

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
AGRONOMIA ANIMALI ALIMENTI RISORSE NATURALI E AMBIENTE
TERRITORIO E SISTEMI AGRO-FORESTALI

Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e il Territorio

*Caratteristiche e servizi ecosistemici
del popolamento arboreo urbano di
Tricase (LE)*

Relatore
Prof. Paolo Semenzato

Laureando
Guido Aquario
Matricola n.
1034693

ANNO ACCADEMICO 2012/2013

al piccolo Futuro

ABSTRACT

Numerosi studi hanno ormai acclarato le funzioni fornite dal verde urbano in relazione all'attenuazione dell'isola di calore, al miglioramento della qualità dell'aria, ai fini ricreativi o di conoscenza e rispetto della natura. Ciò che rimane di difficile interpretazione è la quantificazione di tali servizi anche in termini monetari. Sotto questo profilo i censimenti del Verde Pubblico sono un utile strumento nelle mani degli amministratori pubblici. Le informazioni dettagliate raccolte sull'infrastruttura verde risultano molto preziose nella gestione del popolamento esistente e ancor di più nel processo decisionale che porta a modifiche anche profonde. Nel lavoro in oggetto sono stati studiati gli alberi urbani della città di Tricase (LE). La mole di dati raccolta sul territorio è stata riversata in formato elettronico per mezzo di tre software: un database relazionale che immagazzina e riassume i dati arboricolturali, un software GIS che visualizza su mappa l'intero popolamento ed un applicazione che riesce a stimare quantitativamente e monetariamente i servizi ecosistemici offerti.

ABSTRACT

Several studies have now ascertained the functions provided by urban green spaces in relation to mitigating heat island effect, improving air quality, stock carbon dioxide, or outdoor recreation. What remains difficult to understand is quantifying of such services in monetary terms. From this perspective censuses of urban trees are a useful tool in the hands of public administrators. The detailed information collected on green infrastructure are very valuable in the management of the existing population and even more in the decision-making process that leads to profound changes also. In this work we studied the urban trees of the city of Tricase (LE). The data collected in the area was reversed in electronic format using three software: a relational database that stores and summarizes the data, a GIS software that displays map of the entire population and an application that is able to estimate quantitatively and monetarily the ecosystem services.

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	1
1.1. I benefici degli alberi urbani	1
1.2. Analisi dei popolamenti Urbani, i Censimenti del Verde Pubblico.....	4
1.3. Analisi dei popolamenti Urbani, i software GIS	6
1.4. Analisi dei popolamenti Urbani, software iTree Street	7
2. CENSIMENTO DEL POPOLAMENTO ARBOREO DELLA CITTÀ DI TRICASE	
11	
2.1. Inquadramento del sito d'indagine	11
2.2. Materiali e metodi	12
3. ELABORAZIONE DEI DATI E DEI RISULTATI.....	17
3.1. File Maker.....	17
3.2. Quantum Gis	39
3.3. iTree Street	42
4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.....	49
BIBLIOGRAFIA.....	51

1. INTRODUZIONE

1.1. I benefici degli alberi urbani

Il Verde Urbano è un capitolo di spesa importante per le amministrazioni pubbliche. Gli addetti alla sua gestione hanno un riscontro dei costi di mantenimento dell'infrastruttura verde di una città, sono invece meno noti i benefici che il Verde Urbano può apportare alla comunità. Tale conoscenza può invece risultare fondamentale: conoscere i benefici che si trarranno o che si stima di avere da più scenari progettuali può risultare decisivo nel giustificare una scelta ed un conseguente investimento. Tale metodo di lavoro sarebbe auspicabile per riuscire a scardinare un sistema di gestione delle foreste urbane basato essenzialmente su problemi contingenti e sull'urgenza di interventi per la messa in sicurezza, passando infine ad una pianificazione pluriennale che aumenti notevolmente la qualità dell'infrastruttura verde, standardizzandone e prevedendo i relativi costi. Il tema dei benefici del Verde nelle città è abbondantemente trattato in letteratura (*Daly et al.*, 2004; *Bolund et al.*, 1999). L'analisi di questi lavori porta a concludere che ad oggi si possono distinguere tre macro aree in cui tali servizi ricadono:

✓ Benefici Ambientali e/o Servizi Ecosistemici:

1. **Qualità dell'aria.** Gli alberi possono rimuovere inquinanti gassosi dall'atmosfera con diverse modalità (*Nowak*, 2000); i composti più reattivi (O₃) interagiscono direttamente con le superfici fogliari, mentre quelli più stabili possono penetrare nelle camere stomatiche, diffondere negli spazi intercellulari e interagire con acqua formando acidi. Le piante sono anche in grado di intercettare il particolato atmosferico (PM10) in alcuni casi assorbendolo, ma più frequentemente, trattenendolo sulla superficie fogliare (*Brack C.L.*, 2002). Numerosi sono i lavori pubblicati volti a quantificare la capacità di rimozione degli inquinanti da parte delle alberature urbane: nel Nord America (*Nowak et al.*, 2006), a Madrid (*Vilela Lozano*, 2004), Puerto Alegre (*Vilela J.*, 2005), nonché in altri continenti come la Cina (*Wu et al.*, 2006).
2. **Temperatura.** La traspirazione e le chiome degli alberi fungono da "climatizzatori" naturali, contribuendo a contrastare i picchi e le isole di calore che si generano in aree urbane ad alta densità. Studi hanno

dimostrato che la riduzione di temperatura varia tra 0,04 e 0,2°C per ogni punto percentuale di copertura verde di una superficie (Simpson, 1998); è stato inoltre calcolato che l'aria al di sotto delle chiome di piccoli gruppi di alberi sono 0.7 °C - 1.3 °C più basse di quelle misurate nell'area circostante (Souch and Souch, 1993). Inoltre tali effetti hanno una ricaduta sulla dinamica degli inquinanti (Nowak, 1998), in quanto alcune reazioni che avvengono in atmosfera sono temperatura-dipendenti. Infine è riscontrabile anche una valenza economica data dalla riduzione dei consumi elettrici destinati al raffreddamento degli edifici.

3. **Sequestro della CO₂.** La fotosintesi è un processo che porta ad emissione di O₂ in atmosfera ed immissione di CO₂ nelle piante. Gli alberi hanno quindi la capacità di immagazzinare anidride carbonica, agendo da *carbon sink* (Simpson, 1998), svolgendo quindi un ruolo importante nel bilancio globale delle emissioni dei gas serra (ISPRA, 2009).
4. **Idrologia.** Gli alberi per mezzo del loro apparato radicale riducono l'erosione e svolgono un'azione depurante sulle acque, intercettando gli inquinanti (in particolar modo N e F). Riducono inoltre i volumi d'acqua destinati ai bacini collettori (Dwyer, 1992; Wang *et al.*, 2008).
5. **Biodiversità.** Le aree verdi costituiscono un importante *patchwork* di nicchie ecologiche per molte specie all'interno della città, in particolar modo per uccelli ed insetti. Gli studi effettuati in questo settore (Alvey A., 2006; Fonti, 2006) permettono di progettare parchi e giardini urbani in un'ottica di conservazione delle specie e dei loro habitat, ponendo particolare attenzione alla presenza di corridoi ecologici che mettano in comunicazione i diversi polmoni verdi della città (ISPRA, 2009).

✓ Benefici socio-culturali:

la presenza di aree verdi nelle città è strettamente connessa ad attività ricreative e di socializzazione all'interno della comunità; rappresentano luoghi di evasione dalla città concepita come sede di inquinamento, traffico e cemento. Numerosi studi testimoniano inoltre che la relazione tra uomo e natura sia ancora più stretta in quanto legano il rapporto con le aree naturali

ad un miglioramento del benessere psicologico (Hustie, 2003; Sjerp de Vries, 2003).

✓ Benefici economici:

1. **Turismo.** La componente paesaggistica ha un peso notevole nella valutazione di una meta turistica. La presenza di aree verdi ben organizzate e strutturate ha una ricaduta sull'immagine e sull'attrattiva generata da una città.
2. **Settore Immobiliare.** Il valore delle case in prossimità di aree verdi o con verde privato risulta maggiore rispetto a quello di abitazioni che ne sono prive. Inoltre, in alcuni regimi fiscali, ciò si traduce in maggiori entrate per le amministrazioni pubbliche derivanti da imposte sulle abitazioni (Hustie, 2003).



Figura 1. Riepilogo Ecosystem Services (Gestione Ecosistemica delle aree Verdi Urbane: Analisi e Proposte, ISPRA 2009)

1.2. Analisi dei popolamenti Urbani, i Censimenti del Verde Pubblico

I benefici offerti dalle alberature urbane descritti in precedenza non devono essere considerati come acquisiti e costanti nel tempo. L'efficienza di tali servizi è necessariamente connessa alla condizione delle piante e al loro stato di salute. Risulta quindi indispensabile riuscire ad avere una popolazione arborea sana in modo da massimizzare i servizi offerti.

Tale obiettivo può essere raggiunto procedendo ad una attenta gestione del verde pubblico che parta inevitabilmente da una profonda conoscenza della comunità arborea da gestire. Lo strumento principe in questo tipo di approccio è senza dubbio il Censimento del Verde Pubblico. Quest'ultimo si basa su una capillare raccolta dati del patrimonio verde da gestire: il numero di alberi presenti, la loro distribuzione nel territorio, la composizione del popolamento e la sua biodiversità, la struttura cronologica e lo stato fitosanitario. Tale mole di informazioni può in seguito essere gestita e riassunta per mezzo di numerosi software di database relazionale, quali Microsoft Access o File Maker per citare alcuni esempi, ottenendo il vantaggio di essere estremamente flessibili, modificabili (come deve essere trattandosi di una popolazione in continuo mutamento e non statica per definizione) e indipendenti da hardware specifici.

I Censimenti del Verde Pubblico perseguono diversi obiettivi:

- **Stima del valore della risorsa.** Rappresenta un parametro cruciale in quanto permette di avere un termine di paragone da utilizzare nel momento in cui ci si appresta ad operare delle scelte gestionali ed a giustificare le relative spese. Dal punto di vista pratico ci si affida ad un metodo elaborato da Pirani e Fabbri nel 1988 che verrà descritto in dettaglio in seguito.
- **Pianificazione.** Le informazioni ricavate dal lavoro di censimento permettono di produrre scelte di gestione sul medio - lungo termine e sfuggire al giogo dell'intervento d'emergenza per sanare situazioni di pericolo per i cittadini. Tale metodologia permette altresì di mantenere costanti i benefici prodotti dal verde urbano e di standardizzarne i costi, portando quindi ad una minore spesa pubblica.
- **Manutenzione.** La conoscenza dello stato d'insieme del popolamento arboreo e del singolo individuo permette interventi mirati di gestione e una previsione dei costi necessari.

- **Monitoraggio.** L'estrema flessibilità ed aggiornabilità data dai sistemi utilizzati nella realizzazione del censimento del verde permette di conoscere la risposta data dall'infrastruttura verde a particolari modalità di gestione nel tempo, fornendo la possibilità di modificare o perseguire le proprie strategie in base ai risultati ottenuti.
- **Coinvolgimento dei cittadini.** Le scelte progettuali nell'ambito del verde urbano sono molto spesso fonte di screzi tra amministratori e cittadini. Una conoscenza profonda del verde urbano permette agli amministratori di fornire spiegazioni ai cittadini circa le diverse scelte che si intendono attuare anche da un punto di vista visivo.

1.3. Analisi dei popolamenti Urbani, i software GIS (Geographic Information System)

Un Geographic Information System è un sistema informativo computerizzato che permette l'acquisizione, la registrazione, l'analisi, la visualizzazione e la restituzione di informazioni derivanti da dati geografici. Secondo la definizione di Burrough (1986):

"il GIS è composto da una serie di strumenti software per acquisire, memorizzare, estrarre, trasformare e visualizzare dati spaziali dal mondo reale".

Dal punto di vista del Censimento del Verde Urbano, i software GIS svolgono un ruolo di primo piano dal momento in cui si sono rese disponibili le cartografie di base in formato digitale e, in alcuni casi, le relative ortofoto.

Per mezzo di questi strumenti è possibile visualizzare la distribuzione del popolamento arboreo oggetto di studio e connetterlo al database relazionale precedentemente creato in modo da ottenere informazioni anche sul singolo individuo. I vantaggi derivanti dall'utilizzo di questo tipo di software sono molteplici:

- **Integrazione con SIT.** I dati così visualizzati possono facilmente essere integrati nei Sistemi Informativi Territoriali (SIT, strumenti che permettono l'acquisizione e la distribuzione dei dati nell'ambito dell'organizzazione e che li rendono disponibili, validandoli, nel momento in cui sono richiesti a chi ne ha la necessità per svolgere una qualsivoglia attività; Mogorovich e Mussio, 1988).
- **Progettazione.** Nella fase dell'elaborazione delle scelte progettuali tali software forniscono un potente strumento nella visualizzazione della situazione di partenza e permettono di testare diverse opzioni valutandone l'impatto sul territorio. Inoltre possono essere utilizzate nella fase di comunicazione alla comunità delle scelte effettuate fornendo un ottimo strumento per la chiarezza dell'esposizione del progetto.

1.4. Analisi dei popolamenti Urbani, software iTree Street

Con il passare degli anni è cresciuta sempre più la necessità di riuscire a quantificare monetariamente i servizi ecosistemici offerti dalle specie arboree. Ad oggi una delle metodologie più avanzate è rappresentata dalla suite di programmi iTree, basata su studi effettuati dal gruppo di ricerca del US Forest Service Research and Development. Tali studi hanno portato i ricercatori ad elaborare un modello informatico, denominato UFORE (*Nowak et al.*,2000), acronimo di *Urban FORest Effects*, progettato per evidenziare i servizi ecosistemici forniti dall'infrastruttura verde urbana ed il loro relativo valore basandosi sui dati raccolti dal censimento e su un dataset fornito da fonti esterne riguardante, ad esempio, il clima o l'inquinamento. UFORE è stato sviluppato negli anni '90 con lo scopo di standardizzare un protocollo di raccolta e analisi di dati arborei nelle aree urbane.

Ad oggi il modello è costituito da cinque componenti (*NRS*, 2006):

UFORE-A: Anatomia della Foresta Urbana – definisce la struttura del popolamento arboreo in esame basandosi sui dati di campo raccolti (Es. specie, stato fitosanitario, area fogliare)

UFORE-B: Emissione di Composti Biogenici Volatili Organici (B-VOC) – quantifica le emissioni orarie di B-VOC basandosi su dati meteorologici e di campo; inoltre stima la formazione di ozono e monossido di carbonio causata dall'emissione di B-VOC

UFORE-C: Stoccaggio e sequestro del Carbonio – calcola il C totale stoccato e quello sequestrato annualmente dalla foresta urbana

UFORE-D: Deposizione degli inquinanti dell'aria - quantifica la rimozione oraria di inquinanti operata dal popolamento arboreo associandone un miglioramento della qualità dell'aria nell'arco di un anno basandosi su dati di campo e meteorologici (*Hirabayashi*, 2010). Gli inquinanti presi in considerazione sono: O₃, SO₂, NO₂, CO e PM10

UFORE-E Risparmio energetico – stima gli effetti degli alberi sugli utilizzi energetici degli edifici ed il conseguente calo di emissioni di anidride carbonica legata al risparmio energetico

La suite di programmi iTree comprende il software iTree Eco che implementa al suo interno tale modello matematico. Per mancanza di dati relativi al clima e all'inquinamento atmosferico in questo lavoro si è utilizzato il software iTree Street, una versione semplificata rispetto alla suddetta ma che non ne compromette l'attendibilità. Tale software è basato su un modello sviluppato dall'USDA Forest Service denominato STRATUM, e necessita di almeno due parametri, la specie e il diametro ad altezza 130 centimetri (DBH), e chiede di individuare la propria zona climatica scegliendo tra 17 differenti opzioni. Inoltre propone la possibilità di fornire informazioni più dettagliate, come ad esempio, i costi di gestione del programma, la popolazione della città, e il prezzo dell'elettricità residenziale, per rendere i risultati ancora più aderenti alla realtà. STRATUM infine elabora i dati immessi restituendo:

- **struttura della risorsa:** composizione delle specie, numero di individui per specie
- **funzione:** i benefici per l'ambiente che gli alberi offrono alla comunità ed il valore estetico
- **valore:** quantificazione in dollari/anno dei servizi forniti
- **esigenze di gestione:** valutazioni sulla biodiversità, area fogliare, potatura.

I rapporti sono costituiti da grafici, diagrammi e tabelle che gli operatori possono utilizzare per legittimare finanziamenti e promuovere il processo decisionale. Inoltre, STRATUM aiuta gli amministratori a massimizzare i benefici dell'investimento. Ad esempio, è possibile valutare diversi scenari d'intervento con specie diverse conoscendo in anticipo quale combinazione permetterà di ottenere i migliori risultati nei servizi ecosistemici prodotti.

Dal punto di vista del funzionamento STRATUM utilizza modelli adattati a numerose specie arboree e dati climatici relativi a 17 regioni in cui sono idealmente suddivisi gli Stati Uniti dal punto di vista meteorologico. A tal proposito va considerato il fatto che il modello è stato elaborato e tarato per le regioni nord americane, si rende perciò necessario effettuare qualche compromesso, ad esempio nella scelta tra le regioni climatiche statunitensi, e delle regolazioni nei costi standard di energia o di CO₂.

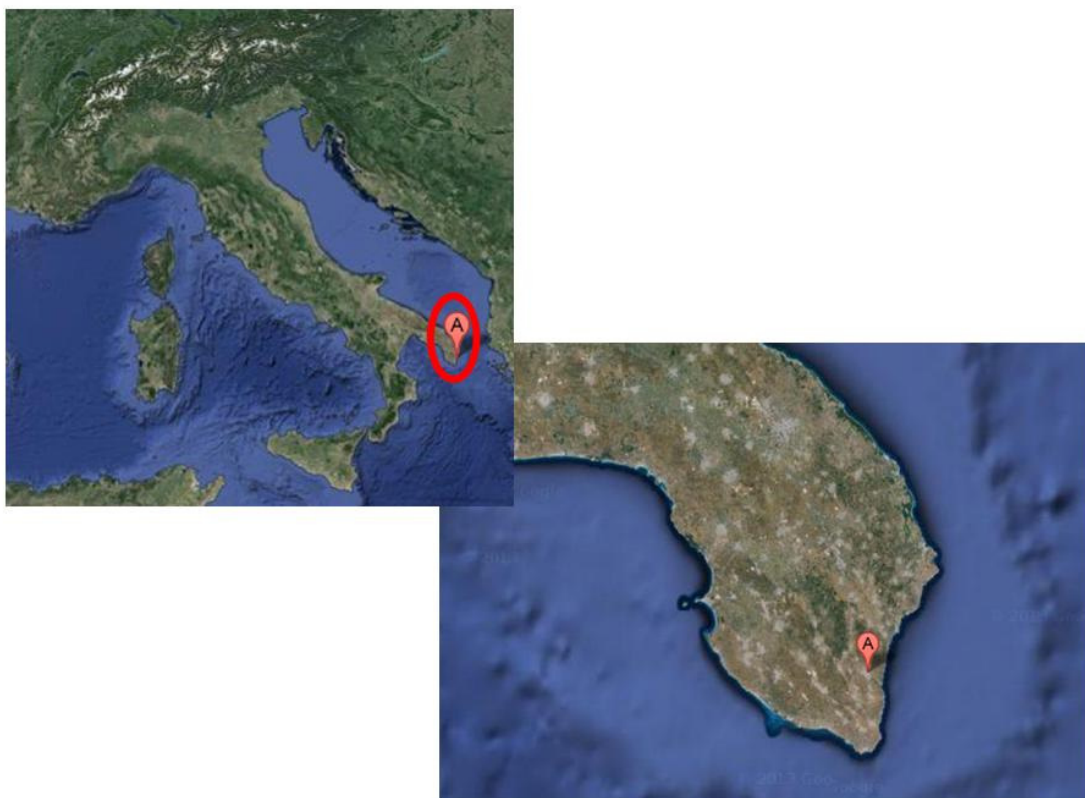
Infine l'intera mole di informazioni viene utilizzata per modellare i benefici e i costi ambientali, nonché il valore estetico del popolamento.

2. CENSIMENTO DEL POPOLAMENTO ARBOREO DELLA CITTÀ DI TRICASE (LE)

2.1. Inquadramento del sito d'indagine

Tricase è una città di 17.737 abitanti sita nella parte sud-orientale della provincia di Lecce e dista 53 km dal capoluogo. Ha una superficie di 42,64 Km² ed un'altitudine sul livello del mare di 98 m. La città annovera anche due frazioni: Lucugnano situata 4 km a Ovest di Tricase conta 1.714 abitanti e Depressa sita invece a Nord con 1.514 abitanti.

Dal punto di vista climatologico Tricase, come tutto il territorio del basso Salento, presenta un clima prettamente mediterraneo, con inverni miti ed estati caldo umide. In particolare, secondo la Classificazione climatica di Koppen, ricade nel sottotipo Csa (clima mediterraneo con estate calda). In base alle medie di riferimento, la temperatura media del mese più freddo, gennaio, si attesta attorno ai +9 °C, mentre quella del mese più caldo, agosto, si aggira sui +25°C. Le precipitazioni medie annue, che si aggirano intorno ai 676 mm, presentano un minimo in primavera-estate ed un picco in autunno-inverno.



2.2. Materiali e metodi

Il lavoro svolto per costruire il Censimento del popolamento arboreo della città di Tricase può essere riassunto in due fasi:

- **Raccolta dati.** Effettuata tra Marzo ed Aprile 2013 è stata ottenuta basandosi su un database delle aree verdi gestite dal Comune di Tricase. Tale elenco è stato nel corso del lavoro aggiornato ed ampliato con l'aggiunta di nuove zone non contenute nella lista iniziale.

Si è proceduto censendo le alberature di ogni singola area verde, raccogliendo quattro dati per esemplare:

- ✓ Specie
- ✓ DBH (diameter breast heights): diametro della pianta a 130 centimetri
- ✓ Altezza
- ✓ Raggio chioma

Per quanto riguarda la misurazione dell'altezza ci si è avvalsi dell'utilizzo di un'applicazione per smartphone denominata *Smart Measure*, basato sul metodo della triangolazione.

I dati sono stati raccolti in formato cartaceo su tabelle preimpostate.

- **Inserimento dati.** In questa seconda fase l'intero set di dati è stato riversato all'interno di un database relazionale costruito con l'utilizzo del software File Maker. Sono state create nove *tabelle* interconnesse poi tra di loro per mezzo di campi comuni:

- **Alberi.** La tabella principale, contiene le schede di ogni singolo albero censito, riassumendo informazioni quali la specie, altezza, DBH, classe diametrica, raggio chioma, area verde, numero progressivo, codice GIS, stato fitosanitario e indice di posizione della pianta.
- **Aree verdi.** In questo file sono contenute le aree verdi censite per il Comune di Tricase e le sue frazioni e il relativo codice identificativo.
- **Indice Diametrico.** Contiene una tabella che associa ad ogni diametro un valore numerico necessario per calcolare il Costo di Sostituzione, il cui funzionamento verrà esposto in seguito.

- **Indice Fitosanitario.** Esprime lo stato di salute della pianta e ne associa un valore numerico, anche in questo caso necessario al calcolo del Costo di Sostituzione.
- **Master specie.** Elenco di numerose specie con relative informazioni di provenienza, nome comune, ciclo, classe, forma e costo.
- **Posizione sociale.** Fornisce informazioni sulla posizione dell'albero (Isolato, in gruppo, in filare) e ne associa un valore numerico utilizzato nel calcolo del Costo di Sostituzione
- **Posizione Urbanistica.** Classifica il popolamento arboreo in base alla posizione, centrale, periferica o rurale, associandone, anche in questo caso un valore numerico utilizzato nel calcolo del Costo di Sostituzione.
- **Interventi.** Elenco delle più comuni attività di gestione delle piante come abbattimento e potature.
- **Elenco prezzi.** Tabella che associa un costo ad ogni tipo di intervento descritto nel file Interventi legandolo all'altezza dell'esemplare.

Queste nove tabelle sono connesse tra di loro, in modo da poter condividere le informazioni contenute, secondo il seguente schema:

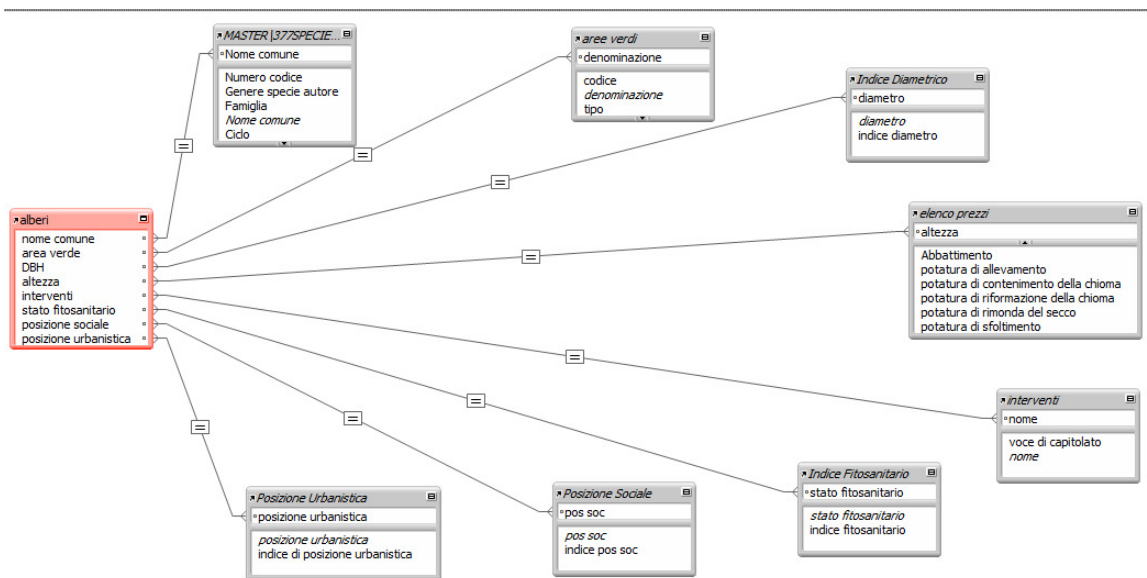


Figura 2. Schema delle relazioni tra le tabelle del database costruito

Il lavoro è poi proseguito con l'elaborazione dei dati immessi. Il software offre la possibilità di ottenere grafici e tabelle riassuntivi rispetto alle informazioni aggiunte. In quest'ottica sono state realizzate quattro elaborazioni:

- **Composizione.** Una tabella riassuntiva che racchiude informazioni circa le specie presenti, il numero di individui per specie, il Costo di Sostituzione, l'Abbondanza Relativa, la Dominanza Relativa, e l'Importanza della Specie.
- **Classi Diametriche.** Una tabella che suddivide il popolamento, sulla base del DBH misurato, in classi diametriche della dimensione di 10 centimetri e fornisce quindi informazioni sul numero di individui per specie appartenenti ad una determinata classe diametrica.
- **Grafico classi Diametriche.** Un istogramma che rappresenta la distribuzione delle classi diametriche all'interno del popolamento
- **Provenienza.** Un grafico a torta che mette in evidenza la presenza ed il relativo rapporto tra specie autoctone ed alloctone.

Le elaborazioni così ottenute non sono statiche, è possibile selezionare prima i dati sui quali si vuole che il software visualizzi i risultati. Tale potenzialità permette di ottenere risultati sia a livello di popolamento arboreo nel suo complesso che per sottogruppi, quali ad esempio una singola strada, una frazione, un'area verde o una specie.

In seguito si è passati all'utilizzo di software GIS, in particolare *Quantum Gis* una versione open source, rilasciato sotto licenza GPL (General Public License) per la visualizzazione del popolamento arboreo su mappa.

In primo luogo si è dovuto procedere all'ottenimento della carta tecnica Regionale della Città di Tricase e delle relative ortofoto, fotografie aeree geometricamente corrette e georeferenziate, in modo tale che fossero perfettamente sovrapponibili con la CTR. Entrambe le mappe sono disponibili sul sito SIT (Servizio Informativo Territoriale) della Regione Puglia in scala 1:5000. Per racchiudere l'intero territorio comunale si è reso necessario ottenere dieci tavole della Carta Tecnica in formato shape (.shp) ed altrettante ortofoto in formato Enhanced Compression Wavelet (.ecw). Le prime sono state implementate all'interno del software come vettori le seconde come raster. La differenza tra i due formati risiede nelle modalità di immagazzinamento dell'informazione contenuta: i dati vettoriali sono costituiti da elementi semplici quali punti, linee e poligoni, codificati e memorizzati sulla base delle loro coordinate; a ciascun elemento è associato un record del database informativo che contiene tutti gli attributi dell'oggetto rappresentato. I raster, invece, permettono di rappresentare il mondo reale attraverso pixel, generalmente di forma quadrata o rettangolare. A ciascun pixel sono associate le informazioni relative a ciò che esso rappresenta sul territorio. Da questa definizione risulta evidente che i vettori sono

utilizzabili per rappresentazioni di dati discreti nello spazio, come ad esempio le alberature pubbliche o l'ubicazione delle farmacie di una città, mentre i raster offrono performance migliori se utilizzati per descrivere parametri continui nello spazio, come ad esempio l'altitudine o la pendenza di un terreno.

A questo punto si è proceduto con la creazione di un nuovo file shape nel quale in seguito è stato aggiunto l'intero popolamento arboreo della città collegandolo con il database relazionale costruito tramite il software File Maker. Ciò è possibile esportando i dati da quest'ultimo in formato dBase (.dbf) ed importandoli all'interno di Quantum Gis. Per mettere in relazione lo shape file creato in precedenza e la tabella importata da File Maker si effettua un'operazione di *join* che mette in relazione i due file per mezzo di un campo comune. In questo caso l'anello di congiunzione è rappresentato dal Codice Gis, un numero che identifica ogni singolo albero costituito da una prima parte che individua l'area verde interessata ed una seconda che numera in modo progressivo l'intero popolamento arboreo. Una volta effettuata tale operazione si è proceduto all'immissione dell'intero database di alberi tramite aggiunta di punti sulla mappa, fornendo come unica informazione il codice Gis corrispondente, lasciando che fosse quindi il software a ricavare tutte le altre informazioni sulla singola pianta. In seguito si è provveduto a modificare le opzioni di visualizzazione dell'intero set di dati impostando il punto che ne identifica la presenza in scala con il DBH dell'albero considerato, in modo che anche visivamente si potessero apprezzare le differenze tra individui. Poi si è provveduto a creare un secondo shape file che contenesse le chiome degli alberi, sfruttando il parametro del raggio della chioma censito per ogni esemplare. Tecnicamente tale operazione è stata eseguita applicando uno strumento di Geoprocessing, il buffer, al file contenente gli alberi censiti, impostando quest'ultimo come campo di input e il campo Raggio chioma come parametro per il buffer; il tutto è stato poi salvato in nuovo file shape denominato *chiome*.

Successivamente si è passati all'utilizzo del terzo software impiegato in questo lavoro, iTree Street, un software sviluppato dall'USDA (United States Department of Agriculture) Forest Service e rilasciato in modo gratuito agli operatori che intendono utilizzarlo. Si tratta di un potente strumento di analisi delle comunità arboree e di quantificazione dei benefici ecosistemici indotti dal popolamento. Date queste potenzialità il software si integra in modo molto efficace con i precedenti programmi di analisi utilizzati completando il quadro informativo della foresta urbana della città di Tricase.

Il software prevede una prima fase di creazione del progetto, in questo caso denominato Tricase, e di immissione di informazioni generali riguardanti l'area d'esame, quali la

nazione, il numero di abitanti (17.737), la superficie del territorio comunale (42,64 Km²), voci di spesa all'interno del bilancio relative alla gestione del verde pubblico (ad esempio: messa a dimora, potatura, trattamenti fitosanitari). Nel lavoro in questione però tale differenziazione è risultata impossibile dal momento che l'unico dato in possesso è di tipo cumulativo e riguarda le spese comunali per la gestione del verde pubblico per l'anno 2012 che ammontano a 142.000€.

In seguito il software chiede di assegnare una zona climatica all'area di studio scegliendo tra una rosa di sedici aree in cui è suddiviso il territorio degli Stati Uniti. Qui evidentemente, il software risente della sua provenienza nordamericana e obbliga l'utente non statunitense ad una scelta climatica che faccia collimare il più possibile la propria situazione con una tra le sedici proposte. Nel lavoro in oggetto la scelta è ricaduta sulla zona climatica della costa meridionale californiana in quanto presenta un clima di tipo temperato caldo subtropicale, con regime termico e pluviometrico assai simile a quello proprio del clima mediterraneo seppur con delle differenze nel periodo invernale dal punto di vista delle temperature, che risultano in media più basse nel clima del basso Salento.

Una volta effettuate queste scelte iniziali bisogna preparare i dati in modo tale che siano fruibili dal software: iTree legge dati in formato Microsoft Access Database (.mdb) per cui è necessario creare un database che riporti all'interno di una tabella tutti i dati di specie e DBH dell'intero popolamento, denominando tassativamente tale tabella come STRATUM_Inventory. Il file così creato va aggiunto al progetto Tricase creato in precedenza all'interno del software iTree lasciando che il sistema elabori i dati. Il software può rilevare errori, quali ad esempio l'incompletezza dei dati o l'incapacità di assegnare un DBH o una specie alla sua classe d'appartenenza, in questi casi l'utente può procedere con l'immissione o la modifica manuale del singolo dato. A questo punto il sistema è pronto a fornire tutte le informazioni riassuntive riguardanti la struttura del popolamento ed i relativi servizi ecosistemici prodotti.

3. ELABORAZIONE DEI DATI E DEI RISULTATI

3.1. File Maker

In primo luogo è stato creato un database delle aree verdi pubbliche sulla base di un elenco fornito dal comune e successivamente corretto ed integrato con nuove aree precedentemente mancanti, inoltre è stato assegnato un codice numerico ad ogni zona in modo tale da identificarla. L'elenco delle aree consiste di 69 siti censiti, di cui 53 relativi a Tricase, 10 alla frazione di Lucugnano e 6 a quella di Depressa. Di seguito vengono riportate le aree verdi individuate, con relativo codice identificativo e tipologia.

Tricase Città

Denominazione	Tipo	Codice
Istituto Magistrale Statale "G.Comi"	Parcheggio	1-
Piazza Pisanelli	Piazza	2-
Via Stella d'Italia	Strada	3-
Zona 167	Strada	4-
Viale Stazione	Strada	5-
Via Claudio Monteverdi	Strada	6-
Via Luigi Galvani	Strada	7-
Via Giosuè Carducci	Strada	8-
Via Gabriele D'Annunzio	Strada	9-
Madonna del Gonfalone	Parco	10-
Caserma Carabinieri	Parco	11-
Biblioteca Comunale (Ex Asilo Via Micetti)	Parco	12-
Piazza Lecce	Piazza	13-
Piazza Cardinale "G.Panico"	Piazza	14-
Via Pio X	Strada	15-
Via Ludovico Ariosto	Strada	16-
Cimitero Nuovo	Cimitero	17-
Vigili del Fuoco	Parco	18-
Asilo Via Giolitti	Parco	19-
Scuola Media "G.Pascoli"	Parco	20-
Scuola Elementare "R.Caputo"	Parco	21-
Piazza Cappuccini	Piazza	22-
Piazza Principessa	Piazza	23-
Scuola Media "D. Alighieri"	Parco	24-
Scuola Elementare Via San Tommaso d'Aquino	Parco	25-
Scuola Materna "Montessori"	Parco	26-
Via Aldo Moro	Strada	27-
Via Nardofaso	Rotatoria	28-
Piazza dei Mandorli	Piazza	29-
Piazza Padre Pio	Piazza	30-
Piazza Galileo Galilei	Piazza	31-
Stadio "San Vito"	Parco	32-
Via Olimpica	Strada	33-
Piazza Via Giolitti	Piazza	34-
Pineta Via Imperatore Adriano	Parco	35-

Via San Giovanni Bosco	Strada	36-
Via Credaro	Strada	37-
Piazza Martiri d'Otranto	Piazza	38-
Corso Apulia	Strada	39-
Rotatoria Ex Tribunale	Rotatoria	40-
Largo Crocifisso	Piazza	41-
Rotatoria Via Leuca	Rotatoria	42-
Campo Sportivo Vecchio	Parco	43-
Via Ardigò	Strada	44-
Rotatoria Via Ardigò	Rotatoria	45-
Madonna Assunta	Parco	46-
Corso Ottaviano Augusto	Strada	47-
Marina Porto	Strada	48-
Marina Serra	Strada	49-
Ex Tabacchificio (ACAIT)	Parco	50-
Scuola Elementare Via Apulia	Parco	51-
Asilo Alessio	Parco	52-
Cimitero Vecchio	Cimitero	53-

Frazione Lucugnano

Denominazione	Tipo	Codice
Piazza Comi	Piazza	L1-
Via Giorgione	Aiuola	L2-
Via Raffaele Sanzio	Strada	L3-
Campo Sportivo	Parco	L4-
Cimitero	Cimitero	L5-
Scuola Media	Parco	L6-
Scuola Materna	Parco	L7-
Piazza Caduti	Piazza	L8-
Piazza Padre Pio (Lucugnano)	Piazza	L9-
Piazza Terrazze	Piazza	L10-

Frazione Depressa

Denominazione	Tipo	Codice
Cimitero Depressa	Cimitero	D1-
Scuola Elementare	Parco	D2-
Largo Farnese	Piazza	D3-
Piazza Duca di Salve	Piazza	D4-
Via Brenta	Strada	D5-
Campo Sportivo Depressa	Parco	D6-

Le aree sono state codificate con un numero crescente per quanto riguarda quelle relative a Tricase città, mentre per le frazioni si è scelto di anteporre al numero la lettera L per i siti relativi a Lucugnano e D per quelli di Depressa. Inoltre per ogni area è stata assegnata anche una tipologia come ad esempio strada, parco, o parcheggio.

I dati raccolti in campo in formato cartaceo sono stati riversati in formato elettronico tramite una scheda di censimento di cui si allega un esempio.

Scheda Censimento Arboreo della città di Tricase

numero progressivo
 area verde

tipo

nome comune

specie

Ciclo
 Classe

Provenienza

DBH
 altezza
 diametro chioma

classe d'inf
 classe disup

interventi
 Abbattimento
 potatura di allevamento
 potatura di contenimento della chioma
 potatura di riformazione della chioma
 potatura di rimonda del secco
 potatura di sfoltimento
 costo interventi

stato fitosanitario
 1-Albero sano e vigoroso
 2-Albero di discreto vigore, ferite lievi ed in corso di cicatrizzazione, attacchi parassitari limitati
 3-Albero di modesto vigore, ferite mal cicatrizzate e presenza di gravi attacchi parassitari
 4-Albero con processi di deperimento irreversibili, ferite rilevanti, presenza di corpi fruttiferi fungini
 5-Albero morto o quasi interamente secco

posizione sociale
 1-Isolato
 2-Gruppo
 3-Filare

posizione urbanistica
 1-Centrale
 2-Periferica
 3-Rurale

costo di sostituzione

Codice Gis

In seguito si è provveduto ed elaborare i dati immessi nel sistema tramite la messa a punto di grafici e tabelle che riassumessero la struttura e la distribuzione delle specie presenti.

Entrando maggiormente nel dettaglio, le elaborazioni effettuate hanno riguardato:

- **Provenienza.** Tramite un grafico a torta è stata visualizzata l'incidenza delle specie alloctone e autoctone censite
- **Classi Diametriche.** È stata costruita una tabella che riporta le specie presenti suddivise in classi diametriche di ampiezza 10 centimetri (0-9cm, 10-19cm...), segnalando anche quanti individui appartenessero ad ogni singola classe.
- **Grafico Classi Diametriche.** Utilizzando un istogramma sono state visualizzate le classi diametriche presenti nel censimento ed il numero di individui totali afferenti ad una determinata classe senza distinzione di specie.
- **Composizione.** Tabella riassuntiva che per ogni specie evidenzia:
 - il numero di individui censiti
 - la *canopy* , ovvero un parametro che stima l'area fogliare utilizzando il dato del raggio della chioma raccolto sul campo. Dal punto di vista pratico si approssima la superficie fogliare della pianta con quella di un cerchio che ha come raggio quello rilevato dal censimento e si sommano poi tutti i contributi dati dagli individui della stessa specie
 - l'Abbondanza Relativa (AR) espressa dalla formula: $AR = (N_i / N_{tot}) \times 100$ dove N_i rappresenta il numero di individui di una singola specie mentre, N_{tot} quello degli esemplari censiti in totale
 - la Dominanza Relativa (DR) espressa dalla formula $DR = (A_i / A_{tot}) \times 100$ dove A_i rappresenta la *canopy* di una singola specie, mentre A_{tot} è la somma di tutte le aree d'insidenza delle chiome degli esemplari censiti
 - l'Importanza della Specie (IS) espressa dalla formula $IS = (AR + DR) / 2$ rappresenta la media aritmetica dei precedenti due parametri calcolati
 - il Costo di Sostituzione (CS), valutato secondo il metodo svizzero modificato da Fabbri e Pirani nel 1988. Si tratta di un metodo parametrico che, partendo da un prezzo base ottenuto dal bollettino rilasciato dall'Assoverde nel 2012 "Prezzi informativi per opere a verde", prende in considerazione diversi indici riguardanti la dimensione, lo stato fitosanitario o il valore estetico. La formula risultante è stata implementata nel database relazionale in modo tale da rendere automatico il calcolo ed è la seguente:

$$CS = P \times ID \times IU \times IP \times IF$$

Dove P rappresenta il prezzo base

ID l'indice diametrico, funzione del diametro della pianta misurato a 130 cm dal suolo. I suoi valori sono tabulati nella seguente tabella:

Diametro a 130 cm	Indice Diametrico - ID	Diametro a 130 cm	Indice Diametrico - ID
10	1	61	19
11	1	62	20
12	1	63	20
13	1,4	64	20
14	1,4	65	21
15	1,4	66	21
16	2	67	21
17	2	68	22
18	2	69	22
19	2,8	70	22
20	2,8	71	23
21	2,8	72	23
22	3,8	73	23
23	3,8	74	24
24	3,8	75	24
25	3,8	76	24
26	5	77	25
27	5	78	25
28	5	79	25
29	6,4	80	26
30	6,4	9	0,5
31	6,4	8	0,5
32	8	7	0,5
33	8	6	0,5
34	8	5	0,5
35	9,5	4	0,5
36	9,5	3	0,5
37	9,5	2	0,5
38	11	1	0,5
39	11	81	26
40	11	82	26
41	12,5	83	27
42	12,5	84	27
43	12,5	85	27
44	14	86	28
45	14	87	28
46	14	88	28
47	15	89	29
48	15	90	29
49	15	91	29
50	16	92	30
51	16	93	30
52	16	94	30
53	17	95	31
54	17	96	31
55	17	97	31
56	18	98	32
57	18	99	32
58	18	100	32
59	19		

IU, Indice Urbanistico rappresenta una stima della posizione della pianta all'interno del contesto dell'infrastruttura verde della città e tiene anche in considerazione i costi che si dovranno affrontare per la sua gestione e manutenzione. I suoi valori sono elencati nella seguente tabella:

Posizione Urbanistica	Indice di Posizione Urbanistica
Centrale	10
Periferica	8
Rurale	4

IP, Indice di Posizione sociale, esprime un valore in riferimento alla posizione dell'individuo rispetto ad altri soggetti arborei. I suoi valori sono elencati nella seguente tabella:

Posizione Sociale	Indice di Posizione Sociale
Isolato	2
Gruppo	1,8
Filare	1,4

IF, Indice Fitosanitario, utilizzato per esprimere la diminuzione del valore dell'esemplare in presenza di problemi derivanti da malattie della pianta. I suoi valori sono elencati nella tabella che segue:

Stato Fitosanitario	Indice Fitosanitario
Albero sano e vigoroso	4,8
Albero di discreto vigore, ferite lievi ed in corso di cicatrizzazione, attacchi parassitari limitati	3,2
Albero di modesto vigore, ferite mal cicatrizzate e presenza di gravi attacchi parassitari	1,8
Albero con processi di deperimento irreversibili, ferite rilevanti, presenza di corpi fruttiferi fungini	1,3
Albero morto o quasi interamente secco	0,6

Applicando tale metodo il costo di sostituzione complessivo per i 3132 alberi censiti nella città di Tricase è risultato di 7.665.358€, così ripartiti tra le varie specie:

Specie	Costo di sostituzione (€/albero)
Acacia dealbata	112.45
Arbutus unedo	204
Cedrus libani A. Richard	260.628
Ceratonia siliqua L.	16.235
Cinnamonum camphora	26.503
Citrus limon Burm. fil.	7.355
Cupressus macrocarpa	21.608
Cupressus sempervirens L.	790.338
Eucalyptus globulus	727.676
Ficus carica L.	1.581
Grevillea robusta	117.524
Hibiscus syriacus L.	7.136
Jacaranda mimosifolia	35.694
Juniperus communis L.	10.540
Laurus nobilis L.	533
Ligustrum lucidum Ait. fil.	263.139
Magnolia grandiflora L.	109.619
Melia azedarach	16.818
Nerium Oleander L.	37.104
Olea europea	101.406
Phoenix canariensis	2.025.113
Pinus monticola	12.275
Pinus pinaster L.	316.146
Pinus pinea L.	1.042.773
Pinus strobus L.	2.142
Pittosporum tobira Ait. fil.	3.352
Prunus cerasifera "pissardi" (Carriere)L.H. Bailey	16.686
Prunus dulcis (Miller) D. A. Webb	19.887
Punica granatum	708
Quercus ilex L.	569.511
Robinia pseudoacacia L.	4.421
Salix babylonica L.	603
Schinus molle	5.155
Thuja occidentalis L.	54.043
Tilia platyphyllos Scop.	76.659
Trachycarpus fortunei (Hooker) Wendl.	303.977
Ulmus laevis L.	16.481
Viburnum tinus L.	968
Washingtonia filifera	530.367

Il censimento ha riguardato 3132 individui così ripartiti:

Tricase	2610
Depressa	165
Lucugnano	357
Totale	3132

Le elaborazioni discusse in precedenza sono state applicate sia all'intero popolamento che settorialmente alla sola città di Tricase e alle due frazioni, Lucugnano e Depressa.

Per quanto riguarda la totalità del popolamento arboreo di Tricase sono state censite quaranta specie vegetali, nove di queste coprono il 75% dell'intero popolamento. I dati sono riassunti nella seguente tabella:

Nome comune	N°ind.	AR	DR	IS	Nome comune	N°ind.	AR	DR	IS
Cipresso	517	16,51	13,52	15,01	Canfora	26	0,83	1,39	1,11
Eucalipto	336	10,73	11,28	11,00	Prunus pissardi	22	0,70	0,84	0,77
Palma delle Canarie	273	8,72	6,34	7,53	Quercia vallonea	22	0,70	0,79	0,75
Mimosa	258	8,24	8,70	8,47	Viburno	20	0,64	0,31	0,47
Pino	249	7,95	10,89	9,42	Falso pepe	13	0,42	0,65	0,53
Tiglio	201	6,42	4,14	5,28	Ibiscus	10	0,32	0,20	0,26
Ligustro	199	6,35	4,98	5,67	Jacaranda	10	0,32	0,54	0,43
Leccio	159	5,08	4,58	4,83	Albero dei rosari	9	0,29	0,60	0,44
Grevillea	148	4,73	5,74	5,23	Pittosporo	9	0,29	0,07	0,18
Pino marittimo	92	2,94	5,87	4,40	Melograno	9	0,29	0,21	0,25
Palma di Fortune	82	2,62	1,40	2,01	Cipresso macrocarpa	6	0,19	0,25	0,22
Cedro del Libano	81	2,59	5,67	4,13	Mandorlo	5	0,16	0,29	0,22
Tuia	68	2,17	1,72	1,95	Robinia pseudoacacia	5	0,16	0,17	0,16
Oleandro	66	2,11	1,61	1,86	Olmo	5	0,16	0,27	0,21
Magnolia	51	1,63	1,94	1,78	Ficus	3	0,10	0,10	0,10
Palma californiana	44	1,40	1,14	1,27	Juniperus	3	0,10	0,16	0,13
Carrubo	40	1,28	0,89	1,08	Corbezzolo	1	0,03	0,05	0,04
Pino bianco	31	0,99	0,03	0,51	Alloro	1	0,03	0,03	0,03
Ulivo	28	0,89	0,92	0,91	Pino strobo	1	0,03	0,03	0,03
Limone	27	0,86	0,25	0,56	Salice piangente	1	0,03	0,05	0,04

Tali nove specie superano le cento unità censite: in ordine decrescente abbiamo il cipresso con il 17% del totale campionato, l'eucalipto con l'11%, la palma delle canarie con il 9%, la mimosa ed il pino con l'8%, il tiglio ed il ligustro con il 6%, il leccio con il 5% ed infine la Grevillea con il 5%. Tutte le restanti 31 specie esprimono 791 esemplari corrispondenti al 25% del totale.

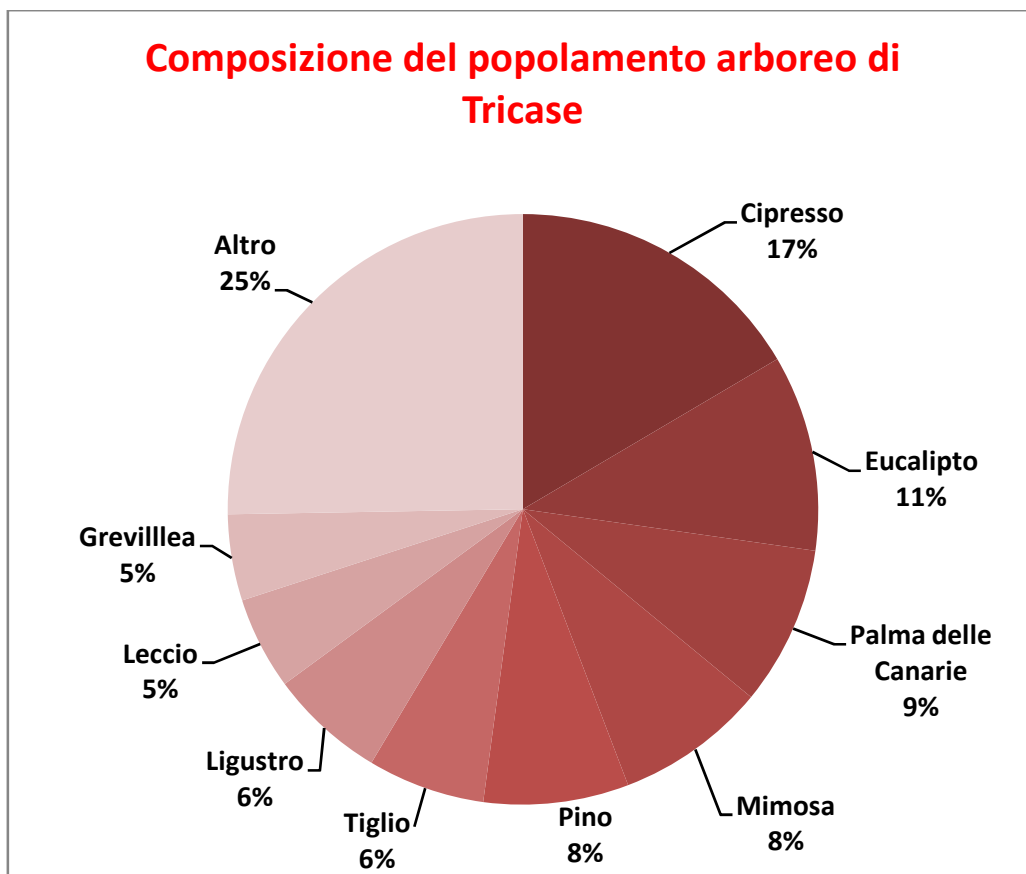


Figura 3. Grafico riassuntivo delle specie dominanti all'interno del censimento

Per quanto riguarda invece l'analisi degli indici di Dominanza Relativa e Importanza della specie il quadro resta sostanzialmente immutato ad eccezione del fatto che il pino risulta avere un'importanza maggiore della palma delle canarie e della mimosa, rientrando così nelle prime quattro specie più importanti.

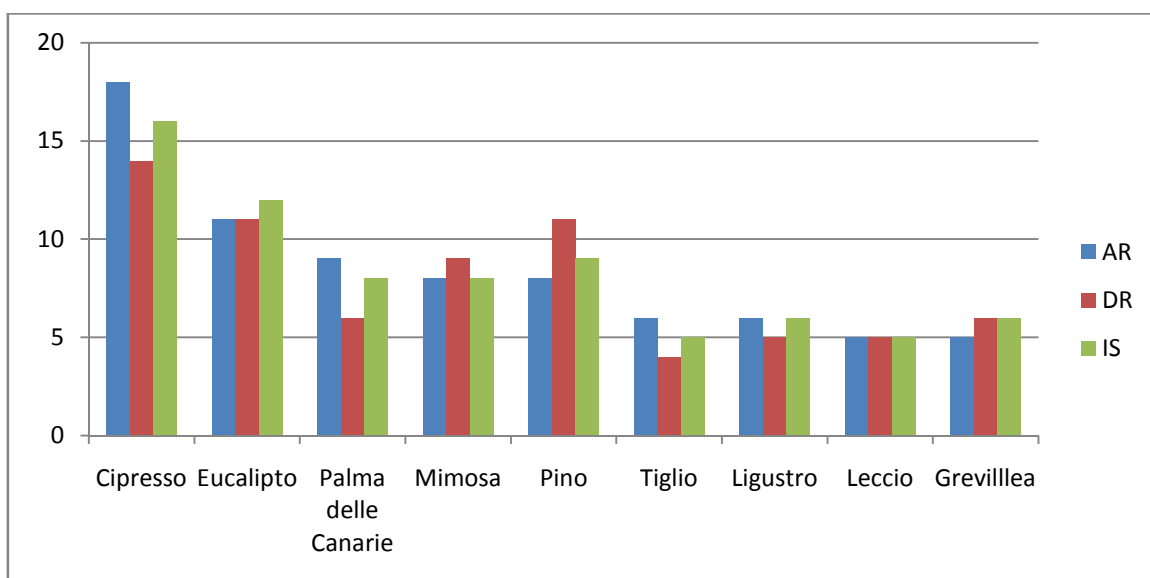
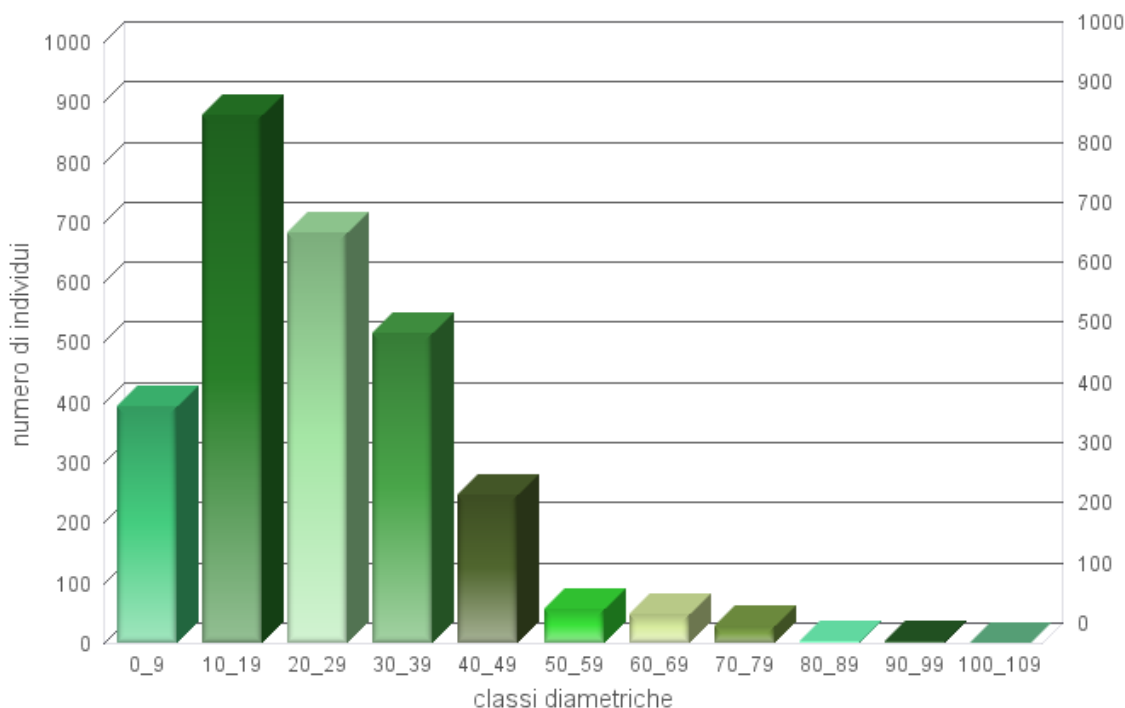


Figura 4. Confronto dei Valori di AR, DR e IS per le nove specie più presenti nel censimento

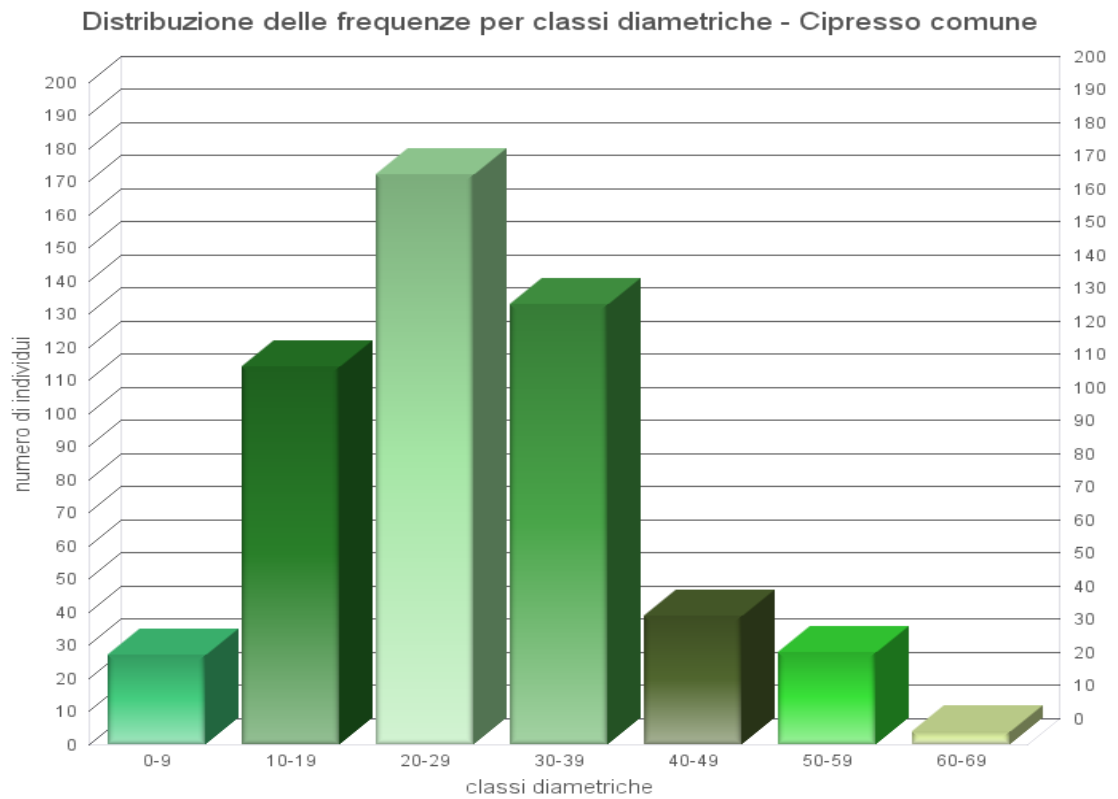
Analizzando invece la distribuzione delle classi diametriche si riesce ad ottenere un'istantanea della struttura cronologica del popolamento in esame. A questo proposito sono stati esclusi da questa analisi gli esemplari relativi a *Phoenix canariensis*, comunemente detta Palma delle Canarie in quanto l'età dell'esemplare non è correlabile all'età dello stesso.

Considerando quindi l'intero popolamento della città di Tricase si nota subito che non viene rispettata la definizione di "foresta disetanea" caratterizzata da una distribuzione delle classi diametriche calante al crescere del DBH. Osservando il grafico si nota che tale disarmonia rispetto alla condizione ideale è imputabile ad una bassa frequenza nella classe diametrica più bassa (0-9cm) e ad una eccessiva ricorrenza delle classi diametriche immediatamente successive (10-19cm, 20-29cm, 30-39cm).

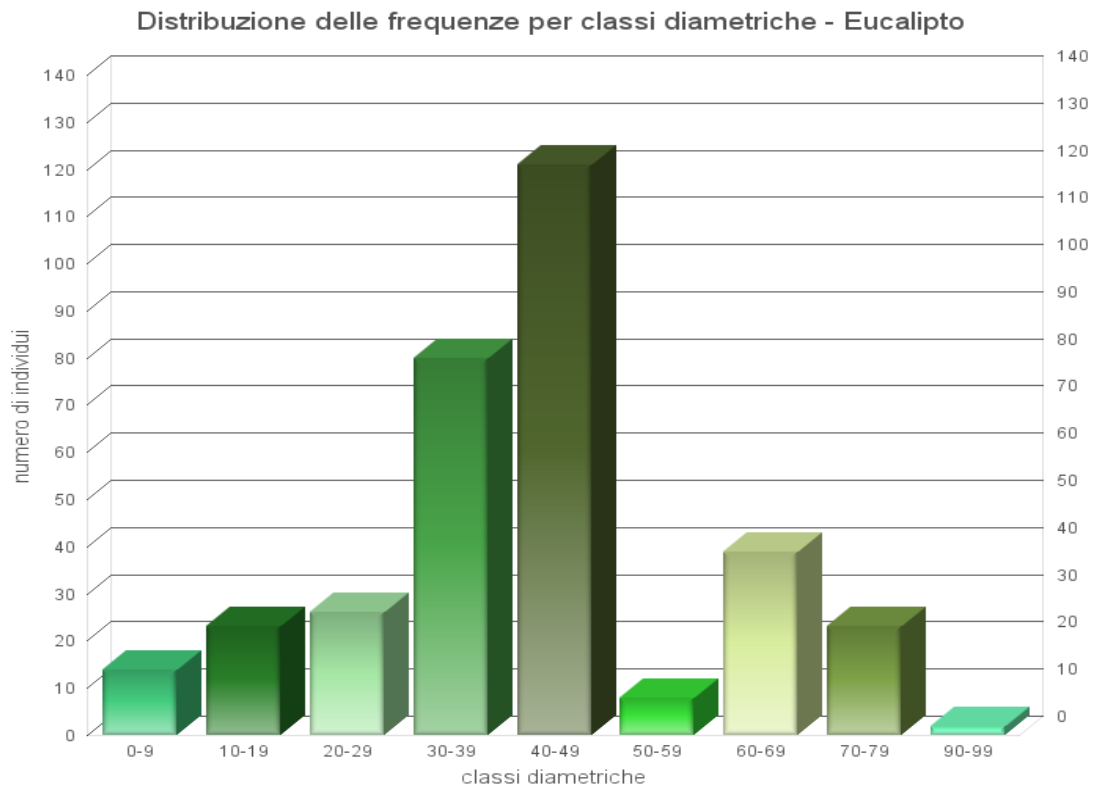
Distribuzione delle frequenze per classi diametriche - INTERO POPOLAMENTO



L'analisi può essere affinata andando ad osservare la distribuzione delle classi diametriche delle specie maggiormente rappresentate. Osservando il grafico relativo al cipresso comune si nota come tale specie dia un sostanziale contributo alla distorsione della distribuzione disetanea del popolamento. Ciò può essere imputato al fatto che la specie in questione è ampiamente utilizzata nelle alberature cimiteriali con esemplari maturi e dal DBH compreso in larga parte tra i 20 ed i 40 centimetri.

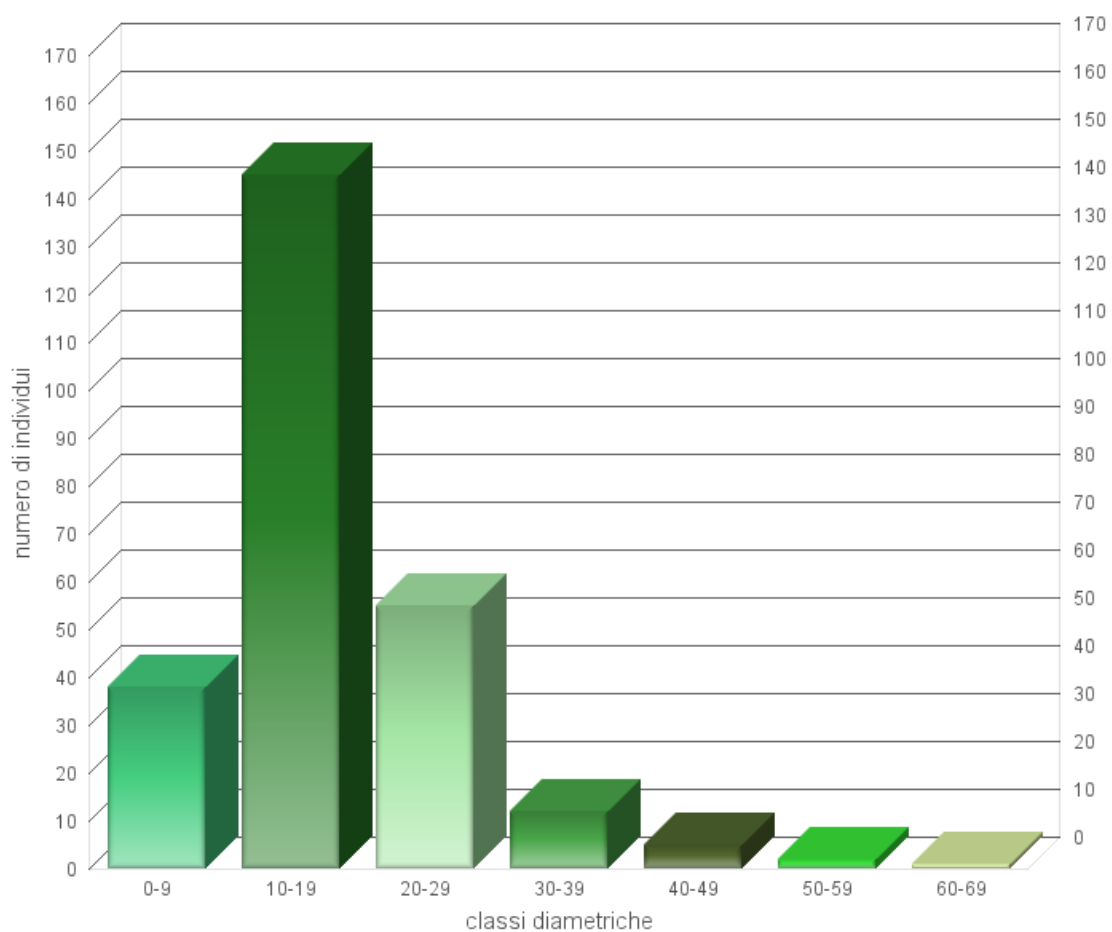


Anche l'analisi del grafico relativo ai soli esemplari di Eucalipto rivela una forte differenza dalle condizioni ideali di distribuzione delle classi diametriche. In questo caso ciò è dovuto al fatto che tale specie è largamente utilizzata come frangivento negli impianti sportivi per un periodo di tempo limitato senza che sia stato predisposto però, un piano di rinnovo, utilizzando esemplari di altezze superiori ai 20 metri e DBH compreso tra i 30 ed i 50 centimetri.

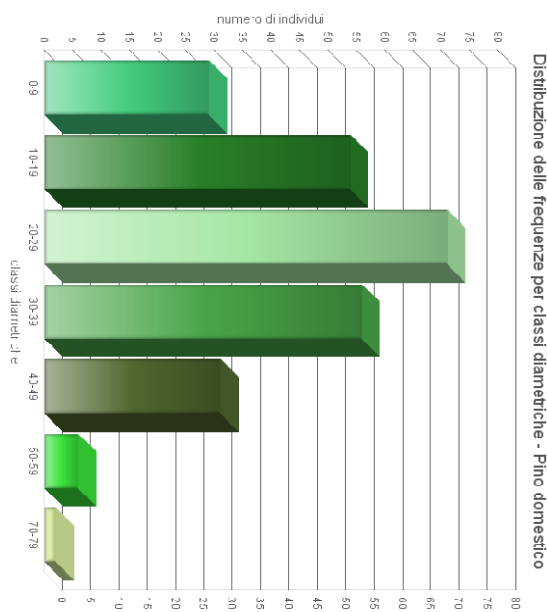
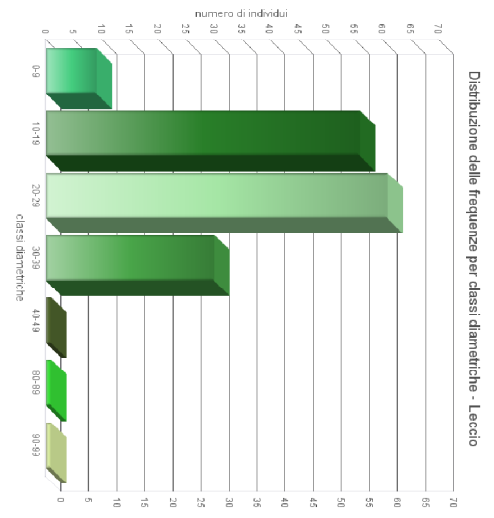
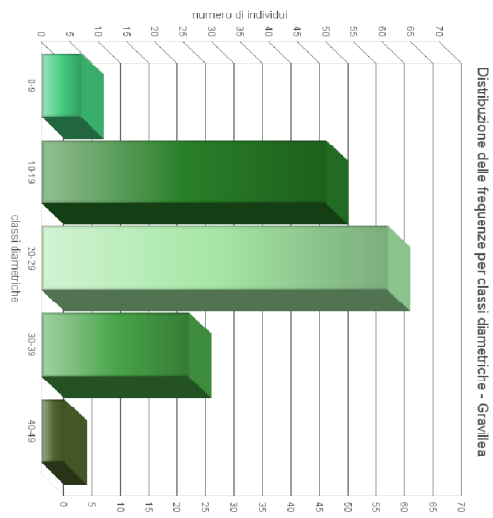
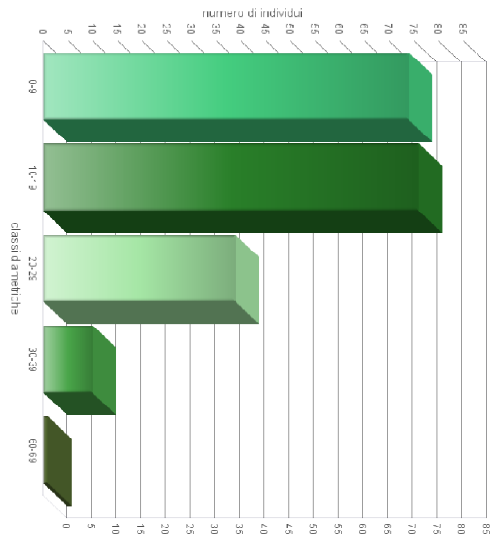
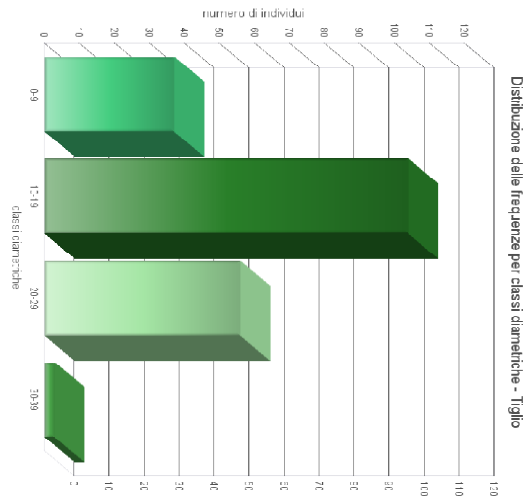


La quarta specie maggiormente rappresentata nel censimento risulta essere *Acacia dealbata*. Anche in questo caso dal grafico risulta evidente una bassa presenza di esemplari nella prima classe diametrica (0-9 cm) ed una eccessiva presenza della seconda (10-19 cm). In questo caso, però l'intervento per correggere tale situazione risulta di più facile soluzione, in quanto la specie non ha finalità particolari ma è ampiamente utilizzata nei filari stradali.

Distribuzione delle frequenze per classi diametriche - Mimosa



Di seguito vengono riportati i grafici relativi alle altre cinque specie maggiormente rappresentate nel popolamento arboreo. I dati evidenziano la tendenza presente a livello generale, di una foresta urbana che sta progressivamente invecchiando senza che siano stati messi in atto nel corso degli anni dei piani di ringiovanimento selettivo che aumentino i servizi offerti dal popolamento contenendo i costi di gestione.

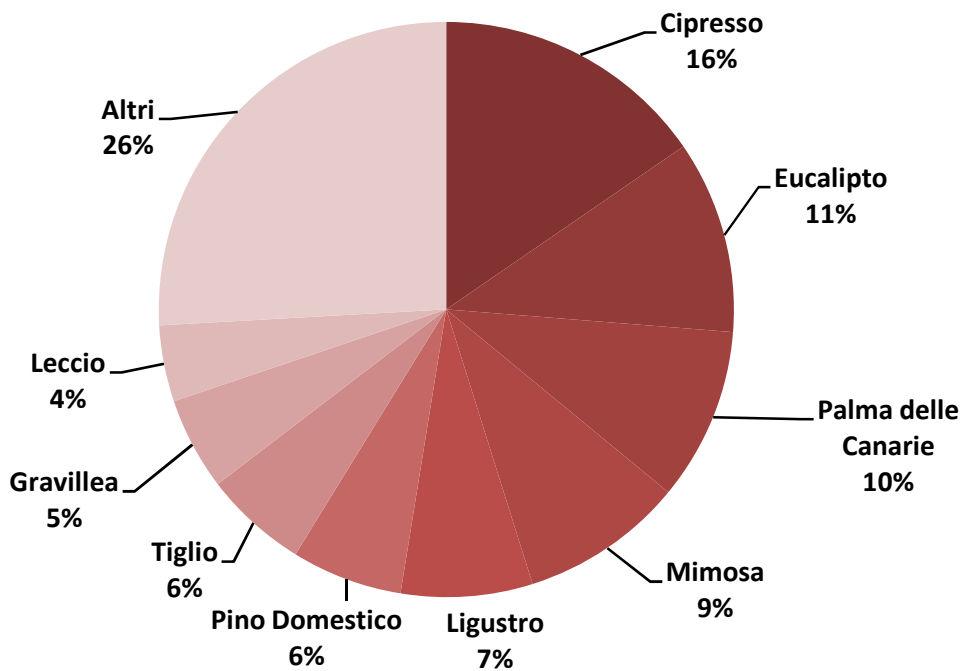


Per quanto riguarda invece l'analisi del popolamento relativo alla sola città di Tricase, la situazione appare dal punto di vista della struttura e della composizione del tutto simile a quella dell'intero campione, ciò in ragione del fatto che essa ne rappresenta l'83% con 2609 esemplari su 3132 censiti in totale.

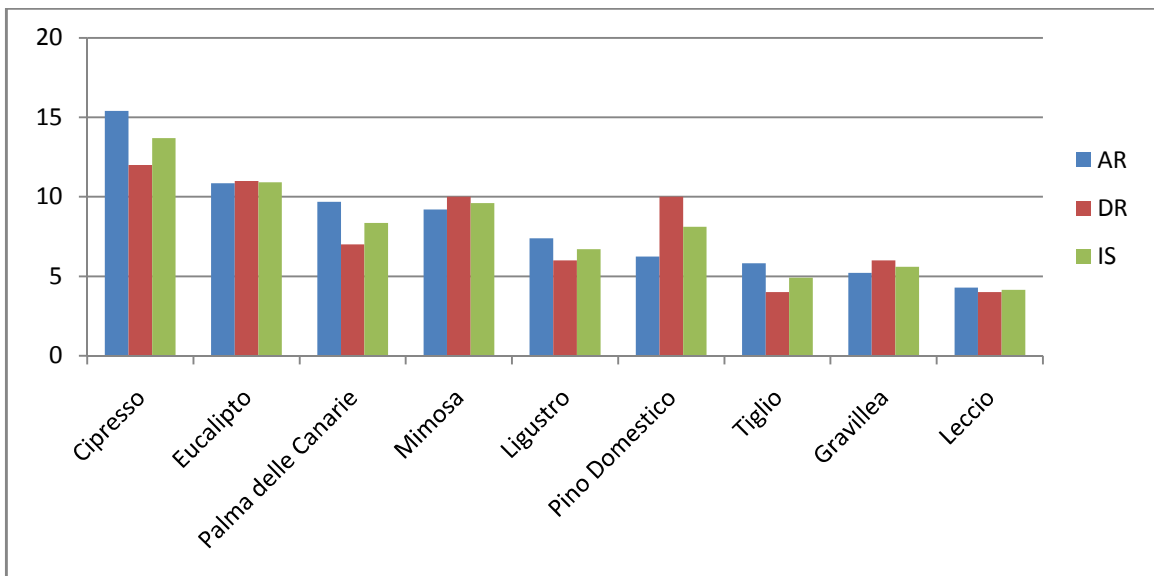
Nome Comune	N° ind	AR	DR	IS	Nome Comune	N° ind	AR	DR	IS
Cipresso	402	15,40	11,86	13,63	Canfora	22	0,84	1,60	1,22
Eucalipto	283	10,84	11,47	11,16	Prunus Pissardi	22	0,84	0,98	0,91
Palma delle Canarie	253	9,69	6,66	8,18	Quercia Vallonea	20	0,77	0,90	0,83
Mimosa	240	9,20	9,53	9,36	Viburno	20	0,77	0,36	0,56
Ligustro	193	7,39	5,55	6,47	Ulivo	19	0,73	0,86	0,79
Pino Domestico	163	6,25	9,65	7,95	Falso pepe	13	0,50	0,75	0,62
Tiglio	152	5,82	3,97	4,90	Ibiscus	10	0,38	0,23	0,31
Gravillea	136	5,21	6,45	5,83	Jacaranda	10	0,38	0,63	0,51
Leccio	112	4,29	3,70	4,00	Melograno	9	0,34	0,24	0,29
Pino Marittimo	80	3,07	6,14	4,60	Albero dei Rosari	8	0,31	0,64	0,47
Cedro del Libano	73	2,80	5,87	4,33	Mandorlo	5	0,19	0,33	0,26
Palma di Fortune	70	2,68	2,00	2,34	Olmo bianco	5	0,19	0,32	0,26
Oleandro	66	2,53	1,88	2,20	Robinia pseudoacacia	5	0,19	0,19	0,19
Palma della California	43	1,65	1,27	1,46	Juniperus	3	0,11	0,19	0,15
Tuia	43	1,65	1,41	1,53	Ficus	2	0,08	0,12	0,10
Magnolia	42	1,61	1,91	1,76	Alloro	1	0,04	0,04	0,04
Pino Bianco	31	1,19	1,60	1,39	Corbezzolo	1	0,04	0,06	0,05
Carrubo	26	1,00	0,73	0,86	Pino Strobo	1	0,04	0,04	0,04
Limone	24	0,92	0,27	0,59	Salice piangente	1	0,04	0,06	0,05

Dalla tabella riassuntiva sopra riportata risulta evidente che le specie che superano i cento esemplari censiti sono le stesse dell'intero popolamento e le prime quattro posizioni sono immutate con, al contrario, delle differenze nelle restanti cinque. Il grafico successivo illustra le percentuali relative alle nove specie più presenti confermando in modo quasi completo quanto visto per l'intero censimento. Anche in questo caso quindi gli esemplari maggiormente rappresentati coprono il 74% del totale, con il cipresso che raggiunge il 16%, l'eucalipto l'11%, la palma delle Canarie il 10%, la mimosa il 9%, il ligustro il 7%, il pino domestico ed il tiglio il 6%, la gravillea il 5% ed il leccio il 4%.

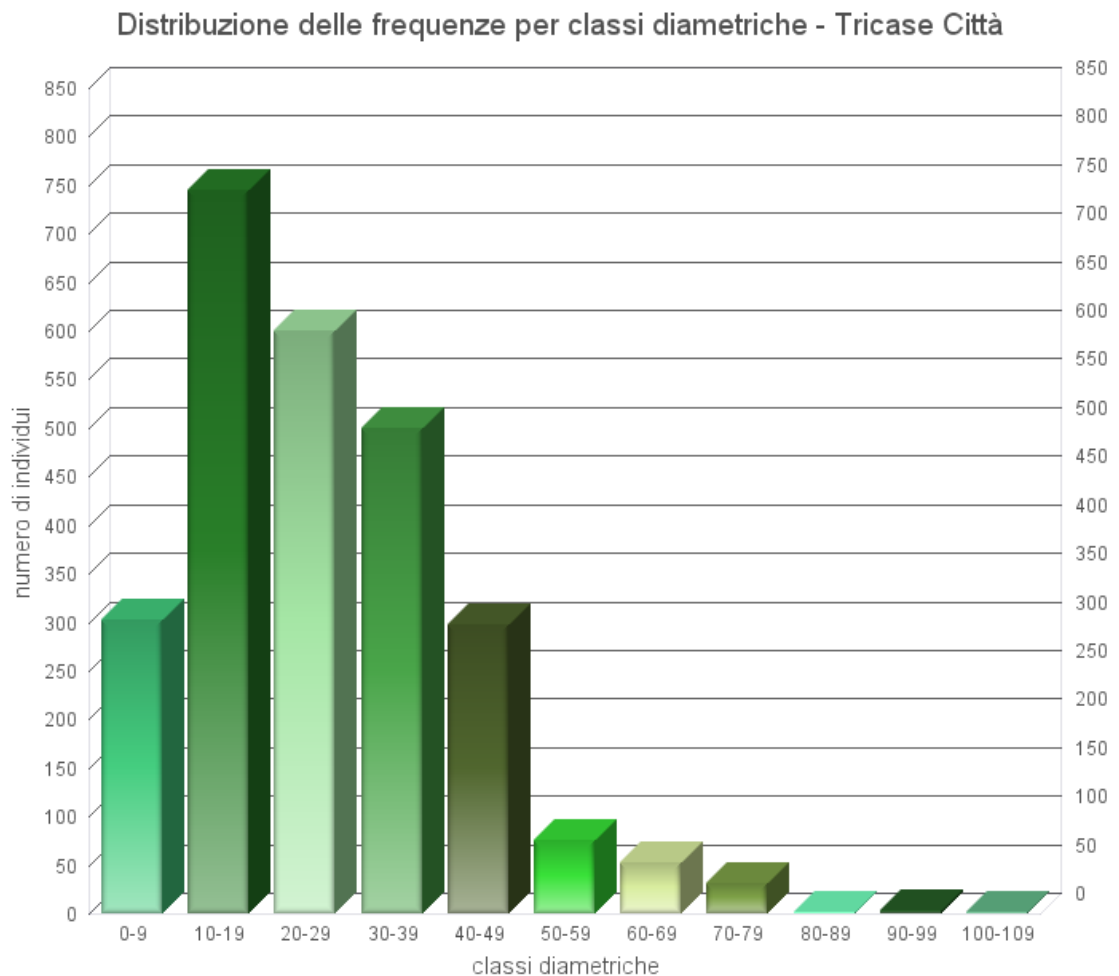
Composizione del popolamento - Tricase Città



Per quanto riguarda invece l'analisi della Dominanza Relativa e dell'Importanza della Specie la situazione risulta identica, ad eccezione del fatto che, nelle prime quattro posizioni, la mimosa risulta avere un IS superiore a quello della palma delle Canarie.



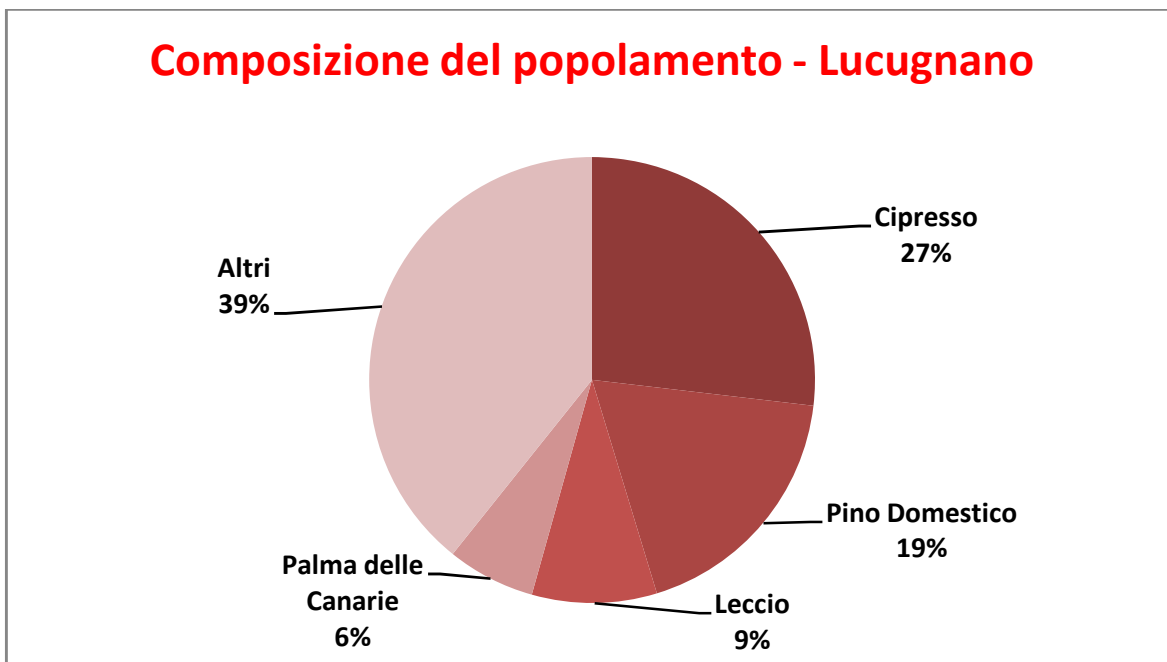
Per quanto riguarda l'analisi della distribuzione delle classi diametriche, anche in questo caso il grafico riportato in seguito illustra una situazione del tutto simile a quella dell'intero popolamento con una bassa presenza nella prima classe diametrica (0-9 cm) ed una forte presenza nelle classi immediatamente successive (10-19 cm, 20-29 cm, 30-39 cm) sintomo quindi di una popolazione in invecchiamento senza un piano di gestione e turnover degli esemplari che porti ad un ringiovanimento dell'architettura verde della città.



La frazione di Lucugnano annovera 357 esemplari censiti suddivisi in 20 specie differenti. Dalla tabella seguente, che presenta un riassunto del popolamento, si evidenzia che le prime quattro specie maggiormente presenti risultano essere cipresso, pino domestico, leccio e tuia che nel loro complesso rappresentano il 63% del totale.

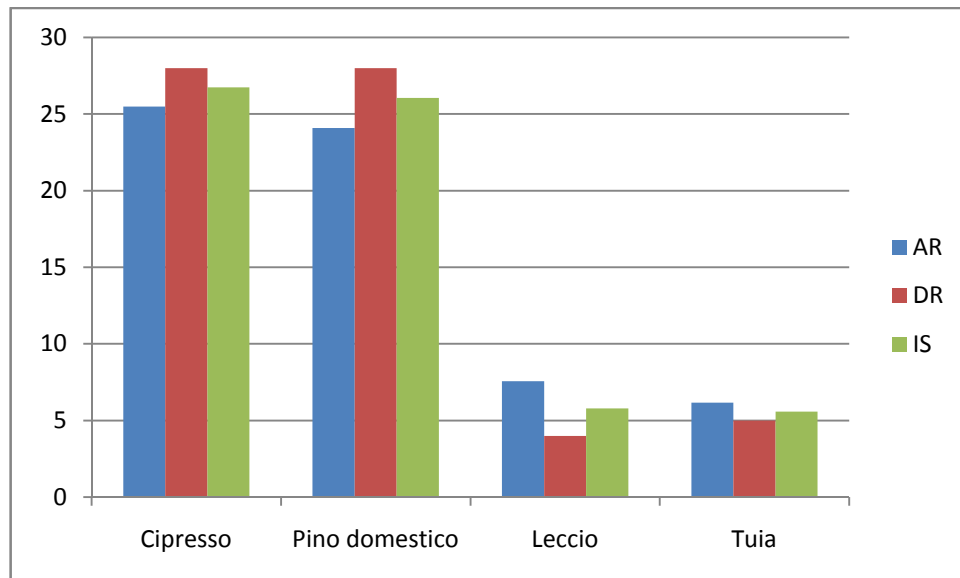
Nome comune	N° Ind	AR	DR	IS
Cipresso	91	25,49	27,95	26,72
Pino domestico	86	24,09	27,77	25,93
Leccio	27	7,56	4,41	5,99
Tuia	22	6,16	4,76	5,46
Palma della Canarie	19	5,32	6,65	5,99
Mimosa	16	4,48	5,17	4,83
Carrubo	14	3,92	2,71	3,32
Gravillea	12	3,36	2,23	2,80
Palma di Fortune	12	3,36	0,88	2,12
Pino marittimo	12	3,36	6,35	4,86
Pittosporo	9	2,52	0,77	1,65
Ulivo	9	2,52	1,94	2,23
Ligustro	7	1,96	2,23	2,10
Cipresso macrocarpa	6	1,68	3,18	2,43
Tiglio	5	1,40	1,18	1,29
Limone	3	0,84	0,18	0,51
Magnolia	3	0,84	1,00	0,92
Quercia vallonea	2	0,56	0,12	0,34
Ficus	1	0,28	0,06	0,17
Palma della californiana	1	0,28	0,53	0,41

Osservando il grafico sotto riportato si nota come in questo caso le percentuali siano molto distanziate tra di loro con cipresso e pino domestico che rappresentano quasi la metà dell'intero campione, e che le restanti sedici specie presenti occupano il 39% del totale.



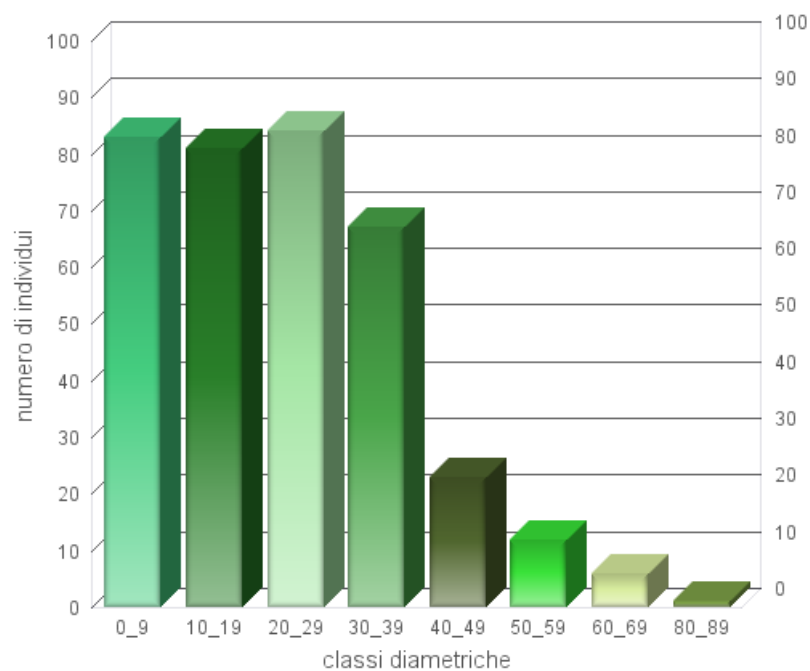
I dati relativi alla Dominanza Relativa ed Importanza della Specie mostrano, per le prime quattro specie censite, valori molto alti per cipresso e pino domestico e significativamente

più bassi per leccio e tuia; ciò in ragione del fatto della grande differenza numerica esistente tra le prime due varietà e le successive.



Il grafico della distribuzione delle classi diametriche mostra un'eccessiva presenza della seconda terza e quarta classe diametrica (10-19 cm, 20-29cm, 30-39 cm) che andrebbero diminuite nella loro rappresentatività per raggiungere un grafico corrispondente ad una popolazione disetanea.

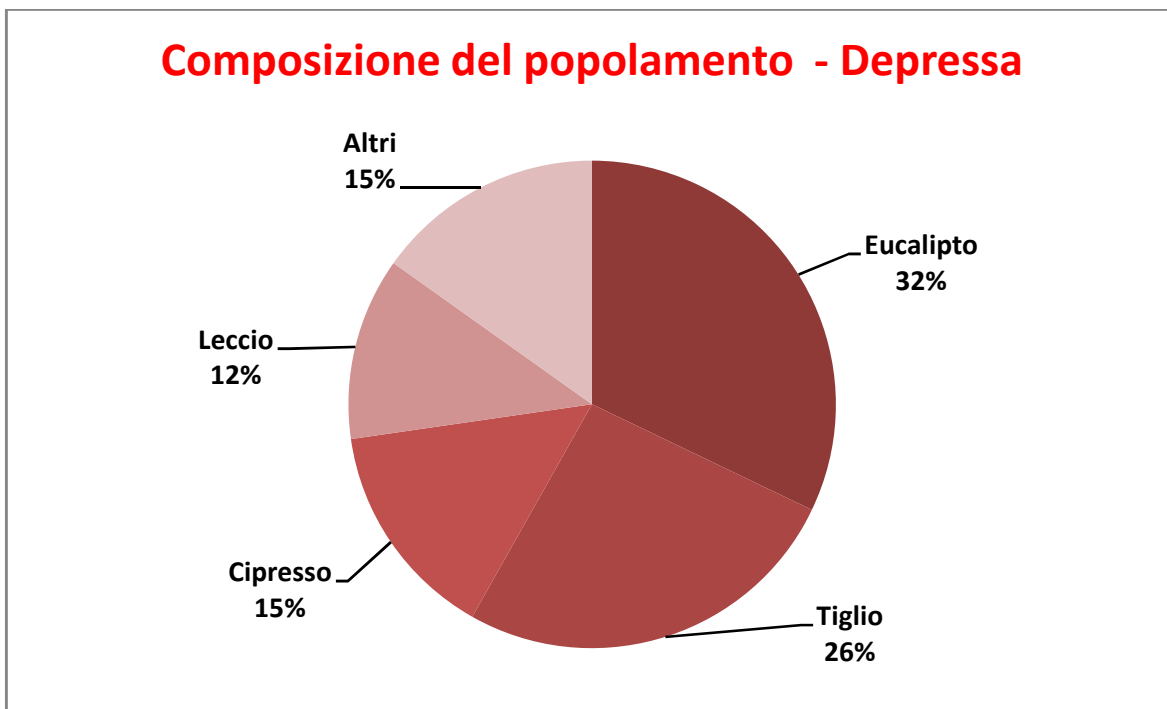
Distribuzione delle frequenze per classi diametriche - Lucugnano



Infine, per quanto riguarda la frazione di Depressa, gli esemplari censiti ammontano a 165. In questo caso le prime quattro specie per numero di individui risultano essere l'eucalipto, il tiglio, il cipresso ed il leccio. I dati sono esposti nella seguente tabella.

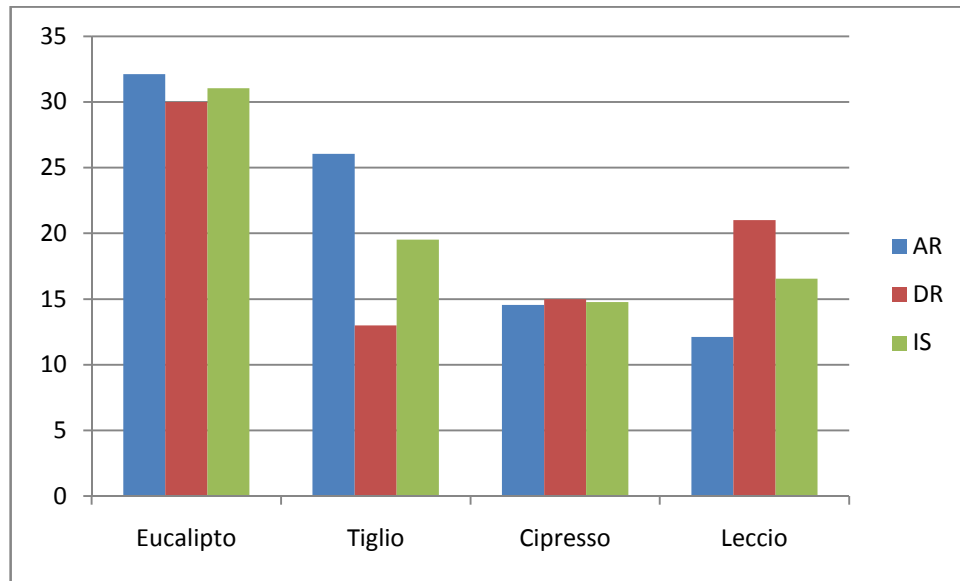
Nome comune	N° Ind	AR	DR	IS
Eucalipto	53	32,12	29,98	31,05
Tiglio	43	26,06	12,92	19,49
Cipresso	24	14,55	14,99	14,77
Leccio	20	12,12	20,76	16,44
Cedro del Libano	8	4,85	13,15	9,00
Magnolia	6	3,64	4,38	4,01
Canfora	4	2,42	0,46	1,44
Tuia	3	1,82	1,38	1,60
Mimosa	2	1,21	0,92	1,07
Albero dei Rosari	1	0,61	1,04	0,82
Palma delle Canerie	1	0,61	0,01	0,31

Il grafico sottostante evidenzia la distribuzione delle specie più presenti evidenziando che l'eucalipto rappresenta il 32% del totale, il tiglio il 26%, il cipresso il 15%, il leccio il 12%. Queste prime quattro specie rappresentano l'85% del totale.



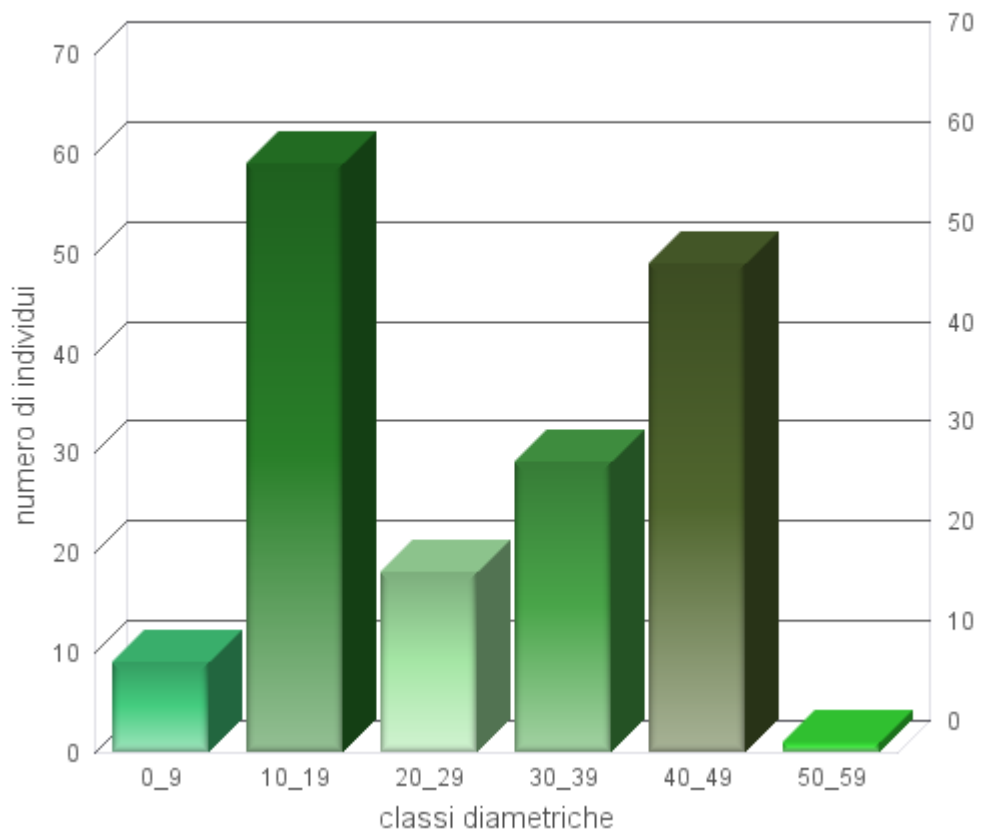
Dal punto di vista dell'analisi della Dominanza Relativa e dell'Importanza della Specie i dati confermano quanto visto nel grafico precedente ad eccezione del leccio che risulta avere un'importanza maggiore rispetto a quella del cipresso. Si può inoltre notare il basso

valore di DR del tiglio, ciò è dovuto essenzialmente alla ridotta *canopy* degli esemplari presenti nella frazione di Depressa.

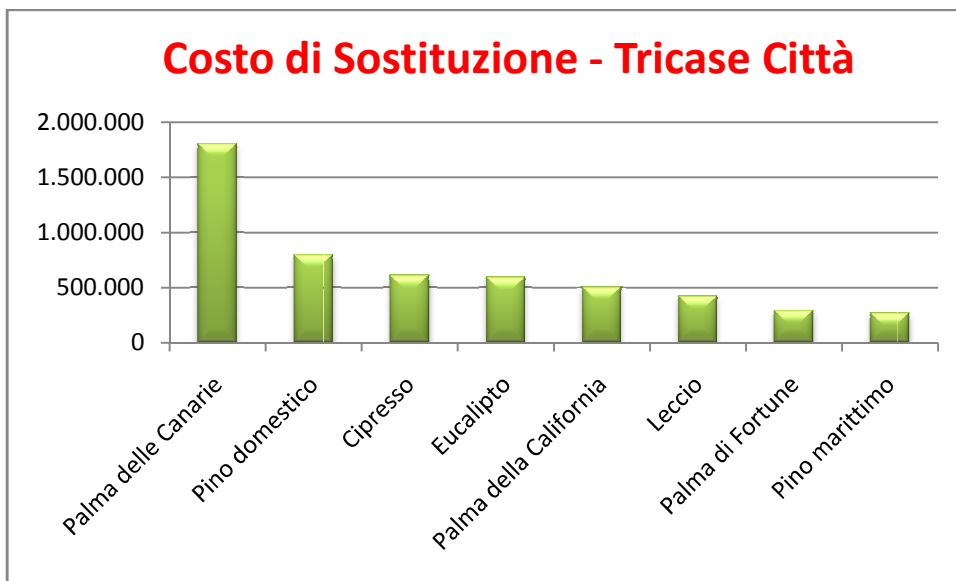


L'analisi della distribuzione delle classi diametriche evidenzia una profonda mancanza di esemplari nella prima classe diametrica (0-9 cm) ed una invece molto accentuata nelle classi successive con particolari picchi nella classe 10-19 cm e 40-49 cm.

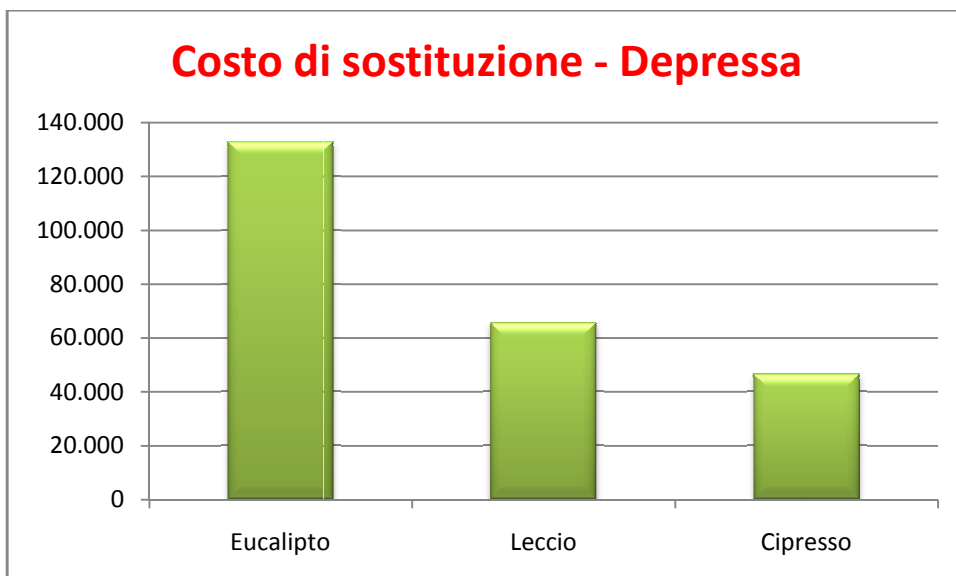
Distribuzione delle frequenze per classi diametriche - Depressa



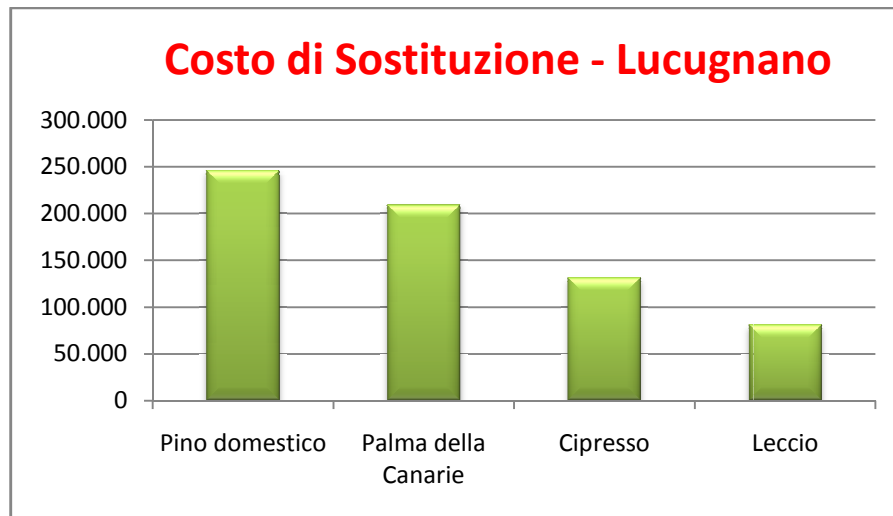
Per quanto riguarda invece il calcolo del costo di sostituzione (CS) precedentemente descritto, le alberature della sola città di Tricase raggiungono un CS di 6.528.815€. Nel grafico seguente sono riportate le prime otto specie che rappresentano l'81% del totale. Il primato della palma delle Canarie è da ricercare nell'elevato costo della specie. Questo dato è da tenere in grossa considerazione dal momento che la specie dal più alto valore ornamentale è anche una delle più vulnerabili dal punto di vista fitosanitario a causa di *Rhynchophorus ferrugineus*, comunemente detto punteruolo rosso.



Per la frazione di Depressa il costo di sostituzione totale è di 298.312€. Le specie dal più alto valore ornamentale risultano essere l'eucalipto, il leccio ed il cipresso che da sole coprono l'82% del totale.



Per la frazione di Lucugnano infine, il costo di sostituzione totale ammonta a 838.554€. Le specie dal più alto valore ornamentale sono pino domestico, palma delle Canarie, cipresso e leccio che raggiungono l'80% del totale.



3.2. Quantum Gis

Il lavoro effettuato con il software Quantum Gis precedentemente descritto ha avuto come esito una mappa in scala 1:5000 che rappresenta il territorio comunale della città di Tricase e delle sue frazioni con sovrapposta l'intera struttura verde ricadente all'interno delle competenze comunali. Nelle immagini successive sono messi in evidenza alcuni dettagli del risultato finale.

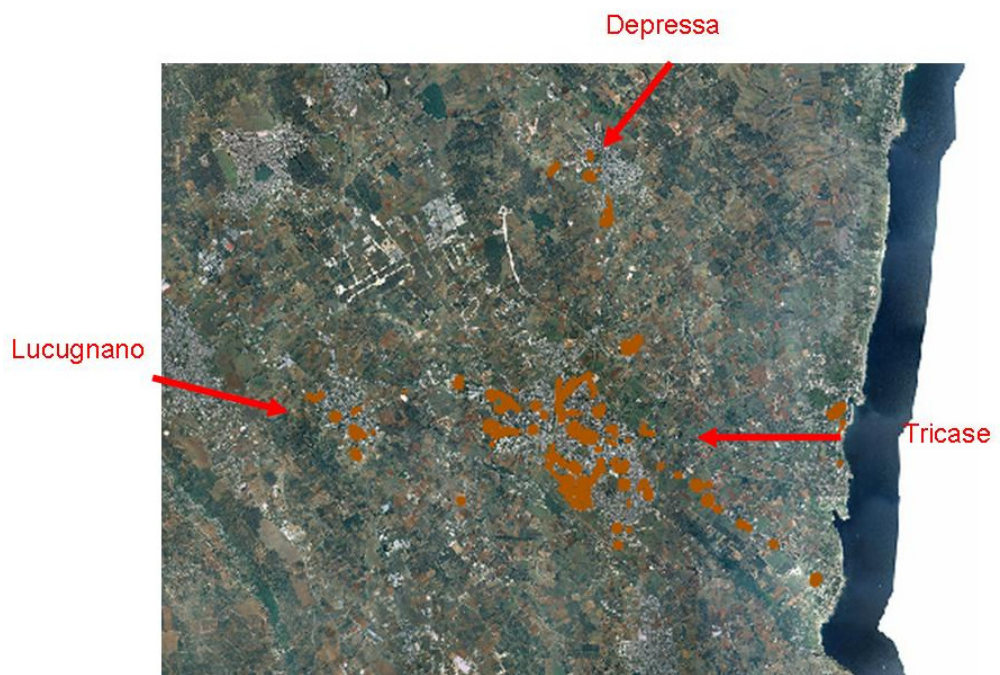


Figura 5. Visione d'insieme del popolamento arboreo della città di Tricase

Città di Tricase



Figura 6. Visione del popolamento arboreo sito in Tricase città.

Lucignano



Figura 7. Visione del popolamento arboreo della frazione di Lucignano

Depressa



Figura 8. Visione del popolamento arboreo della frazione di Depressa

Dettaglio informazioni per esemplare

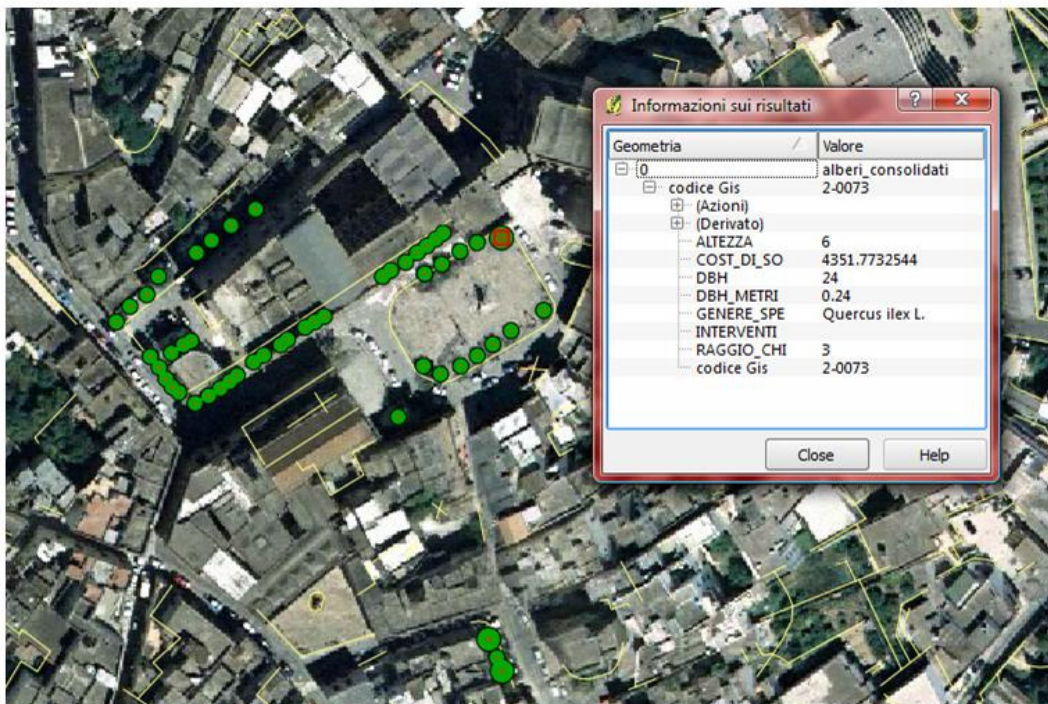


Figura 9. Dettaglio delle informazioni visualizzabili per ogni singolo esemplare censito

3.3. iTree Street

I risultati derivanti dall'utilizzo del software iTree si articolano in più tabelle riguardanti i benefici ecosistemici apportati annualmente dal popolamento arboreo della città di Tricase nel suo complesso sia dal punto di vista quantitativo che monetario. In dettaglio tali report riguardano:

- **Energia.** Stima delle quantità e dei relativi costi di energia elettrica (KWh) e di gas naturale (Therm) risparmiati grazie alla presenza dell'infrastruttura verde. Il risparmio è attribuibile alla minore necessità di raffreddare gli edifici grazie alla naturale capacità delle piante di fungere da "climatizzatori naturali".
- **Qualità dell'aria.** Analisi delle quantità di determinati inquinanti (O₃, NO₂, SO₂, PM10, BVOC) intercettate dal popolamento o non immesse in atmosfera grazie, ad esempio, alla minore necessità di produrre energia elettrica discussa al punto precedente e dei relativi risparmi derivanti.
- **Anidride carbonica.** A questo importante inquinante è riservato un intero report che ne analizza il bilancio globale di sequestro e rilascio con relativi risparmi ottenuti suddiviso per specie.
- **Stoccaggio dell'anidride carbonica.** Dall'analisi del DBH il modello elabora la quantità di CO₂ stoccata da ogni specie in tutto il suo ciclo vitale.

Inoltre il software fornisce dei report riguardanti la struttura del popolamento arboreo, il suo valore estetico, la capacità di intercettare il flusso idrico superficiale ed un riepilogo delle spese sostenute per la sua manutenzione. Tali elaborazioni però non sono state utilizzate nel lavoro in questione per mancanza dei necessari dati o perché precedentemente ottenuti con gli altri software utilizzati o perché di scarso interesse per il sito d'indagine.

Il seguente output del software iTree evidenzia i servizi ecosistemici offerti annualmente dall'infrastruttura verde di Tricase nell'ambito del minor consumo di energia elettrica o di gas naturale. I dati evidenziano un mancato consumo di 1320,3 GJ di energia corrispondenti a 366.750 KWh. Tenendo conto che il consumo pro capite (consumi complessivi divisi per il numero di abitanti) di energia per la Regione Puglia è stato nel 2012 di 4.585 KWh (Terna, 2013) si deduce che il popolamento arboreo produce un risparmio di energia pari ad ottanta volte quello pro capite. Inoltre tutto ciò si traduce in un minor aggravio monetario pari a 60.108€.

Specie	Elettricità (GJ)	Elettricità (€)	Gas Naturale (GJ)	Gas Naturale(€)	Totale (€)	€/albero
Cupressus species	216,11	10.808,98	39,70	948,32	11.757,30	22,74
Pinus pinea	141,03	7.053,69	22,55	538,60	7.592,29	20,36
Eucalyptus globulus	81,46	4.074,33	17,88	427,01	4.501,34	13,39
Phoenix canariensis	115,87	5.795,29	25,61	611,70	6.406,99	23,47
Acacia baileyana	124,25	6.214,63	32,80	783,48	6.998,11	27,12
Tilia species	98,66	4.934,87	20,02	478,22	5.413,08	26,93
Ligustrum lucidum	73,46	3.674,20	18,89	451,14	4.125,35	20,73
Quercus ilex	58,56	2.928,88	11,73	280,25	3.209,13	17,73
Grevillea robusta	40,16	2.008,86	8,35	199,57	2.208,43	14,92
Trachycarpus fortunei	5,09	254,42	3,84	91,82	346,24	4,22
Cedrus atlantica	28,75	1.438,20	4,08	97,38	1.535,57	18,96
Thuja species	28,50	1.425,32	3,60	86,11	1.511,43	22,23
Nerium oleander	4,43	221,36	1,87	44,63	265,99	4,03
Magnolia grandiflora	22,37	1.118,99	4,11	98,12	1.217,11	23,41
Washingtonia filifera	2,57	128,58	1,05	24,98	153,56	3,49
Ceratonia siliqua	10,80	540,19	2,37	56,58	596,77	14,56
Altri	41,33	2.067,28	8,49	202,72	2.270,00	10,71
TOTALE	1.093,39	54.688,08	226,93	5.420,60	60.108,68	19,19

Per quanto riguarda invece l'output relativo alla qualità dell'aria, il software restituisce la massa di ozono, biossido di azoto, PM10 ed anidride solforosa depositata annualmente sulla superficie fogliare dell'intero popolamento e le quantità di PM10, Volatile Organic Compounds (VOC), biossido di azoto ed anidride solforosa che sarebbero state prodotte per generare, ad esempio, l'energia elettrica risparmiata già quantificata in precedenza. Inoltre restituisce anche una stima monetaria del risparmio derivante dalla mancata immissione in atmosfera di tali composti. Dall'analisi del report risulta evidente che la deposizione annuale svolge un ruolo preponderante rispetto alla mancata produzione degli inquinanti sopra elencati. Le specie più performanti risultano essere il cipresso, il pino domestico e la palma delle Canarie.

Il report analizza anche quella che potrebbe essere definita un'esternalità negativa prodotta dalla foresta urbana: la caratteristica di alcune specie di emettere Volatile Organic Compounds (VOC) di origine biogenica (BVOC) in atmosfera.

La produzione di tali composti da parte della vegetazione risulta dipendente dalla temperatura e dalla luce e le molecole maggiormente rappresentate risultano essere l'isoprene ed i monoterpeni (R. Steinbrecher et al., 2009). La pericolosità di questa classe di inquinanti risiede nella caratteristica di essere dei precursori dell'ozono in

troposfera, il principale responsabile dello smog fotochimico e del riscaldamento della bassa atmosfera. Le piante producono BVOC con la traspirazione per la loro azione antiossidante, come termoprotettori o come messaggeri chimici. Le specie maggiormente interessate da questo processo risultano essere il leccio, l'eucalipto, il cipresso e la gravillea; tutte specie presenti anche in quantità consistenti all'interno del popolamento di Tricase.

I seguenti report riassumono l'impatto del verde pubblico della città di Tricase sulla qualità dell'aria.

Specie	Deposition O₃ (kg)	Deposition NO₂ (kg)	Deposition PM10 (kg)	Deposition SO₂ (kg)	Deposition (€)
Cupressus species	218,91	101,96	126,47	7,84	20.021,24
Pinus pinea	137,60	64,08	79,49	4,92	12.584,13
Eucalyptus globulus	79,94	37,23	46,18	2,86	7.310,65
Phoenix canariensis	121,03	56,37	69,92	4,33	11.068,79
Acacia baileyana	117,36	44,26	62,34	4,58	9.990,52
Tilia species	102,24	47,62	59,07	3,66	9.350,49
Ligustrum lucidum	67,53	25,47	35,87	2,64	5.748,78
Quercus ilex	60,97	28,39	35,22	2,18	5.575,86
Grevillea robusta	41,56	19,36	24,01	1,49	3.801,38
Trachycarpus fortunei	5,75	2,68	3,32	0,21	526,00
Cedrus atlantica	27,71	12,91	16,01	0,99	2.534,44
Thuja species	29,13	13,57	16,83	1,04	2.664,40
Nerium oleander	5,16	2,40	2,98	0,18	471,88
Magnolia grandiflora	16,29	5,38	8,14	0,65	1.321,92
Washingtonia filifera	2,04	0,95	1,18	0,07	186,48
Ceratonia siliqua	11,31	5,27	6,54	0,40	1.034,69
Altri	40,44	17,51	22,67	1,50	3.603,90
TOTALE	1.084,97	485,41	616,26	39,55	97.795,55

Specie	Avoided NO2 (kg)	Avoided PM10 (kg)	Avoided VOC (kg)	Avoided SO2 (kg)	Avoided (€)
Cupressus species	33,17	8,28	3,67	15,78	2.216,63
Pinus pinea	21,55	5,4	2,39	10,32	1.444,68
Eucalyptus globulus	12,63	3,14	1,39	5,97	841,3
Phoenix canariensis	17,93	4,45	1,98	8,46	1.193,45
Acacia baileyana	19,36	4,76	2,12	9,02	1.280,53
Tilia species	15,21	3,78	1,68	7,2	1.013,67
Ligustrum lucidum	11,44	2,82	1,25	5,34	757,61
Quercus ilex	9	2,24	0,99	4,27	600,61
Grevillea robusta	6,18	1,54	0,68	2,93	412,37
Trachycarpus fortunei	0,89	0,2	0,09	0,37	55,72
Cedrus atlantica	4,38	1,1	0,49	2,11	294,07
Thuja species	4,3	1,09	0,48	2,08	289,93
Nerium oleander	0,71	0,17	0,08	0,32	46,21
Magnolia grandiflora	3,42	0,86	0,38	1,63	229,01
Washingtonia filifera	0,42	0,1	0,05	0,19	27,45
Ceratonia siliqua	1,67	0,41	0,18	0,79	111,08
Altri	6,35	1,58	0,7	3,02	424,22
TOTALE	168,59	41,93	18,6	79,8	11.238,54

Specie	BVOC Emissions (kg)	BVOC Emissions (€)	Total (kg)	Total (€)	€/albero
Cupressus species	-92,51	-518,38	423,57	21.719,49	42,01
Pinus pinea	-50,73	-284,26	275,03	13.744,54	36,85
Eucalyptus globulus	-186,98	-1.047,75	2,35	7.104,21	21,14
Phoenix canariensis	-93,34	-523,04	191,12	11.739,20	43,00
Acacia baileyana	0,00	0,00	263,81	11.271,05	43,69
Tilia species	-45,21	-253,30	195,24	10.110,86	50,30
Ligustrum lucidum	0,00	0,00	152,37	6.506,39	32,70
Quercus ilex	-179,98	-1.008,49	-36,71	5.167,97	28,55
Grevillea robusta	-119,03	-666,96	-21,27	3.546,79	23,96
Trachycarpus fortunei	-3,29	-18,46	10,22	563,27	6,87
Cedrus atlantica	-10,44	-58,51	55,25	2.770,00	34,20
Thuja species	-49,33	-276,40	19,20	2.677,93	39,38
Nerium oleander	-4,72	-26,43	7,29	491,66	7,45
Magnolia grandiflora	-36,26	-203,21	0,48	1.347,73	25,92
Washingtonia filifera	-1,20	-6,71	3,80	207,22	4,71
Ceratonia siliqua	-7,14	-39,99	19,44	1.105,79	26,97
Altri	-11,30	-63,34	82,47	3.964,79	18,70
TOTALE	-891,46	-4.995,22	1.643,64	104.038,87	33,22

Il terzo report riguarda il bilancio annuale tra l'anidride carbonica stoccata da ogni singola specie, quella rilasciata per il proprio mantenimento e quella non prodotta per il risparmio energetico. I dati mostrano che le specie più performanti risultano essere il cipresso, il pino domestico e l'eucalipto. In totale ogni anno 431.175 chili di anidride carbonica vengono stoccati dall'intero popolamento. Partendo dal presupposto che il limite di emissione per autoveicoli imposto dall'Unione Europea è di 130 g/km percorso, e considerando una percorrenza annuale media di 15.000 chilometri, la quantità di CO₂ immagazzinata dall'infrastruttura verde risulta pari a quella emessa da 221 automobili in un anno.

Specie	Sequestered (kg)	Seq/tree (Kg)	Decomposition Release(kg)	Maintenance Release (kg)	Avoided (kg)	Net Total (kg)
Cupressus species	73.858,40	142,86	-12.403,44	-639,03	26.734,84	87.550,78
Pinus pinea	43.209,28	115,84	-6.364,93	-398,93	17.446,54	53.891,96
Eucalyptus globulus	60.242,66	179,29	-5.900,89	-359,82	10.077,41	64.059,35
Phoenix canariensis	1.514,65	5,55	-646,31	-230,50	14.334,04	14.971,88
Acacia baileyana	24.143,46	93,58	-9.552,95	-362,24	15.371,21	29.599,48
Tilia species	35.636,95	177,30	-6.247,02	-297,44	12.205,86	41.298,35
Ligustrum lucidum	15.318,59	76,98	-4.866,01	-218,72	9.087,74	19.321,61
Quercus ilex	52.963,67	284,75	-6.795,10	-249,87	7.244,27	53.162,96
Grevillea robusta	34.926,27	235,99	-4.319,11	-176,90	4.968,70	35.398,96
Trachycarpus fortunei	908,10	11,07	-412,02	-66,60	629,29	1.058,76
Cedrus atlantica	8.579,29	105,92	-1.278,97	-80,89	3.557,22	10.776,64
Thuja species	1.514,38	22,27	-922,34	-71,38	3.525,38	4.046,04
Nerium oleander	205,67	3,12	-110,29	-40,33	547,51	602,56
Magnolia grandiflora	2.104,95	40,48	-1.061,98	-67,67	2.767,71	3.743,02
Washingtonia filifera	580,31	13,19	-183,67	-38,92	318,04	675,75
Ceratonia siliqua	2.345,01	57,20	-657,51	-41,48	1.336,11	2.982,12
Altri	4.679,28	22,61	-1.583,89	-172,92	5.113,20	8.035,67
TOTALE	362.730,92	115,81	-63.306,44	-3.513,66	135.265,1	431.175,90

Infine il quarto report mostra l'anidride carbonica stoccata dall'intero popolamento in tutto l'arco della sua vita stimata per mezzo del DBH misurato nel censimento. I dati mostrano che sono stati immagazzinati 5.995.274 chilogrammi di CO₂. Utilizzando gli stessi criteri descritti in precedenza tale quantità corrisponde alle emissioni di 3.074 automobili.

Species	Total stored CO2 (kg)	Stored/tree
Cupressus species	1.174.597,18	2.271,95
Pinus pinea	602.765,96	1.615,99
Eucalyptus globulus	558.796,60	1.663,09
Phoenix canariensis	61.203,26	224,19
Acacia baileyana	904.638,00	3.506,35
Tilia species	591.573,66	2.943,15
Ligustrum lucidum	460.796,29	2.315,56
Quercus ilex	643.475,40	3.459,55
Grevillea robusta	409.006,73	2.763,56
Trachycarpus fortunei	39.017,45	475,82
Cedrus atlantica	121.115,05	1.495,25
Thuja species	87.614,15	1.288,44
Nerium oleander	10.455,00	158,41
Magnolia grandiflora	100.566,17	1.933,96
Washingtonia filifera	17.393,35	395,30
Ceratonia siliqua	62.264,21	1.518,64
Altri	68.036,77	328,68
TOTALE	5.995.273,71	1.914,20

4. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Il popolamento arboreo della città di Tricase annovera 3.132 esemplari. Nel 2012 la spesa pubblica per la gestione del patrimonio verde comprendente anche le operazioni di sfalcio e potatura delle siepi, ammontava a 142.000 €, raggiungendo così un costo ad individuo di 45,34 €. Le elaborazioni effettuate sui dati raccolti mostrano che il popolamento sta invecchiando con la progressiva perdita di esemplari nelle fasce diametriche inferiori a favore di quelli ad elevato DBH. Ciò appare in distonia rispetto a quanto affermato in letteratura, al fatto cioè che i benefici ambientali dell'infrastruttura verde tendano a massimizzarsi se esiste una proporzionalità inversa tra numero di esemplari e crescita del DBH.

Per quanto riguarda invece le specie utilizzate andrebbe prestata maggiore attenzione nella scelta di quest'ultime, prediligendo soluzioni che rispecchino la flora presente sul territorio. In particolare si nota come l'alto numero di esemplari di Palma delle Canarie sia già diventato un problema a causa dell'attacco del coleottero *Rhynchophorus ferrugineus* il cui attacco comporta la morte dell'esemplare con relativi costi di smaltimento e di reimpianto. Si propone quindi di elaborare un piano pluriennale di sostituzione individuando una specie autoctona, ad esempio il leccio, che nel lungo periodo possa sostituire la Palma delle Canarie senza presentare fattori di rischio. Si noti inoltre come la messa in atto di questo progetto abbia dei costi che possono essere stimati in maniera assai precisa durante la stesura dello stesso, al contrario di ciò che accade lasciando immutata la situazione ed intervenendo in continua emergenza ogni qual volta si verifichi un danno fitosanitario.

Quest'ultimo punto pone l'accento su un problema che prescinde dallo specifico oggetto della tesi ma che è bene cercare di discutere e se possibile eliminare: nel mondo accademico la ricerca ha dei canoni assodati, che affondano le loro radici nel passato e che si basano su una profonda conoscenza della letteratura scientifica, una sistematica e minuziosa raccolta dati, una elaborazione degli stessi in modo da poter poi trarre delle conclusioni quanto più oggettive possibili. Tale *modus operandi* risulta invece, poco praticato negli altri settori della società. Studiare un problema in ogni sua componente, raccogliere dati ed analizzarli comporta un dispendio di tempo, energie e denaro. Bisogna però ricordare che il margine d'errore presente nelle scelte che vengono fatte a valle di un lavoro conoscitivo è indubbiamente più basso di quello insito in mancanza di quest'ultimo. Ne consegue che i costi iniziali da sostenere

vengono ampiamente riassorbiti dal vantaggio di operare scelte più consapevoli, che centrino gli obiettivi prefissati e che non comportino improvvisi cambi di direzione nel momento in cui dovessero affiorare problematiche che una buona analisi iniziale avrebbe evidenziato.

Concludendo, le prospettive future di questo lavoro potrebbero viaggiare su due binari: innanzitutto un suo continuo aggiornamento nel tempo ed una sua consultazione ogni qual volta si renda necessario intervenire sul popolamento arboreo della città; in secondo luogo si auspica una sua integrazione nel SIT (Sistema Informativo Territoriale) in modo tale da raccogliere e rendere pubblici sui siti istituzionali i dati raccolti, permettendo la libera consultazione ai cittadini.

BIBLIOGRAFIA

- Alvey A.** (2006) - *Promoting and preserving biodiversity in the urban forest*. Urban Forestry & Urban Greening 5 195–201.
- Bolund, P., Hunhammar, S.,** (1999) - *Ecosystem services in urban areas*. Ecological Economics 29, 293-301.
- Brack C.L.,** (2002) - *Pollution mitigation and carbon sequestration by an urban forest*. Environmental Pollution 116, S195–S200.
- Daly H., Joshua F.,** (2004) - *Ecological Economics: Principles and Applications*. Island Press, Washington, D.C.
- Dweyr F., McPherson E.G., Schroeder H. W., Rowntree R.A.** (1992) – *Assessing the benefits and costs of the urban forest*. Journal of Arboriculture 18(5).
- Escobedo F. J., Kroeger T., Wagner J.E.** (2011) - *Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices*. Environmental Pollution 159 2078-2087.
- Fonti, L.,** 2006. *Parchi, reti ecologiche e riqualificazione urbana*. Alinea Editrice.
- Gerhold H.** (2007) - *Origins of Urban Forestry*. Urban and Community Forestry in the Northeast, Capitolo 1, 1-23.
- Hastie C.** (2003) - *The benefits of urban trees. A summary of the benefits of urban trees accompanied by a selection of research papers and pamphlets*. Warwick District Council.
- Hirabayashi S., Kroll C.N., Nowak D.J.,** 2010. *Urban Forest Effects-Dry Deposition (UFORE –D) Model Descriptions*. U. S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station.
- ISPRA Istituto Superiore per la protezione e la ricerca ambientale** (2009) – *Gestione ecosistemica delle aree verdi urbane: analisi e proposte*.
- Maco S. E., McPherson E.G.** (2003) – *A practical approach to assessing structure, function, and value of street tree populations in small communities*. Journal of Arboriculture 29(2).
- McPherson E.G., Simpson J.** (1999) - *Carbon Dioxide Reduction Through Urban Forestry: Guidelines for Professional and Volunteer Tree Planters*. USDA General Technical Report PSW-GTR-171.
- Morani A., Nowak D. , Hirabayashi S., Calfapietra C.** (2011) - *How to select the best tree planting locations to enhance air pollution removal in the MillionTreesNYC initiative*. Environmental Pollution 159, 1040-1047.

- Nowak D.**, Crane D.E. (2000) - *The Urban Forest Effects (UFORE) Model: Quantifying Urban Forest Structure and Functions*. In: Hansen, Mark; Burk, Tom, eds. Integrated tools for natural resources inventories in the 21st century. Gen. Tech. Rep. NC-212. St. Paul, MN: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station. 714-720.
- Nowak D.** (2002) - *The effects of urban trees on air quality*. USDA Forest Service, Syracuse, NY.
- Nowak, D.J.**, Crane D.E., Stevens, J.C., 2006. *Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States*. Urban Forestry & Urban Greening 4, 115-123.
- Nowak, D.J.**, McHale P.J., Ibarra, M., Crane, D., Stevens, J., and Luley, C. (1998) - *Modelling the effects of urban vegetation on air pollution*. In: Air Pollution Modelling and Its Application XII. (S. Gryning and N. Chaumerliac, eds.) Plenum Press, New York, pp. 399-407.
- Northern Research Station (NRS)** (2006) - *UFORE Methods*, U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service.
- Paoletti E.**, Bardelli T., Giovannini G., Pecchioli L. (2011) - *Air quality impact of an urban park over time*. Procedia Environmental Sciences 4, 10–16.
- Rowntree, R. A.**, Nowak, D. J. (1991) - *Quantifying the role of urban forests in removing atmospheric carbon dioxide*. Journal of Arboriculture. 17(10): 269-275.
- Simpson J.R.**, McPherson E.G. (2011) - *The tree BVOC index*. Environmental Pollution 159, 2088-2093.
- Simpson, J.R.** (1998) - *Urban forest impacts on regional cooling and heating energy use: Sacramento County case study*. J. Arboric. 24(4), 201-214.
- Sjerp de Vries, Verheij R. A.**, Groenewegen P.P., Spreeuwenberg P. (2003) - *Natural environments-healthy environments? An exploratory analysis of the relationship between greenspace and health*. Environment and Planning A 2003, volume 35, 1717-1731.
- Souch, C.A.** and Souch, C. (1993) - *The effect of trees on summertime below canopy urban climates: a case study, Bloomington, Indiana*. J. Arboric. 19(5), 303-312.
- Steinbrecher R.**,G. Smiatek, R. Koble, G. Seufert, J. Theloke, K. Hauff, P. Ciccioli, R. Vautard, G. Curci (2009) - *Intra- and inter-annual variability of VOC emissions from natural and seminatural vegetation in Europe and neighbouring countries*. Atmospheric Environment 43, 1380–1391.

- Vilela J.**, (2005) - *Urban Parks and Environmental Sustainability: Design Strategies*. 2005 World Conference on Ecological Restoration, Zaragoza, Spain, Europe 12-18 September 2005.
- Vilela Lozano, J.** (2004) - *Distribució del arbolado urbano en la ciudad de Fuenlabrada y su contribucion a la calidad del aire. Ciudad y territorio – Estudio territoriales* 140, 419-427.
- Wang J.**, Theodore A. E., Nowak D. J. (2008). *Mechanistic simulation of tree effects in an urban water balance model*. Journal of the American Water Resources Association. Vol. 44, n. 1: pp. 75-85
- Wolf K.L.** (2004) - *Public Value of Nature: Economics of Urban Trees, Parks and Open Space*. EDRA 35 - 2004: Design with Spirit, 88-92.
- Wu Z.**, Wu W., Gao J., Zhang S., (2002) - *Analysis of urban forest landscape pattern in Hefei*. The Journal of Applied Ecology 12, 2117 – 2122.
- Young R.Y.** (2010) - *Managing municipal green space for ecosystem services*. Urban Forestry & Urban Greening 9 313–321.

RINGRAZIAMENTI

Desidero ringraziare il Professor Paolo Semenzato non solo per la competenza, la professionalità e la disponibilità dimostrata nei miei confronti in questo percorso ambizioso, ma soprattutto per la passione trasmessa durante le lezioni ed il lavoro svolto insieme.

Un doveroso ringraziamento va inoltre al Comune di Tricase ed in particolare all'Assessore Giacomo Elia, che ha da subito avallato ed incoraggiato questo lavoro. A loro mi permetto di rivolgere una preghiera affinché tutto questo non rimanga lettera morta, ma venga utilizzato, discusso, ampliato ed aggiornato.

Un ringraziamento più intimo e personale è per Teresa, perché c'è, sempre. E questo è fantastico.

Infine il ringraziamento più grande spetta alla mia Famiglia. E' impossibile citare singolarmente ognuno di loro. Spero di aver appreso anche solo una parte infinitesimale dell'esempio che ho ricevuto fin dalla nascita, significherebbe essere diventato un uomo.

Un ultimo ringraziamento va a chi ancora non c'è, ma tra poco inonderà le nostre vite.