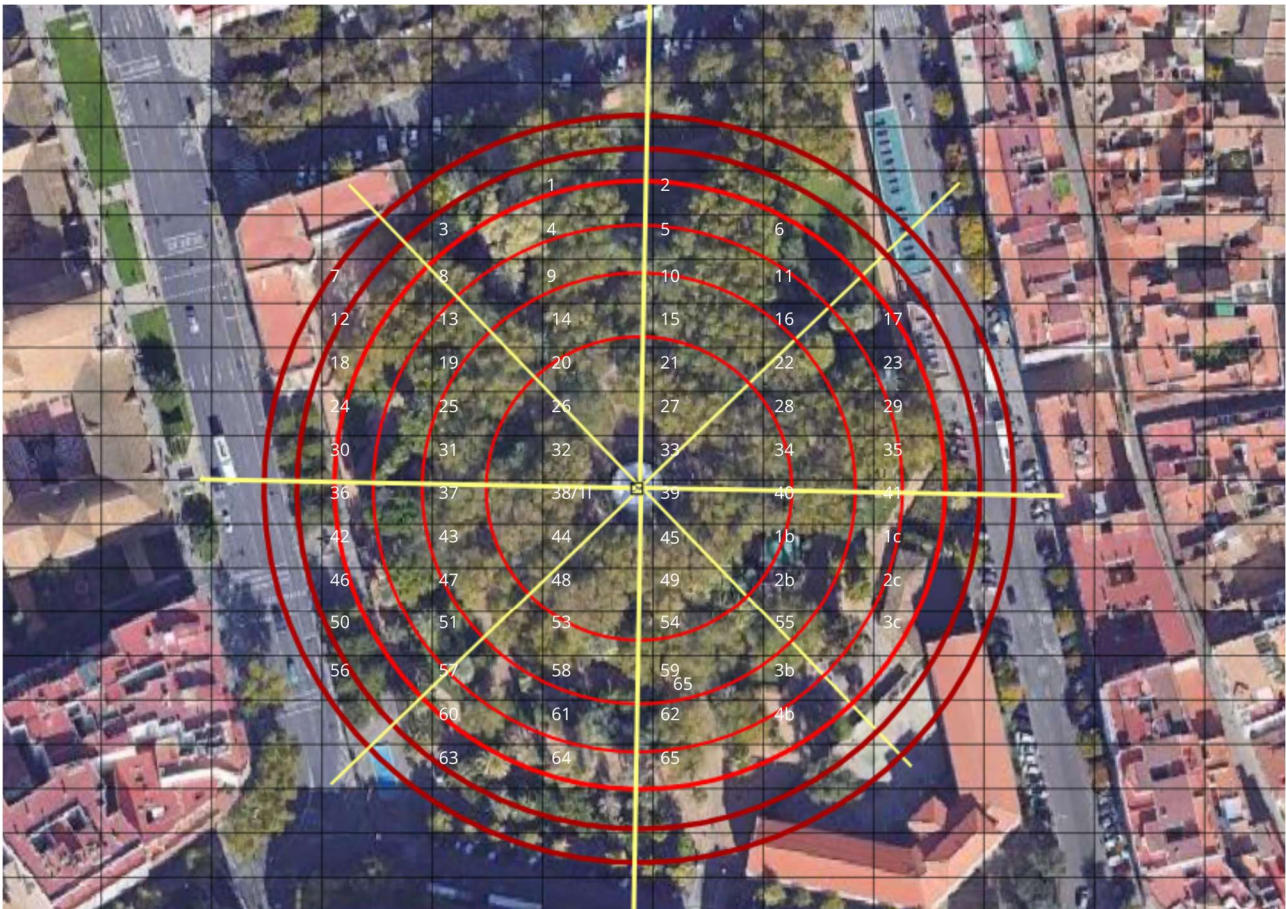


Figure 44: unità del parco Colón numerate e divise per strati per la scelta casuale delle unità campionarie.

In questo caso, la quasi totalità del parco, è rappresentata dall'unità "arbolado denso". Basterebbe dunque raccogliere i dati da tre diverse unità per poter ottenere una media dei valori di questo parco; sapendo che ciò potrebbe essere poco rappresentativo dell'intera realtà del parco si è deciso di prendere tre unità di "arbolado denso" per ogni settore del parco. Rimanendo all'interno di questo parco vediamo altri due strati: arbolado disperso e costruzione; questi strati sono poco rappresentanti, uno di loro appare solamente in tre unità. In questi casi si è deciso di rilevare tutte le unità dello strato così da avere più dati possibili per effettuare una media; spesso strati come: costruzione, arbustos o lamina de agua, le unità rappresentative non sono più di tre. Si procede dunque al rilievo totale per queste situazioni particolari. Negli altri casi si applica una selezione random delle unità campionarie.

4.4. Raccolta dei dati

La divisione dei parchi in vari settori e la successiva suddivisione in strati serve a rendere i dati il più possibile omogenei per poterli confrontare tra loro. All'interno di una stessa unità vengono rilevati i dati due volte nello stesso giorno ed è così per tutti i parchi oggetto di quest'analisi. I dati vengono raccolti durante la tarda mattinata in un orario che va dalle 11:20 alle 12:20 e nel tardo pomeriggio, dalle 18:00 alle 19:00. Non avrebbe molto senso confrontare un dato rilevato alle 9:00 nel parco Cruz Conde con uno rilevato al 13:00 nel parco Asomadilla.

I dati sono stati rilevati tutti da me, questo evita l'errore che potrebbe causarsi dalla lettura degli stessi da parte di operatori diversi; ciò non toglie l'errore che potrebbe derivare in qualunque caso dal singolo operatore. Gli strumenti utilizzati sono sempre stati gli stessi, anche questo serve ad evitare l'accumulo di errori ed imprecisioni dovuti alla mancata o diversa calibrazione dei diversi strumenti; nonostante non si possa eliminare l'errore derivato dal singolo strumento utilizzato.

Il lavoro di raccolta dati in campo spesso si confronta con varie problematiche. La prima ed imprescindibile è il tempo, come abbiamo visto è necessario raccogliere i dati alla stessa ora e possibilmente nello stesso giorno (per ogni parco). In un periodo di tempo ravvicinato; un dato rilevato alla stessa ora ma ad un mese di distanza, non è strettamente paragonabile. Fortunatamente la pioggia non si è voluta intromettere durante il periodo dei rilievi, da lunedì 20 novembre a lunedì 27 novembre sono stati completati tutti e otto i parchi previsti dal progetto, così da evitare periodi di tempo prolungati che avrebbero potuto restituire temperature troppo differenti.

Se il tempo è stato clemente, ci sono stati altri fattori che hanno disturbato la buona riuscita della raccolta.

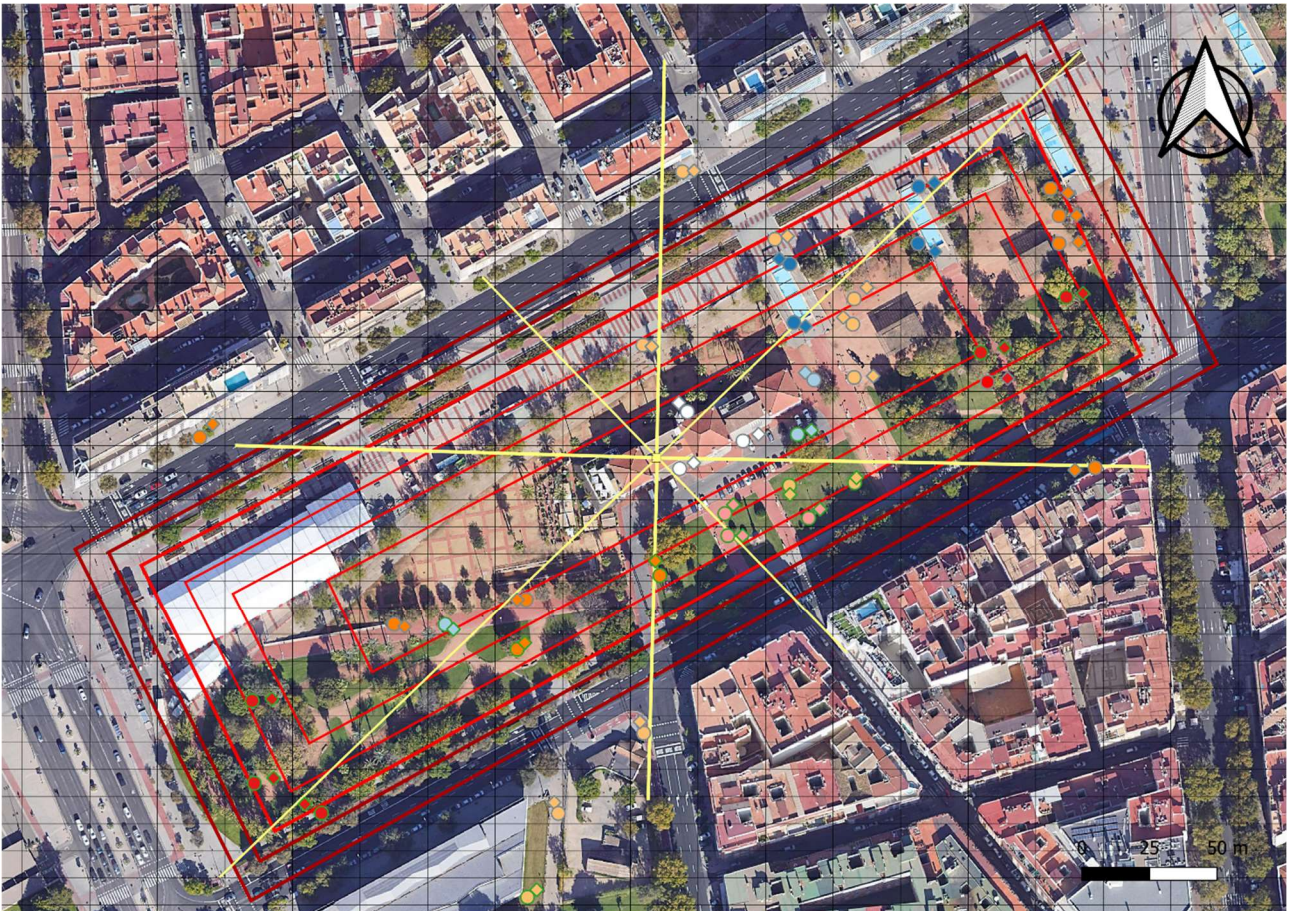


Figure 45: mappa con punti di raccolta dei dati caratterizzati per strato, software QGIS.

La figura sovrastante ci mostra i punti di rilievo effettuati nel parco “Vial Norte”, possiamo notare che nel settore nord ovest non sono stati effettuati rilievi. Questo è dovuto al fatto che in quell’aera del parco in quel periodo si stavano preparando gli stand natalizi e non mi è stato dunque consentito l’accesso. Fortunatamente non si sono presentati altri problemi gravi, se non ritardi dovuti ai passanti curiosi nel vedermi effettuare i rilievi ed agli agenti della policia nacional preoccupati nel vedere il rilevatore di anidride carbonica.

Non è una banalità tenere in conto che i rilievi in campo possono andare in contro alle problematiche più disparate, lavorare all’aperto infatti, comporta l’esposizione ad: agenti atmosferici, persone, infortuni, zone inaccessibili, ecc.

4.4.1. Visualizzazione dei dati

A livello visuale per distinguere i dati raccolti nella mattina con quelli raccolti nel pomeriggio utilizziamo due forme differenti: il cerchio per la mattina ed il rombo nel pomeriggio. Questo rende più facile interrogare tramite QGIS la forma corretta senza dover tirare a sorte tra i due punti.

Aggiungendo questa informazione a quanto già conosciamo ora sappiamo che per incontrare un dato derivante dallo strato “Arbustos con pradera” raccolto durante il tardo pomeriggio dovremmo interrogare un rombo rosa con contorno verde, un punto azzurro con contorno grigio indicherà invece lo strato “Arbolado aislado sin pradera” rilevato durante la mattinata, ecc.

4.5. Il censimento

Nelle unità campionarie non si è identificato solamente lo strato, si è effettuato un vero e proprio censimento degli alberi al loro interno. Il comune di Córdoba ha fornito il suo censimento, che però non presentava i dati richiesti per soddisfare la nostra analisi ma solamente: specie, circonferenza del fusto e geolocalizzazione della pianta stessa.

Sfruttando QGIS sono stati rimossi tutti gli esemplari il cui fusto non fosse compreso nelle unità scelte. Successivamente la mappa è stata trasferita su Mergin con una nuova lista di attributi, utilizzando il procedimento già visto in precedenza per la misura di temperatura e anidride carbonica, ma al contrario.

Si passa poi alla fase di raccolta dati in campo, grazie alla mappa dove l'albero è già geolocalizzato lo si incontra facilmente e vengono rilevati i dati mancanti. Circonferenza del fusto (ove assente) e diametro di chioma vengono misurati grazie alle cordelle metriche; per l'altezza della pianta e l'altezza della chioma si utilizza l'ipsometro Vertex.

I dati raccolti vengono poi riordinati in tabelle Excel, saranno parte dei risultati della nostra analisi e verranno forniti a software come i-TREE per ulteriori analisi.

Non tutti gli alberi presenti nel censimento fornito dal comune sono ancora vivi, di alcuni è ancora presente la ceppaia o segni visibili della loro precedente esistenza.



Figure 46: ricevitore dell'ipsometro Vertex durante il suo utilizzo in campo.



Figure 47: segni visibili di alberi presenti nel censimento però non più in campo.

Questo censimento serve a conoscere più nel profondo l'unità campionaria ed il parco stesso. Infatti, in caso di risultati particolarmente buoni, o al contrario pessimi, si potrebbe approfondirne l'origine attraverso il censimento del parco; incontrando, ad esempio, che alcune specie sono più efficaci di altre nella lotta al calore. Si può vedere anche come basti un esemplare di *Platanus x hybrida* per rendere un'unità campionaria associabile allo strato Denso e non basterebbero diversi esemplari di *Citrus aurantium* per ottenere lo stesso risultato. Inoltre, possiamo confermare le percentuali date dal censimento generale della città fornitoci dal comune.

Combinando i dati ottenuti dal censimento con quelli forniti dal comune riusciamo a ricavare la densità media di alberi per ogni area verde; utilizzando un'unità di misura, solitamente forestale, che ci permette di confrontare i parchi tra di loro con più facilità ed immediatezza.

Il calcolo è molto semplice conoscendo la grandezza dell'area ed il numero di alberi si può effettuare una semplice proporzione per ottenere in numero di alberi [n] per un ettaro [ha].

Tabla 9: numero di alberi all'ettaro [n/ha] per ogni area verde.

Aree verdi	numero arboles [n]	area [ha]	numero arboles por un [n/ha]
<i>Agricultura</i>	246	1,50	164
<i>Asomadilla</i>	507	6,00	85
<i>Colón</i>	271	1,50	181
<i>Cruz Conde</i>	935	6,50	143
<i>Vallellano Derecha</i>	197	1,50	143
<i>Vallellano Izquierda</i>	225	2,00	113
<i>Vial Norte</i>	747	3,89	192
<i>Jardines de la Victoria</i>	137	2,23	61
Media	408	3,14	130

Tramite questo dato possiamo capire immediatamente le diverse densità delle aree verdi. Notiamo ad esempio, come: Agricultura, Colón e Vial Norte abbiano una densità molto alta; al contrario, Asomadilla e Jardines de la Victoria presentano una densità bassa.

4.6. Le unità campionarie

Le unità campionarie sono dunque dei rettangoli di 20 [m] per 10 [m] scelti in maniera casuale tra le unità di un'area verde. All'interno di ogni unità vengono effettuati quattro diversi rilievi: temperatura [°C], anidride carbonica [ppm] durante la mattinata e ripetuti durante il pomeriggio. Inoltre, si effettua un censimento integrale dell'unità stessa, come sopra spiegato. Infine, ad ogni unità si assegna lo strato corrispondente. Ove possibile si individuano almeno tre unità per ogni strato presente nel parco, così facendo possiamo ottenere una media dei valori ed ottenere un risultato migliore. Questo a volte non accade, ad esempio, con lo strato Lamina de agua perché spesso è presente solo una fontana nei parchi esaminati; dunque, si rilevano i dati in una sola unità campionaria.

Riassumendo, delle unità campionarie conosciamo tutti i parametri, sia dendrometrici che climatici ed utilizziamo i dati ricavati da quest'ultimi per compiere le nostre indagini sulle aree verdi.

Tabla 10: numero di unità campionarie [n] per ogni parco.

Aree verdi	Numero unità campionarie [n]
<i>Agricultura</i>	64
<i>Asomadilla</i>	62
<i>Colón</i>	54
<i>Cruz Conde</i>	56
<i>Vallellano Derecha</i>	54
<i>Vallellano Izquierda</i>	54
<i>Vial Norte</i>	74
<i>Jardines de la Victoria</i>	68
Total	486

Le unità sono poi state ripartite secondo i vari strati, come già spiegato, vediamo dunque la divisione delle unità campionarie nei vari strati per ogni area verde.

Tabla 11: unità campionarie [n] di Agricultura.

Agricultura - strati	Numero [n]
<i>Aislado con</i>	6
<i>Aislado sin</i>	8
<i>Arbustos sin</i>	6
<i>Denso con</i>	16
<i>Denso sin</i>	4
<i>Disperso con</i>	2

<i>Disperso sin</i>	12
<i>Lamina de agua sin</i>	6
<i>Suelo con</i>	2
<i>Suelo sin</i>	2
Total	64

Tabla 12: unità campionarie [n] di Asomadilla.

Asomadilla - strati	Numero [n]
<i>Aislado con</i>	18
<i>Construcción con</i>	2
<i>Construcción sin</i>	4
<i>Denso con</i>	4
<i>Disperso con</i>	12
<i>Disperso sin</i>	4
<i>Suelo con</i>	12
<i>Suelo sin</i>	6
Total	62

Tabla 13: unità campionarie [n] di Colón.

Colón - strati	Numero [n]
<i>Construcción sin</i>	6
<i>Denso con</i>	22
<i>Disperso con</i>	8
<i>Disperso sin</i>	2
<i>Lamina de agua con</i>	2
<i>Suelo sin</i>	14
Total	54

Tabla 14: unità campionarie [n] di Cruz Conde.

Cruz conde - strati	Numero [n]
<i>Aislado con</i>	6
<i>Denso con</i>	14
<i>Denso sin</i>	6
<i>Disperso con</i>	12
<i>Disperso sin</i>	14
<i>Suelo sin</i>	4
Total	56

Tabla 15: unità campionarie [n] di Vallellano derecha.

Vallellano derecha - strati	Numero [n]
<i>Aislado con</i>	2
<i>Aislado sin</i>	4
<i>Denso con</i>	24
<i>Denso sin</i>	2
<i>Disperso con</i>	6
<i>Disperso sin</i>	2
<i>Suelo con</i>	4
<i>Suelo sin</i>	10
Total	54

Tabla 16: unità campionarie [n] di Vallellano izquierda.

Vallellano izquierda - strati	Numero [n]
<i>Aislado con</i>	4
<i>Aislado sin</i>	10
<i>Denso con</i>	14
<i>Denso sin</i>	2
<i>Disperso con</i>	10
<i>Disperso sin</i>	4
<i>Lamina de agua sin</i>	4
<i>Suelo sin</i>	6
Total	54

Tabla 17: unità campionarie [n] di Vial Norte.

Vial Norte - strati	Numero [n]
<i>Aislado con</i>	4
<i>Aislado sin</i>	2
<i>Arbustos con</i>	6
<i>Construcción sin</i>	6
<i>Denso con</i>	10
<i>Denso sin</i>	2
<i>Disperso con</i>	4
<i>Disperso sin</i>	14
<i>Lamina de agua sin</i>	8
<i>Suelo con</i>	4
<i>Suelo sin</i>	14
Total	74

Tabla 18: unità campionarie [n] di Jardines de la Victoria.

Jardines de la Victoria - strati	Numero [n]
<i>Aislado sin</i>	14
<i>Construcción con</i>	2
<i>Construcción sin</i>	4
<i>Denso con</i>	16
<i>Denso sin</i>	10
<i>Disperso con</i>	4
<i>Disperso sin</i>	10
<i>Suelo sin</i>	8
Total	68

Il numero di unità campionarie risulta doppio rispetto alle effettive. Vengono considerate due volte ciascuna, in quanto, i rilievi all'interno di esse vengono eseguiti in diversi momenti della giornata: mattinata e tardo pomeriggio. Nonostante lo strato ed i dati dendrometrici siano gli stessi, cambiano i dati riguardanti temperatura [°C] ed anidride carbonica [ppm].

Possiamo dunque notare come in alcune aree verdi sia presente solo un'unità campionaria a rappresentare un intero strato. Questo è dovuto al fatto che la superficie dello strato è limitata all'unità campionaria stessa; non è dunque possibile effettuare una vera e propria media perché non esistono altre unità che presentino lo stesso strato.

Gli strati verranno poi ripresentati durante i risultati, questa volta in forma percentuale.

5. RESULTATI E DISCUSSIONE

Prima di presentare i risultati riguardanti la temperatura [°C] e l'anidride carbonica [ppm] delle aree verdi in esame è importante presentare i dati generali di Córdoba durante la settimana dei rilievi. Questi ultimi sono stati effettuati nelle giornate che vanno dal 20 novembre 2023, fino al 27 novembre 2023; inoltre, si è cercato di rispettare il più possibile gli orari. Queste accortezze si sono prese per rendere i dati il più possibile comparabili tra loro, non avrebbe senso comparare un dato di temperatura [°C] rilevato alle 9:00 di mattina a metà ottobre con un dato rilevato a mezzogiorno a metà novembre. D'altro canto, è impensabile di poter avere dei dati comparabili al cento per cento perché ciò richiederebbe che essi vengano rilevati nello stesso esatto momento, con lo stesso strumento, ecc. Raccogliere i dati durante fasce orarie prestabilite ed in tempi brevi sicuramente ci aiuta a poterli confrontare in maniere più efficaci.

Vediamo dunque i dati meteorologici generali della città, nella settimana dei rilievi, perché potrebbero influire sui dati delle singole aree verdi.

Tabla 19: Temperatura [°] durante la settimana dei rilievi. Fonte: Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA).

FECHA	Parque	Temp. Máxima [°]	Hora Temp. Máxima [°]	Temp. Mínima [°]	Hora Temp. Mínima [°]	Temp. Media [°]
27/11/2023	Asomadilla	16.7	14:56	2.9	04:52	9.0
26/11/2023	Cruz Conde	18.3	15:20	2.0	07:34	8.9
25/11/2023	Vallellano derecha / izquierda	19.4	15:50	1.6	04:40	8.8
24/11/2023	Jardines de la Victoria	19.0	15:10	1.8	07:06	9.0
23/11/2023	Agricultura	19.0	15:14	5.0	23:44	10.8
22/11/2023	-	20.2	14:46	4.4	07:28	11.5
21/11/2023	Vial Norte	20.1	15:34	9.6	21:50	14.4
20/11/2023	Colón	23.3	15:20	7.4	07:12	14.3

Tabla 20: Humedad [%] e altri fattori durante la settimana dei rilievi. Fonte: Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera (IFAPA).

Humedad Relativa Máxima [%]	Humedad Relativa Minimo [%]	Humedad Relativa Media [%]	Velocidad Viento Media [m/s]	Dirección Viento Media [°]	Radiación [MJ/md]	Precipitación [mm]
97.2	56.8	84.1	0.8	289.6	8.1	0.0
95.9	43.4	78.3	0.7	303.1	10.8	0.0
96.4	28.1	73.2	0.6	310.3	11.7	0.0
96.0	29.1	72.4	0.8	66.7	11.9	0.0
91.3	30.7	65.2	1.5	86.2	12.1	0.0
95.6	30.8	65.7	1.0	77.8	12.1	0.0
97.5	50.9	78.9	1.1	259.5	9.5	0.0
97.5	46.2	79.2	0.8	263.4	11.2	0.0

Possiamo vedere nella tabella sovrastante come la temperatura massima [°C] sia stata abbastanza uniforme, meno per l'ultimo giorno nell'area verde di Asomadilla. La temperatura minima [°C] supera i 4 [°C] nella prima metà della settimana, abbassandosi attorno ai 2 [°C] nella seconda metà della settimana. La temperatura media [°C] dimostra che durante la settimana la temperatura va abbassandosi, infine, possiamo vedere che durante la settimana non ci sono state precipitazioni.

5.1. Temperatura e qualità dell'aria

Iniziamo presentando i risultati riguardanti l'indagine delle unità di interesse ed i risultati per quanto riguarda la temperatura [°C] e l'anidride carbonica [parti per milione] rilevata. I risultati saranno mostrati per ogni parco vedendo la differenza tra interno ed esterno del parco, successivamente, singolarmente per l'interno delle aree verdi divise nei vari strati, ed infine, i risultati generali.

5.1.1. Interno – Esterno delle aree verdi

Durante i rilievi, oltre alle aree campionarie all'interno delle aree verdi, sono stati rilevati dei dati anche all'esterno dei parchi seguendo i punti cardinali. Questi rilievi sono stati effettuati seguendo la stessa procedura di quelli interni, così da poter confrontare i risultati. Al di fuori dei confini delle aree verdi sono stati scelti quattro punti, corrispettivamente ai quattro punti cardinali, che sono stati identificati con uno strato, censiti, rilevata temperatura [°C] e anidride carbonica [ppm]. Così facendo possiamo valutare se vi siano differenze tra l'interno e l'esterno delle differenti aree verdi in esame.

Nel grafico sottostante possiamo vedere che nelle aree verdi: Agricultura, Vial Norte e Jardines de la Victoria; la temperatura all'interno del parco sia minore rispetto a quella esterna. Il caso di Vial Norte è il più estremo la differenza, tra temperatura interna ed esterna del parco, è di ben 1,77 [°C]. Asomadilla, Colón, Cruz Conde, Vallellano derecha e Vallellano izquierda presentano la situazione opposta, con la temperatura interna al parco maggiore rispetto a quella esterna; in questa categoria la differenza maggiore la presenta Vallellano izquierda con l'interno del parco più caldo di 0,64 [°C] rispetto l'esterno.

La media generale riporta che la temperatura [°C] esterna sia più elevata rispetto all'interna: 14,78 [°C] esterni contro i 14,62 [°C] interni.

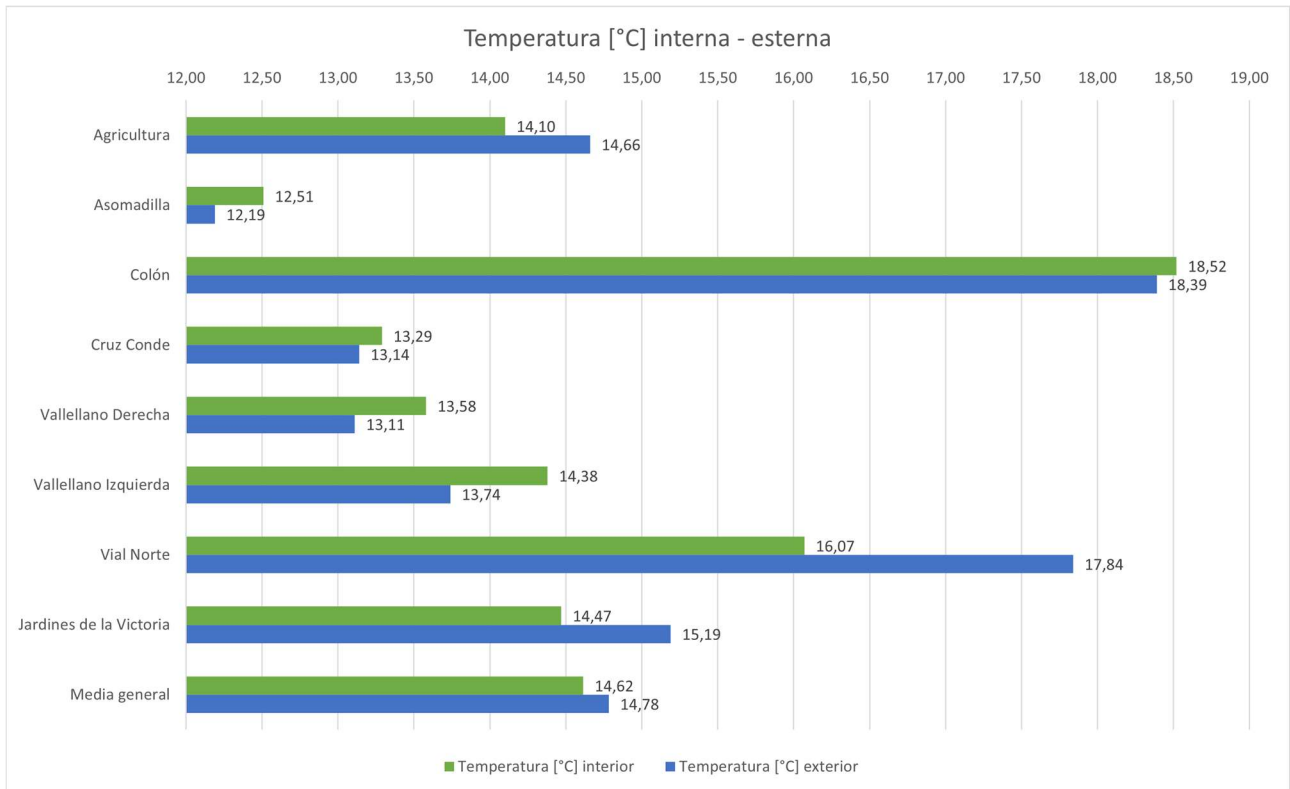


Figure 48: temperatura [°C] interna ed esterna delle aree verdi.

Lo stesso procedimento viene effettuato per l'anidride carbonica [ppm]. Per tutti i parchi con perimetro circolare: Agricultura, Asomadilla, Colón, Cruz Conde più Vallellano derecha e Jardines de la Victoria che hanno un perimetro rettangolare il livello di anidride carbonica [ppm] è inferiore all'interno del parco rispetto all'esterno. La differenza più elevata viene registrata in Jardines de la Victoria ed è di 25,55 [ppm]. Vallellano izquierda e Vial Norte invece mostrano il risultato opposto, ma solamente per meno di una parte per milione, rispettivamente 0,22 [ppm] e 0,79 [ppm].

Questo dimostra che l'aria all'interno dei parchi tende ad essere più pulita rispetto che all'esterno. I due casi dove questo non si verifica sono aree verdi circondate da arterie molto trafficate della città, soprattutto Vial Norte, dove dunque è più difficile per la massa arborea purificare l'aria.

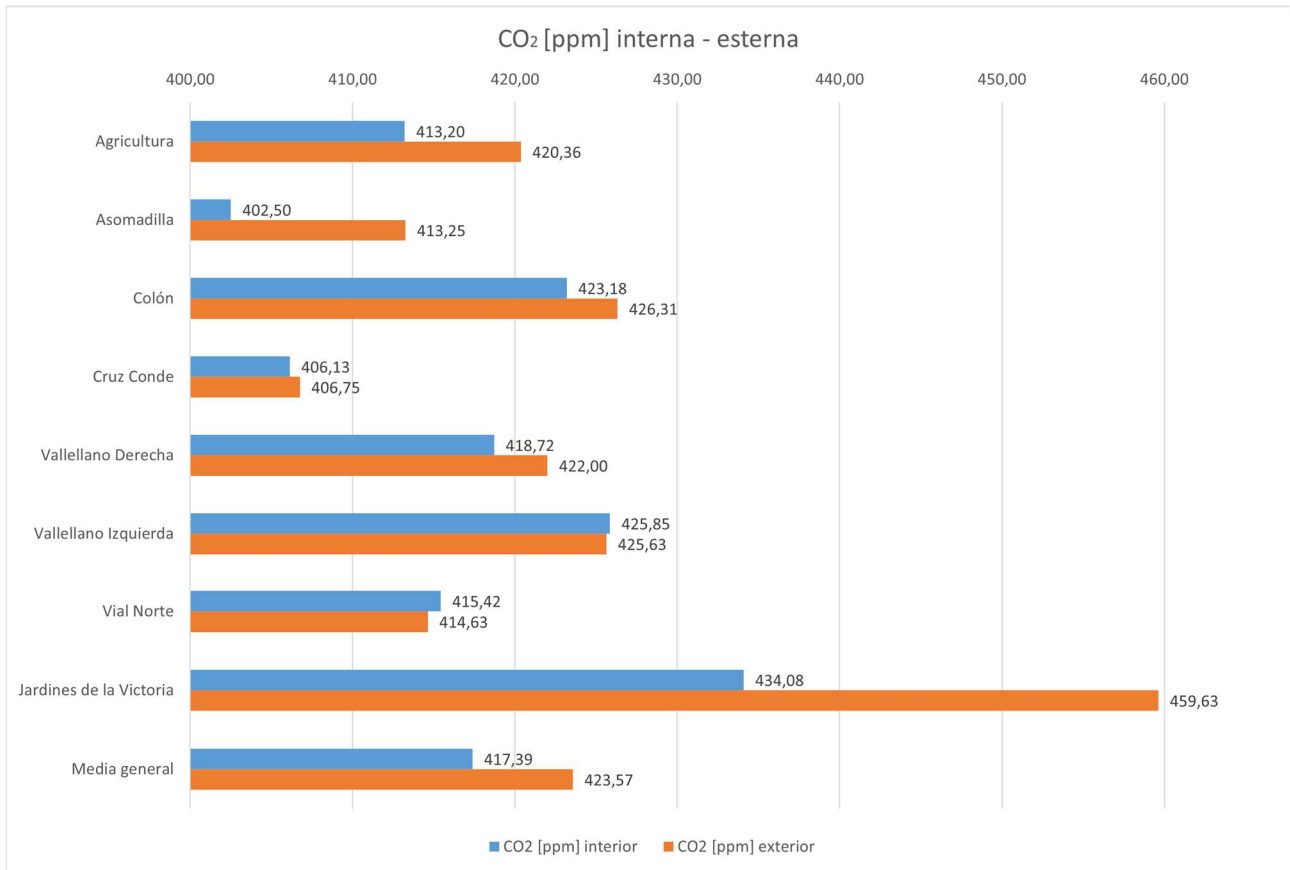


Figure 49: CO₂ [ppm] all'interno e all'esterno delle aree verdi.

Per ogni parco incontriamo due diverse mappe. La prima è una visione del parco che si può ottenere da Google Maps, la seconda utilizza la prima come sfondo e vi aggiunge:

- la divisione del parco in anelli rappresentanti ognuno il 25 [%] della superficie del parco stesso più i due anelli esterni rispettivamente 125 [%] e 150 [%];
- la divisione secondo i punti cardinali primari e secondari;
- la griglia delle unità di interesse;
- i punti di rilievo di temperatura e anidride carbonica, caratterizzati come precedentemente spiegato;
- gli alberi presenti nel censimento del comune.

Vengono poi presentanti quattro grafici che mostrano i diversi risultati:

- gli strati presenti [%];
- le tipologie di suolo [%];
- la temperatura media [°] rilevata nei vari strati, sia durante la mattinata che durante il pomeriggio, le medie totali di mattina, pomeriggio e generale;
- l'anidride carbonica [parti per milione] rilevata nei vari strati, sia durante la mattinata che durante il pomeriggio, le medie totali di mattina, pomeriggio e generale.

A scopo di facilitare la comprensione i dati raccolti durante il girono sono caratterizzati con il colore verde, i dati rilevati durante il pomeriggio sono rappresentati con il colore azzurro e le medie generali con il colore arancione. Lo stesso metodo è utilizzato per i risultati generali.

5.1.2. Agricultura

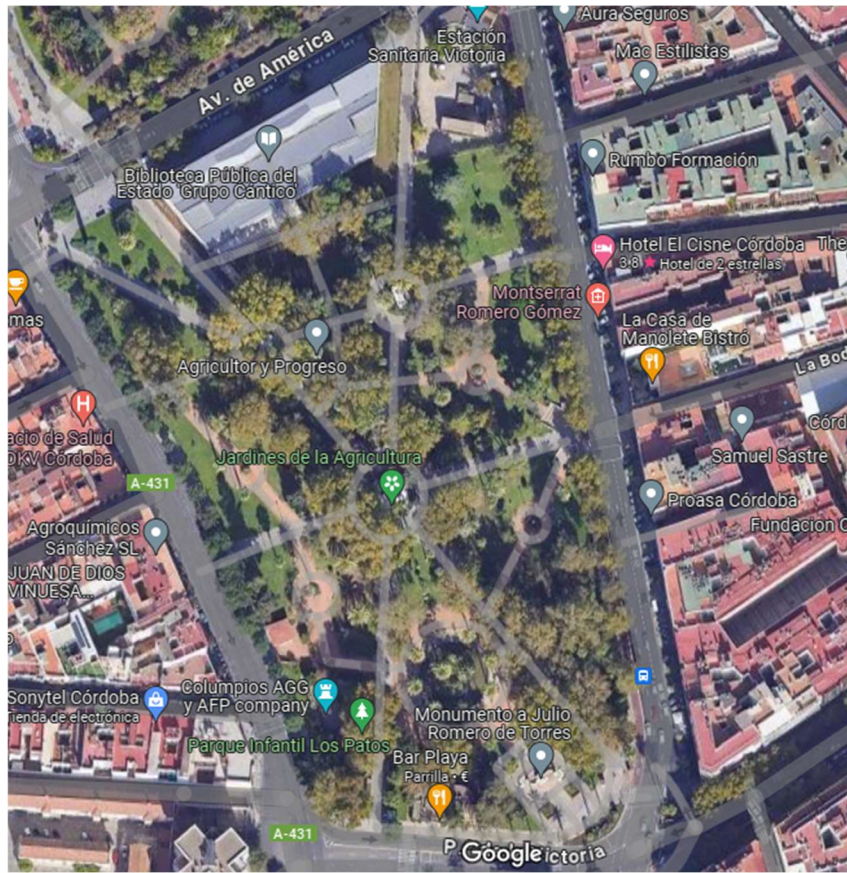


Figure 50: Agricultura, visto con Google Maps.

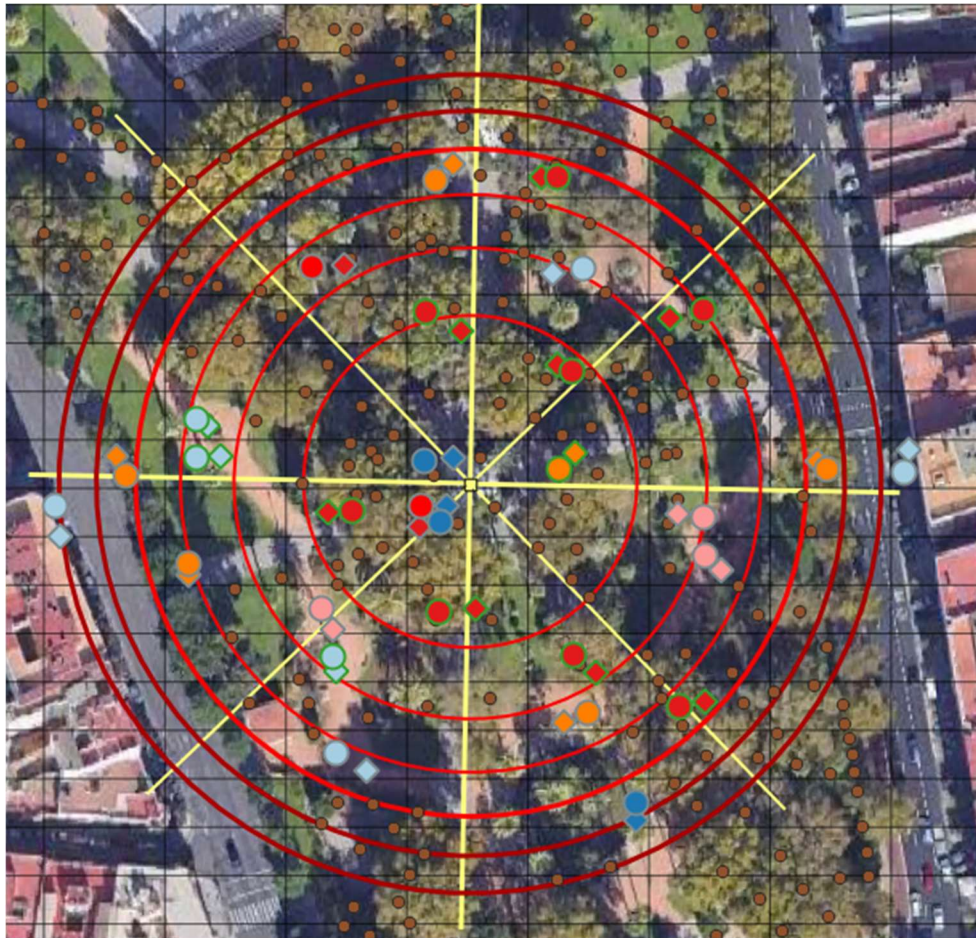


Figure 51: Agricoltura, visto con QGIS.

Nel grafico a torta sottostante possiamo vedere come i tre strati maggiormente rappresentativi in questo parco siano: Denso con 25[%], Disperso sin 19 [%] e Aislado sin 13 [%]. Questa grande variabilità si può riscontrare anche guardando la mappa sovrastante, il parco è infatti molto eterogeneo nonostante non sia molto esteso.

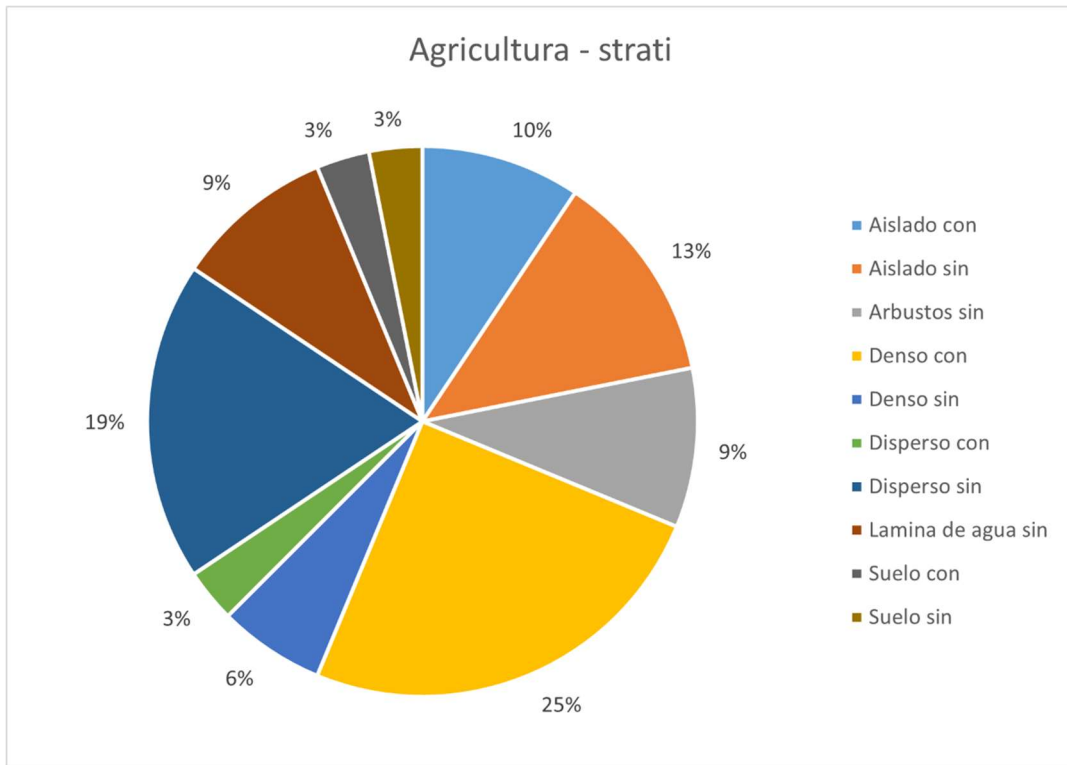


Figure 52: grafico degli strati di Agricultura.

L'eterogeneità si riflette anche nei risultati riguardo alle tipologie di suolo riscontrate, il prato (césped) è la più rappresentativa con un 40 [%], il restante si divide equamente tra pavimentazioni [baldosas] e terra [tierra].

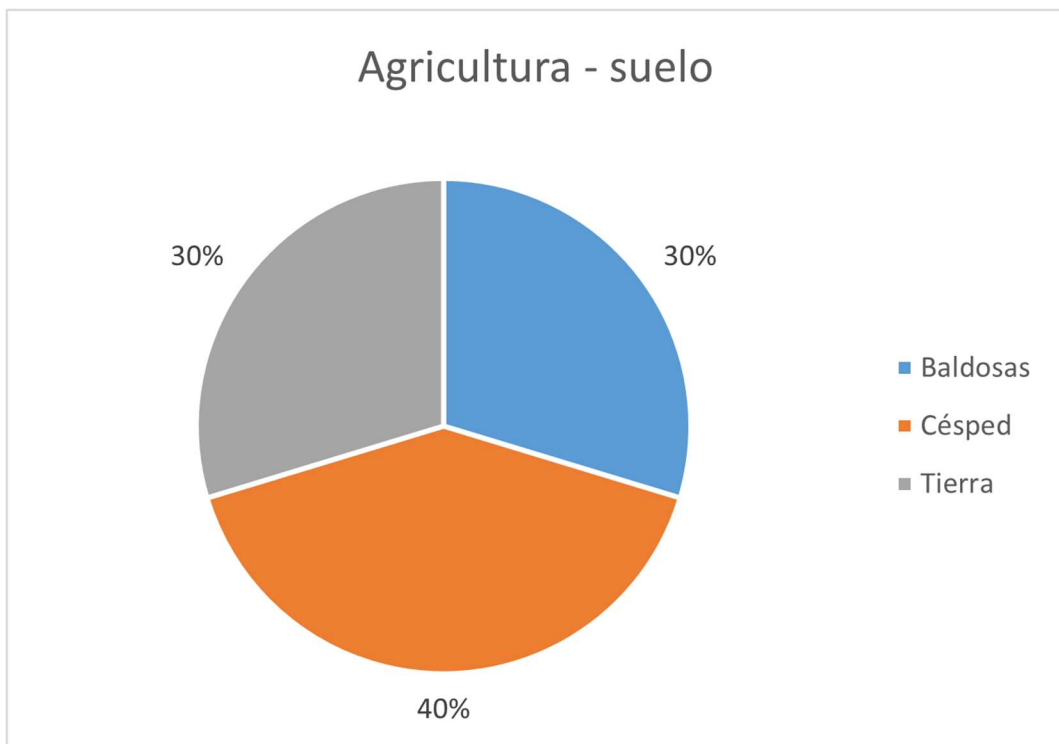


Figure 53: grafico del suolo di Agricultura.

La temperatura media più alta è stata registrata nello strato Suelo sin nella mattinata con 15,40 [°]; risultato prevedibile in quanto questo strato rappresenta superfici senza alberi o tappeti erbosi. La temperatura media più bassa, al contrario, viene registrata nello strato Lamina de agua sin durante la mattinata 13,20 [°]; al contrario di quanto si potrebbe pensare il risultato non è influenzato dalla presenza di acqua in quanto la fontana era chiusa in quel periodo per causa della siccità.

Infine, vediamo la poca differenza tra le medie delle temperature di mattina e pomeriggio e la generale che restituisce una temperatura media totale del parco di 14,28 [°].

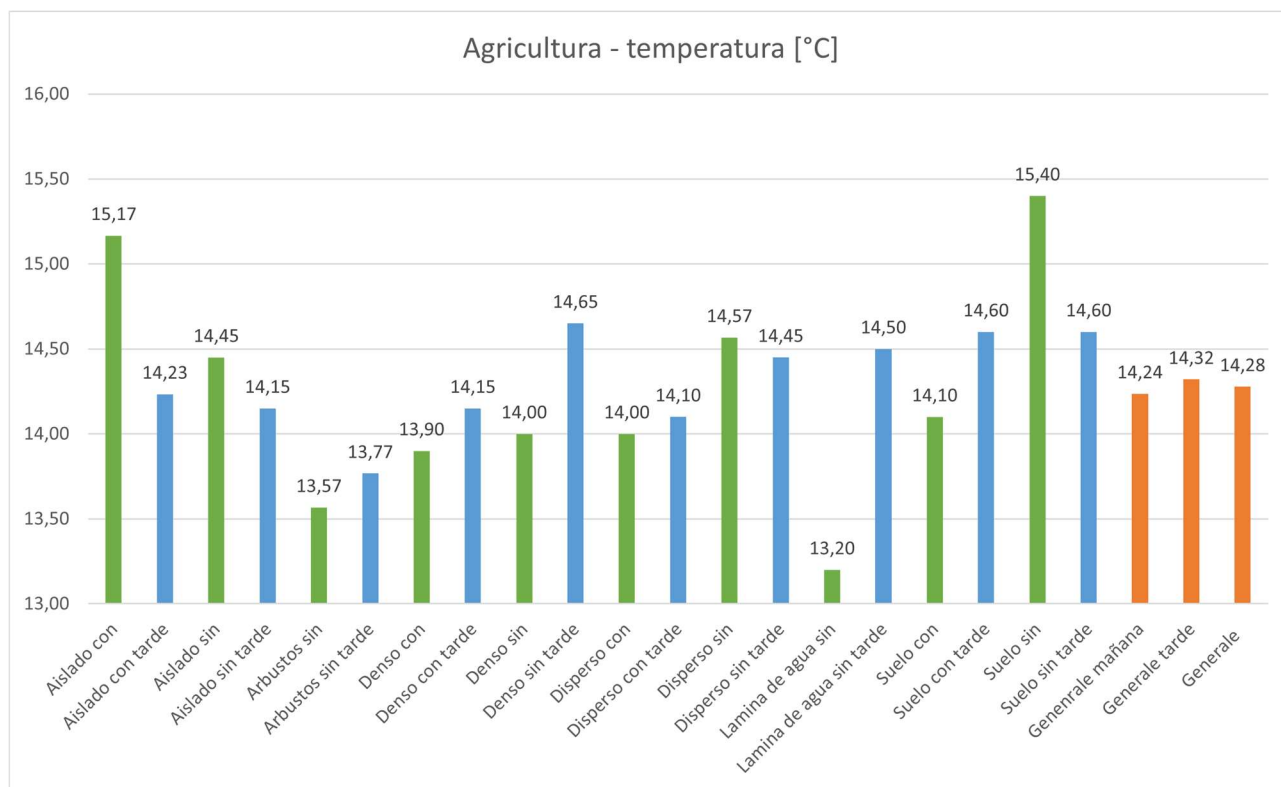


Figure 54: grafico della temperatura di Agricultura.

I livelli di anidride carbonica media [parti per milione] registrati nel parco oscillano tra: 436,00 [ppm] il massimo e 399,00 [ppm] il minimo. Il primo è il risultato medio dei dati ricavati nello strato Aislado sin tarde; il secondo, invece, appartiene allo strato Suelo con della mattina. Risultati attesi in quanto la sera il livello di anidride carbonica è normalmente più alto, lo possiamo vedere in ogni strato nel confronto tra i dati della mattina e del pomeriggio (tarde) e nelle medie generali.

Per ciò che riguarda lo strato Aislado sin tarde, potremmo aspettarci un risultato minore rispetto ad uno strato come Suelo sin tarde (430,00 [ppm]), però dobbiamo tenere in conto della posizione di questi ultimi rispetto la strada. La maggiore vicinanza alla strada causa un innalzamento dell'anidride carbonica restituendoci un risultato che a prima vista potrebbe sembrarci inaspettato.

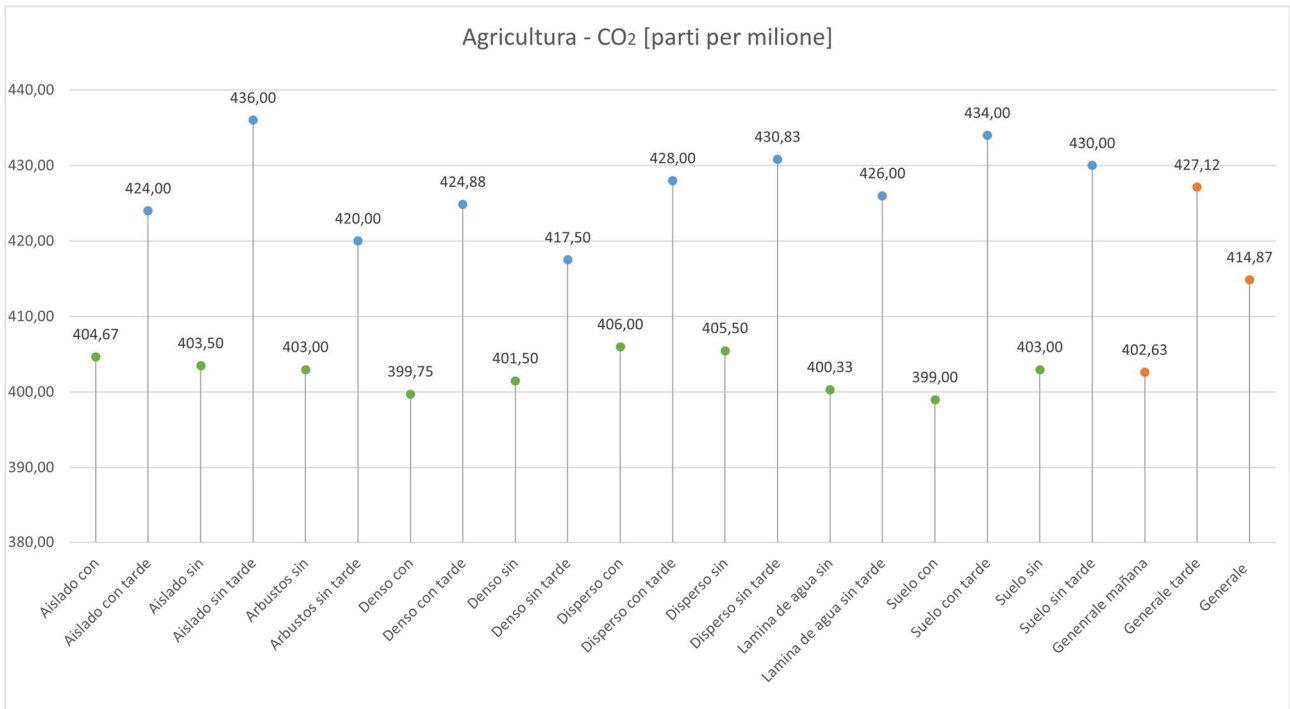


Figure 55: grafico della qualità dell'aria di Agricultura.

5.1.3. Asomadilla

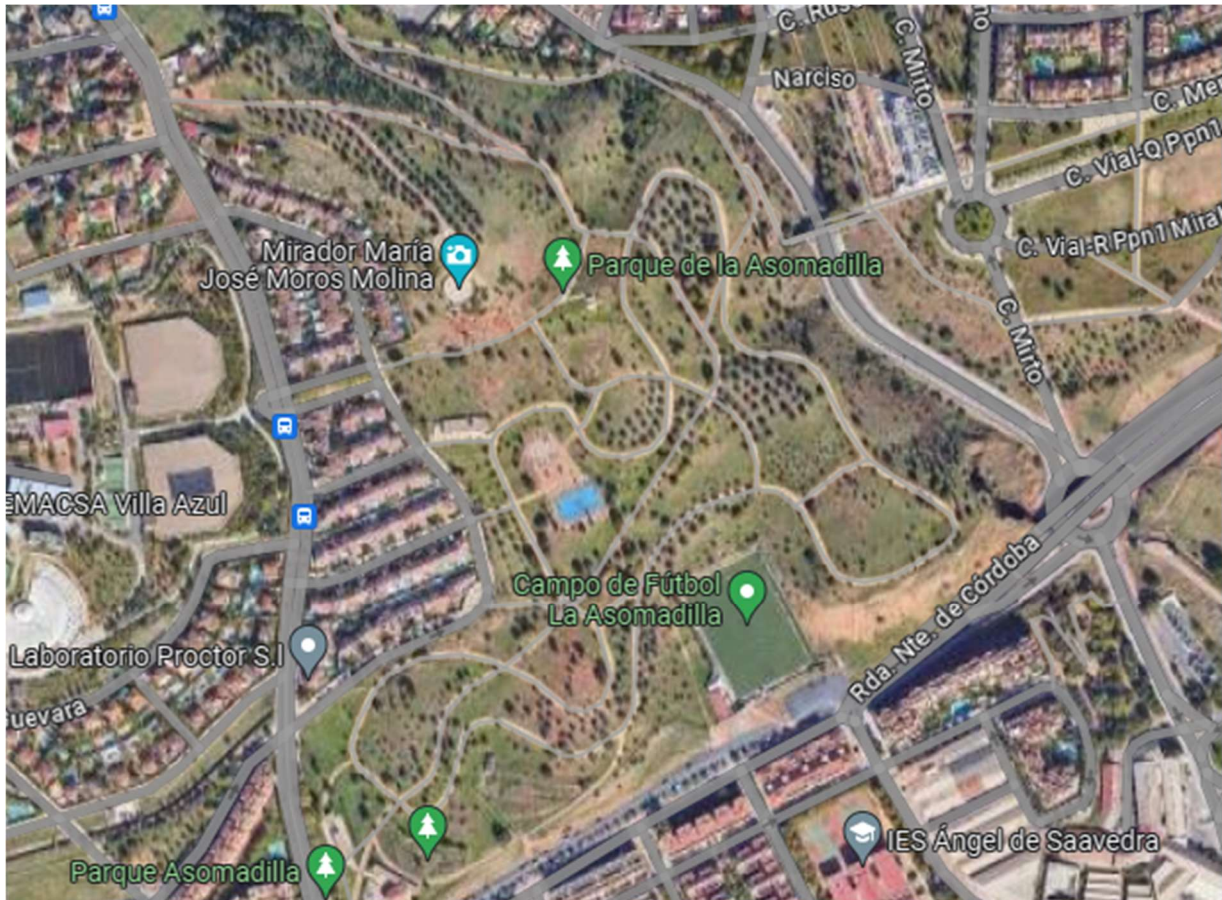


Figure 56: Asomadilla, visto con Google Maps.

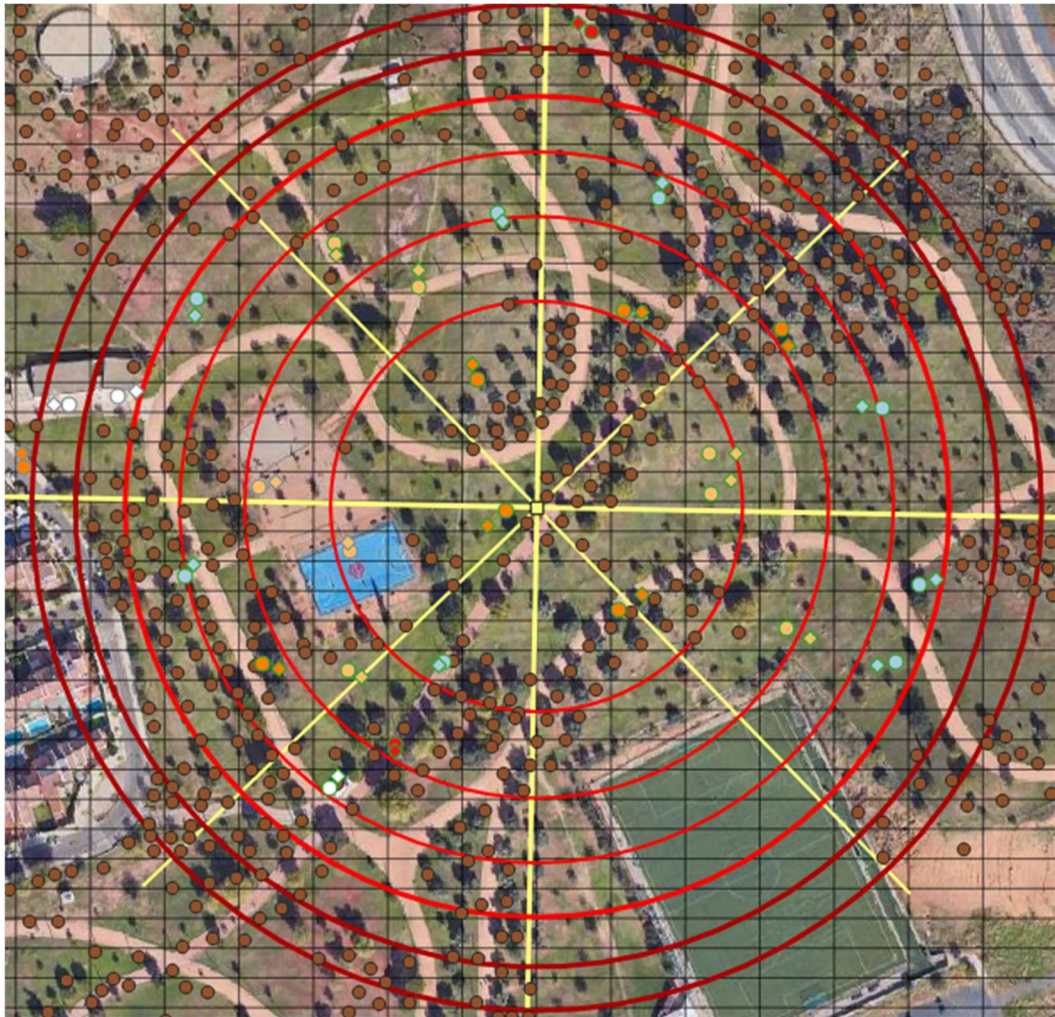


Figure 57: Asomadilla, visto con QGIS.

Il parco di Asomadilla è tra i più recenti della città ed uno tra i più stratificati. L'indagine ha infatti dimostrato come nel parco siano presenti ben otto strati. Non dobbiamo stupire se nel parco non sono presenti lamine di acqua, infatti, è probabilmente frutto della recente età dell'area e di una gestione che è sempre più rivolta alla salvaguardia dell'oro blu. Durante la presentazione dei risultati degli altri parchi incontreremo spesso lamine d'acqua vuote a causa della crisi idrica che la città sta soffrendo, anche in questo periodo invernale.

Tornando alla divisione in strati possiamo vedere che lo strato dominante è Aisaldo con 29 [%], a seguire, entrambi con il 19 [%] incontriamo Disperso con e Suelo con. Asomadilla presenta grandi distese verdi alternate a piantagioni dense o disperse; l'alternarsi dei diversi strati impedisce al parco di risultare monotono e consente a ciascuno di trovare la sua area preferita per fruire del parco come più desidera.

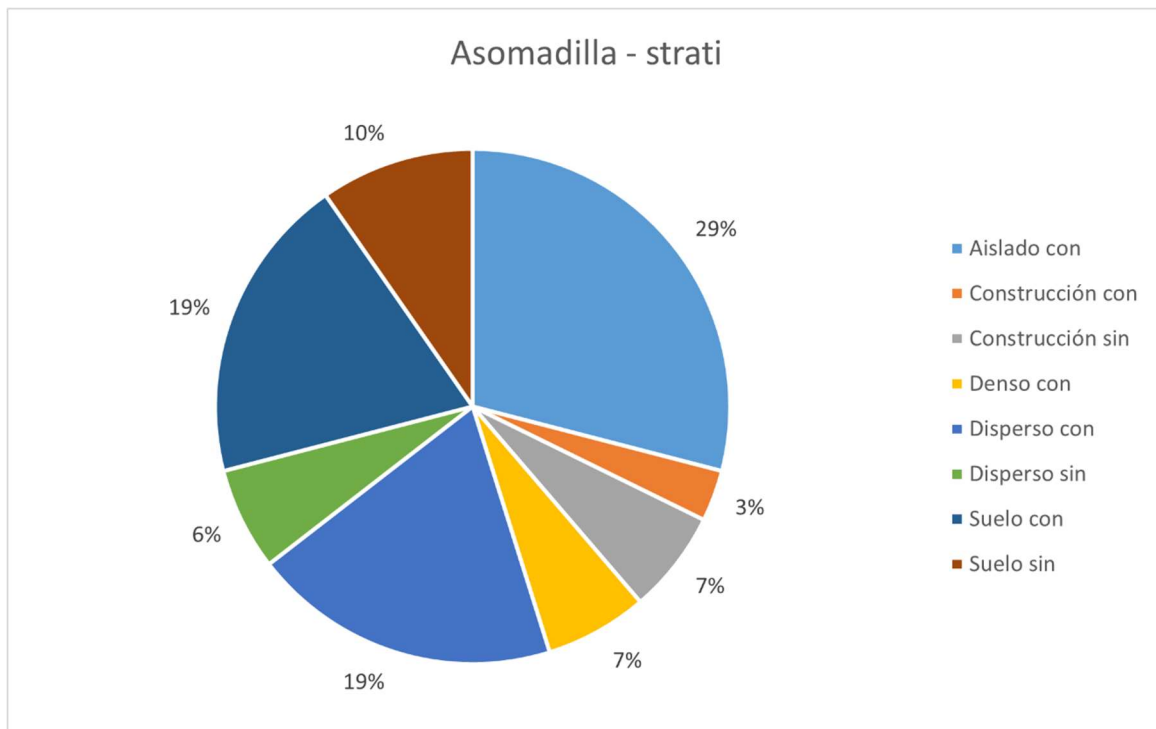


Figure 58: grafico degli strati di Asomadilla.

Il suolo del parco è nettamente predominato da tappeto erboso (cespéd), con un 77 [%], i suoli inerti si dividono il rimanente 23 [%]. Questi ultimi si trovano: nei sentieri nel parco, nell'area che presenta le attrazioni per i bambini, nel campo polivalente, nelle strutture come garage, depositi e nei mirador. L'ottimizzazione del suolo è probabilmente dovuta alla buona progettazione del parco che ha limitato al massimo la percentuale di suolo coperta da materiali antropici come asfalto e piastrelle (baldosas). Infatti, non tutti i sentieri del parco sono composti da piastrelle ma solo i principali, i secondari sono invece costituiti da ghiaia (grava), che consideriamo come materiali interne ma è permeabile e permette dunque il passaggio dell'acqua piovana.

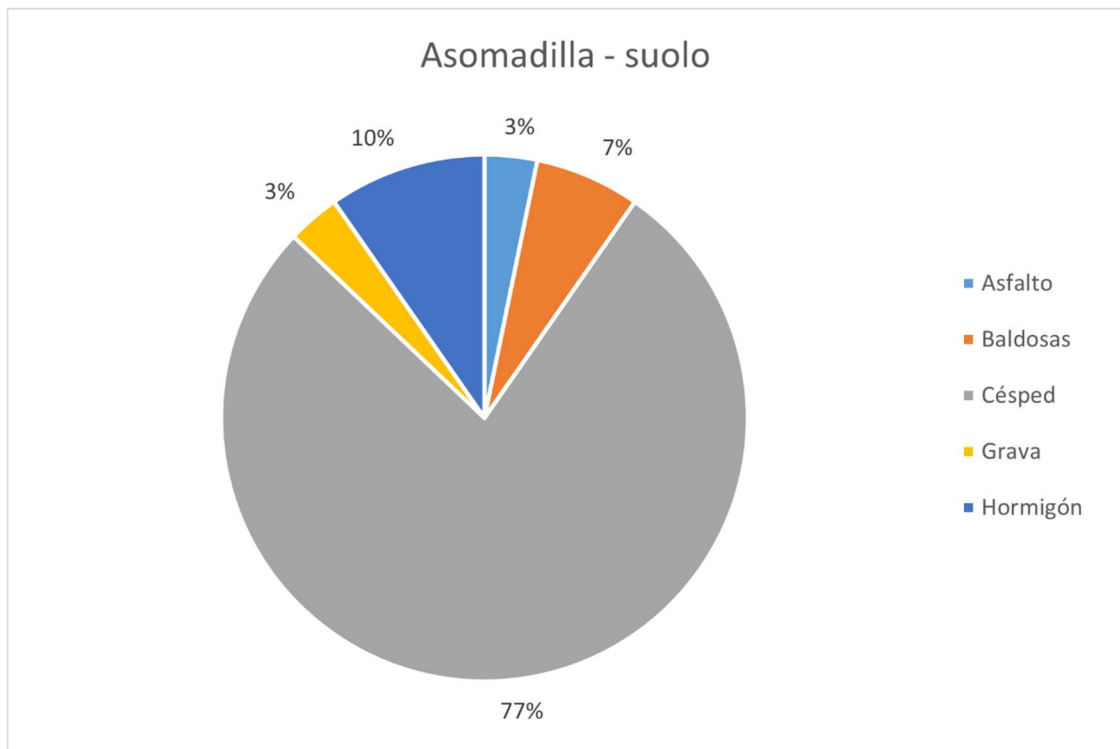


Figure 59: grafico del suolo di Asomadilla.

La temperatura [°C] rilevata all'interno del parco è abbastanza costante: la minima rilevata è stata di 11,30 [°C] nello strato Construcción con; la maggiore è stata rilevata nello stesso strato ma durante il pomeriggio 13,60 [°C]. Come si può vedere lo sbalzo è di meno di 2,5 [°C], questo risultato è influenzato anche dalla temperatura media della giornata nella quale sono stati rilevati i dati. Le medie generali sono di 12,52 [°C].

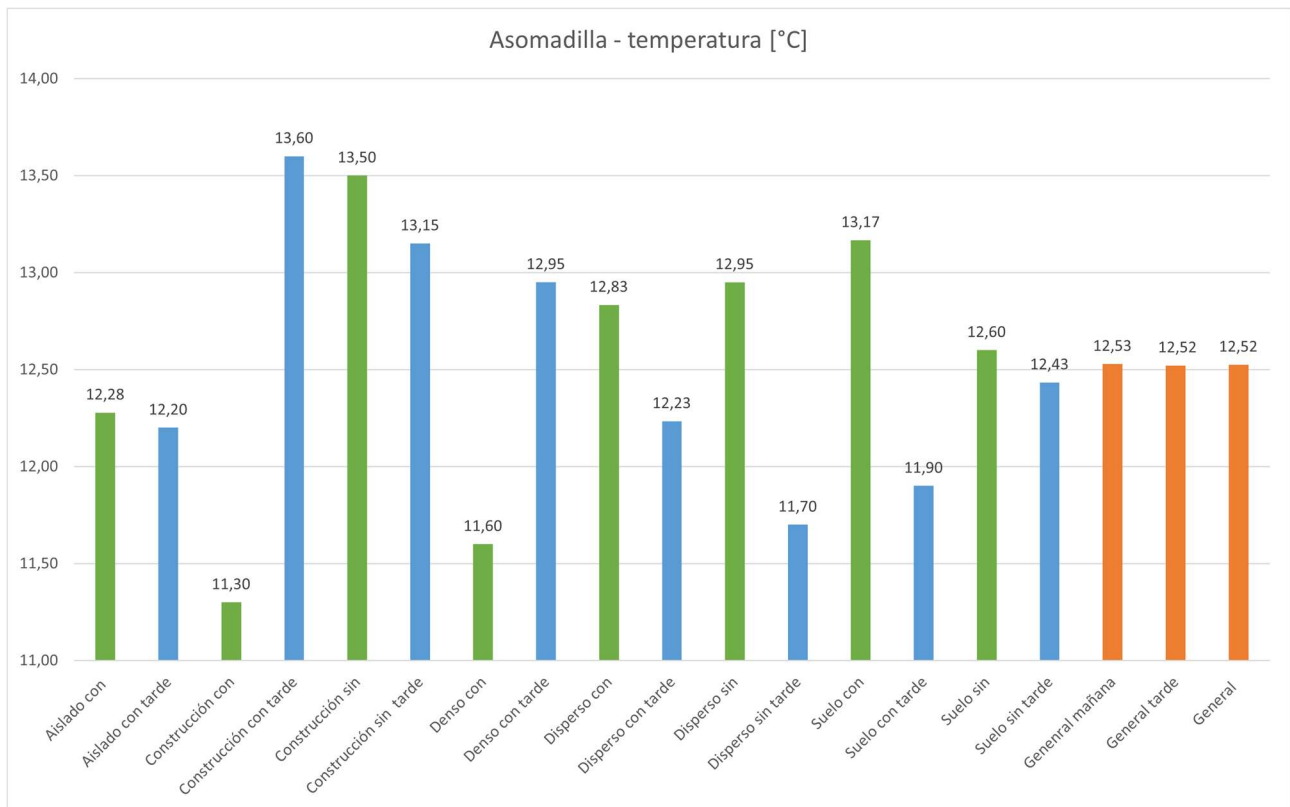


Figure 60: grafico della temperatura di Asomadilla.

I dati di anidride carbonica [parti per milione] sono compresi tra 396,00 [ppm] e 408,67 [ppm] per tutti gli strati ad eccezione di Suelo sin tarde dove sono stati registrati 416,00 [ppm]. Risultato in linea con quanto ci si aspettava da questo strato che presenta suolo inerte ed assenza di alberi o arbusti. Le medie generali rilevano una percentuale di anidride carbonica [ppm] maggiore nella mattinata, anche se di soli quattro punti.

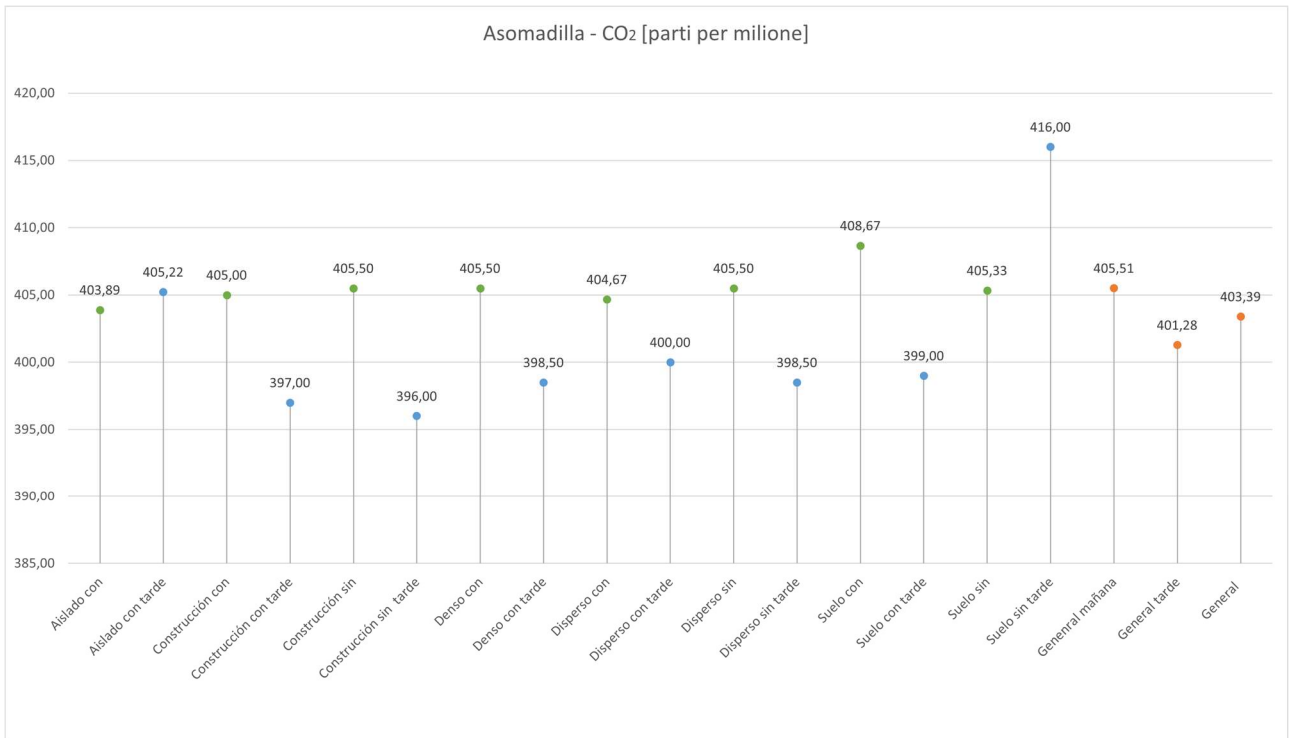


Figure 61: grafico della qualità dell'aria di Asomadilla.

5.1.4. Colón

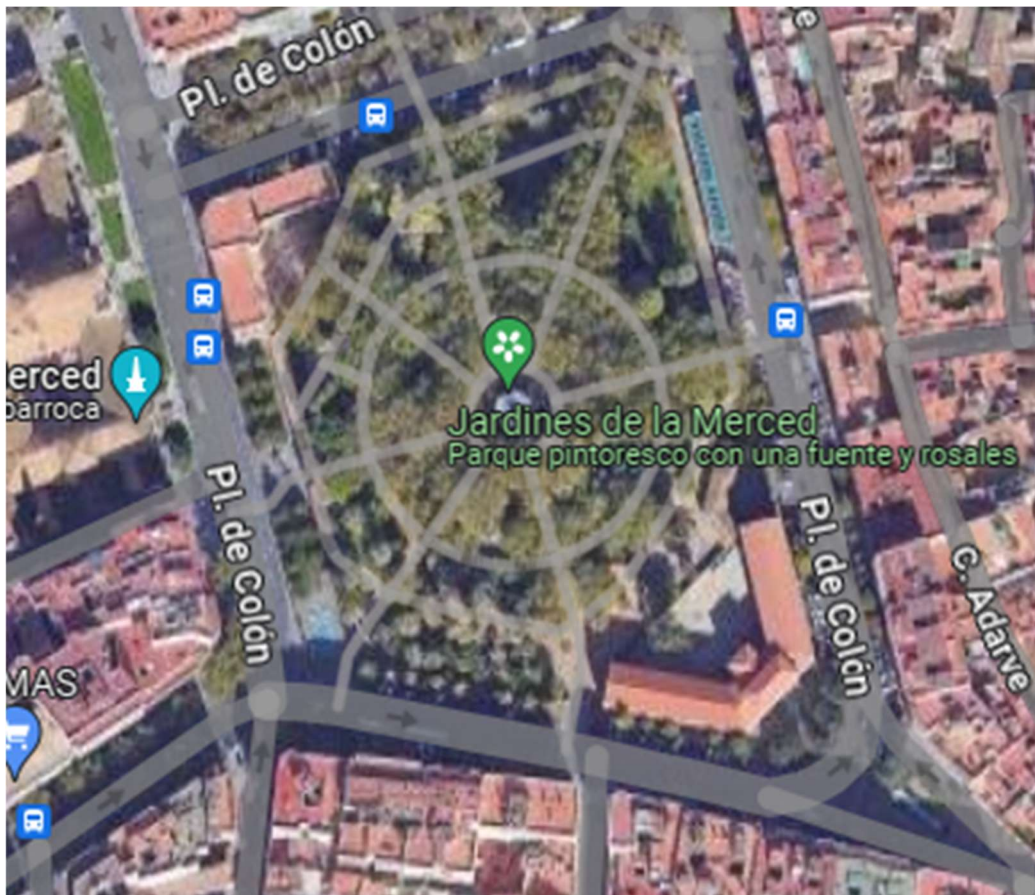


Figure 62: Colón, visto con Google Maps.

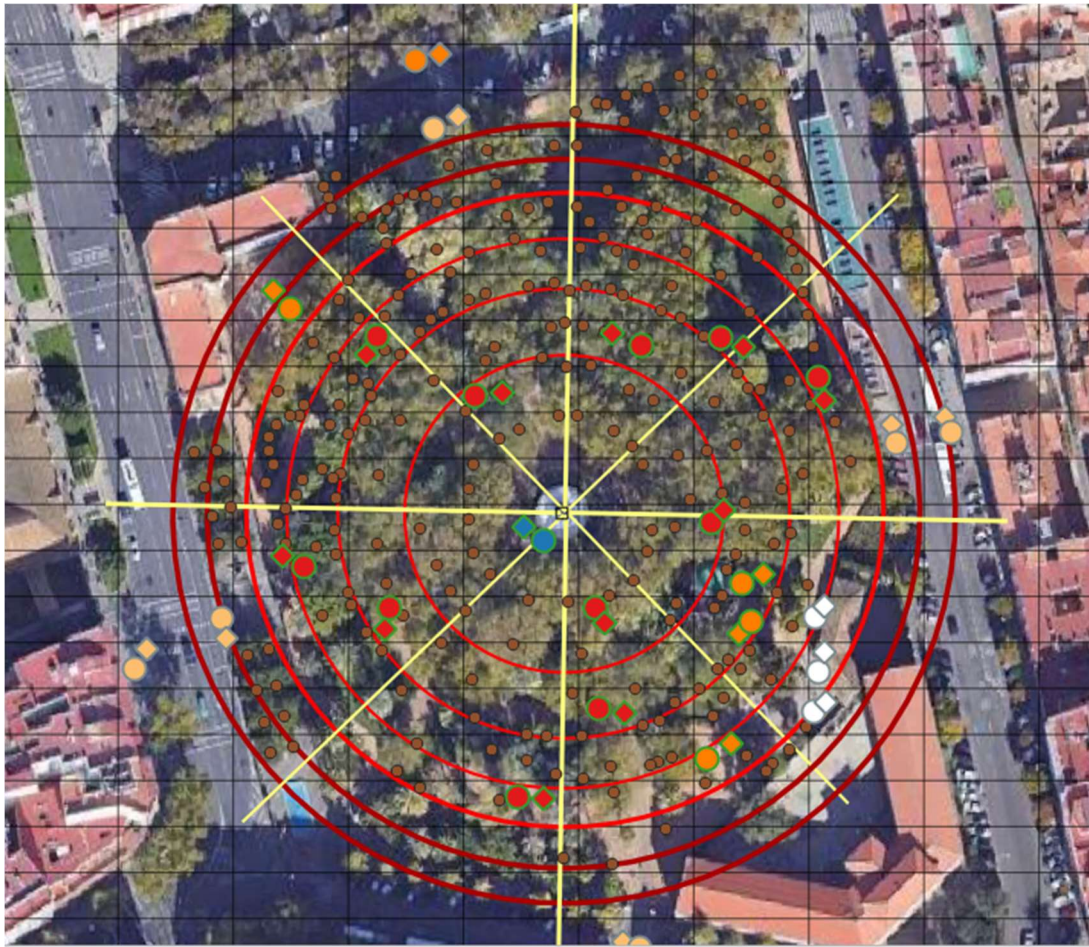


Figure 63: Colón, visto con QGIS.

Il parco presenta sei differenti strati, ciò nonostante, lo stato Denso con rappresenta, da solo, il 41 [%] dell'intera area. Colón è un parco con forma circolare di 1,5 [ha] che presenta al centro una fontana, quest'ultima era una delle poche funzionanti al momento dei rilievi, ad oggi è chiusa per la crisi idrica in corso. Il secondo strato più rappresentativo è Suelo sin, che però è stato rilevato al di fuori del parco; escludendo questi punti lo strato Denso con rappresenterebbe, come ci si aspetta, più della metà dell'intera area verde.

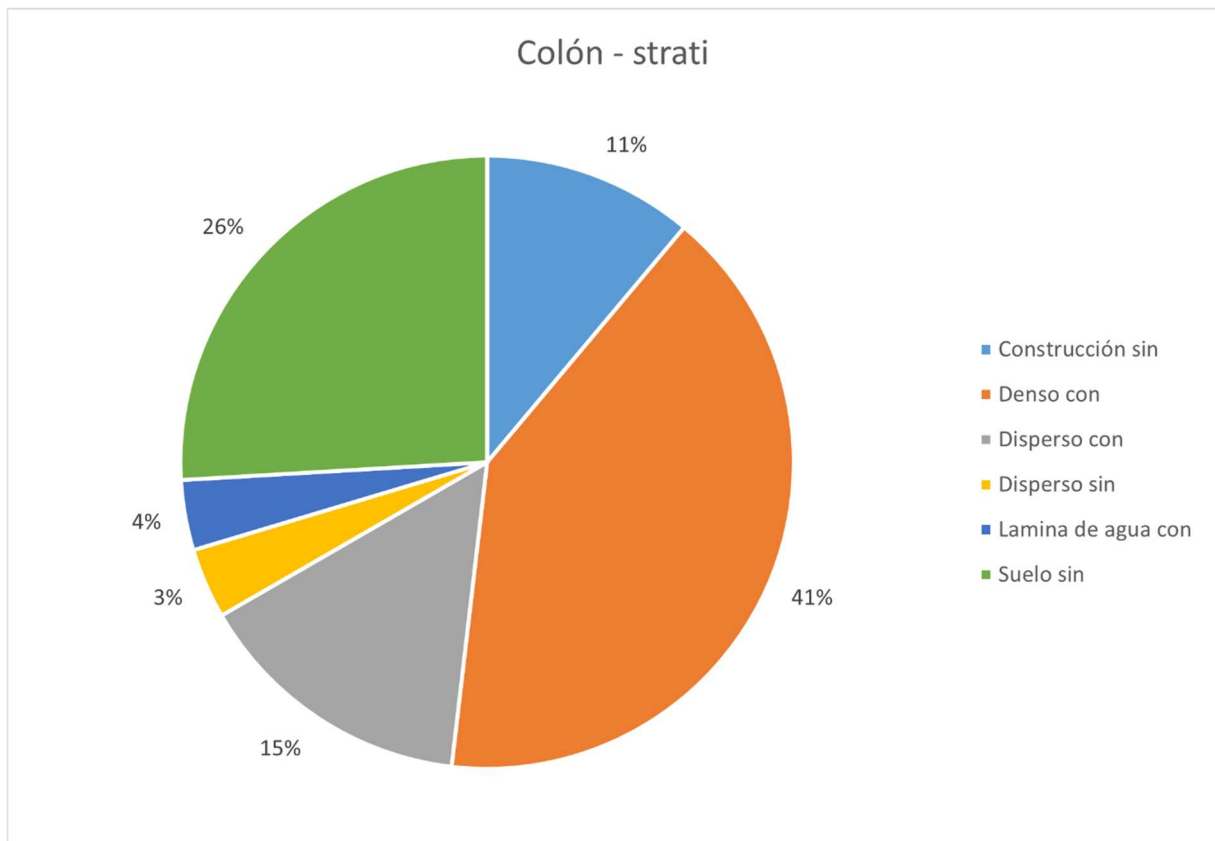


Figure 64: grafico degli strati di Colón.

Il suolo è ripartito equamente tra: tappeto erboso 46 [%] e mattonelle 46 [%]. Il restante 8 [%] s'incontra nella superficie destinata all'area giochi dei bambini. Il dato riflette la ripartizione degli strati precedentemente vista.

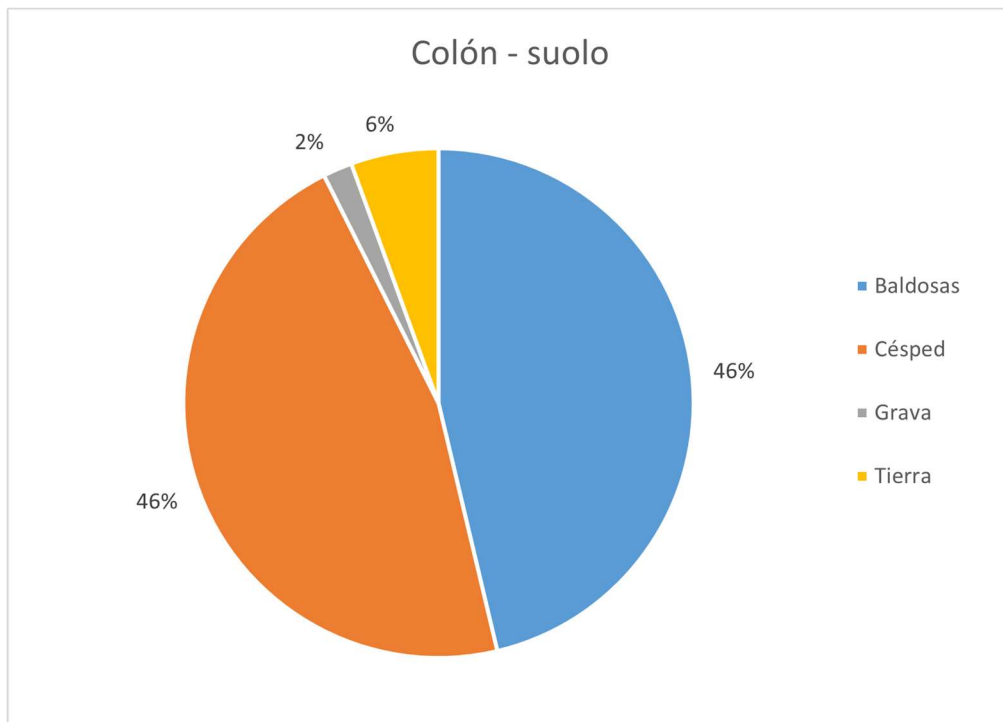


Figure 65: grafico del suolo di Colón.

I dati della temperatura rilevata ci mostrano come sia più caldo durante il tardo pomeriggio rispetto alla mattinata. La risposta è racchiusa nella giornata stessa dei rilievi, nuvoloso durante la mattinata e cielo terso nel pomeriggio, che ovviamente, ha facilitato il passaggio dei raggi del sole e l'aumento della temperatura stessa. Durante il pomeriggio la temperatura media raggiunge i 19,38 [°C], nonostante i dati siano stati raccolti il giorno venti novembre non dobbiamo stupirci, la città di Córdoba raggiunge spesso queste temperature elevate nei mesi invernali. La temperatura media della mattinata si ferma attorno ai 17,49 [°C].

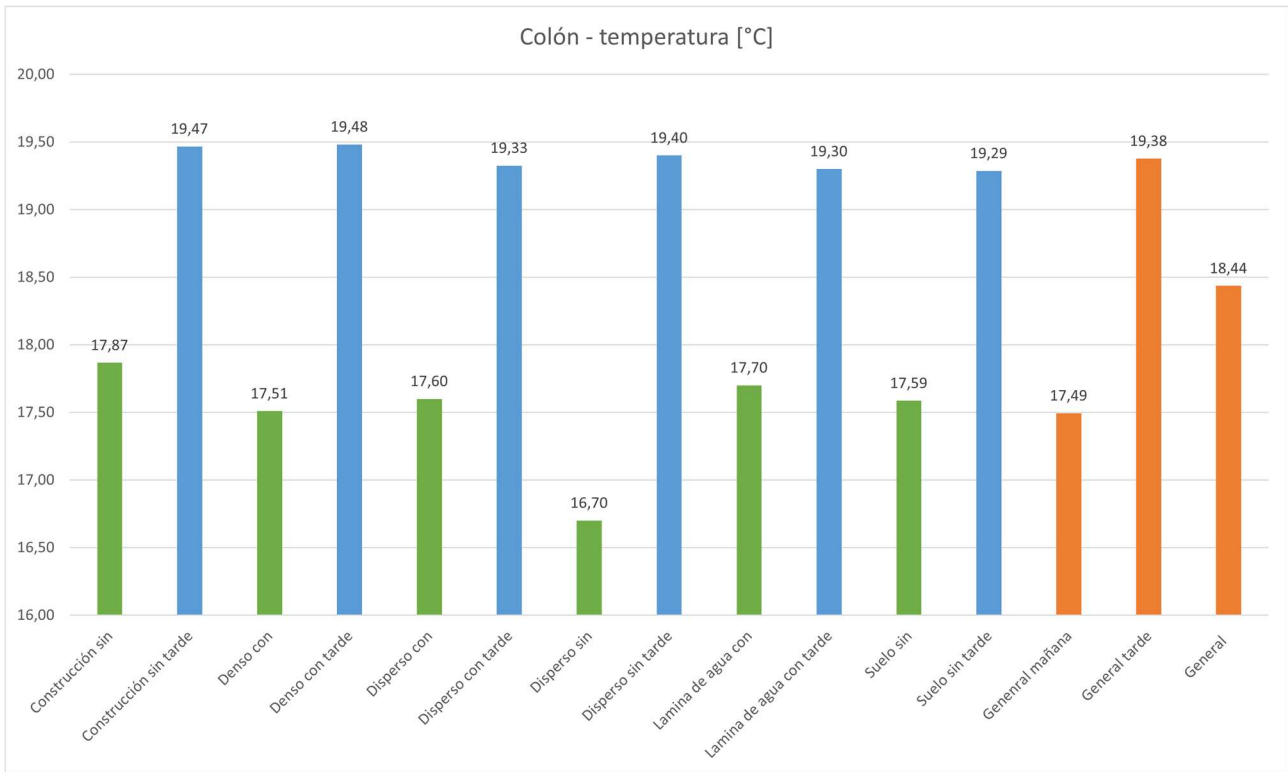


Figure 66: grafico della temperatura di Colón.

I dati riguardanti la qualità dell'aria son abbastanza simili, indipendentemente dallo strato o dall'ora del campionamento si attestano tra 409,91 [ppm] e 431,75 [ppm]. Unica eccezione lo strato Costrucción sin tarde, che non presenta alberi o un tappeto erboso e la cui situazione è aggravata dall'ora del campionamento: la tendenza è infatti quella di avere una qualità dell'aria peggiore nel tardo pomeriggio, anche se in questo parco non si nota.

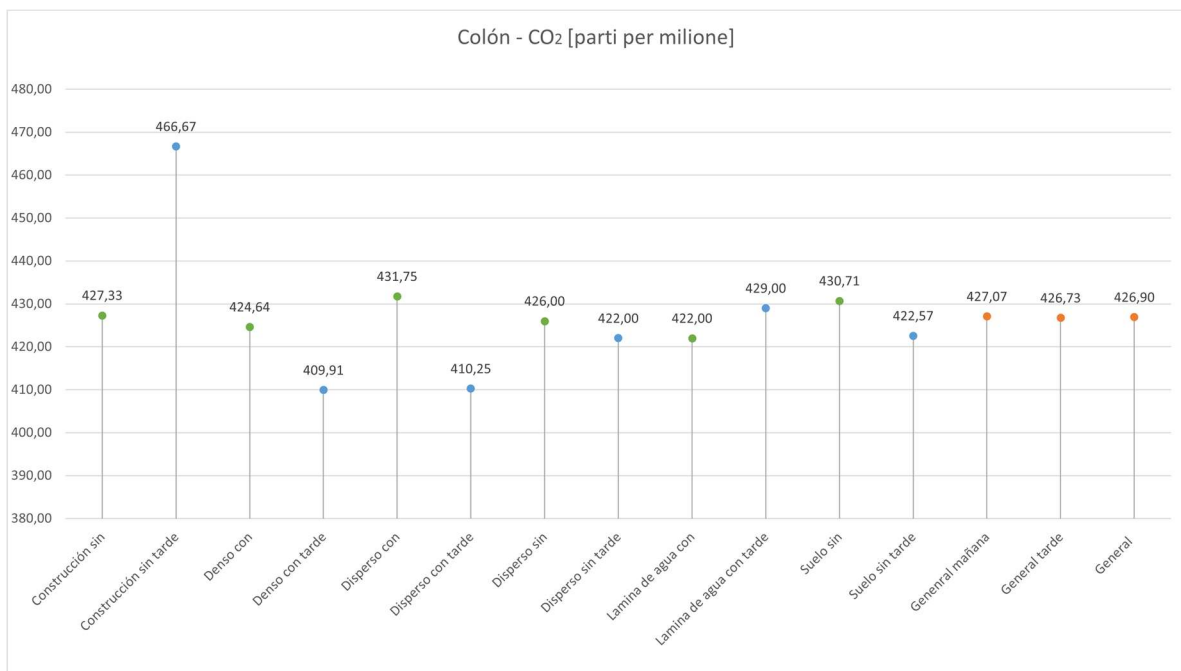


Figure 67: grafico della qualità dell'aria di Colón.

5.1.5. Cruz Conde

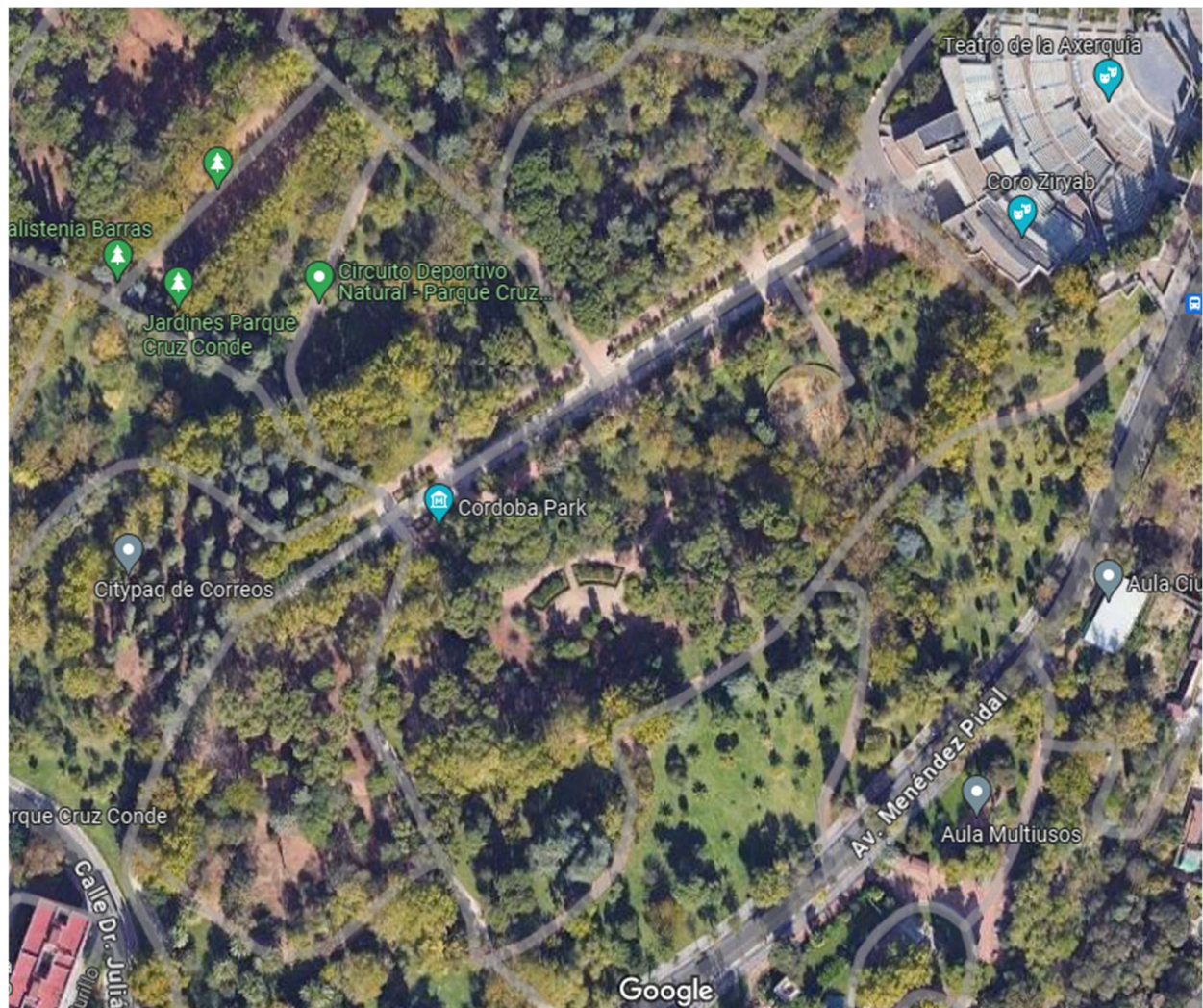


Figure 68: Cruz Conde, visto con Google Maps.

Nella mappa del parco non si notano gli alberi. Questo è dovuto a due fattori: la grandezza del parco che costringe ad uno zoom out considerevole e la caratterizzazione dei valori stessi. I dati riguardanti gli alberi di questo parco ci sono arrivati più tardi rispetto agli altri ed in un formato differente; ecco perché questa cartografica ci sembra diversa dalle altre.

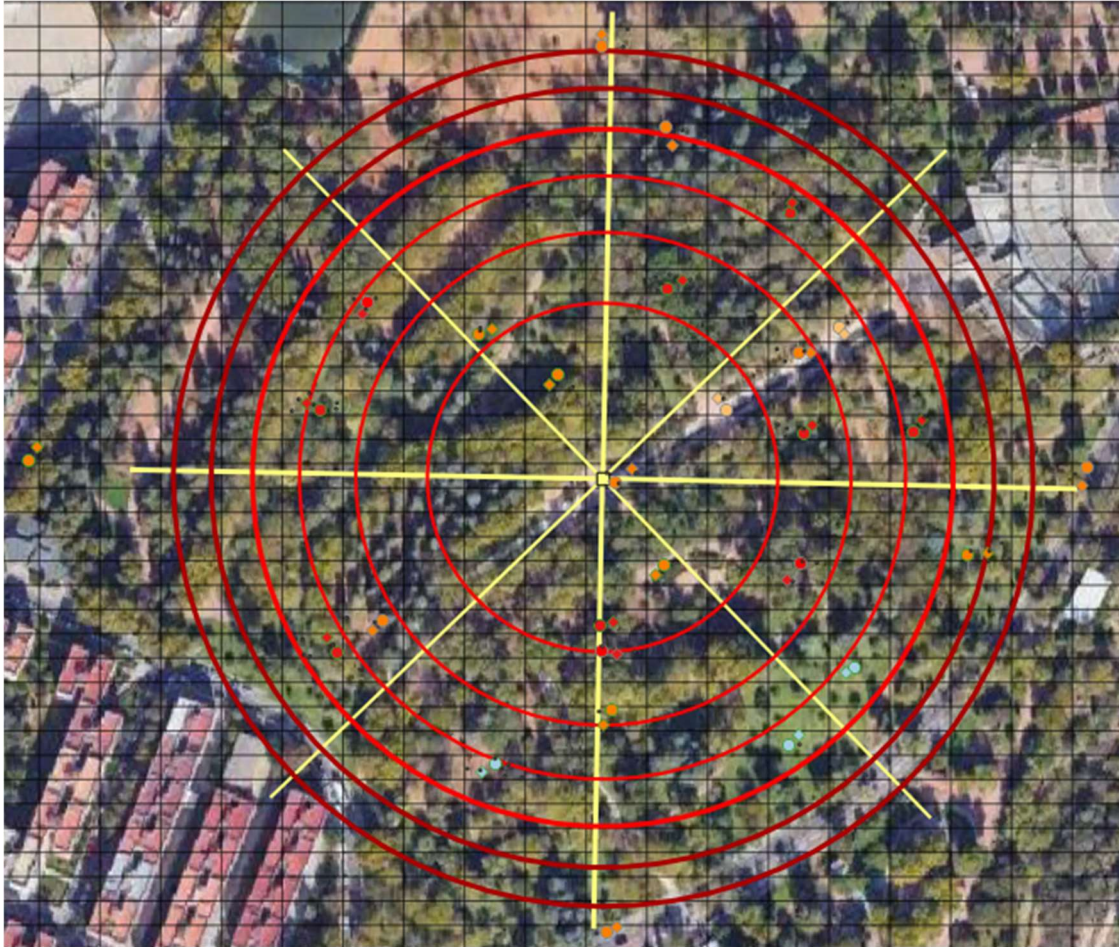


Figure 69: Cruz Conde, visto con QGIS.

Cruz Conde si dimostra una delle aree verdi più eterogenee tra quelle prese in esame, oltre ad una delle più grandi. Il parco si trova dietro lo stadio ed è uno dei più frequentati soprattutto da chi fa esercizio fisico, correndo o con gli attrezzi ginnici del parco stesso. Gli strati più diffusi sono Disperso sin e Denso con, entrambi con il 25[%], seguiti da Disperso con 21 [%]. Va sottolineato che il “sin” si riferisce a terra, non a superfici pavimentate.

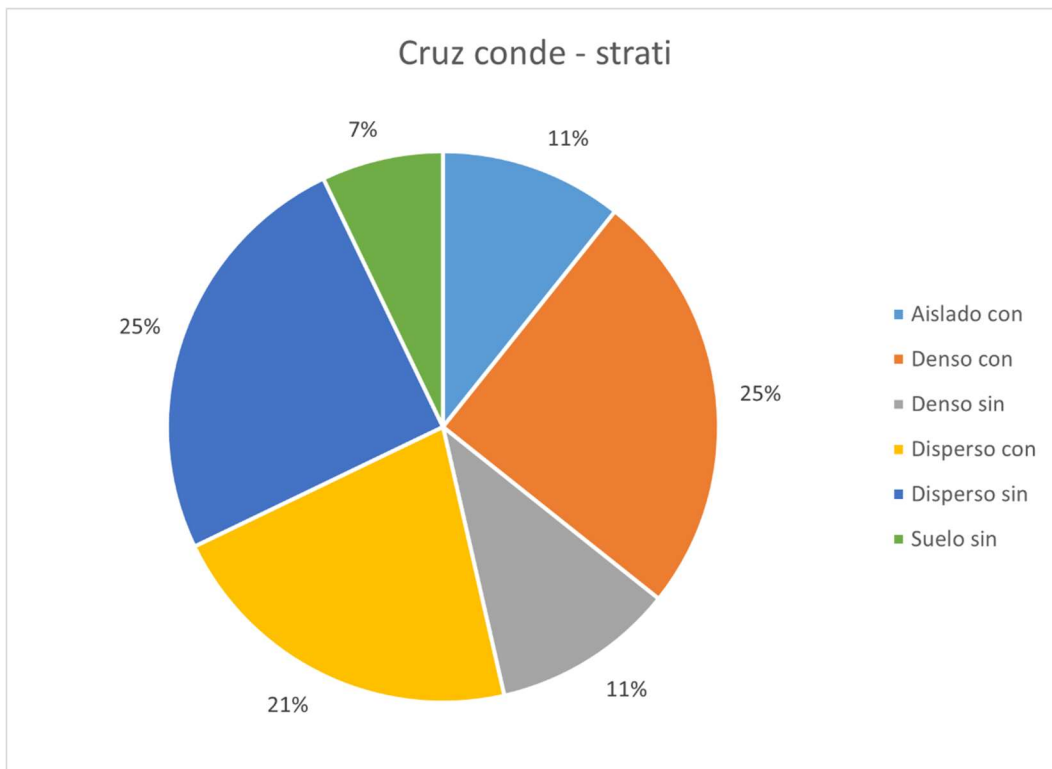


Figure 70: grafico degli strati di Cruz Conde.

I dati prima esposti trovano immediatamente riscontro nel grafico del suolo. Solo il 7 [%] è identificato come superficie pavimentata, dato che si riferisce soprattutto alle unità campionarie più esterne al parco, che comprendono il marciapiede. Il 55 [%] del suolo parco è invece ricoperto da un tappeto erboso.

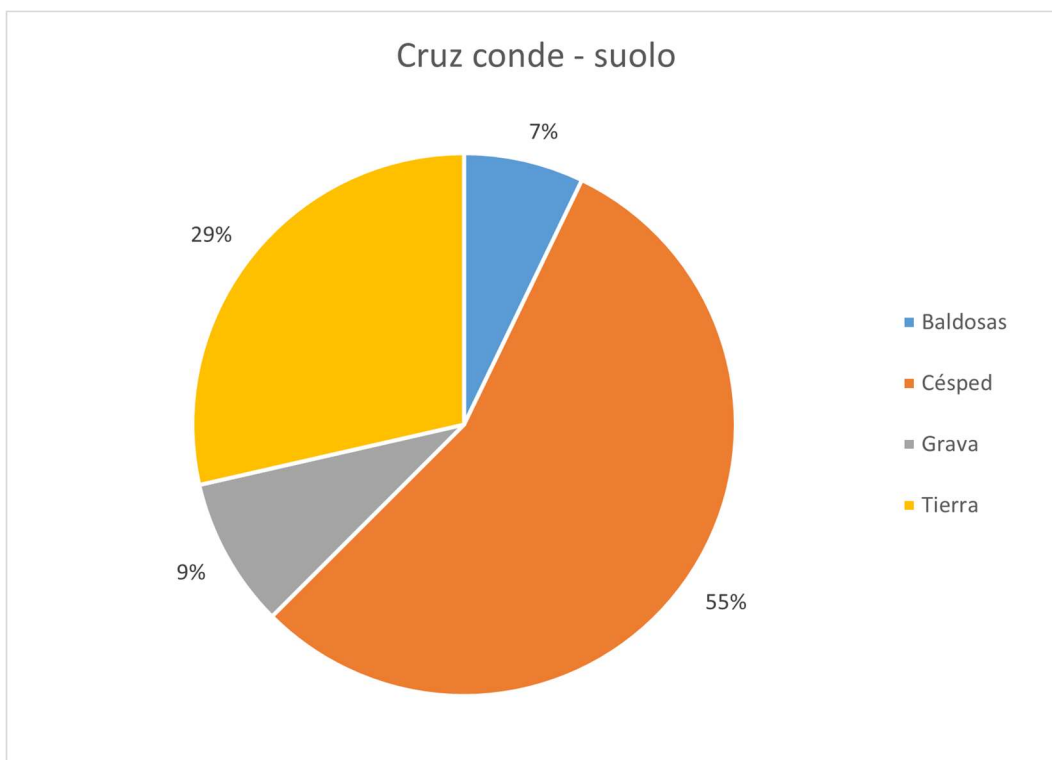


Figure 71: grafico del suolo di Cruz Conde.

Le temperature registrate non mostrano grandi sbalzi, unica eccezione lo strato Aislado con che registra 16,00 [°C]. Dato che probabilmente dipende dall'orientazione geografica delle unità campionarie e dall'ora di rilievo del dato stesso. La temperatura media generale del parco è di 13,40 [°C].

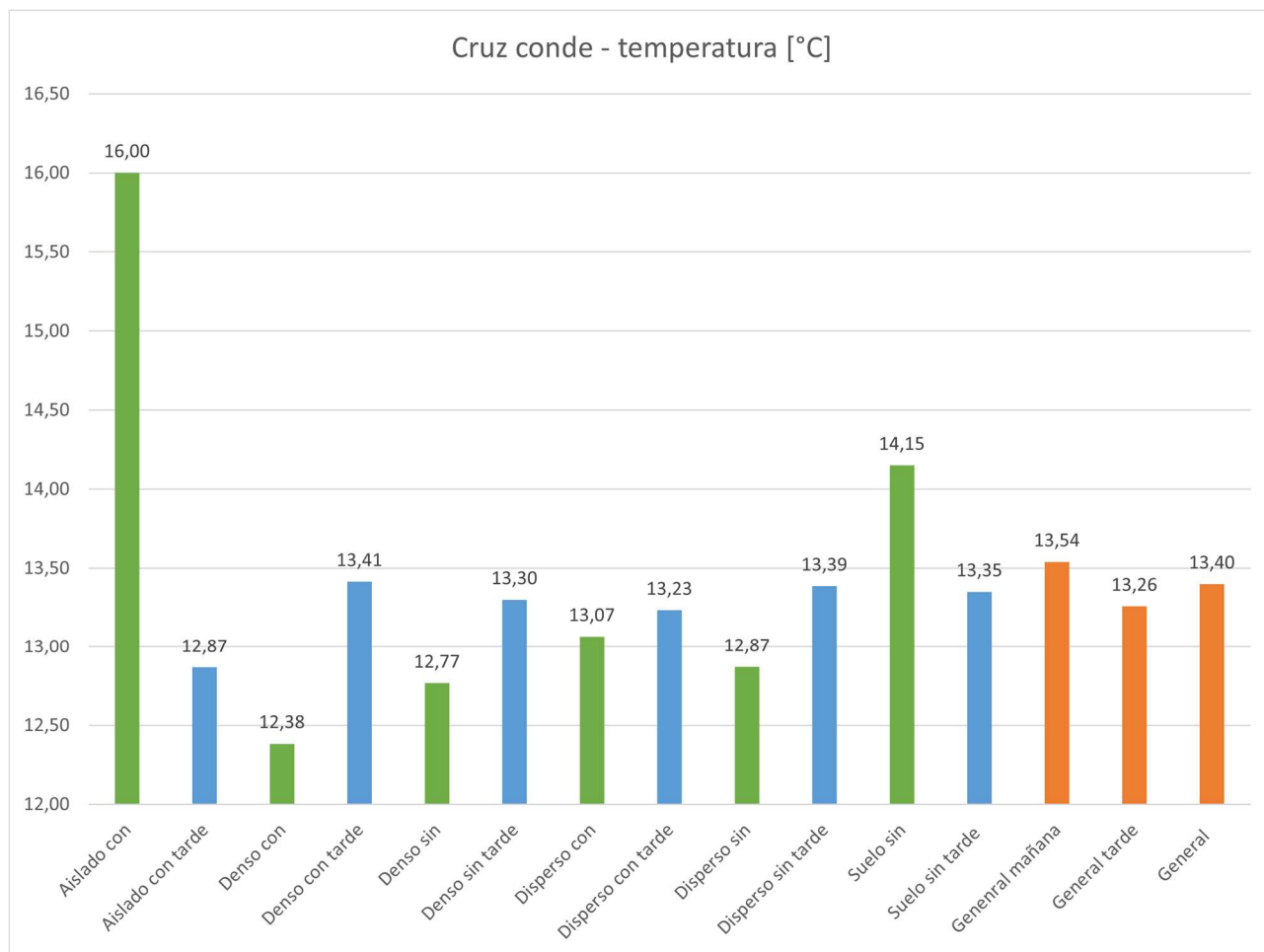


Figure 72: grafico della temperatura di Cruz Conde.

Il grafico sottostante mostra come la qualità dell'aria sia migliore durante la sera rispetto al mattino. Dato già riscontrato nel parco di Asomadilla; le due aree verdi sono quelle con le maggiori dimensioni ed hanno entrambe un perimetro circolare.

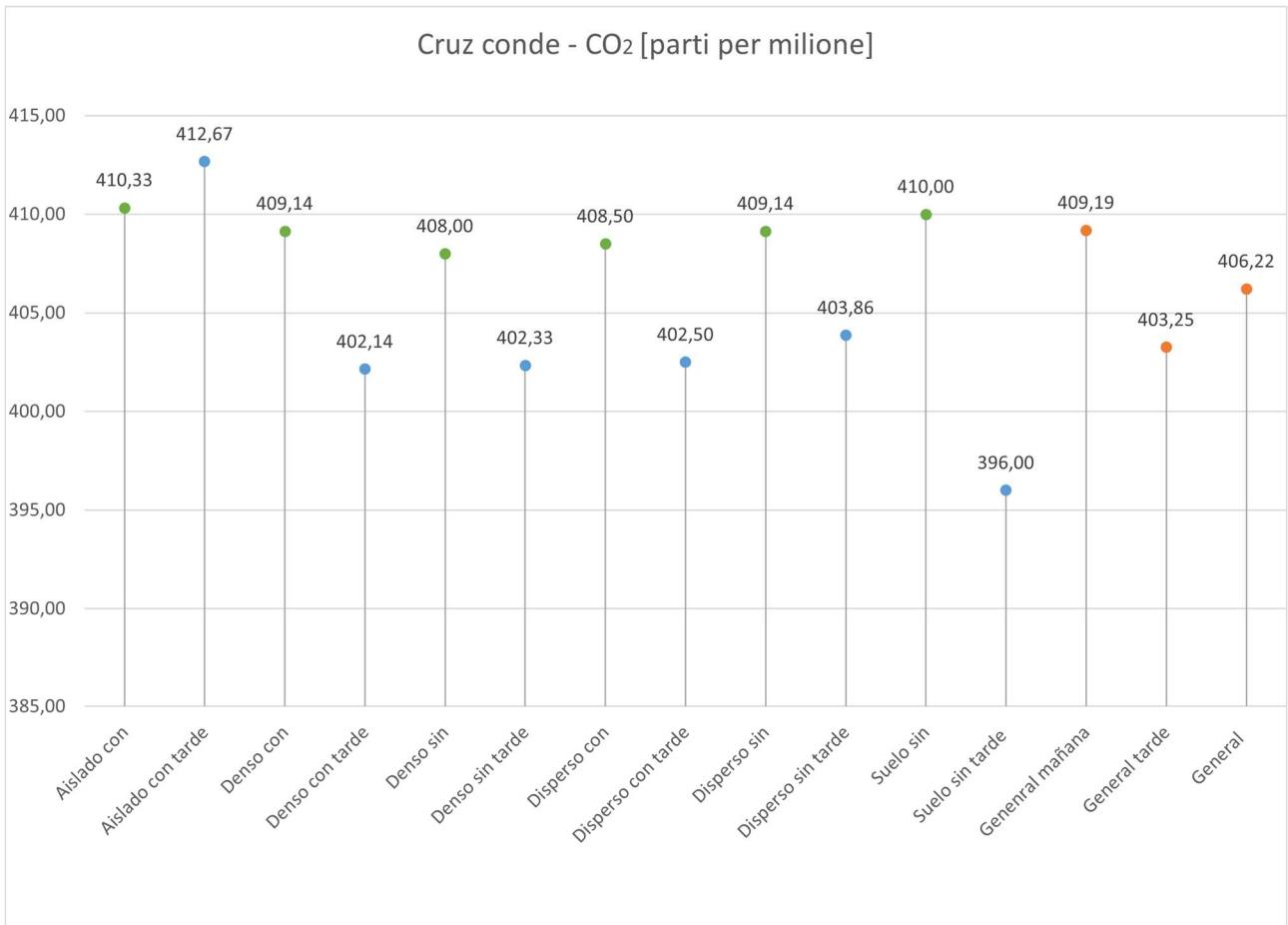


Figure 73: grafico della qualità dell'aria di Cruz Conde.

5.1.6. Vallellano derecha

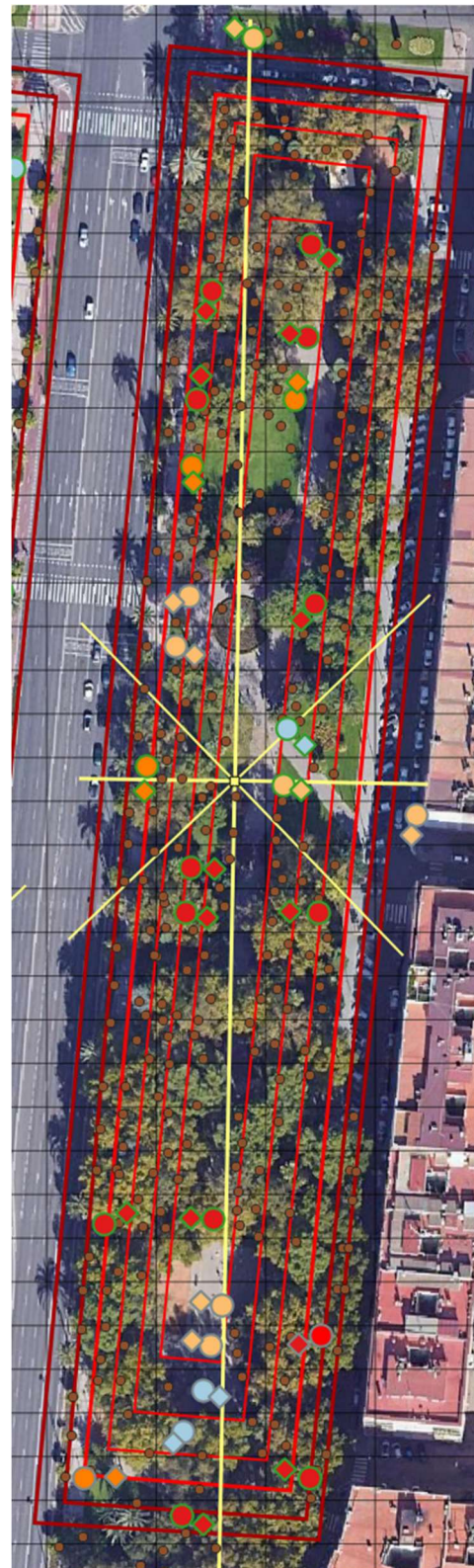


Figure 74: Vallellano derecha, visto de Google Maps e QGIS.

Il parco di Vallellano derecha non è molto esteso, 1,5 [ha]. Presenta otto differenti strati con lo strato Denso con che, da solo, rappresenta il 44 [%] del parco.

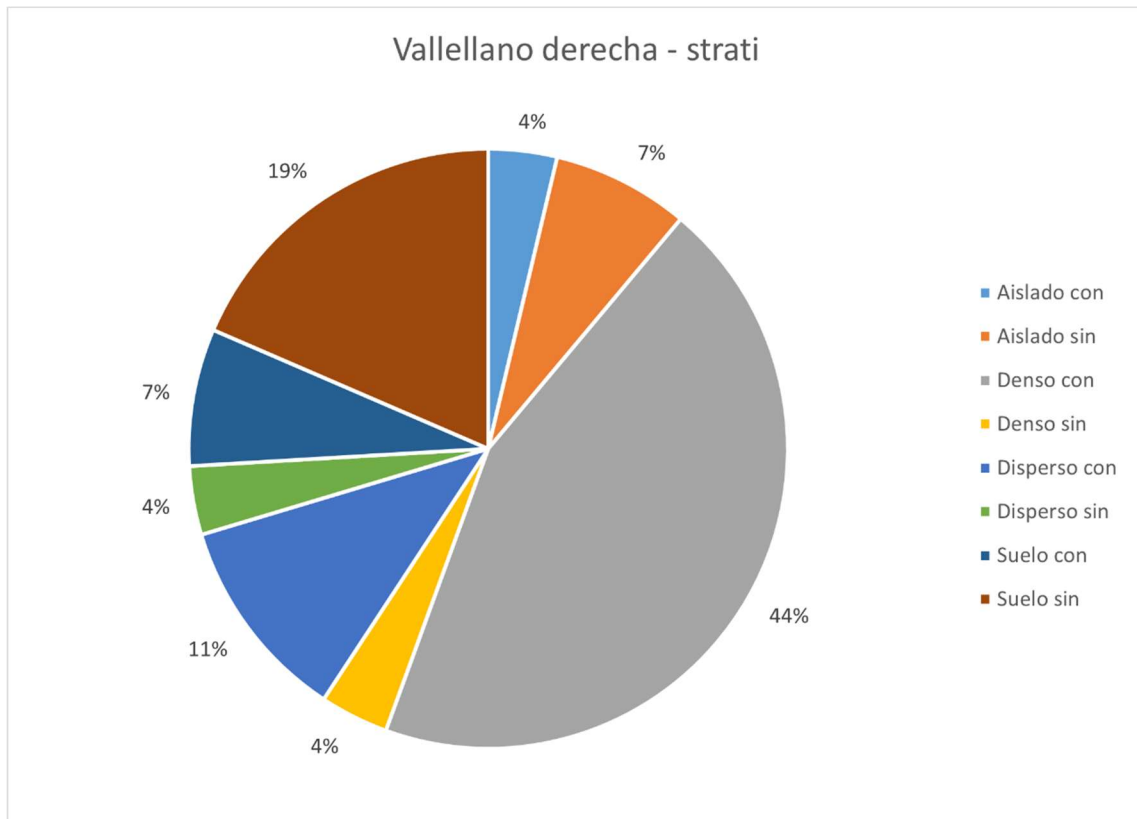


Figure 75: grafico degli strati di Vallellano derecha.

Il suolo è ricoperto da tappeto erboso per il 66 [%], segue il pavimento di piastrelle, 28 [%], utilizzato per i camminamenti pedonali che attraversano il parco. Infine, un 4 [%] di terra che è presente nello strato Denso con dove la competizione è talmente elevata che non permette all'erba di crescere.

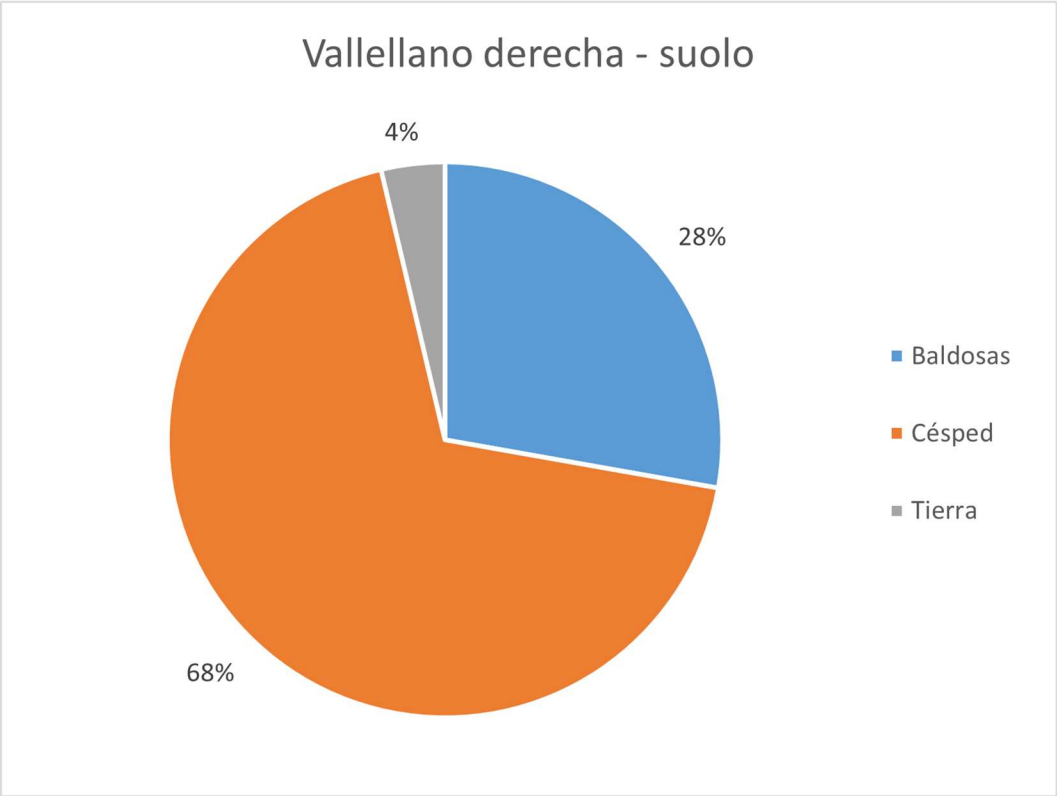


Figure 76: grafico del suolo di Vallellano derecha.

La temperatura si dimostra, ancora una volta, più elevata durante le ultime ore del pomeriggio rispetto alle ultime della mattina. Questo è dovuto all'orientazione della città che, solitamente, raggiunge il picco di temperatura attorno alle 17:00, dipendendo anche dalla stagione.

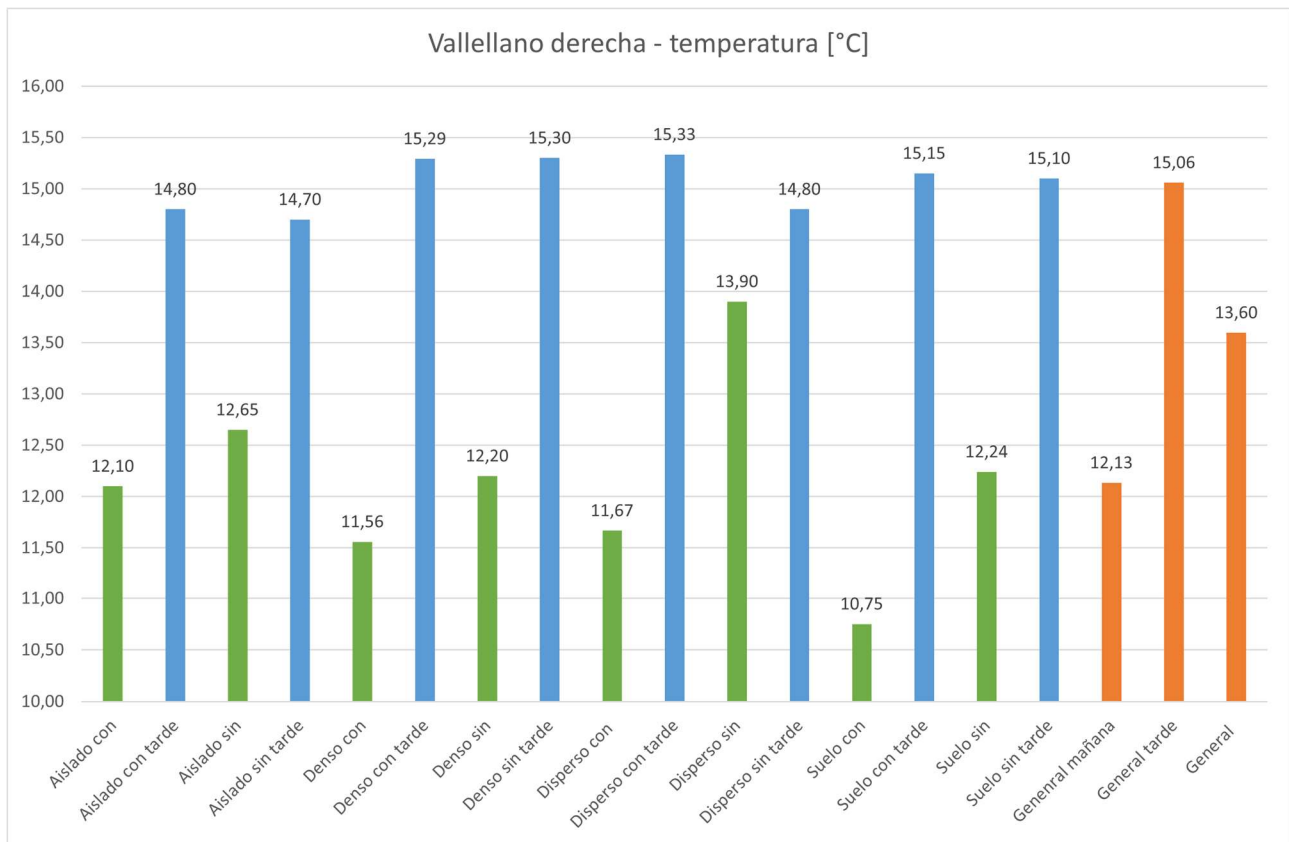


Figure 77: grafico della temperatura, Vallellano derecha.

Ancora una volta la qualità dell'aria, identificata con la quantità di anidride carbonica [ppm], è risultata migliore durante il tardo pomeriggio. Il valore minimo è stato registrato nello strato Aislado con tarde con 397,00 [ppm]; al contrario, il valore più elevato 436,40 [ppm] appartiene allo strato Suelo sin. La media generale del parco è di 419,12 [ppm].

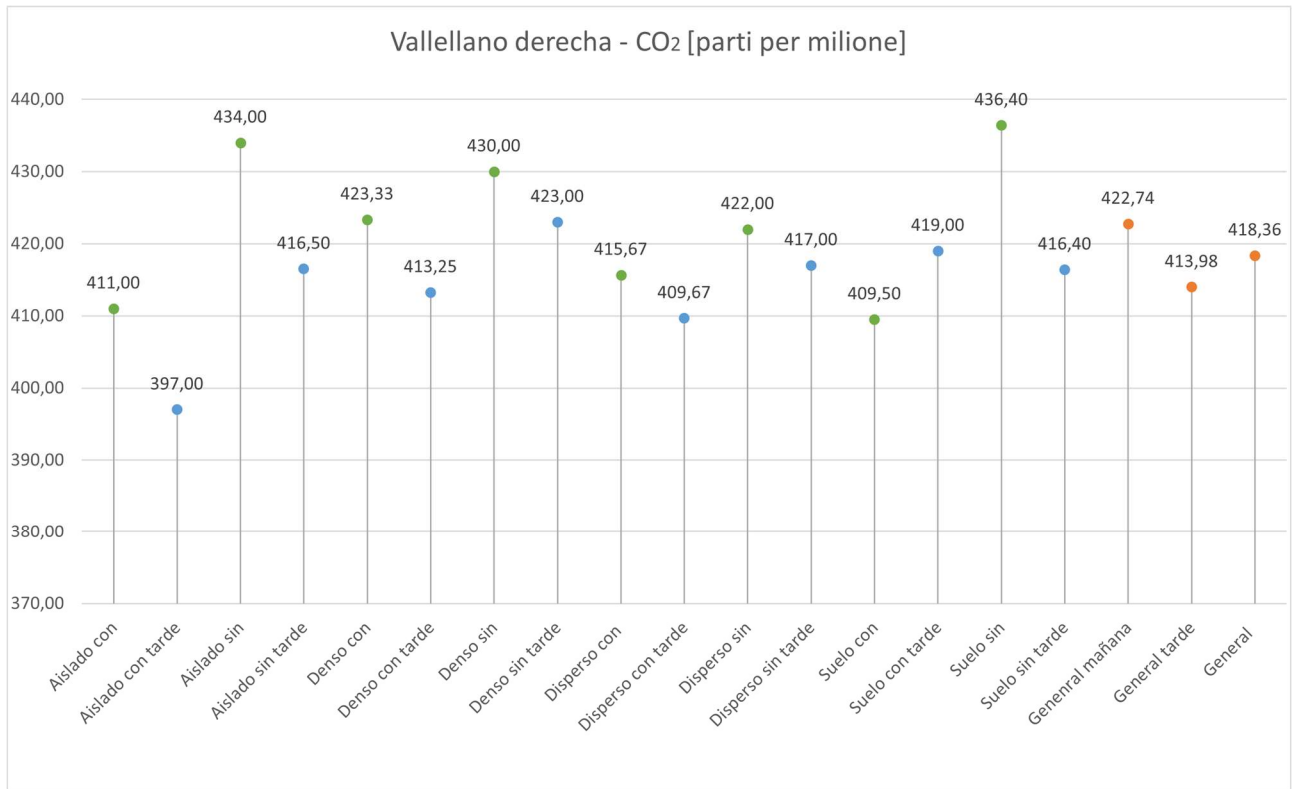


Figure 78: grafico della qualità dell'aria di Vallellano derecha.

5.1.7. Vallellano izquierda

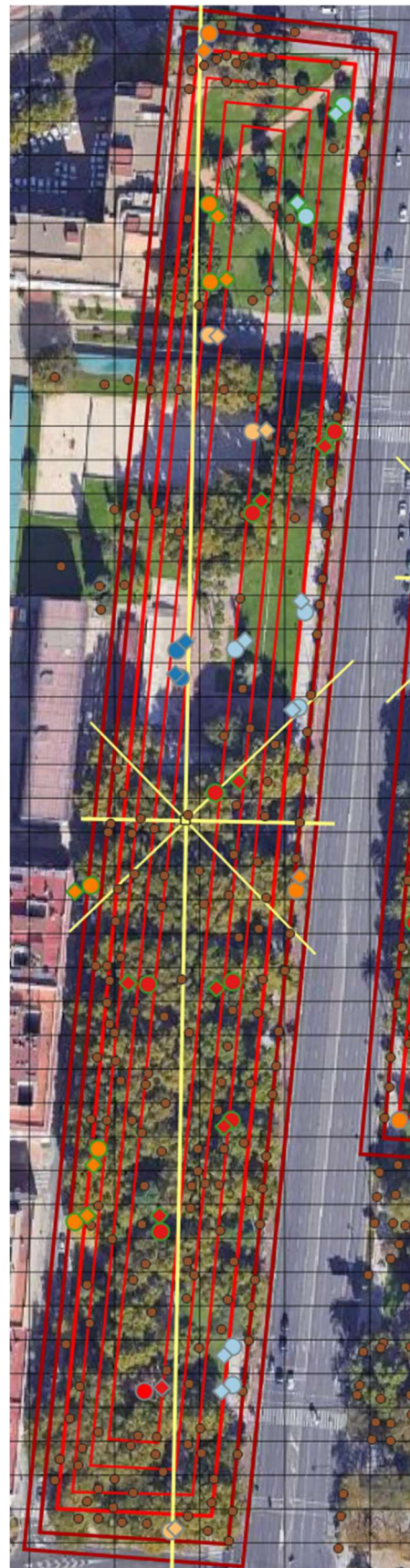


Figure 79: Vallellano izquierda, visto con Google Maps e QGIS.

Vallellano izquierda è mezzo ettaro più grande del suo “gemello” e, come lui, mostra una gran variabilità di strati. Denso con e Disperso con rimangono i principali con 26 [%] e 19 [%]; al secondo si aggiunge anche lo strato Aislado con, che presenta anch'esso un 19 [%]. L'ulti strato si trova soprattutto nella parte nord del parco, al contrario, nella parte centro – sud troviamo lo strato denso; come possiamo chiaramente vedere nella mappa del parco sovrastante.

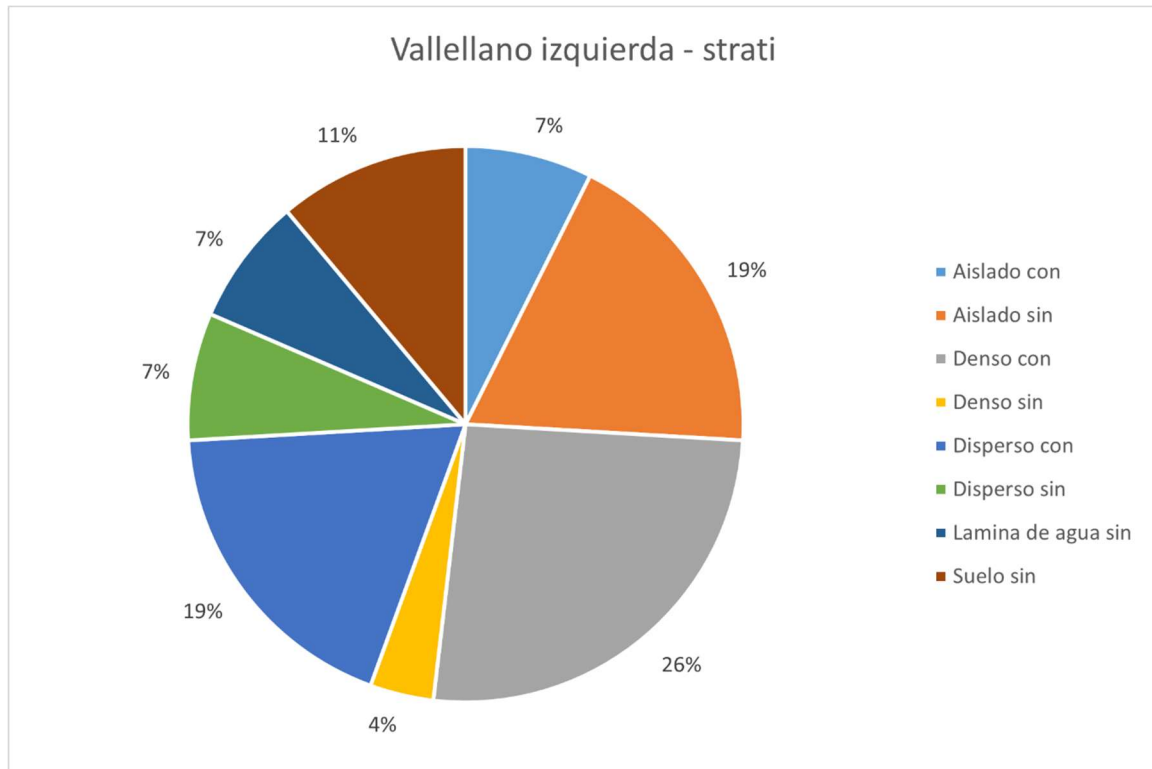


Figure 80: grafico degli strati di Vallellano izquierda.

Il suolo dell'area verde è per più della metà coperto da tappeto erboso, ben il 54 [%]. Segue il 22 [%] di suolo pavimentato, dedicato ai camminamenti all'interno del parco. Infine, è rappresentato un 11 [%] di calcestruzzo (hormigón), ad indicare la vasca presente del parco (estanque), ovviamente priva di acqua al momento dei rilievi.

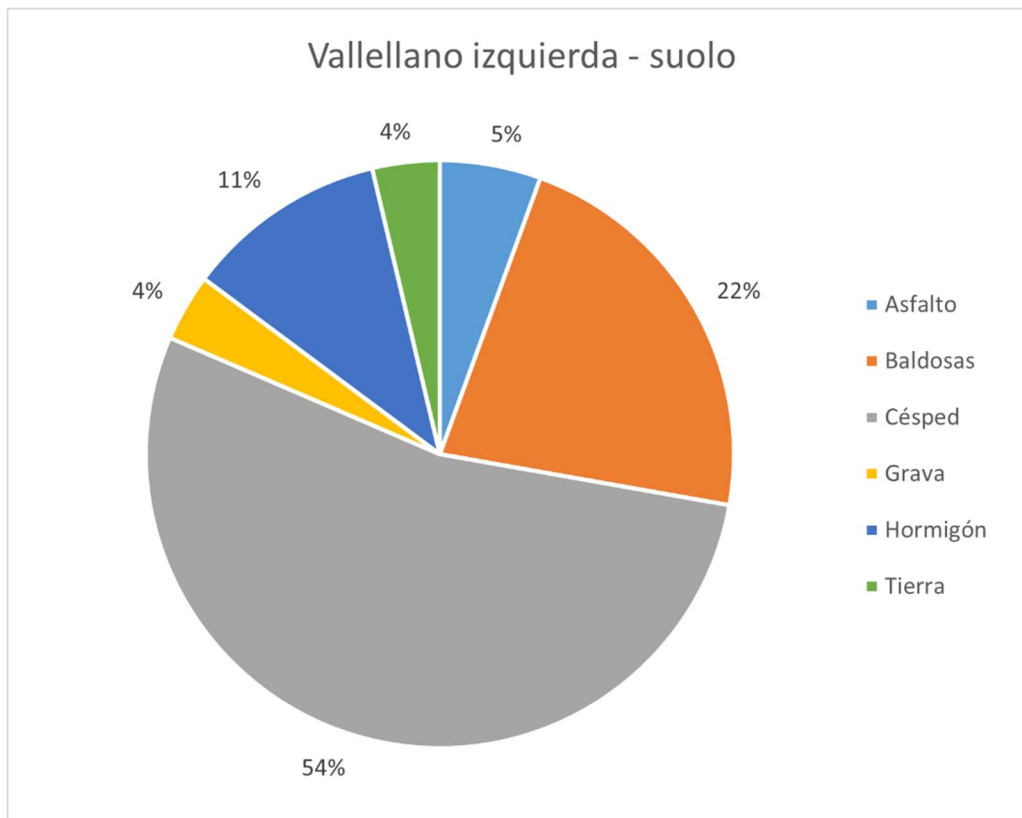


Figure 81: grafico del suelo di Vallellano izquierda.

In questo parco la temperatura si dimostra maggiore durante la mattinata con il picco nello strato Aislado con, registrando 16,80 [°C] ed una media di 15,20 [°C]. Durante in pomeriggio si rileva la temperatura minima: 13,00 [°C] nello strato Lamina de agua sin tarde; ed una media di 13,44 [°C].

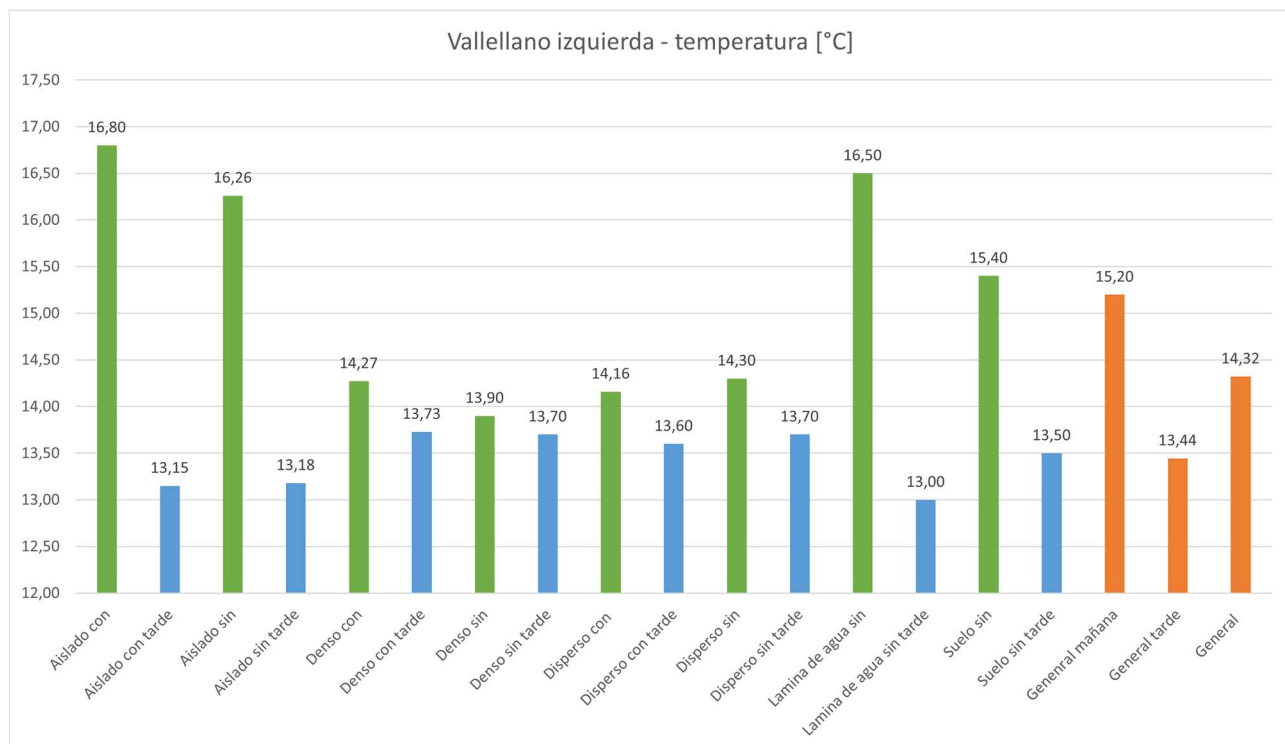


Figure 82: grafico della temperatura di Vallellano izquierda.

Al contrario di ciò che abbiamo visto per la temperatura, il livello di anidride carbonica [ppm] è più elevato durante il pomeriggio, con il livello massimo nello strato Disperso sin tarde 458,00 [ppm]. 411,50 [ppm] è invece il valore minimo ed appartiene allo strato Disperso sin. La media generale del parco è 427,70 [ppm].

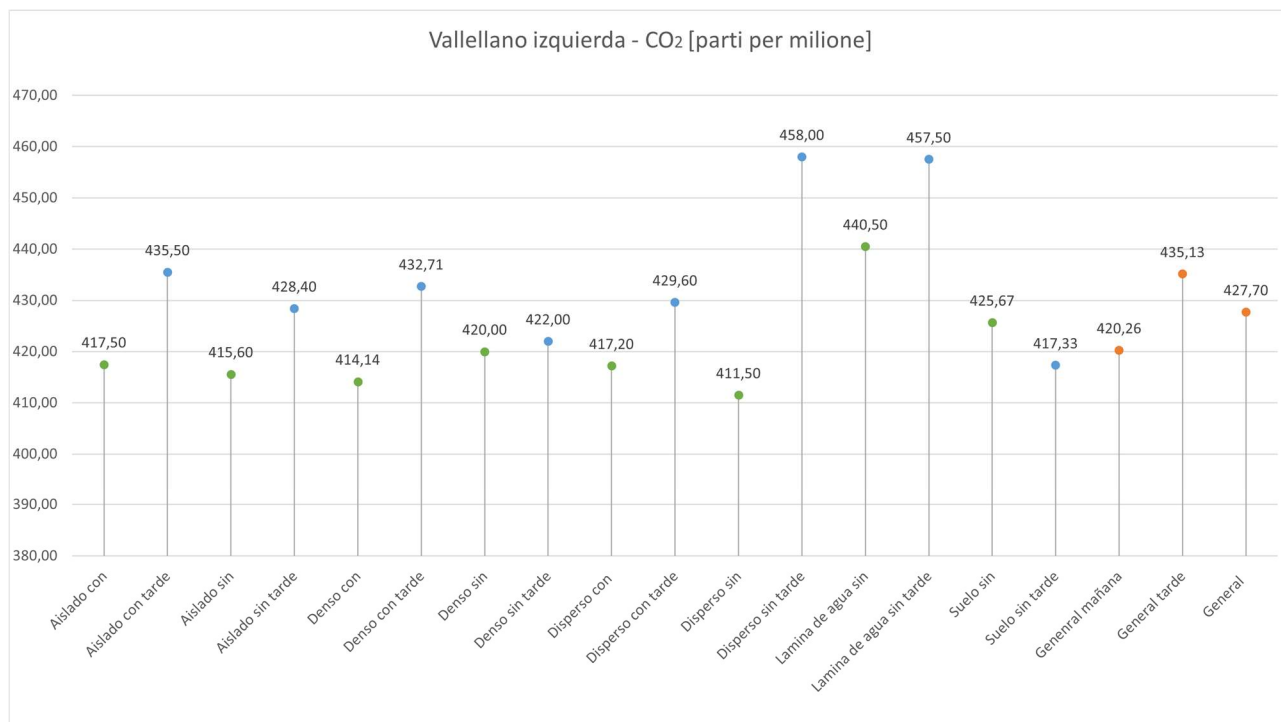


Figure 83: grafico della qualità dell'aria di Vallellano izquierda.

5.1.8. Vial Norte



Figure 84: Vial Norte, visto con Google Maps.

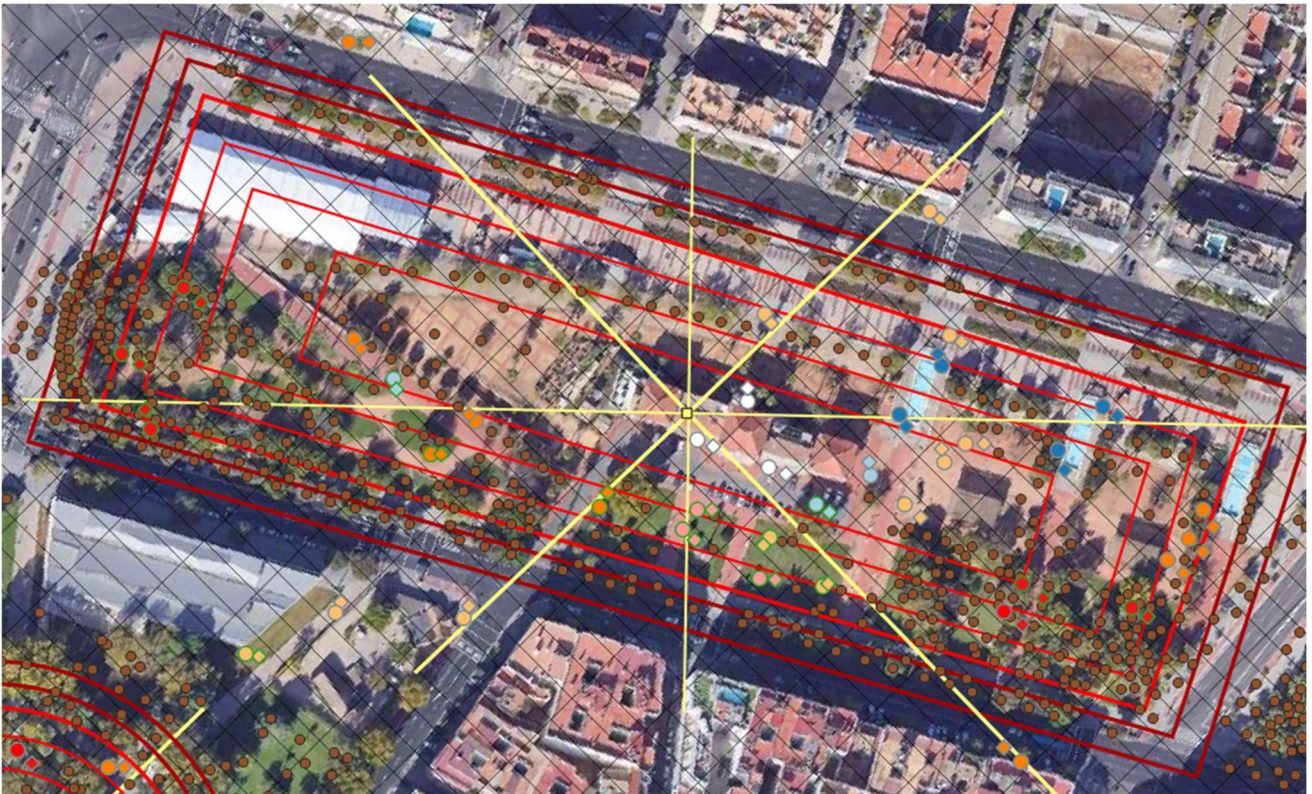


Figure 85: Vial Norte, visto con QGIS.

Vial Norte è una delle aree verdi dove vengono rappresentate il maggior numero di strati. Disperso con e Disperso sin sono i più rappresentativi, entrambi con il 19 [%]. Segue lo strato Denso con, 14 [%] e Lamina de agua sin 11[%]. Si può vedere dalla mappa sovrastante che il parco non presenta una copertura densa come Vallellano o Colón, ma presenta molti più spazi aperti, con poca, o nessuna copertura da parte delle chiome. Questo è dovuto alla presenza di edifici, fonti, parcheggi ed un bar; inoltre, questo luogo è dedicato ai mercatini di Natale e alle varie attrazioni e per questo il parco presenta delle zone prive di alberature.

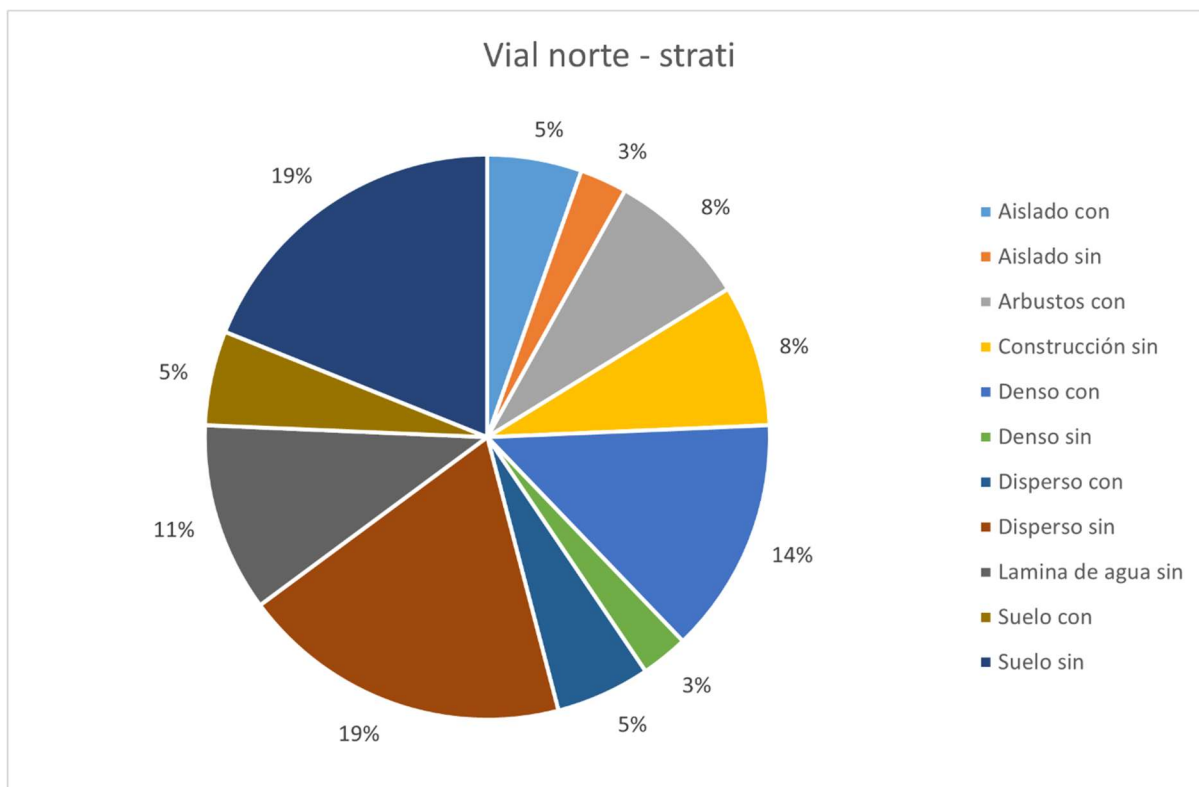


Figure 86: grafico degli strati di Vial Norte.

Questo parco è uno dei pochi dove la percentuale di tappeto erboso non supera quella di terreno pavimentato, bensì, le due categorie registrano lo stesso risultato 38 [%]. A seguire un 21 [%] di terra. La spiegazione si ritrova in quanto precedente detto, essendo questa un'area verde in parte "urbanizzata" per tutto l'anno o stagionalmente.

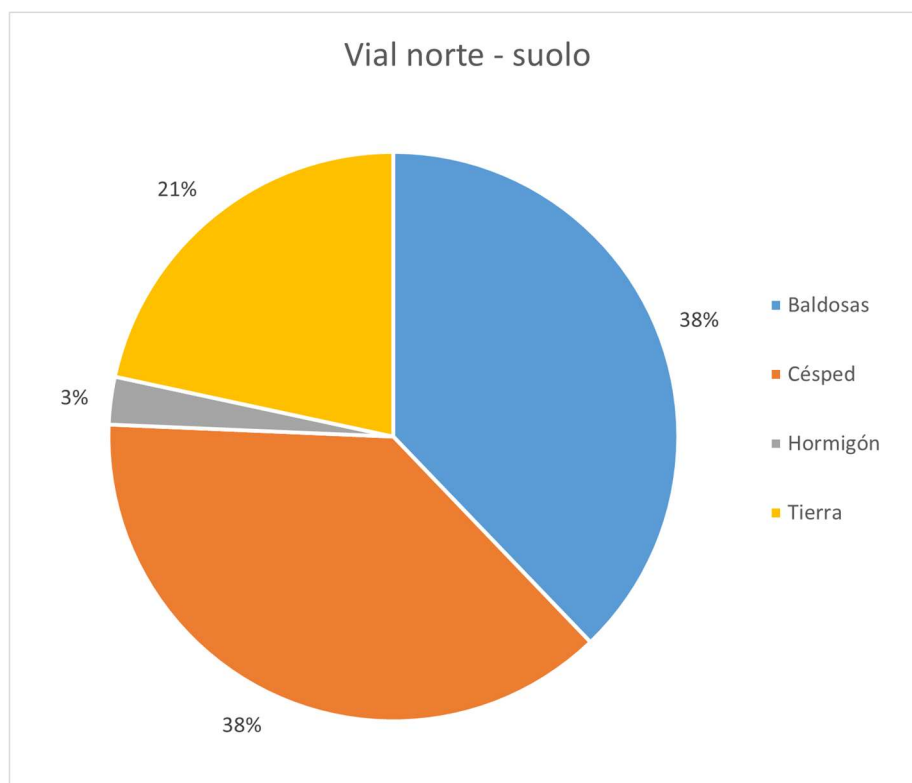


Figure 87: grafico del suolo di Vial Norte.

La temperatura si dimostra più elevata durante la mattinata, con il picco a 18,00 [°C] nello strato Suelo sin. La temperatura più bassa viene rilevata nello staro Arbustos con tarde, 15,33 [°C]; la media generale del parco è di 16,08 [°C].

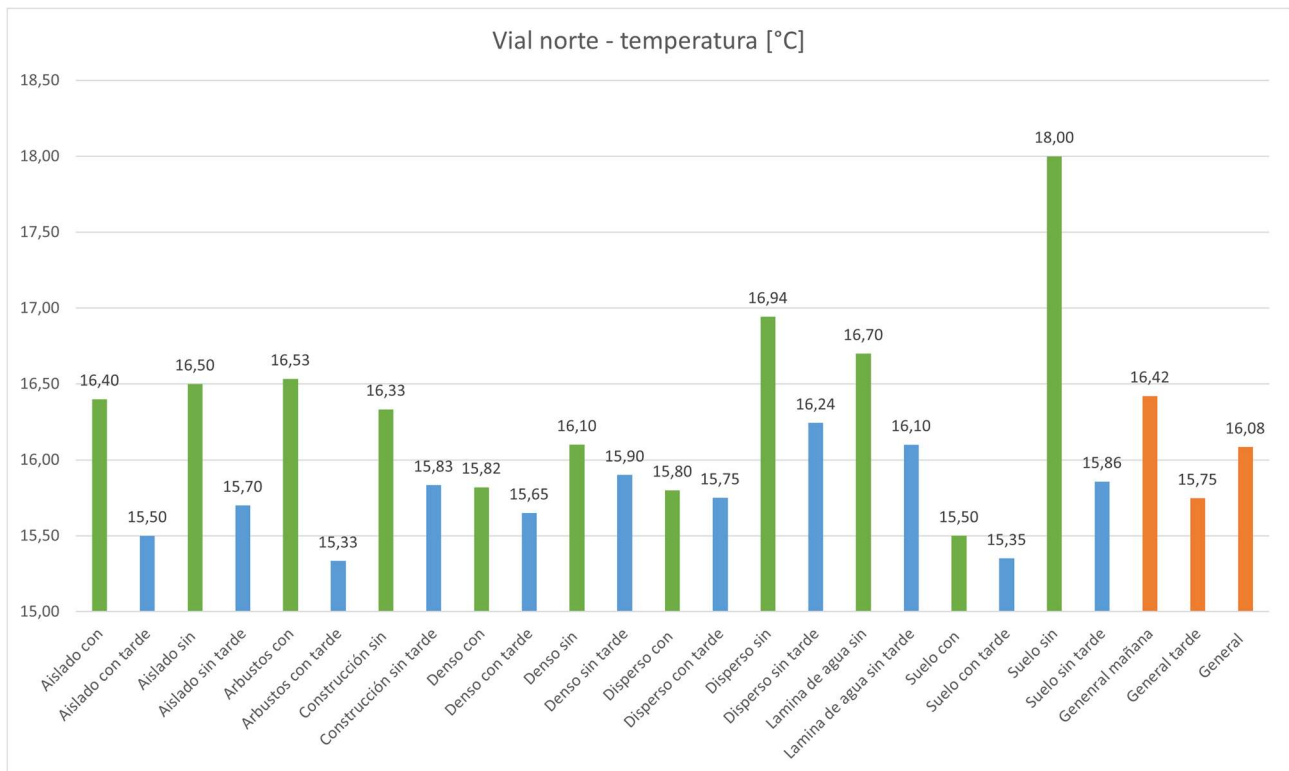


Figure 88: grafico della temperatura di Vial Norte.

La qualità dell'aria nell'area verde si dimostra migliore nella mattinata con una media anidride carbonica di 411,32 [ppm]; nel tardo pomeriggio la media raggiunge le 420,21 [ppm]. Tre strati superano le 430,00 [ppm]: Construcción sin (430,33 [ppm]), Denso con tarde (442,00 [ppm]) e Suelo con tarde (433,50 [ppm]). L'inquinamento dell'aria nel Vial Norte è sicuramente dovuto alle attività commerciali presenti all'interno del parco, i dipendenti si recano al lavoro in auto.

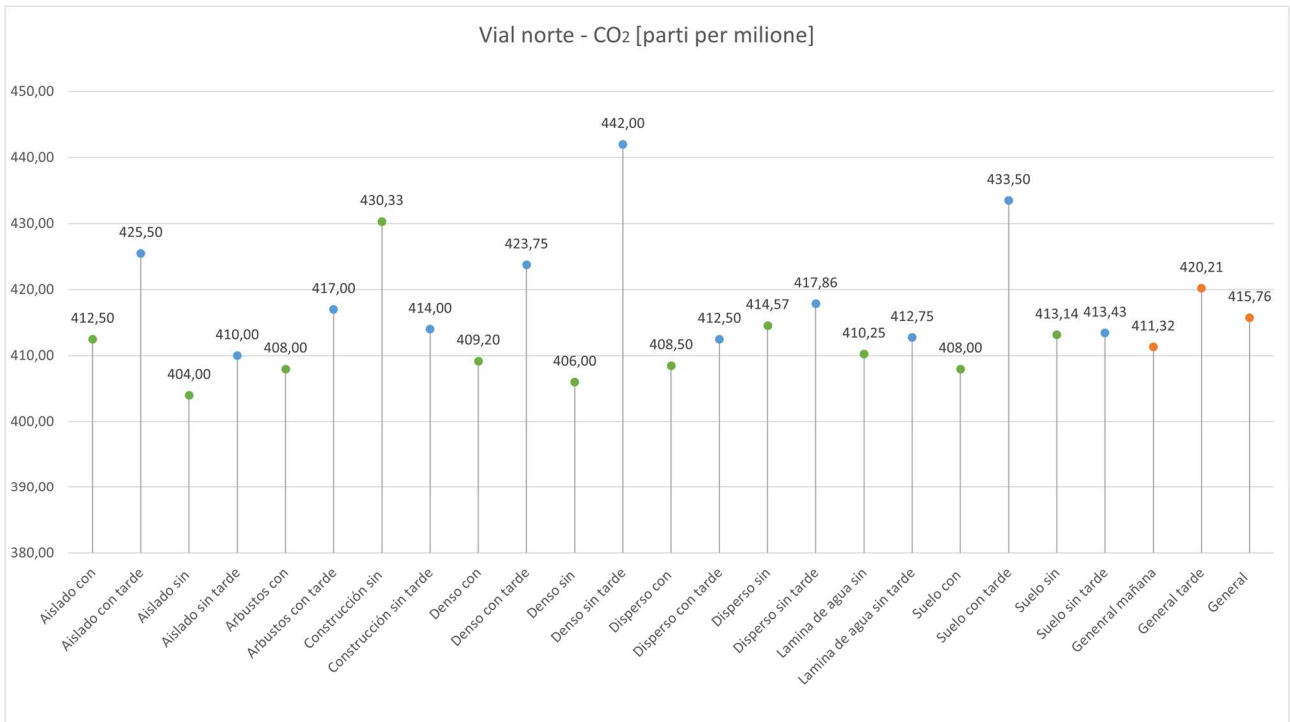


Figure 89: grafico della qualità dell'aria di Vial Norte.

5.1.9. Jardines de la Victoria

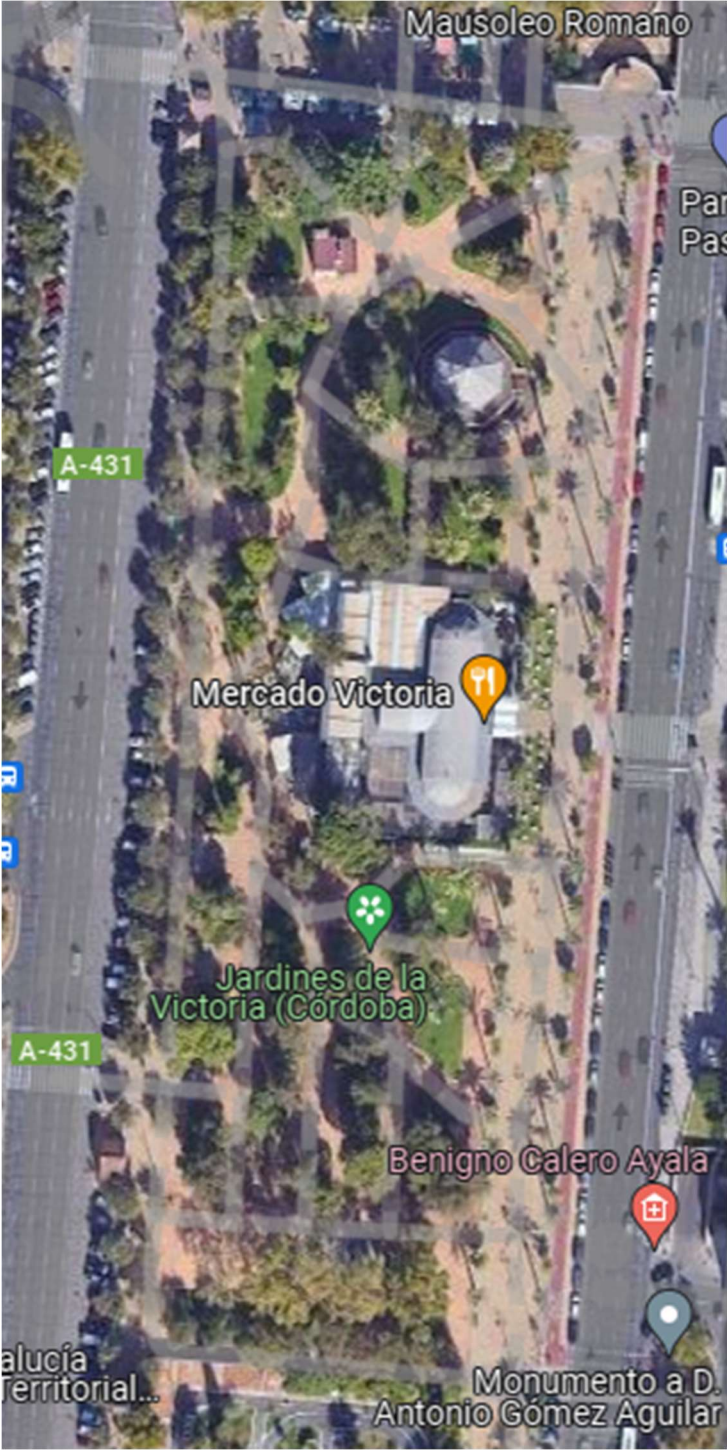


Figure 90: Jardines de la Victoria, visto de Google Maps.

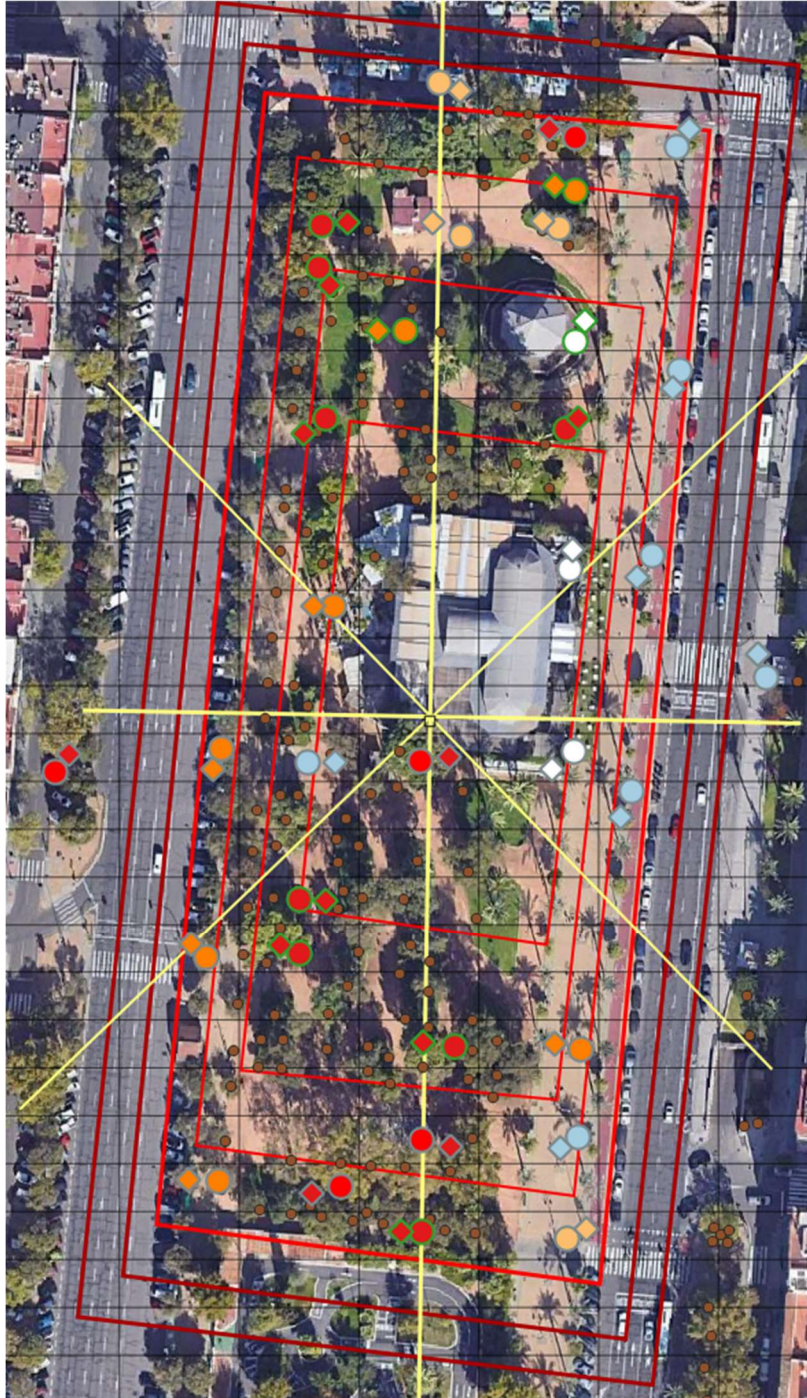


Figure 91: Jardines de la Victoria, visto con QGIS.

Gli strati più rappresentativi sono: Denso con 23 [%], Aislado sin 20 [%] e Denso sin e Disperso sin entrambi con in 15 [%]. Possiamo notare che gli strati “sin”, ovvero quelli che non presentano un tappeto erboso, sono tra i più rappresentativi. Troveremo la risposta nel grafico riguardante il suolo.

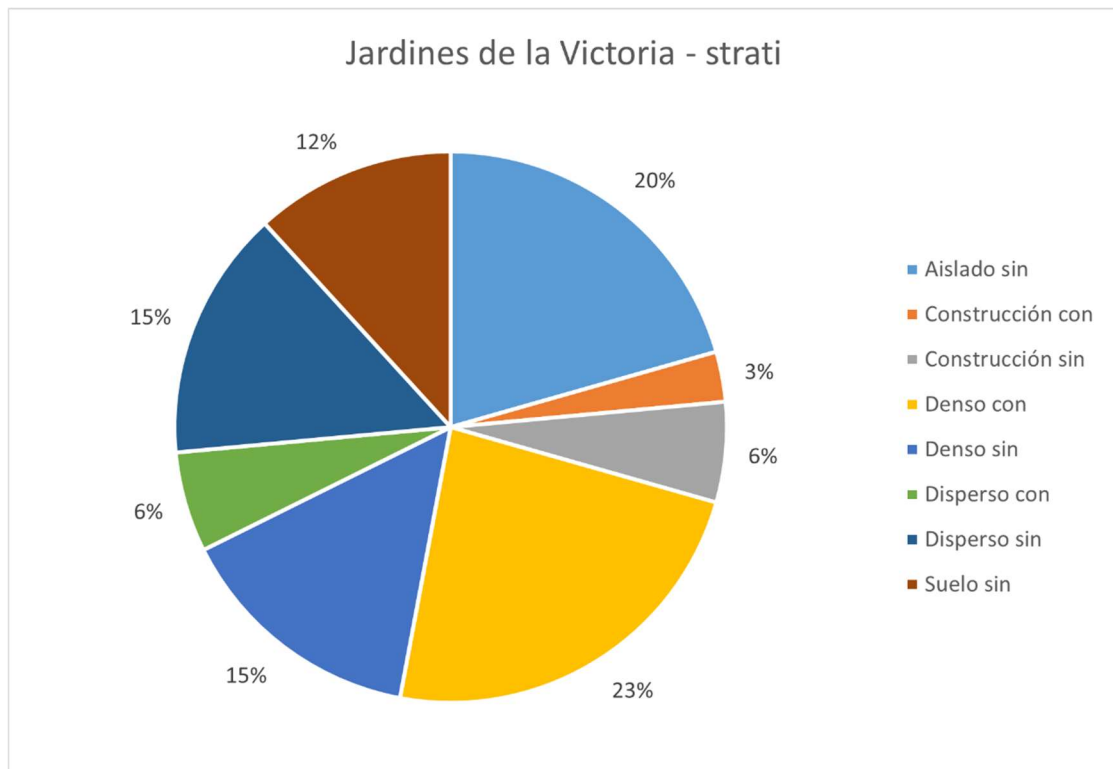


Figure 92: grafico degli strati di Jardines de la Victoria.

Questa è l'unica area verde dove il tappeto erboso rischia di essere la tipologia di suolo meno rappresentata 29 [%], peggio di lui solo la terra con un 24 [%]. Il suolo pavimentato invece rappresenta quasi la metà del totale con un 47 [%]. I risultati si devono ai due grandi camminamenti laterali al parco, che sono pavimentati. Inoltre, come si vede in figura, anche nel mezzo del Jardines de la Victoria son presenti numerosi passaggi pedonali, questi sono però costituiti semplicemente da terra. Il tappeto erboso è riservato alle aiuole che sono rialzate di qualche decina di centimetri rispetto al suolo del parco.

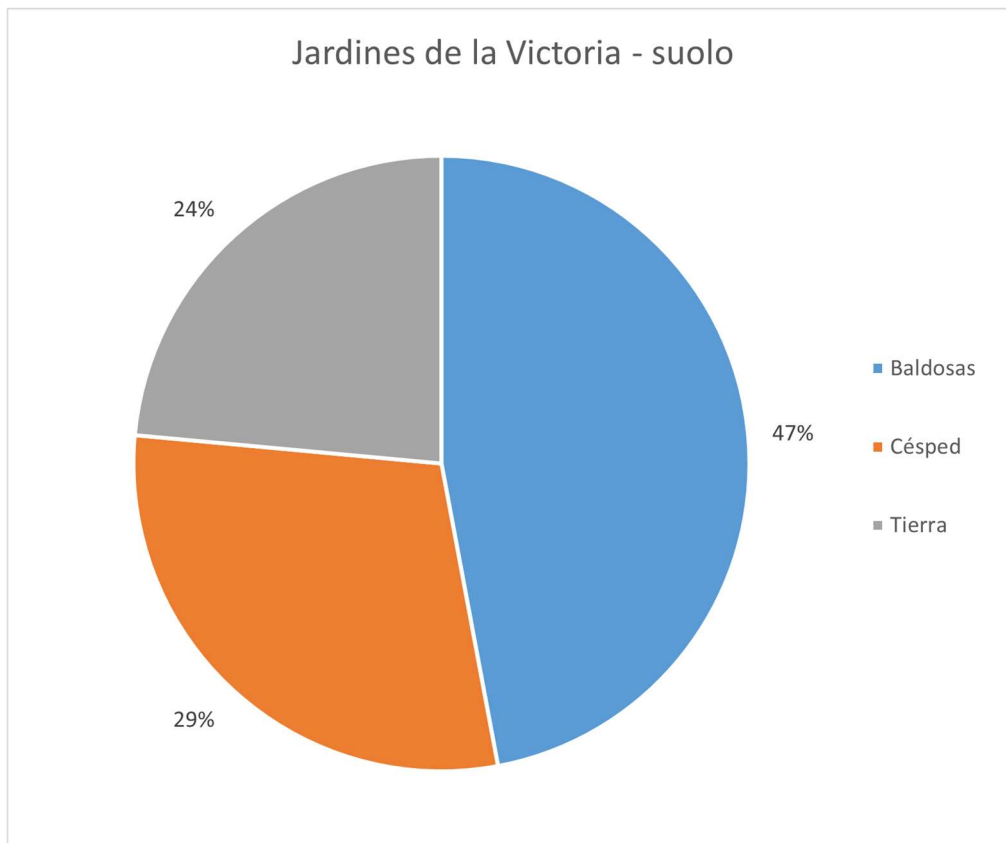


Figure 93: grafico del suolo di Jardines de la Victoria.

La temperatura del parco non mostra grandi variazioni con la media della mattinata che si differenzia solamente per un grado dalla media pomeridiana. La media generale è di 14,65 [°C].

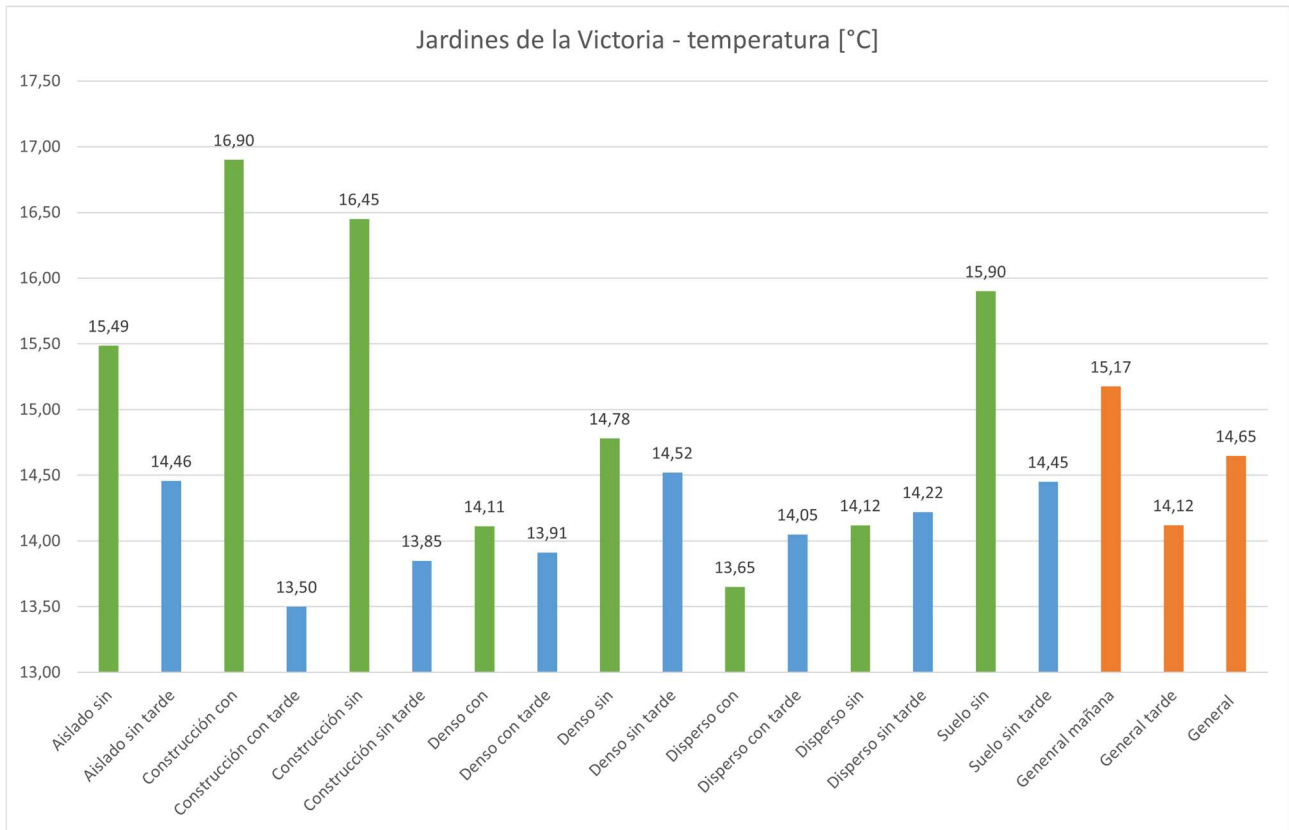


Figure 94: grafico della temperatura di Jardines de la Victoria.

La qualità dell'aria si dimostra peggiore nel pomeriggio, con picco nello strato Aislado sin tarde 471,29 [ppm], al contrario, il minimo è stato rilevato nello strato Denso sin 410,40 [ppm]. La media generale del parco è di 434,00 [ppm].

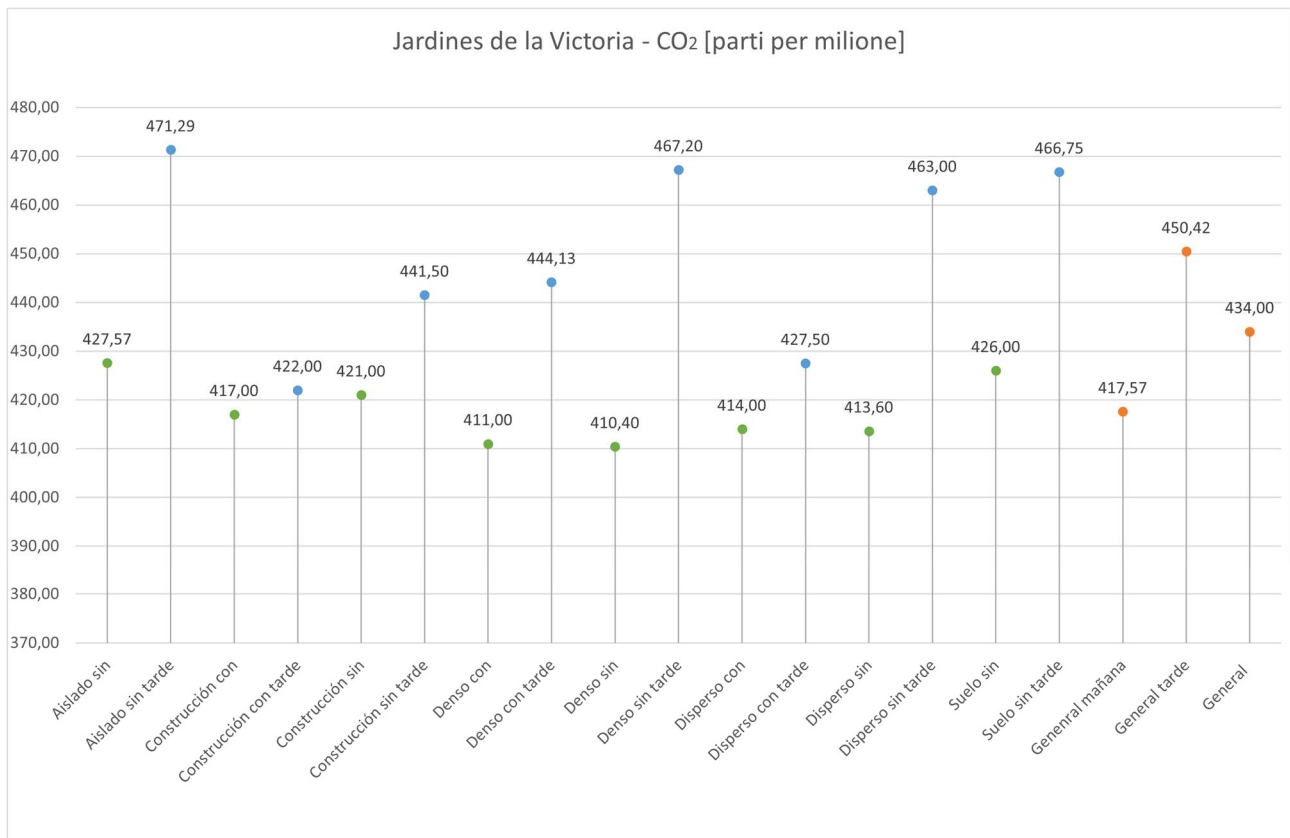


Figure 95: grafico della qualità dell'aria di Jardines de la Victoria.

5.1.10. Generali

I dati generali, come già anticipato, sono le medie totali dei dati di tutte le aree verdi precedentemente viste.

In questo lavoro lo strato più rappresentato è Denso con, che registra un 25 [%], ciò significa che un quarto dell'intero territorio analizzato presenta una copertura di chioma maggiore del 60 [%] e gli alberi che la forniscono si trovano a dimora su di un tappeto erboso, il dato è sicuramente incoraggiante. A seguire troviamo gli strati Suelo sin e Disperso sin, entrambi con il 13 [%]. Per quanto il secondo di questi sia inevitabile in alcune zone come: i filari limitrofi ai margini del parco, ai marciapiedi o alle piste ciclabili il primo potrebbe sicuramente essere ridotto. È infatti inconcepibile eliminare lo strato Suelo sin, basti pensare al parcheggio del parco Vial Norte, però si potrebbe ridurre la sua percentuale convertendolo, per quanto possibile, in Aislado sin o in Suelo con, ad esempio, che indicherebbe già un miglioramento. Infine, lo strato Disperso con 12 [%], questo strato è un'ottima via di mezzo: presenta una copertura del suolo a tappeto erboso ed una densità di chioma tra il 20 [%] ed il 60 [%], permettendo così un'elevata quantità di superfici verdi senza saturare con esse l'intero territorio.

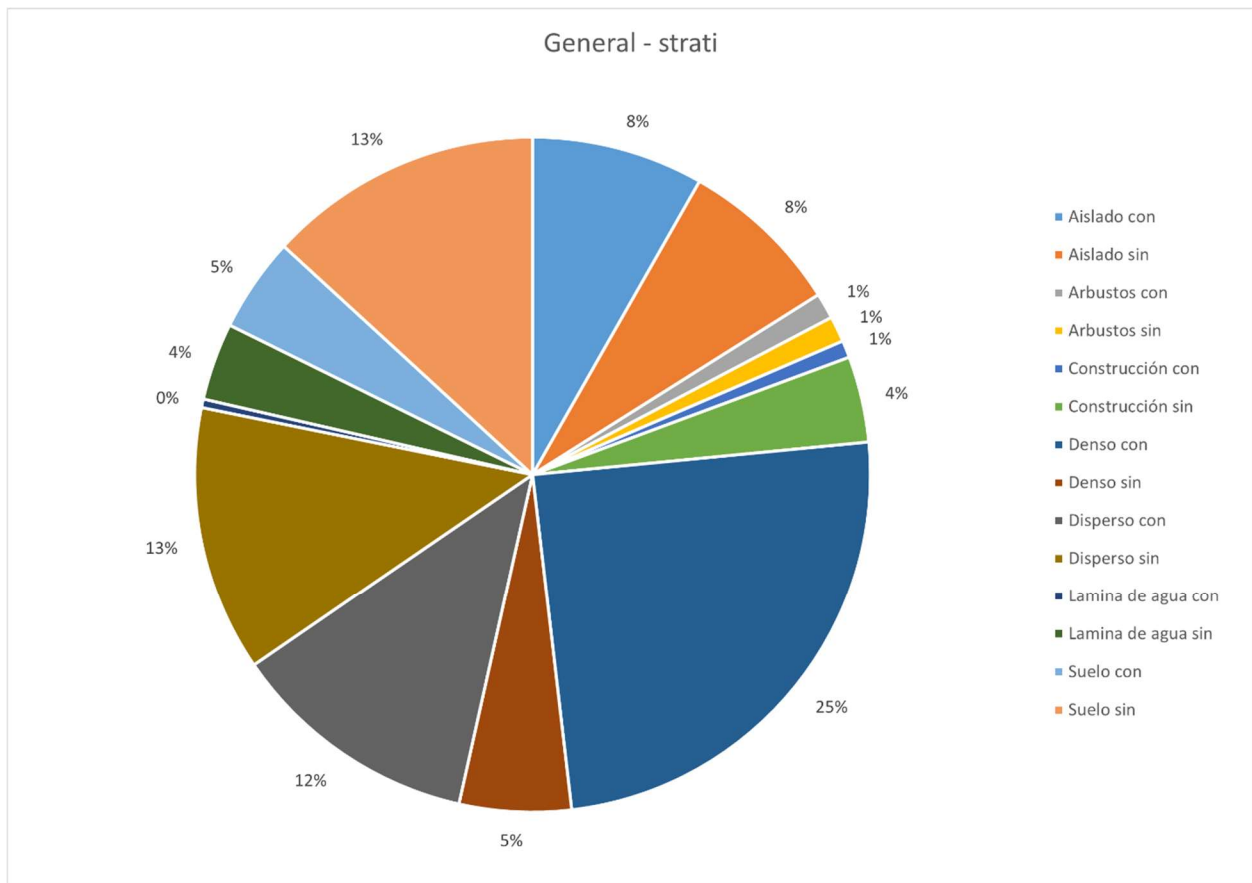


Figure 96: grafico degli strati, risultati generali.

Altro dato incoraggiante ci viene restituito dal grafico delle tipologie di suolo. Il 50 [%] del territorio è ricoperto da tappeto erboso; il 29 [%] da pavimentazioni ed il 15 [%] da terra. Nelle ultime due tipologie, soprattutto nella seconda, si potrebbe attuare per ridurne la percentuale a favore del tappeto erboso, restituendo una superficie che ricopre maggiori funzioni ecosistemiche ed anche estetiche.

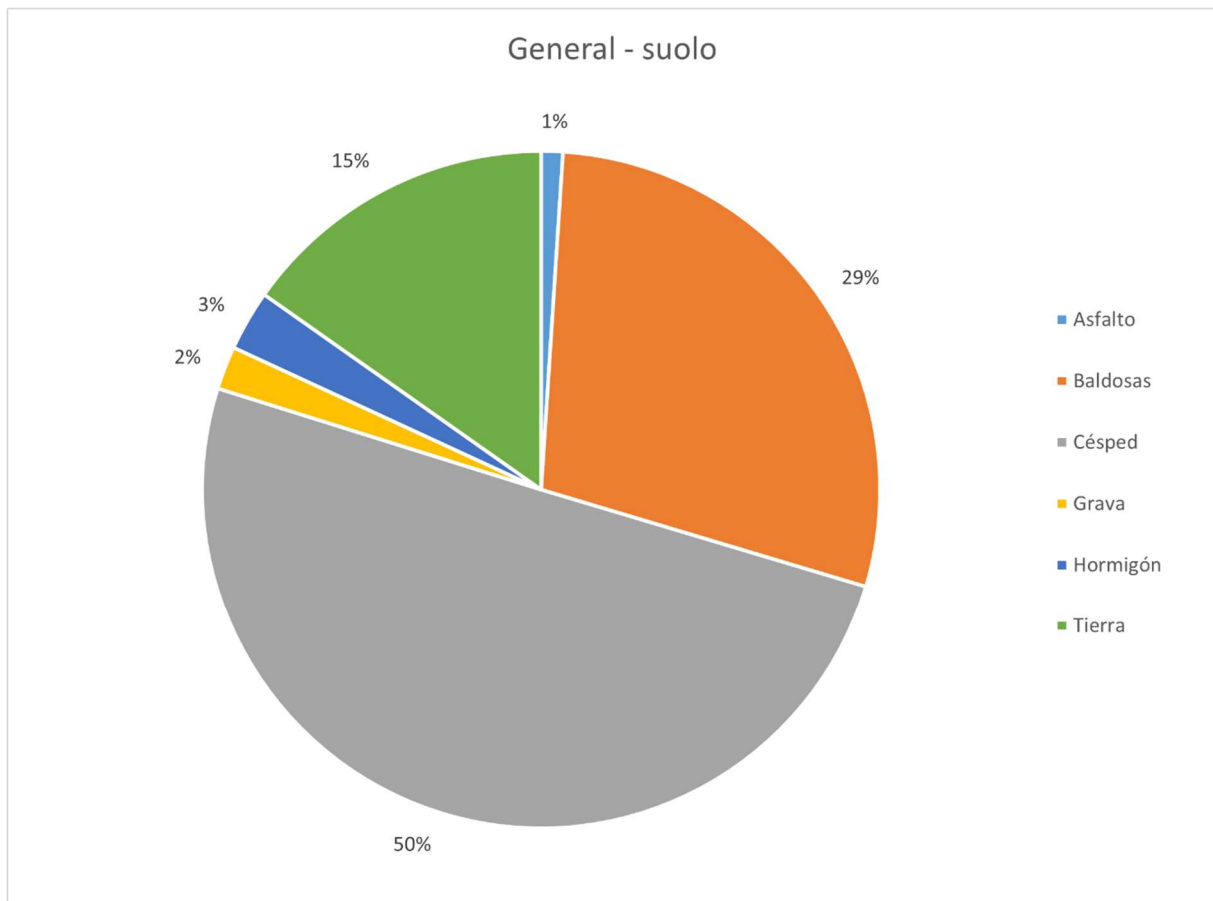


Figure 97: grafico del suolo, risultati generali.

Innanzitutto, analizziamo il dato proveniente dallo strato Lamina de agua con tarde 22,20 [°C]. Questo dato proviene dalle fonti presenti nei parchi che al momento di rilievi presentavano o meno acqua; è dunque un dato attendibile solamente in parte. Successivamente, vediamo lo strato più caldo: Denso con 17,14 [°C]; ed il più freddo: Arbustos sin tarde 12,10 [°C]. la temperatura media della mattina e del pomeriggio di discostano solo di 0,06 [°C]; la temperatura media generale è di 14,48 [°C]. Da non dimenticare che i dati della temperatura sono stati raccolti tra lunedì 20 novembre 2023 e lunedì 27 novembre dello stesso anno.

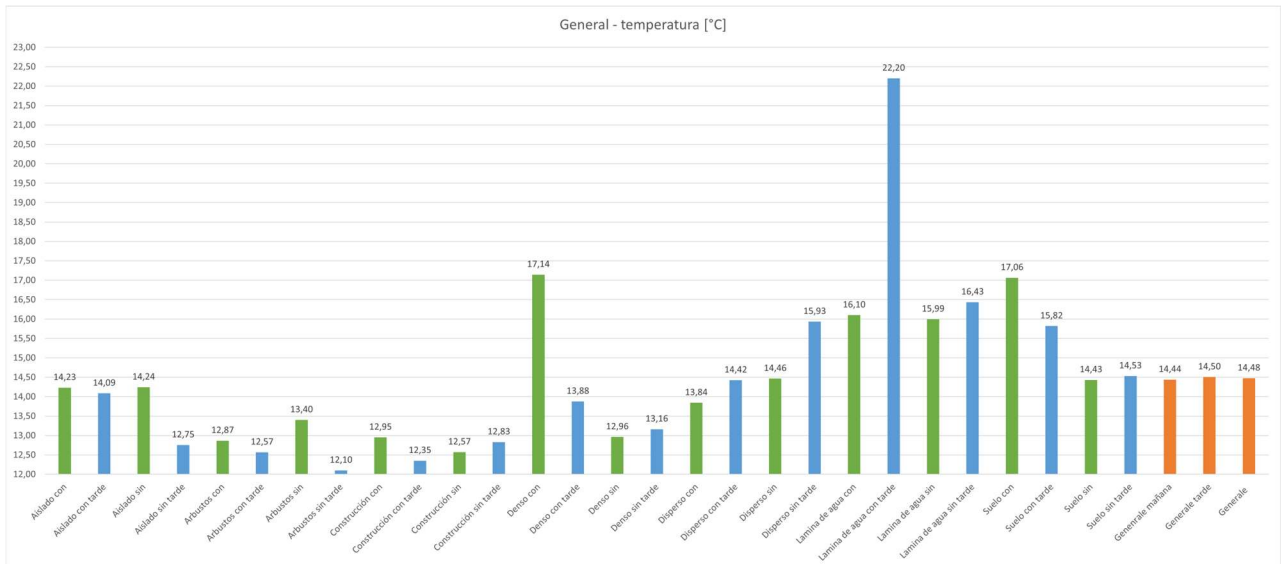


Figure 98: grafico della temperatura, risultati generali.

Lo strato che dimostra aver l'aria più pulita è Arbustos con 399,00 [ppm]; al contrario, lo strato più inquinato è Suelo sin tarde 438,28 [ppm]. Interessante analizzare il valore dello strato più presente nelle aree verdi: Densos con 420,50 [ppm], valore sopra la media generale, che si ferma a 413,64 [ppm]. Anche in questo caso non vi è molta differenza tra la media della mattina e quella del pomeriggio, tra le due solo un paio di punti di scarto.

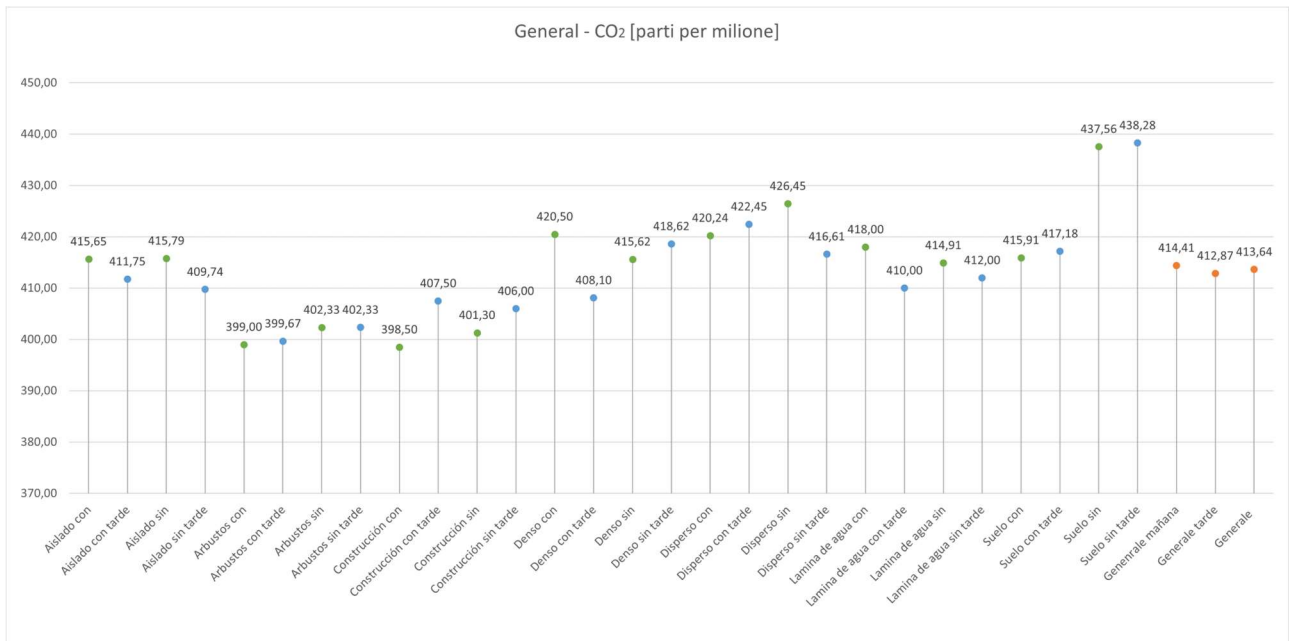


Figure 99: grafico della qualità dell'aria, risultati generali.

Si presentano anche i risultati basati sulle medie generali dei singoli parchi, a differenza dei precedenti suddivisi in strati.

Nella cartina sottostante possiamo vedere come la temperatura sia circa di 14,48 [°C], ossia la media generale, per tutti i parchi ad eccezione di tre: Vial Norte con 16,08 [°C]; Colón che registra la temperatura massima con 18,44 [°C] ed infine, con la temperatura minima Asomadilla 12,52 [°C].

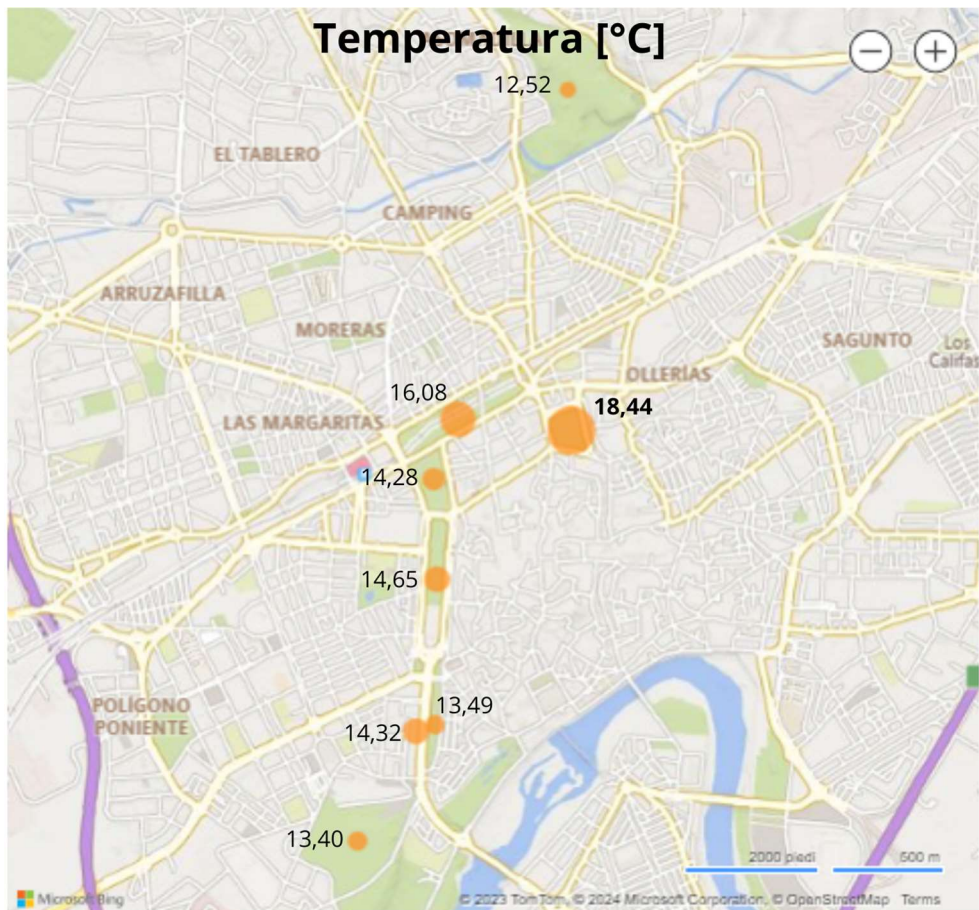


Figure 100: temperatura media generale dei parchi, vista con Bing Maps.

Lo stesso procedimento viene effettuato per la qualità dell'aria; in questo caso, ad un numero elevato di anidride carbonica [ppm] corrisponde una bassa qualità dell'aria e viceversa. Con una media generale di 413,64 [ppm] possiamo notare quali aree verdi si distaccano maggiormente da questo dato. La peggiore è Jardines de la Victoria con 434,00 [ppm], presenta dunque l'aria più inquinata, risultato atteso data la composizione del parco ed il suo intorno. I più "virtuosi": Cruz Conde 406,22 [ppm] ed Asomadilla 403,39 [ppm]; anche in questo caso: composizione, grandezza ed intorno hanno influito sul risultato finale.



Figure 101: qualità dell'aria media generale dei parchi, vista con Bing Maps.

Analizziamo separatamente i parchi in base al loro perimetro, per riscontrare se questo influisca su temperatura e qualità dell'aria.

In questa analisi si considera anche la grandezza delle aree stesse, espressa in ettari [ha].

La temperatura tra le due categorie è praticamente identica, si differenzia per 0,02 [°C], nonostante, le aree verdi con perimetro circolare risultino, di media, 1,47 [ha] più grandi.

Tabla 21: temperatura [°C] media generale ed area [ha] delle aree verdi con perimetro circolare.

Aree verdi circolari	Temperatura [°C]	Area [ha]
Agricoltura	14,28	1,50
Asomadilla	12,52	6,00
Colón	18,44	1,50
Cruz Conde	13,40	6,50
Medie	14,66	3,88

Tabla 22: temperatura [°C] media generale ed area [ha] delle aree verdi con perimetro rettangolare.

Aree verdi rettangolari	Temperatura [°C]	Area [ha]
<i>Vallellano derecha</i>	13,49	1,50
<i>Vallellano izquierda</i>	14,32	2,00
<i>Vial Norte</i>	16,08	3,89
<i>Jardines de la Victoria</i>	14,65	2,23
Medie	14,64	2,41

La qualità dell'aria si dimostra migliore nei parchi con perimetro circolare. Questo potrebbe dipendere anche dal fatto che due di questi: Asomadilla e Cruz Conde, sono situati in posizione più periferica rispetto al centro, ed attorno a loro, vi sono strade meno transitate. In ogni caso, il risultato cambia solamente di 12 [ppm].

Tabla 23: anidride carbonica [ppm] media generale ed area [ha] delle aree verdi con perimetro circolare.

Aree verdi circolari	CO₂ [ppm]	Area [ha]
<i>Agricultura</i>	414,87	1,50
<i>Asomadilla</i>	403,39	6,00
<i>Colón</i>	426,90	1,50
<i>Cruz Conde</i>	406,22	6,50
Medie	412,85	3,88

Tabla 24: anidride carbonica [ppm] media generale ed area [ha] delle aree verdi con perimetro rettangolare.

Aree verdi rettangolari	CO₂ [ppm]	Area [ha]
<i>Vallellano derecha</i>	419,12	1,50
<i>Vallellano izquierda</i>	427,70	2,00
<i>Vial Norte</i>	415,76	3,89
<i>Jardines de la Victoria</i>	434,00	2,23
Medie	424,15	2,41

5.2. Censimento

I risultati del censimento, come i precedenti, saranno esposti inizialmente per ogni parco ed infine, i risultati generali.

Le mappe di questi parchi sono quelle già viste in precedenza, non vi è dunque il bisogno di presentarle nuovamente.

Dai dati ricavati dal censimento otteniamo diversi risultati:

- le specie presenti nel parco [%];
- la circonferenza del fusto ad 1,30 [m] di altezza espressa in [cm];

- l'altezza della pianta [m];
- le dimensioni della chioma: l'altezza di inserzione della chioma [m] e il diametro della chioma [m].

Nei grafici si potranno incontrare alcune colonne vuote, non sono errori ma semplicemente i dati mancanti dovuti alle piante morte.

5.2.1. Agricoltura

Dal censimento del parco emergono come specie predominanti il *Citrus aurantium* 39 [%] ed il *Platanus x hybrida* 20 [%]. Dato in linea con il censimento generale della città precedentemente visto.

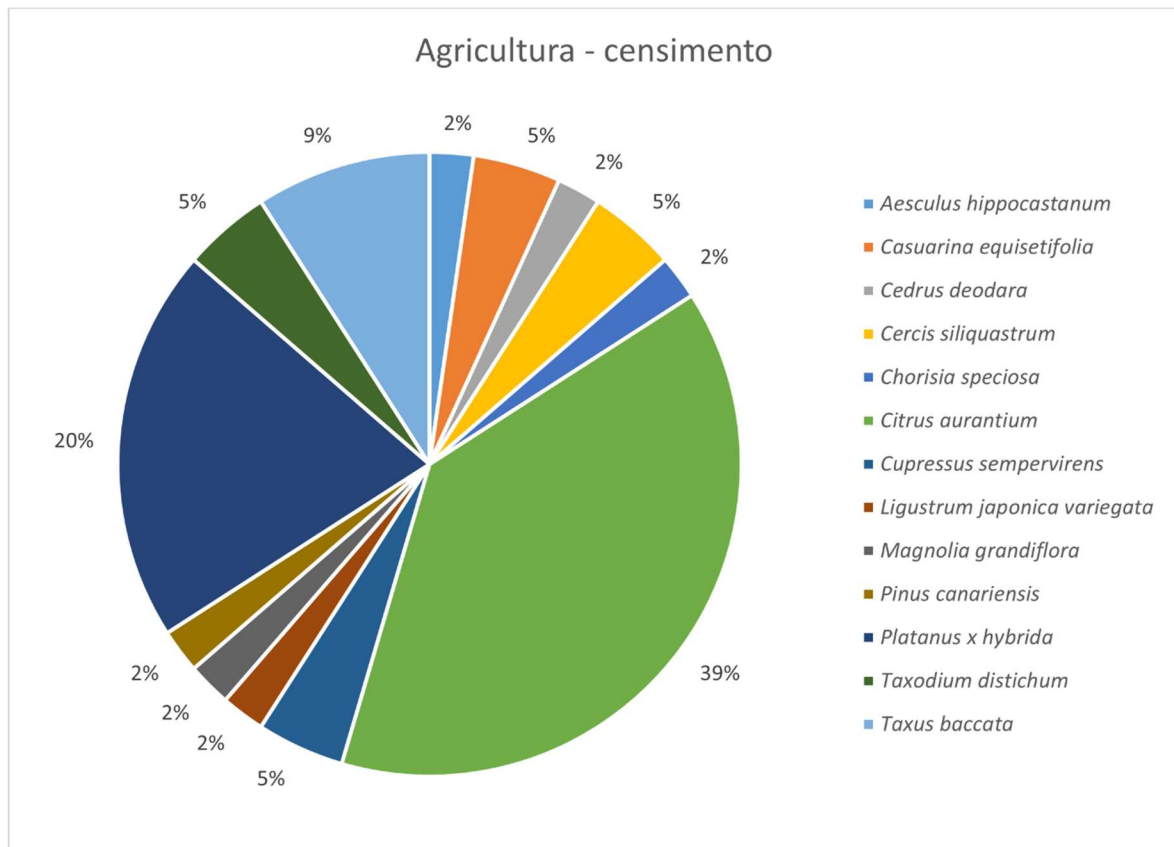


Figure 102: Agricoltura, censimento dell'area verde.

I valori di circonferenza del fusto sono in linea con le specie presenti; con i valori maggiori rilevati dalle specie *Platanus x hybrida*, *Casuarina equisetifolia* e *Pinus canariensis*. Con valori che spesso superano i 200 [cm].

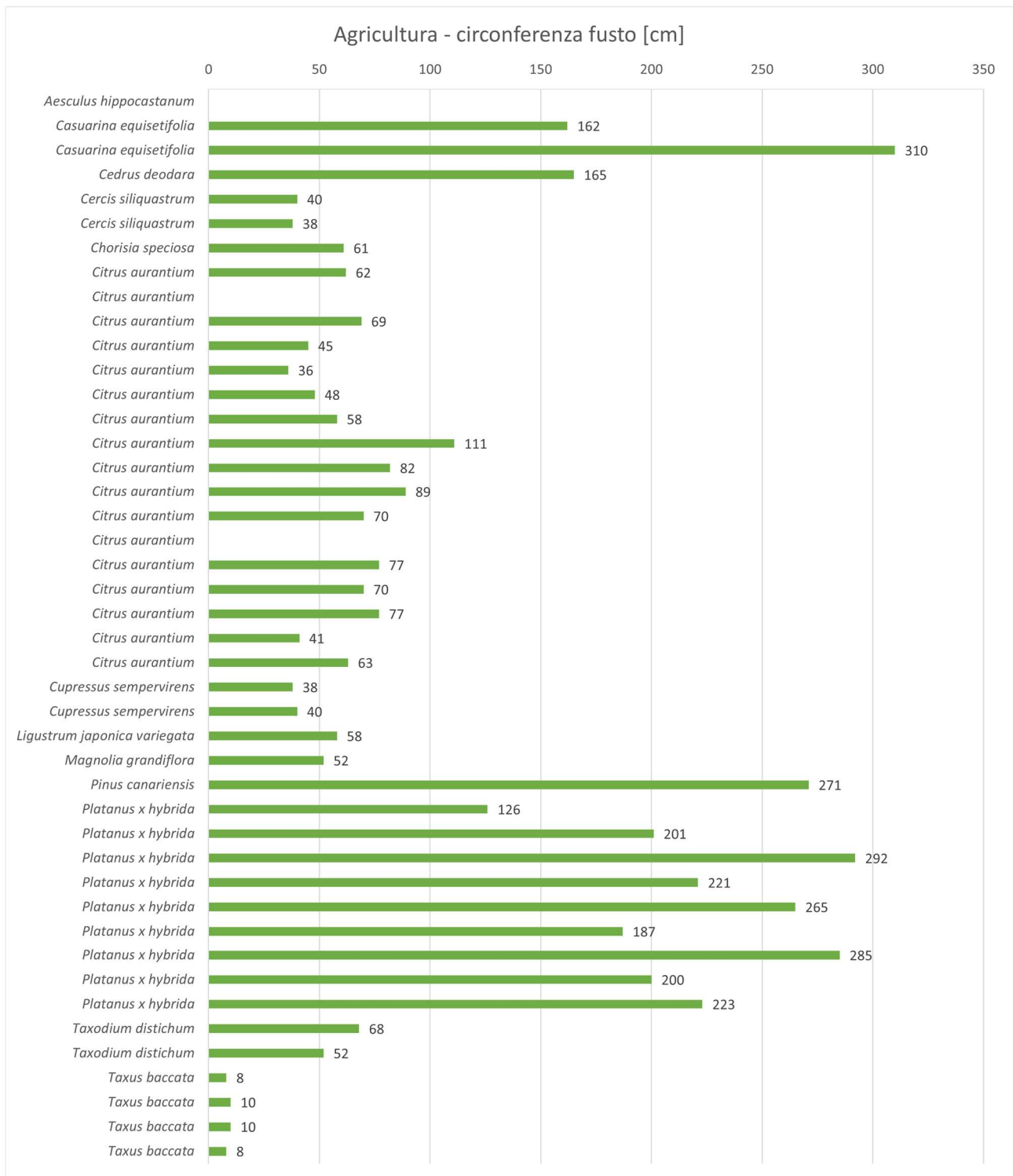


Figure 103: circonferenza dei fusti di Agricoltura.

Per i valori dell'altezza delle piante possiamo ripetere quanto detto precedentemente per la circonferenza del fusto. Gli esemplari delle specie citate in precedenza superano infatti, quasi sempre, i 25 [m] di altezza. Al contrario, i valori più bassi sono registrati dagli esemplari di specie come: *Citrus aurantium* e *Taxus baccata*.

Risultati perfettamente in linea con quanto detto per altezza e circonferenza del fusto, con gli esemplari di *Platanus x hybrida* a mostrare le chiome di dimensioni maggiori⁷.

Tabla 25: altezza e dimensioni delle chiome delle piante di Agricoltura.

Especie	Altezza [m]	Altezza di inserzione della chioma [m]	Diametro chioma [m]
<i>Aesculus hippocastanum</i>	0	0	0
<i>Casuarina equisetifolia</i>	7	4	6,5
<i>Casuarina equisetifolia</i>	36	9	15
<i>Cedrus deodara</i>	17	9	9
<i>Cercis siliquastrum</i>	5,5	3	5
<i>Cercis siliquastrum</i>	7	2,5	6
<i>Chorisia speciosa</i>	5	4	1,5
<i>Citrus aurantium</i>	6	3	5
<i>Citrus aurantium</i>	0	0	0
<i>Citrus aurantium</i>	5	2,5	3,5
<i>Citrus aurantium</i>	5,5	2,5	4
<i>Citrus aurantium</i>	4,5	2,5	4
<i>Citrus aurantium</i>	6	2,5	7
<i>Citrus aurantium</i>	8	4,5	8
<i>Citrus aurantium</i>	7	3	6,5
<i>Citrus aurantium</i>	8	2,5	6
<i>Citrus aurantium</i>	7	3,5	7,5
<i>Citrus aurantium</i>	8	3,5	6
<i>Citrus aurantium</i>	0	0	0
<i>Citrus aurantium</i>	7	3,5	8
<i>Citrus aurantium</i>	7	3	6
<i>Citrus aurantium</i>	7	3,5	5,5
<i>Citrus aurantium</i>	4,5	2,5	3
<i>Citrus aurantium</i>	6,5	3	5
<i>Cupressus sempervirens</i>	17	0	2
<i>Cupressus sempervirens</i>	17	1	1
<i>Ligustrum japonica variegata</i>	8	4	5
<i>Magnolia grandiflora</i>	9	2,5	6
<i>Pinus canariensis</i>	29	9	15
<i>Platanus x hybrida</i>	29	14	24
<i>Platanus x hybrida</i>	31	13	28
<i>Platanus x hybrida</i>	35	11	27
<i>Platanus x hybrida</i>	31	16	21
<i>Platanus x hybrida</i>	19	12	20
<i>Platanus x hybrida</i>	28	14	31
<i>Platanus x hybrida</i>	27,5	11	19

⁷ Allegati 5/6: grafici: rappresentazioni grafiche delle altezze e dimensioni delle chiome del parco Agricoltura.

<i>Platanus x hybrida</i>	28	10,5	19
<i>Platanus x hybrida</i>	28	10	21
<i>Taxodium distichum</i>	11	3,5	13
<i>Taxodium distichum</i>	11	3,5	8,5
<i>Taxus baccata</i>	4	0	1
<i>Taxus baccata</i>	5	0	1
<i>Taxus baccata</i>	4	0	1
<i>Taxus baccata</i>	3,5	0	1

5.2.2. Asomadilla

Il censimento rivela che la specie più rappresentativa è *Olea europea* con ben il 30 [%], segue il *Pinus pinea* con il 17 [%]. L'assenza di specie come il *Citrus aurantium* ci fa capire che il parco è di recente realizzazione e la voglia, da parte dei progettisti, di differenziarlo dagli altri parchi della città utilizzando specie che spesso sono meno rappresentate.

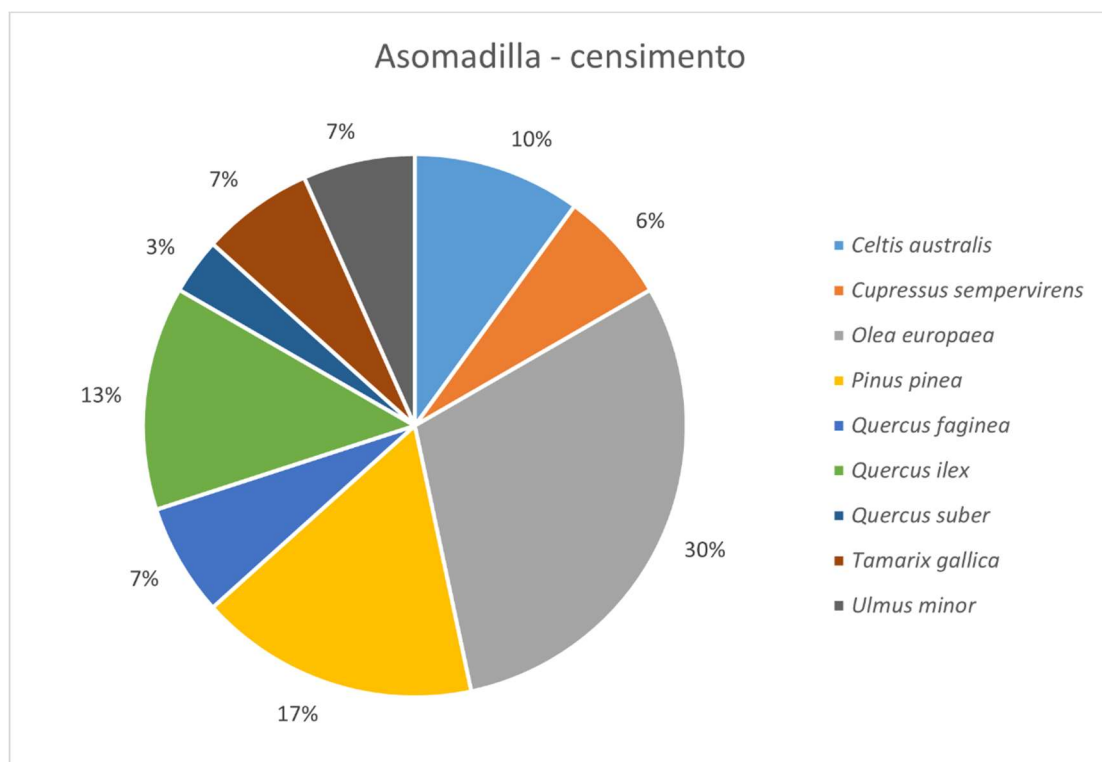


Figure 104: Asomadilla, censimento dell'area verde.

La circonferenza [cm] maggiore è stata registrata da una pianta del genere *Olea europea*.

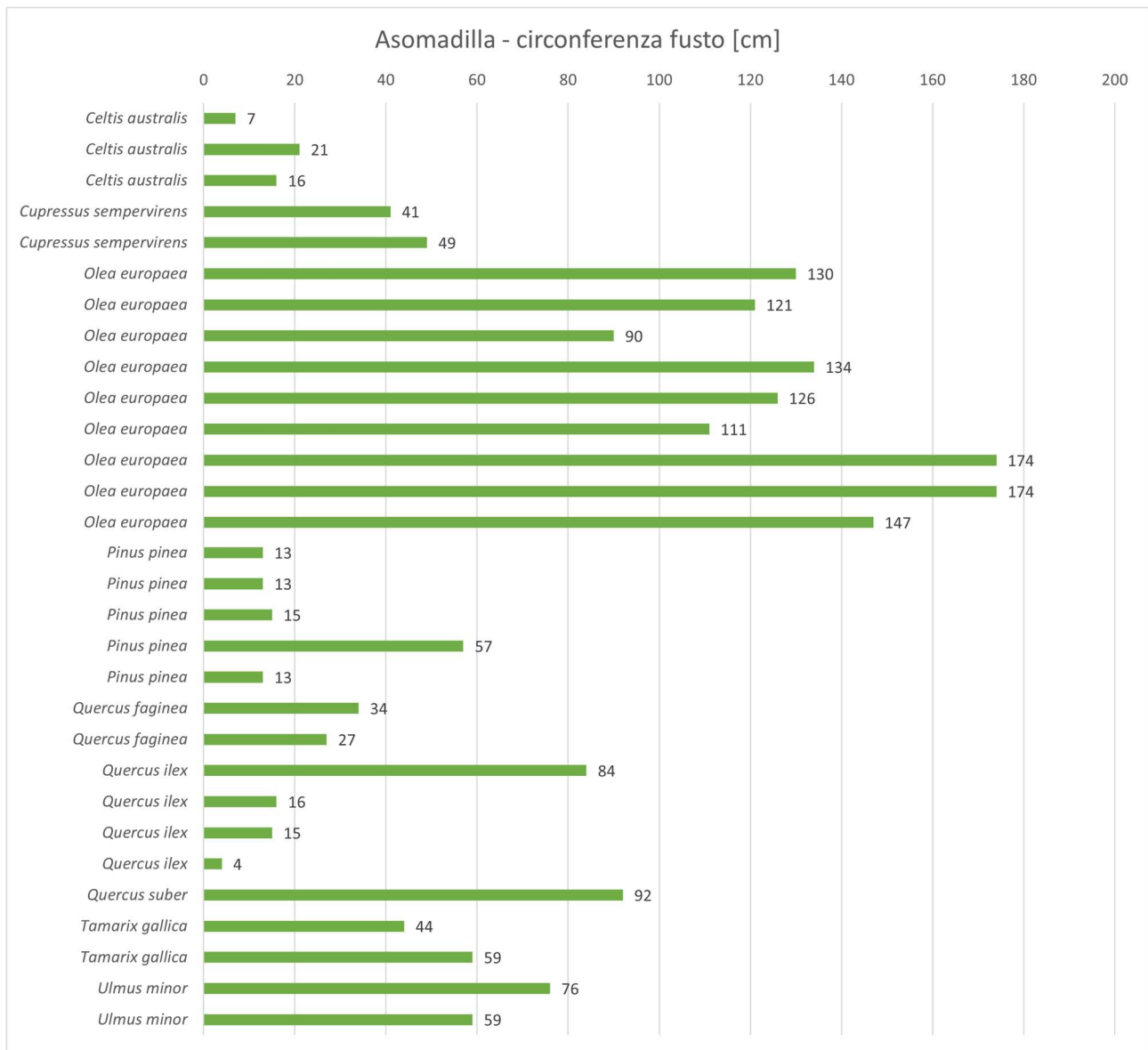


Figure 105: circonferenza dei fusti di Asomadilla.

Date le specie presenti e la loro giovane età, solo pochi individui superano i 10 [m] di altezza, il 10 [%] del totale.

Le dimensioni maggiori di chioma sono state registrate in esemplari di *Quercus ilex* e *Ulmus minor*⁸.

Tabla 26: altezza e dimensioni delle chiome delle piante di Asomadilla.

Specie	Altezza [m]	Altezza di inserzione della chioma [m]	Diametro chioma [m]
<i>Celtis australis</i>	4,5	2,5	4
<i>Celtis australis</i>	4	1,5	3
<i>Celtis australis</i>	5	2,5	10
<i>Cupressus sempervirens</i>	11	11	1

⁸ Allegati 7/8: grafici: rappresentazioni grafiche delle altezze e dimensioni delle chiome del parco Asomadilla.

<i>Cupressus sempervirens</i>	12	12	1
<i>Olea europaea</i>	6	2	7
<i>Olea europaea</i>	7	2	13
<i>Olea europaea</i>	8,5	4	11
<i>Olea europaea</i>	6	2,5	11
<i>Olea europaea</i>	3,5	2,5	4
<i>Olea europaea</i>	6	2	8
<i>Olea europaea</i>	6	2	10
<i>Olea europaea</i>	6	2	8
<i>Olea europaea</i>	5	3	9
<i>Pinus pinea</i>	8	2	8
<i>Pinus pinea</i>	7	2,5	6
<i>Pinus pinea</i>	3	2	3
<i>Pinus pinea</i>	0	0	0
<i>Pinus pinea</i>	8,5	2,5	13
<i>Quercus faginea</i>	6	2,5	5
<i>Quercus faginea</i>	6	3	6
<i>Quercus ilex</i>	11	4	12
<i>Quercus ilex</i>	7,5	3	15
<i>Quercus ilex</i>	6	2,5	9
<i>Quercus ilex</i>	2	1	1
<i>Quercus suber</i>	5	1	4
<i>Tamarix gallica</i>	7	3	5
<i>Tamarix gallica</i>	6,5	3	5
<i>Ulmus minor</i>	9	3	14
<i>Ulmus minor</i>	5	2,5	9

5.2.3. Colón

Conoscendo il parco, o semplicemente guardando le foto aeree, si può ammettere senza alcun problema che la specie più rappresentativa sia il *Platanus x hybrida* con un 39 [%], seguito dall'immane *Citrus aurantium* 22 [%].

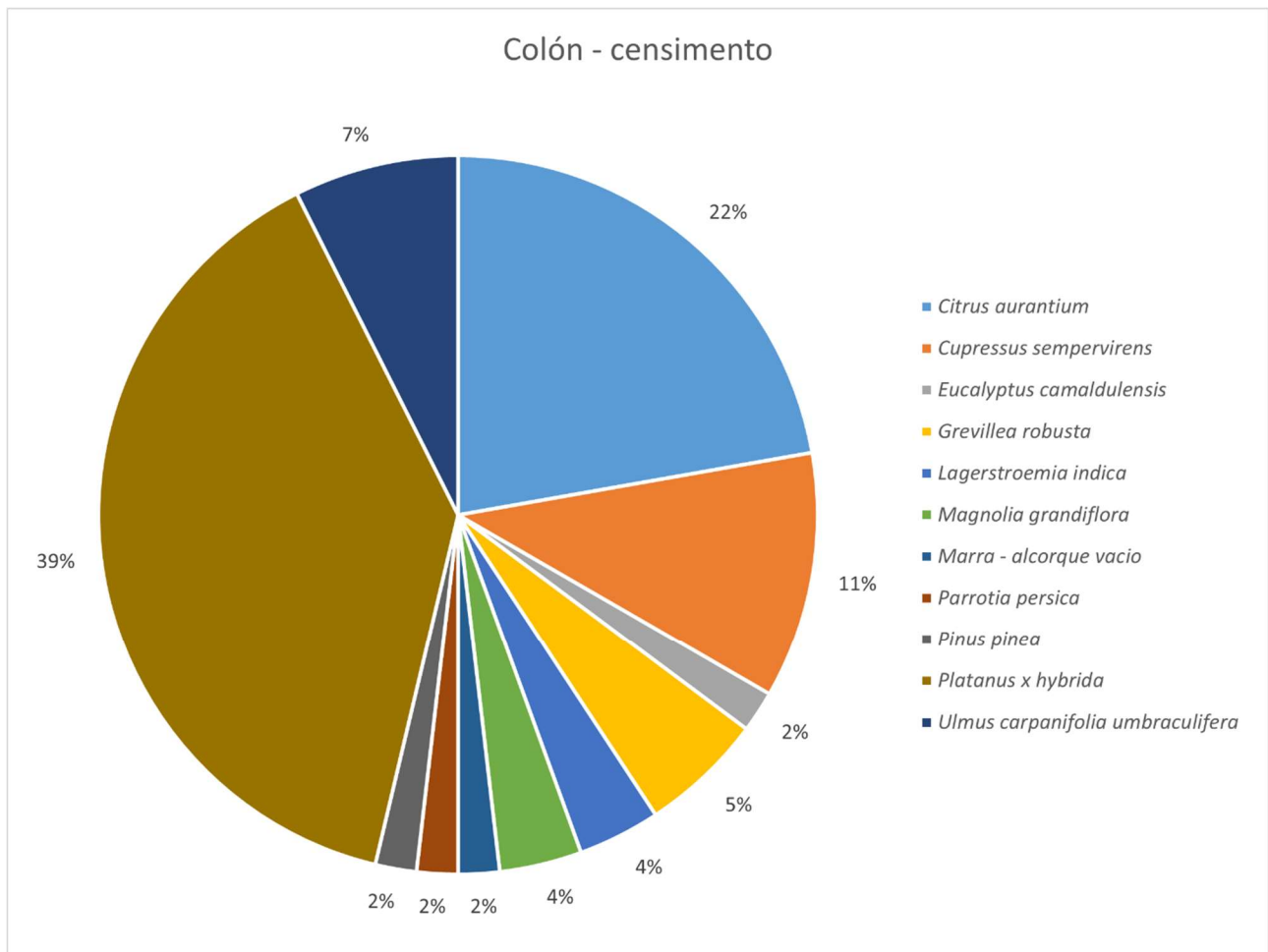


Figure 106: Colón, censimento dell'area verde.

La circonferenza dei fusti va di pari passo con la specie della pianta stessa. Spicca sicuramente sugli altri l'esemplare di *Eucalyptus camaldulensis* con 399 [cm], il fusto più grande registrato nel censimento di questa tesi.

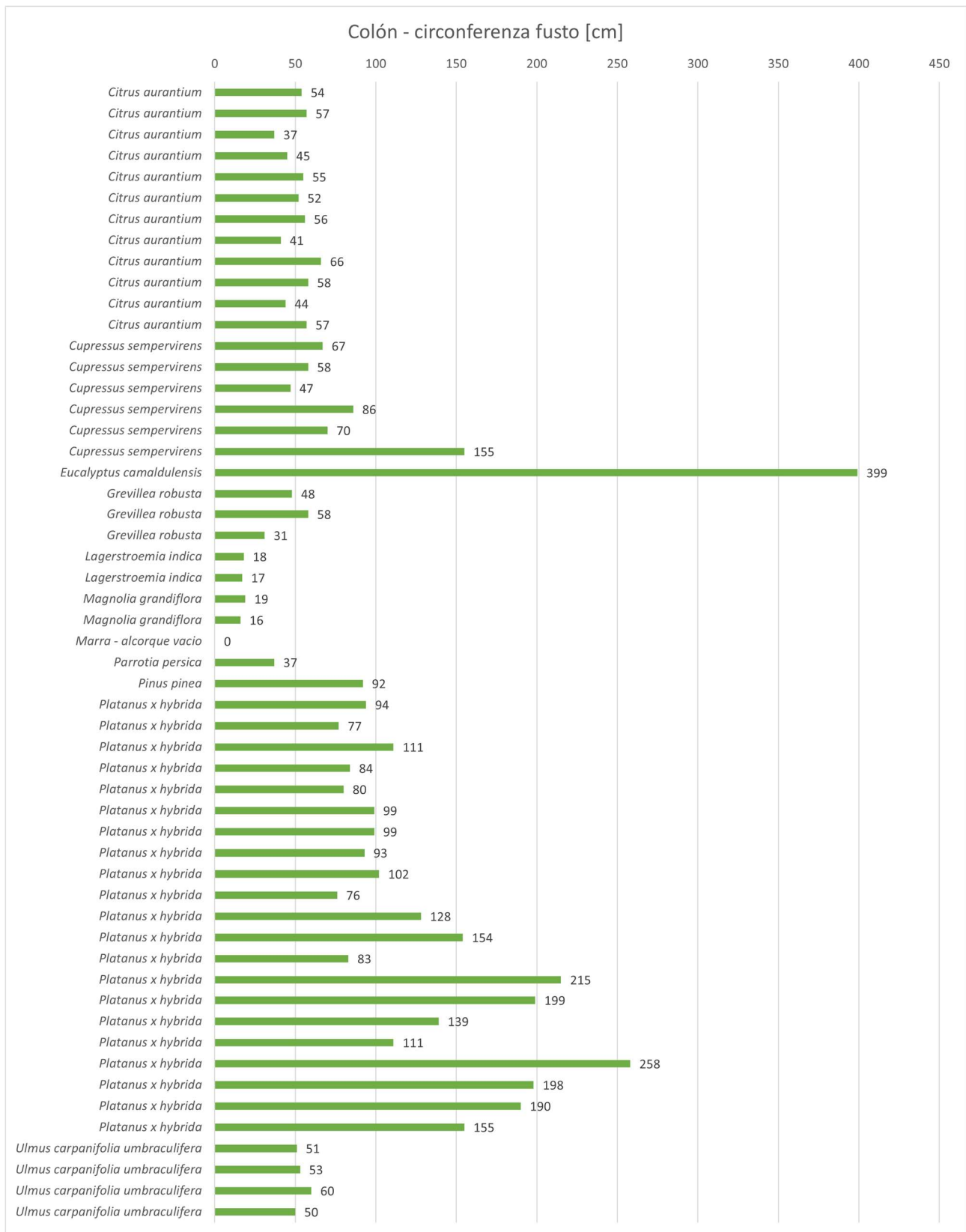


Figure 107: circonferenza dei fusti di Colón.

Come prevedibile, il nostro esemplare di *Eucalyptus camaldulensis* è anche la pianta più alta di quest'area verde con 27 [m], seguita dagli esemplari di *Platanus x hybrida* che si aggirano attorno ai 20 [m] di altezza.

Per quanto riguarda le dimensioni della chioma, come spesso succede, sono gli esemplari della specie *Platanus x hybrida* a presentare le chiome di dimensioni maggiori. I *Citrus aurantium* rispettano le dimensioni standard con altezza di intersezione della chioma attorno ai 3,5 [m] e diametri attorno ai 7 [m]⁹.

Tabla 27: altezza e dimensioni delle chiome delle piante di Colón.

Especie	Altura Planta [m]	Altezza di inserzione della chioma [m]	Diametro chioma [m]
<i>Citrus aurantium</i>	6	4	8
<i>Citrus aurantium</i>	6	4	8
<i>Citrus aurantium</i>	6	3,5	7
<i>Citrus aurantium</i>	7	3	8
<i>Citrus aurantium</i>	7,5	3,5	7
<i>Citrus aurantium</i>	7	3	6
<i>Citrus aurantium</i>	7	3	7
<i>Citrus aurantium</i>	5	3,5	6
<i>Citrus aurantium</i>	6	4	6
<i>Citrus aurantium</i>	5,5	3	8
<i>Citrus aurantium</i>	6	2,5	8
<i>Citrus aurantium</i>	6	3	8
<i>Cupressus sempervirens</i>	13	2	3
<i>Cupressus sempervirens</i>	13,5	2	3
<i>Cupressus sempervirens</i>	9	2	3
<i>Cupressus sempervirens</i>	12	3,5	3
<i>Cupressus sempervirens</i>	11	3,5	3
<i>Cupressus sempervirens</i>	18	2,5	14
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	27	4	21
<i>Grevillea robusta</i>	11	5	6
<i>Grevillea robusta</i>	10	5	5
<i>Grevillea robusta</i>	10	5	4,5
<i>Lagerstroemia indica</i>	4	1,5	1,5
<i>Lagerstroemia indica</i>	4	1,5	1,5
<i>Magnolia grandiflora</i>	0	0	0
<i>Magnolia grandiflora</i>	0	0	0
<i>Marra - alcorque vacio</i>	0	0	0
<i>Parrotia persica</i>	7	1,5	8
<i>Pinus pinea</i>	23	20	10
<i>Platanus x hybrida</i>	20	13	22
<i>Platanus x hybrida</i>	19	12	11
<i>Platanus x hybrida</i>	19	12	16
<i>Platanus x hybrida</i>	19	10	19
<i>Platanus x hybrida</i>	22	11	24

⁹ Allegati 9/10: grafici: rappresentazioni grafiche delle altezze e dimensioni delle chiome del parco Colón.

<i>Platanus x hybrida</i>	20	9	16
<i>Platanus x hybrida</i>	18	14	17
<i>Platanus x hybrida</i>	18	11	6
<i>Platanus x hybrida</i>	17	10	12
<i>Platanus x hybrida</i>	17	10	7
<i>Platanus x hybrida</i>	22	9	25,5
<i>Platanus x hybrida</i>	18	11	9
<i>Platanus x hybrida</i>	19	13	12
<i>Platanus x hybrida</i>	22	14	13
<i>Platanus x hybrida</i>	23	16	26
<i>Platanus x hybrida</i>	23	15	17
<i>Platanus x hybrida</i>	16	10	12
<i>Platanus x hybrida</i>	22	15	18
<i>Platanus x hybrida</i>	12	8	11
<i>Platanus x hybrida</i>	13	8	4
<i>Platanus x hybrida</i>	20	14	15
<i>Ulmus carpanifolia umbraculifera</i>	0	0	0
<i>Ulmus carpanifolia umbraculifera</i>	7	3	8
<i>Ulmus carpanifolia umbraculifera</i>	0	0	0
<i>Ulmus carpanifolia umbraculifera</i>	8	3,5	9

5.2.4. Cruz Conde

Cruz Conde è uno dei parchi dove il censimento ha rivelato un elevato numero di specie differenti. L'assenza di specie come *Platanus x hybrida* e *Citrus aurantium* è solamente fittizia; la prima specie è presente nel censimento ma non viene visualizzata in questo grafico perché poco rappresentativa, la seconda è presente nel parco ma non ricadeva in nessuna delle aree di saggio. *Ligustrum japonicum* 14 [%], *Melia azedarach* 11 [%] e *Magnolia grandiflora* 10 [%] sono le tre specie più riscontrate nel parco. Le altre 16 specie non arrivano ad essere più rappresentative di un 8 [%], dimostrando la grande varietà di specie presente nell'area verde.

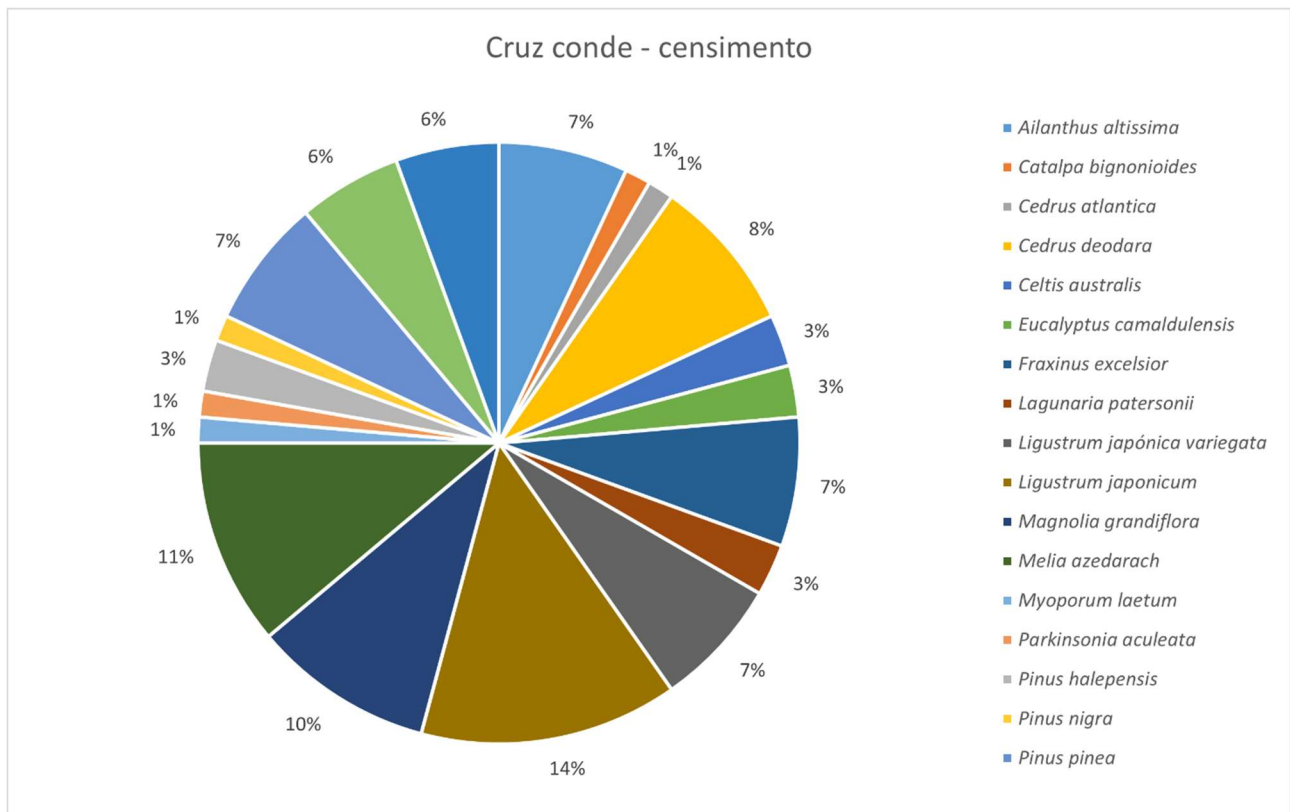


Figure 108: Cruz Conde, censimento dell'area verde.

Come successo in precedenza per il parco Colón, la circonferenza più grande viene registrata da un esemplare della specie *Eucalyptus camaldulensis*, 287 [cm].

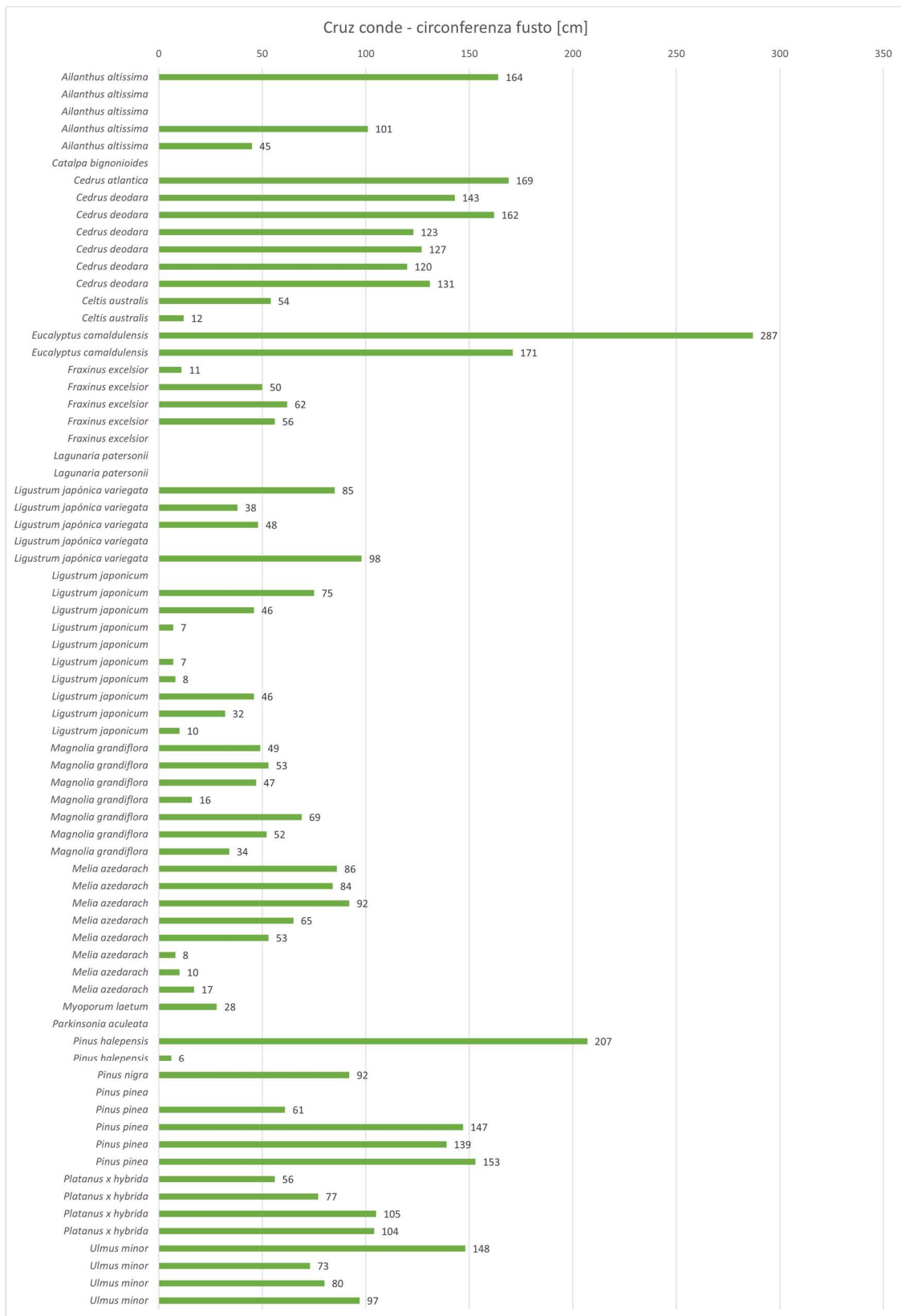


Figure 109: circonferenza dei fusti di Cruz Conde.

Nonostante sia stata poco rappresentativa a livello di censimento, con soli quattro soggetti, possiamo ritrovare la specie *Platanus x hybrida* nel grafico che rappresenta le altezze, superando i 20 [m]. Anche altre specie come: *Cedrus deodara*, *Melia azedarach*, *Pinus nigra* e *Pinus halepensis* presentano esemplari che superano i 20 [m] di altezza.

Le dimensioni delle chiome si dimostrano in linea con la tendenza delle specie stesse, senza dimostrare dati anomali o fuori dalle medie¹⁰.

Tabla 28: altezza e dimensioni delle chiome delle piante di Cruz Conde.

Especie	Altezza pianta [m]	Altezza di inserzione della chioma [m]	Diametro chioma [m]
<i>Ailanthus altissima</i>	25	7	15
<i>Ailanthus altissima</i>	0	0	0
<i>Ailanthus altissima</i>	0	0	0
<i>Ailanthus altissima</i>	18	6	6
<i>Ailanthus altissima</i>	16	5	5
<i>Catalpa bignonioides</i>	0	0	0
<i>Cedrus atlantica</i>	18	7	10
<i>Cedrus deodara</i>	22	10	11
<i>Cedrus deodara</i>	33	5	12
<i>Cedrus deodara</i>	24	4	8
<i>Cedrus deodara</i>	24	5	9
<i>Cedrus deodara</i>	23	3	7
<i>Cedrus deodara</i>	24	4	7
<i>Celtis australis</i>	13	7	12
<i>Celtis australis</i>	4,5	0	6
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	22	5	17
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	20	5	18
<i>Fraxinus excelsior</i>	4	3,5	1
<i>Fraxinus excelsior</i>	8	6	4
<i>Fraxinus excelsior</i>	9	5	6
<i>Fraxinus excelsior</i>	9	4	6
<i>Fraxinus excelsior</i>	0	0	0
<i>Lagunaria patersonii</i>	0	0	0
<i>Lagunaria patersonii</i>	0	0	0
<i>Ligustrum japonica variegata</i>	14	8	8
<i>Ligustrum japonica variegata</i>	9	6	6
<i>Ligustrum japonica variegata</i>	12	7	6
<i>Ligustrum japonica variegata</i>	0	0	0
<i>Ligustrum japonica variegata</i>	17	10	9
<i>Ligustrum japonicum</i>	0	0	0
<i>Ligustrum japonicum</i>	12	5	9
<i>Ligustrum japonicum</i>	9	5,5	3
<i>Ligustrum japonicum</i>	3	0,5	4
<i>Ligustrum japonicum</i>	0	0	0
<i>Ligustrum japonicum</i>	3	0,5	4
<i>Ligustrum japonicum</i>	5	1,5	5

¹⁰ Allegati 11/12: grafici: rappresentazioni grafiche delle altezze e dimensioni delle chiome del parco Cruz Conde.

<i>Ligustrum japonicum</i>	8	4	7
<i>Ligustrum japonicum</i>	6	4	3
<i>Ligustrum japonicum</i>	8	5	10
<i>Magnolia grandiflora</i>	5	3	4,5
<i>Magnolia grandiflora</i>	6	3	7
<i>Magnolia grandiflora</i>	7,5	2	9
<i>Magnolia grandiflora</i>	2	0	3
<i>Magnolia grandiflora</i>	12	4	8
<i>Magnolia grandiflora</i>	8	3,5	9
<i>Magnolia grandiflora</i>	3	2,5	5
<i>Melia azedarach</i>	24	5	11
<i>Melia azedarach</i>	23	8	10
<i>Melia azedarach</i>	24	12	15
<i>Melia azedarach</i>	22	7	7
<i>Melia azedarach</i>	21	7	8
<i>Melia azedarach</i>	5,5	1,5	9
<i>Melia azedarach</i>	7	2	11
<i>Melia azedarach</i>	4	3	4
<i>Myoporum laetum</i>	4,5	3	5
<i>Parkinsonia aculeata</i>	0	0	0
<i>Pinus halepensis</i>	28	24	16
<i>Pinus halepensis</i>	2,5	2	1
<i>Pinus nigra</i>	24	7	13
<i>Pinus pinea</i>	0	0	0
<i>Pinus pinea</i>	16	9	8
<i>Pinus pinea</i>	30	26	15
<i>Pinus pinea</i>	23	18	20
<i>Pinus pinea</i>	25	20	21
<i>Platanus x hybrida</i>	21	6	8
<i>Platanus x hybrida</i>	20	7	8
<i>Platanus x hybrida</i>	23	5	19
<i>Platanus x hybrida</i>	23	6	18
<i>Ulmus minor</i>	15	7	12
<i>Ulmus minor</i>	12	7	7
<i>Ulmus minor</i>	16	8	11
<i>Ulmus minor</i>	23	6	14

5.2.5. Vallellano derecha

Il parco conta ben sedici specie differenti, ovviamente le più numerose sono: *Citrus aurantium* 24 [%] e *Platanus x hybrida* 20 [%], seguite da *Prunus cerasifera pisardii* 17 [%]. Quest'ultimo è probabilmente stato usato come specie di terza classe da sostituire agli innumerevoli esemplari di arancio.

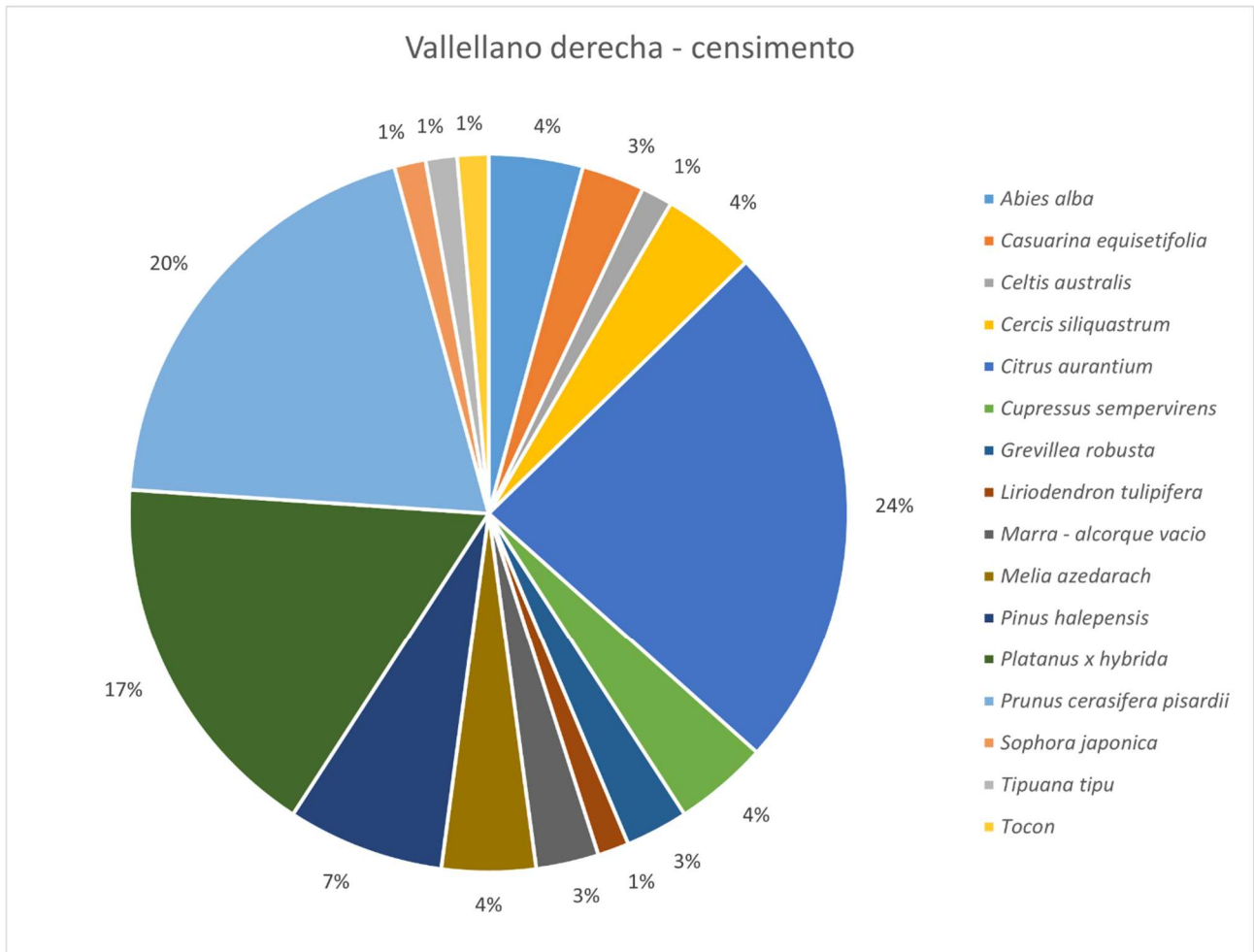


Figure 110: Vallellano derecha, censimento dell'area verde.

Gli esemplari delle specie: *Melia azedarach*, *Pinus halepensis*, *Platanus x hybrida* e *Casuarina equisetifolia* dimostrano di avere una circonferenza del tronco superiore. Arrivando a toccare i 231 [cm].

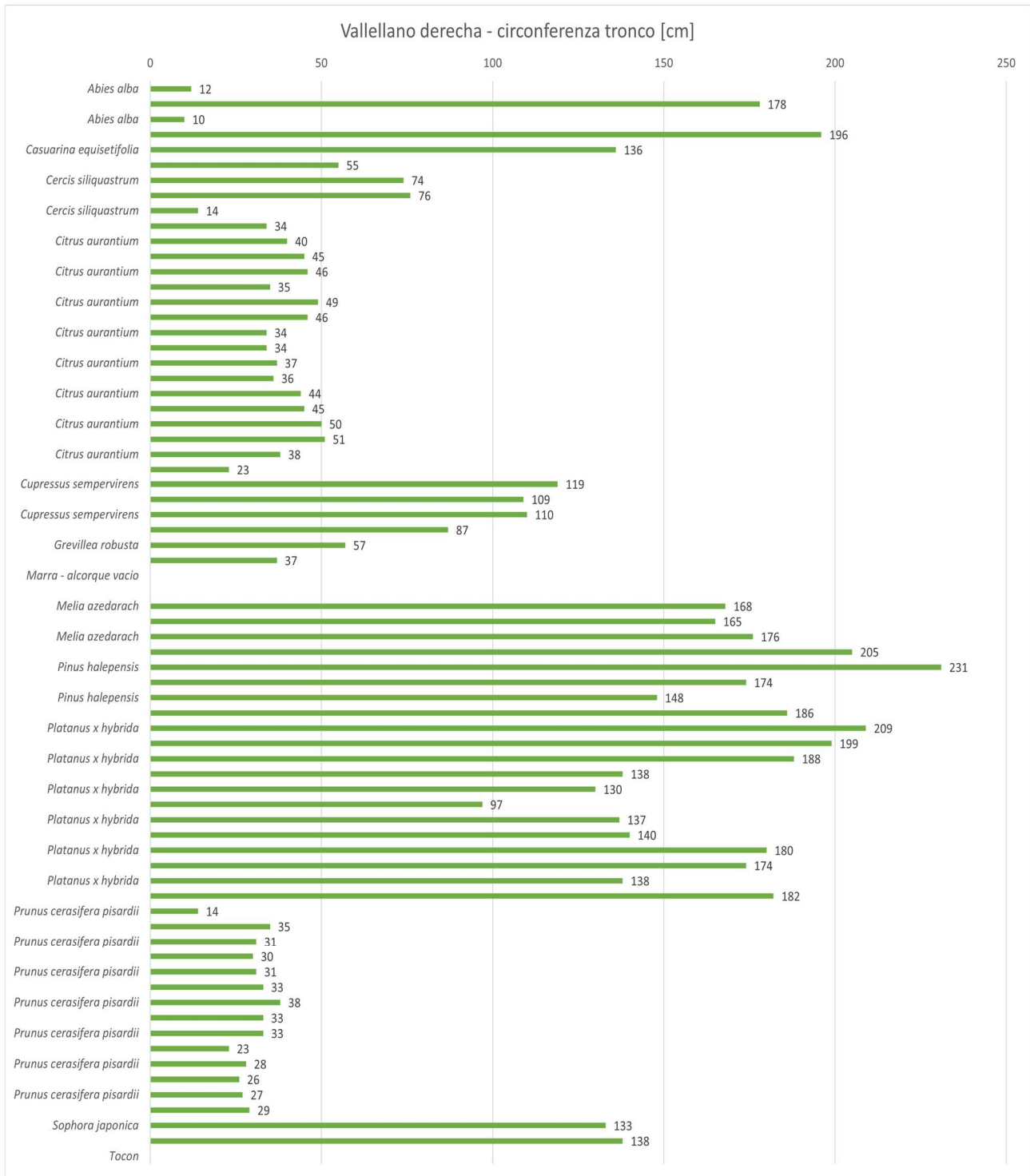


Figure 111: circonferenza dei fusti di Vallellano derecha.

Quanto appena detto si conferma anche per l'altezza delle piante. Con un esemplare di *Casuarina equisetifolia* che registra i 43 [m] di altezza.

Nulla di nuovo nelle dimensioni delle chiome dove gli esemplari di *Platanus x hybrida* danno i migliori risultati con chiome molto alte e diametri considerevoli, fino ai 26 [m]¹¹.

¹¹ Allegati 13/14: grafici: rappresentazioni grafiche delle altezze e dimensioni delle chiome del parco Vallellano derecha.

Tabla 29: altezza e dimensioni delle chiome delle piante di Vallellano derecha.

Especie	Altezza pianta [m]	Altezza di inserzione della chioma [m]	Diametro chioma [m]
<i>Abies alba</i>	0	0	0
<i>Abies alba</i>	26	22	9
<i>Abies alba</i>	3	0,5	1
<i>Casuarina equisetifolia</i>	43	17	18
<i>Casuarina equisetifolia</i>	27	15	7
<i>Celtis australis</i>	12	6	12
<i>Cercis siliquastrum</i>	8	4	7
<i>Cercis siliquastrum</i>	8,5	4	14
<i>Cercis siliquastrum</i>	6	2,5	5,5
<i>Citrus aurantium</i>	4	2	5
<i>Citrus aurantium</i>	8	2,5	7
<i>Citrus aurantium</i>	5	2,5	5
<i>Citrus aurantium</i>	5	2,5	6,5
<i>Citrus aurantium</i>	5	2	5
<i>Citrus aurantium</i>	6	2,5	5
<i>Citrus aurantium</i>	6	2,5	6
<i>Citrus aurantium</i>	5	2,5	6
<i>Citrus aurantium</i>	4,5	2,5	3
<i>Citrus aurantium</i>	7	2,5	6,5
<i>Citrus aurantium</i>	5	2,5	4,5
<i>Citrus aurantium</i>	5,5	2,5	6
<i>Citrus aurantium</i>	4,5	2,5	5
<i>Citrus aurantium</i>	6,5	3	7
<i>Citrus aurantium</i>	6,5	2,5	7
<i>Citrus aurantium</i>	5	2,5	5
<i>Citrus aurantium</i>	4,5	2,5	4
<i>Cupressus sempervirens</i>	23	8	5
<i>Cupressus sempervirens</i>	20	0	3,5
<i>Cupressus sempervirens</i>	21	2,5	4,5
<i>Grevillea robusta</i>	0	0	0
<i>Grevillea robusta</i>	15	7	5
<i>Liriodendron tulipifera</i>	0	0	0
<i>Marra - alcorque vacio</i>	0	0	0
<i>Marra - alcorque vacio</i>	0	0	0
<i>Melia azedarach</i>	21	5,5	17
<i>Melia azedarach</i>	17	7,5	17
<i>Melia azedarach</i>	19	7	17
<i>Pinus halepensis</i>	0	0	0
<i>Pinus halepensis</i>	0	0	0
<i>Pinus halepensis</i>	30	15	23
<i>Pinus halepensis</i>	25	8	14
<i>Pinus halepensis</i>	28	18	12

<i>Platanus x hybrida</i>	33	7	12
<i>Platanus x hybrida</i>	30	6	23
<i>Platanus x hybrida</i>	35	9	18
<i>Platanus x hybrida</i>	31	6,5	12
<i>Platanus x hybrida</i>	33	6	16
<i>Platanus x hybrida</i>	0	0	0
<i>Platanus x hybrida</i>	29,5	7	19
<i>Platanus x hybrida</i>	30	6,5	15
<i>Platanus x hybrida</i>	31	5	15
<i>Platanus x hybrida</i>	35	8	26
<i>Platanus x hybrida</i>	32	9	20
<i>Platanus x hybrida</i>	33	5	24
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	4,5	2,5	4
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	5,5	2,5	5,5
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	5	2,5	6
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	5	2,5	6
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	5,5	2,5	6
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	0	0	0
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	5,5	2,5	6
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	0	0	0
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	0	0	0
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	5	2,5	6,5
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	4,5	2,5	6
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	5,5	3	4
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	5,5	3	4,5
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	6	3	8
<i>Sophora japonica</i>	16	5	12
<i>Tipuana tipu</i>	27	6	24
<i>Tocon</i>	0	0	0

5.2.6. Vallellano izquierda

Il censimento del parco ha rivelato, come da consuetudine, che le due specie maggiormente presenti sono il *Platanus x hybrida* 33 [%] ed il *Citrus aurantium* 25 [%]. Tutte le altre specie sono rappresentate con percentuali uguali o inferiori al 6 [%].

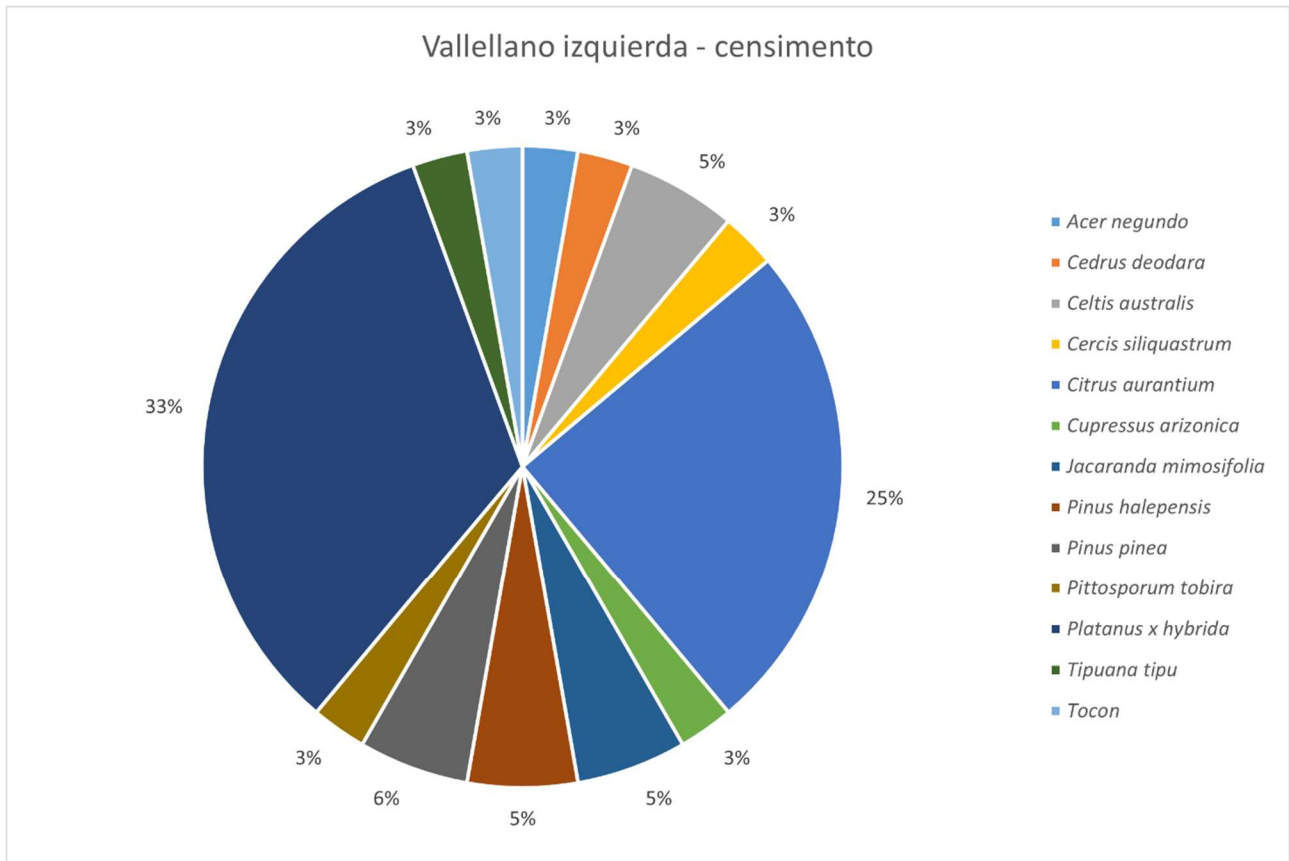


Figure 112: Vallellano izquierda, censimento dell'area verde.

Le circonferenze dei fusti dei soggetti in analisi rispettano i dati attesi dalle specie stesse. Uno degli esemplari di *Platanus x hybrida* registra una circonferenza di 338 [cm].

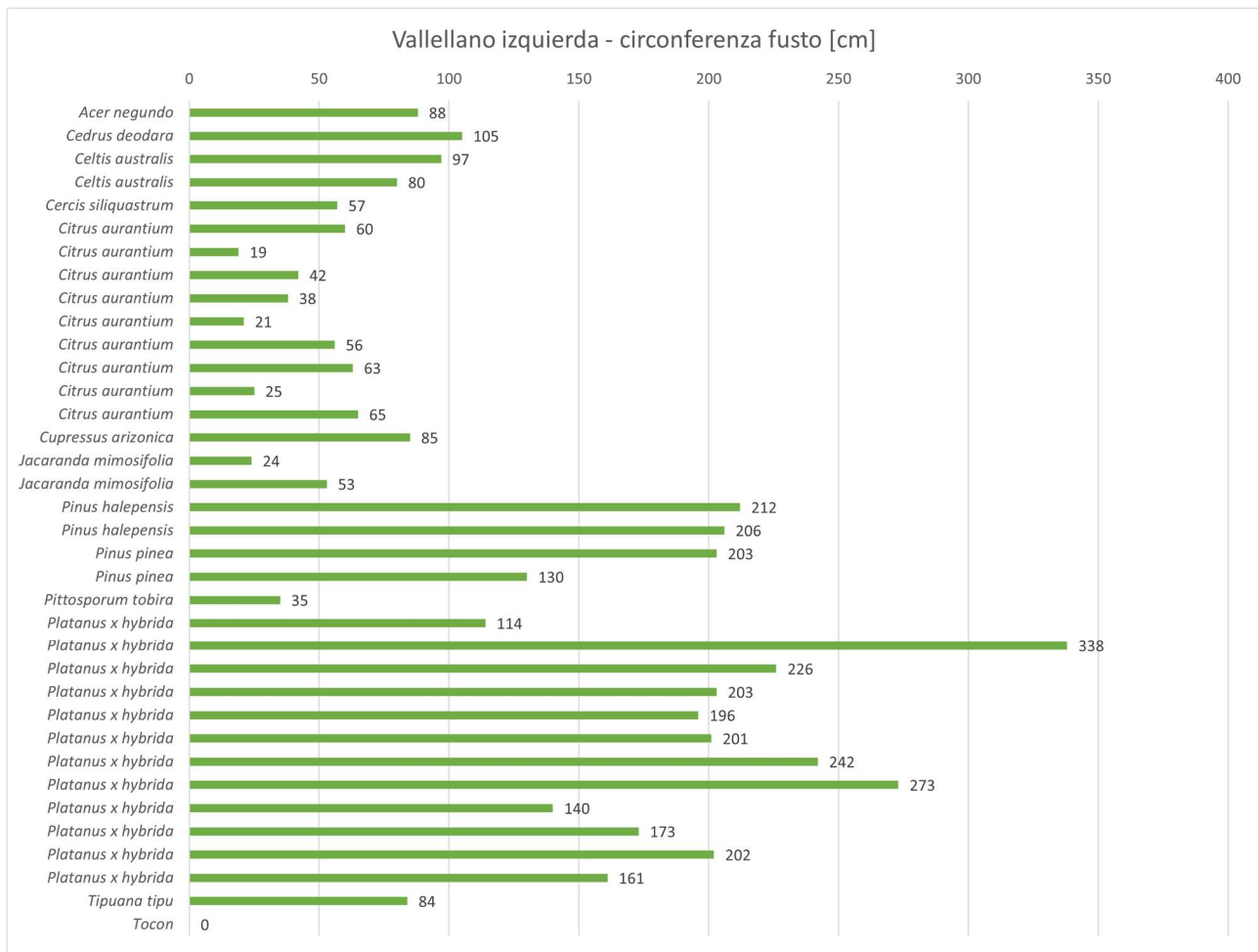


Figure 113: circonferenza dei fusti di Vallellano izquierda.

Non esistono grandi variazioni, rispetto alle aspettative, nemmeno per quanto riguarda le altezze. Gli esemplari della specie *Platanus x hybrida* sono compresi tra i 26 [m] ed i 40 [m] di altezza.

Abbastanza impattante il dato delle dimensioni della chioma di un esemplare di platano che raggiunge i 31 [m] di diametro. Questa pianta è stata posizionata in un luogo abbastanza vantaggioso, ed ha potuto esprimere tutto il suo potenziale per l'assenza di competizione con altri soggetti¹².

Tabla 30: altezza e dimensioni delle chiome delle piante di Vallellano izquierda.

Specie	Altezza pianta [m]	Altezza di inserzione della chioma [m]	Diametro chioma [m]
<i>Acer negundo</i>	15	5	14
<i>Cedrus deodara</i>	22	1	5,5
<i>Celtis australis</i>	18	5,5	14
<i>Celtis australis</i>	0	0	0
<i>Cercis siliquastrum</i>	11,5	4	12
<i>Citrus aurantium</i>	5,5	2,5	7

¹² Allegati 15/16: grafici: rappresentazioni grafiche delle altezze e dimensioni delle chiome del parco Vallellano izquierda.

<i>Citrus aurantium</i>	4	2	4,5
<i>Citrus aurantium</i>	7,5	2,5	6
<i>Citrus aurantium</i>	5	2,5	4
<i>Citrus aurantium</i>	6	2,5	7
<i>Citrus aurantium</i>	4	2	4,5
<i>Citrus aurantium</i>	4,5	2	4,5
<i>Citrus aurantium</i>	4,5	1,5	5,5
<i>Citrus aurantium</i>	6	2,5	7,5
<i>Cupressus arizonica</i>	7,5	2,5	7
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	9	5	10
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	0	0	0
<i>Pinus halepensis</i>	0	0	0
<i>Pinus halepensis</i>	20	2,5	12
<i>Pinus pinea</i>	22	16	20
<i>Pinus pinea</i>	22	17	20
<i>Pittosporum tobira</i>	4	1,5	6
<i>Platanus x hybrida</i>	22	7,5	10
<i>Platanus x hybrida</i>	36	6	31
<i>Platanus x hybrida</i>	33	6	26
<i>Platanus x hybrida</i>	35	9	25
<i>Platanus x hybrida</i>	34	7	19
<i>Platanus x hybrida</i>	36	11	20
<i>Platanus x hybrida</i>	40	9	28
<i>Platanus x hybrida</i>	37	8	26
<i>Platanus x hybrida</i>	27	13	21
<i>Platanus x hybrida</i>	26	15	20
<i>Platanus x hybrida</i>	29	9	21
<i>Platanus x hybrida</i>	34	7	16
<i>Tipuana tipu</i>	27	11	4,5
<i>Tocon</i>	0	0	0

5.2.7. Vial Norte

L'eterogeneità del parco viene restituita dal censimento, riportato nel grafico sottostante. La specie *Celtis australis* viene riscontrata nel 20 [%] dei casi, *Ginko biloba* nel 19 [%]; le altre specie non superano la soglia del 6 [%]. Come visto precedentemente nel lavoro, il *Celtis australis* si sta utilizzando per sostituire gli esemplari di *Platanus x hybrida*. Questo rischia di creare la stessa situazione ma con una specie differente, Vial Norte ne è una prova.

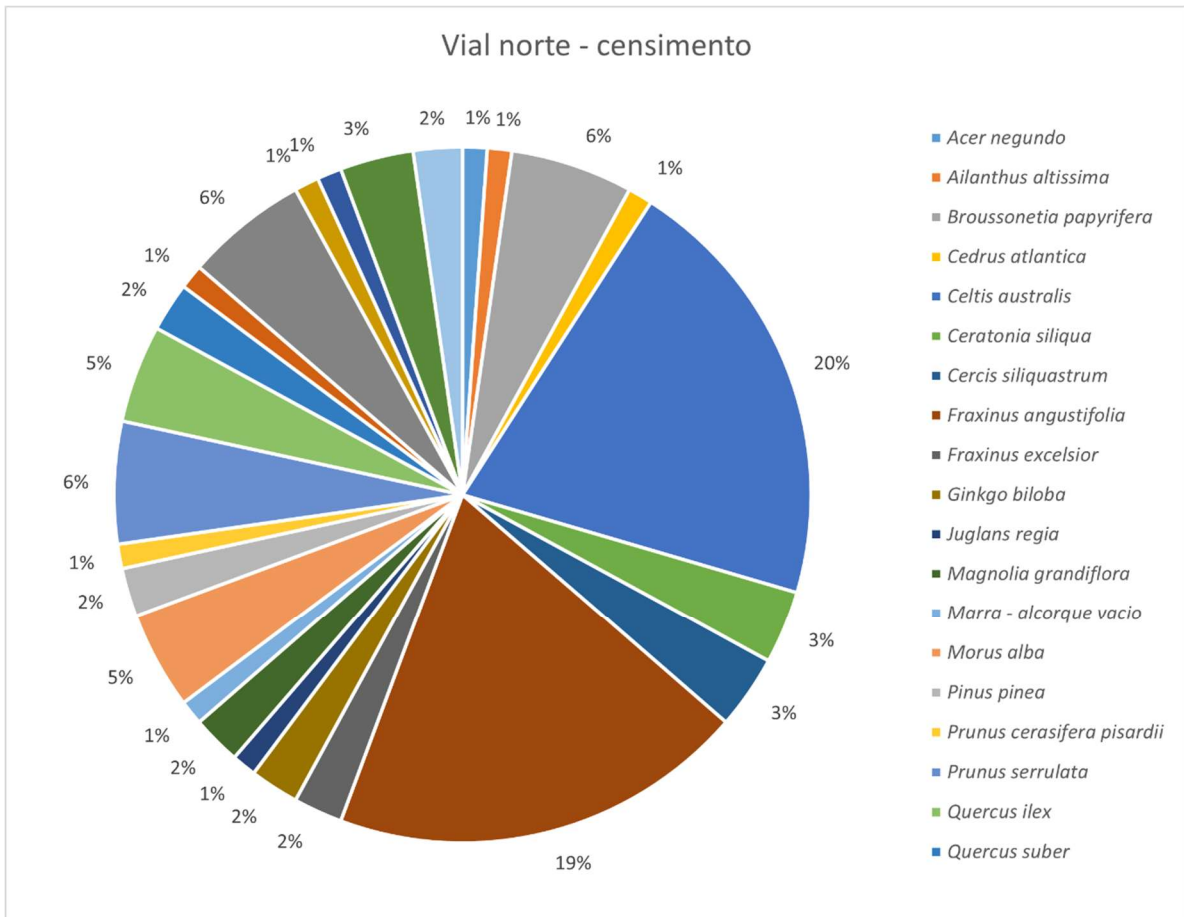


Figure 114: Vial Norte, censimento dell'area verde.

In questa area verde non si raggiungono circonferenze del fusto elevate a causa dell'assenza, quasi totale, di specie del genere *Pinus*, *Cedrus*, ecc. che solitamente mostrano esemplari dall'elevata circonferenza del fusto. Sono presenti alcuni esemplari di *Platanus x hybrida* però non sono ricaduti nelle unità campionarie, ovviamente, più una specie è presente più ci sono probabilità che i suoi esemplari si trovino in una delle unità campionarie e viceversa.

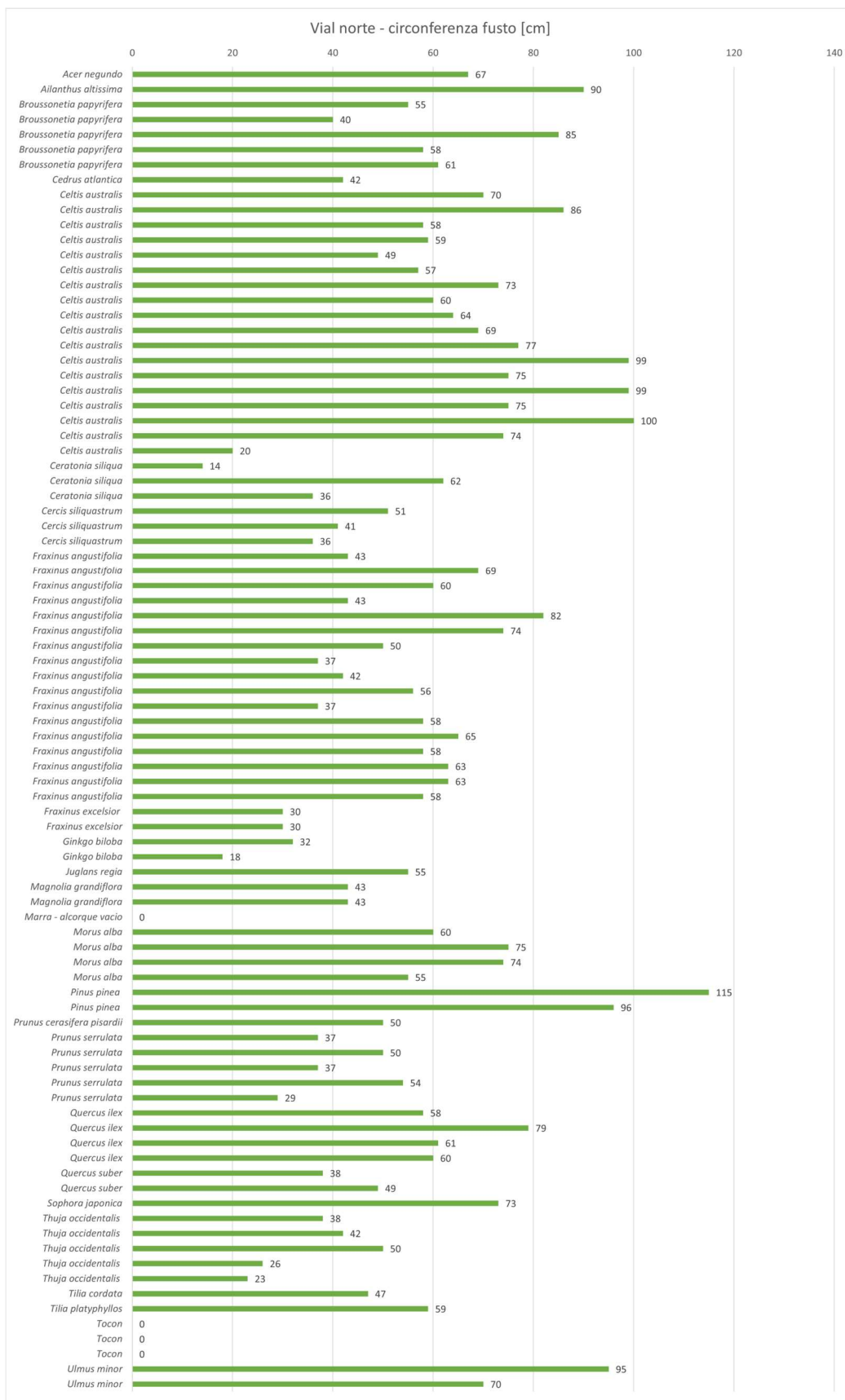


Figure 115: circonferenza dei fusti di Vial Norte.

Ciò che è stato precedentemente detto si riflette anche sull'altezza dei soggetti. L'altezza massima in questo parco, per i soggetti censiti, è stata di 15 [m].

Un esemplare di *Morus alba* ed uno di *Pinus pinea* raggiungono i 16 [m] di diametro di chioma¹³.

Tabla 31: altezza e dimensioni delle chiome delle piante di Vial Norte.

Especie	Altezza pianta [m]	Altezza di inserzione della chioma [m]	Diametro chioma [m]
<i>Acer negundo</i>	8	4	10
<i>Ailanthus altissima</i>	0	0	0
<i>Broussonetia papyrifera</i>	6,5	3	4,5
<i>Broussonetia papyrifera</i>	6,5	4	5
<i>Broussonetia papyrifera</i>	7	3,5	11
<i>Broussonetia papyrifera</i>	6	3,5	13
<i>Broussonetia papyrifera</i>	6	3,5	10
<i>Cedrus atlantica</i>	6,5	1,5	4
<i>Celtis australis</i>	8	3,5	10
<i>Celtis australis</i>	14	5	12
<i>Celtis australis</i>	7	5	8
<i>Celtis australis</i>	7	5	7
<i>Celtis australis</i>	6	5	7
<i>Celtis australis</i>	7,5	5	7
<i>Celtis australis</i>	8	5	7
<i>Celtis australis</i>	6,5	4,5	8
<i>Celtis australis</i>	7	5	8
<i>Celtis australis</i>	7,5	5	8
<i>Celtis australis</i>	0	0	0
<i>Celtis australis</i>	11	7	13
<i>Celtis australis</i>	0	0	0
<i>Celtis australis</i>	8,5	5	9
<i>Celtis australis</i>	9	6	13
<i>Celtis australis</i>	15	7	12
<i>Celtis australis</i>	14	7	8
<i>Celtis australis</i>	4	2,5	3
<i>Ceratonia siliqua</i>	5	2,5	5
<i>Ceratonia siliqua</i>	10	8	7
<i>Ceratonia siliqua</i>	11	9	7
<i>Cercis siliquastrum</i>	7	4	7
<i>Cercis siliquastrum</i>	4,5	3	5
<i>Cercis siliquastrum</i>	7	5	6
<i>Fraxinus angustifolia</i>	6	2,5	5
<i>Fraxinus angustifolia</i>	8,5	5	10
<i>Fraxinus angustifolia</i>	9	5	11
<i>Fraxinus angustifolia</i>	7	4	6
<i>Fraxinus angustifolia</i>	15	7	10

¹³ Allegati 17/18: grafici: rappresentazioni grafiche delle altezze e dimensioni delle chiome del parco Vial Norte.

<i>Fraxinus angustifolia</i>	9	5	12
<i>Fraxinus angustifolia</i>	6,5	5	4
<i>Fraxinus angustifolia</i>	6	4,5	4
<i>Fraxinus angustifolia</i>	6,5	5	4
<i>Fraxinus angustifolia</i>	6,5	5	4,5
<i>Fraxinus angustifolia</i>	6	5	3,5
<i>Fraxinus angustifolia</i>	13	7	10
<i>Fraxinus angustifolia</i>	13	7	11
<i>Fraxinus angustifolia</i>	12	7	7
<i>Fraxinus angustifolia</i>	10	6	9
<i>Fraxinus angustifolia</i>	12	7	9
<i>Fraxinus angustifolia</i>	13	7	11
<i>Fraxinus excelsior</i>	0	0	0
<i>Fraxinus excelsior</i>	0	0	0
<i>Ginkgo biloba</i>	7,5	5	2
<i>Ginkgo biloba</i>	9	5	10
<i>Juglans regia</i>	5	3	3
<i>Magnolia grandiflora</i>	3,5	0	2
<i>Magnolia grandiflora</i>	8	3,5	5
<i>Marra - alcorque vacio</i>	0	0	0
<i>Morus alba</i>	8,5	4	12
<i>Morus alba</i>	7	4	13
<i>Morus alba</i>	0	0	0
<i>Morus alba</i>	9	3	16
<i>Pinus pinea</i>	12	7	16
<i>Pinus pinea</i>	0	0	0
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	6	3,5	4
<i>Prunus serrulata</i>	4	0	3
<i>Prunus serrulata</i>	7	0	8
<i>Prunus serrulata</i>	0	0	0
<i>Prunus serrulata</i>	0	0	0
<i>Prunus serrulata</i>	5	0	5
<i>Quercus ilex</i>	9	3,5	13
<i>Quercus ilex</i>	12	5,5	11
<i>Quercus ilex</i>	9	7	5
<i>Quercus ilex</i>	11	7	9
<i>Quercus suber</i>	8	6	4
<i>Quercus suber</i>	5	3	6
<i>Sophora japonica</i>	13	8	8
<i>Thuja occidentalis</i>	3	1,5	3
<i>Thuja occidentalis</i>	3	1,5	3
<i>Thuja occidentalis</i>	3,5	0	4
<i>Thuja occidentalis</i>	7,5	0	4
<i>Thuja occidentalis</i>	6	0	4
<i>Tilia cordata</i>	8	3	6

<i>Tilia platyphyllos</i>	8	4	10
<i>Tocon</i>	0	0	0
<i>Tocon</i>	0	0	0
<i>Tocon</i>	0	0	0
<i>Ulmus minor</i>	12	3,5	12
<i>Ulmus minor</i>	13	7	11

5.2.8. Jardines de la Victoria

Tratto distintivo della città e delle sue aree verdi: la specie *Citrus aurantium* 21 [%]; seguito dalla specie *Celtis australis* 17 [%] e *Casuarina equisetifolia* 14 [%]. Per quanto concerne la specie *Celtis australis*, la situazione è la medesima già analizzata nel Vial Norte.

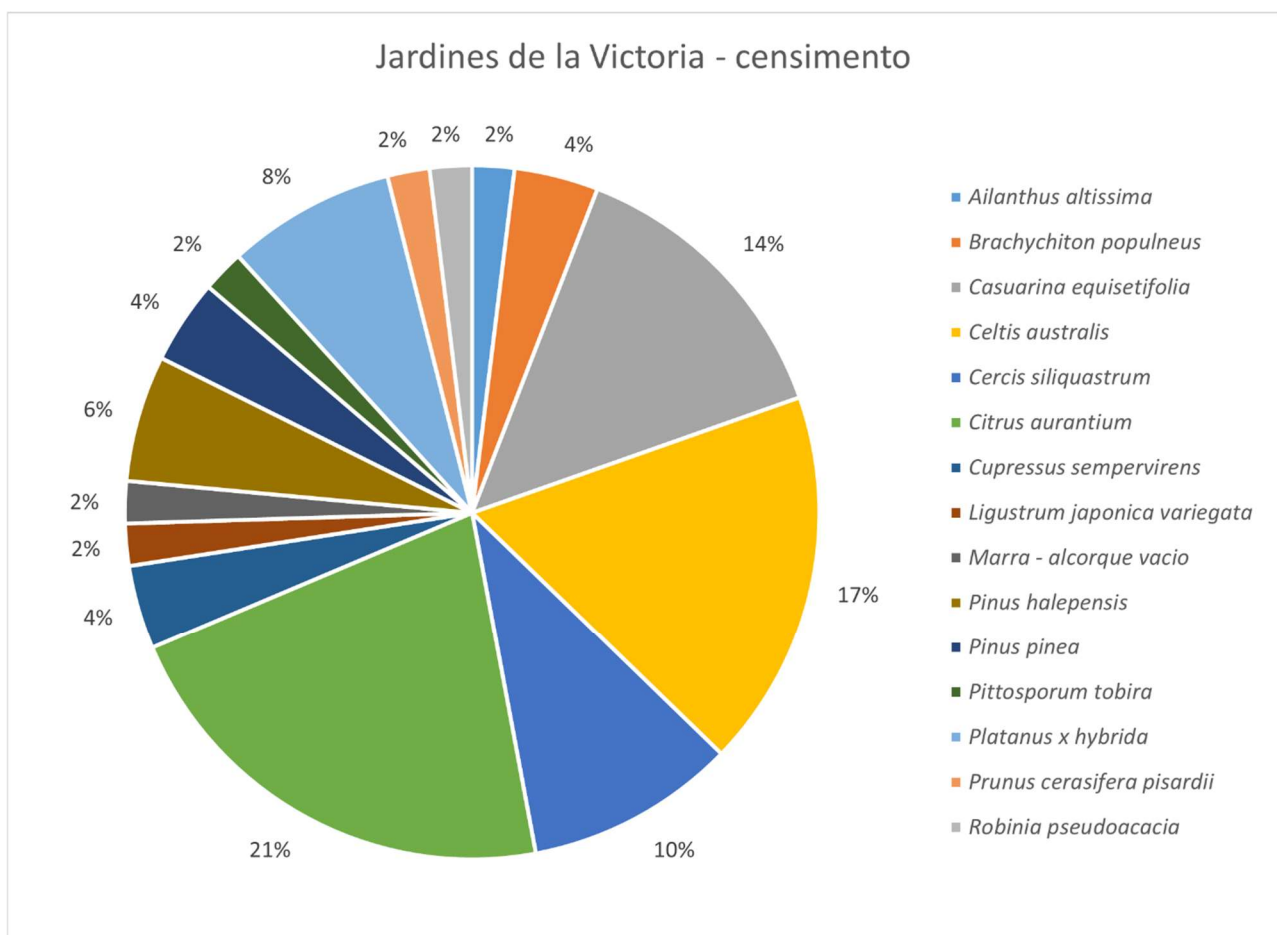


Figure 116: Jardines de la Victoria, censimento dell'area verde.

Le circonferenze maggiori sono raggiunte dagli esemplari delle specie: *Casuarina equisetifolia* (250 [cm]), *Pinus pinea* (240 [cm]) e *Pinus halepensis* (239 [cm]).

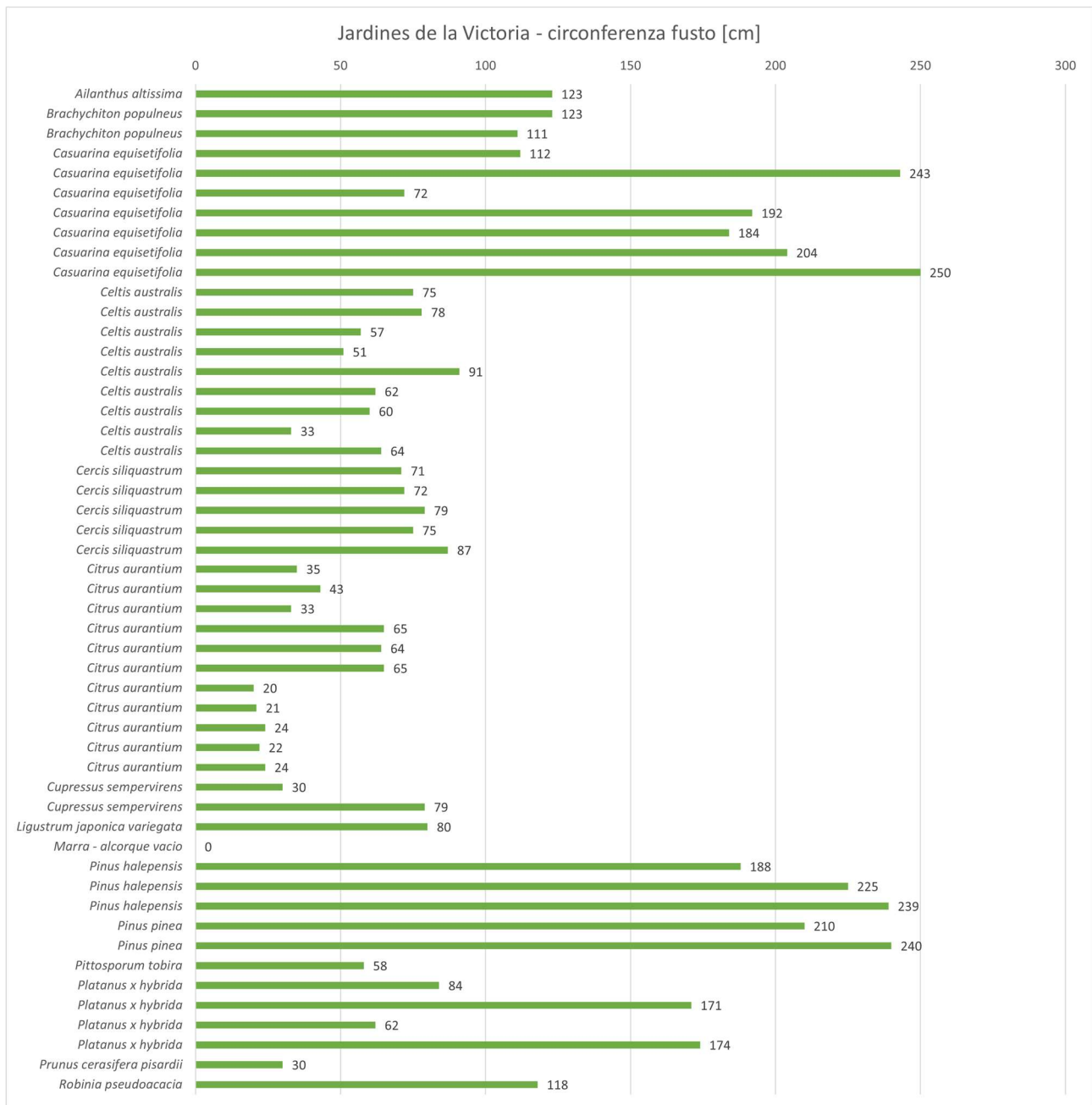


Figure 117: circonferenza dei fusti di Jardines de la Victoria.

A circonferenze di fusto maggiori, come spesso succede, corrispondono altezze maggiori con gli esemplari più alti che raggiungono i 27 [m]. Nel parco sono probabilmente presenti individui di altezza maggiore che però non sono ricaduti nelle aree di saggio, le loro altezze, in ogni caso, non superano di molto quelle riportate nel grafico sottostante.

Le chiome di maggiori dimensioni sono presentate dagli esemplari di *Pinus pinea* e *Pinus halepensis*¹⁴.

¹⁴ Allegati 19/20: grafici: rappresentazioni grafiche delle altezze e dimensioni delle chiome del parco Vallellano izquierda.

Tabla 32: altezza e dimensioni delle chiome delle piante di Jardines de la Victoria.

Especie	Altezza pianta [m]	Altezza di inserzione della chioma [m]	Diametro chioma [m]
<i>Ailanthus altissima</i>	8	3,5	7
<i>Brachychiton populneus</i>	0	0	0
<i>Brachychiton populneus</i>	10,5	5,5	9
<i>Casuarina equisetifolia</i>	14	10	4,5
<i>Casuarina equisetifolia</i>	21	8	22
<i>Casuarina equisetifolia</i>	8	3	5
<i>Casuarina equisetifolia</i>	20	7,5	10
<i>Casuarina equisetifolia</i>	18	6	8
<i>Casuarina equisetifolia</i>	27	8	12
<i>Casuarina equisetifolia</i>	11	5,5	9
<i>Celtis australis</i>	9,5	3,5	8
<i>Celtis australis</i>	11	4	8
<i>Celtis australis</i>	7	3	8
<i>Celtis australis</i>	7,5	3	9
<i>Celtis australis</i>	10	4	16
<i>Celtis australis</i>	7	3	6
<i>Celtis australis</i>	7,5	3	6
<i>Celtis australis</i>	8,5	4	7
<i>Celtis australis</i>	7,5	3,5	8
<i>Cercis siliquastrum</i>	9	3,5	10
<i>Cercis siliquastrum</i>	8	3,5	10
<i>Cercis siliquastrum</i>	8	3,5	9
<i>Cercis siliquastrum</i>	8,5	3,5	11
<i>Cercis siliquastrum</i>	8	3,5	9
<i>Citrus aurantium</i>	7	3	6
<i>Citrus aurantium</i>	8	3	6,5
<i>Citrus aurantium</i>	4,5	2,5	5
<i>Citrus aurantium</i>	5,5	3	5
<i>Citrus aurantium</i>	6	2,5	5
<i>Citrus aurantium</i>	6,5	3	5
<i>Citrus aurantium</i>	4,5	2	3,5
<i>Citrus aurantium</i>	4,5	2	3
<i>Citrus aurantium</i>	4,5	2,5	3
<i>Citrus aurantium</i>	5	2,5	4,5
<i>Citrus aurantium</i>	4,5	2,5	4
<i>Cupressus sempervirens</i>	0	0	0
<i>Cupressus sempervirens</i>	11	1	3
<i>Ligustrum japonica variegata</i>	0	0	0
<i>Marra - alcorque vacio</i>	0	0	0
<i>Pinus halepensis</i>	26	7	14
<i>Pinus halepensis</i>	25	15	18
<i>Pinus halepensis</i>	27	15	18

<i>Pinus pinea</i>	21	18	17
<i>Pinus pinea</i>	23	20	26
<i>Pittosporum tobira</i>	5	1,5	7
<i>Platanus x hybrida</i>	14	7	8
<i>Platanus x hybrida</i>	19	7	22
<i>Platanus x hybrida</i>	15	8	8
<i>Platanus x hybrida</i>	0	0	0
<i>Prunus cerasifera pisardii</i>	0	0	0
<i>Robinia pseudoacacia</i>	16	11	8

5.2.9. Generali

I risultati generali del censimento saranno rappresentati graficamente in maniera distinta, rispetto agli stessi per i singoli parchi. Così facendo si restituisce un risultato più immediato dal punto di vista visivo ed interessante, tralasciando ripetizioni.

Prevedibili i risultati generali del censimento, le specie più rappresentative sono: *Citrus aurantium* 15 [%], *Platanus hybrida* 14 [%] e *Celtis australis* 8 [%].

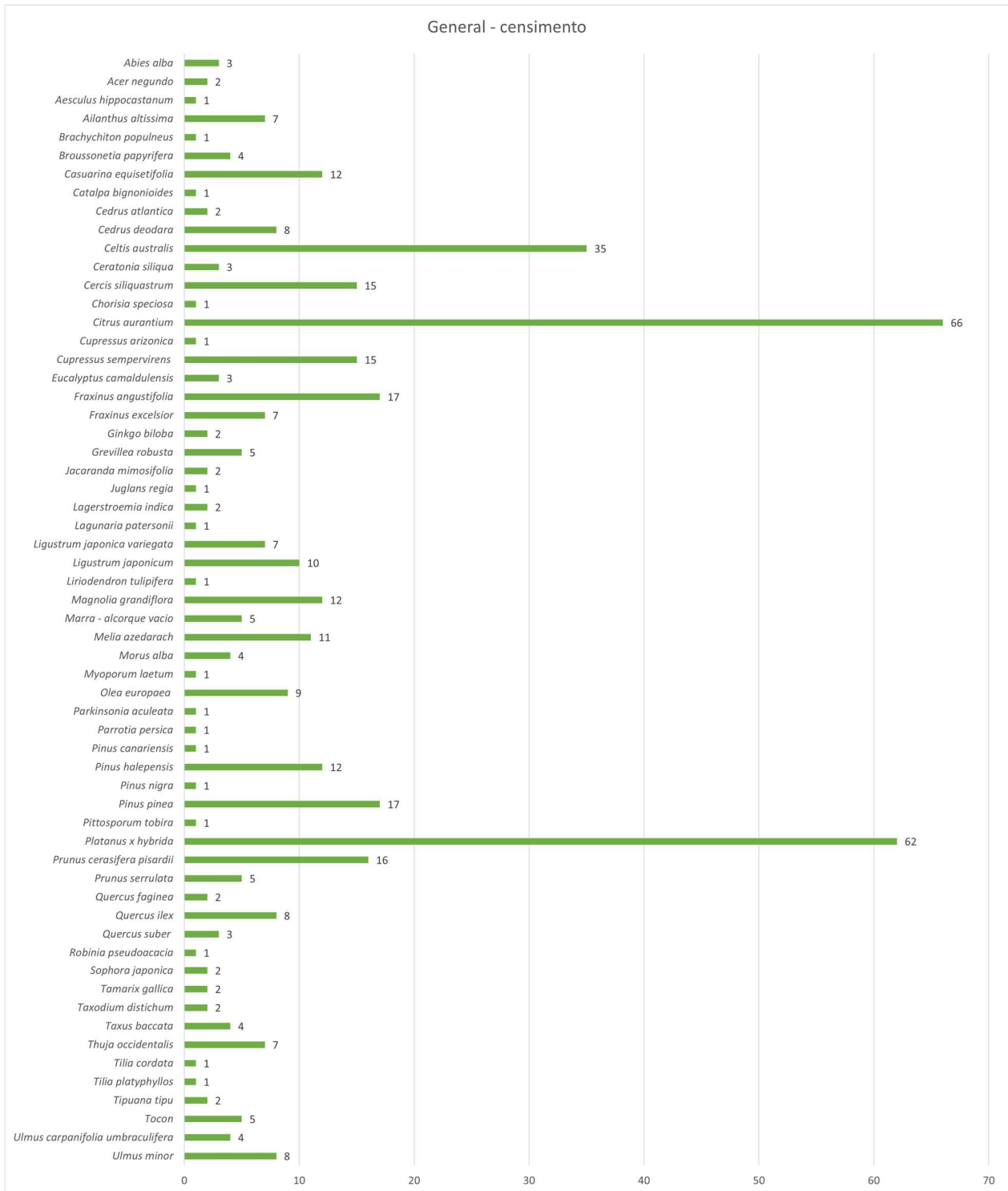


Figure 118: censimento generale di tutte le aree verdi.

La circonferenza media del fusto è di ben 83,7 [cm] e l'latezza media è di 12,6 [m]. Inoltre, le dimensioni medie di chioma prevedono un'altezza di inserzione di 5,3 [m] ed un diametro di 9,3 [m]. Questi valori sono stati ricavati facendo una media tra tutte le piante censite.

5.3. I-Tree

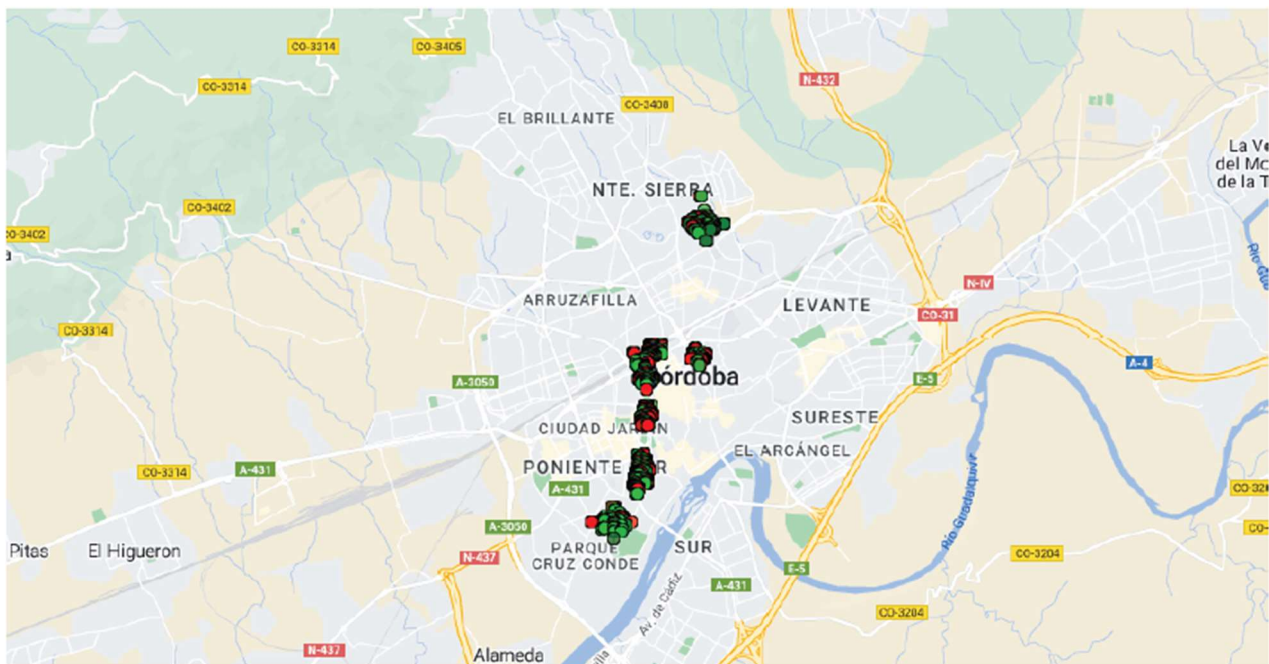


Figure 119: mappa dei punti analizzati da i-Tree.

La mappa ci viene restituita da i-Tree indicando tutti i punti che sono stati considerati nell'analisi. I punti assumono un colore differente, come le barre del grafico sottostante, in base alla loro caratterizzazione. Le strade saranno indicate con il colore rosso, i tappeti erbosi in verde scuro, le chiome di alberi ed arbusti in verde chiaro e così via; il significato dei colori e delle abbreviazioni si può trovare nella legenda sottostante.

Nel grafico sottostante vediamo come più del 40 [%] dei punti esaminati sia ricaduto sopra la chioma di un albero, o di un arbusto, per un totale di quasi 2,5 [ha]. Successivamente, incontriamo le strade con circa il 26 [%] dei punti. Questa categoria indica non solo le strade propriamente dette, bensì, indica anche i camminamenti pedonali o ciclabili pavimentati con superfici inerti (baldosas, asfalto, hormigón); per un totale di poco superiore ad 1,5 [ha]. Circa 1 [ha] è destinato a superfici a tappeto erboso (cespéd), il 17 [%] ed infine, il 10 [%] a suolo nudo (tierra). Le altre categorie non superano il 0,5 [ha] di superficie.

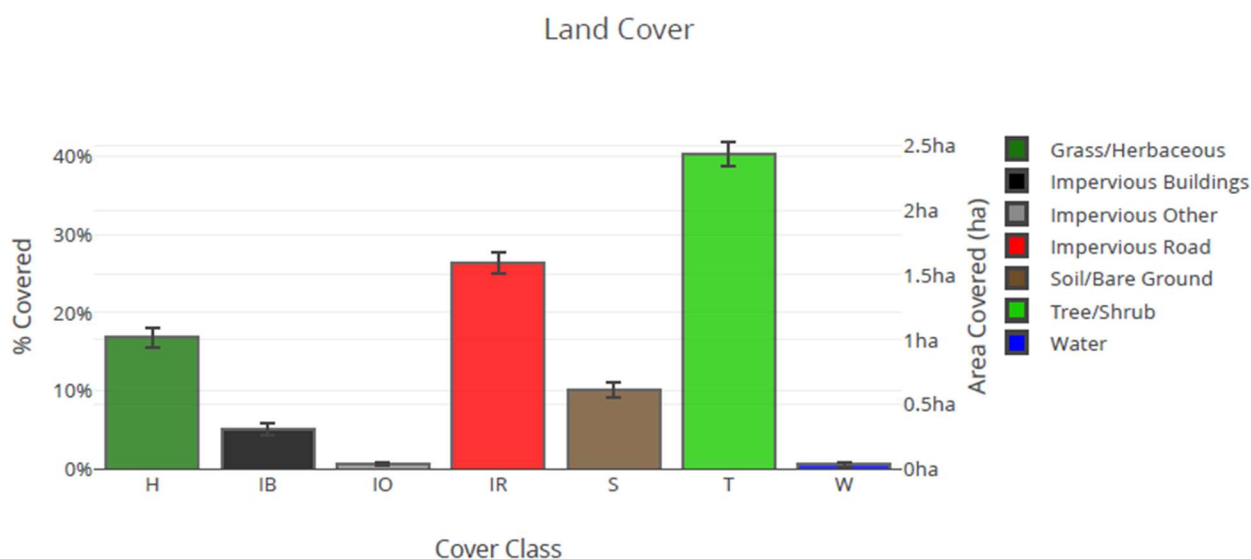


Figure 120: legenda indagine i-Tree.

Abbr.	Cover Class	Description	Points	% Cover ± SE	Area (ha) ± SE
H	Grass/Herbaceous		168	16.80 ± 1.18	1.02 ± 0.07
IB	Impervious Buildings		51	5.10 ± 0.70	0.31 ± 0.04
IO	Impervious Other		7	0.70 ± 0.26	0.04 ± 0.02
IR	Impervious Road		263	26.30 ± 1.39	1.59 ± 0.08
S	Soil/Bare Ground		102	10.20 ± 0.96	0.62 ± 0.06
T	Tree/Shrub		403	40.30 ± 1.55	2.44 ± 0.09
W	Water		6	0.60 ± 0.24	0.04 ± 0.01
Total			1000	100.00	6.05

Figure 121: legenda indagine i-Tree.

I risultati di i-Tree sono molto importanti, soprattutto per trattare con i decisori politici, perché consentono di dare un valore economico ai benefici resi da queste aree verdi.

Nella tabella sottostante si può vedere come l'instancabile lavoro degli alberi nel sottrarre carbonio dell'atmosfera si converta in un beneficio pari a 1.627 [€] all'anno. Se invece parliamo del carbonio stoccato al loro interno superiamo i 30.000 [€].

Tree Benefit Estimates: Carbon (Metric units)

Description	Carbon (t)	±SE	CO ₂ Equiv. (t)	±SE	Value (EUR)	±SE
Sequestered annually in trees	9.49	±0.37	34.78	±1.34	€1,627	±63
Stored in trees (Note: this benefit is not an annual rate)	187.41	±7.21	687.18	±26.45	€32,136	±1,237

Currency is in EUR and rounded. Standard errors of removal and benefit amounts are based on standard errors of sampled and classified points. Amount sequestered is based on 3.890 t of Carbon, or 14.263 t of CO₂, per ha/yr and rounded. Amount stored is based on 76.848 t of Carbon, or 281.776 t of CO₂, per ha and rounded. Value (EUR) is based on €171.47/t of Carbon, or €46.76/t of CO₂ and rounded. (Metric units: t = tonnes, metric tons, ha = hectares)

Figure 122: benefici di anidride carbonica ottenuti con i-Tree.

Le aree verdi non solo generano benefici riguardo lo stoccaggio del carbonio; anche riguardo la qualità dell'aria. Nella tabella vediamo come i parchi esaminati rimuovono molte sostanze nocive tra cui: monossido di carbonio (CO), ozono (O₃), ecc. per un totale di 2.416 [€].

Tree Benefit Estimates: Air Pollution (Metric units)

Abbr.	Description	Amount (kg)	±SE	Value (EUR)	±SE
CO	Carbon Monoxide removed annually	4.71	±0.18	€6	±0
NO2	Nitrogen Dioxide removed annually	27.44	±1.06	€22	±1
O3	Ozone removed annually	169.10	±6.51	€1,094	±42
SO2	Sulfur Dioxide removed annually	5.56	±0.21	€1	±0
PM2.5	Particulate Matter less than 2.5 microns removed annually	4.44	±0.17	€972	±37
PM10*	Particulate Matter greater than 2.5 microns and less than 10 microns removed annually	50.71	±1.95	€320	±12
Total		261.95	±10.08	€2,416	±93

Currency is in EUR and rounded. Standard errors of removal and benefit amounts are based on standard errors of sampled and classified points. Air Pollution Estimates are based on these values in kg/ha/yr @ €/kg/yr and rounded:

CO 1.932 @ €1.34 | NO2 11.250 @ €0.82 | O3 69.338 @ €6.47 | SO2 2.278 @ €0.25 | PM2.5 1.819 @ €219.03 | PM10* 20.792 @ €6.30 (Metric units: kg = kilograms, ha = hectares)

Figure 123: benefici inquinamento dell'aria ottenuti con i-Tree.

Il beneficio si presenta anche a livello idrico, purtroppo, l'assenza di dati non ci permette di calcolarlo; ciò non cancella che questo esista.

Tree Benefit Estimates: Hydrological (Metric units)

Abbr.	Benefit	Amount (kl)	±SE	Value (EUR)	±SE
AVRO	Avoided Runoff	5.74	±0.22	€12	±0
E	Evaporation	21.48	±0.83	N/A	N/A
I	Interception	21.54	±0.83	N/A	N/A
T	Transpiration	73.80	±2.84	N/A	N/A
PE	Potential Evaporation	269.56	±10.38	N/A	N/A
PET	Potential Evapotranspiration	227.45	±8.75	N/A	N/A

Currency is in EUR and rounded. Standard errors of removal and benefit amounts are based on standard errors of sampled and classified points. Hydrological Estimates are based on these values in kl/ha/yr @ €/kl/yr and rounded:

AVRO 2.354 @ €2.15 | E 8.807 @ N/A | I 8.831 @ N/A | T 30.263 @ N/A | PE 110.533 @ N/A | PET 93.265 @ N/A (Metric units: kl = kiloliters, ha = hectares)

Figure 124: benefici idrologici ottenuti con i-Tree.

6. CONCLUSIONI

Rispondendo alle domande presenti nel capitolo 3.2 obiettivi.

1. Dato l'area limitata delle aree verdi delle città di dimensioni medie, come Córdoba (con circa 324.000 abitanti in 6.816 [ha] di superficie urbana), è fondamentale svolgere questo lavoro tenendo in considerazione: la forma, la posizione e le dimensioni delle aree verdi scelte. Quest'ultime vengono differenziate inizialmente secondo il perimetro: rettangolare o rotondo; stati scelti quattro parchi per ognuna di queste due categorie. I parchi presentano superfici differenti e posizioni differenti all'interno della città. Questo è servito ad ottenere dati eterogenei ed avere dei risultati più ampi e completi venendo da una base di dati più ampia.
2. Possiamo notare l'effetto di mitigazione della temperatura da parte delle aree verdi. I dati sono stati rilevati nell'ultima decade di novembre, ad inverno già iniziato, questo ci restituisce temperature più basse al di fuori dei parchi rispetto che all'interno. La superficie inerte si raffredda più facilmente rispetto alle superfici vive. Agricultura, Vial Norte e Jardines de la Victoria sono gli unici casi dove la temperatura interna è inferiore all'esteriore, questo deriva: dalle dimensioni ridotte del parco, la presenza di strade molto trafficate e la posizione centrale all'interno della città. Il combinarsi di questi fattori sovrasta l'effetto armonizzatore della temperatura delle aree verdi stesse.
I risultati rispettano le ipotesi iniziali.
3. Netto l'effetto migliorativo sulla qualità dell'aria. Le aree verdi in esame dimostrano una minore presenza di anidride carbonica [ppm], meno Vallellano izquierda e Vial Norte. Questi ultimi due sono parchi con una superficie ridotta e sono circondati da arterie molto trafficate di Córdoba. Va sottolineato che all'interno del parco, in questi due casi, il livello di anidride carbonica [ppm] è più elevato per solo 0,20 [ppm] circa.
I risultati rispettano le ipotesi iniziali.
4. La correlazione è presente e si combina con tutti i caratteri del parco: posizione nella città, grandezza del parco, presenza di strade trafficate, struttura del parco.
5. La forma perimetrale non influisce sensibilmente sulla temperatura rilevata all'interno delle aree verdi.
6. La forma perimetrale non influisce sensibilmente sulla qualità dell'aria. Influiscono maggiormente fattori come la posizione all'interno della città e la grandezza del parco.

Bisogna ricordare che i dati da cui vengono estrapolati i risultati di questo lavoro sono stati rilevati durante l'inverno. I risultati, che a prima vista potrebbero deludere le aspettative, in realtà sono coerenti con le ipotesi avanzate all'inizio dello studio.

Per confermare l'effetto di mitigazione delle aree verdi sopra la temperatura il lavoro dovrebbe essere ripetuto durante l'estate; dove le temperature sono più elevate e l'irradiazione è maggiore. In questo caso ci aspetteremmo risultati opposti a quelli ottenuti, ovvero, l'interno dei parchi più fresco rispetto all'esterno.

7. BIBLIOGRAFIA

Ayuntamiento de Barcelona. *ÁRBOLES PARA VIVIR Plan Director Del Arbolado de Barcelona*. 2017.

Calaza Martínez, Pedro. *Infraestructura Verde: Sistema Natural de Salud Pública*. ResearchGate, Madrid, Mundi-Prensa, 2016,
www.researchgate.net/publication/315768389_Infraestructura_verde_Sistema_natural_de_Salud_Green_infrastructure_Natural_Health_System.

Coder, Kim D. *Tree Root Growth Requirements*. University of Georgia Warnell School of Forest Resources, Extension Publication FOR00-5, 2000,
arborcaresolutions.com.au/treerootgrowth.pdf.

Comisión Europea. *Construir Una Infraestructura Verde Para Europa*. Luxemburgo, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2014, op.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/738d80bb-7d10-47bc-b131-ba8110e7c2d6.

González Molina, and José María. *Introducción a La Silvicultura General*. Ponferrada, Universidad de León, 2005.

Iguiñiz Agesta, Gabriel. *Apuntes de Plantación, Poda Y Gestión Estructural Del Arbolado Urbano*. La Pobra Llarga, Asociación Española de Arboricultura, 2009.

International Society of Arboriculture. "International Society of Arboriculture." *Www.isa-Arbor.com*, 2017, www.isa-arbor.com/education/onlineresources/dictionary.

Konijnendijk, et al. *Defining Urban Forestry - a Comparative Perspective of North America and Europe*. ResearchGate , Urban Forestry & Urban Greening, n° 4, 93-103, 2006,
www.researchgate.net/publication/222515603_Defining_urban_forestry-A_comparative_perspective_of_North_America_and_Europe.

Kuchelmeister, and Guido. "Árboles Y Silvicultura En El Milenio Urbano." *Unasyuva* , vol. 51, no. 200, 2000,

www.academia.edu/1751131/%C3%81rboles_y_silvicultura_en_el_milenio_urbano.

Accessed 10 Feb. 2024.

Merino Jiménez, et al. *Inventario de Arbolado Y Zonas Verdes Públicas de La Ciudad de Córdoba*.

Córdoba, Córdoba, 12 Jan. 2015.

Meteorología, Agencia Estatal de. "Agencia Estatal de Meteorología - AEMET. Gobierno de España." *Www.aemet.es*, 2010, www.aemet.es/es/portada.

Miller, et al. *Urban Forestry: Planning and Managing Urban Greenspaces*. Long Grove, Illinois,

Waveland, 2015, www.researchgate.net/publication/222515603_Defining_urban_forestry-A_comparative_perspective_of_North_America_and_Europe.

Montoya Oliver, et al. *Silvicultura Tomo I*. Madrid, Fundación Conde del Valle de Salazar-Ediciones Mundiprensa, 2004.

National Geographic. "Córdoba." *Viajes.nationalgeographic.com.es*,

viajes.nationalgeographic.com.es/c/cordoba. Accessed 10 Feb. 2024.

Rivas Torres, Daniel. *Silvicultura Urbana Y Arboricultura: Discusión Conceptual*.

<http://www.rivasdaniel.com>., 2017,

www.yumpu.com/es/document/view/14148358/silvicultura-urbana-y-arboricultura-daniel-rivas.

Salbitano, et al. *Directrices Para La Silvicultura Urbana Y Periurbana*. Roma, Organización de las

Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016,

[www.google.com/search?q=Guidelines+on+Urban+and+Peri-](http://www.google.com/search?q=Guidelines+on+Urban+and+Peri-urban+Forestry.+Rome%3A+Food+and+Agriculture+Organization+of+the+United+Nations.%2C+2016.&oq=Guidelines+on+Urban+and+Peri-urban+Forestry.+Rome%3A+Food+and+Agriculture+Organization+of+the+United+Nations.%2C+2016.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzQ2MWowajeoAgCwAgA&sourceid=c)

[urban+Forestry.+Rome%3A+Food+and+Agriculture+Organization+of+the+United+Nations.%2C+2016.&oq=Guidelines+on+Urban+and+Peri-](http://www.google.com/search?q=Guidelines+on+Urban+and+Peri-urban+Forestry.+Rome%3A+Food+and+Agriculture+Organization+of+the+United+Nations.%2C+2016.&oq=Guidelines+on+Urban+and+Peri-urban+Forestry.+Rome%3A+Food+and+Agriculture+Organization+of+the+United+Nations.%2C+2016.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzQ2MWowajeoAgCwAgA&sourceid=c)

[urban+Forestry.+Rome%3A+Food+and+Agriculture+Organization+of+the+United+Nations.%2C+2016.&oq=Guidelines+on+Urban+and+Peri-](http://www.google.com/search?q=Guidelines+on+Urban+and+Peri-urban+Forestry.+Rome%3A+Food+and+Agriculture+Organization+of+the+United+Nations.%2C+2016.&oq=Guidelines+on+Urban+and+Peri-urban+Forestry.+Rome%3A+Food+and+Agriculture+Organization+of+the+United+Nations.%2C+2016.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzQ2MWowajeoAgCwAgA&sourceid=c)

[urban+Forestry.+Rome%3A+Food+and+Agriculture+Organization+of+the+United+Nations.%2C+2016.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzQ2MWowajeoAgCwAgA&sourceid=c](http://www.google.com/search?q=Guidelines+on+Urban+and+Peri-urban+Forestry.+Rome%3A+Food+and+Agriculture+Organization+of+the+United+Nations.%2C+2016.&oq=Guidelines+on+Urban+and+Peri-urban+Forestry.+Rome%3A+Food+and+Agriculture+Organization+of+the+United+Nations.%2C+2016.&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOdIBBzQ2MWowajeoAgCwAgA&sourceid=c)

hrome&ie=UTF-8.

Sánchez García, Mariano. *Diseñando La Ciudad Arbolada*. La Poble Llarga, IPL, 2013.

Sánchez-Blanco Martín-Artajo, et al. *Defectos Y Anomalías Del Arbolado Viario de Madrid. Guía de Reconocimiento Y Diagnóstico*.

<http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/ZonasVerdes/ContenidosGenericos/DefectosArbolado.pdf>, 2017, diario.madrid.es/cieaelretiro/wp-content/uploads/sites/57/2020/05/Defectos-y-anomal%C3%ADas-del-arbolado-viario-de-Madrid.pdf.

Shigo, Alex L. *Arboricultura Moderna, Compendio*. Durham, New Hampshire, Shigo and Trees, Associates, 1994.

Urban Natural Resources Institute-U.S. Forest Service-Department of Agriculture. "Urban Natural Resources Institute." *Urban Natural Resources Institute*, 2017, www.unri.org. Accessed 10 Feb. 2024.

9. ALLEGATI

Allegato 1:

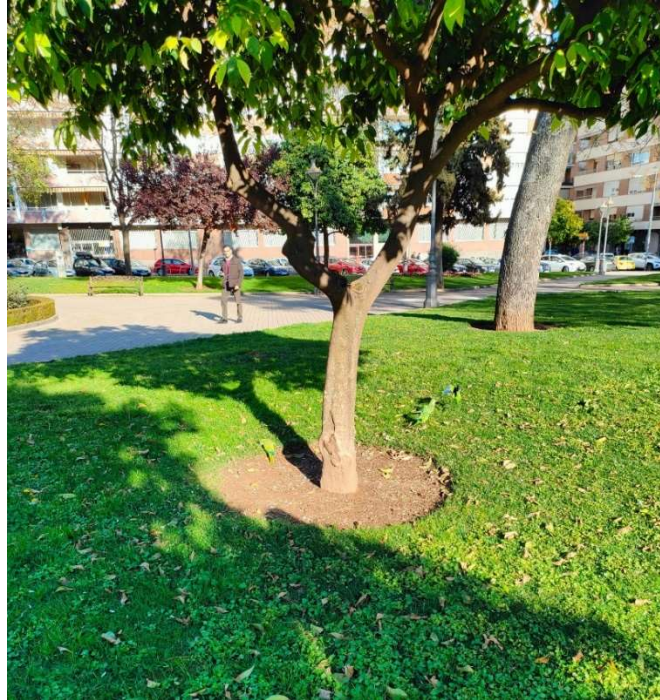


Figure 125: esemplare protetto da pacciamatura.

Allegato 2:



Figure 126: termometro della città di Córdoba il giorno 28 settembre 2023.

Allegato 3:



Figure 127: fontana di Córdoba durante i mesi di siccità.

Allegato 4:



Figure 128: rimozione delle arance da un esemplare di *Citrus aurantium*.

Allegato 5:

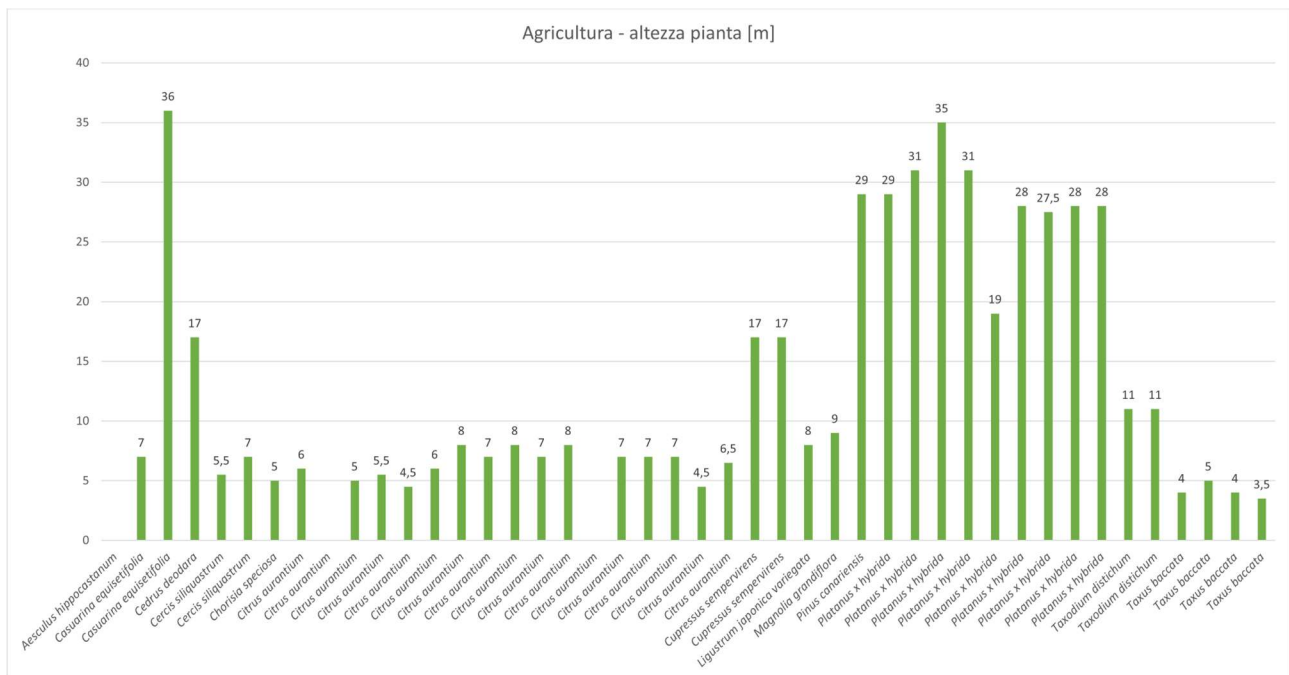


Figure 129: altezza [m] delle piante del parco Agricoltura.

Allegato 6:

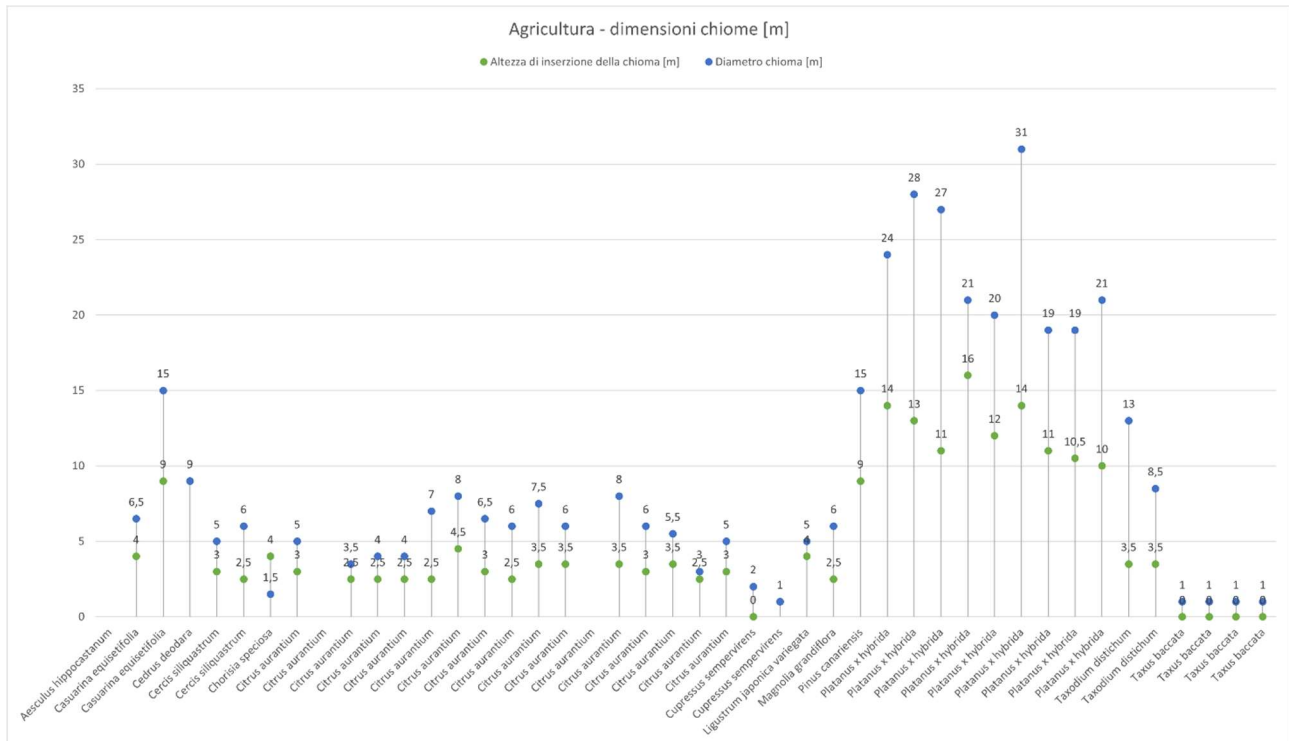


Figure 130: dimensioni delle chiome [m] del parco Agricoltura.

Allegato 7:

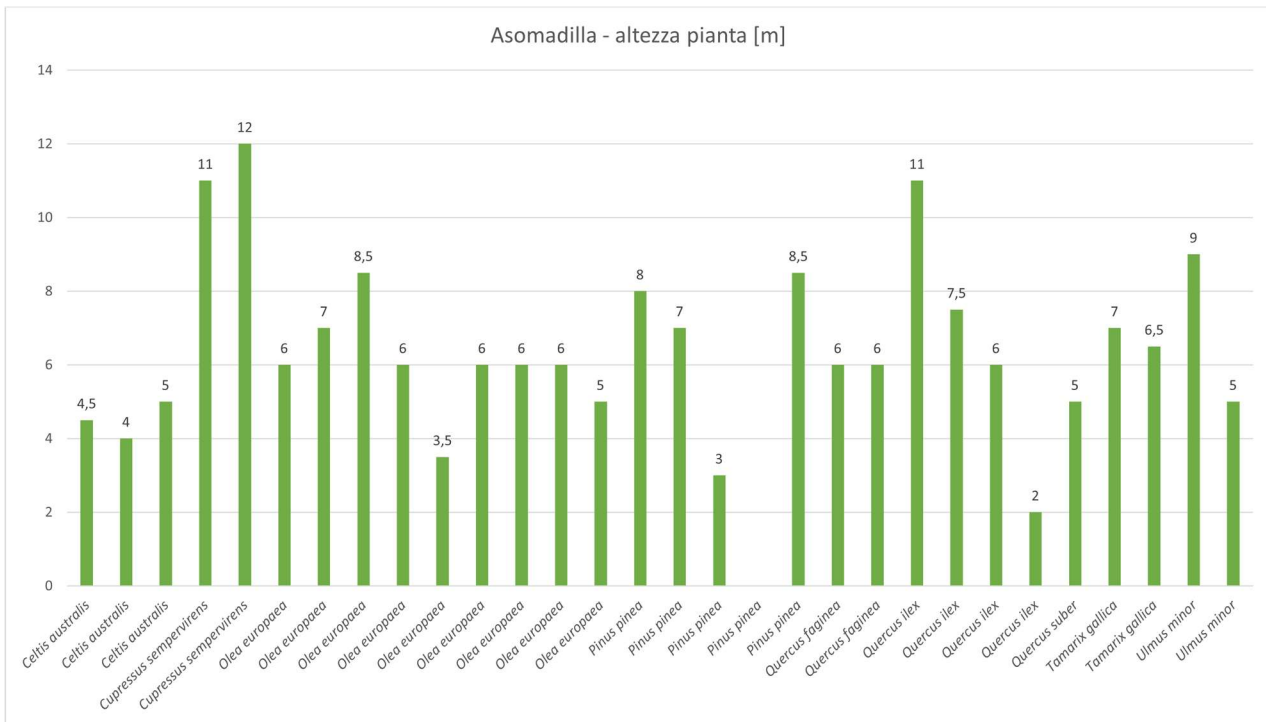


Figure 131: altezza [m] delle piante del parco Asomadilla.

Allegato 8:

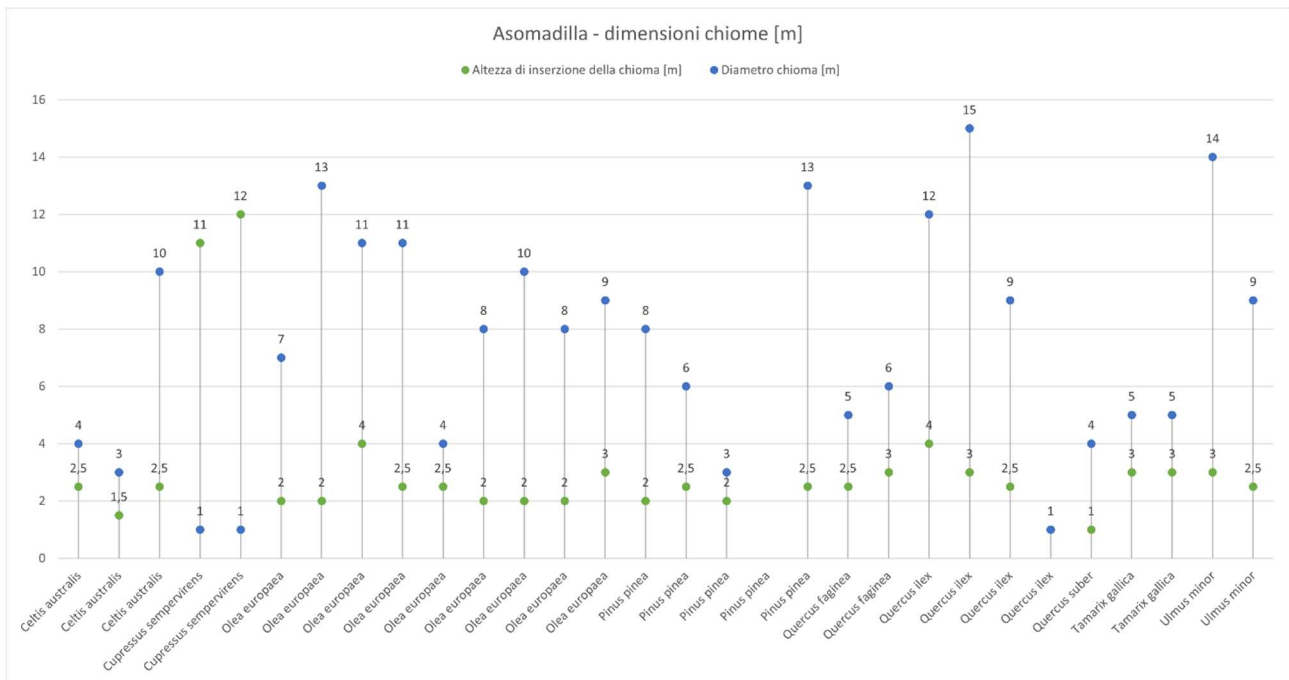


Figure 132: dimensioni delle chiome [m] del parco Asomadilla.

Allegato 9:

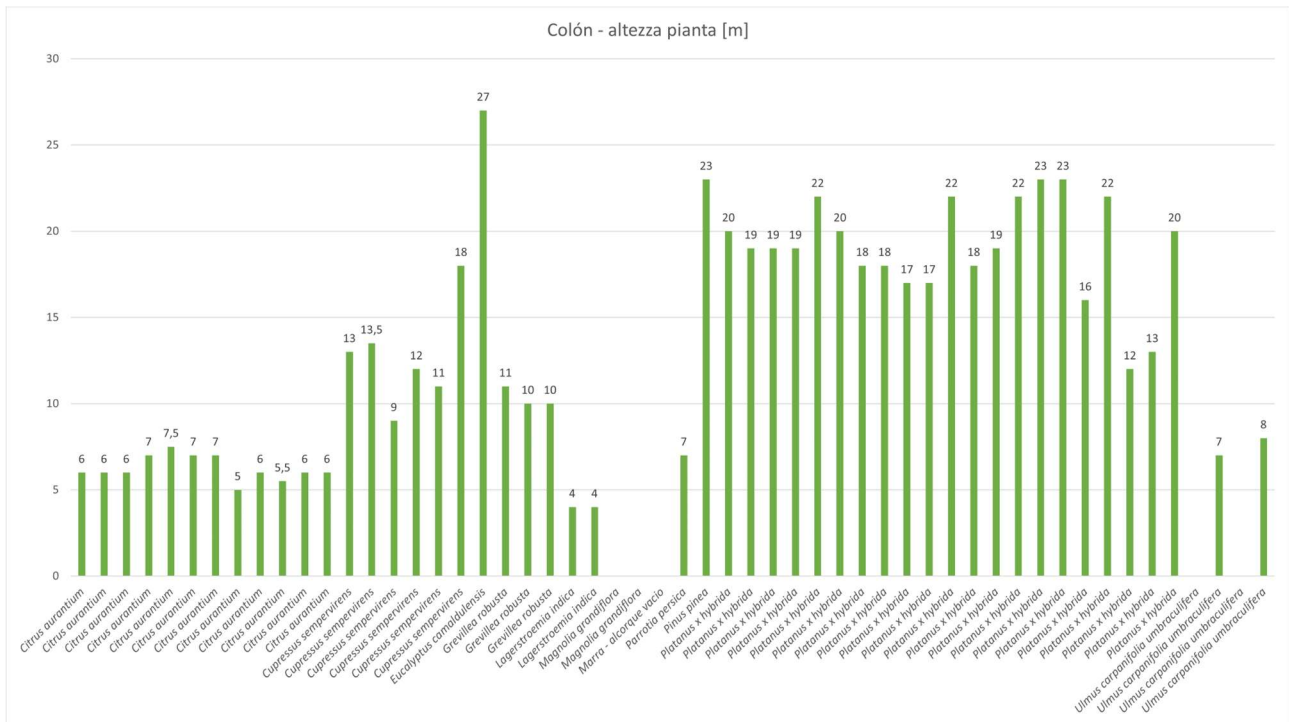


Figure 133: altezza [m] delle piante del parco Colón.

Allegato 10:

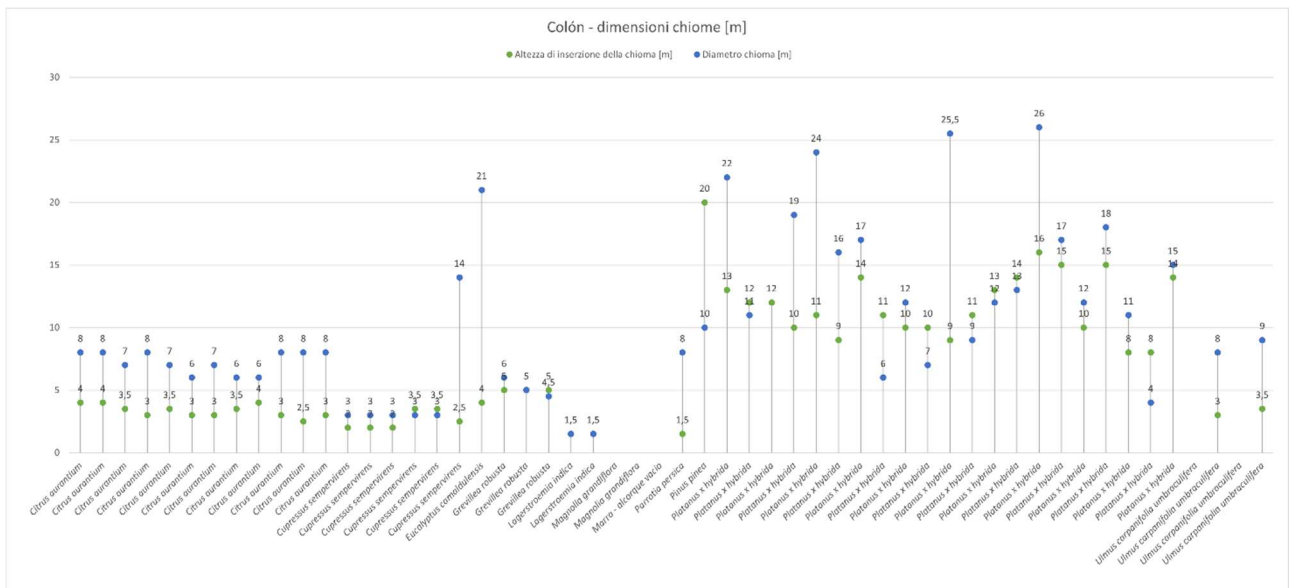


Figure 134: dimensioni delle chiome [m] del parco Colón.

Allegato 11:

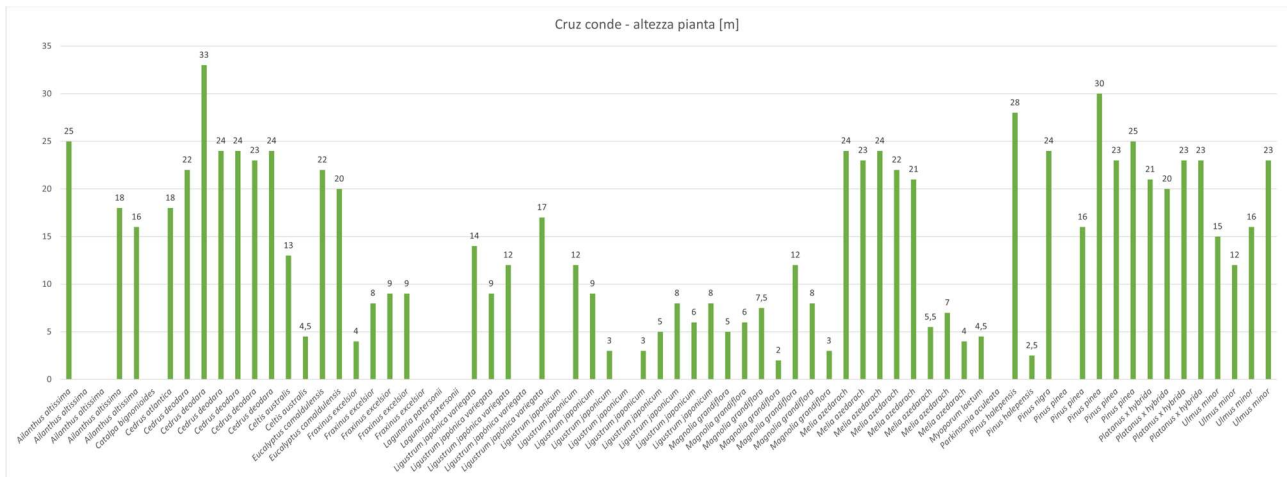


Figure 135: altezza [m] delle piante del parco Cruz Conde.

Allegato 12:

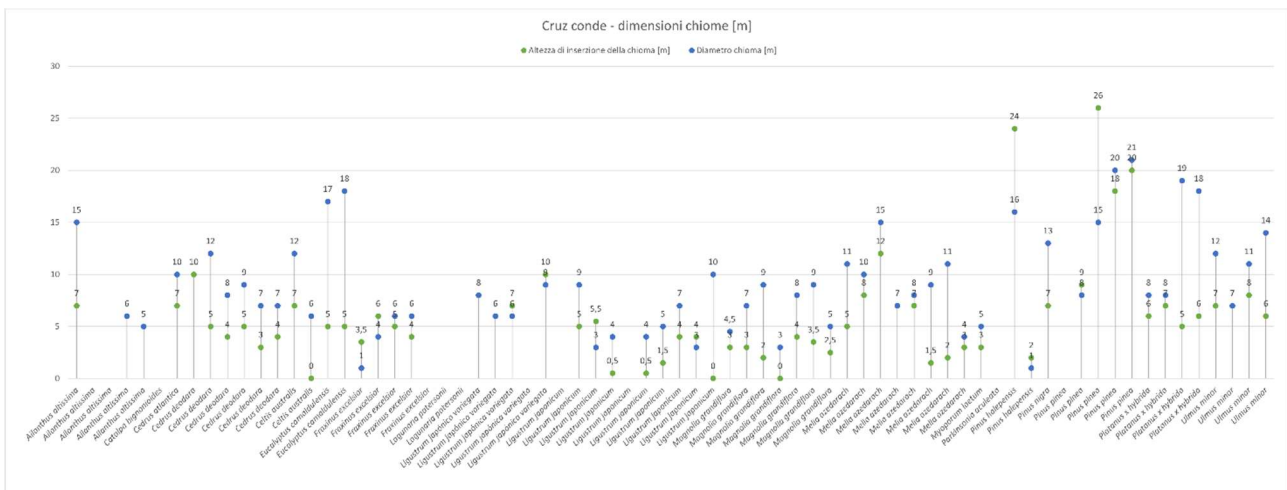


Figure 136: dimensioni delle chiome [m] del parco Cruz Conde.

Allegato 15:

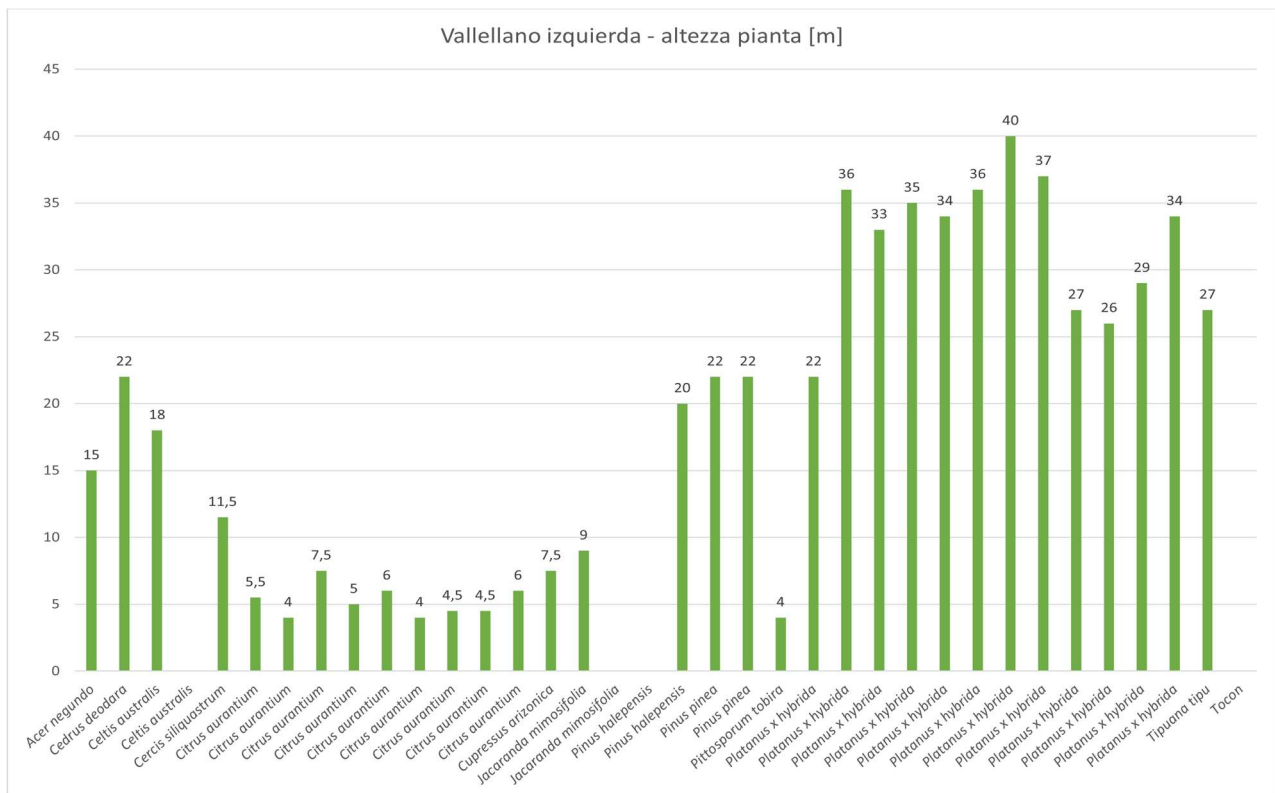


Figure 139: altezza [m] delle piante del parco Vallellano izquierda.

Allegato 16:

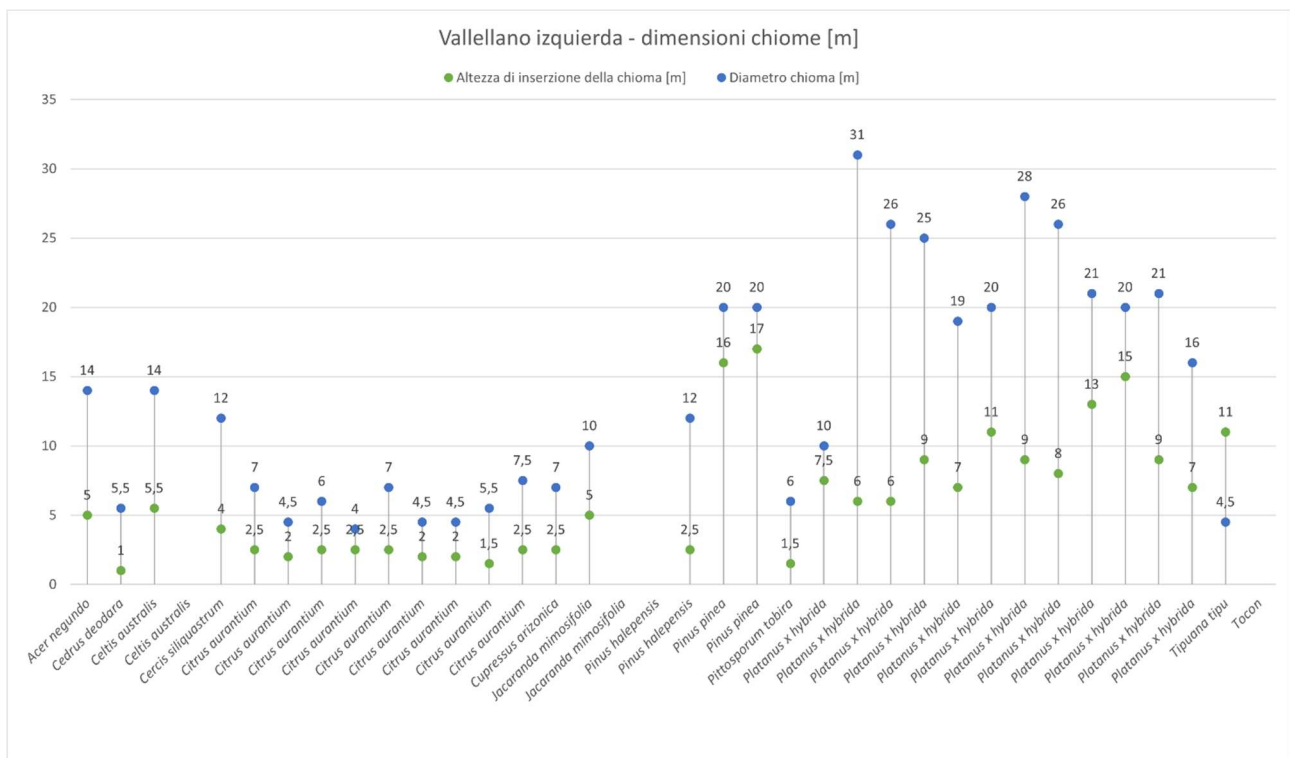


Figure 140: dimensioni delle chiome [m] del parco Vallellano izquierda.

Allegato 17:

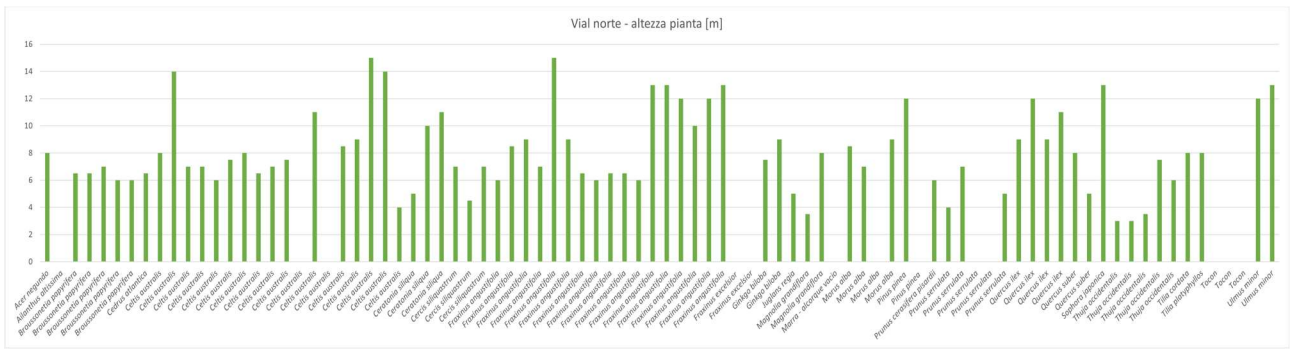


Figure 141: altezza [m] delle piante del parco Vial Norte.

Allegato 18:

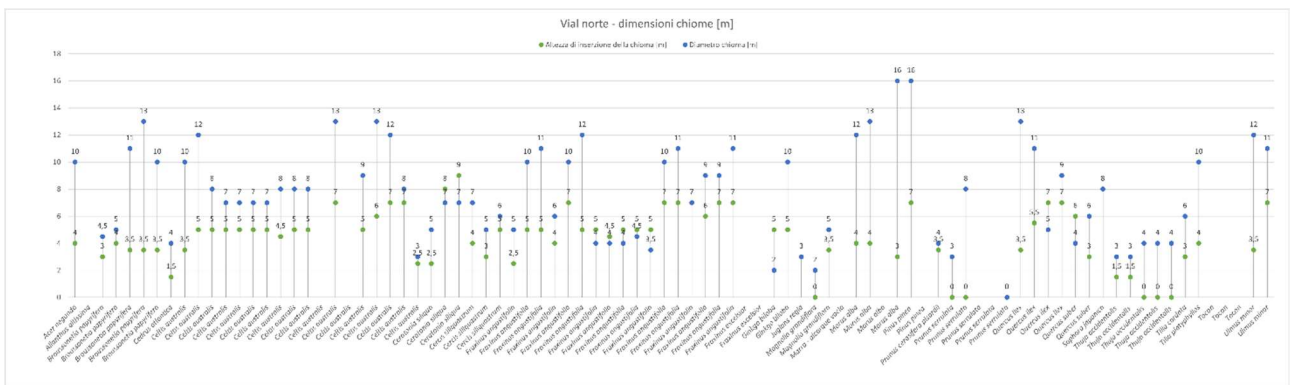


Figure 142: dimensioni delle chiome [m] del parco Vial Norte.

Allegato 19:

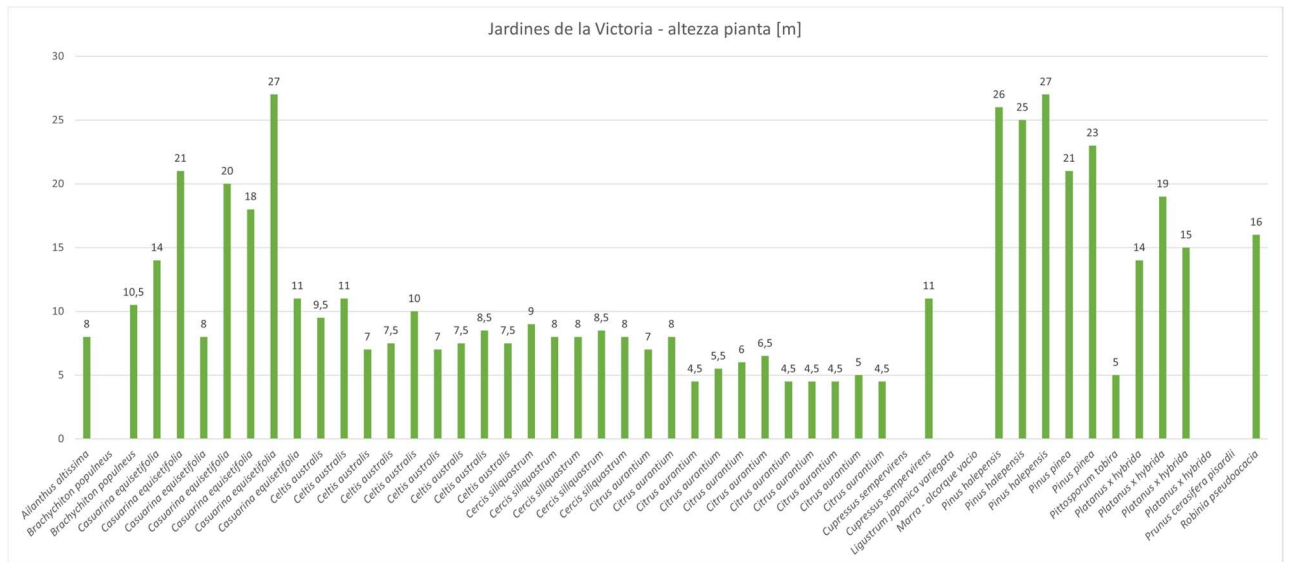


Figure 143: altezza [m] delle piante del parco Jardines de la Victoria.

Allegato 20:

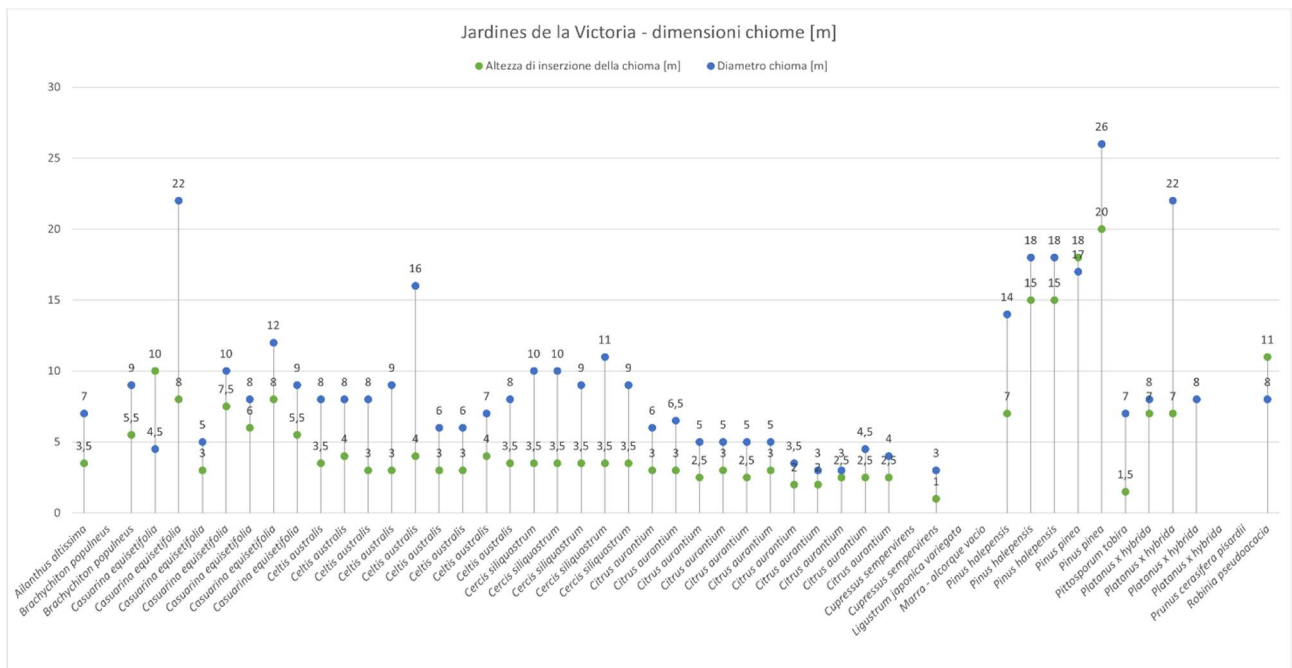


Figure 144: dimensioni delle chiome [m] del parco Jardines de la Victoria.