



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024

PLAN PARA EL MANEJO INTEGRAL DEL
ARBOLADO URBANO
DEL MUNICIPIO DE OAXACA DE JUÁREZ

M.Sc. Horacio de la Concha

Secretaría de
Medio Ambiente y Cambio Climático

AGRADECIMIENTOS

Publicado 19 de diciembre de 2022

Autor

M.Sc. Horacio de la Concha Duprat, director general de Agrinet SA de CV, quien fue responsable del perfil del proyecto, integridad de la información y elaboración del análisis de datos y resultados y del Plan para el Manejo Integral de Arbolado Urbano del Municipio de Oaxaca de Juárez.

Agradecimiento del autor

En primera instancia, deseo agradecer al **Municipio de Oaxaca de Juárez** y en especial a la **Secretaría de Medio Ambiente y Cambio Climático** por el esfuerzo realizado para la realización de este estudio. Por supuesto al personal de la secretaría que apoyo para la realización, al Dr. Rodolfo Hernández Rea por facilitarme información de inventarios anteriores, y a el Lic. Jorge Bueno por su perspectiva histórica.

Finalmente quien estuvo en la toma de datos y sin cuya colaboración y apoyo hubiera sido imposible su realización:

Como líderes de cuadrilla

Alexis Emir Zapata Trejo
Rubí Martínez Sandoval
María Guadalupe Romero Pool
Arnulfo González Dzib
Carmen Palestina Reyes
Víctor Manuel López Muñoz
Mirian Nignive Celis May

y ayudantes

Julisa Madai Ramírez Pérez
Guadalupe Noelia López Martínez
Bibiana Jiménez Jiménez
Laura Santiago Bautista
Alejandro Sadoc García Aguirre
Eloy de Jesus Celaya Ortiz
Pedro López Santiago

ÍNDICE DE CONTENIDO

Glosario y acrónimos	8-11
Resumen ejecutivo	13-21

I INTRODUCCIÓN

23

II OBJETIVOS

27

Objetivo general	29
Objetivos particulares	29

III METODOLOGÍA

31

Información general	34
Detalles y tallos	34
Exposición a la luz	34
Condición de copa	34
Información de gestión	37
Listado de especies	38
Análisis de datos	38
Consideraciones en el procesamiento de datos	39

IV

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL ARBOLADO _____ 41

Tamaño de los árboles	46
Índices de desempeño	51
Especies más relevantes y proporción de la población	57
Biodiversidad y origen de las especies	60

V

SERVICIOS AMBIENTALES _____ 73

Parques	75
Vialidades	83

VI

CARTOGRAFÍA Y BASE DE DATOS _____ 95

VII

VISIÓN Y METAS _____ 103

Problemática General	105
Visión	106
Metas	108

VIII

PLAN DE ACCIÓN _____ 113

Arbolado y comunidad	115
Requerimientos del Arbolado	118
Servicio Económico del Arbolado	122

IX

ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN _____ 133

Programas potenciales 135

X

ACCIONES _____ 153

XI

SIGUIENTES PASOS _____ 163

XII

EPÍLOGO _____ 171

XIII

BIBLIOGRAFÍA _____ 175

ANEXOS _____ 179

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1_ Parámetros dasométricos medidos _____	35
Figura 2_ Plano de los polígonos censados y su subdivisión. _____	36
Figura 3_ Categorías para evaluar condición de copa. _____	37
Figura 4_ Relación de parámetros dasométricos y variables calculadas en i-Tree ECO. _____	39
Figura 5_ Condiciones de árboles urbanos y en ambientes naturales. _____	43
Figura 6_ Diagramas de caja para DAP, Altura y Biomasa foliar de árboles en parques y vialidades. _____	46
Figura 7_ Distribución de la población por H y DAP en parques. _____	48
Figura 8_ Información dasométrica comparativa por estratos. _____	49
Figura 9_ Distribución de la población por H y DAP en vialidades. _____	50-51
Figura 10_ Peso seco y condición promedio de copa de árboles en los parques. _____	52
Figura 11_ Calificaciones relativas para el cálculo del IVA en los parques. _____	53
Figura 12_ Peso seco y condición promedio de copa de árboles por vialidad. _____	55
Figura 13_ Calificaciones relativas para el cálculo del IVA en las vialidades _____	56
Figura 14_ Familias y número de especies de cada familia en la población. _____	57
Figura 15_ Porcentaje de la población por especie en parques. _____	58
Figura 16_ Porcentaje de la población por especie en vialidades. _____	59
Figura 17_ Origen geográfico de las especies en parques. _____	61-63
Figura 18_ Origen geográfico de las especies en las AGEB del centro histórico. _____	65-68
Figura 19_ Origen geográfico de las especies en las secciones del periférico. _____	69-71
Figura 20_ Remoción de contaminantes por el arbolado de parques. _____	78
Figura 21_ Toneladas de oxígeno liberadas por parque. _____	79
Figura 22_ COV por parque. _____	81
Figura 23_ Categorización de parques por IVE. _____	83
Figura 24_ Beneficios ambientales por el arbolado en AGEB y periférico. _____	85
Figura 25_ Almacenamiento y secuestro de carbono y capacidad por hectárea en vialidades. _____	86-87
Figura 26_ Producción de oxígeno por el arbolado viario del centro histórico y periférico. _____	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 27_ Producción de COV por AGEB y periférico. _____	91
Figura 28_ Categorización de vialidades por IVE. _____	93
Figura 29_ Ejemplo de plano y hoja de datos de un parque. _____	98
Figura 30_ Mantenimiento de largo plazo para el arbolado censado. _____	118
Figura 31_ Labores requeridas de corto plazo en el arbolado. _____	119
Figura 32_ Situación fitosanitaria del arbolado censado. _____	120
Figura 33_ Grado de riesgo de árboles censados. _____	121
Figura 34_ Valor de BA del arbolado y su relación con la población. _____	124
Figura 35_ Diagrama de caja y bigotes de valor de BA por categoría y tamaño. _____	125
Figura 36_ Valor de reposición y por almacenamiento de Carbono. _____	127
Figura 37_ Índice arbóreo y componentes en vialidades. _____	128
Figura 38_ Índice arbóreo y componentes en parques. _____	129
Figura 39_ Categorización de los estratos por índice arbóreo. _____	131
Figura 40_ Escenario base de la población y sus parametros sin replantación. _____	138
Figura 41_ Pronóstico de la población a 20 años con replantación. _____	144
Figura 42_ Pronóstico del área foliar con repoblación. _____	144
Figura 43_ Pronóstico de cobertura arbórea con reposición de árboles muertos y de riesgo. _____	145
Figura 44_ Pronóstico de la eliminación de contaminantes con repoblación. _____	145
Figura 45_ Ubicación de los árboles en las áreas censadas. _____	147
Figura 46_ Cambios en número de árboles y especies en parques. _____	149
Figura 47_ Relación del Área Foliar con los beneficios anuales de los árboles. _____	152
Figura 48_ Integración de conceptos en la planeación de actividades. _____	155
Figura 49_ Plano de la AGEB 0952. _____	159
Figura 50_ Diagrama del proceso de la elaboración de un plan de trabajo para un sitio. _____	161
Figura 51_ Indicadores de un arbolado urbano sustentable (Kenney et al., 2011). _____	167
Figura 52_ Integración de los progamas, actores y necesidades para la mejora del arbolado. _____	169

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Principales servicios ambientales de un arbolado urbano De la Concha, H,2017). _____	25
Cuadro 2	Datos dasométricos medidos y calculados por parque. _____	47
Cuadro 3	Beneficios ambientales en parques. _____	76
Cuadro 4	Servicio de carbono: comparativo entre la alameda-Zócalo y jardín Gurrión. _____	76
Cuadro 5	Remoción de contaminantes por el arbolado en AGEB y periférico. _____	90
Cuadro 6	Valores normalizados de Beneficio Ambiental e IVE en AGEB y periférico. _____	92
Cuadro 7	Resultados relevantes del censo del centro histórico. _____	109
Cuadro 8	Especies más solicitadas de dictamen en los últimos años. _____	116
Cuadro 9	Fijación por contaminante del arbolado y su valor. _____	123
Cuadro 10	Especies recomendadas por i-Tree Species por su BA potencial de mayor a menor. _____	141
Cuadro 11	Programa de sustitución de árboles muertos y de riesgo por vialidad y año. _____	143
Cuadro 12	Reportes por estudiantes sobre poblaciones de árboles en varios parques de Oaxaca. _____	148
Cuadro 13	Cronograma de ejecución por trimestre para las acciones a ejecutar. _____	157
Cuadro 14	Cronograma y presupuesto para la AGEB 0952. _____	160

Glosario y Acrónimos

Concepto	Descripción	Relación con árboles
Aeración del suelo	Práctica de silvicultura urbana consistente en romper la compactación del suelo, permitiendo la permeabilidad de agua y aire para favorecer la respiración y desarrollo de las raíces.	
Almacenamiento de carbono	Carbono retenido en el tejido de un árbol (raíz, tallo y ramas) por el crecimiento y por el secuestro durante mucho tiempo.	Medido en función a la especie, tamaño (DAP y altura H), tipo de madera y se expresa en kg o tonelada.
ANSI A300	American National Standards Institute; Parámetros estandarizados de desempeño para desarrollar especificaciones para el mantenimiento de árboles.	
Área Geoestadística Básica	(AGEB) Extensión territorial que corresponde a la subdivisión de las áreas geoestadísticas municipales. Constituye la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional y, dependiendo de sus características, se clasifican en dos tipos: rural o urbana.	
Biodiversidad	Variabilidad de organismos en los ecosistemas.	Número de especies diferentes en un bosque urbano y análisis de nativas vs introducidas, palmas vs árboles, etc.
Bosque Urbano	Término que se refiere a todos los árboles dentro de una ciudad, sin importar su propiedad, demarcados en un territorio en específico. (Leff, 2016)	Por ejemplo: árboles en un parque, colonia, municipio, límite específico como el centro histórico.
Caducifolio	Especie de árbol que pierde su follaje en alguna época del año, es común que sea en invierno o en época de secas.	
Canope (ingles: canopy)	Es un concepto INTEGRADOR que se refiere a la parte aérea de plantas tomando en cuenta la cantidad de hojas, su condición, su arreglo y disposición en el individuo.	Se refiere a copas completas o fronda, y por lo tanto requiere de varios parámetros para definirlo, sanidad, tamaño, IAF, etc., y por lo tanto para calificarlo y ser modificado.

Glosario y Acrónimos

Concepto	Descripción	Relación con árboles
Clase	Grupo taxonómico que comprende varios órdenes de plantas o animales con muchos caracteres comunes, por ejemplo las palmas pertenecen a la clase Liliopsida y la mayoría de los árboles no pinos a la clase Magnoliopsida.	
Cobertura arbórea/forestal	Se refiere al área bajo un árbol (Zona de goteo o perímetro de la copa) que cubre el suelo y que se expresa en m ² o en porcentaje de una superficie total.	
Defecto estructural	Condición, situación o deformidad de un árbol o parte de un árbol que indica una estructura débil y contribuye a la probabilidad de falla estructural o rotura. Por problemas con la bio-mecánica del árbol.	
Desmoche	Poda EXCESIVA de un árbol SIN criterio técnico dejando muñones sin ramas laterales grandes; normalmente se retira más de un 25% de la copa afectando la sobrevivencia del árbol a mediano plazo.(Dirección de Medio Ambiente y Gobierno de Guadalajara, 2018)	
Destoconado	Actividad que implica el retiro de la cepa de un árbol que ha sido talado, con el fin de recuperar el sitio para replantar.	
Escorrentía de aguas de lluvia	Agua de precipitaciones que fluye sobre la superficie del terreno. Se crea cuando la lluvia cae sobre carreteras, calzadas, aparcamientos, techos y otras estructuras pavimentadas que no permiten que el agua se absorba en la superficie del suelo. La escorrentía de las aguas de tormentas es la principal causa de deterioro de la calidad del caudal en las áreas urbanas.	Efecto promovido por los árboles por la penetración de las raíces en el suelo y la retención de lluvia por las hojas además de la reducción de la velocidad con que llega al piso que reduce la posible erosión del suelo.
Especie Invasiva	Organismo introducido con alto potencial de propagación, que afecta considerablemente el balance en los ecosistemas. Especie presente en una región definida por una cantidad de tiempo y que no ha sido traída o transportada por humanos.	

Glosario y Acrónimos

Concepto	Descripción	Relación con árboles
Especie Nativa	Especie presente en una región definida por una cantidad de tiempo y que no ha sido traída o transportada por humanos.	
Familia	Unidad sistemática de clasificación botánica que comprende varios géneros y está por debajo de Orden.	
Género	Unidad taxonómica de clasificación botánica debajo de Familia y que agrupa a varias especies emparentadas.	
Gestión Adaptativa	Un proceso dinámico de planificación que reconoce que el futuro no se puede predecir. En respuesta a estas predicciones imperfectas, las estrategias de planificación y gestión se modifican a medida que se dispone de mejor información. Aplica principios científicos para mejorar las actividades de manejo de manera gradual, a medida que los tomadores de decisiones aprenden de la experiencia y los nuevos hallazgos científicos, y se adaptan a las cambiantes expectativas y demandas sociales. La gestión adaptativa se basa en el dicho “espere lo inesperado”. Es un proceso continuo que requiere un monitoreo y análisis constante de los resultados de las acciones pasadas, que luego se retroalimentan en las decisiones actuales.	
Indicadores de un bosque urbano sustentable	Una serie de parámetros poblacionales medibles y numéricos, del bosque urbano que sirven para medir avances o retrocesos en el manejo del arbolado. Se puede complementar con indicadores de manejo y de los actores involucrados.	Dentro de los parámetros se encuentran canope del bosque urbano, Distribución equitativa, Distribución de edades, Condición de árboles públicos, Árboles en propiedad privada, Diversidad, e idoneidad de las especies.
Índice de Área Foliar	(IAF) Es la división entre el total de superficie de todas las hojas (medida una por una) en m ² entre la cobertura arbórea o zona de goteo.	Número sin unidades y explica en árboles la cantidad de veces (niveles) de hojas que hay sobre una unidad de área de suelo.

Glosario y Acrónimos

Concepto	Descripción	Relación con árboles
Infraestructura Verde	(IV) “Red estratégicamente planificada de zonas naturales y seminaturales de alta calidad, diseñada y gestionada para proporcionar la mayor cantidad de servicios ecosistémicos y proteger la biodiversidad, tanto en asentamientos rurales como urbanos”.	Los árboles forman una parte muy importante de la IV por los beneficios ambientales y sociales que proveen y que se tiene que percibir como parte integral del entorno urbano y requieren mantenimiento, y supervisión.
i-Tree ECO	Herramienta de software diseñada para la captura de datos de campo para inventarios urbanos que junto con datos climáticos y de contaminación, cuantifica la estructura del bosque urbano, sus efectos ambientales y el valor a las comunidades desarrollada por el USDAFS, Davey, ISA e instituciones de investigación.	
Poda Cíclica	Poda de árboles de manera cíclica para asegurar que todos los árboles son manejados reduciendo costos a largo plazo, y para prevenir problemas antes de que se presenten en el caso de podar y guiar a árboles jóvenes y que estos desarrollen un fuste recto.	
Resiliencia	Capacidad para recuperarse de perturbaciones antropogénicas o naturales. Medida de la persistencia de sistemas y su habilidad para absorber cambios y perturbaciones manteniendo las mismas relaciones entre sus partes. “Capacidad Adaptativa”.	Los árboles con su capacidad de proveer servicios ambientales reducen el efecto de daños antropogénicos aumentando la resiliencia en ciudades.
Secuestro de C	Cantidad de carbono removido anualmente por los árboles gracias al proceso de fotosíntesis que se lleva a cabo en las hojas	
Sellado del suelo	(También, superficie impermeable) Cobertura artificial e impermeable del suelo, por ejemplo, asfalto y concreto.	

Glosario y Acrónimos

Concepto	Descripción	Relación con árboles
Servicios Ecosistémicos	(SE) Contribución de un ecosistema al bienestar humano a través de varias funciones vitales de los seres vivos, también descritos como beneficios ambientales.	Gracias a la fotosíntesis, el incremento en permeabilidad y la anatomía de las hojas los árboles proveen de diferentes SE.
Sostenible Sustentable	El desarrollo sostenible es el desarrollo que responde a las exigencias del presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras de resolver sus propias necesidades (CMMAD, 1987).	El mantenimiento de árboles con buenas prácticas de manejo asegura la sostenibilidad de una ciudad y es una obligación con las siguientes generaciones.
Suelo estructural	Mezcla de suelo especialmente desarrollada para utilizarse después de la compactación pero que soporta la carga del pavimento y permite la penetración de raíces y el crecimiento de los árboles.	
Valor de reposición	Evaluación monetaria del costo de reponer uno o más árboles según se describe en el Consejo de evaluadores de árboles y paisajes (CTLA Council of tree and landscape appraisers en inglés).	metodología utilizada en los USA para la evaluación del costo de reponer un árbol.

PMAU: Plan de Manejo del Arbolado Urbano

DAP: Diámetro a la altura de pecho (1.3 m) y normalmente en centímetros

COV: Compuesto Orgánico Volátil (terpenos e isoterpenos liberados por árboles que se descomponen en gases de efecto invernadero).

PM2.5 y PM10: Se refiere a las partículas en suspensión en el aire de 2.5 micrones y 10 micrones.

MIP: Manejo Integrado de Plagas.

SIG: Sistema de información Geográfico.

GEI: Gases de efecto Invernadero.

ZOPA: Zona de protección del árbol.

BA: Beneficios Ambientales.

IA: Índice Arbóreo compuesto por la suma del índice vital arbóreo (IVA), índice vital ecosistémico (IVE) y el índice económico (IE).

ITVO: Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024

RESUMEN EJECUTIVO

**Secretaría de
Medio Ambiente y Cambio Climático**

Resumen ejecutivo

El presente trabajo se realizó con los términos de referencia del contrato de adquisición de servicios número **CABAECS/ST/SRHYM/XXXIII-03/PLANARBOLADO/AGRINET/2022**. Los 4,859 árboles censados están ubicados en las 40 áreas/estratos definidos en el contrato que incluyen 26 jardines y parques más importantes de Oaxaca, y 14 secciones de las vialidades que rodean y conforman al centro histórico. **La ejecución del estudio se dividió en tres partes. La primera fue el censo-diagnóstico del arbolado, la segunda la elaboración de la información cartográfica y la tercera la elaboración del plan integral de manejo en sí.** De la primera parte se desprenden los siguientes datos:

MÉTRICA DEL ARBOLADO	BIODIVERSIDAD	FUNCIONALIDAD
Número de árboles	Especies más comunes	Almacenamiento de C
4,859	Jacaranda (10%) Maculi (9%) Ficus (9%)	1,604,000 t (Mex\$5.9 millón)
Cobertura arbórea	Familias comunes (especies)	Secuestro de Carbono
8.7%	Fabaceae (15) Bignonaceae (11) Arecaceae (9)	30.85 t (Mex\$114,000/año)
Árboles < 15 cm diámetro	Especies introducidas (% pob.)	Producción de Oxígeno
33.70%	72 (52%)	82.3 t /año
Densidad (árboles/ha)	Valores Estructurales	Eliminación de contaminantes
53	Mex\$98.4 millones	406 kg/año (Mex\$335 mil/año)

Con la información del arbolado y un análisis de esta se propone la siguiente visión:

Integrar al arbolado al sistema municipal de gestión como uno de sus principales activos, que permita mantener un crecimiento constante en calidad y cantidad, que genere un ambiente equitativo, sustentable, saludable y resiliente para la comunidad.

Las tres líneas de trabajo para el establecimiento e implementación de metas y trabajo del plan de manejo son: **Educación, Manejo y Financiamiento**. Debido a la situación actual del arbolado existen medidas urgentes a tomar. Algunas de estas son; eliminación de árboles muertos y de alto riesgo. A mediano plazo por ejemplo hay que tratar de eliminar el muérdago, modernizar la atención a la ciudadanía y pensar en mejorar parámetros como cobertura, IA, y los altos niveles de variabilidad entre calidades de arbolado por zonas. Finalmente, es necesario pensar en la implementación de un departamento de arbolado que vigile, ejecute y le dé seguimiento al presente plan.

Durante el censo, una parte importante fue la captura de la información de gestión. En cuanto al mantenimiento a largo plazo, es claro que la mejora de sitio es la acción más relevante para ejecutar como una consecuencia directa del rezago de atención que tiene el arbolado. De las labores prioritarias (de corto plazo), que requieren atención más inmediata, está el incremento en permeabilidad, así como el conjunto de podas, que vienen a ser la segunda labor de importancia. En cuanto al estado fitosanitario del arbolado lo más grave es la presencia de muérdago que se manifestó en 11% de la población. A pesar de que los niveles de daño no son tan altos, el mayor riesgo es por la propagación de las plagas, enfermedades y del muérdago si no se controlan.

Por otro lado, de la lista de los 25 árboles de riesgo revisados y documentados, podemos observar que las especies son de rápido crecimiento, la mayoría introducidas, con alturas mayores a los 18 m y con diámetros considerables. Debido a esto es que de los 25, se recomienda el retiro inmediato de ocho (30%), y en función a un análisis más profundo, determinar si también alguno de los demás requiere retirarse.

El servicio económico está compuesto por el beneficio anual total que cada año el arbolado hace por concepto de eliminación de contaminantes. El monto total para beneficios ambientales anuales promedio fue de **\$504,684.00 pesos**, de este total el 70% corresponde al servicio de eliminación de contaminantes, 23% al de secuestro de carbono y 7% al de escurrimiento evitado. Es importante notar la alta variabilidad que existe entre vialidades y parques. Esta alta variabilidad en desempeño es en realidad un indicador de áreas de oportunidad, ya que por un lado demuestra que es posible alcanzar mucho mejores niveles, como un referente o benchmark de lo que se puede alcanzar si se trabaja en la dirección correcta.

El almacenamiento de C es un Beneficio Ambiental acumulado a lo largo de la vida de los árboles por concepto de la fijación de C, es decir es la suma de varios años de secuestro, y en el caso del arbolado del centro histórico de Oaxaca, este valor llega a los \$5,914,143.00 pesos. El valor de reposición de la población es un valor de referencia y si bien es una cantidad elevada: \$98,411,347.00 en realidad es solo indicativa del valor que puede llegar a tener en conjunto. Este parámetro es más útil en la estimación del valor individual de árboles que requieran su retiro.

Con los valores monetarios del Beneficio Ambiental del arbolado, se realizó el mismo cálculo que el IVA y el IVE para obtener el índice Económico (IE), y con estos tres formar el Índice Arbóreo. Este último sirve como comparativo de desempeño, y permite jerarquizar las áreas a atender para ir logrando justicia ambiental y reducir la variabilidad entre zonas.

1^{ER}

Programa

El primer programa que se recomienda implementar a la brevedad es uno de seguridad. Se encontraron 103 árboles muertos; 32 en parques y jardines y 71 en vialidades los cuales se recomienda retirar a la brevedad. La eliminación debe ser completa, incluso el tocón, y aprovechar el hacer una preparación de sitio para su reposición con otro árbol de especie nativa, seleccionando planta grande de excelente calidad e incluir tutores si es necesario. Por supuesto sin descuidar un programa de manejo, eliminación de ramas mal colocadas o muy bajas, etc. Adicional a estos árboles muertos, hay que también eliminar los 8 árboles que tienen un riesgo muy alto de la lista de los 25 analizados, y también sustituirlos.

2^o

Programa

El segundo programa recomendado es uno de replantación siguiendo las mejores prácticas de silvicultura urbana; tales como correcta preparación de sitio, si es de reposición de árbol derribado se debe retirar el tocón y revisar bien el sitio para drenaje y condiciones químico-biológicas del suelo. Incluso hay que considerar el uso de estructuras de soporte si el sitio va a tener mucho paso de peatones o cemento permeable para que el árbol pueda llevar a cabo su servicio ambiental de reducción de escurrimiento.

La reforestación también debe ir encaminada a solucionar un problema de injusticia ambiental ya que hay numerosas áreas sin arbolado. Lo más recomendable para realizar las reforestaciones es que la Secretaría de Medio Ambiente cuente con su propia fuente de planta de calidad.

3^{ER}

Programa

El tercer programa propuesto es uno de mejora y manejo del arbolado para mantenerlo **SANO, SIN CONFLICTOS Y DESARROLLÁNDOSE NORMALMENTE**. Todo esto con el propósito de aumentar el canope o follaje debido a que ese es el lugar donde se llevan a cabo casi todos los servicios ambientales . El programa de mejora debe de realizarse con personal propio que constantemente esté vigilando todo el arbolado de la ciudad.

Este personal deberá contar con dos cosas básicas: **(1)** Equipo y recursos para movilizarse y realizar sus actividades y **(2)** Capacitación constante para realizar los trabajos con estricto apego a las mejores prácticas de manejo de arbolado.

El considerar al arbolado como **“Infraestructura Verde”** debe ser una prioridad dentro de la línea de educación. Las implicaciones prácticas son definitivas para la implementación de las acciones a realizar. Partiendo de la visión y en consideración a las líneas de trabajo definidas, el catálogo de acciones necesarias para satisfacer las metas en los plazos establecidos se puede agrupar en nueve programas. Cuatro de los nueve planes aplican para la Secretaría y son:

(1) la re-ingeniería del vivero, (2) la adquisición de equipos de mantenimiento y todo lo relacionado a la (3) contratación y (4) formación de la cuadrilla responsable de la ejecución.

Actualmente, el problema es que no se cuenta con la herramienta ni el personal para arrancar los dos programas más urgentes (retiro de árboles muertos y de riesgo). Por otro lado, la re-ingeniería del vivero se propone iniciarla a la brevedad con un plazo máximo de un año para completar. El rejuvenecimiento de áreas, que implica trabajos de poda, mantenimiento, mejora de sitio, etc. se contempla inicie hasta el año 2 debido a que le antecede la adquisición de equipos, contratación y formación de la cuadrilla.

Debido a que no es posible realizar en los tiempos estipulados todas las actividades en las 40 áreas o estratos definidos, el proceso que se debe seguir es que en función a los recursos, a la prioridad definida por razón de equidad, oportunidad y/o necesidad. Hay que realizar un cronograma y presupuesto para cada sitio conforme se tenga claro cuando es posible realizarlo. No tiene ningún sentido hacer planes detallados, debido al tiempo que hay que invertir, si no se pueden realizar en un periodo razonable y la razón es muy simple: lo supuestos, o los datos, en una plaza por ejemplo, pueden cambiar ya que los árboles son seres vivos. Es decir, los árboles pueden caerse, o aumentar su nivel de riesgo y por lo tanto de necesidades. Por ejemplo, las necesidades de poda o incluso el llegar a requerir el derribo, hace que el plan original cambie y si se hacen los planes con demasiada anticipación, estos planes por los cambios ya no sirven y requieren actualización.

El proceso de realizar un plan de trabajo para un estrato, con la información generada en este estudio, es muy sencillo. Se inicia con el plano georreferenciado del área de interés, por ejemplo se selección una AGEB por la de menor calificación del índice arbóreo, ya que esto significa que está muy atrás en su servicio ambiental de todas las demás. La población en las demás AGEB se encuentra alrededor de 300 árboles así que podemos decir cuántos árboles hay que plantarle para estar a los mismos niveles promedio, y se puede realizar en dos años dividiendo las necesidades.

Como segundo paso, a los árboles existentes, que se tienen que la mayoría está en condición crítica por lo que hay que mejorar sus condiciones, si necesitan podas realizarlas y finalmente checar sanidad. En el plano elaborado para cada zona, incluso se pueden identificar los sitios potenciales de plantación e irlos preparando. La plantación se debe programar en época de lluvias y la selección de especie debe hacerse cuidadosamente. Posteriormente hay que seleccionar la fuente de la planta para asegurar dos cosas; aumentar la biodiversidad, y que la planta sea de un tamaño mayor a 10 cm de DAP y 2-3 m de altura que asegure su prendimiento y pronta incorporación al servicio ambiental. Esto implica agregar un concepto más a la máxima de arboricultura de planear siempre el “árbol correcto en el lugar apropiado” que sería “por la razón correcta”. Hay que programar la replantación y capturarla en un SIG para poder programar el seguimiento y asegurar fustes rectos y que se mantengan los árboles en buenas condiciones.

Ahora que se tiene el Plan de Manejo, el siguiente paso inmediato es conocerlo a fondo, es decir, la información que lo generó, cómo se transformó en metas y acciones, su significado y los compromisos que conlleva. En seguida de la inmersión en la información van a surgir una serie de necesidades internas de personal, de capacitación, de equipo e incluso de apertura de nuevas áreas de trabajo debido a las responsabilidades que el presente plan implica requiriendo trabajar en ello.

Una vez establecida y puesta en marcha la estrategia de implementación va a ser necesaria una campaña seria y efectiva de promoción. Es necesario establecer un sistema de indicadores de gestión del arbolado que permita darle un seguimiento puntal y cuantitativo. Con la finalidad de proveer un sistema de seguimiento, a las condiciones de Oaxaca, un sistema que con 25 puntos permite evaluar periódicamente los avances del plan. En este sistema se identifican actividades dentro de las 3 líneas de trabajo y por el momento con la elaboración del plan, aunque aún no haya iniciado, se puede hacer una primera evaluación cualitativa. Un área que está pendiente de definir y de planear es cómo acercarse y desarrollar lazos con la comunidad y los principales actores del sector.

Es necesario contar con su apoyo, sobre todo si se requieren de más recursos que los que actualmente se tienen para la implementación del plan y la mejora del arbolado sobre todo si estos vienen del sector público. Para iniciar el proceso de acercamiento con la población y los principales actores del sector, el primer paso puede ser la presentación del plan para compartir con todos los actores las metas y buscar su consenso y así trabajar juntos hacia el mismo fin. Como se sabe, el financiamiento sólido es la base de toda la implementación y sin el apoyo de la sociedad las probabilidades de obtenerlo y mantenerlo son bajas.



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024

I

INTRODUCCIÓN

Introducción

Los planes de manejo de arbolado tienen el propósito de estimular a los proyectos forestales a programar sus actividades con fines de sostenibilidad, rentabilidad económica y sobre todo establecer un programa de acciones de manejo y cuidado que aumente las probabilidades de éxito del proyecto.

En bosques urbanos por su impacto en la calidad de vida en las ciudades se requiere que se analice y cuide lo mejor posible a los árboles urbanos para disfrutar de sus beneficios. Es por esto por lo que, un plan de manejo que es elaborado con las bases técnicas de vanguardia y considerando las necesidades reales del arbolado, permitirá asegurar una población con un alto servicio ambiental, económico y social. Los beneficios reconocidos por los árboles urbanos son:

	Beneficio	Por medio de
Ecológico	Reduce contaminantes y la cantidad de gases de efecto invernadero.	Absorción de CO ² , O ³ , PM2.5, SO _x y NO _x . Fijación por medio de la fotosíntesis y retención de partículas dentro de las estomas.
	Aumenta la infiltración de agua de lluvia.	Por efecto de las raíces en la permeabilidad de los suelos.
Económico	Reduce el consumo de energía en confort. Aumenta la plusvalía de bienes raíces. Reduce costos de mantenimiento de asfalto.	Por efecto del sombreado sobre los edificios y de protección contra el viento en invierno se reduce el uso de a/c. Reduce la fatiga de materiales al evitar el sol directo.
	Reduce el efecto de isla de calor. Disminuye la criminalidad. Mejora la conectividad en vecindarios.	Reducción de ruido, mejora de paisaje visual, efecto calmante y tranquilizador, generar una sensación de confort en áreas sombreadas con mejor humedad relativa.
Social		

Cuadro 1. Principales servicios ambientales de un arbolado urbano (De la concha, H2017)

Estos beneficios de los árboles se conocen desde hace ya mucho tiempo, sin embargo, no fue sino hasta hace poco, que el trabajo de investigación permitió conjuntar todas las experiencias, en una herramienta (i-Tree ECO) que cumple varias funciones con el objetivo de valorar al arbolado urbano:

1°. Es una guía en la elaboración de los inventarios.

Permite manejar gran cantidad de información de manera segura, sencilla y ordenada.

2°. Contiene las ecuaciones que permiten traducir la estructura del arbolado.

Primero de los datos dasométricos a características morfo-fisiológicas y segundo éstas a servicio ambiental.

3°. Evalúa posibles escenarios de desarrollo de arbolados urbanos.

Bajo supuestos de deforestación y reforestación para determinar el mejor curso de acción a seguir.

Esta herramienta es relevante ya que el primer paso en cualquier plan de manejo consiste en diagnosticar la situación actual, ya que determina el potencial que tiene un bosque urbano y nos muestra deficiencias y limitaciones a superar.

El presente documento tiene como objetivo presentar estrategias sustentadas en un diagnóstico objetivo y preciso de las condiciones del arbolado en las zonas seleccionadas. Este será un documento guía ya que existen numerosos factores involucrados en su implementación (participación ciudadana y la disponibilidad de recursos económicos). Por lo tanto, hay que buscar implementar las estrategias planteadas, pero dar un seguimiento muy disciplinado a los indicadores de ejecución para corregir rumbos cuando sea necesario o incluso hacer cambio de estrategia y hasta de objetivos.



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024



OBJETIVOS

Objetivo General

Conocer a fondo las principales características del bosque urbano, como tamaño (área foliar, masa y estado), sanidad y situación en las áreas urbanas definidas para la ciudad de Oaxaca que nos permita establecer su servicio ambiental, económico y ecológico. Con esta información detallar un plan de acción para la mejora del arbolado a través de acciones puntuales y precisas.

Objetivos particulares

Los objetivos particulares para el plan de manejo son:

- 🌳 Reconocer las especies más importantes del arbolado.
- 🌳 Cuantificar la distribución de las especies en las zonas de estudio.
- 🌳 Identificar y evaluar las condiciones en las que se encuentra el arbolado por especie y zona urbana, con relación a DAP, condición de copa y follaje, sanidad y grado de riesgo. En este trabajo se medirán individuos a partir de 2" (51 mm).
- 🌳 Determinar posibles conflictos con cables, banquetas y otras estructuras.
- 🌳 Determinar riesgos de plagas y enfermedades.
- 🌳 Listar y cuantificar los beneficios ambientales más importantes del arbolado, desde secuestro de carbono, producción de oxígeno, fijación de contaminantes, incremento en la infiltración y reducción de la escorrentía.
- 🌳 Identificar maltratos y malos manejos en el arbolado como desmoches, y podas de reducción de copa con técnicas no adecuadas entre otras.
- 🌳 Desarrollar valores que sean precursores para el manejo de riesgos y de los árboles como activos de la ciudad.
- 🌳 Cuantificar económicamente, en base a los precios establecidos internacionalmente, los beneficios económicos del arbolado.
- 🌳 Diseñar programas específicos de mejora de las condiciones del arbolado urbano para los siguientes años.
- 🌳 Establecer indicadores de gestión y su forma de utilización para dar seguimiento al Plan de Manejo.



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024



METODOLOGÍA

Metodología

El inventario urbano se realizó siguiendo la metodología y los protocolos específicos del programa informático o software “**i-Tree Eco**”. Específicamente para este inventario se empleó la herramienta en su versión V 6.0.29. Una fortaleza de la herramienta es precisamente que cuenta con una versión para teléfono móvil que permite la captura directa en campo.

Los árboles se geolocalizaron con un **GPS Garmin E-Trex** para la georreferenciación de cada uno y que posteriormente se pueda regresar a realizar los trabajos de mejora. La evaluación de los árboles se divide en los siguientes 4 apartados: Información General, Detalles, Tallos, e Información de Gestión o Manejo y se resumen en la figura 1 de manera visual.

El inventario se dividió en 3 áreas: **(1) Parques y Jardines** los cuales suman 26 espacios públicos y cada uno es una unidad de censo, **(2) Centro histórico**, que se dividió de acuerdo con la unidad geoestadística básica del INEGI (AGEB) y **(3) el Periférico**, que a su vez se subdividió en 5 secciones. En total se censó el equivalente a 91 hectáreas y fueron 4,859 árboles en total, incluyendo 103 muertos. En la figura 2 se encuentra gráficamente la información de las áreas censadas, su tamaño (ha), abreviatura utilizada en el i-Tree y solo por escala no se ve el Jardín de Santa Rosa y la Fuente de las 8 regiones.

Información General

En este apartado se identifica y captura la especie. Igualmente, se registran comentarios y capturan datos de la fotografía tomada. Hay que agregar que cuando no existe la especie en i-Tree para su captura o no es posible clasificarla el procedimiento es en primera instancia clasificarla por su género y en última instancia clasificarla por su Clase (Magnolopsida para las dicotiledóneas y Liliopsida para las palmas).

Detalles y Tallos

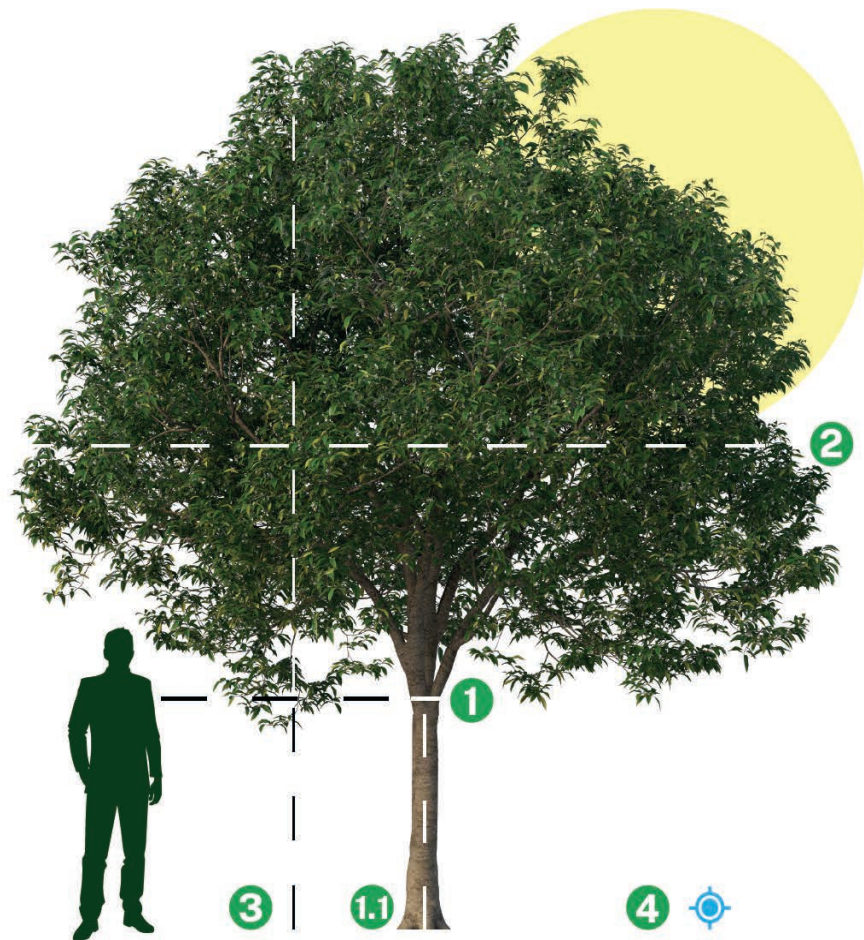
Cabe mencionar que solo se midieron árboles de más de 2" (50.8 mm).

Exposición a la luz

Tiene que ver si el árbol tiene obstáculos que hagan sombra en uno, dos o más lados.

Condición de copa

Se divide en 22 categorías con amplitud de rango de 5% cada uno, considerando el 0% para un árbol muerto y 100% para un árbol excelente. **figura 3.**



1

Parámetro: DAP
Concepto: DAP 1 hasta 6
 Unidad: CM
 Diámetro medido con cinta diamétrica (hasta 6) > 7.6 cm (3”).

1.1

Concepto: Altura de DAP
 Unidad: M
 Altura a la que se midió el diámetro 1.3 es la normal, pero se pudo haber medido a otra altura.

2

Parámetro: Copa
Concepto: Condición Copa
 Unidad: %
 Se refiere al estado del follaje en su estructura, sanidad y cantidad con respecto al tamaño del árbol.

3

Parámetro: Altura
Concepto: Total
 Unidad: m
 En metros del árbol hasta su parte más alta.

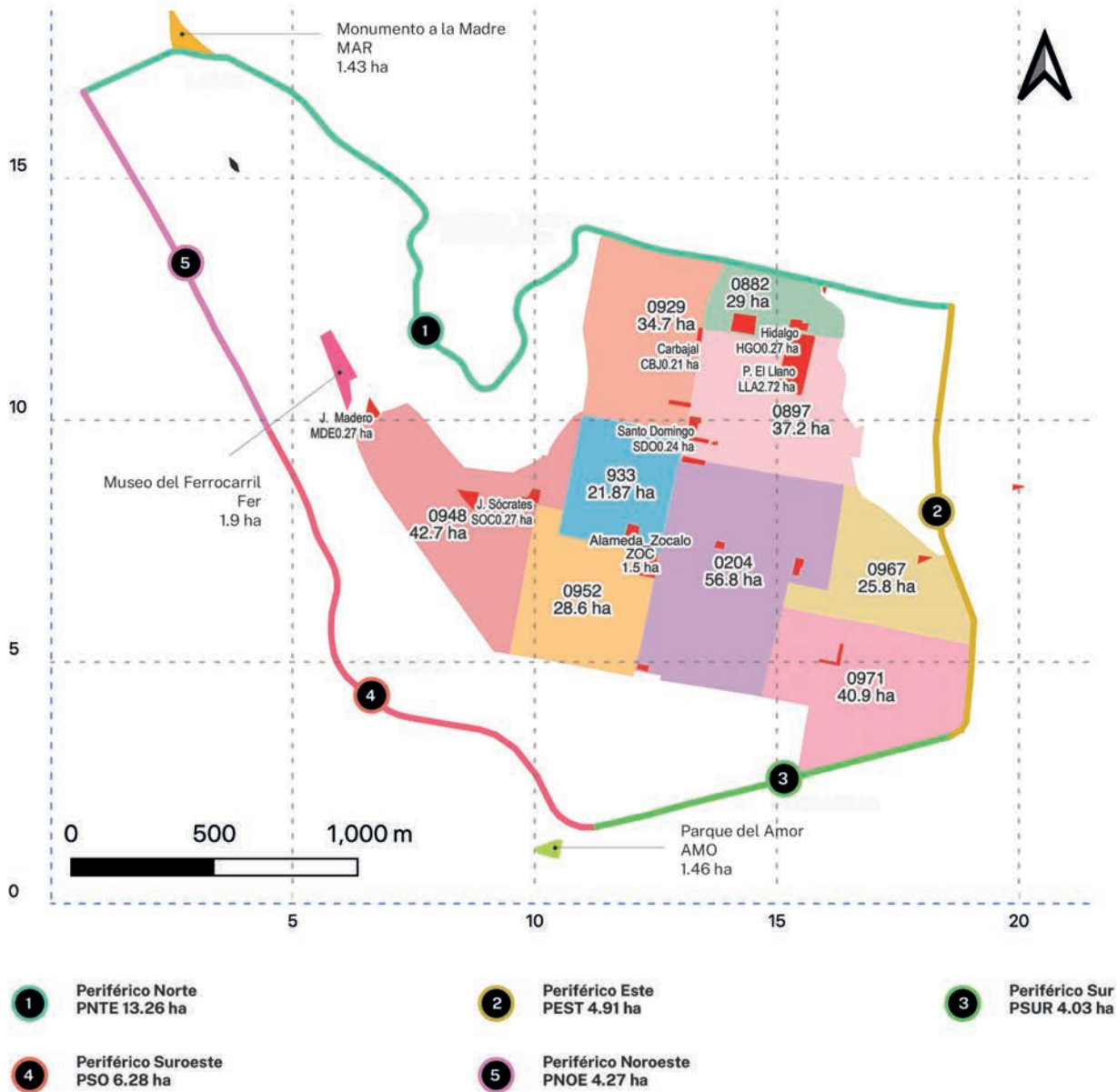
3.1

Concepto: Exposición a la luz
 Unidad: Entero
 1 al 5 ver el manual para las opciones.

4

Parámetro: Ubicación
Concepto: Coordenadas
 Unidad: Gr. dd
 Latitud norte y longitud en WGS 84 en formato grados.decimales.

Figura 1. Parámetros dasométricos medidos.



Parques, Jardines, AGEB y divisiones del periférico censadas, superficie y abreviatura utilizada en i-Tree.

Parques menores a 2000 m² se listan a la derecha.

Superficie total censada 91.48 ha.

Name	Sup (ha)	Abrev
Jardín Brígida García	0.05	PBG
Jardín Gurrión	0.13	GUR
Jardín del Pañuelito	0.03	PAN
Plazuela del Carmen	0.17	CAR
Jardín San Francisco	0.1	SFO
Jardín San Pablo	0.1	SPO
P. Unidad Modelo	0.07	PUM
Niños Héroe	0.07	NHE
7 Príncipes	0.11	7PR
P. Galeana	0.1	GAL

Figura 2. Plano de los polígonos censados y su subdivisión.

La metodología para condición de copa consiste en categorizar en primera instancia al árbol dentro de las 5 grandes categorías (**buena, regular, pobre, crítico y muriendo**), de acuerdo con la escala de Likert, y luego afinando la calificación final, con un estimado de la condición de la copa en función a lo que un árbol de la especie, diámetro y altura del árbol evaluado (para la época en que se realiza la medición) y la que debería de tener en condiciones ideales para la especie y diámetro:

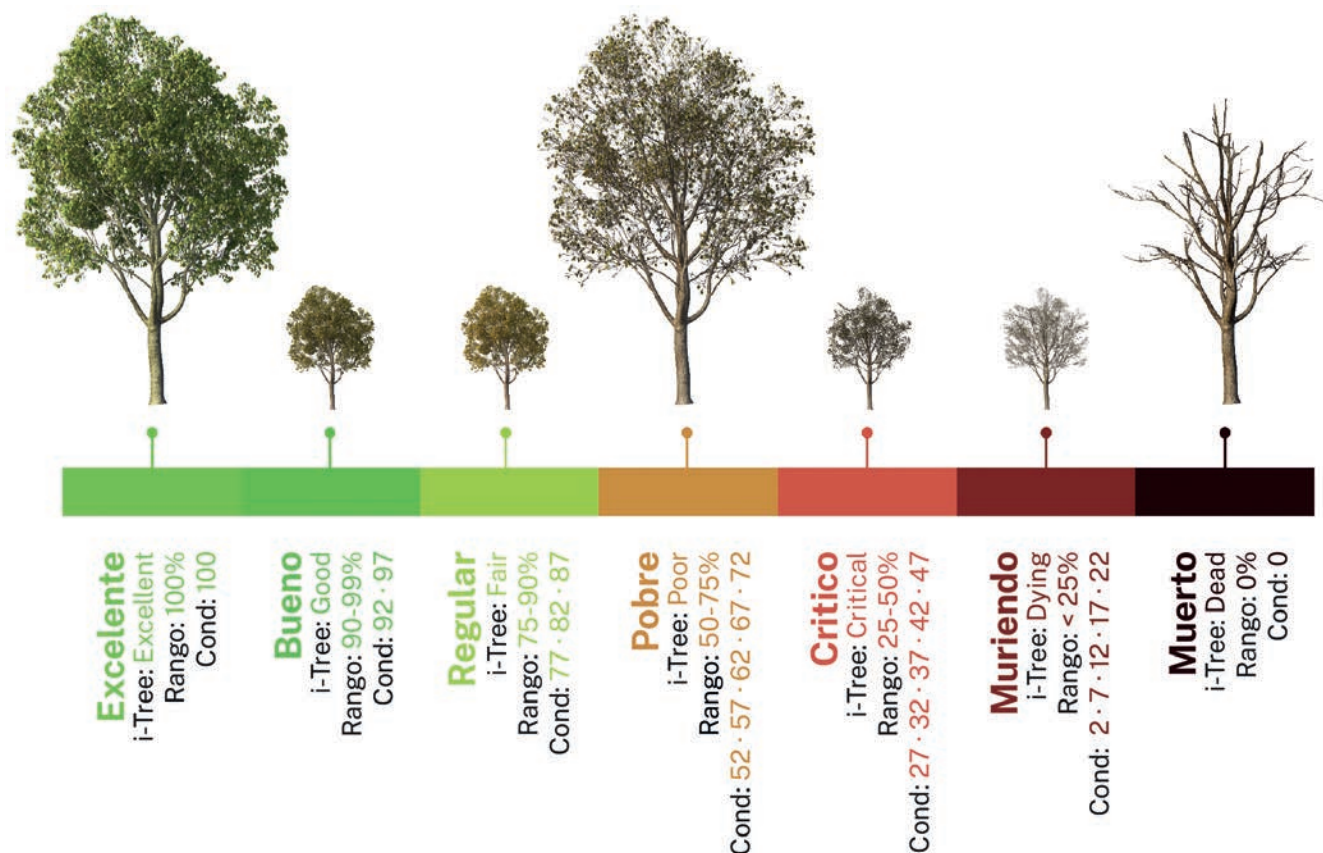


Figura 3. Categorías para evaluar condición de copa.

Información de gestión

Básicamente consiste en dos campos para aspectos de mantenimiento, uno a corto y otro a largo plazo, y otros 2 campos para definir conflictos con banquetas o servicios **anexo 01**. Cabe mencionar que esos campos son fijos pero las categorías que se pueden incluir pueden ser desde 2 hasta 20 como se muestra en el cuadro mencionado. Finalmente, las personalizadas que se definieron y cargaron en el software para determinar su estado fitosanitario y agente causal en caso de tener algún ataque y el nivel de riesgo **anexo 02**.

Listado de especies

Cuando un individuo no se encuentra por su género, es posible clasificarlo por su clase y aunque en este caso las ecuaciones que se usarían para los cálculos son aún más generales o promedio, la hipótesis es mejor utilizarla que el no tomar en cuenta al individuo. Por experiencia, y como ejemplo, en el caso del inventario de Playa del Carmen (de la Concha D., 2017) sí se encontraron especies muy endémicas de la zona que no estaban en la lista y que se clasificaron por su clase, pero en porcentaje fueron no significativas, apenas llegaron al 2% de toda la población así que el impacto en los números finales no se considera relevante.

Análisis de datos

De la larga lista de los reportes generados por el programa (anexo 03), que son más de 100, se utilizaron como base para el análisis del arbolado, los siguientes:

Reportes Formateados:

- Son aquellos que genera el sistema con los datos tomados y hay de varios tipos; los que describen la (a) Composición y estructura (C y E) del arbolado (44), (b) los que detallan los Costos y Beneficios (44), y (c) Detalles de los datos medidos (15). Dentro de cada tipo hay reportes por especie, por estrato, reportes de datos básicos o datos calculados generados por las ecuaciones alométricas.

Gráficos:

- Los 16 reportes de este tipo son gráficas de los datos de la base de información de contaminación, clima y otros que fueron utilizados para los cálculos.

Consideraciones en el procesamiento de datos

La versión del i-Tree ECO 6.0.29 utilizada cuenta con ecuaciones específicas para árboles tropicales, las cuales se emplearon para tener una mayor precisión en los cálculos de los parámetros morfo-fisiológicos, así como el servicio ambiental. La figura 4 muestra de manera comprensiva la relación de los parámetros dasométricos con los morfo-fisiológicos calculados, los de servicio ambiental en el i-Tree ECO y también los índices utilizados (vital arbóreo, ecosistémico y económico) para la comparación entre diferentes instancias en el inventario.

En cuanto a la información generada es muy importante conocer qué incluye, ya que otra de las fortalezas del i-Tree es la gran cantidad y especificidad de esta ya que permite hacer análisis a profundidad de casos específicos. Es, por lo tanto importante, conocer cómo está organizada y qué contiene para que por ejemplo si se necesita conocer el comportamiento de una especie en una zona en particular, de un cierto DAP, se sepa qué es posible hacer.

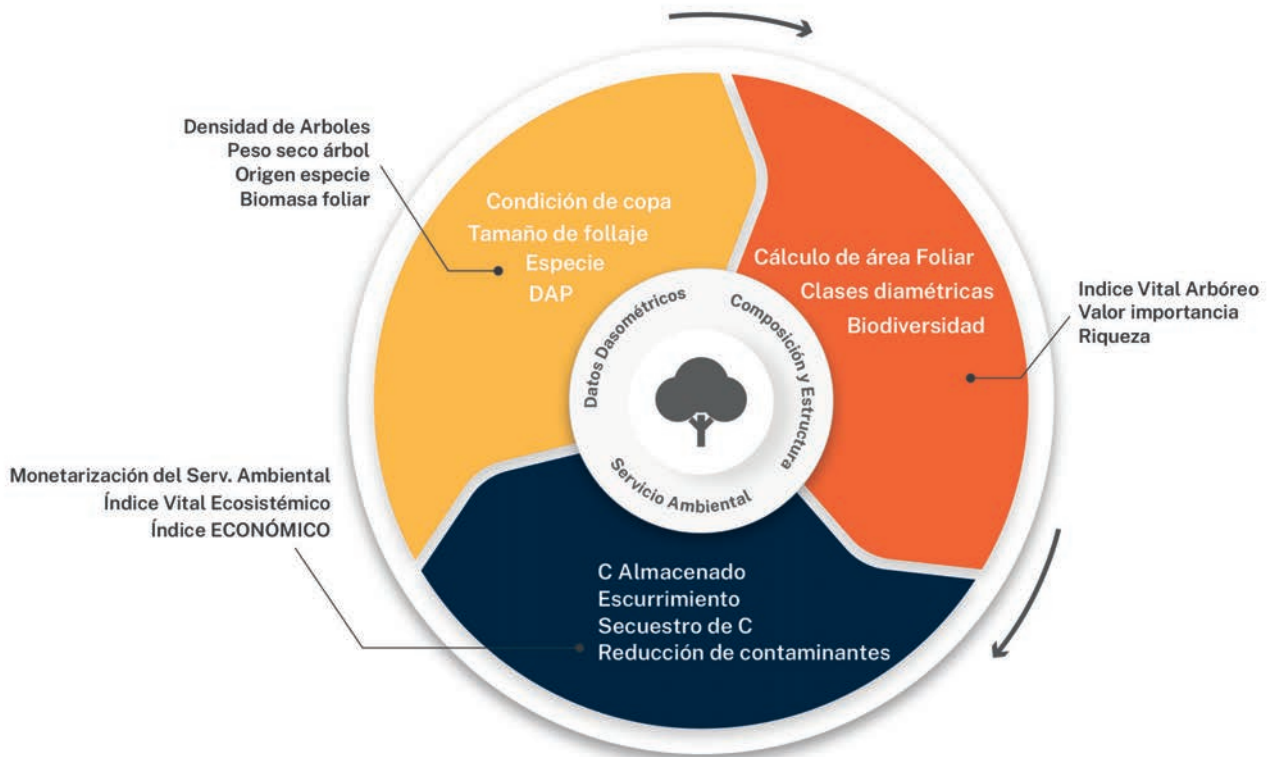


Figura 4. Relación de parámetros dasométricos y variables calculadas en i-Tree ECO.

1

Composición y estructura (44)

Aquí se presentan los datos básicos, es decir los datos medidos y las variables de primer nivel (datos morfo-fisiológicos) calculadas para la POBLACIÓN¹ a partir de los árboles medidos en las parcelas de muestra.

2

Costos y beneficios (23)

Esta categoría presenta los 6 beneficios ambientales relevantes calculados a partir de las variables morfo-fisiológicas del arbolado según las ecuaciones seleccionadas. BA por concepto de carbono almacenado, capacidad de secuestro, eliminación de contaminantes, modificación de la escorrentía o aumento de infiltración y producción de oxígeno.

3

Detalles de los datos medidos (14)

En estos reportes se presentan los datos de los árboles medidos individualmente sin extrapolación a la población. En esta sección es posible encontrar los valores para árboles específicos de interés.

4

Gráficos

Básicamente agrupa los valores ambientales utilizados en las ecuaciones de cálculo de los beneficios ambientales y son gráficos para el año de datos de contaminantes que en este caso fue 2015.

5

Reportes del pronóstico (32)

Una vez realizados los cálculos de beneficios ambientales el i-Tree ECO tiene una opción para pronosticar a futuro el comportamiento de arbolado según diferentes escenarios que varían de acuerdo con reforestaciones, tasas de mortalidad e incluso eventos catastróficos.

¹ A través de estadísticos como promedio y error estándar que permite el cálculo del coeficiente de variación.



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024

IV

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL ARBOLADO

**Secretaría de
Medio Ambiente y Cambio Climático**

Hay que recordar que los árboles urbanos son muy diferentes a los que se encuentran en condiciones de bosques naturales. La siguiente figura da cuenta de ello y señala las principales diferencias

- Radiación solar
- En ámbitos forestales, competencia por la luz
- Menor velocidad del viento
- Evapotranspiración normal
- Tasa higrométrica normal

- Menor incidente de la radiación solar
- Reverberación de la luz
- Mayor radiación artificial
- Corrientes de aire frecuentes y viento canalizado
- Temperatura más elevada
- Evapotranspiración intensa
- Baja tasa higrométrica
- Mayor presencia de contaminantes
- Competencia por el espacio

Medio Natural

Medio Urbano

- Suelo permeable
- Mayor aprovechamiento de la precipitación
- Mayor disponibilidad de agua
- Mayor espacio disponible para las raíces
- Correcta absorción de nutrientes y alimentación
- Buena ventilación y niveles correctos de O_2
- Mayor número de micorrizas y pelos absorbentes

- Suelo impermeable
- Menor disponibilidad de agua
- Poco volumen de suelo disponible para las raíces
- Poca materia orgánica en el suelo
- Desequilibrio químico del suelo (nutrición deficiente)
- Suelo desestructurado y compactado
- Bajos niveles de O_2 (asfixia radicular)

Figura 5. Condiciones de árboles urbanos y en ambientes naturales.²

² Fuente árboles de Barcelona. Factores condicionantes de los árboles (Ayuntamiento de Barcelona, 2017)

Dentro del medio ambiente urbano existen incluso grandes diferencias entre los sitios donde se desarrollan los árboles. Por ejemplo, el mejor sitio que puede tener un árbol en una ciudad es en propiedad privada, donde se conjuntan varios factores que hacen que los árboles en estas condiciones se encuentren en excelentes condiciones.

En primera instancia se tiene el cuidado antes de llevarlo, de seleccionar la especie, y cuando la adquiere se preocupa porque esté en excelente estado, es decir, fuste recto, sin plagas o enfermedades, en buen estado de hidratación, etc. Por otro lado, el dueño se preocupa de que los árboles no estén en conflicto con cables, banquetas, u otros árboles por lo que el entorno del árbol es casi ideal. Incluso los muy cuidadosos se preocupan de mejorar la cepa donde se va a plantar y casi todos tienen cuidado de regar durante el periodo de enraice, y hasta de fertilizar.

Todo lo anterior permite que se logre una máxima sobrevivencia y que el árbol crezca, provea sombra y los demás servicios ambientales.

En segundo lugar, vienen los árboles en parques públicos donde es común que los individuos gocen de casi las mismas ventajas que los de propiedad privada salvo que por estar en áreas públicas tienen la desventaja de tener un entorno más hostil causado por: (1) paso de público que compacta y reduce la permeabilidad e infiltración de agua en el suelo, (2) está el problema de vandalismo y del uso de los árboles como postes de soporte. Todo lo anterior daña al árbol y reduce su capacidad de servicio ambiental. Sin embargo, por las ventajas de entorno favorable, al menos en lo que se refiere al suelo, en los parques es donde se encuentran los árboles más grandes. Y hay algunos parques donde está bien institucionalizado su cuidado, que suelen ser los más antiguos y en mejores condiciones, como sería el museo del Ferrocarril en el caso de la ciudad de Oaxaca. Existen excepciones que se dan por ignorancia de la biología del árbol, o por una mala selección.

Finalmente, los árboles en situaciones de más estrés son los árboles viarios, que son los que se encuentran en la vía pública. Estos árboles sufren de un entorno muy difícil tanto en su parte aérea como subterránea. Primero: por estar en el paso de gente que tira basura y vandaliza, y segundo, porque en una calle por el método constructivo normalmente se utiliza un firme de material tipo tepetate y se remueve el suelo y lo que se deja es material muy pobre para el desarrollo del árbol tanto por la falta de nutrientes como por el problema de la permeabilidad y aireación.

Este último problema se ve particularmente acentuado por el paso de gente, vehículos en el arroyo vial, y por el pavimento de la acera que muchas veces se instala hasta el cuello del árbol (zona de transición del tallo a la raíz) que “ahoga” al árbol y daña el tallo. **La figura 6** presenta la comparación de 3 parámetros (**DAP, H y Biomasa foliar**) entre los árboles de parques y de vialidades, y podemos ver en los tres comparativos que los árboles de parques están por arriba de los de vialidades, incluso son estadísticamente superiores con la prueba de “t” al 5%. Por lo anterior, los resultados del inventario se presentarán por separado para los árboles medidos en parques y de los árboles viarios, ya que prácticamente son dos poblaciones diferentes con necesidades y requerimientos diferentes.

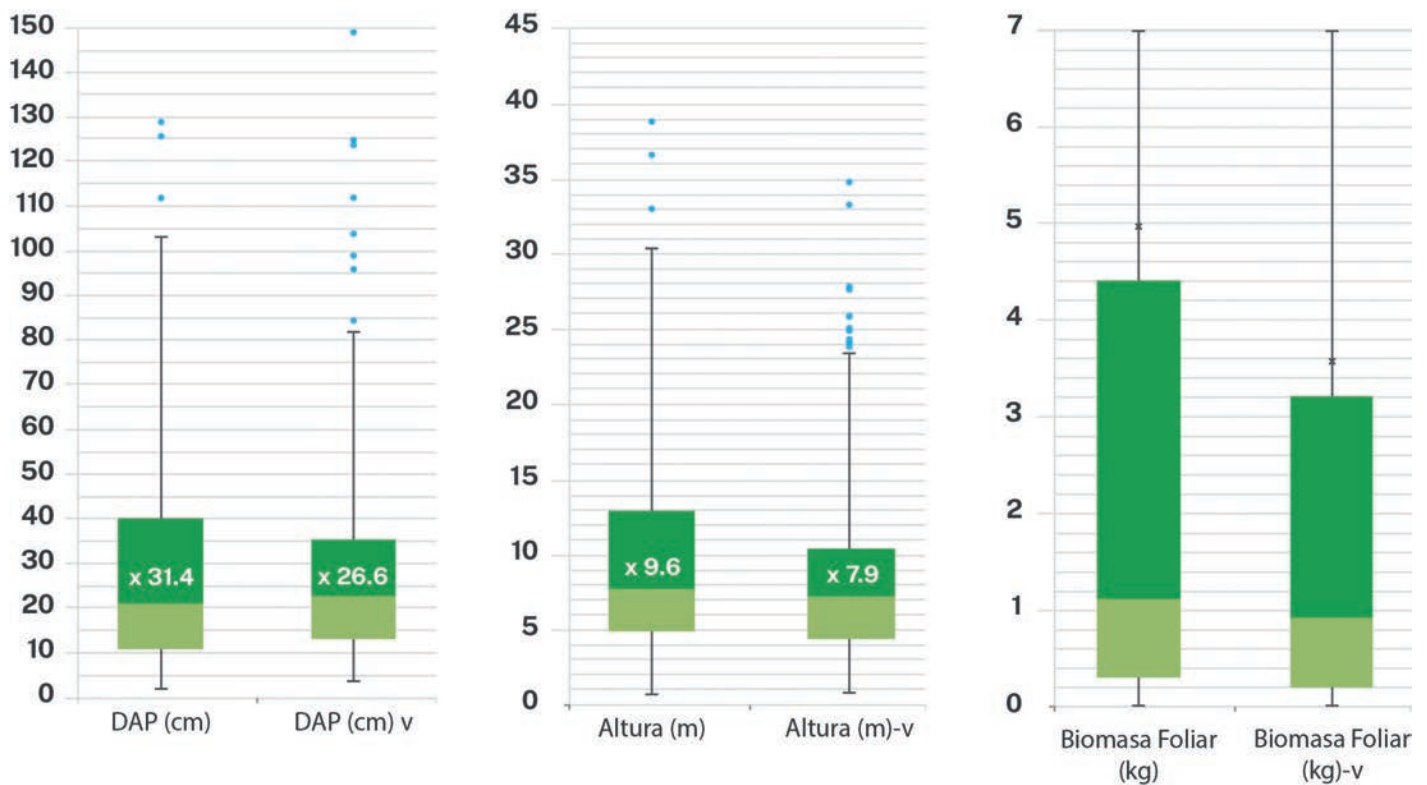


Figura 6. Diagramas de caja para DAP, Altura y Biomasa foliar de árboles en parques y vialidades.

Tamaño de los árboles

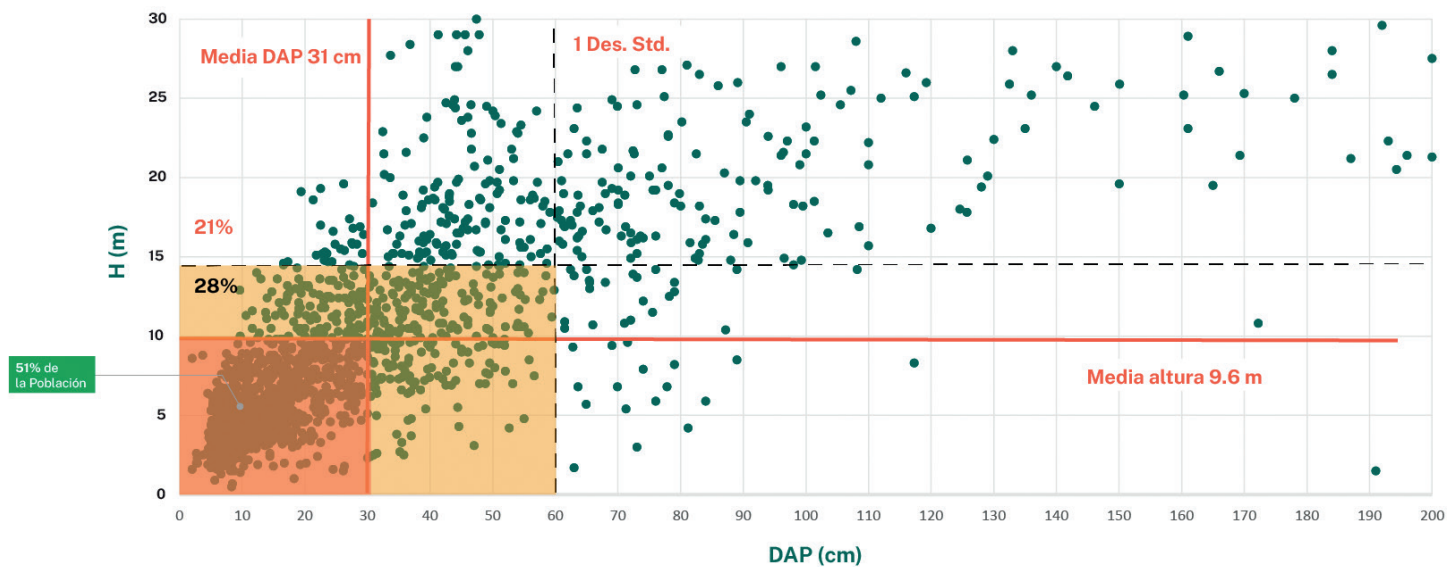
En cuanto a la diferencia de tamaño entre los parques y vialidades mostrada en la **figura 6**, los árboles de parques tienen un 18% más de DAP, 21% de altura y 76% de biomasa foliar, todo gracias al mayor espacio para las raíces que tienen y condiciones menos hostiles para su crecimiento. Como consecuencia, cuando los árboles en parques llegan a su madurez y su tamaño es considerable, el nivel de riesgo aumenta exponencialmente como lo vemos en la Alameda de León y el Zócalo de Oaxaca.

Parque / Jardín	Área (ha)	No. Árboles	Cobertura (m ²)	Cobertura (%)	Área foliar (m ²)	Biomasa foliar (kg)	Área basal (m ²)	Densidad (arb/ha)
Jardín del Pañuelito	0.03	2	53.6	18%	161	13.2	0.73	67
Jardín Brígida García	0.05	3	95.3	19%	202	15.4	1.14	60
Jardín Niños Héroes	0.07	6	101.9	15%	265	62.1	0.18	86
Jardín Gurrión	0.13	10	168.0	13%	243	32.8	0.95	77
Jardín Santo Domingo	0.24	12	88.5	4%	81	6.8	0.75	50
Jardín San Francisco	0.10	14	757.1	76%	3,723	473.1	6.08	140
Jardín Unidad Modelo	0.07	14	188.5	27%	329	34.4	1.99	200
Jardín Galeana	0.10	16	345.1	35%	1,217	91.5	4.5	160
Jardín San Pablo	0.10	18	297.5	30%	590	70.0	2.03	180
Jardín Sócrates	0.15	19	643.5	22%	1,885	156.7	8.57	127
Jardín Plazuela del Carmen alto	0.17	27	299.4	19%	766	60.3	1.7	159
Jardín 7 Príncipes	0.11	29	881.6	40%	3,218	240.6	10.15	264
Jardín 8 Regiones	0.26	29	437.9	19%	1,346	96.1	1.86	112
Jardín Labastida	0.21	30	474.0	23%	1,346	96.1	1.86	112
Jardín La Merced	0.21	33	878.1	42%	2,285	244.0	5.53	157
Jardín Carbajal	0.21	44	446.5	21%	958	72.7	2.69	210
Jardín Hidalgo	0.27	45	897.8	33%	2,359	197.2	9.93	167
Jardín Morelos	0.36	47	927.4	26%	2,726	253.1	16.03	131
Jardín Madero	0.26	59	711.1	41%	1,697	237.8	4.71	227
Jardín Sta. Rosa	0.49	91	736.4	26%	2,073	206.6	3.19	186
Jardín Alameda-Zócalo	1.50	94	2,823.4	19%	8,204	642.3	46.47	63
Parque del Amor	1.46	115	1,754.1	31%	4,742	342.2	7.12	79
Jardín Museo del Ferrocarril	1.90	117	4,362.1	29%	9,830	973.4	45.22	62
Jardín Conzatti	0.74	128	2,901.1	39%	5,069	453.5	15.82	173
Parque Monumento a la Madre	1.43	233	3,241.1	23%	9,438	730.0	15.06	163
Jardín Paseo Juárez el Llano	2.68	416	8,054.9	30%	24,905	2,400.4	54.32	155
Total	13.30	1651	32,565.9		89,577	8,207.7		138

Cuadro 2. . Datos dasométricos medidos y calculados por parque.

Parques

En los 26 parques seleccionados para censar, se encontraron 1,651 árboles en total. La cantidad por parque y algunas variables dasométricas calculadas por i-Tree, que indican el tamaño de los árboles por parque (biomasa y área foliar) y cobertura, se encuentran en el **cuadro 2**.



Concepto	DAP (cm)	Altura (m)
Media	31.538	9.595
Error típico	0.8191	0.153
Mediana	21	7.8
Moda	8	5.2
Desviación estándar	33.241	6.217
Varianza de la muestras	1105	38.65
Rango	498	38.3
Mínimo	2	0.5
Máximo	500	38.8
Cuenta	1647	1647

Figura 7. Distribución de la población por H y DAP en parques.

En cuanto al tamaño de los árboles se estableció que los árboles que estuvieron por debajo del promedio del DAP y ALTURA se consideraron CHICOS **figura 7**.

En el caso de los parques es muy importante mencionar que se tuvieron varios árboles ATÍPICOS que por su gran tamaño y/o altura ocasionaron que el valor promedio para estos parámetros fuera alto. Se definieron como árboles MEDIANOS aquellos arriba de la media y hasta una desviación estándar y GRANDES al resto. La mitad de la población es chica y la otra mediana a grande. El tamaño de los árboles también se puede inferir con los datos de variables calculadas por el i-Tree como son biomasa que en conjunto con la condición de la copa nos indica el tamaño. En el caso de parques es importante considerar paralelamente dos cosas en el análisis del arbolado: el tamaño del parque y el número de árboles por parque.

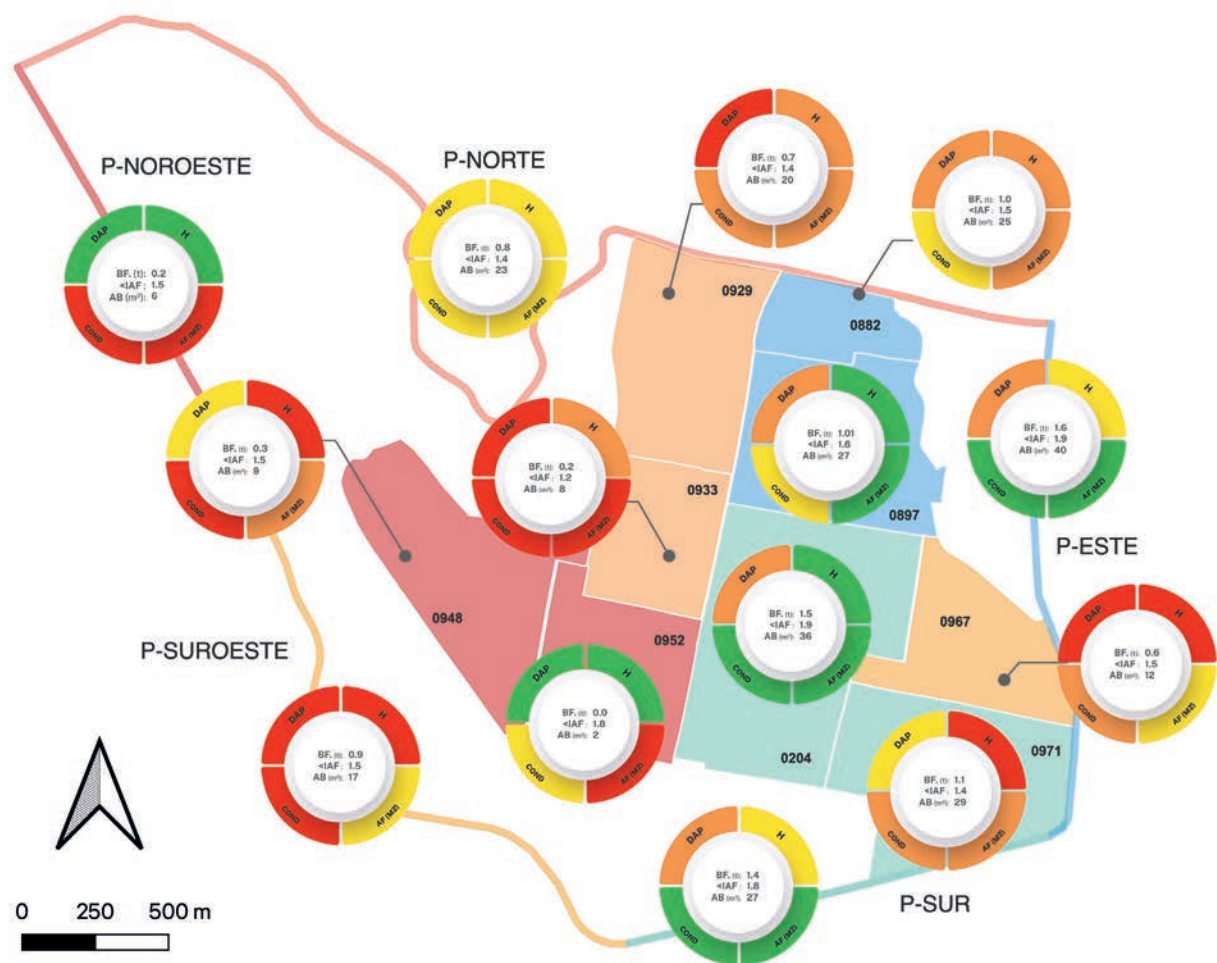


Figura 8. Información dasométrica comparativa por estratos.

Vialidades

En cuanto a vialidades la **figura 8** presenta el mismo resumen de datos obtenidos y calculados por el i-Tree que para los parques. En términos generales, a pesar de prácticamente existir 2 árboles en vialidades por cada árbol en parque, esta diferencia no se mantiene con los parámetros medidos.

En las vialidades hay muchos menos árboles grandes que en los parques, aunque la proporción de chicos es prácticamente igual en ambos (**figura 9**). El tamaño de árboles es muy relevante ya que como se menciona en el inventario de Madrid (Borrajo M. J.M et al., 2016) *“mayores tamaños (diámetros, alturas y tamaño de copa), mayor cobertura y por tanto mayor superficie foliar sana, mayores beneficios se suman en conjunto...estos beneficios son exponenciales, por lo que **la tendencia de los bosques urbanos sería obtener la mayor cantidad de árboles de gran tamaño y adecuada calidad estructural.**”*

Concepto	DAP (cm)	Altura (m)
Media	26.5	7.9
Error típico	0.3	0.1
Mediana	21.9	7.2
Moda	5.0	6.2
Desviación estándar	19.4	4.5
Valor + 1 DS	45.9	12.5
CV	73%	57%
Rango	148.8	34
Mínimo	3.7	0.8
Máximo	152.5	34.8
Cuenta	3208	3208

Figura 9. Distribución de la población por H y DAP en vialidades.

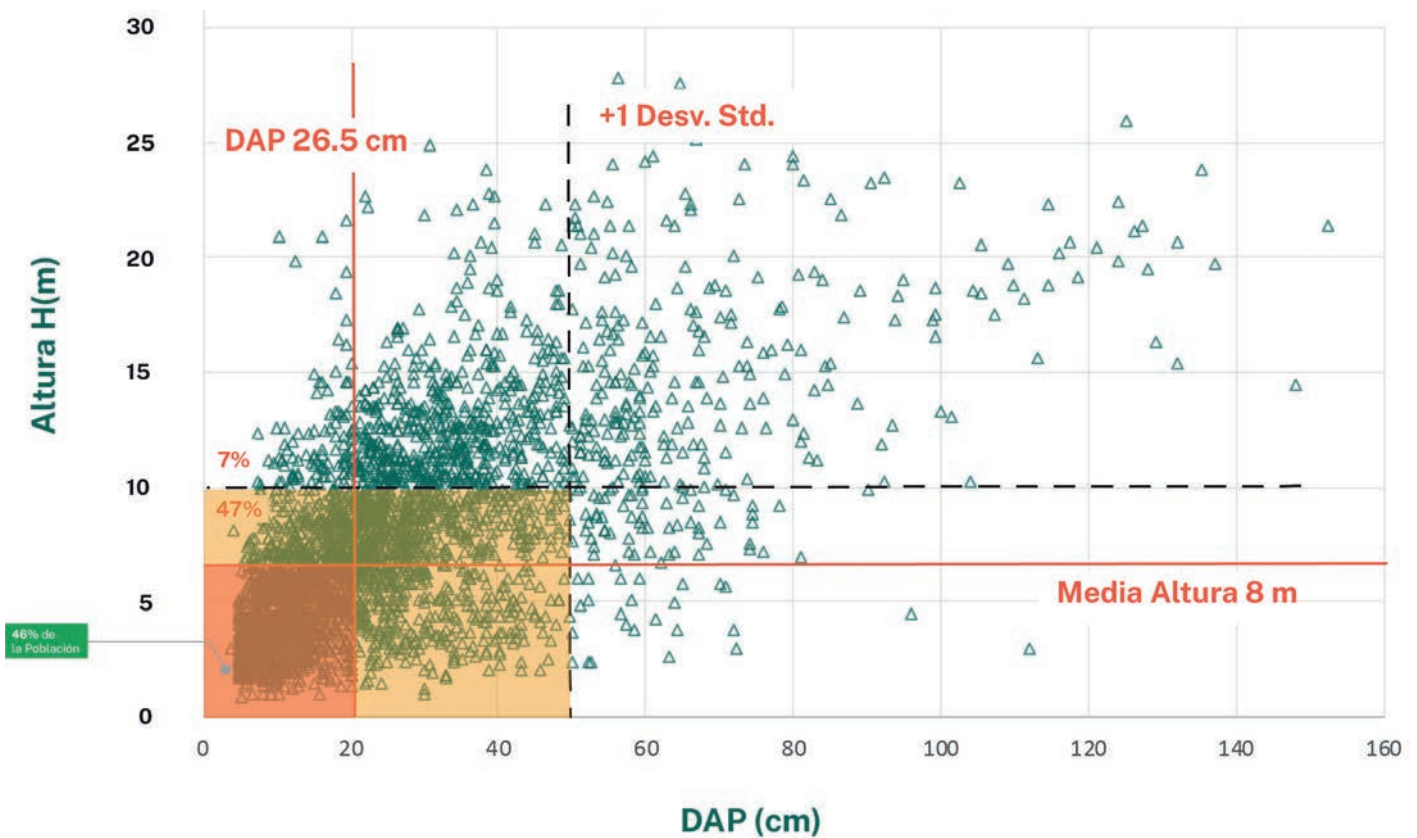


Figura 9. Distribución de la población por H y DAP en vialidades.

Índices de desempeño

Los índices de desempeño son indicadores que, sobre las mismas condiciones, comparan varias áreas arboladas, en este caso la normalización se lleva a cabo sobre una hectárea. La ventaja de los índices “vitales” de desempeño es que resumen varias características en un solo valor y facilita la comparación. En el anexo 04 se incluye la mecánica de cálculo del IVA; sin embargo, los otros dos se calculan igual pero con sus respectivos parámetros, el ecosistémico y el económico.

El primer índice que se analizará será el Índice Vital Arbóreo que se basa en los 4 principales parámetros calculados por el i-Tree que son: área foliar (m² o ha), biomasa foliar (t), peso seco del árbol (t) y la condición de la copa expresada en porcentaje.

Parques

Aunque la mayoría de los parques tiene menos de 1 hectárea, de hecho, solo 4 parques de los 26 censados sobrepasan la hectárea. Ya se presentaron dos de los parámetros utilizados para el cálculo del índice y los otros dos se presentan a continuación y son peso seco del árbol y condición de copa.

Aquí se pretende dar una idea de la diferencia entre el arbolado de los parques que sirva para priorizar las acciones de mejora. Como referencia se utiliza la abreviatura del parque y entre paréntesis su superficie (hectáreas) para entender sobre todo algunos de los valores. Cabe mencionar que los parques están ordenados en la **figura 10** en orden ascendente de número de árboles, pero los valores están ajustados a 1 ha. Este ajuste permite que sin importar el tamaño del parque se pueda comparar la calidad del arbolado entre dos parques.

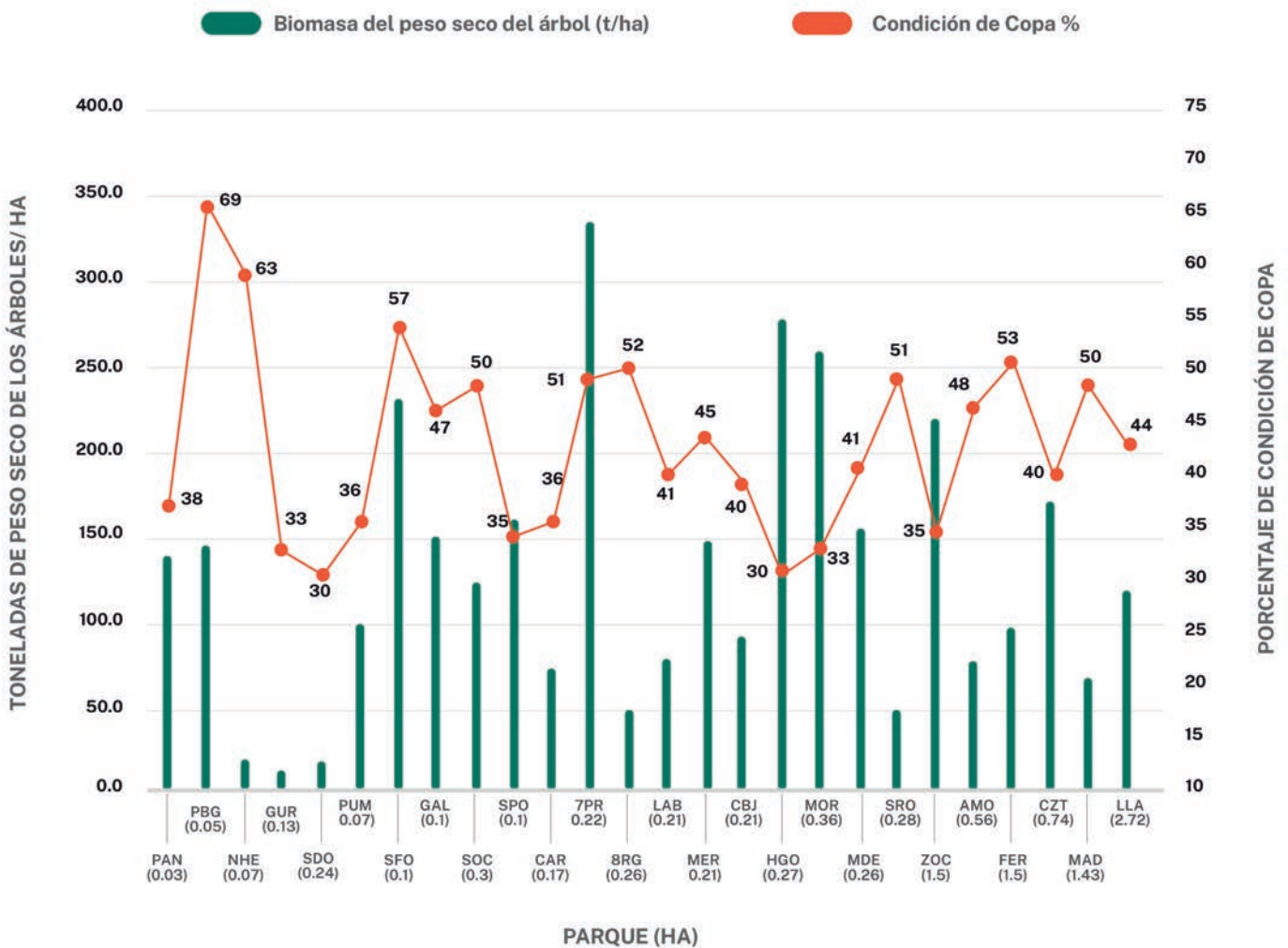


Figura 10. Peso seco y condición promedio de copa de árboles en los parques.

Por ejemplo, tomemos el parque más chico, el Jardín del Pañuelito, que solo tiene 2 árboles (una Jacaranda y un Mandimbo) pero cuyo tamaño es mucho mayor a los 6 Cedros panteoneros del Jardín Niños Héroes, que tiene una superficie poco más del doble que el primero, por eso no importa que únicamente sean 2, ya que al ajustarlos a una misma superficie el peso seco es 28 veces mayor indicando que los individuos son más grandes y por lo tanto con mejores características.

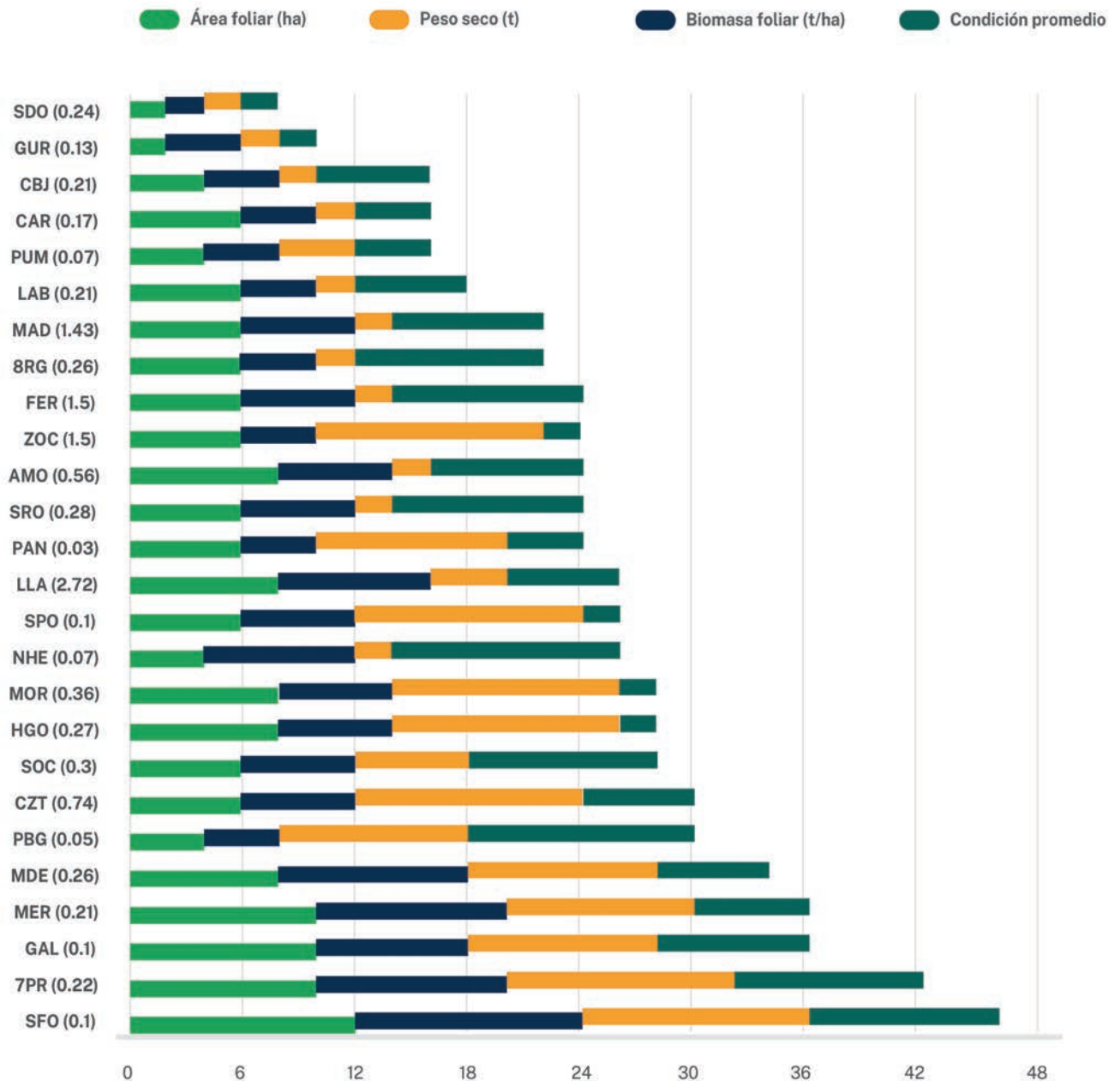


Figura 11. Calificaciones relativas para el cálculo del IVA en los parques.

La **figura 11** resume las calificaciones otorgadas por parque para cada parámetro de tamaño de árbol, follaje y copa que conforma el IVA. Los parques se ordenaron de menor a mayor IVA y podemos ver que en términos relativos, la mitad de los parques se encuentran por debajo del valor medio (24 o 50%) y que prácticamente 24 de 26 están por debajo del 75% (36) del máximo alcanzable.

Esto implica que hay mucho potencial de mejora e incluso este parámetro se puede convertir en un INDICADOR de desempeño para evaluar avances. La lectura que se puede hacer de esta figura se hace sobre la base de que la escala de calificaciones va del 2 al 12 (de dos en dos) donde 12 representa la categoría más alta posible. Por ejemplo, en el caso de área foliar, representa al parque con la mayor superficie de área foliar, o en el caso de peso seco es el parque con los árboles más pesados y en el caso de condición es el parque con los árboles en mejores condiciones de copa. Finalmente, la combinación de todos los parámetros, nos indica el Índice Vital Arbóreo.

Con este índice el parque con valores más altos fue el Jardín San Francisco con 14 árboles de buen tamaño que solamente en su condición de copa promedio no alcanzaron la categoría más alta. Por otro lado, el Zócalo y la Alameda, que se están analizando juntos, por el tamaño de sus árboles, alcanzó el puntaje más alto en cuanto a peso seco, pero después sus calificaciones fueron de medianas hacia malas y quedó colocado justamente a la mitad de desempeño de los parques, indicando por supuesto el estado tan complicado en que se encuentran. Con estos dos ejemplos, se muestra la utilidad del IVA y se explican las ventajas que puede tener al usarse como indicador.

Vialidades

Los dos parámetros para la evaluación de las vialidades que se integran en el IVA junto al área y a la biomasa foliar se muestran en la **figura 12**.

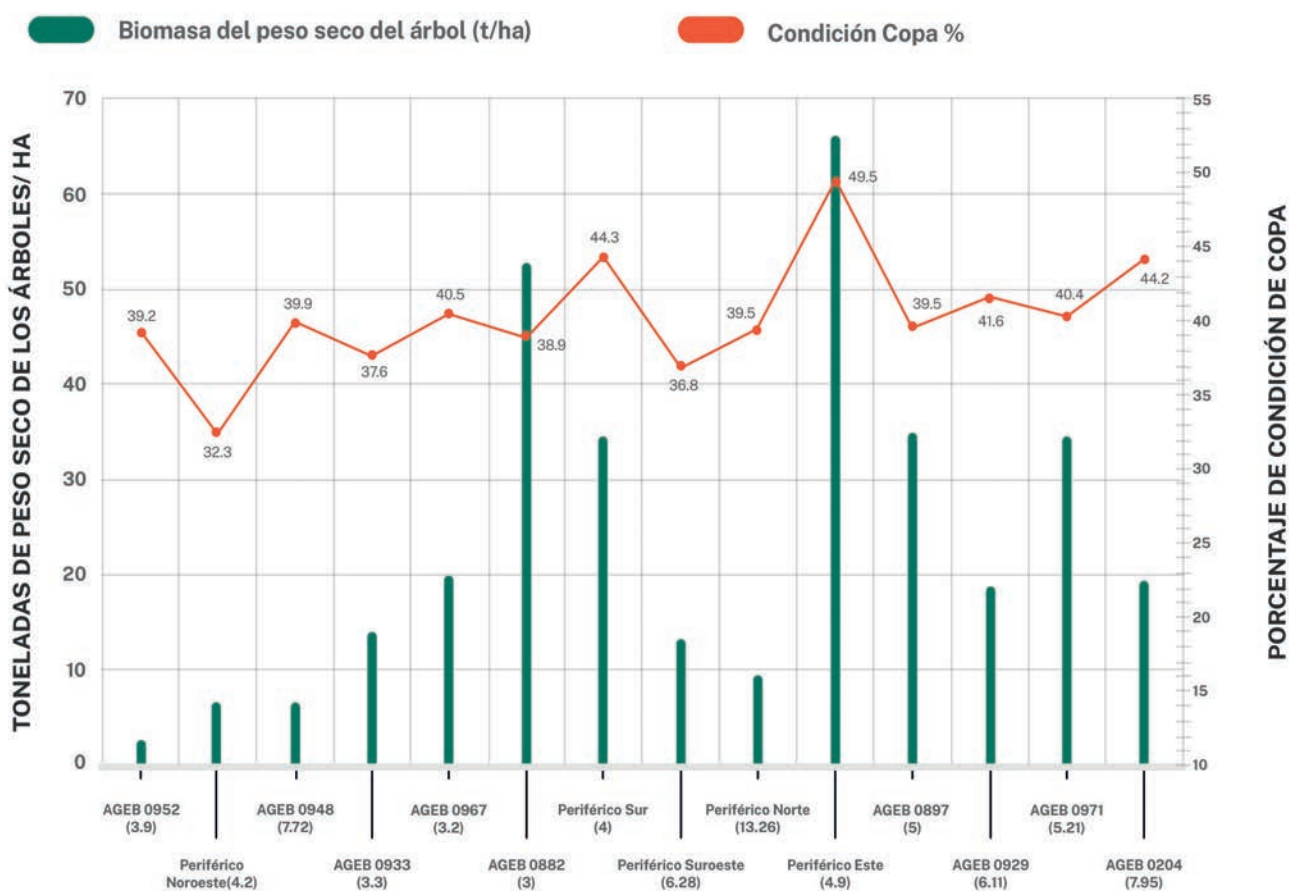


Figura 12. Peso seco y condición promedio de copa de árboles por vialidad.

La gráfica presenta los datos para cada estrato según su población, es decir están los datos ordenados de menor a mayor número de árboles por vialidad. Por ejemplo, la AGEB 0952, ubicada al suroeste, cuenta con la menor cantidad de árboles; en sus casi 4 ha solo tiene 15 árboles y de ahí que la cantidad de toneladas de biomasa sea baja. Por otro lado la AGEB de mayor superficie, la 0204 que abarca casi 8 ha, en el centro tiene 428 árboles, sin embargo no es la que presenta mayor biomasa. Esta categoría pertenece al Periférico Este que comprende de la carretera internacional al Boulevard Eduardo Mata con una superficie de 5 ha.

En cuanto a condición de copa, el rango de diferencia entre la peor vialidad (32.3% promedio del periférico NO) y la que presenta la mejor condición (49.5% promedio del periférico E) es más chico que en los parques, y esto nos indica que los árboles en las vialidades están consistentemente “críticos” de copa siguiendo el criterio de evaluación del i-Tree.

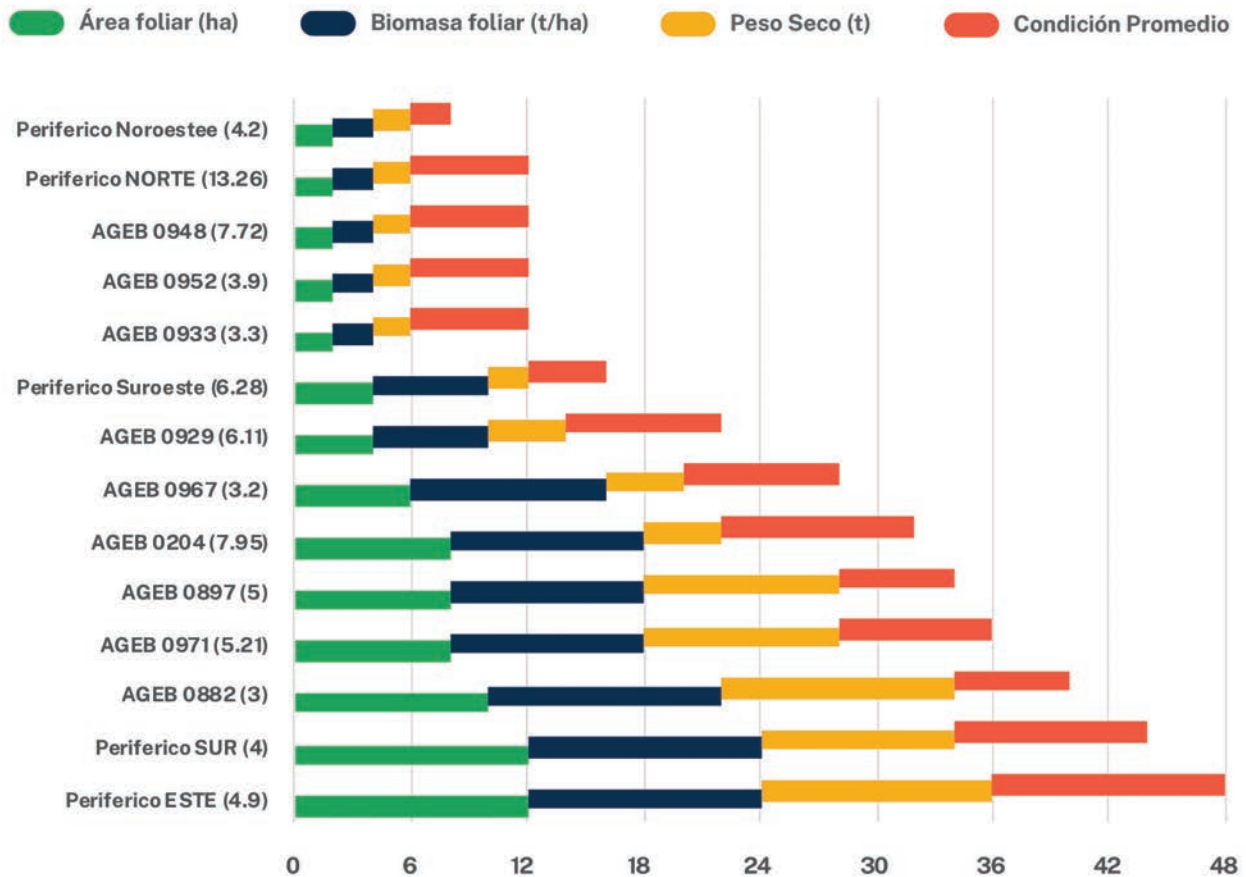


Figura 13. Calificaciones relativas para el cálculo del IVA en las vialidades.

Por las calificaciones otorgadas para estos 4 parámetros con la metodología presentada, tenemos que el Periférico Este y Sur son los que tienen en mejores condiciones su arbolado. Mientras que el N y NO son las vialidades que están peor al igual que las calles en las AGEB 0948, 0952 y 0933 que son las que mayor movimiento comercial tienen. Es importante notar que la mitad de las vialidades en estas áreas están por debajo del 50% (24) del máximo posible y por lo tanto indican el mal estado del arbolado y el potencial para que un manejo adecuado provea una mejora de éste.

Especies más relevantes y proporción de la población

Se encontraron en todo el censo un total de **123 especies** identificadas, además de **27 géneros** y **2 individuos** que se clasificaron por clase Magnolopsida. **De las especies identificadas el 59% (72) son introducidas y 41% (51) nativas de Norteamérica.**

En cuanto a las familias presentes se encontraron un total de **44 familias**. La **figura 14** muestra las familias más importantes y el número de especies que cada familia contiene. Como veremos en el análisis por estrato y por parque, la biodiversidad fue diferente y se discutirá.

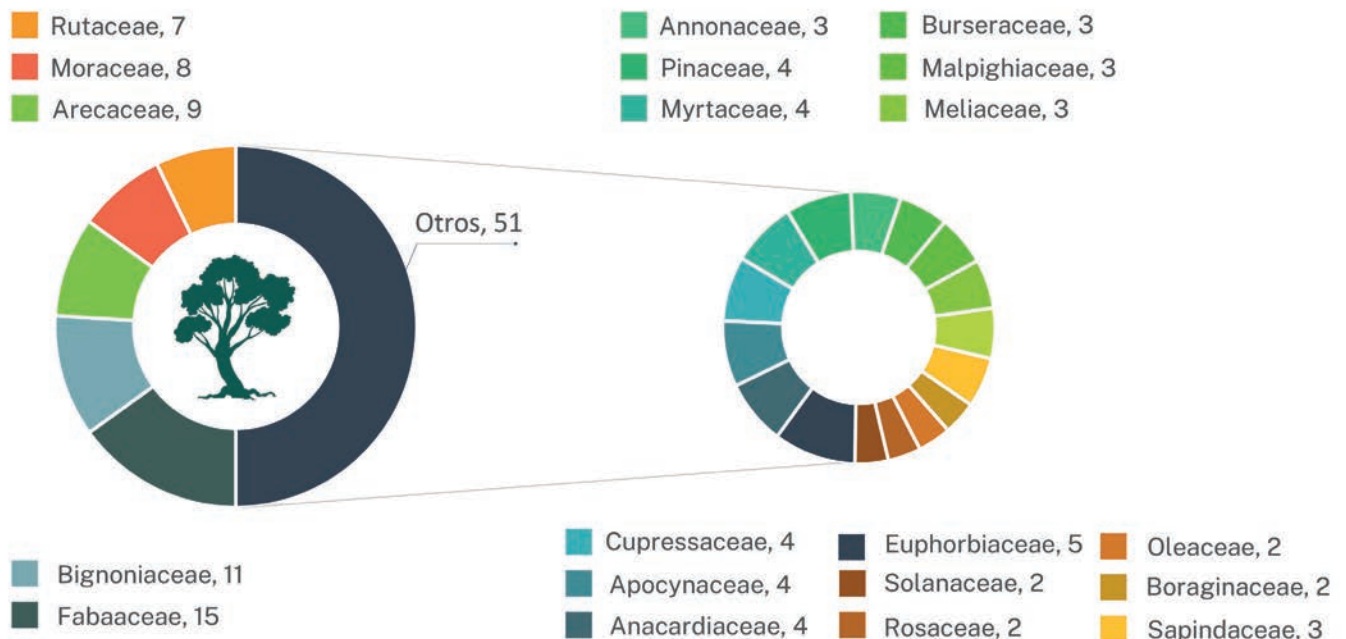


Figura 14. Familias y número de especies de cada familia en la población.

Parques

En los parques se encontraron un total de **98 especies y 17 géneros** entre los 1,647 individuos censados. Hay que recordar que la clasificación por género es una manera de registrar a un individuo que no se encuentra en el i-Tree por no tener sus ecuaciones alométricas, ya sea porque es una especie endémica, o debido a que por algún motivo no fue posible identificarlo hasta el nivel de especie, por falta de hojas o cualquier otra razón. La ventaja de esto es que, aunque no esté la especie, al menos se calcula el servicio ambiental con la ecuación para el género y no se desecha al individuo y se contabiliza para composición y estructura y los demás cálculos.

Cabe mencionar que en el caso de parques y jardines, se clasificaron como género, solo 48 individuos (2.9% de la población) por lo que su impacto no es significativo. **La figura 14** muestra las especies más importantes y vemos que solo 7 especies conforman 2/3 partes de la población y 4 de las 7 son introducidas. **Estas 7, junto otras 12 especies conforman el 75% de la población y 91 especies y géneros, con un total de 324 individuos conforman el resto.** Esto hay que tenerlo en cuenta ya que hay muchas especies y géneros con uno o dos individuos. La relevancia en términos de manejo es que el foco de vigilancia de plagas o enfermedades debe ser en aquellas insectos u hongos que pueden atacar a las especies de más peso específico. Es también importante mencionar que solamente se encontraron 33 individuos muertos en la población lo cual es tan solo el 2% de la población actual.

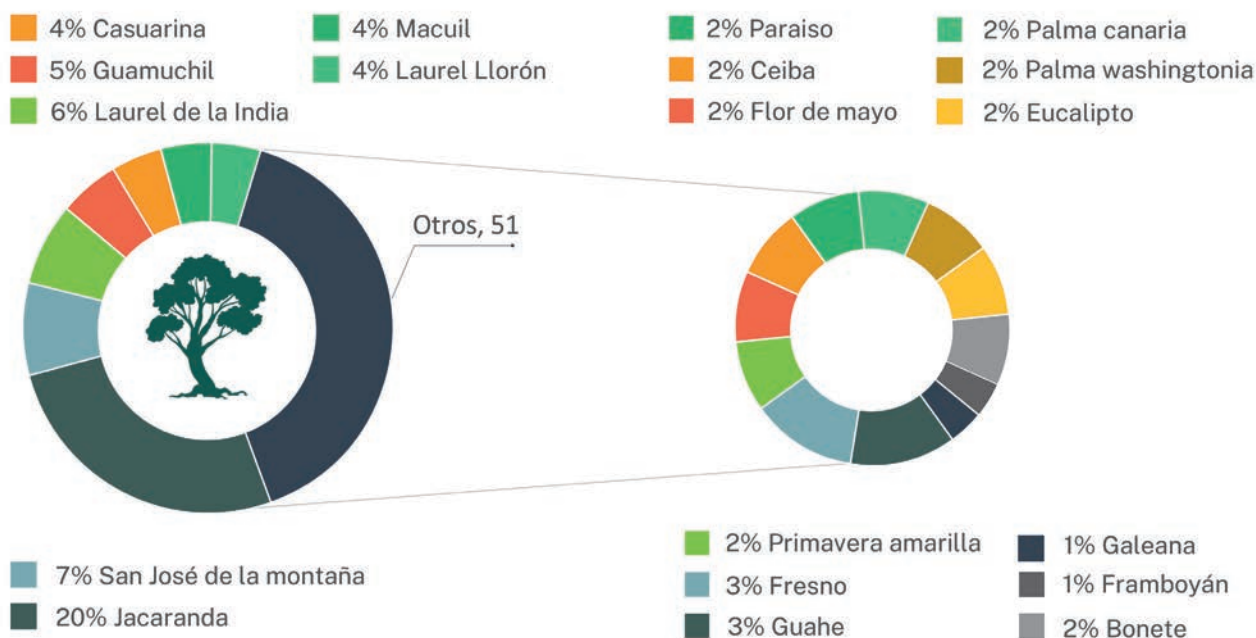


Figura 15. Porcentaje de la población por especie en parques.

Vialidades

Por la mayor cantidad de individuos, prácticamente el doble que en parques la cantidad de especies que se encontraron en las diferentes vialidades fue mayor, se encontraron **119 especies**. Al igual que en los parques solo 6 especies conforman el 48% de la población y con 21 especies más se llega al 81 % de la población. Las especies más importantes fueron:

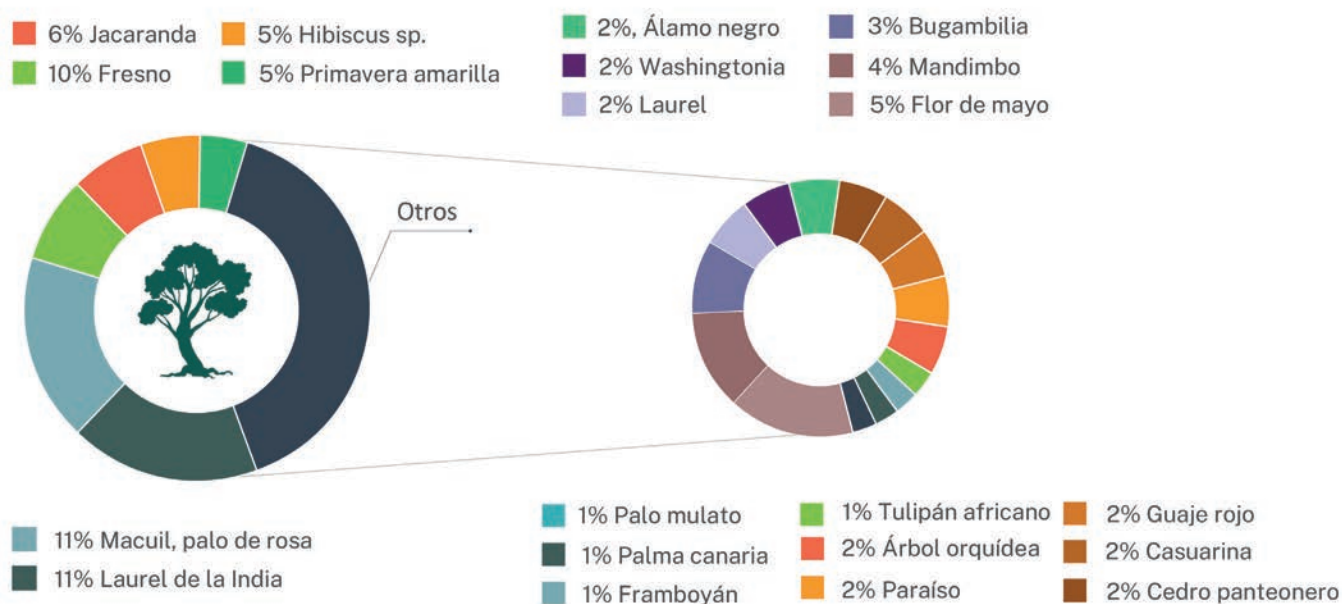


Figura 16. Porcentaje de la población por especie en vialidades.

Biodiversidad y origen de las especies

Parques

Como resultado del análisis de la información del origen de las especies que reporta i-Tree, se puede ver en la **figura 17** que el tamaño del parque tiene una correlación positiva con el número de especies y por lo tanto con la biodiversidad que presenta. La relación es que entre más chico el parque, menor es la biodiversidad. Por ejemplo, hay parques chicos con solo especies nativas (Brígida García) y con ninguna especie nativa (Jardín Niños Héroes o el Jardín Unidad Modelo).

El criterio de división por tamaño es de chicos para menores a 1,500 m², medianos entre 1.5 y 5,000 m² y grandes más de 5,000, entre paréntesis se indica la superficie del jardín o parque.

En El Llano, existen especies de todo el mundo mientras que en los chicos como el Jardín Niños Héroes o no tan chicos pero temáticos, como Santo Domingo, todos los individuos son de una sola especie y en estos dos casos en particular son especies introducidas. Esta consideración es importante, ya que para futuras reforestaciones no se recomiendan especies introducidas sino más bien nativas por razones de adaptación y costos de mantenimiento.

En términos generales, la primera gráfica de la **figura 17** resume para todos los parques el porcentaje de especies de diferentes lugares y para las especies nativas a Norte América la suma de las tres opciones fue de 46.4%, es decir prácticamente la mitad de las especies en todos los parques son nativas y la diferencia, 53.6% son introducidas. El parque con más especies nativas de Norte América y cercanías es el de Fuente de las 8 Regiones (8RG), donde prácticamente el 90% de las especies son nativas. Solamente un Framboyán, Tulipán y un Paraíso son introducidas.

El Framboyán de la Fuente de las 8 regiones, a pesar de su color vivo y gran belleza florística es una especie muy agresiva para el medio urbano si no tiene espacio suficiente para crecer. Puede generar conflicto muy fuerte con aceras, por lo que para mantenerlo controlado se requiere un programa estricto de podas y una muy buena preparación de sitio que es mucho más caro que un Maculi, por ejemplo. Esta razón económica es el argumento más poderoso en la selección de especies nativas vs. introducidas.

% Promedio de todos los parques

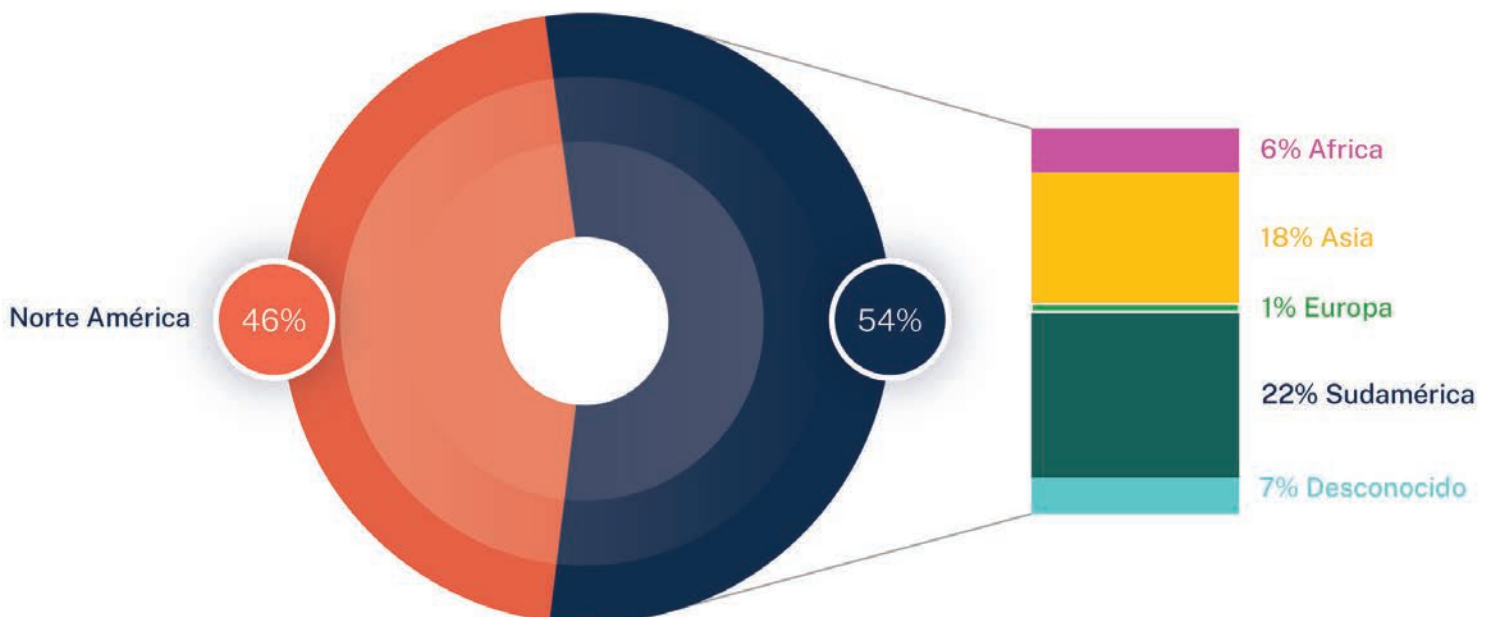
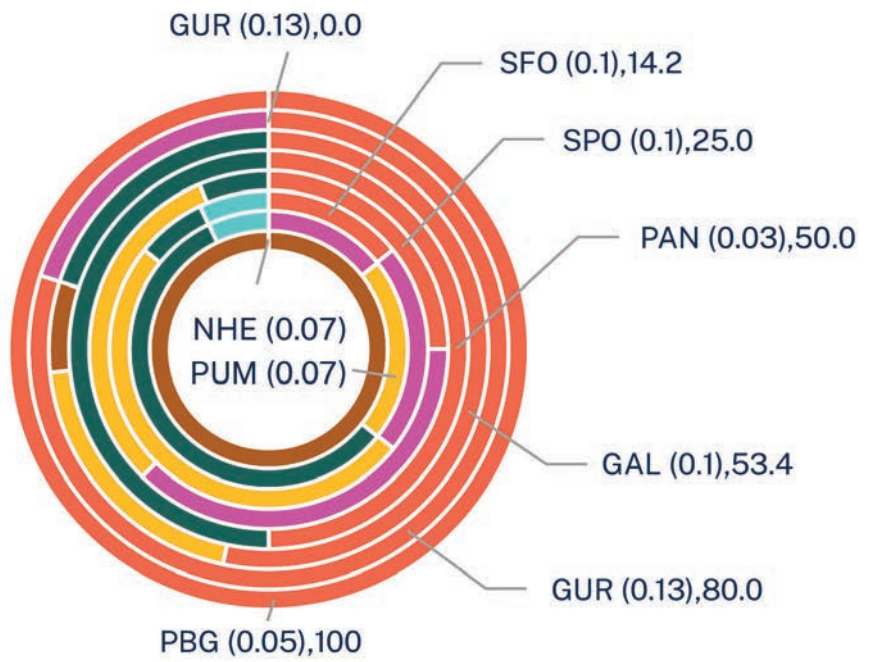


Figura 17. Origen geográfico de las especies en parques.

Origen de especies en Parques Chicos <1,500 M²

- Norte América
- África
- Asia
- Europa
- Sudamérica
- Desconocido



Parques de 1 a 5,000 m² con <52% de nativas

- Norte América
- África
- Asia
- Europa
- Sudamérica
- Desconocido

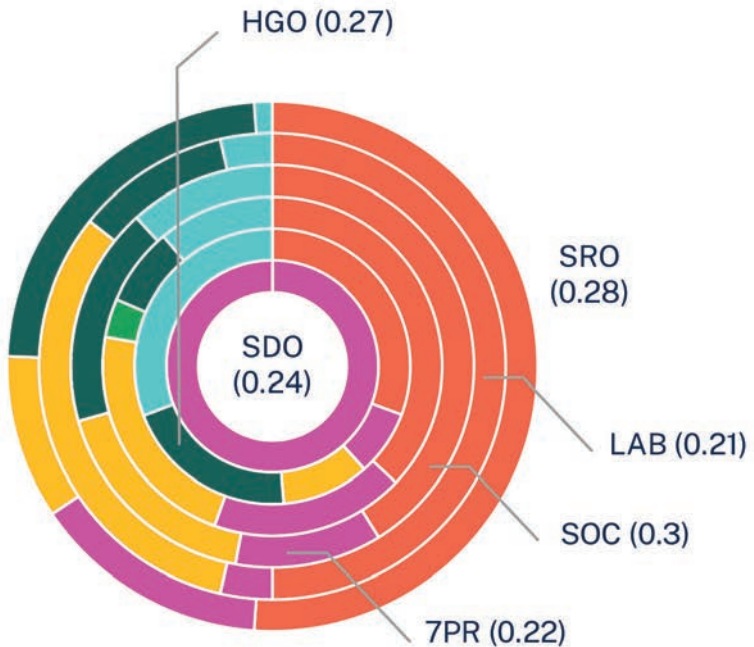
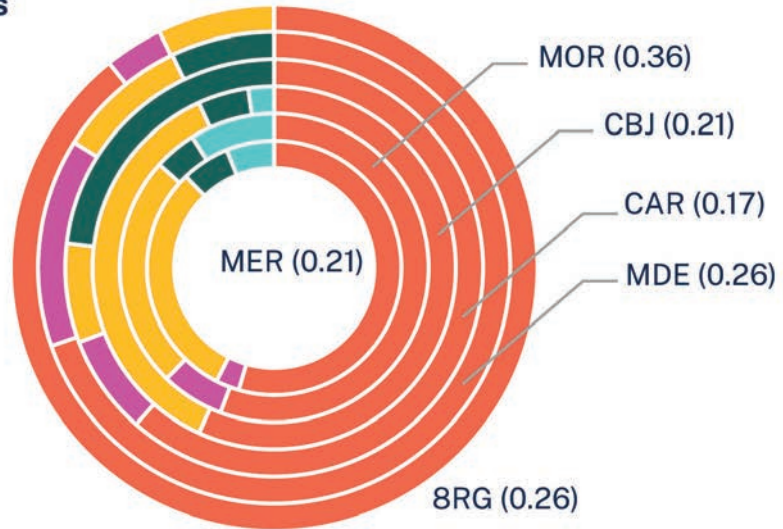


Figura 17. Origen geográfico de las especies en parques.

Parques de 1 a 5,000 m2 con > 52% de nativas

<5,000 M²

- Norte América
- África
- Asia
- Europa
- Sudamérica
- Desconocido



Origen de especies de Parques Grandes

- Norte América
- África
- Asia
- Europa
- Sudamérica
- Desconocido

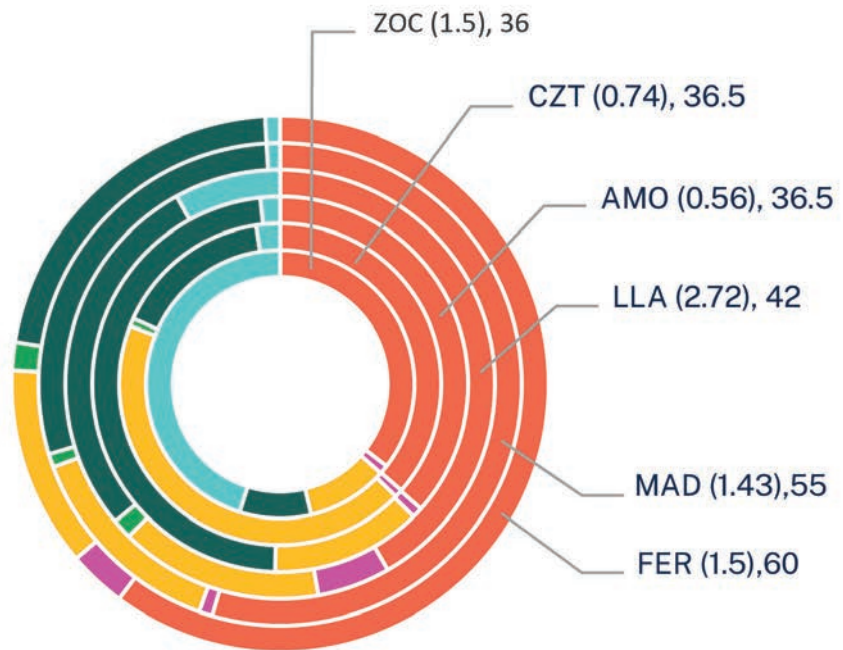


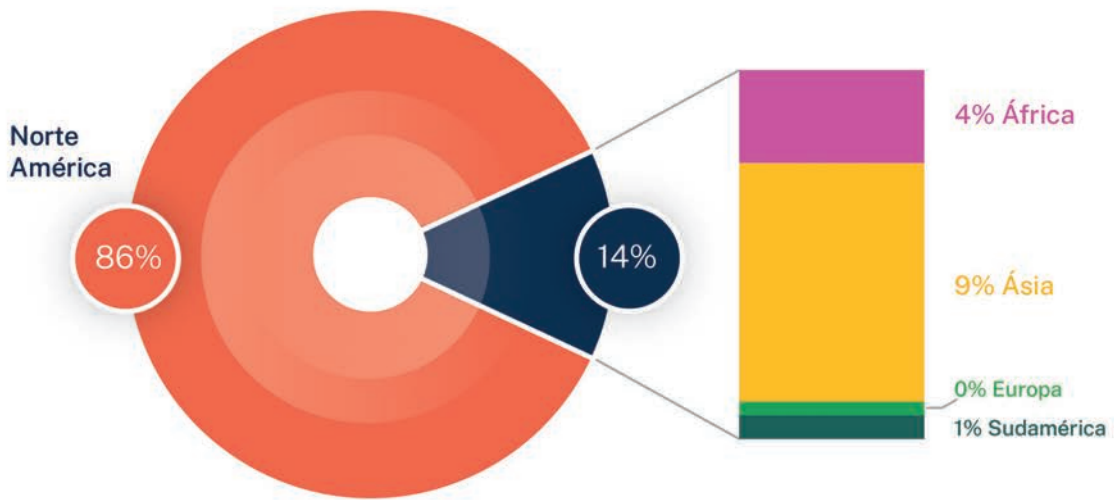
Figura 17. Origen geográfico de las especies en parques.

Vialidades

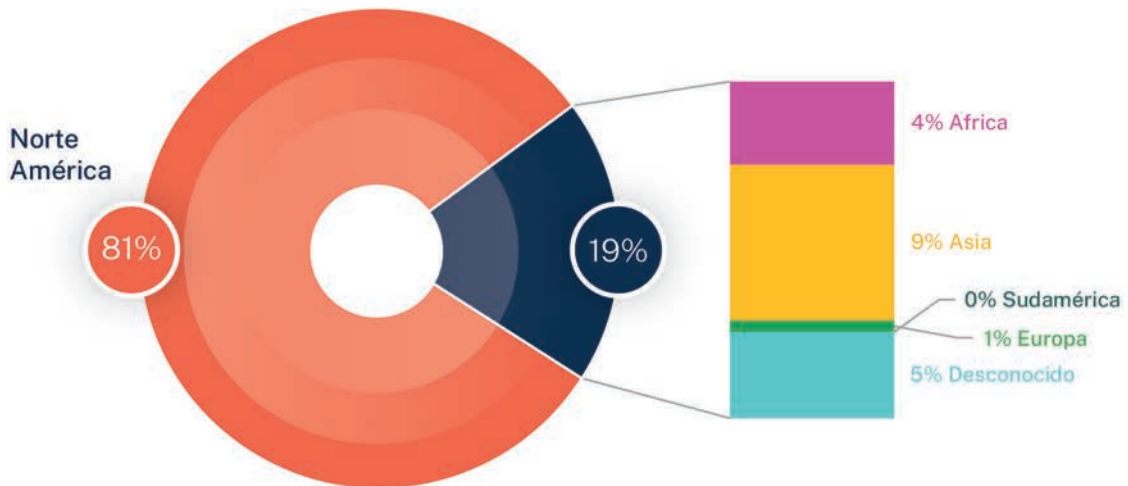
El origen de las especies en las vialidades vamos a revisarlo primero para las AGEB y posteriormente para el periférico. En el caso de las AGEB el promedio de especies nativas de Norte América es más alto que en los parques (61 vs 46% de nativas) y esto tiene que ver con la presencia de los Maculis en las vialidades. Particularmente en la AGEB 0933 donde la Primavera (*Roseodendron donnell-smithii*) y el Maculi (*Tabebuia rosea*) son 53 de los 132 individuos censados en esa demarcación.

En la **figura 18** se muestran las AGEB por su número y se indica la cantidad de árboles o población que tiene y también se agregó como referencia el Índice Arbóreo que obtuvo y cómo se conforma éste (con las calificaciones del IVA, IVE e IE). Hay que recordar dos cosas, que la calificación máxima de los subíndices es de 48 (12x4) y del IA es de 144 puntos. En esta figura se muestran 8 de las 9 AGEB. La que no se mostró fue la 0952 ya que solo tuvo 15 árboles y realmente no tiene ninguna relevancia. El propósito de esta sección es proporcionar una idea general de la proporción de especies nativas y el objetivo es dar prioridad a aquellas áreas con pocas nativas para tener especial cuidado de que en sustituciones o reforestaciones nuevas se haga hincapié en seleccionar especies nativas por las ventajas que ofrecen.

AGEB 204
428 árboles IA 90 (32-36-28)



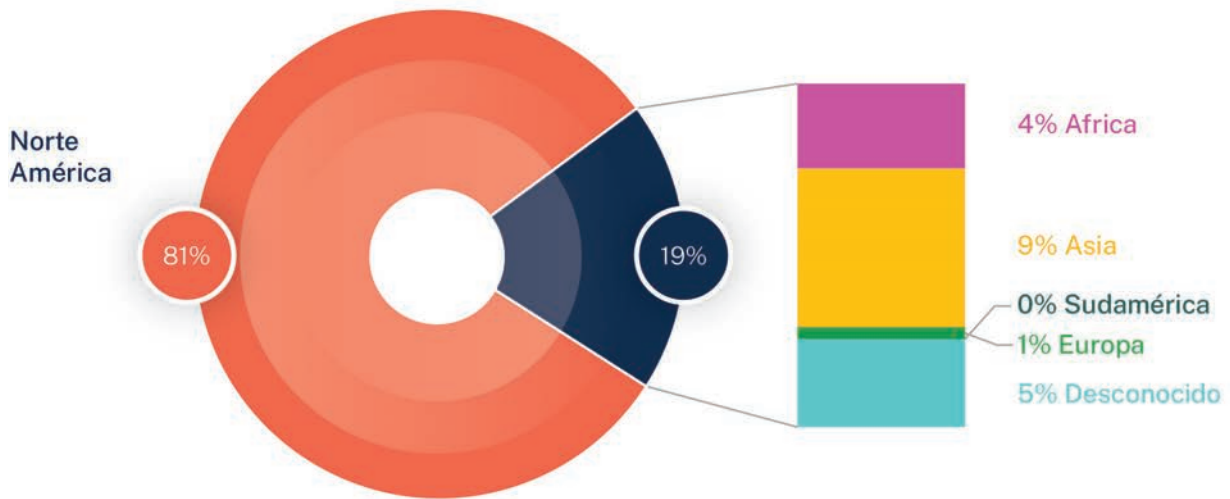
AGEB 929
333 árboles IA 62 (22-28-12)



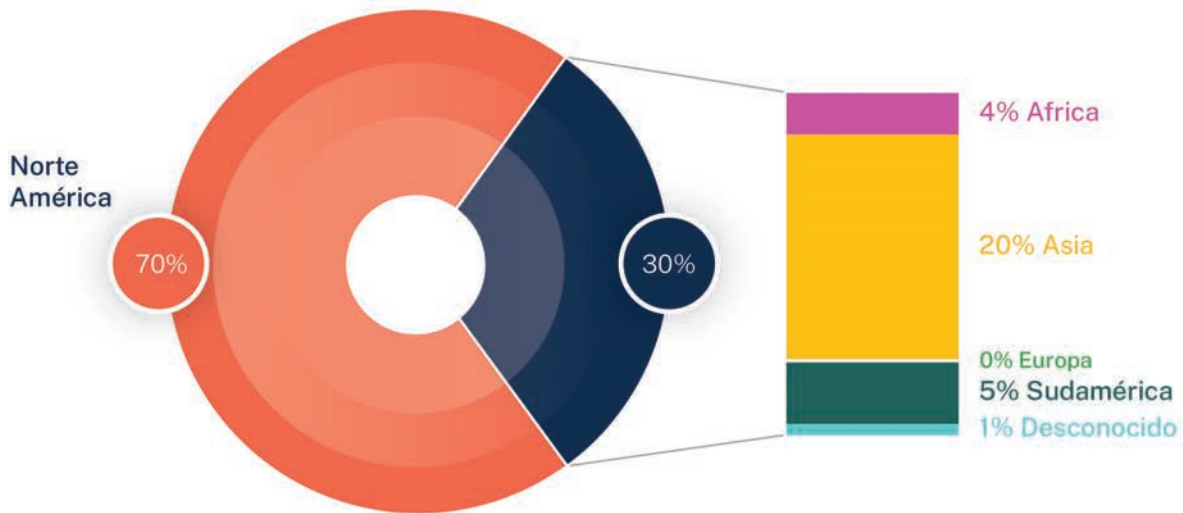
■ Norte América
 ■ África
 ■ Asia
 ■ Europa
 ■ Sudamérica
 ■ Desconocido

Figura 18. Origen geográfico de las especies en las AGEB del centro histórico.

AGEB 971
356 árboles IA 100 (36-36-28)



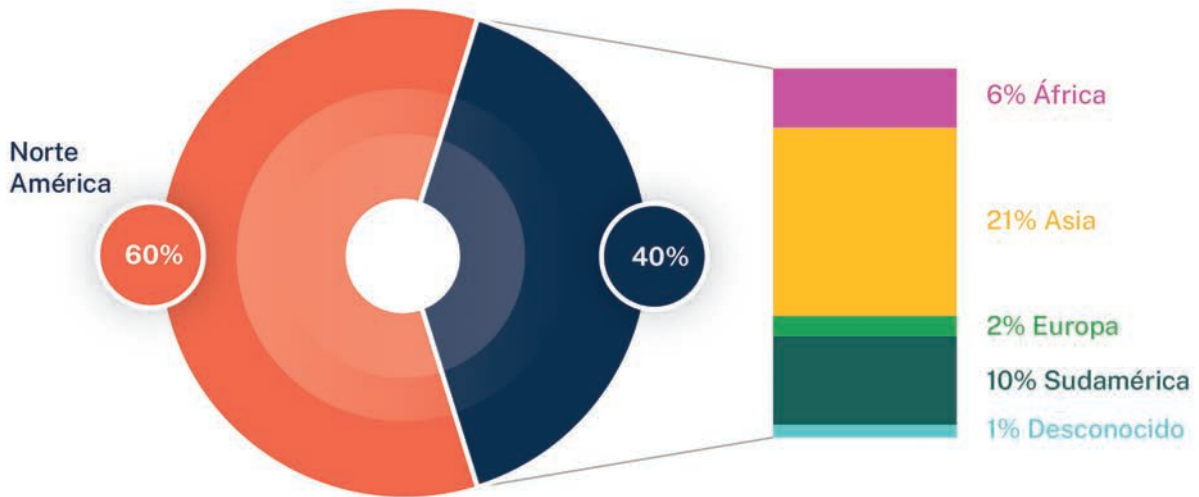
AGEB 897
320 árboles IA 106 (34-40-32)



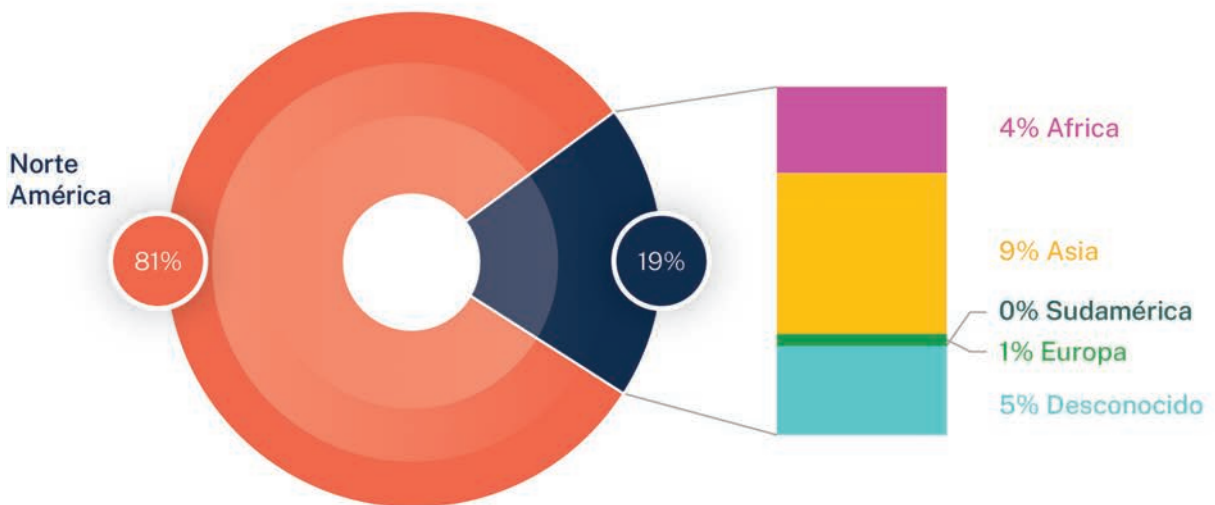
■ Norte América
 ■ África
 ■ Asia
 ■ Europa
 ■ Sudamérica
 ■ Desconocido

Figura 18. Origen geográfico de las especies en las AGEB del centro histórico.

AGEB 882
220 árboles IA 120 (40-42-38)



AGEB 933
132 árboles IA 36 (12-16-8)

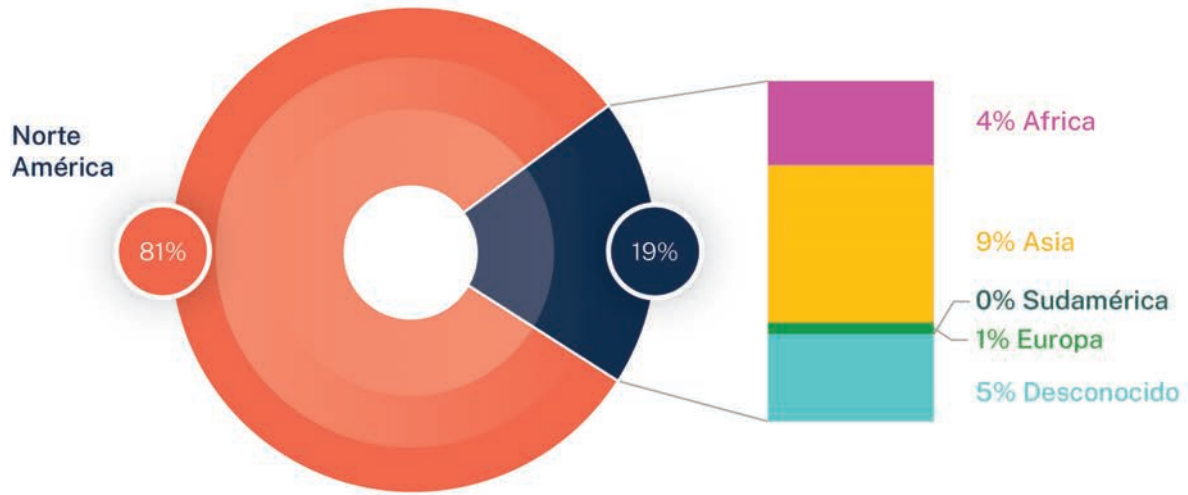


■ Norte América
 ■ África
 ■ Asia
 ■ Europa
 ■ Sudamérica
 ■ Desconocido

Figura 18. Origen geográfico de las especies en las AGEB del centro histórico.

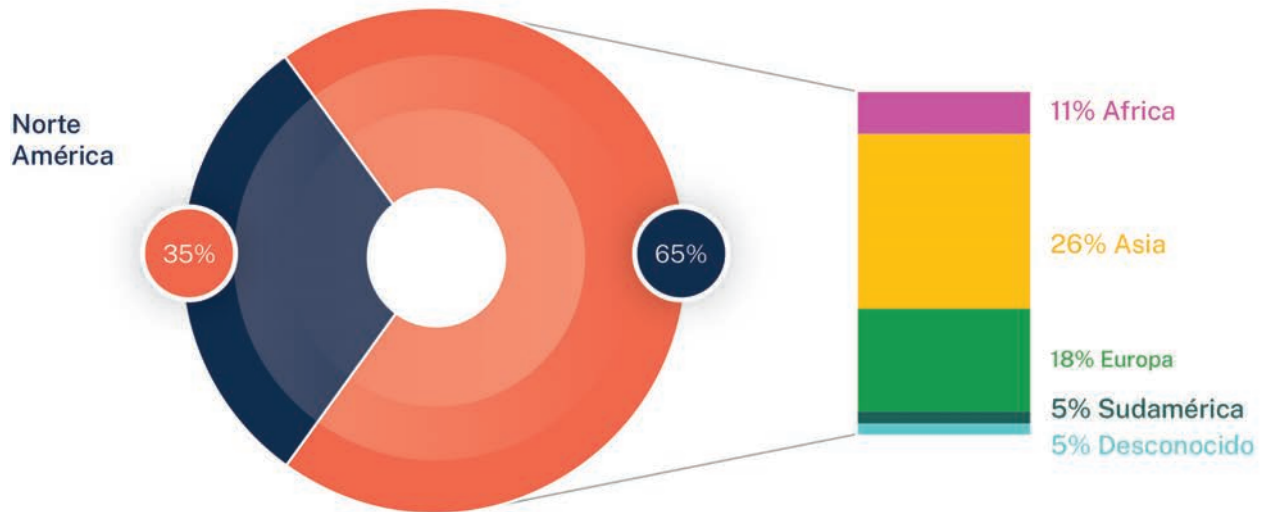
AGEB 967

181 árboles IA 76 (28-32-16)



AGEB 948

116 árboles IA 28 (12-8-8)



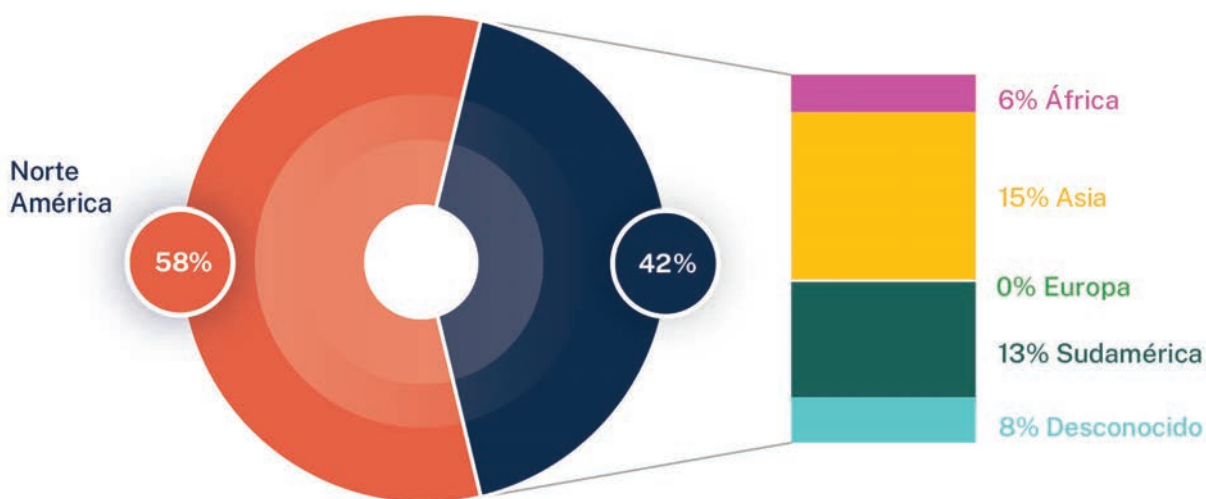
■ Norte América ■ África ■ Asia ■ Europa ■ Sudamérica ■ Desconocido

Figura 18. Origen geográfico de las especies en las AGEB del centro histórico.

Por otro lado, en el caso de las 5 secciones en que se dividió el periférico, tenemos que el promedio de nativas es menor que en las AGEB pero ligeramente mayor que los parques, esto es descartando el dato del periférico NO, que solo tuvo 44 árboles y únicamente un nativo. El promedio fue de 52% de nativas para las cuatro secciones del periférico N, S, SO y E.

Periférico Este

301 árboles IA 138 (48-46-44)

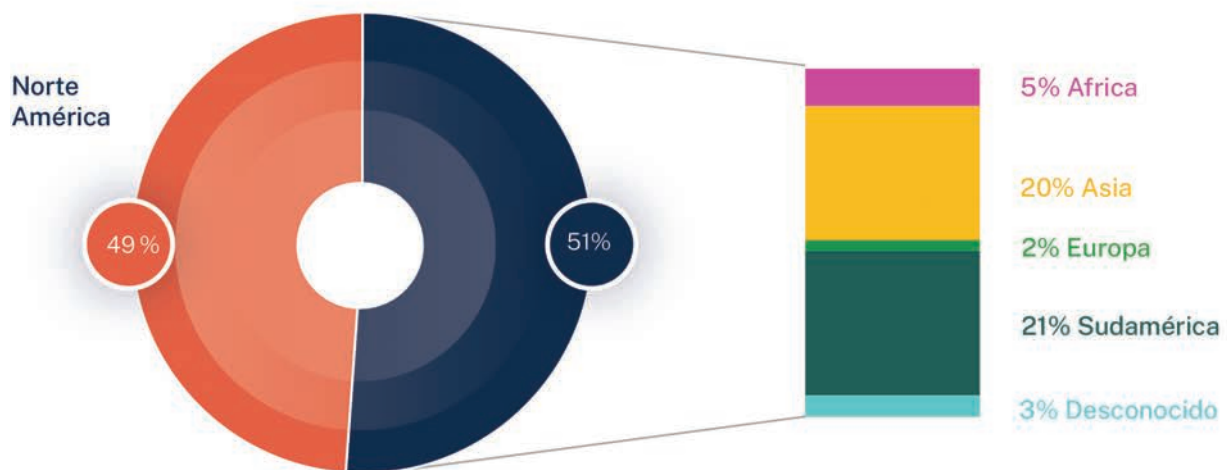


■ Norte América ■ África ■ Asia ■ Europa ■ Sudamérica ■ Desconocido

Figura 19. Origen geográfico de las especies en las secciones del periférico.

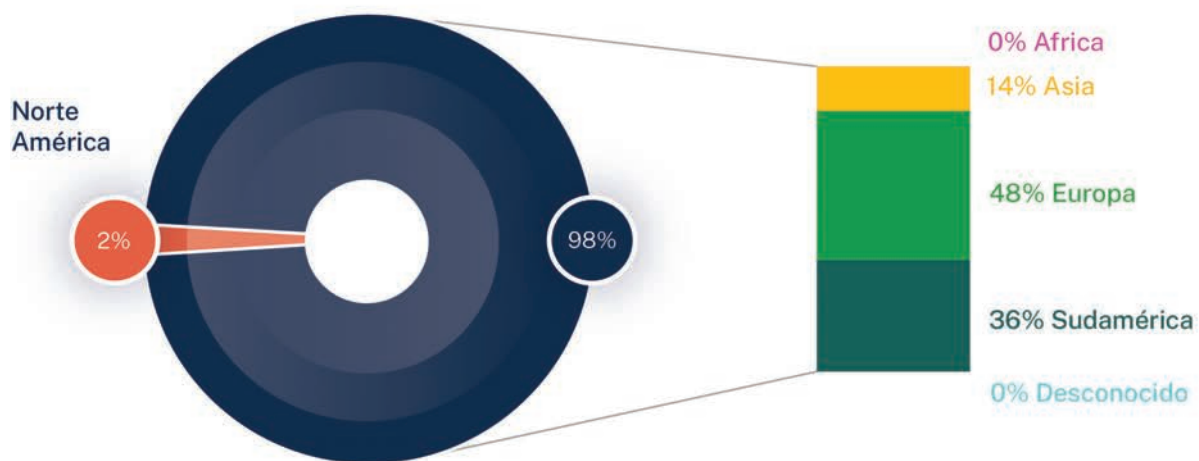
Periférico Norte

267 árboles IA 34 (12-14-8)



Periférico Noroeste

44 IA 24 (8-8-8)

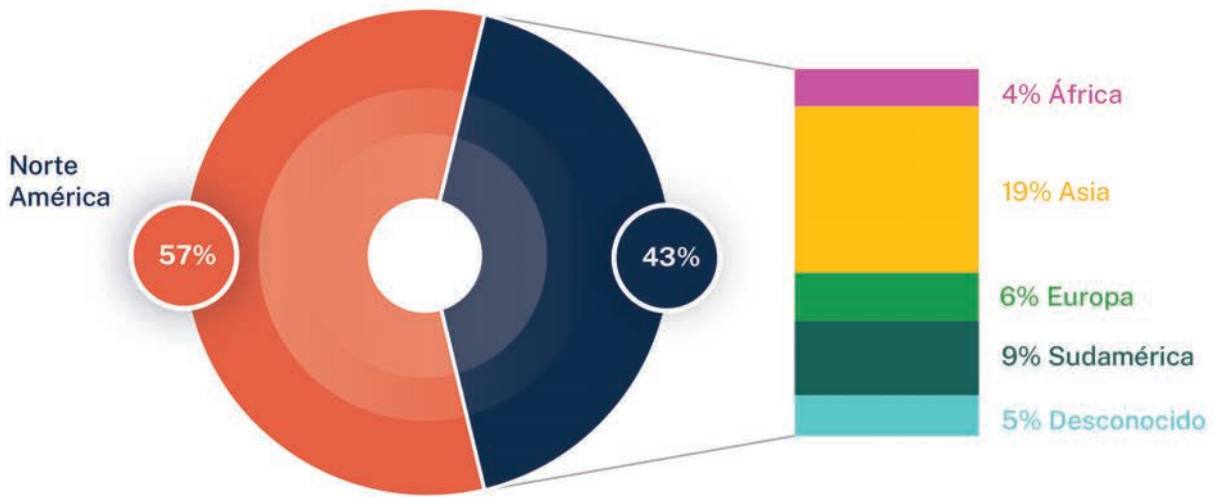


■ Norte América ■ África ■ Asia ■ Europa ■ Sudamérica ■ Desconocido

Figura 19. Origen geográfico de las especies en las secciones del periférico.

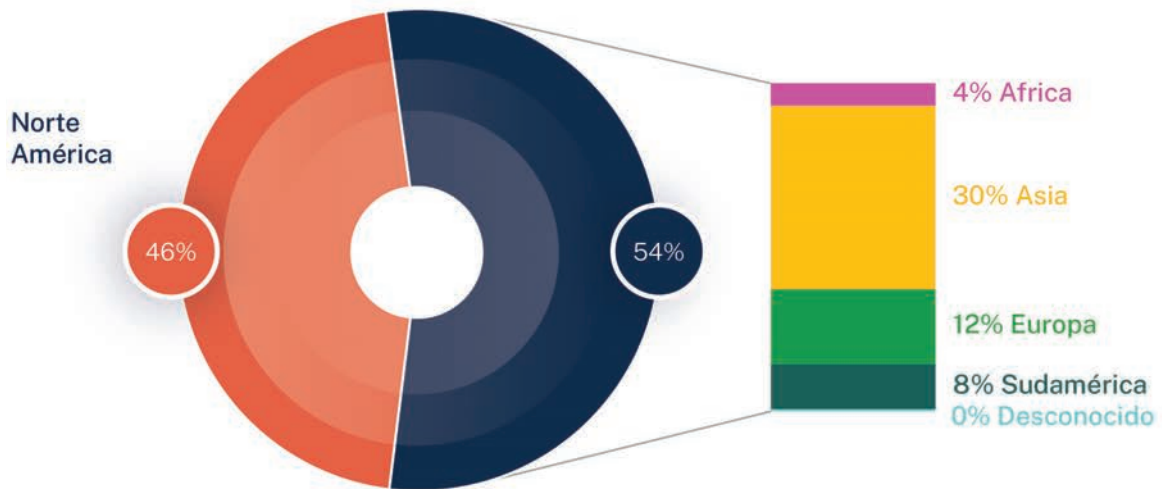
Periférico Sur

242 árboles IA 136 (44-44-48)



Periférico Suroeste

253 IA 50 (16-24-10)



■ Norte América ■ África ■ Asia ■ Europa ■ Sudamérica ■ Desconocido

Figura 19. Origen geográfico de las especies en las secciones del periférico.



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024



SERVICIOS AMBIENTALES

**Secretaría de
Medio Ambiente y Cambio Climático**

Servicios ambientales

En las ciudades modernas, hoy en día se considera a los árboles como parte de la INFRAESTRUCTURA VERDE, y como cualquier otra infraestructura que provee de servicios requieren de mantenimiento y cuidado. Incluso un puente de acero requiere pintura de vez en cuando y hay que vigilarlo que no sufra ningún desperfecto, y si lo sufre, componerlo. Por otro lado, por ser VERDE, se trata de un SER VIVO, por lo que hay que tenerle más consideraciones que a un puente. Como por ejemplo, proveer de un buen entorno y una constante supervisión ya que los árboles CRECEN, es decir cambian de forma con el tiempo, y además pueden ser atacados por plagas, enfermedades o parásitos.

Parques

El cuadro 3 muestra los servicios ambientales de los 1,647 árboles encontrados en los parques. Los parques se encuentran ordenados de menor a mayor DAP promedio de todos los árboles del parque, como indicativo del tamaño promedio de los árboles. Además se indica con color verde los 3 parques que tuvieron el servicio ambiental más alto, y en rojo los 3 parques con servicio más bajo, como referencia rápida.



Parques	Alm. C (kg)	Sec. C (kg/año)	Escorrentamiento evitado (m3/año)	Elimi. Contaminación (g/año)	Producción de oxígeno (kg/año)	COV (g/año)
Jardín del Pañuelito	2,108.6	11.2	0.6	303.5	29.9	
Jardín Brígida García	3,687.2	15.1	0.7	382.2	40.1	132
Jardín Niños Héroes	610.9	61.1	1.1	500.6	162.8	248
Jardín Gurrión	593.1	13.4	0.9	459.3	35.4	273
Jardín Santo Domingo	1,900.1	47.2	0.3	152.8	126.0	5
Jardín San Francisco	11,820.4	80.8	13.9	7,039.7	215.6	24,453
Parque Unidad Modelo	3,509.0	71.6	1.2	622.4	190.6	218
Parque Galeana	7,632.7	94.9	4.5	2,301.7	253.3	609
Jardín San Pablo	18,697.5	80.1	7.1	3,564.8	213.6	1,765
Jardín Sócrates	8,154.2	103	2	1,116.1	274.7	361
Plazuela del Carmen	5,612.7	139.3	2.5	1,448.5	371.2	416
7 Príncipes	37,857.7	304.1	12	6,084.9	811.3	2,622
Fuente 8 Regiones	4,995.4	182.8	4.8	2,545.6	487.7	53
Jardín Labastida	8,295.8	218.1	4.7	2,392.6	581.1	600
La Merced	15,797.5	327.2	8.6	4,321.1	872.4	4,160
Carbajal	9,593.8	262.4	3.4	1,811.8	699.5	814
Hidalgo	38,261.1	164.2	8.5	4,461.3	437.4	2,298
Jardín Morelos	47,307.4	157.9	9.9	5,155.0	421.1	2,035
Jardín Madero	14,985.1	207.6	6.1	3,209.0	553.9	251
Jardín Sta Rosa	6,562.9	448.7	7.1	3,920.4	1,195.6	3,018
Alameda-Zócalo	167,617.7	324	30.7	15,515.0	866.1	7,517
Parque del Amor	21,343.2	788.8	17.6	8,967.0	2,104.3	1,135
Museo del Ferrocarril	73,334.5	879.2	36.2	18,589.7	2,345.0	11,852
Jardín Conzatti	64,070.4	1,184.90	18.3	9,586.3	3,160.1	11,111
Monumento a la Madre	46,960.8	1,851.70	34.6	17,849.3	4,936.1	15,662
Paseo Juárez el Llano	162,593.2	2,654.10	92.2	47,096.8	7,080.4	65,926
TOTAL PARQUES	783,902.9	10,673.40	329.5	169,397.4	28,468.2	

Cuadro 3. Beneficios ambientales en parques.

Carbono (secuestro y almacenamiento)

El servicio por carbono tiene dos componentes el del carbono ya almacenado por todo el tiempo que el árbol ha estado en el lugar, por el mismo proceso de secuestro, y el monto secuestrado en un año calendario que cambia con la edad y el estado del follaje del árbol.

PARQUE		Alameda - Zócalo	Jardín Gurrión	FACTOR
ÁREA (ha)		1.50	0.13	11.5
Alm C. (kg)		167,892	593	283.1
Sec.C (kg/año)		1,180	49	24.0
DAP (cm)	Media	53.20	24.06	2.2
	Coef. Variación	108%	110%	
	Máximo	264.50	72	3.7
	Mínimo	2.70	7.20	0.4
H (m)	Media	13.25	8.87	1.5
	Coef. Variación	63%	123%	
	Máximo	30.40	38.80	0.8
	Mínimo	1.50	2.80	0.5
ÁRBOLES		94.00	10.00	9.4
	Laurel de la India	45%	70%	Coquito
	Jacaranda	9%	20%	Palma canaria
	Primavera amarilla	6%	10%	v

Cuadro 4. Servicio de carbono: comparativo entre la Alameda-Zócalo y Jardín Gurrión.



El ejercicio de comparación entre el parque con mayor C almacenado y el de menor, con su respectiva capacidad de secuestro anual de C, sirven para ejemplificar el tipo de análisis que se puede hacer con la información entre parques, grupos o incluso árboles. En el **cuadro 4**, se están comparando la Alameda-Zócalo con el Jardín Gurrión que como lo confirmaremos más adelante es el Jardín con el Servicio Ambiental más bajo de los 26. Lo importante del análisis es entender el porqué de las diferencias, de ahí la utilidad de la última columna que indica el factor de diferencia entre parques: **(1)** el área de la Alameda-Zócalo es 11.5 veces más grande y con 9.4 veces más árboles, **(2)** sin embargo el C almacenado es 283 veces más y **(3)** la capacidad de secuestro 24 veces mayor. La razón de la superioridad del parque Alameda-Zócalo, es por el tamaño promedio de todos los árboles, que se puede decir que son del doble de tamaño (DAP-2.2 veces y H-1.5), con árboles grandes (uno de 265 cm de DAP) y con especies de madera dura y follajes abundantes que ayudan a una mayor fijación de carbono. Seguramente también tiene que ver la edad de los árboles y más factores.

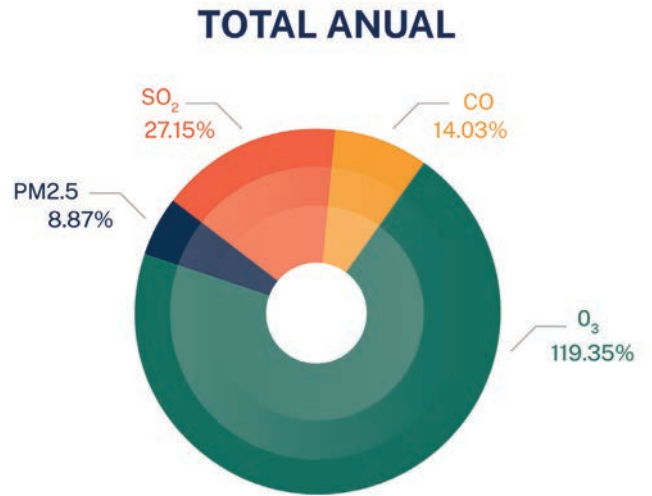
Incremento en Infiltración

Para este servicio ambiental el i-Tree estima una serie de parámetros para cada parque que nos indican entre otras cosas el tamaño de la fronda o canope, ya que además del área foliar, nos indica la capacidad de interceptación de agua de lluvia y finalmente el escurrimiento a evitar. El **anexo 05** muestra los valores obtenidos por este concepto para parques y vialidades.

Remoción de Contaminantes

El **cuadro 3** muestra el total de contaminantes removidos por el arbolado, pero no especifica cuáles ni cómo, la siguiente **figura 20** muestra el total anual por contaminante y cómo se realiza esta remoción a lo largo del año.

No es de sorprender que los meses más activos coinciden con las lluvias cuando los árboles presentan más follaje para el caso de eliminación de ozono y dióxido de sulfato.



Eliminación de contaminantes (KG/mes)

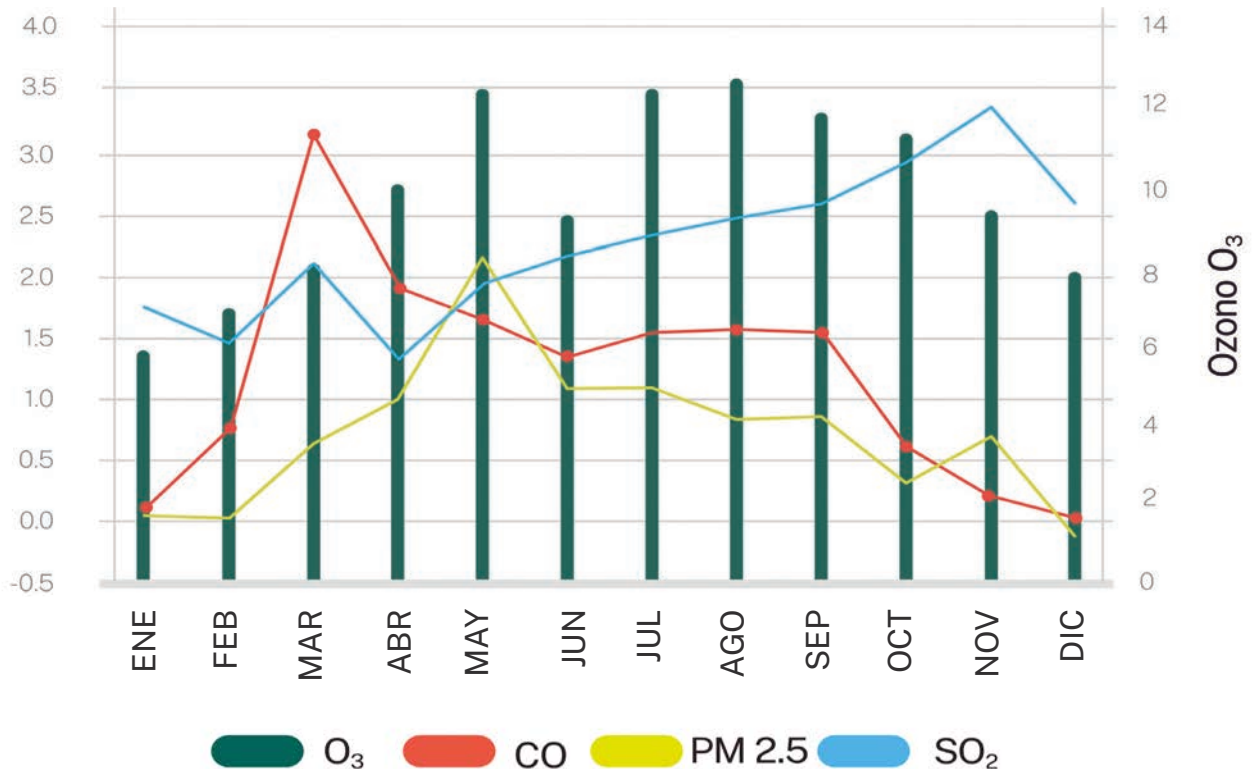


Figura 20. Remoción de contaminantes por el arbolado de parques.

Producción de Oxígeno

El oxígeno es un subproducto de la fotosíntesis por lo que en la medida de que esta es eficiente y abundante se producirá más oxígeno o no. En este caso el tamaño del parque es determinante en la cantidad producida porque se requiere de mayor superficie foliar para realizarla y esto se puede obtener con más árboles por área (densidad) o con árboles más frondosos y grandes (canope). La **figura 21** muestra los parques que tuvieron más del 10% de la producción total de oxígeno, que para todos los parques fue de 28.5 t/año.

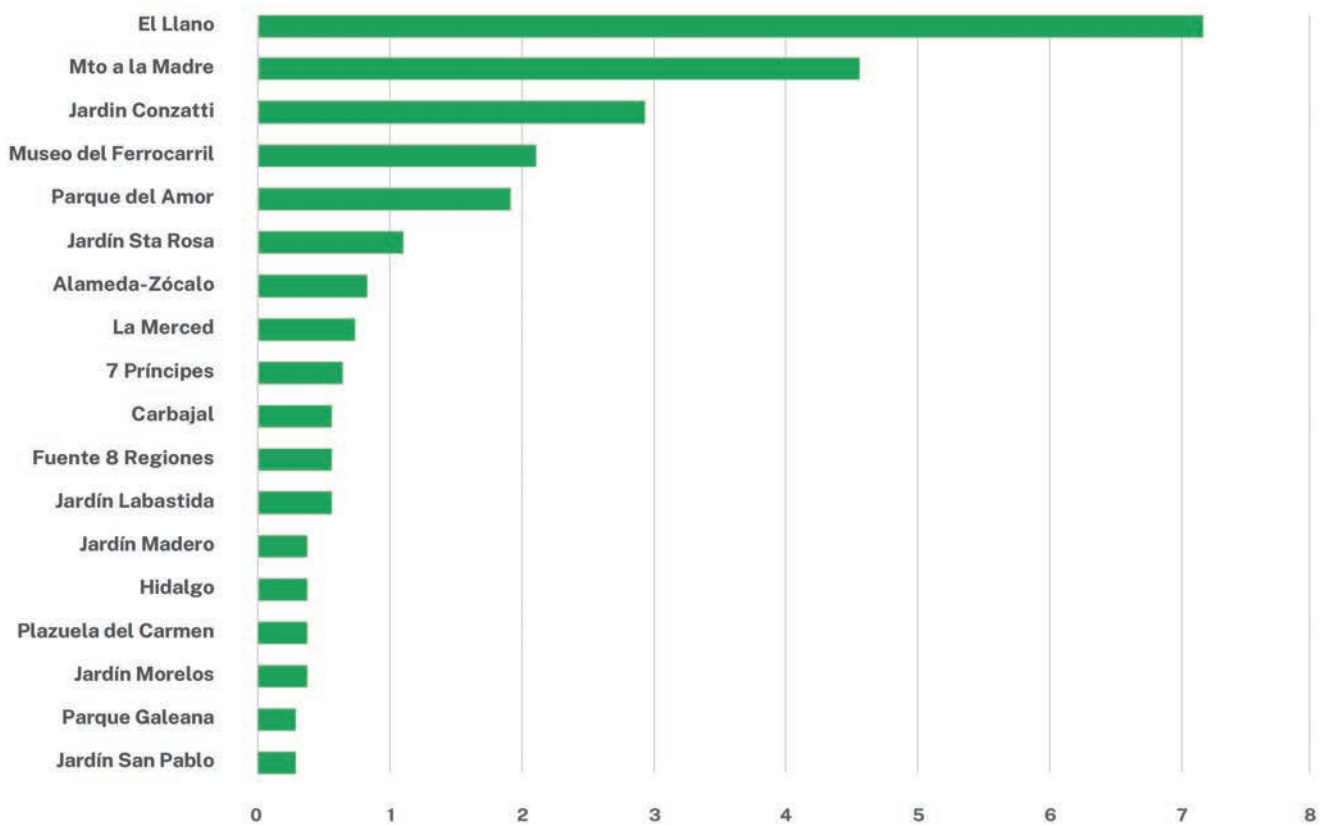


Figura 21. Toneladas de oxígeno liberadas por parque.

Es interesante ver que la Alameda-Zócalo a pesar de tener 1.5 hectáreas y varios árboles grandes se encuentra por debajo de parques más chicos como el Parque del Amor, Jardín de Santa Rosa o el Conzatti. Lo que sucede en este caso es que por la madurez, edad y estado de senescencia en que se encuentran los árboles de la Alameda-Zócalo, la producción de oxígeno es baja. El hecho de que un parque de este tamaño, con una buena cantidad de árboles grandes, no alcance a producir ni una tonelada al año de oxígeno, es ciertamente indicativo del proceso de deterioro por senescencia en que se encuentran los árboles.



Parque EL Llano

Compuestos Orgánicos Volátiles

Los compuestos orgánicos volátiles son compuestos que liberan los árboles con fines de atracción de insectos, pero son compuestos que con la luz del sol se descomponen liberando ciertos contaminantes.

La liberación de estos compuestos está ligada a la especie del árbol, ya que son estrategias de sobrevivencia. Por su tamaño y diversidad de especies no es de sorprender que el parque El Llano sea el que más los produce, y esto se debe a la gran cantidad de casuarinas y eucaliptos. Una vez más la selección de especies es muy importante si se quiere evitar problemas de alergias en la población.

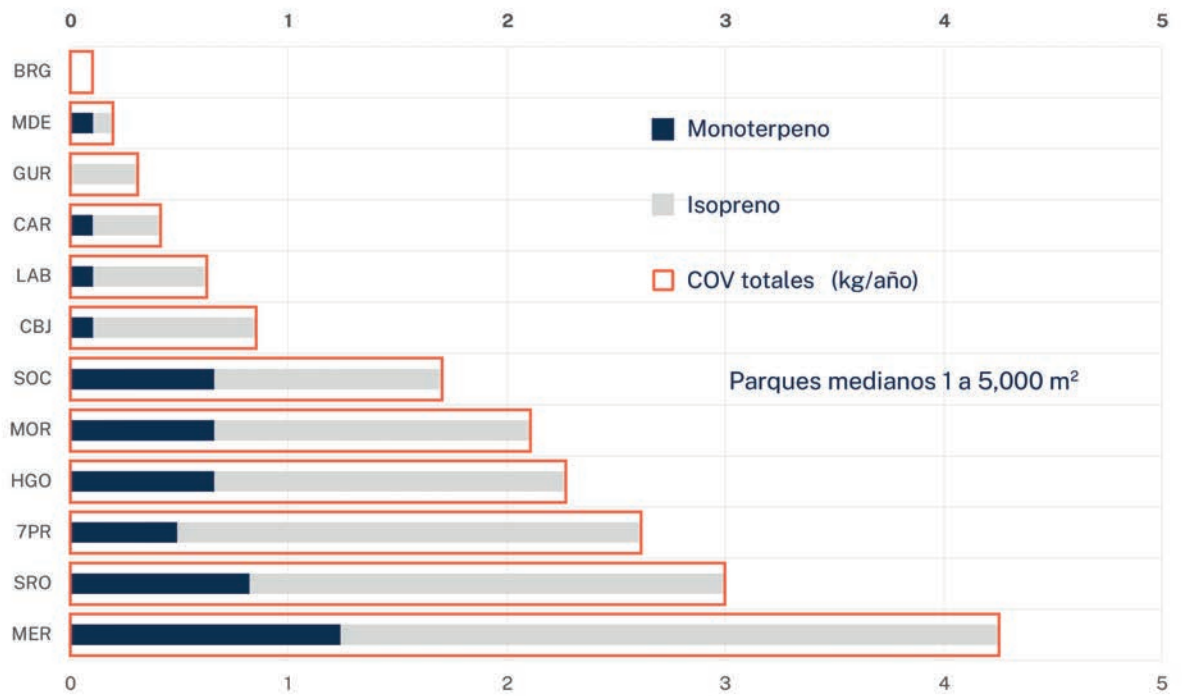
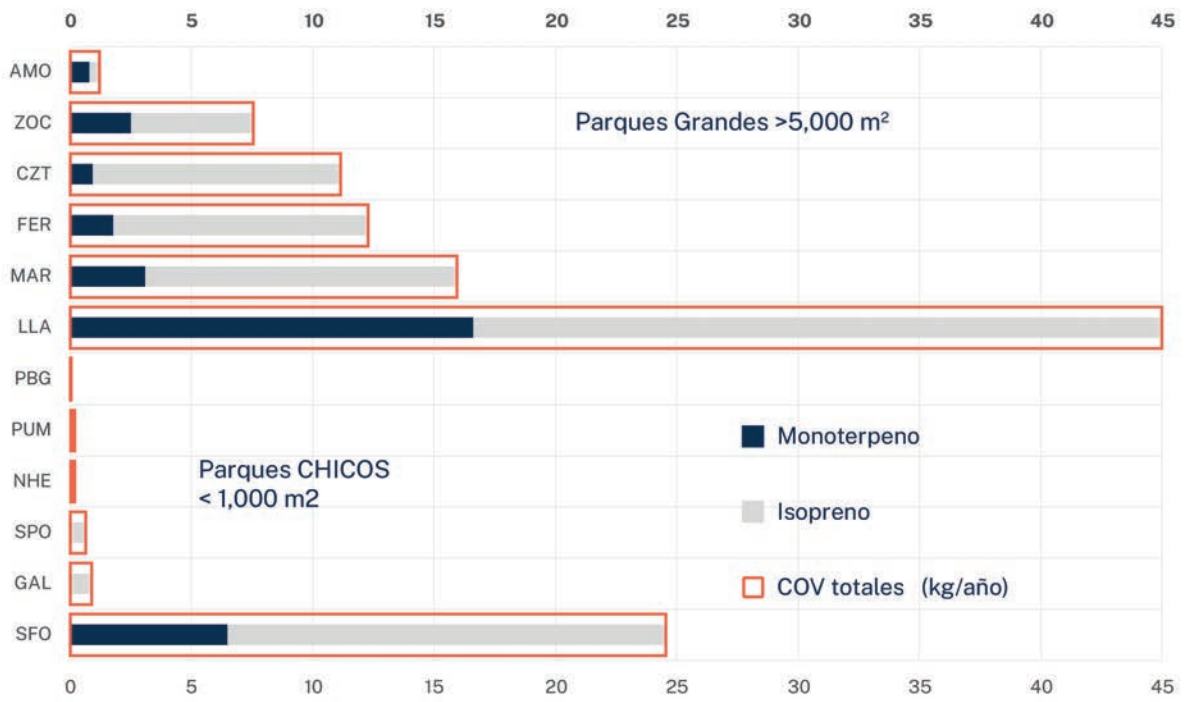


Figura 22. COV por parque.

Valoración integral del servicio ecosistémico

El análisis del desempeño de los parques en cuanto a BA se refiere es importante, ya que eventualmente nos servirá para jerarquizar acciones a realizar para llevar a todos los parques a un mismo nivel. Para hacer la comparación ya se comentó que es necesario normalizar los valores a una unidad de medida comparable, que fue lo que se hizo para el cálculo del IVE. Los valores netos se encuentran en el **cuadro 3** pero están fuertemente influenciados por el tamaño del parque, densidad de árboles y el tamaño de estos.

Para el cálculo del IVE, las diferencias entre parques son únicamente por la capacidad que tiene cada arbolado y solo así se puede comparar entre ellos. La **figura 23** muestra la calificación obtenida con el IVE en 4 categorías; buenos con calificaciones superiores a 77%, regulares con calificaciones entre 57-77% del total de 48 puntos posibles, pobres por debajo de 57%, es decir que apenas llevan a cabo la mitad del servicio ambiental que los más altos. Y finalmente los malos que obtuvieron calificaciones por debajo del 37%.

Es importante ver que el rango de calificaciones va desde el 17% de desempeño hasta el 96%, es decir hay parques que apenas proveen de 1/6 del servicio ambiental, del parque que mejor BA tiene. Las implicaciones son por un lado, un gran potencial de mejora y por otro, nos indica por dónde debemos de empezar, y con un análisis más profundo incluso es posible determinar el cómo.

Por ejemplo, el parque con el peor desempeño es el Jardín Gurrión, solo tiene 10 árboles pero estos son palmas y coquitos que son de bajo desempeño ambiental por lo que si se quisiera aumentar su capacidad se tiene que considerar un cambio de especies a especies arbóreas de madera más pesada. Con los planos de cada parque del anexo documental será posible ir estableciendo acciones concretas de mejora.

Hay que aclarar que, a pesar de haber obtenido calificaciones altas, esto no significa que los parques estén en su óptimo o en el nivel más alto posible. El IVE al igual que el IVA son comparativos relativos que se calculan similar a una curva de calificaciones de resultados de exámenes en la escuela. Es decir, a la más alta calificación se le otorga el valor de 10 y a partir de aquí se va descendiendo.

Rango de calificaciones con (12x4) 48 como máximo



Figura 23. Categorización de parques por IVE.

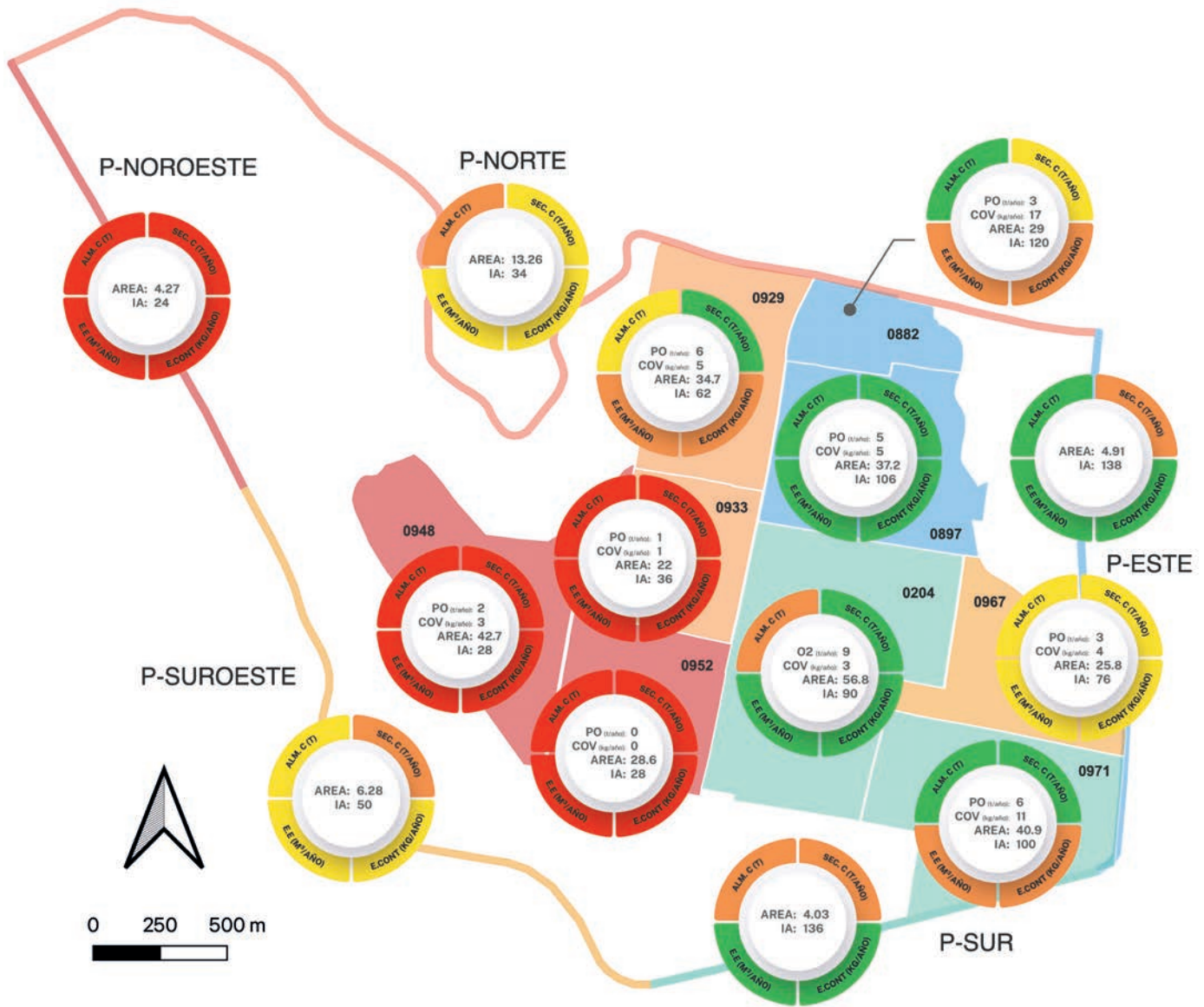
Vialidades

El servicio ambiental que proporcionan las vialidades está en proporción directa al estado, tamaño y selección de especies que contiene. La **figura 23** presenta dichos servicios y lo interesante es analizarlos junto al servicio de los parques. En primera instancia hay que recordar que la cantidad de árboles en vialidades es del doble que en parques, pero que debido al tamaño de los árboles en los parques, esta proporción no se mantiene en absoluto.

Por ejemplo, en cuanto a carbono almacenado la diferencia de 4% entre ambos, mayor en vialidades que en parques, es despreciable. En capacidad de secuestro de carbono anual las vialidades se comportan de acuerdo con el número de árboles, es decir fijan el doble que los parques. El escurrimiento evitado como en la eliminación de contaminantes no responde al tamaño de la población ya apenas se lleva a cabo un 30% más en vialidades que en parques, a pesar de tener del doble de individuos.

Es importante dejar claro este efecto, ya que confirma la importancia del tamaño de los árboles en la generación de BA y por lo tanto en la importancia de realizar un manejo adecuado para proporcionar un ambiente propicio para el desarrollo de los canopes o follajes. También tiene implicaciones en las estrategias de reforestación ya que es necesario hacerlo con especies y ejemplares que tengan una talla suficientemente grande para alcanzar un tamaño efectivo pronto y que inicien los beneficios a la brevedad.

El secuestro de carbono al año responde positivamente y con alta correlación al número de individuos en la población. Las vialidades con menor superficie y número de árboles están consistentemente en los 3 últimos lugares de todos los parámetros. Y claro los árboles en las vialidades de la AGEB 0204 que es la mayor (8 ha) y con mayor cantidad de individuos, es la que mejores servicios provee, incluso a niveles del doble del promedio, como es el caso de la eliminación de contaminantes donde el promedio para este parámetro es de 17 t/año y en este caso la AGEB 0204 fija 37.5 ton/año.



- ESCALA** ● Muy bajo ● Bajo ● Regular ● Alto ● Muy alto
- ABREVIATURA** **E. CONT:** Elimina Contaminación **O2:** Oxígeno anual (t) **COV:** Compuesto Orgánico Volátiles/ año **IA:** Índice Arbóreo
- CUARTILES** ● 1 (25%) Superior ● 2 (50-75%) Medio alto ● 3 (25-50%) Medio bajo ● 4 (25%) Inferior

Figura 24. Beneficios ambientales por el arbolado en AGEB y Periférico.

Carbono (secuestro y almacenamiento)

El almacenamiento de C en las vialidades presenta un comportamiento muy variable debido a **(1)** la cantidad de árboles por vialidad, **(2)** especies y **(3)** estado del arbolado. Las vialidades con mayores cantidades de carbono almacenado son las de más árboles, mayor tamaño y mejores condiciones. El coeficiente de variación es del 60% es decir, del promedio, de 50 t/vialidad. La mayoría de las vialidades se encuentran entre 80 y 30 toneladas de Carbono almacenado. Ciertamente el contenido del periférico Este está 3 veces por arriba del promedio lo que lo clasifica como valor atípico. Lo anterior se ve claramente en la siguiente figura.

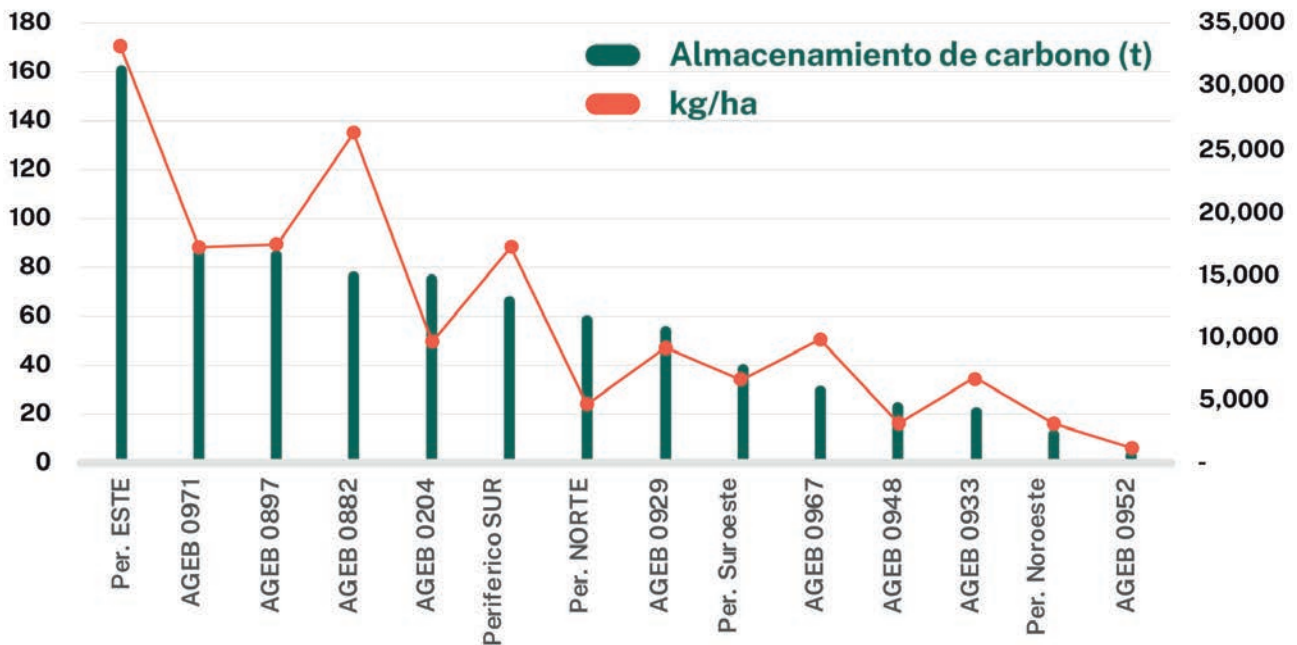


Figura 25. Almacenamiento y secuestro de Carbono y capacidad por hectárea en vialidades.

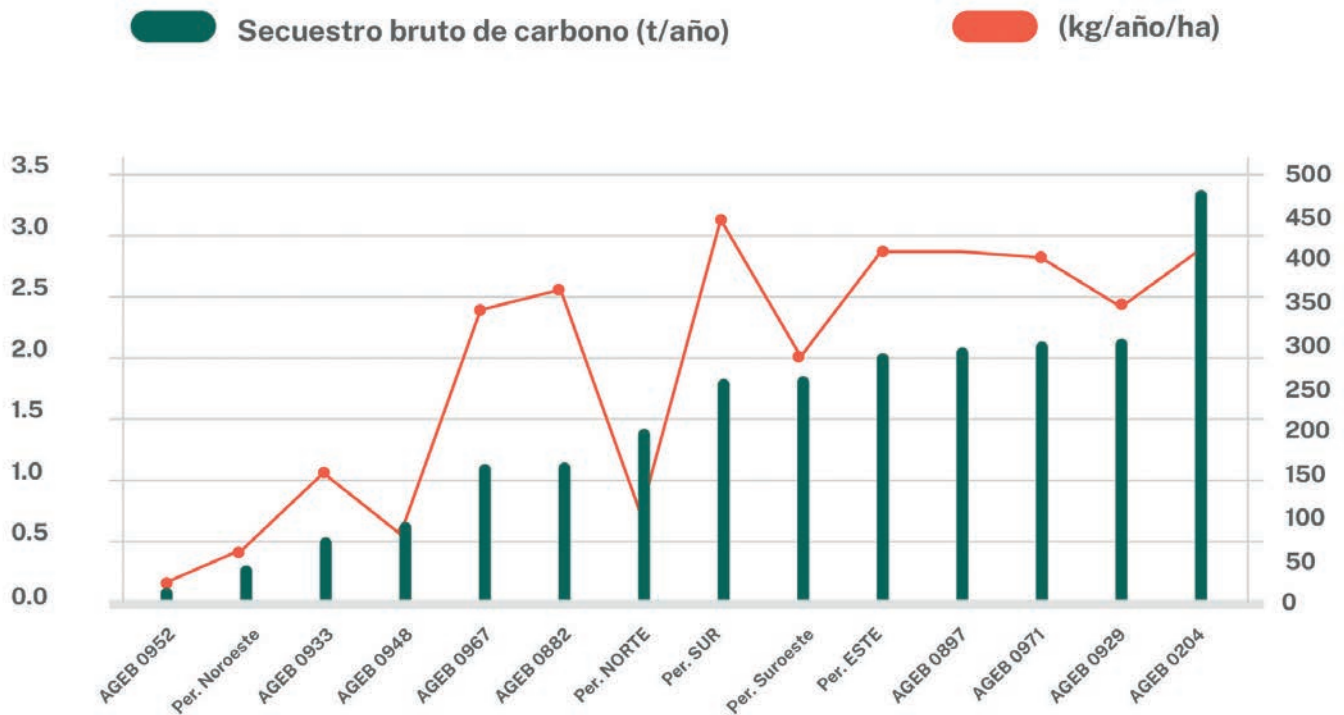


Figura 25. Almacenamiento y secuestro de Carbono y capacidad por hectárea en vialidades.

La capacidad de secuestro (en kg/año/ha) también se relaciona con la población, pero tiene una relación más directa con **(1)** el estado y **(2)** edad del arbolado. Hay que señalar que en el caso del periférico Norte la capacidad por unidad de área disminuye considerablemente ya que, en la mitad del área considerada para esta vialidad, en toda la parte pegada al Cerro del Fortín desde el Monumento a la Madre hasta el Hotel Victoria prácticamente no hay arbolado.

Algo similar ocurre en el periférico Noroeste donde hay tramos grandes sin arbolado. Esta información es útil en el diseño de programas de reforestación porque indica dónde hay espacio y dónde se requiere reforestar para tener mejor cobertura y justicia ecológica en la ciudad. Otro caso es la AGEB 0952, 0933y 0948 donde la capacidad e incluso la cantidad almacenada de carbono es mínima por la falta de árboles.



Jardín San Francisco

Incremento en Infiltración

Al igual que para los parques, el i-Tree calculó todos los parámetros en los que los árboles afectan la hidrología de su entorno con sus funciones eco-fisiológicas como evaporación y transpiración, interceptación de agua por las hojas y por lo tanto reducción de escurrimientos (**anexo 05**).

Producción de Oxígeno

En cuanto a producción de oxígeno, la **figura 26** muestra los valores obtenidos para el arbolado viario y prácticamente el comportamiento es igual al de la capacidad de secuestro de la **figura 25**. La razón de lo anterior es obvia ya que el oxígeno que producen los árboles es consecuencia directa de la fotosíntesis que realiza el árbol al momento de secuestrar el carbono atmosférico.

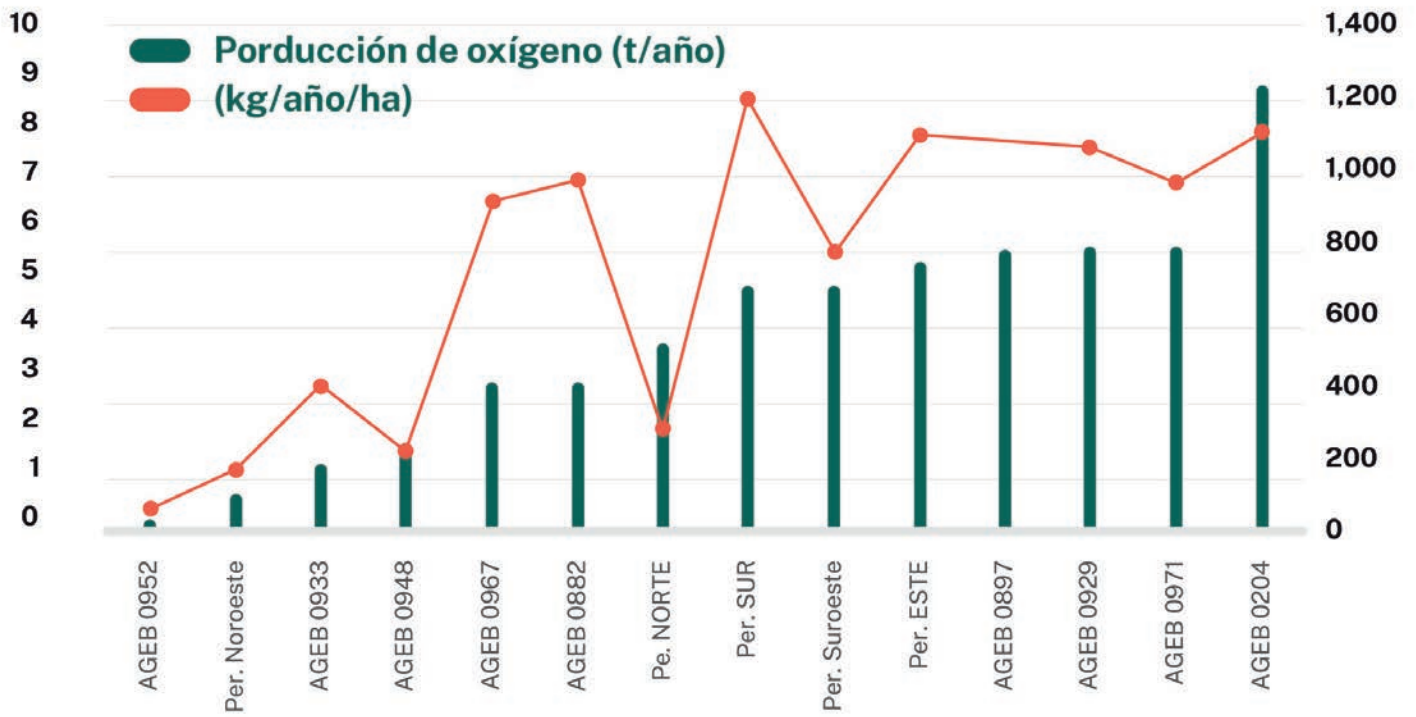


Figura 26. Producción de oxígeno por el arbolado viario del centro histórico y periférico.

Jardín Brígida García



Remoción de contaminantes

El patrón de remoción mensual de contaminantes es el mismo en vialidades que para parques, por lo que en este caso se presentan las cantidades por elemento que se remueven de la atmósfera por las 10 principales especies por población y el total para las vialidades.

Población	Nombre de la especie	CO (kg)	O ³ (kg)	SO ² (kg)	PM ^{2.5} (kg)
365	<i>Ficus benjamina</i>	3,501.8	29,610.9	6,737.6	2,180.6
355	<i>Tabebuia rosea</i>	923.3	7,807.4	1,776.8	574.5
326	<i>Fraxinus uhdel</i>	2,155.1	18,218.0	4,146.0	1,341.4
177	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	1,295.5	10,955.2	2,493.3	806.8
168	<i>Hibiscus</i>	850.4	7,192.1	1,637.5	529.9
158	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	545.5	4,614.3	1,049.7	339.3
153	<i>Plumeria rubra</i>	162.6	1,376.9	313.2	101.3
130	<i>Ehretia tinifolia</i>	863.5	7,297.1	1,661.3	537.4
83	<i>Bougainvillea glabra</i>	45.7	385.2	87.9	28.4
80	<i>Ficus retusa ssp. nitida</i>	1,980.2	16,748.6	3,812.2	1,233.1
1,995	Subtotal 10 especies mas imp.	12,324	104,206	23,716	7,673
3208	Todas las vialidades	19,731	166,855	37,973	12,286

Cuadro 5. Remoción de contaminantes por el arbolado en AGEB y Periférico.

Compuestos Orgánicos Volátiles

Los COV son compuestos con diferentes fines por los árboles, mientras que el Monoterpeno es parte de los aceites esenciales, el isopreno aparentemente es útil en ayudar a la planta a la termo tolerancia evitando choques de calor y mejorando la resistencia.

El problema de este compuesto es que favorece la producción de ozono por lo que se considera un diservicio ambiental en realidad, por eso es importante conocerlo e identificar si las especies que se quieren utilizar en un programa de reforestación son especies con capacidad de producción o no para evaluar su uso.

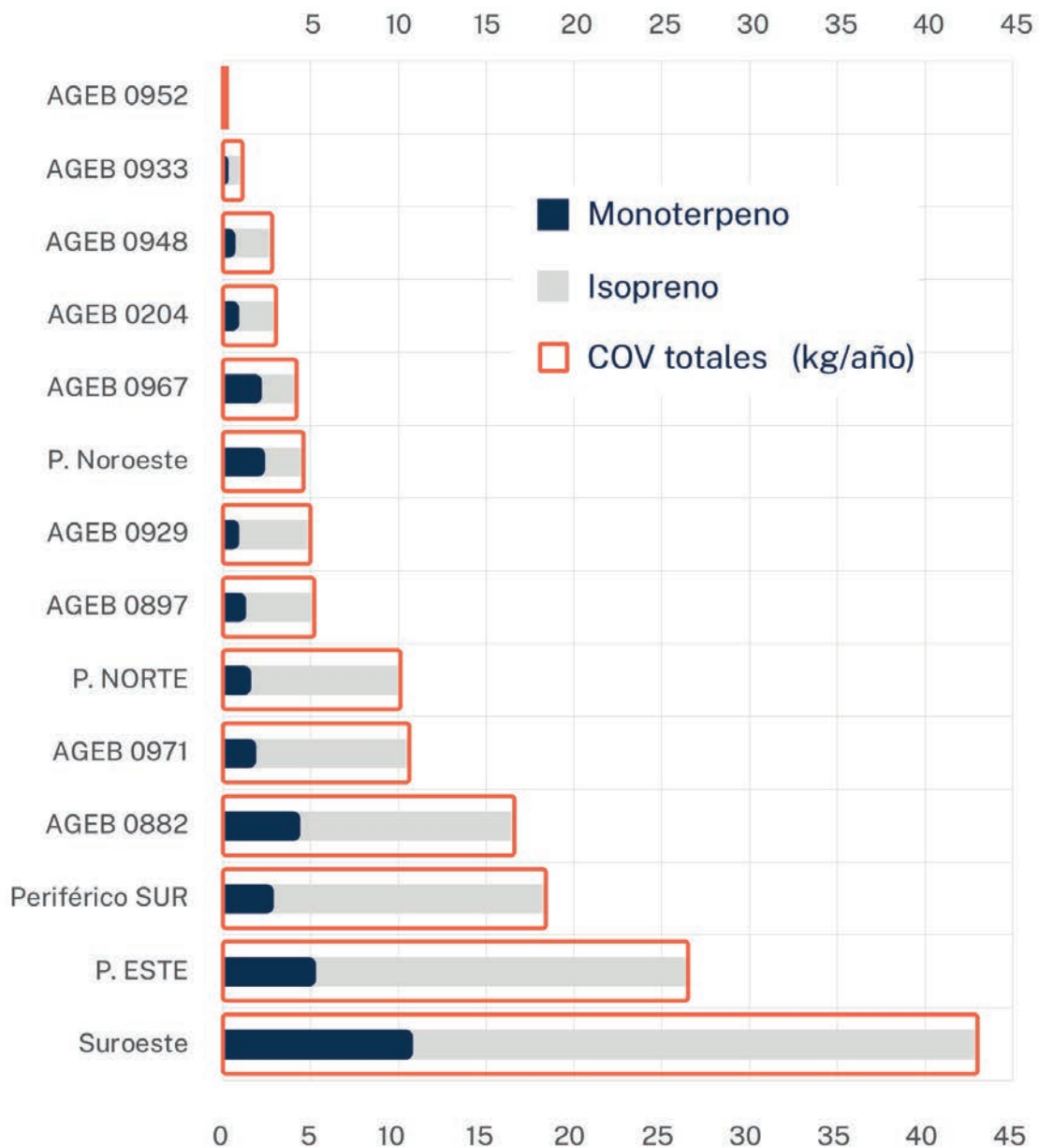


Figura 27. Producción de COV por AGEB y Periférico.

Valoración integral del servicio ecosistémico

Para entender la capacidad de realizar un servicio ecosistémico a través del secuestro de carbono, aumento de la infiltración de agua de lluvia y eliminación de contaminantes, tenemos en el **cuadro 6** los valores obtenidos de la normalización de los BA de las vialidades. Las vialidades se encuentran ordenadas por población de árboles de mayor a menor y con verde se pueden ver las 3 vialidades con los valores de BA más altos y en rojo los más bajos.

Vialidades en (ha)	Población (No. árboles)	Almacenamiento C. (t)	Sec. C (t/año)	Escorrentamiento evitado (m ³ /año)	Elimi. Contaminación (kg/año)	Calificación %
AGEB 0204 (7.95)	428	9.7	0.4	9.2	4.7	75%
AGEB 0971 (5.21)	356	17.3	0.4	7.1	3.8	75%
AGEB 0929 (6.11)	333	9.2	0.3	5.3	2.8	58%
AGEB 0897 (5)	320	17.4	0.4	8.9	4.6	83%
Per. ESTE (4.9)	301	33.1	0.4	13.5	6.9	96%
Per. NORTE (13.26)	267	4.6	0.1	2.4	1.2	29%
Per. Suroeste (6.28)	253	6.5	0.3	4.9	2.6	50%
Periferico SUR (4)	242	17.1	0.4	13.3	6.9	92%
AGEB 0882 (3)	220	26.3	0.4	11.2	5.8	88%
AGEB 0967 (3.2)	181	9.9	0.3	6.5	3.4	67%
AGEB 0933 (3.3)	132	6.9	0.2	2.7	1.4	33%
AGEB 0948 (7.72)	116	3.2	0.1	1.6	0.8	17%
Per. Noroeste (4.2)	44	3.2	0.1	1.8	0.9	17%
AGEB 0952 (3.9)	15	1.2	0.0	0.5	0.3	17%
Total	3,208	165.8	3.8	88.8	46.4	57%

Cuadro 6. Valores normalizados de Beneficio Ambiental e IVE en AGEB y Periférico.

En el cuadro 6 se observa que el número de árboles no implica mayores BA. Revisando los datos de los árboles medidos vemos que las condiciones de copa de la población de árboles en las vialidades en rojo se encuentran 5 muertos, y más de 3/4 de los árboles en estado crítico y muriendo.

Es decir, con menos de un 50% de follaje. Esto ciertamente es lo que los pone en último lugar de desempeño ambiental. Mientras que las vialidades de mayor desempeño son aquellas no tan grandes en superficie y con poblaciones medianas, pero incluso con algunos árboles con excelente copa, y muchos pobres y regulares que significa que tienen más de un 50% de follaje.

Este hecho nuevamente nos señala la importancia de un buen follaje y por lo tanto de realizar labores de manejo que lo favorezcan. Por otro lado, la categorización en bueno-malo, nos arroja que hay 6 vialidades con desempeño por debajo del aceptable (50%= aceptable) y 8 arriba de esta calificación.

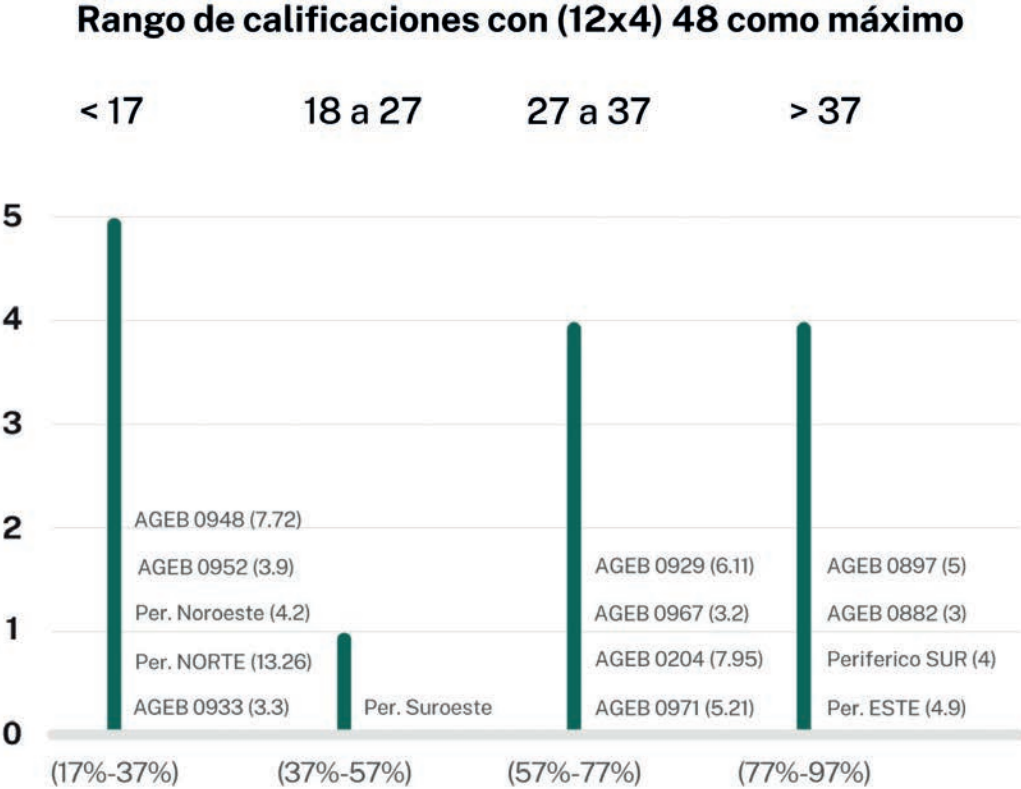


Figura 28. Categorización de vialidades por IVE.



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024

VI

CARTOGRAFÍA Y BASE DE DATOS

**Secretaría de
Medio Ambiente y Cambio Climático**

Cartografía y base de datos

Este capítulo se encuentra separado físicamente del presente documento, en un anexo documental, porque contiene una gran cantidad de información y que es más fácil consultar de manera separada.

En términos de contenido esta sección contiene tres documentos:

1. Las fichas técnicas de los 25 árboles de riesgo encontrados.
2. Planos georreferenciados de los 40 estratos en los que se dividió la captura de información para i-Tree.
3. Hoja de resultados con los datos capturados y cada uno de los datos que calcula el i-Tree para la parte de composición y estructura y los valores del servicio ambiental en cantidad y en pesos de cada árbol.

Toda esta información para efecto de manejo se entrega en electrónico en formato de Excel para su manipulación y en la base de datos del i-Tree.

En cuanto a las fichas técnicas hay que agregar que a todos los árboles se les hizo ficha, sin embargo, no a todos los árboles se les tomó foto, solo a los que se consideró excepcionales. Las fichas con fotos se encuentran digitalmente como archivo PDF, y la referencia para buscar alguna es a través del ID del árbol que se desee.

JARDÍN A. LABASTIDA



DATOS GENERALES
DIRECCIÓN: Matamoros entre 5 de Mayo y Macedonio Alcalá
ÁREA: 0.13 ha
DATUM: WGS 84 / UTM ZONE 14 N - CAPAS BASE: Marco Geoestadístico INEGI, Dic. 2021.

- EVALUACIÓN DE RIESGO MUY ALTO
- EVALUACIÓN DE RIESGO ALTO
- EVALUACIÓN DE RIESGO MEDIO
- EVALUACIÓN DE RIESGO MEDIO-BAJO
- EVALUACIÓN DE RIESGO BAJO

ÁRBOL MUERTO



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y CAMBIO CLIMÁTICO
 CALLE VICENTE GUERRERO 105, COL. EXHACIENDA CANDIANI.
 OAXACA, OAXACA. C.P. 68130
www.municipiodeoaxaca.gob.mx

PLANO ELABORADO POR AGRINET SA DE CV - NOVIEMBRE 2022
 AVENIDA PASEO DEL CONQUISTADOR 51 LOCAL D1 SAN CRISTÓBAL.
 CUERNAVACA, MORELOS. C.P. 62230.
www.agrinet.mx



Figura 29. Ejemplo de plano y hoja de datos de un parque.

ID	Exp./ luz	Mantenimiento recomendado	Tarea de mantenimiento	Conflicto con aceras	Conflicto con servicios	Grado de daño	Agente causal	Evaluación de riesgo
768	4	Arquitectura	Sanitaria	Sin daño	Sin problemas	Incipiente < 10%	Climático	Bajo menores a 4
769	2	Arquitectura	Poda de Aclareo	Sin daño	Sin problemas	Incipiente < 10%	Climático	Bajo menores a 4
770	4	Mejora de sitio	Airear suelo	Sin daño	Sin problemas	Incipiente < 10%	Climático	Bajo menores a 4
771	1	Arquitectura	Estructural	Sin daño	Sin problemas	Incipiente < 10%	Climático	Bajo menores a 4
772	3	Arquitectura	Sanitaria	Sin daño	Sin problemas	Incipiente < 10%	Climático	Bajo menores a 4
773	1	Arquitectura	Poda de Aclareo	Sin daño	Sin problemas	Incipiente < 10%	Climático	Bajo menores a 4
774	3	Arquitectura	Estructural	Sin daño	Sin problemas	Incipiente < 10%	Otro (cal, mecánico, etc.)	Bajo menores a 4
775	4	Arquitectura	Sanitaria	Sin daño	Sin problemas	Bajo 10-30%	Otro (cal, mecánico, etc.)	Medio-Bajo (4-6)
776	4	Arquitectura	Sanitaria	Sin daño	Sin problemas	Bajo 10-30%	Otro (cal, mecánico, etc.)	Medio-Bajo (4-6)
777	3	Arquitectura	Estructural	Sin daño	Sin problemas	Incipiente < 10%	Climático	Bajo menores a 4
778	3	Arquitectura	Sanitaria	Sin daño	Sin problemas	Incipiente < 10%	Climático	Bajo menores a 4
779	0	Riesgo	Transplatar	Sin daño	Sin problemas	Alto 50-70%	Climático	Bajo menores a 4
780	4	Arquitectura	Estructural	Sin daño	Sin problemas	Incipiente < 10%	Otro (cal, mecánico, etc.)	Bajo menores a 4
781	3	Arquitectura	Sanitaria	Sin daño	Sin problemas	Bajo 10-30%	Otro (cal, mecánico, etc.)	Bajo menores a 4
782	3	Arquitectura	Sanitaria	Sin daño	Sin problemas	Bajo 10-30%	Otro (cal, mecánico, etc.)	Medio-Bajo (4-6)
783	1	Arquitectura	Estructural	Sin daño	Sin problemas	Bajo 10-30%	Otro (cal, mecánico, etc.)	Bajo menores a 4
784	3	Riesgo	Derribo SIN sustitución	Daño parcial	Sin problemas	Bajo 10-30%	Climático	Bajo menores a 4
786	4	Arquitectura	Sanitaria	Sin daño	Sin problemas	Incipiente < 10%	Climático	Medio-Bajo (4-6)
787	3	Control Sanitario	Control fitosanitario	Sin daño	Sin problemas	Bajo 10-30%	Parásito (Muérdago)	Medio-Bajo (4-6)
788	3	Arquitectura	Sanitaria	Daño parcial	Sin problemas	Medio 30-50%	Otro (cal, mecánico, etc.)	Medio-Bajo (4-6)
790	5	Mejora de sitio	Incrementar permeabilidad	Sin daño	Sin problemas	Incipiente < 10%	Climático	Medio-Bajo (4-6)
791	4	Arquitectura	Sanitaria	Sin daño	Sin problemas	Bajo 10-30%	Otro (cal, mecánico, etc.)	Medio-Bajo (4-6)
792	4	Arquitectura	Estructural	Sin daño	Servicios pero SIN problemas	Incipiente < 10%	Climático	Bajo menores a 4
793	4	Arquitectura	Sanitaria	Sin daño	Sin problemas	Incipiente < 10%	Climático	Bajo menores a 4
794	4	Arquitectura	Estructural	Sin daño	Servicios pero SIN problemas	Incipiente < 10%	Climático	Bajo menores a 4
795	3	Arquitectura	Sanitaria	Sin daño	Sin problemas	Incipiente < 10%	Climático	Medio-Bajo (4-6)
796	4	Control Sanitario	Control fitosanitario	Sin daño	Sin problemas	Bajo 10-30%	Parásito (Muérdago)	Medio-Bajo (4-6)
797	2	Arquitectura	Sanitaria	Sin daño	Sin problemas	Incipiente < 10%	Climático	Bajo menores a 4

ID	N. común	DAP (cm)	Altura (m)	Copa H (m)	Ancho copa (m)	Cobertura (m ²)	Condición	AF (m ²)
768	Pirul chino	26.1	4.5	0.90	3.80	11.10	Crítico	13
769	Framboyán	17.1	4.6	3.90	2.90	6.70	Crítico	6
770	Casuarín	9.5	8.5	3.30	3.10	7.50	Crítico	3
771	Palo	5.4	2.5	2.40	1.70	2.20	Crítico	3
772	Árbol Orquídea	17.7	4.6	3.80	2.50	5.00	Crítico	3
773	Flor de Mayo, súchil	7.4	4.7	2.30	2.00	3.10	Crítico	2
774	Árbol Orquídea	19.0	5.0	3.20	2.20	3.70	Crítico	2
775	Paraíso	40.4	9.9	5.40	4.70	17.30	Crítico	21
776	Paraíso	42.5	10.0	5.50	4.80	18.40	Crítico	23
777	Fresno	12.7	10.2	4.50	4.80	17.90	Pobre	35
778	Mandimbo	22.8	10.0	4.60	3.70	10.50	Pobre	20
779	Flor de Mayo, súchil	10.6	4.5	0.60	0.50	0.20	Muriendo	-
780	Fresno	17.4	10.0	5.10	4.60	16.40	Pobre	34
781	Lluvia de oro	16.2	9.8	3.10	3.20	7.80	Crítico	5
782	Paraíso	43.2	10.5	5.00	4.40	15.50	Muriendo	15
783	Fresno	10.7	8.0	2.00	2.00	3.00	Muriendo	1
784	Paraíso	16.7	11.3	3.80	3.20	7.90	Crítico	6
786	Fresno	40.8	8.9	7.20	4.70	17.20	Crítico	53
787	Árbol Orquídea	19.7	8.1	3.30	2.80	6.30	Crítico	2
788	Paraíso	62.4	14.2	6.20	6.40	32.30	Crítico	49
790	Palma	36.6	15.1	1.80	8.50	56.50	Regular	93
791	Paraíso	54.2	11.7	5.90	5.70	25.80	Crítico	37
792	Coquito	36.0	11.6	7.80	7.10	39.70	Regular	264
793	Pipe, jaboncillo	30.7	7.6	7.10	5.60	24.50	Pobre	91
794	Jacaranda	32.5	9.5	7.30	6.00	28.50	Regular	148
795	Paraíso	34.0	9.6	5.10	4.20	14.10	Crítico	15
796	Laurel de la India	80.0	18.2	9.20	9.20	65.80	Pobre	314
797	Fresno	20.8	9.3	4.30	3.40	9.10	Crítico	10

ID	N. de la especie	Alm. C (cm)	Sc. C (kg/año)	Esc. evitado (m³/año)	Elimi. Contaminación (g/año)	Valor Sustitución	Alm. C (\$)	Benef. anuales (\$/año) totales
768	<i>Schinus terebinthifolia</i>	87	6.6	0.00	25	\$13,403.4	\$319.5	\$48.4
769	<i>Delonix regia</i>	43	3.2	0.00	11	\$8,764.4	\$157.9	\$22.4
770	<i>Casuarina equisetifolia</i>	18	4.3	0.00	5	\$3,090.4	\$67.1	\$21.1
771	<i>Bursera simaruba</i>	2	0.5	0.00	5	\$1,002.3	\$7.6	\$6.6
772	<i>Bauhinia variegata</i>	57	3.6	0.00	6	\$8,108.83	\$208.7	\$19.4
773	<i>Plumeria rubra</i>	7	0.4	0.00	4	\$1,482.82	\$26.6	\$5.1
774	<i>Bauhinia variegata</i>	67	2.6	0.00	3	\$5,663.98	\$247.8	\$12.3
775	<i>Melia azedarach</i>	366	12.3	0.10	39	\$17,322.79	\$1,349.22	\$83.1
776	<i>Melia azedarach</i>	414	13.2	0.10	43	\$18,919.5	\$1,527.2	\$90.3
777	<i>Fraxinus uhdei</i>	30	4.1	0.10	66	\$9,557.45	\$111.81	\$78.5
778	<i>Ehretia tinifolia</i>	203	9.8	0.10	37	\$15,032.86	\$747.4	\$72.0
779	<i>Plumeria rubra</i>	16	-	0.00	0	\$250.94	\$58.3	\$0.1
780	<i>Fraxinus uhdei</i>	47	7.2	0.10	65	\$10,969.08	\$174.8	\$88.6
781	<i>Cassia fistula</i>	64	3.4	0.00	10	\$5,641.49	\$236.4	\$21.7
782	<i>Melia azedarach</i>	541	7.7	0.10	28	\$15,864.21	\$1,994.5	\$55.0
783	<i>Fraxinus uhdei</i>	20	0.6	0.10	2	\$2,145.01	\$72.8	\$4.5
784	<i>Melia azedarach</i>	57	2.5	0.10	11	\$4,910.89	\$211.1	\$19.5
786	<i>Fraxinus uhdei</i>	302	14.6	0.20	99	\$28,177.01	\$1,112.2	\$149.5
787	<i>Bauhinia variegata</i>	73	2.7	0.00	4	\$5,912.44	\$269.8	\$14.2
788	<i>Melia azedarach</i>	1,359	15.9	0.20	93	\$38,065.7	\$5,011.1	\$148.2
790	<i>Washingtonia robusta</i>	64	4.1	0.40	176	\$10,871.83	\$236.8	\$184.4
791	<i>Melia azedarach</i>	759	19.1	0.10	69	\$29,296.37	\$2,797.6	\$136.9
792	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	167	14.7	1.00	499	\$43,246.19	\$616.8	\$534.2
793	<i>Sapindus saponaria</i>	291	20.5	0.30	171	\$23,187.63	\$1,072.7	\$240.3
794	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	150	16.6	0.60	279	\$34,353.1	\$554.1	\$329.9
795	<i>Melia azedarach</i>	301	6.7	0.10	29	\$12,955.55	\$1,108.2	\$52.5
796	<i>Ficus benjamina</i>	1,155	17.8	1.20	593	\$126,381.69	\$4,258.5	\$636.6
797	<i>Fraxinus uhdei</i>	86	3.4	4.30	20	\$7,633.94	\$317.8	\$31.4



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024

VII

VISIÓN Y METAS

Visión y metas

Aprovechando que sabemos la composición y estructura del arbolado y que conocemos los alcances en cuanto a servicios ambientales se refiere, conjuntamente, es posible buscar soluciones que tengan impacto en el aumento de la resiliencia de la ciudad y en mejorar la calidad ambiental y por lo tanto de vida de la población. Lo anterior en absoluta concordancia con el objetivo del reglamento de cambio climático del 2021 de “reducir la vulnerabilidad de la población ante los cambios climáticos.”

Problemática general

La situación por la que atraviesa el arbolado censado es una de rezago. Tiene por un lado un rezago estructural en el sentido de que da la impresión de no se ha atendido con una directriz ni con constancia desde hace mucho tiempo. Basta ver como los árboles en vialidades del centro que cuando pequeños no se tutoraron ni se buscó mantener los fustes rectos o sin “chupones”, hoy en día presentan un problema. En la siguiente imagen se presenta un árbol que a diferencia de lo mencionado anteriormente sí creció derecho y sin cables ni nada que estorbe el follaje. Al parecer la Norma Ambiental Estatal NAE-IEEO-003-2008 Oaxaca, que habla de las especificaciones técnicas para poda, derribo y sobre especies preferentes para reforestación, no se está haciendo cumplir. Otro ejemplo es la gran diversidad de población en términos de árboles se observa en las AGEB e incluso en el periférico donde hay zonas con casi nada y otras bien pobladas.



Por otro lado, el rezago en los trabajos de manejo por situaciones de pandemia y falta de recursos a lo largo de los últimos años aunado a trabajos de mejora en infraestructura vial que han dañado las raíces de los árboles está causando que árboles viejos de gran tamaño se conviertan en riesgos potenciales. Así mismo, este rezago impide que se lleven a cabo trabajos de poda tan necesarios en el arbolado del centro histórico.

Visión

La presente visión para el arbolado es una “IDEA EN PROCESO” que deber ser sometido a consideración por los principales actores relacionados para enriquecer y consensuar su aplicación:

Integrar el arbolado al sistema municipal de gestión como uno de sus principales activos, que permita mantener un crecimiento constante del arbolado en calidad y cantidad, que genere un ambiente equitativo, sustentable, saludable y resiliente para la comunidad y que al mismo tiempo invite a esta a participar en su cuidado

Componentes:

Integración al sistema municipal. Que el arbolado sea considerado como un componente del sistema de infraestructura de servicios a la población que administra el municipio y así acceder a todas las prerrogativas.

Activo: como cualquier otro componente con su cuenta de gastos, mantenimiento, renovación.

Crecimiento Constante: que se cuide y se planee el crecimiento del activo en dos sentidos.

Calidad: árboles de mayor talla y diámetro para programas de reforestación y manejo de estructura con podas para mejorar los canopes y fertilización y sanidad para incrementar la calidad de copas.

Cantidad: Dada la mortandad natural y la causada por el crecimiento al menos estar reponiendo cada año los árboles que desaparecen.

Ambiente Equitativo: reducir la gran diferencia que existe en densidad de arbolado entre las áreas de la ciudad, y que se logre justicia ambiental.

Sustentable: utilizando especies lo más adaptadas posibles para reducir costos de mantenimiento. Saludable y eliminando parásitos, plagas y enfermedades.

Resiliente: seleccionando especies con alto servicio ambiental, capacidad de fijación de contaminantes, etc. que den un mayor servicio.

Comunidad: el aporte de la población es importante porque la labor es demasiado grande para ser responsabilidad de las autoridades solamente, además hay que combatir al vandalismo y fomentar las reforestaciones en propiedad privada.

Metas

Ciertamente se está trabajando en la dirección correcta al elevar a nivel de secretaría el tema ambiental, pero aún es necesario integrarlo dentro de la gestión general del municipio para que tenga mayor autonomía y que pueda establecer planes a largo plazo, ya que para el arbolado estamos hablando de al menos 15-25 años, y por otro lado que participe más en el presupuesto general del ayuntamiento con fondos asegurados para la parte de manejo del arbolado.

Las tres líneas de trabajo para el establecimiento e implementación de metas y de trabajo del plan de manejo son:



Educación

Es necesario informar tanto a la población como a los actores involucrados en la toma de decisiones sobre la importancia del arbolado y que es necesaria una actitud proactiva que genere acciones de largo plazo, que no se modifiquen con los cambios en administración y que sean constantes a lo largo del tiempo.

Manejo del arbolado

El manejo del arbolado utilizando las mejores prácticas disponibles, debe ser una política constante y contar con personal capacitado, equipado y recursos para realizar su trabajo con oportunidad y profesionalismo que asegure el desarrollo correcto de los árboles.

Financiamiento

Para poder realizar las metas definidas por las líneas de trabajo y que cumplan con la visión de largo plazo se requiere de personal y financiamiento, los cuales se deben de buscar continuamente con base en la utilidad y necesidad de un arbolado de calidad por parte de la población, de ahí que se incluya un componente de educación y difusión.

El arbolado Urbano se puede describir como un arbolado maduro, muy limitado en cuanto a su servicio ambiental que es el resultado de una condición de canope regular a mal lo que se debe a fuertes restricciones presupuestales y de rezago en las áreas de manejo, restauración y reforestación.

Métrica del arbolado	Biodiversidad	Funcionalidad
Número de árboles	Especies más Comunes	Almacenamiento de C
4,859	Jacaranda (10%) Maculi (9%) Ficus (9%)	1,604,000 t Mex\$5.9 millón)
Cobertura arbórea	Familias comunes (especies)	Secuestro de Carbono
8.70%	Fabaceae (15) Bignonaceae (11) Arecaceae (9)	30.85 t (Mex\$114,000/año)
Arboles < 15 cm diámetro	Especies introducidas (% pob.)	Producción de Oxígeno
33.70%	72 (52%)	82.3 t/año
Densidad (árboles/ha)	Valores Estructurales	Eliminación de contaminantes
53	Mex\$98.4 millones	406 kg/año (Mex\$335 mil/año)

Cuadro 7. Resultados relevantes del censo del centro histórico.

Tomando en consideración todo lo anterior, la biodiversidad encontrada y los comentarios de actores involucrados con los árboles y trabajadores del municipio, se proponen las siguientes metas en tres fases según su urgencia.



Corto plazo

Algunas medidas urgentes a tomar son acciones puntuales y otras consisten en la implementación y establecimiento de programas de trabajo. Es importante que al menos se inicien, aunque sea en una escala de nivel piloto, pero que empiecen a generar información y a enseñar a la comunidad.

1. Eliminación de árboles muertos y de alto riesgo.
2. Iniciar un programa de supervisión de árboles de riesgo.
3. Iniciar un programa de reforestación, en primera instancia de reposición de árboles muertos y removidos por riesgo. Y en segunda instancia de reforestación en zonas marginadas de poco arbolado.
4. Revisar parque por parque para que una vez eliminados los árboles muertos y de riesgo, así como reponer en el mismo sitio otros, iniciar programas de mejora de sitio y podas para mejorar con la siguiente temporada de lluvias la cobertura y sanidad en los parques.
5. Difundir los resultados del presente plan a la comunidad vía redes sociales, presentaciones, infografías y cualquier medio para concientizar de la importancia de los árboles y las necesidades de su cuidado si queremos tener un mejor hábitat y calidad de vida.

Mediano plazo

Estos son programas que se tienen que establecer al menos antes de que la administración termine, de tal manera que puedan perdurar al cambio. Tanto por razones administrativas como de recursos o de otra manera no causarán un efecto.

1. Reducción del nivel de infestación y presencia de muérdago en el arbolado.
2. Modernizar la atención al público en lo que se refiere a permisos de manejo de arbolado entre otras cosas para ir estableciendo información histórica al respecto la cual sirva para la toma de decisiones y como indicador de las condiciones del arbolado.
3. Por los tiempos de crecimiento de los árboles y en este rango quedarían las metas con indicadores de las condiciones del arbolado ya que se requieren de 3 a 5 años o más para ver resultados, por ejemplo:
 - Incrementar en un 5 % el porcentaje de cobertura cada 5 años.
 - Disminuir la diferencia en población entre áreas con muy poco arbolado y las más arboladas a un 20%.
 - Reducir a niveles de menos del 50% las diferencias en el índice arbóreo (IA) entre parques y vialidades en un periodo de 8 años.
 - Establecer un sistema de evaluación de desempeño que podría ser con imágenes satelitales para darle seguimiento al estado de algunos parques y vialidades.

Largo plazo

Congruentes con la visión de largo plazo y buscando solventar muchas de las limitaciones estructurales, es posible pensar en establecer como metas, las siguientes:

1. Contar con un departamento de arbolado que no solo atienda y emita dictámenes de trabajos sino que los ejecute, con todo lo que esto implica (equipamiento, aplicaciones para prevención de plagas y enfermedades, etc.) .
2. Crear una base de datos digital de la infraestructura verde que facilite el manejo y su mantenimiento.
3. Intercambiar con la población información del arbolado para fomentar el cuidado de éste y su sanidad.
4. Reducir a un 20% la población de especies introducidas y cumplir con el principio de diversidad de no tener más del 7% de una especie, no más del 14% de un género y nunca más del 21% de una Familia taxonómica.
5. Contar con una fuente de plantas nativas de calidad y tamaño que aseguren el mantenimiento y crecimiento de la población arbórea.

Estas metas por supuesto deben de llevarse a cabo con las mejores prácticas de manejo de arbolado para lo cual existen numerosos manuales, y fuentes de información para su ejecución.

Parque Galeana





Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024

VIII

PLAN DE ACCIÓN

**Secretaría de
Medio Ambiente y Cambio Climático**

Plan de acción

Arbolado y Comunidad

Como resultado de comentarios que nos compartieron personas mientras realizábamos la toma de datos y viendo las solicitudes de dictámenes de los últimos 4 años, pareciera que la comunidad en general no visualiza a los árboles como contribuyentes a un mejor ambiente y ciertamente no los ven como responsables de proveer un servicio ambiental.

Durante todo el tiempo que se estuvo levantando la información en los parques en ningún momento se apareció algún trabajador. Esto confirma el rezago y la falta de integración de las áreas verdes al sistema de gestión de infraestructura y por lo cual es necesario fomentar entre la comunidad y gobierno, una mayor conciencia del servicio ambiental del arbolado. Con la información generada en este trabajo a mediano plazo es posible iniciar con estrategias de difusión y concientización.

Como segunda acción, a nivel administración municipal, es indispensable una re-ingeniería en cuanto a su visión del arbolado y como se ha comentado, tiene que “aceptar” al arbolado como parte su estructura y sus activos como INFRAESTRUCTURA VERDE. Al hacer esto, automáticamente se debe de asignar presupuesto para el manejo y mantenimiento ya que de otra manera como cualquier componente de infraestructura, una luminaria, una calle o un mercado, se devalúa y se puede perder. Sobre todo, cuando se trata de seres vivos la parte de cuidado y mantenimiento es muy importante para lograr el mejor desempeño y evitar problemas.

De la misma manera que un paso a desnivel se tiene que planear cuidadosamente el trazo y su ejecución para lograr el mejor efecto. Es de suma importancia la selección de las especies de árboles a plantar y hacerlo con el mayor cuidado para evitar problemas posteriores. Por ejemplo, tan fácil como reglamentar qué especies de FICUS no se pueden plantar debajo de cables, así se evita la necesidad de realizar podas de control, con el ahorro que eso implica y se evita el daño a los árboles y la creación de fuentes de riesgo por la formación del efecto “cola de león”.

El problema es hacer cumplir la legislación, pero si se concientiza a la población será más fácil. En lo que se refiere a las solicitudes, permisos para intervención y derribo de arbolado, se analizaron los años 2019, 2020, 2021 y hasta noviembre de 2022. Por razones de pandemia los años 2020 y 2021 se redujeron a la mitad las solicitudes de dictamen, pero en 2019 y 2022 están a nivel de 1,600+ por año.

Algunos datos interesantes de este análisis es que el promedio de tamaño de los árboles es de 43.4 cm de DAP y 9.4 metros de altura. A pesar de que se presentaron solicitudes para numerosas especies, las especies a las que más se solicitó se evaluarán fueron:

2019		2020		2021		2022	
Ficus	466	Ficus	175	Jacaranda	39	Jacaranda	
Jacaranda	240	Jacaranda	141	Guaje	13	Ficus	
Casuarina	119	Casuarina	52	Palmera	13	Casuarina	
Palma	98	Laurel	35	Casuarina	9	Eucalipto	
Eucalipto	65	Eucalipto	32	Eucalipto	9	Fresno	
Paraíso	63	Tulipán	32	Ficus	8	Palmera	
Tulipán Africano	56	Fresno	17	Framboyán	8	Laurel	
Fresno	52	Guaje	16	Laurel	7	Pino	
Mandimbo	44	Palmera	16	Pirul	6	Framboyán	
Hule	33	Alamillo	15	Aralia	4	Palmas	
Framboyán	31	Pirul	14			Ciprés	

Cuadro 8. Especies más solicitadas de dictamen en los últimos años.

Cabe mencionar que el 80% de los dictámenes reportan al árbol a tratar como en estado físico regular. En el caso de característica de copas (ramas), se reportan a un 51% con sobrepeso y también la mitad de los árboles tienen hasta dos problemas en copas (secas, enfermas, o con rebrotes) y estos árboles requieren podas. En cuanto a problemas en tronco principal únicamente la mitad de los árboles presentan algún problema y 17% muestra inclinación. Por su parte una cuarta parte de los árboles presentan problemas de raíz de los cuales un 20% es de raíces superficiales y 2%

de hongos y cortes respectivamente. Finalmente, por problema de conflicto con servicios el 27% es con líneas aéreas y de ahí que el 26% de los árboles tenga una recomendación de poda, mientras de derribo solamente 18-20% del total de dictámenes solicitados a realizar.

Hay que recordar que el análisis se realizó sobre los dictámenes y no sobre los derribos ejecutados ya que una vez autorizado es responsabilidad del solicitante realizarlo, a menos que sea un árbol de muy alto riesgo y la dirección de servicios públicos lo puede realizar. Sin embargo, de acuerdo con el jefe del departamento de mantenimiento de parques y jardines, el rezago de trabajo prácticamente lo tiene saturado, al grado de que por el momento solo lleva a cabo derribos y estos traen atrasos de hasta dos años por la pandemia.

Requerimientos del arbolado

Durante el censo, una parte importante fue la captura de la información de gestión como se indicó en la metodología. Los resultados para las categorías definidas en el programa y las definidas por el usuario se presentan en la **figura 30 y 31**.

Los dos primeros parámetros fueron los relativos a mantenimiento, uno visualizado a largo plazo y otro más inmediato. Este último es más preciso y con 20 categorías para tenerlos en cuenta al momento de planear ejecutarlos. En cuanto al mantenimiento a largo plazo es claro que la mejora de sitio es la más relevante y esto es una consecuencia directa del rezago en atención mencionado anteriormente que tiene el arbolado. Por mejora de sitio se entiende el romper capas impermeables al agua y oxígeno para las raíces, incluso agregar materia orgánica, y/o aumentar drenaje si en el sitio se acumula agua.

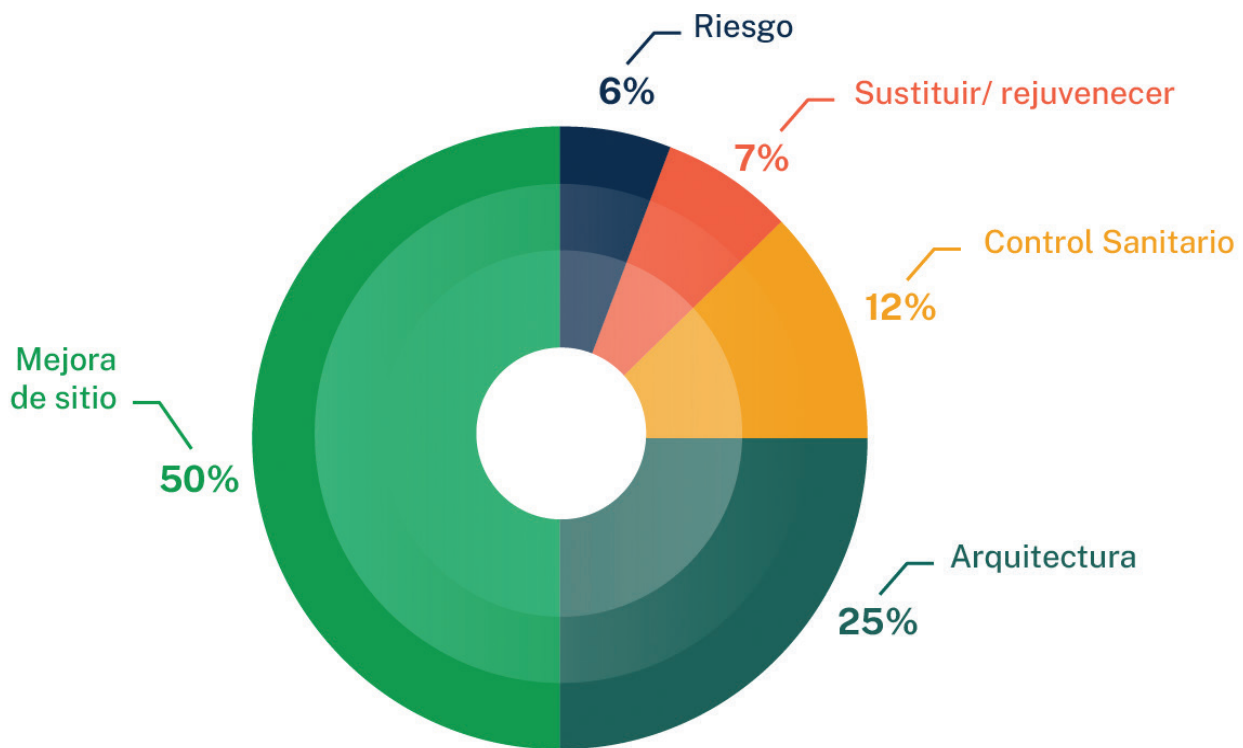


Figura 30. Mantenimiento de largo plazo para el arbolado censado

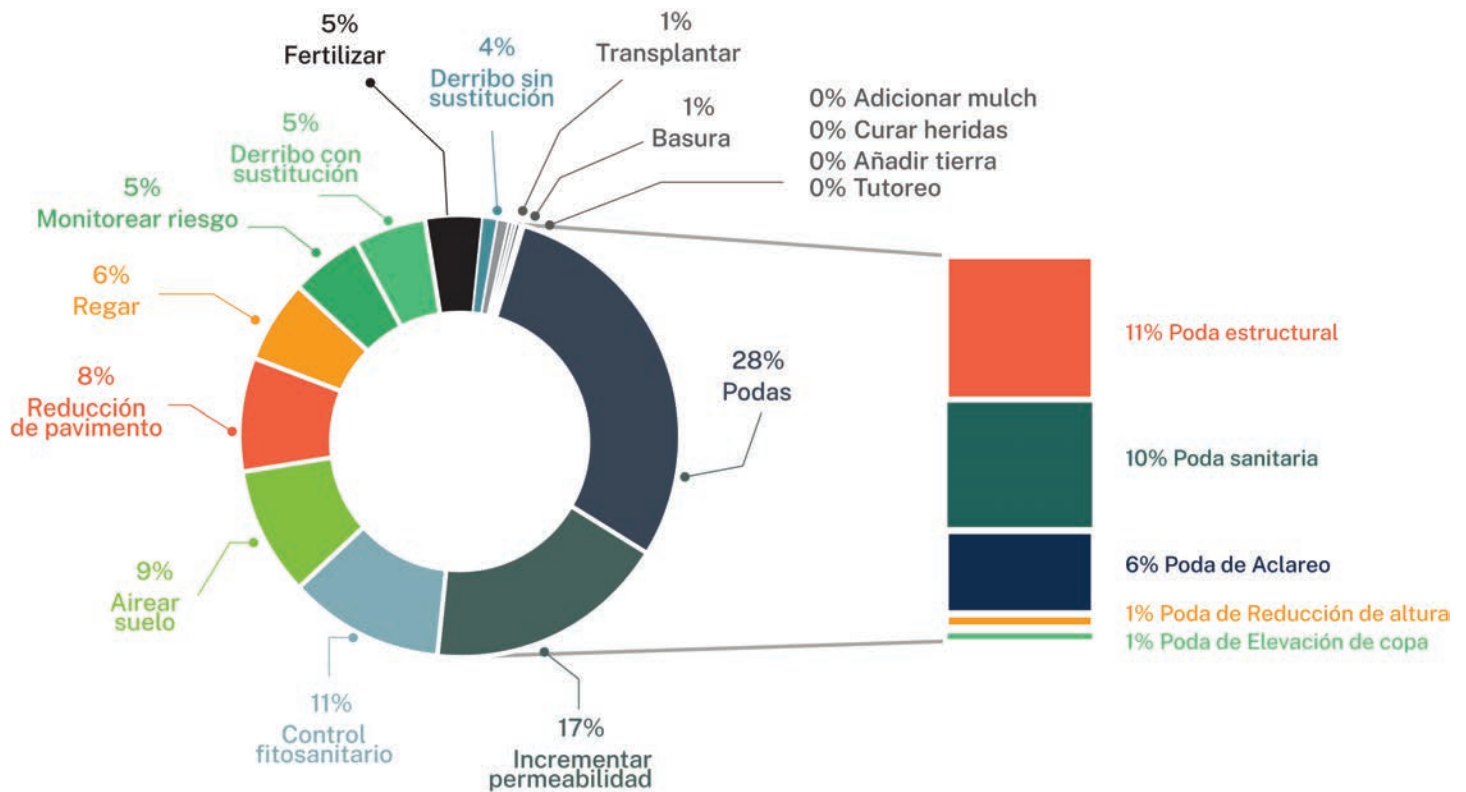


Figura 31. Labores requeridas de corto plazo en el arbolado.

Por otro lado, de las labores o tareas prioritarias que requieren atención más inmediata, está en primer lugar una relativa mejora de sitio, que consiste en el incremento en permeabilidad, seguramente por la alta compactación que presenta el suelo por el paso de peatones o debido a algo más que lo compacte. En este sentido existe una técnica de rotura de suelo sin afectar a las raíces con aire comprimido denominada “espada de aire” que con aire comprimido rompe terrones muy compactados sin dañar raíces y permite “aflojar” el suelo para incrementar la permeabilidad de agua y aire.

En esta lista, el conjunto de podas prácticamente viene a ser la segunda labor de importancia, desde la estructural a la de reducción de altura. Las podas son prácticamente un tercio de las labores listadas que requiere el arbolado. La práctica de Tutoreo no se ocupa pero no es por no ser necesaria sino porque en realidad se encontraron pocos árboles chicos donde es más común y requerida para mantener el fuste recto.

En cuanto al estado fitosanitario del arbolado lo más grave es la presencia de muérdago, que se manifestó en 11% de la población. Y a pesar de que los niveles de daño no son tan altos, el riesgo es la propagación de las plagas y enfermedades, si estos no se controlan.

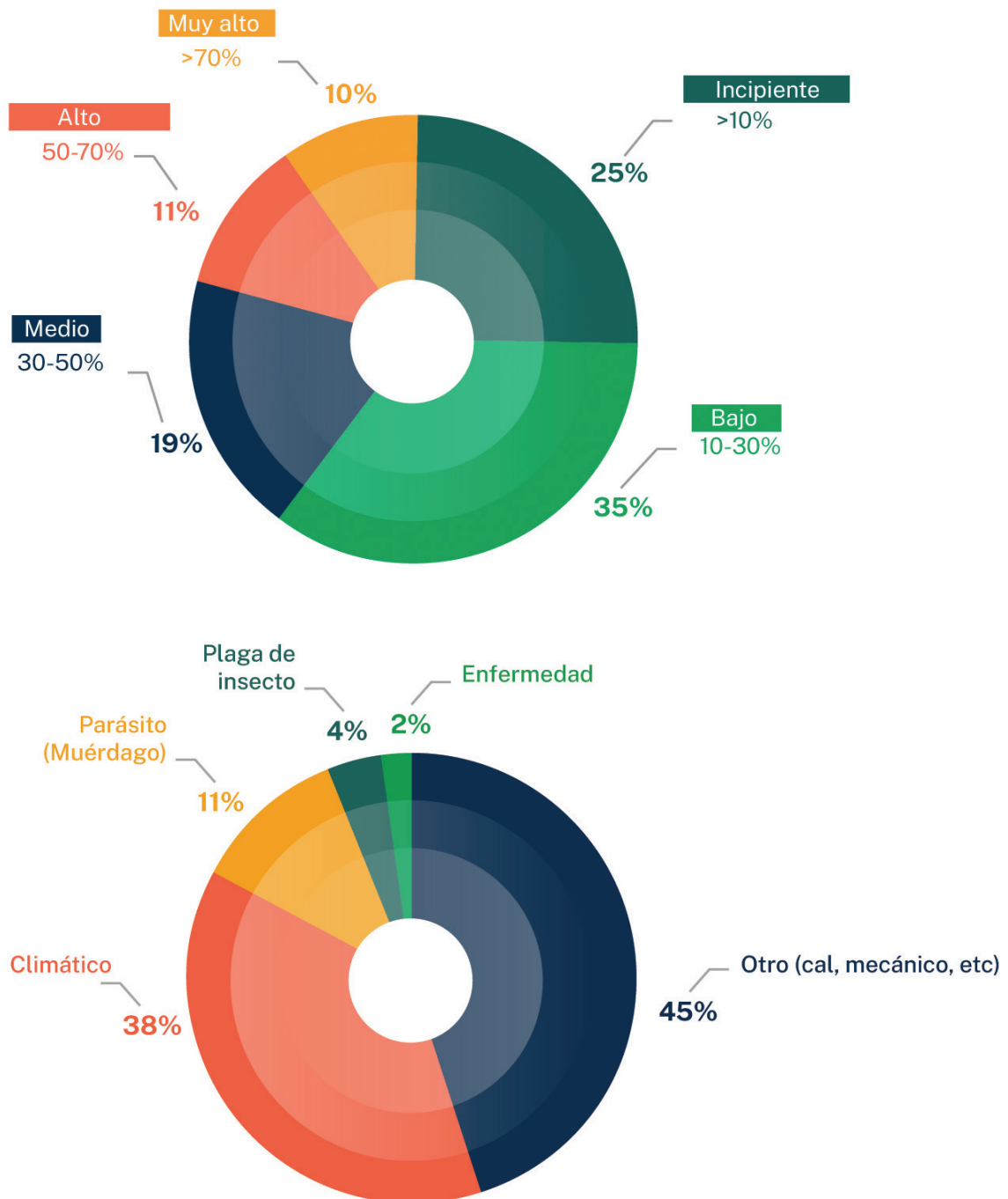


Figura 32. Situación fitosanitaria del arbolado censado.

Con la información, se puede revisar individualmente área por área, el estado fitosanitario de cada árbol y realizar trabajos de control cuando se programen las podas y retiros de una zona.

Arboles de riesgo

En la toma de datos de los árboles, dentro de las opciones de campos personalizados, se utilizó uno de ellos para identificar el grado de riesgo basado en tres factores relevantes, probabilidad de falla, de impactar un objetivo y nivel de sus consecuencias. La matriz y escala se definió en la metodología y anexo 2.

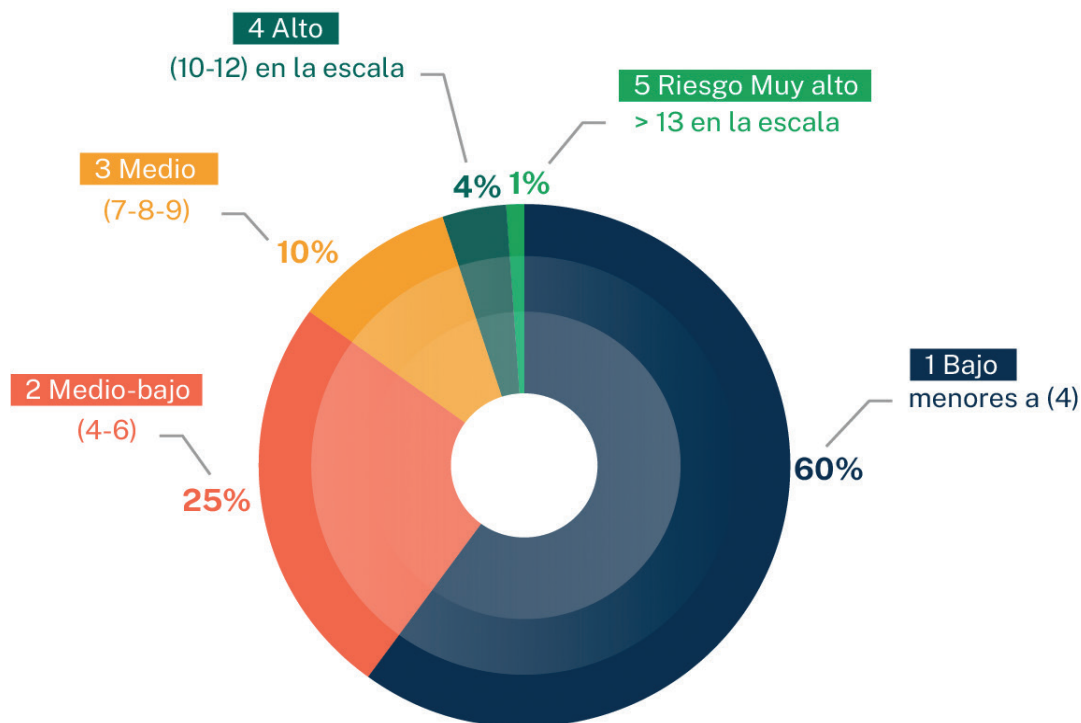


Figura 33. Grado de riesgo de árboles censados.

La **figura 33** indica que el 5% de los árboles censados tiene riesgo alto o muy alto de acuerdo con este criterio. De esos, se hizo una selección por tamaño (DAP-H y condición de copa) y se seleccionaron 25 árboles a los cuales se les hizo su ficha técnica para indicar por que se consideraron de riesgo. Además, se calcularon índices como la relación H/D (altura/diámetro) y se documentaron los daños en ramas y tallo de acuerdo con el manual de arbolado recientemente publicado.

En las observaciones se indica el procedimiento recomendado y que básicamente son dos; el retiro inmediato para aquellos que se considera son un peligro latente o bien mantener bajo vigilancia, además de hacer una tomografía para determinar la presencia de huecos en el tronco que pudieran aumentar su grado de riesgo. No se tomaron en cuenta para esta lista los árboles muertos ya que esos forman parte de un programa de restauración y mejora del arbolado, y también que estos 25 no son todos los árboles de riesgo que hay sino únicamente los 25 primeros de la lista. Se estima que pueden ser más pero con la base de datos y los planos y datos de la segunda parte del presente estudio es posible identificarlos para hacer la evaluación visual o si es posible la tomográfica e ir decidiendo los pasos a seguir.

Por otro lado, de la lista de los 25 árboles revisados y documentados a detalle podemos observar que las especies son de rápido crecimiento, la mayoría introducidas, con alturas mayores a los 18 m y diámetros considerables. Por esto es por lo que de los 25 se recomienda el retiro inmediato de 8, casi el 30%, y en función a un análisis más profundo (con resistógrafo o tomógrafo) determinar si también alguno de los demás no requiere retirarse.

Servicio económico del arbolado

El servicio económico está compuesto por el beneficio anual total que cada año el arbolado hace por concepto de eliminación de contaminantes, que para el caso de Oaxaca fue por monóxido de carbono (CO), ozono (O₃), dióxido de azufre (SO₂) y retención de partículas microscópicas de 2.5 micrones (PM2.5). Dentro del beneficio anualizado, también se incluye el secuestro de carbono y el escurrimiento evitado. En el anexo 8 se encuentra el cuadro con los datos por estrato/vialidad para el beneficio total (con sus componentes), almacenamiento de carbono y valor de sustitución que son los otros dos componentes de los Beneficios Ambientales de los árboles. El total para beneficios ambientales anuales promedio fue de \$504,684.00 Pesos, de este total el 70% corresponde al servicio de eliminación de contaminantes, 23% al de secuestro de carbono y 7% al de escurrimiento evitado.

En el caso de eliminación de contaminantes, normalmente el i-Tree también calcula la fijación de dióxido de nitrógeno (NO₂) pero en este caso no lo hizo probablemente por no ser un contaminante relevante y encontrarse en muy bajos niveles o a que los datos son inconsistentes. De estos tres servicios, el de retención de partículas es el mejor valuado, y en cuadro 9, vemos que este servicio llega a ser hasta 250% más que la fijación de CO o SO₂, y aparentemente este servicio puede duplicar su valor fácilmente.

Contaminante	Eliminación (Kilogramos)			Valor (Mex \$)		
	Media	Máx	Min	Media \$	Max \$	Min \$
CO	33.8	N/A	N/A	\$1,090	N/A	N/A
O ₃	286.2	492.8	113.8	\$99,055	\$170,560	\$39,398
PM 2.5	21.2	45.2	3.0	\$253.191	\$542,724	\$35,843
SO ₂	65.1	138.8	42.3	\$1,227	\$2,615	\$796
TOTAL	406.2			\$354,562	\$715,898	76,038

Cuadro 9. Fijación por contaminante del arbolado y su valor.

Por otro lado, la **figura 34** muestra los valores en pesos del servicio ambiental por área obtenidos para las diferentes zonas censadas y donde podemos ver que el valor más alto, con el pico de la línea roja que representa con el eje izquierdo los montos, se da en el Parque EL Llano seguido por la AGEB 204 y el Periférico Este.

La **figura 34** se ordenó por grupo de zona y dentro de cada zona por número de árboles presentes. Se marcaron los 3 estratos más altos con **letras naranjas**, con la abreviatura utilizada en i-Tree, y finalmente se observa una fuerte correlación entre número de árboles y valor del Beneficio Ambiental. Lo anterior es definitivamente un indicativo de que si se persigue mejorar el servicio ambiental es indispensable hacerlo vía el aumento de la población de árboles, pero sin descuidar el mantenimiento del follaje de árboles grandes ya que como se comentó anteriormente su servicio es exponencial al tamaño.

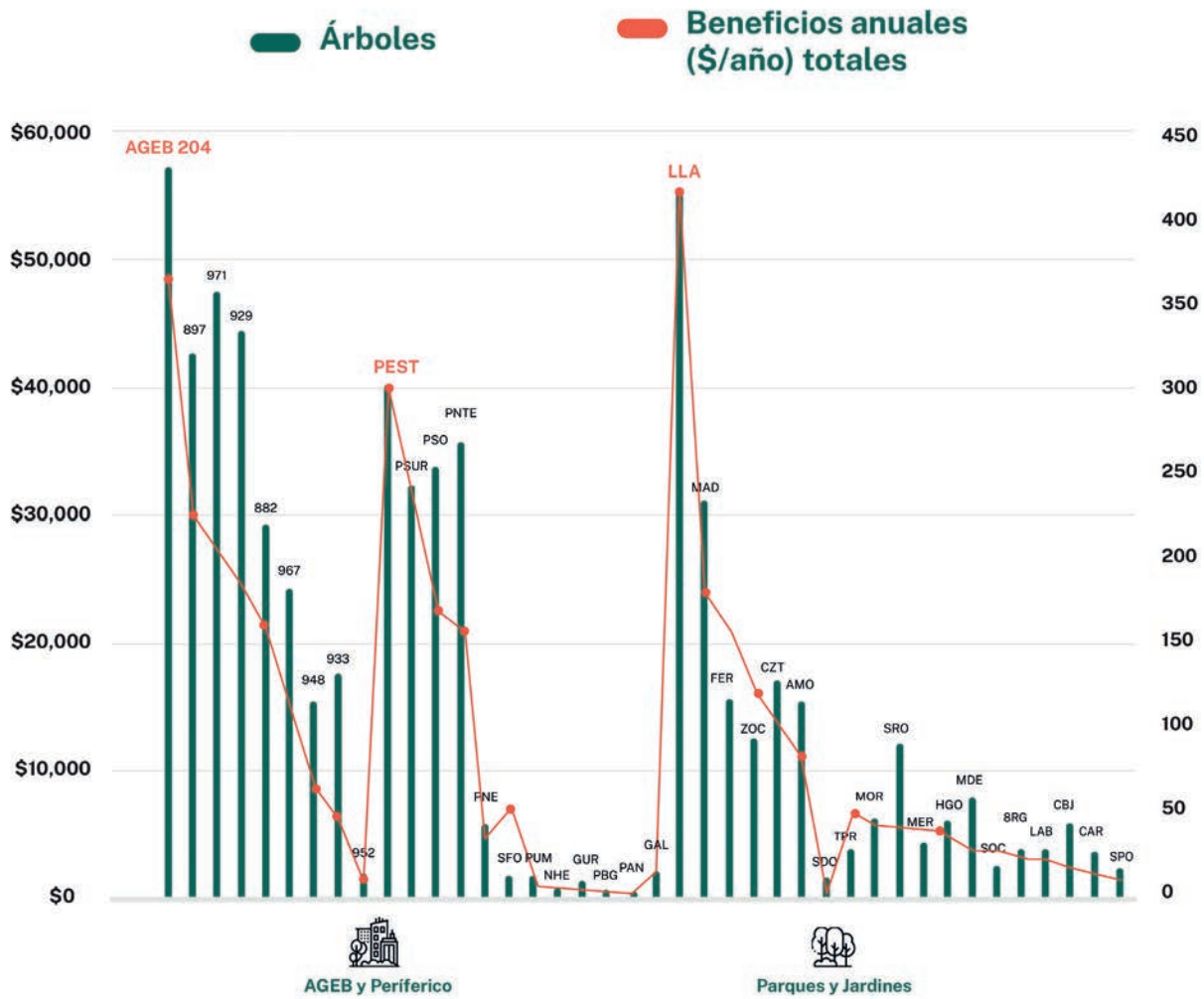


Figura 34 Valor de los BA del arbolado y su relación con la población.

También es importante ver la alta variabilidad que existe entre vialidades y entre los parques y si bien también está correlacionada con tamaño existen casos donde esto no se da, como sería en el del Periférico Sur que tiene mucho menos árboles que el tramo sureste y norte pero un considerable mayor beneficio económico por los tamaños de los árboles. Lo mismo sucede en la AGEB 897 vs la 971 o 929.

Otra manera de ver la variabilidad de resultados es en la **figura 35** con el diagrama de bloques que nos muestra los valores máximos y mínimos y el tamaño de los cuartiles. En este diagrama, donde se dividieron los parques de las vialidades y luego internamente por tamaño, de acuerdo con su superficie, vemos que los valores extremos son considerablemente superiores a la media. Por ejemplo, en las vialidades grandes el servicio máximo prácticamente es del doble que el promedio de esa categoría.

Esta alta variabilidad en realidad es un indicador de áreas de oportunidad muy importante, ya que por un lado demuestra que es posible alcanzar muchos mejores niveles, es decir ¿si en un parque se puede, porque en otro que está cerca en condiciones similares no? Es como un referente o benchmark que se puede alcanzar si se trabaja en la dirección correcta.

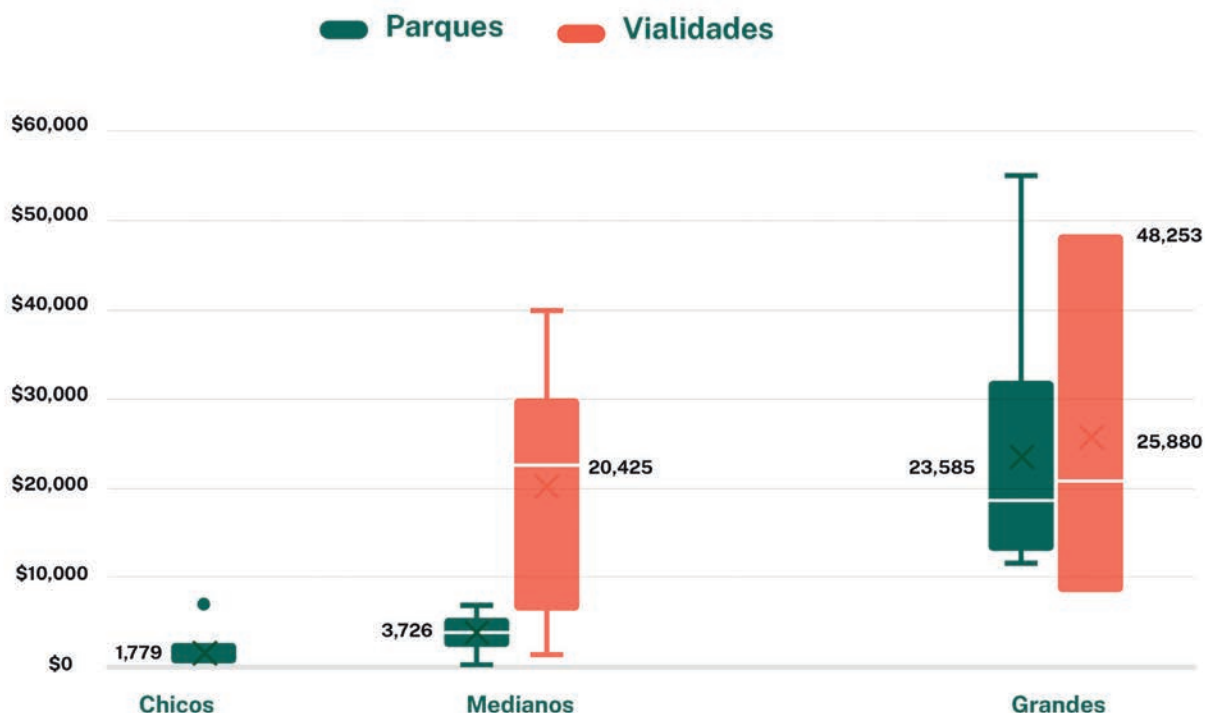


Figura 35. Diagrama de caja y bigotes de valor de BA por categoría y tamaño

El almacenamiento de C es un Beneficio Ambiental acumulado a lo largo de la vida de los árboles por concepto de la fijación y secuestro de C, es decir, es la suma de varios años de secuestro y para el arbolado del centro histórico de Oaxaca este valor llega a los \$5,914,143.00 pesos.

Este servicio ya está dado y es donde cada año que pasa se acumula lo que se secuestra en el año en curso. La **figura 36** muestra los valores obtenidos para el servicio de almacenamiento de C y el valor de reposición calculado por el i-Tree de acuerdo con la metodología de la CTLA que es usada en el programa. Salvo excepciones, entre más alto el valor de reposición, mayor C almacenado y mayor valor, esto tiene sentido ya que árboles más grandes en sitios más complicados tienen un mayor valor de reposición por el tiempo que le toma a un árbol llegar al tamaño y entre más comprometido está el sitio, más caras son las labores de reposición que juegan un papel importante en la determinación del valor.

Claro que también influye la población de árboles y en un grado que requiere más análisis, la edad de los árboles y por supuesto su condición. Por ejemplo, tomemos el arbolado del AGEB 204, el valor por el servicio de su C almacenado no corresponde al alto valor de reposición y es que lo que sucede cuando vemos el resto de la información, por que el arbolado ya es muy maduro y ya tiene tiempo que llegó a su máximo de C almacenado, pero el valor por el paso del tiempo sigue aumentando, de ahí la discrepancia. Es importante tener en cuenta el nivel de madurez, ya que como todo ser vivo, un árbol tiene una vida útil y pasando el punto máximo se debilita su estructura y si es muy grande se va convirtiendo en árbol de riesgo.

El valor de reposición de la población es un valor de referencia en este caso: \$98,411,347.00. Esta cantidad es solo indicativa del valor que puede llegar a tener el arbolado y es más útil en la estimación individual. Es decir, en un análisis individual del valor de un árbol cuando éste se va a remover por alguna razón y debe hacerse una compensación ambiental. Este valor, no incluye el servicio ambiental potencial que el árbol puede proporcionar, así que a este valor de reposición hay que sumar el Beneficio anual multiplicado por los años estimados de vida más el actualmente acumulado.

Con los valores monetarios del Beneficio Ambiental del arbolado se realizó el mismo cálculo que el IVA y el IVE para obtener el Índice Económico (IE). Una vez obtenido el IE, se sumaron los 3 índices para obtener el Índice Arbóreo cuyo máximo posible es 144 (48x3) y la suma se divide entre el máximo para obtener el porcentaje. La idea finalmente es que se califique con 12 diferentes parámetros, el desempeño de un área, de tal manera que se incluyan muchos factores y así comparar entre vialidades que estén en condiciones similares.

Por lo anterior es que se presentan por separado los parques de las vialidades, ya que como se mencionó en la primera parte, las poblaciones son estadísticamente diferentes y por lo tanto las calificaciones se asignan en función al promedio y desviación estándar de cada una, por esta razón se consideran separadas. De otra manera, las vialidades, que tienen árboles más chicos que los parques, estarían siempre por debajo de los parques y no sería una comparación en las mismas condiciones.

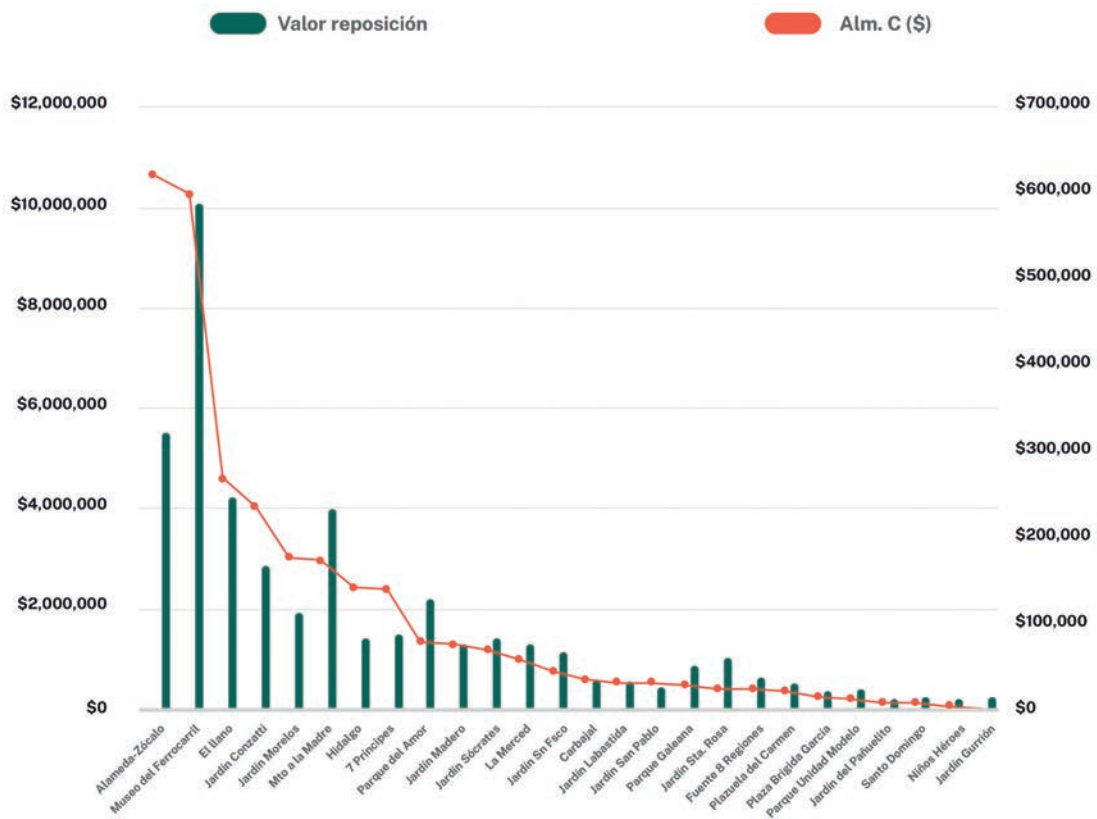
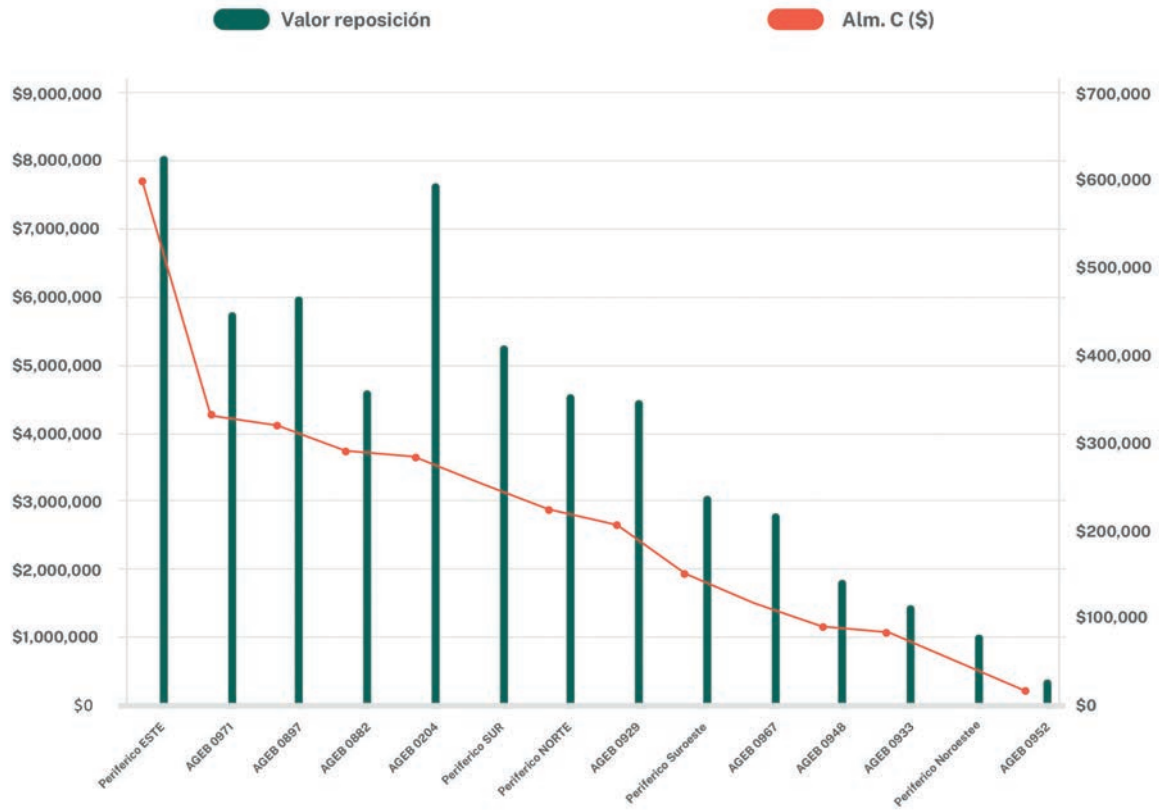


Figura 36. Valor de reposición y por almacenamiento de Carbono.

En las **figuras 37 y 38**, se decidió incluir el tamaño del parque o vialidad para que el lector tenga una referencia y se ordenaron ascendentemente por IA. En ambos casos el diferencial del más bajo al más alto para los parques y vialidades es de 5, es decir los parques con IA más bajo apenas tienen un 1/5 o un 20% del área con mayor valor de IA. Por ser áreas similares, esto significa que entonces es posible mejorar hasta un 80% la situación de las áreas en malas condiciones. En algunos casos esto será posible, en otros probablemente no, pero para eso hay que hacer análisis individuales y determinar las limitaciones una por una para ver cómo solucionarlas. Para esto es que, los planos con la ubicación y las características del arbolado, y junto con una lista de precios unitarios por trabajo, rápidamente se elabore un presupuesto para la ejecución. Para definir el costo hay que decidir primero, en función a cómo se va a realizar; si se va a contratar el trabajo con una empresa externa o a realizar con una cuadrilla propia ya que puede existir hasta un 50-80% de diferencia entre las dos opciones.



Figura 37 Índice Arbóreo y componentes en vialidades.

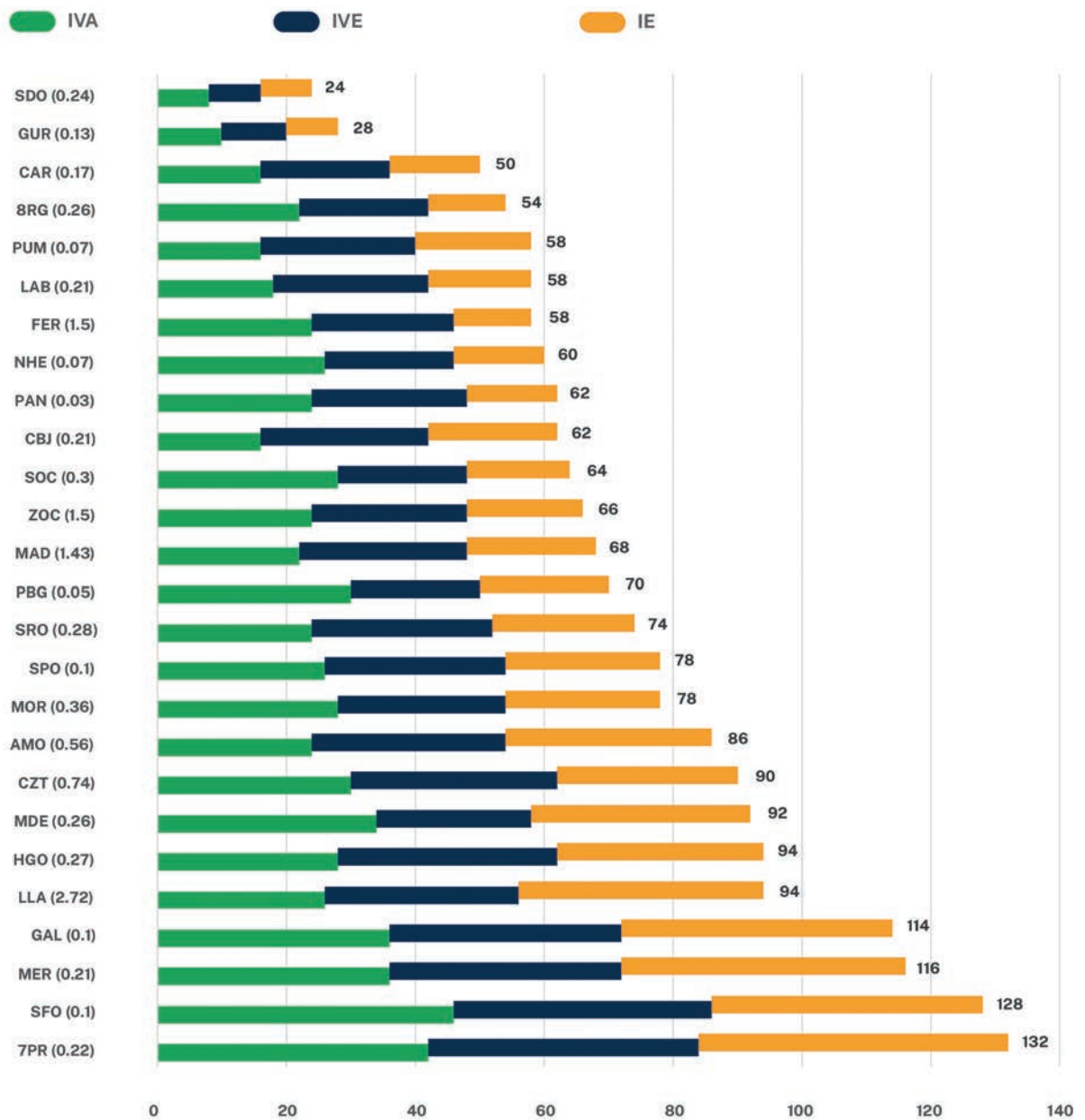


Figura 38 Índice Arbóreo y componentes en parques.

Este comparativo de desempeño de los parques/vialidades, nos permite jerarquizar las áreas a atender para ir logrando justicia ambiental y reducir la diferencia entre los de pobre desempeño y los de mejor. Por ejemplo, si tomamos el porcentaje del IA promedio como el punto para dividir las áreas entre pobres y mejores tenemos 11 parques y 7 vialidades sobre el promedio y 15 parques y 7 vialidades bajo el promedio **figura 39**.

Con esta división, por ejemplo, si fuéramos a sustituir los árboles muertos retirados y los de alto riesgo y en malas condiciones, podríamos establecer dividir en dos años los trabajos, iniciando por las áreas de pobre desempeño. Este ejemplo se elaborará más adelante cuando se discuta sobre el programa de reforestación que es también necesario iniciar.

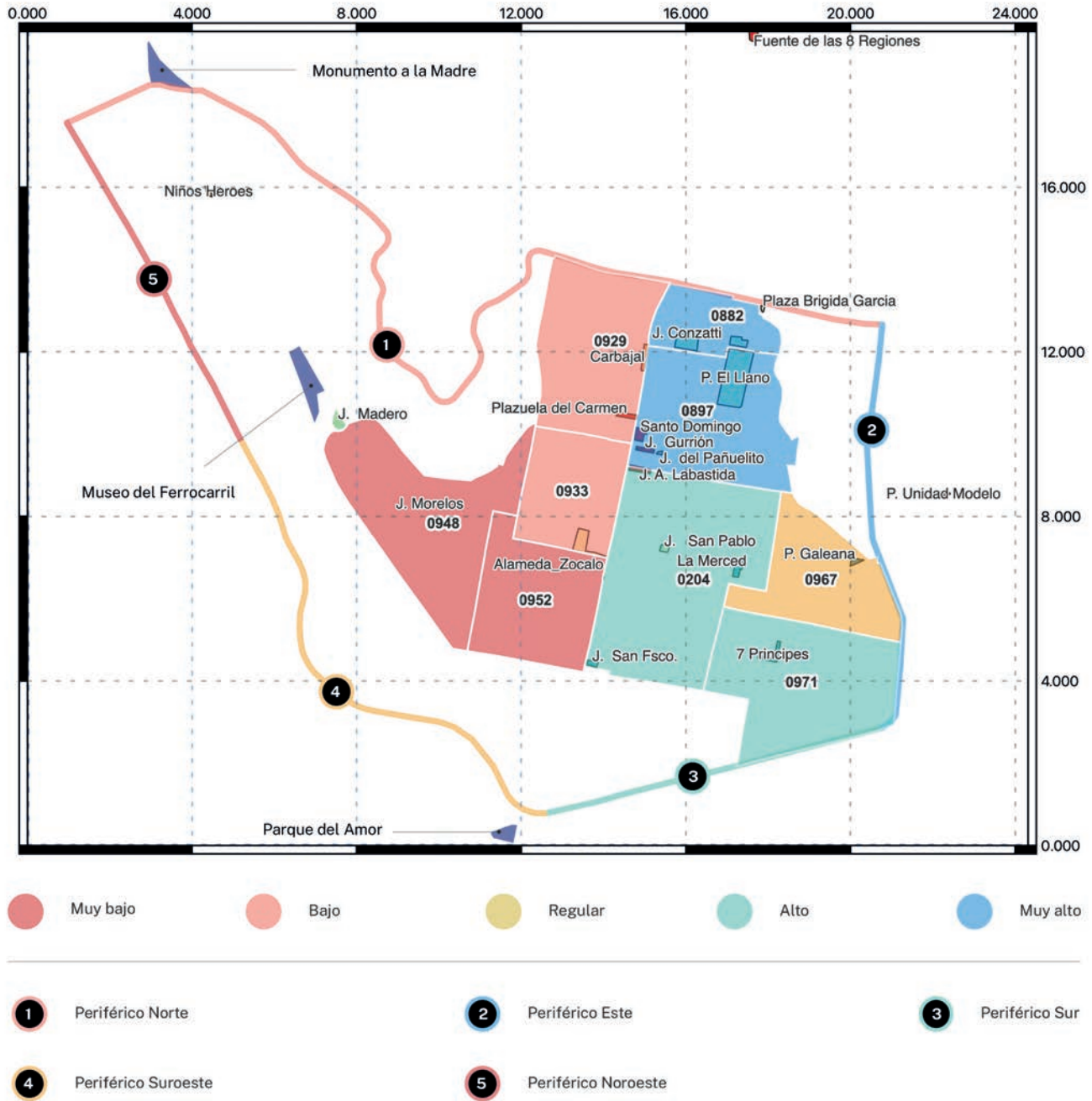


Figura 39. Categorización de los estratos por índice arbóreo.



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024

IX

ESTRATEGIAS DE
IMPLEMENTACIÓN

**Secretaría de
Medio Ambiente y Cambio Climático**



Programas potenciales

1. Seguridad

El primer programa que se recomienda implementar es uno de “seguridad”. Se encontraron:

103 árboles muertos

32 en parques y jardines y 71 en vialidades
(anexo 01)

los cuales se recomienda retirar, en primer lugar porque algunos presentan un riesgo a la población y en segundo lugar porque dan una muy mala imagen. Los árboles muertos sugieren descuido y falta interés por lo que su eliminación debe considerarse urgente. El listado de árboles muertos indica cuáles son y se pueden ubicar en los planos. Por otro lado, la eliminación debe ser profesional en el sentido de que hay que eliminar incluso el tocón y aprovechar para hacer una preparación de sitio para la reposición con otro árbol que sea bien seleccionado en base a los siguientes criterios:

- 01** Especie, de preferencia nativa, con buen servicio ambiental (ver anexo 02).
- 02** Seleccionando planta grande de excelente calidad e incluir tutores si es necesario.
- 03** Programando manejo y cuidado, riegos si es necesario y eliminación de ramas mal estructuradas o muy bajas, etc.



Casuarina muy dañada. Parque Galeana.



Árbol que requiere retiro. Parque Galeana.

Adicionalmente a estos árboles muertos hay que también eliminar los 8 árboles que tienen un riesgo muy alto de la lista de los 25 analizados, y también sustituirlos. El argumento es sencillo de sostener, pero también es muy importante que los otros 17 reciban un análisis profundo, vía tomografía o con un resistógrafo, para determinar si no hay alguno que tenga que ser removido.

2. Replantación

Para dejar claro que la reforestación o replantación de árboles urbanos es una labor indispensable y necesaria en el manejo de la infraestructura verde, una herramienta del i-Tree que corre bajo la pestaña de *Pronóstico*, en el software instalado donde se cargan los datos para enviar a analizar y se descargan los reportes para verlos. Esta función de pronóstico utiliza las condiciones del arbolado, específicamente la de condición del individuo, y de acuerdo con esta condición se establece una tasa de mortalidad que simula el comportamiento de la población a lo largo del tiempo. Como factores aleatorios que afectan negativamente a la población están eventos extremos⁵ y también modificaciones a las tasas de mortalidad. Y por supuesto, el factor que afecta positivamente a la población es la reforestación que se establece indicando la cantidad y el tamaño de los árboles a plantar.



Palma que requiere retiro. Periférico



Árbol que requiere retiro. Parque El Llano

5 Como pueden ser brotes de plagas y eventos meteorológicos como tormentas o huracanes.

La **figura 40** muestra el comportamiento esperado para la población de árboles en función a los datos del cuadro de debajo, con las mortalidades indicadas y sin ninguna replantación ni evento extremo, es decir es un escenario base donde se puede ver que si no se hace nada en lo referente a reforestación la población, con las tasas de mortalidad especificadas, más otra que se incluyó del 10% anual a las palmas por la enfermedad que ya está presente, a dónde puede llegar el arbolado y en qué tiempo.

	Número de años pronosticados	20
Mortalidad anual base para	Días del año sin helada	283
	1. Árboles saludables	3%
	2. Árboles enfermos	6%
	3. Árboles muriendo	10%

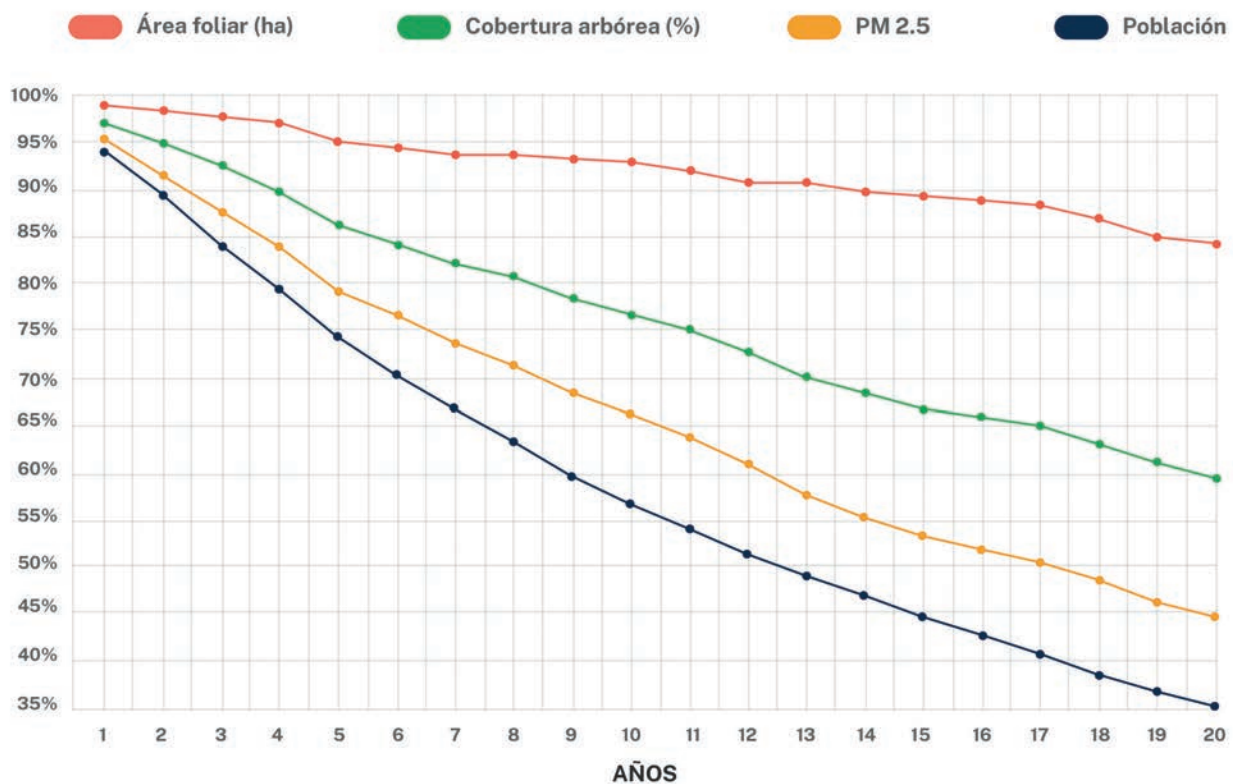


Figura 40. Escenario base de la población y sus parámetros sin replantación.

En las condiciones antes descritas y con las tasas de mortalidad indicadas y aplicadas según la condición de cada uno de los árboles censados, en la figura 40, se ve que el número de árboles se reducirá en 25% en 5 años y a la mitad en 12 años.

Las disminuciones no son iguales para área foliar (AF) ni cobertura ni la capacidad de fijación de $PM_{2.5}$ y esto es debido a que, aunque mueren árboles los demás siguen creciendo y aunque no compensan la pérdida de un individuo, hacen que los decrementos anuales no sean a la misma tasa. Por ejemplo el área foliar es la menos afectada debido a que su crecimiento en el árbol es volumétricamente, es decir en los 3 ejes, mientras que la cobertura por otro lado es en un plano y solo es en dos ejes.

La herramienta de *Pronóstico* del i-Tree genera 21 reportes sobre la población de composición y estructura y 11 de BA. Esto permite ver el comportamiento con diferentes parámetros y según qué tanto tengamos claras las tasas de mortalidad, los resultados serán más precisos. De cualquier manera, nos permite realizar diferentes escenarios, los cuales deben de correrse bajo condiciones lo más realistas posibles y, mientras no estén muy claras las tasas de mortalidad, intentar con escenarios extremos para crear una conciencia. Lo recomendable para el uso de esta herramienta es llevarlo a cabo en una sesión o taller donde participen actores involucrados en el manejo del arbolado y que tengan poder de decisión en cuanto a recursos a destinar a los programas de reforestación ya que la plantación de arbolado nuevo, bien hecho, requiere de niveles de inversión muy importantes, y básicamente, los alcances dependen del recurso con el que se cuente.

Como ya se mencionó anteriormente, se deben de seguir las mejores prácticas de silvicultura urbana para replantación. Estas prácticas incluyen la correcta preparación de sitio, si es de reposición de árbol derribado, se debe retirar el tocón y revisar bien el sitio (Dirección de Medio Ambiente & Gobierno de Guadalajara, 2018 pág. 78) para drenaje y condiciones químico-biológicas del suelo.⁶ Incluso se deben de considerar el uso de estructuras de soporte, si el sitio va a tener mucho

6 Materia orgánica, ph, conductividad, etc.

paso de peatones y cemento permeable para que el árbol pueda llevar a cabo su servicio de reducción de escurrimiento. Por otro lado, ahora que ya conocemos el Beneficio Ambiental del arbolado y las especies que se siembran o que existen en el centro histórico y en las vialidades censadas, el i-Tree maneja una opción de recomendaciones de especies (Anexo 07) en la cual se pueden establecer ciertas condiciones y i-Tree sugiere especies. Esta opción considera, en primera instancia, especies ideales para la zona de rusticidad, es decir para la zona de temperatura de Oaxaca, y en segundo nos da una lista de hasta 600 especies dividida en grupos de 60 para formar 10 grupos en orden descendente de capacidad de servicio ambiental. De la lista de 600 posibles se realizó un cruce con las 121 especies encontradas y se extrajo la siguiente lista con 47 especies de mayor a menor servicio ambiental potencial que se pueden utilizar con ese fin. Se recomienda seleccionar al menos de los primeros 5 grupos, ya que incluso en esta lista está el eucalipto, pero dentro de la última opción.

Guaje, Calzada de la República



Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Aguacate	Toronja, pomelo	Nanche dulce	Árbol orquídea	Torote
Paraíso	Mandarino	Árbol salchicha	Anacahuita	Palo mulato
Níspero	Guanábana	Coatecomate	Ceiba	Almendra
Limón	Saramuyo	Jícama		
Naranja agria	Jacaranda	Tulipán africano		
.	Chirimoya	Laurel de la India		
.	Calaverita	Macuil, palo de rosa		
.	Tabachín	Árbol trompeta del Caribe		
.	Nance			
Columnal	Grupo 7	Grupo 8	Grupo 9	Resto
.	Guaje	Guamúchil	Mezquite	Eucalipto
.	Junco, retama	Aceituno, negrito	Pirul	Casuarina
.	Trueno	Framboyán	Mango	
.	Sangre de Líbano	Coralito	Pipe, jaboncillo	
.	Hueso de dragón	Cedro panteonero	Cirueta, jocote	
.	Noche buena silvestre		Lluvia de oro	

Cuadro 10. Especies recomendadas por i-Tree Species por su BA potencial de mayor a menor.

Como se puede ver en el **cuadro 10**, los cítricos tienen una buena capacidad de **Beneficio Ambiental**, y aunque el laurel de la India también, por su tipo de madera, velocidad de crecimiento y follaje, hay que tener otras consideraciones presentes antes de su elección para reforestación.

El **guaje y guamúchil** están en los grupos menos eficientes, pero en condiciones de sitios de alto estrés, su capacidad de sobrevivencia los puede hacer deseables.



Casuarina. Jardín Conzatti

Como ejemplo del impacto de llevar a cabo los dos programas antes mencionados, seguridad; con la remoción de árboles muertos y de riesgo (499 en total) en todas las áreas. Esto se debe de realizar en dos años. Primero en las áreas de mal desempeño (con 211 árboles) y al año siguiente las de buen desempeño (con 288 árboles). Podemos realizar un pronóstico de lo que sucedería con el Beneficio Ambiental del arbolado y compararlo con la corrida base.

Si elegimos especies de alto desempeño ambiental como las listadas en el **cuadro 13** y seleccionamos individuos de un diámetro de 10 cm, con alturas entre 2-3 m, y se establece como parte del programa, tutores donde sea necesario, podas y riego en el 2º y 3er año, estamos hablando de aproximadamente un presupuesto de un millón de pesos para planta, siembra, y cuidado por dos años aproximadamente. La reposición es básicamente de un 10% de la población de las áreas y con esta información una vez capturados los datos se puede realizar una corrida con el i-Tree/Pronóstico para determinar qué sucede con el Beneficio Ambiental.

Parque	Cantidad	Vialidad	Cantidad 2
Monumento a la Madre	11	Periférico Suroeste	45
Jardín Santa Rosa	8	Periférico Norte	42
Plazuela del Carmen	6	AGEB 0929	31
Alameda-Zócalo	4	AGEB 0948	18
Jardín Labastida	3	Periférico Noroeste	14
Museo del Ferrocarril	3	AGEB 0933	12
Carbajal	1	AGEB 0952	10
Fuente 8 Regiones	1	Subtotal año 01	172
Parque Unidad Modelo	1	Periférico Este	46
Santo Domingo	1	AGEB 0897	36
Subtotal año 01	39	AGEB 0971	32
Parque del Amor	27	Periférico Sur	26
El Llano	24	AGEB 0204	24
Jardín Conzattl	9	AGEB 0967	20
Hidalgo	7	AGEB 0882	18
Jardín Madero	6	Subtotal año 02	202
Jardín San Pablo	5	Gran total vialidades	374
7 Príncipes	2		
Jardín Morelos	2		
Parque Galeana	2		
Jardín San Francisco	1		
La Merced	1		
Subtotal año 02	86		
Gran total parques y jardines	125		

Cuadro 11. Programa de sustitución de árboles muertos y de riesgo por vialidad y año.

Las **figuras 41 a 44** muestran el impacto en la población, cobertura y área foliar y en la capacidad de fijación de $PM_{2.5}$ entre el pronóstico base sin reposición o plantación de árboles nuevos y con una reposición de un 10% por árboles muertos retirados y los de alto riesgo por cada estrato. El parámetro que más se beneficia con la reforestación es el de área foliar ya que al sembrar árboles de 10 cm de DAP estos en poco tiempo crecen y ya están contribuyendo. Con el incremento en capacidad de fijación de $PM_{2.5}$ en 5 años se paga o amortiza el costo estimado de un millón como se puede ver en la **figura 44**.

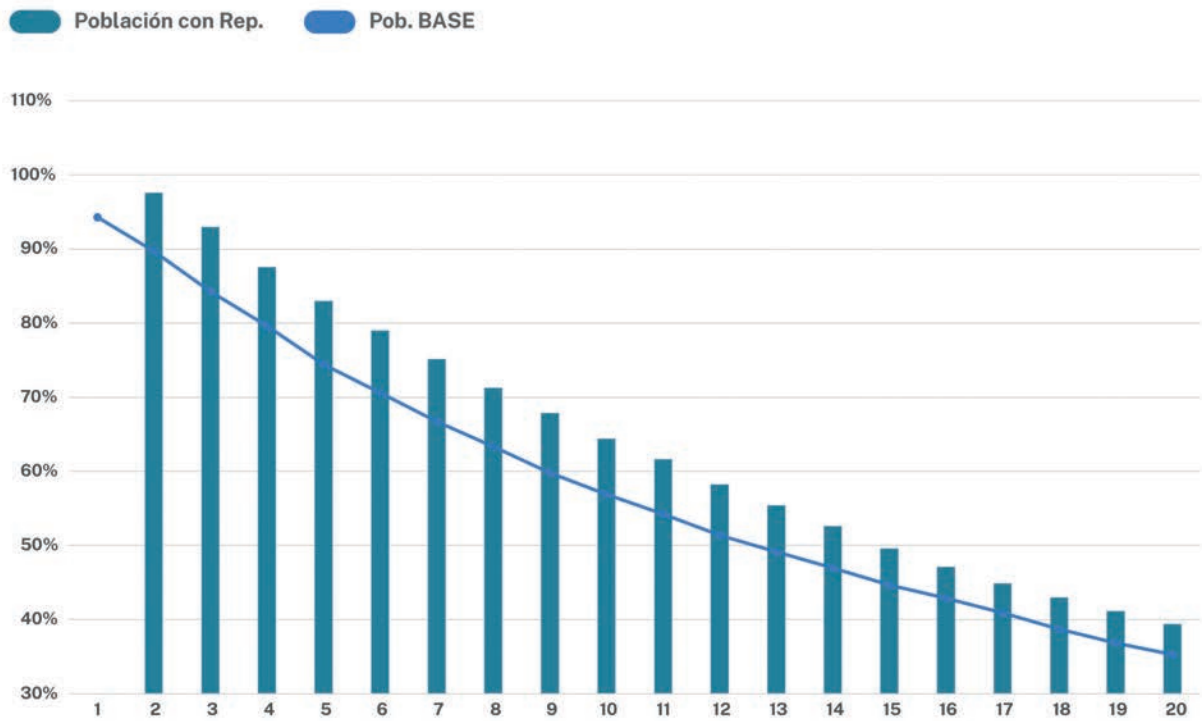


Figura 41. Pronóstico de la población a 20 años con replantación.

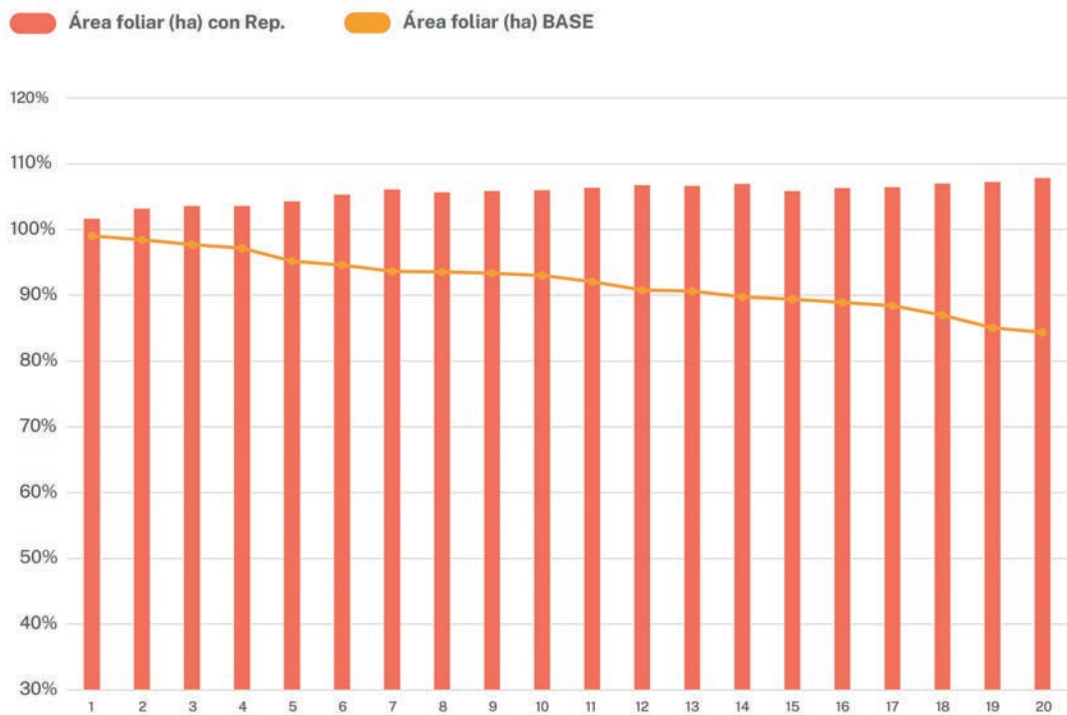


Figura 42. Pronóstico del área foliar con repoblación.

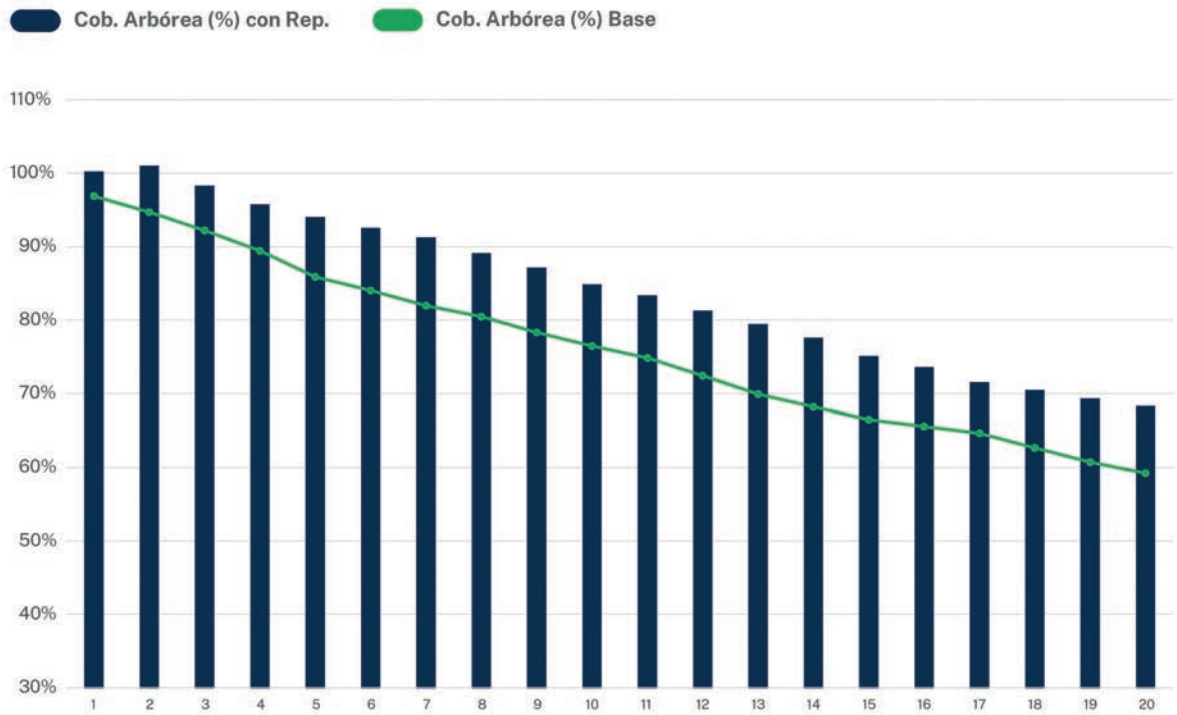


Figura 43. Pronóstico de Cobertura Arbórea con reposición de árboles muertos y de riesgo.

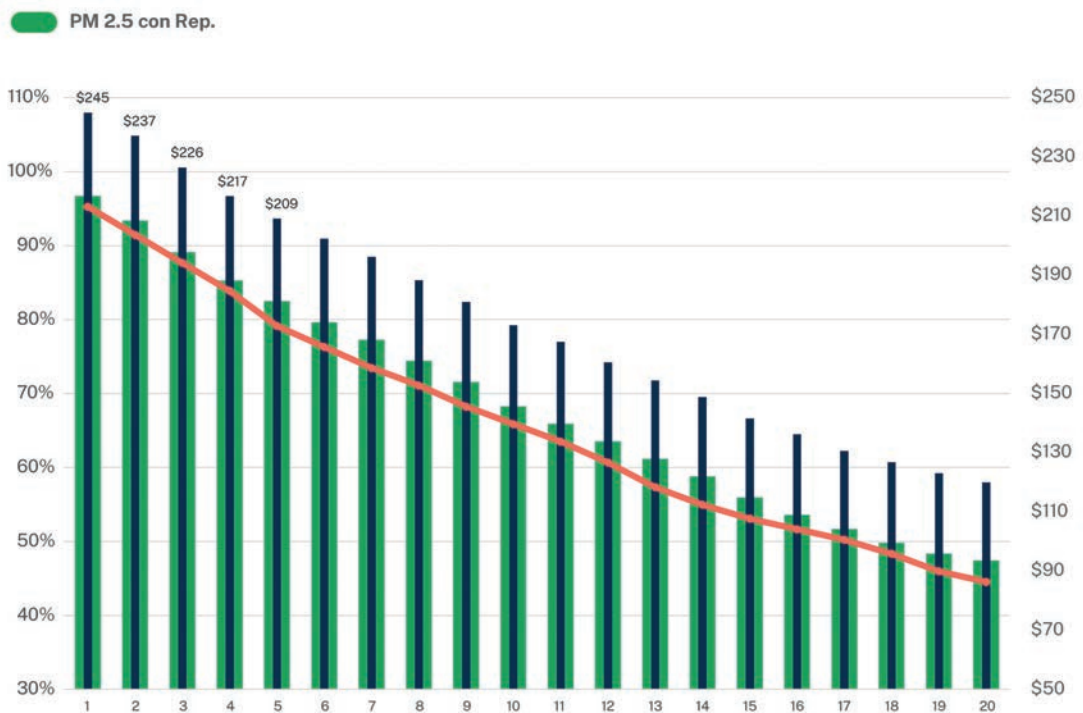


Figura 44. Pronóstico de la eliminación de contaminantes con repoblación.

Por otro lado, la población se retrasa dos años en llegar a la marca del 50% lo cual es una ventaja. De este ejercicio podemos deducir que por un lado, es necesaria la reposición de árboles muertos para aprovechar el espacio. Adicionalmente, hay que tratar de replantar todos los años, al menos lo de la tasa de mortalidad natural que va eliminando y los árboles que la comunidad solicita se retiren, que ya vimos no son pocos, y los que por su crecimiento natural se convierten en un riesgo.

La reforestación también debe ir encaminada a solucionar un problema de injusticia ambiental, ya que si observamos en la **figura 45**, hay numerosas áreas sin arbolado. Como se mencionó anteriormente pareciera que la reforestación del 2006 financiada por la Fundación Harp⁷, iniciara por el norte y centro del centro histórico y se detuviera en el sur y hacia los costados ya que las AGEB 952, 948 967 y 971 tienen zonas sin árboles.

Parque La Merced



7 Lic. Jorge Bueno Comunicación Personal.

Lo más recomendable para realizar las reforestaciones es que la Secretaría de Medio Ambiente cuente con su propia fuente de planta de calidad. El vivero municipal hoy en día no cuenta con las condiciones para la producción de planta de tamaño recomendable para la sustitución de árboles muertos y de riesgo ya que se ocupa planta grande y de las especies mencionadas en el **cuadro 8** de preferencia. En la visita realizada se observó solo planta chica, ya enraizada en el piso, es decir ya había traspasado la bolsa de plástico y bajo esas condiciones no es recomendable utilizarla. Se requiere de una renovación completa del vivero y producir planta mucho más grande en contenedores especializados que aseguren una buena producción de raíces, que no sean tan pesados para facilitar el transporte y trasplante y cuidar mucho la sanidad de las plantas con sistema de riego automatizado.



Figura 45. Ubicación de los árboles en las áreas censadas.

En el ITVO se llevan a cabo para la graduación de los alumnos, memorias de residencia profesional y afortunadamente se tienen unos inventarios en varios parques realizados ya hace 13-16 años que nos sirven para analizar los cambios que se han llevado a cabo. El cuadro 12 presenta los resultados más relevantes de cada estudio, la población existente en ese año y el número de especies encontradas.

El estudio más reciente tiene solo 3 años y en este tiempo en el Museo del Ferrocarril disminuyó su población, aunque aumentó el número de especies **figura 46**. En todos los parques el número de especies siempre se incrementó, siendo el de mayor incremento el Jardín Carbajal, donde de tan solo 5 especies en 2009 hoy en día hay 19. Adicionalmente en este Jardín dos especies de las que había, álamo y eucalipto, ya no están. Con esta información y ejemplo, hay que seguir con esta tendencia solamente haciendo énfasis en introducir especies más efectivas en cuanto Beneficio Ambiental se refiere. No se encontró información del proceso de “diseño” o reforestación de los parques, por lo que también se recomienda reglamentarlo y sistematizarlo para que además sea registrado y se cuente con un historial de siembras para un mejor manejo.

Autor	Parque/Jardín	Pob.	Especies
(Jarquín F, 2004)	El Llano	389	40
(Coronel, 2006)	Madero	38	10
	Morelos	54	17
(Gonzales, 2006)	Jardín Conzatti	188	21
(Terrones G., 2007)	San Pablo	23	5
	San Francisco	6	3
	Hidalgo	50	10
(Ruiz H, 2007)	Jardín Labastida	34	11
	Carbajal	44	5
	Galeana	12	9
(López S., 2010)	Monumento a la madre	117	21
(Pérez Ch., 2017)	Museo del ferrocarril	161	27

Cuadro 12. Reportes por estudiantes sobre poblaciones de árboles en varios parques de Oaxaca.

PARQUE (AÑOS DE DIFERENCIA CON 2022)

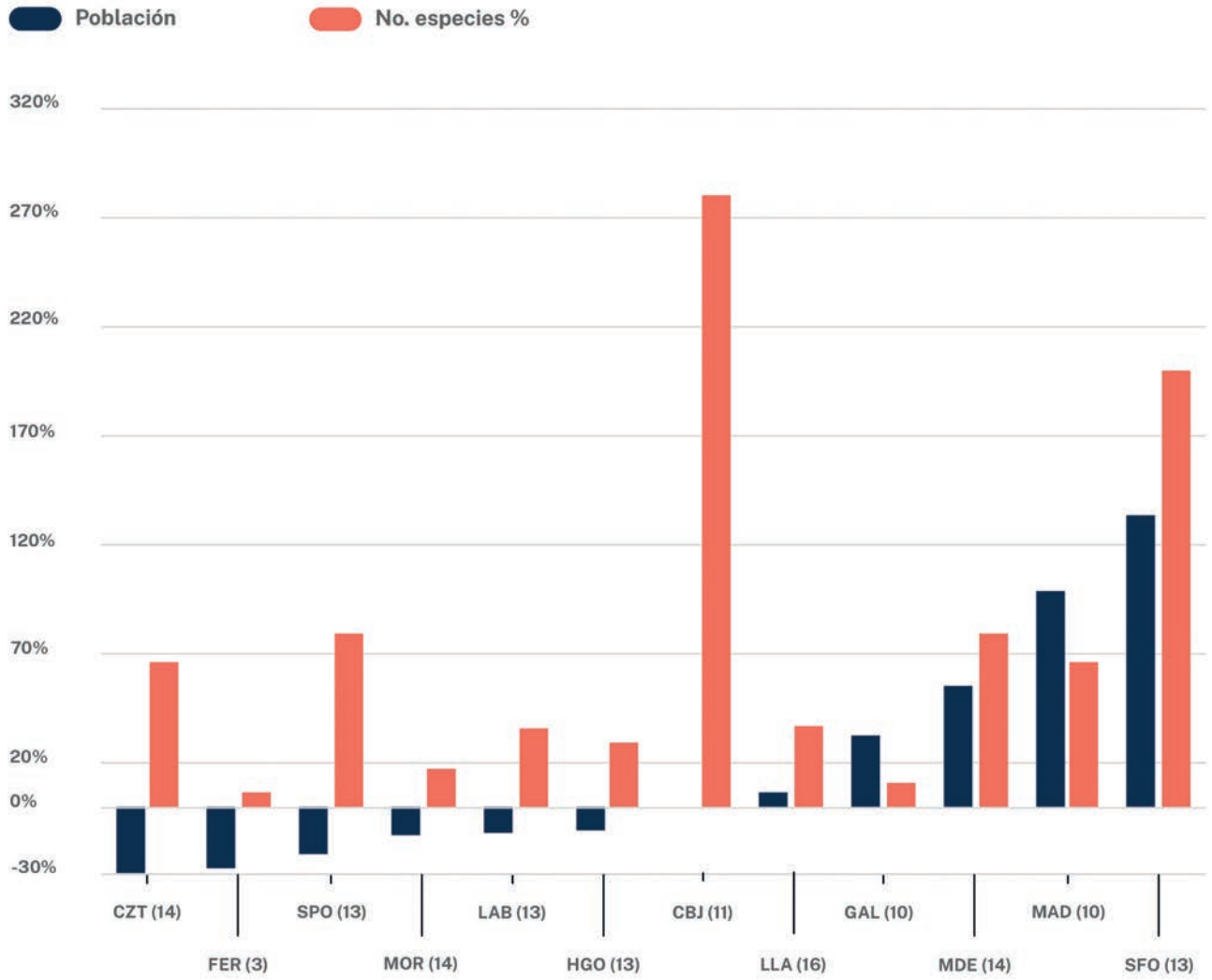


Figura 46. Cambios en número de árboles y especies en parques.



Árbol con muérdago, , Calzada de la República

3. Mejora y manejo del arbolado

El programa de mejora y manejo del arbolado tiene como finalidad principal mantenerlo SANO, SIN CONFLICTOS Y DESARROLLÁNDOSE NORMALMENTE. Todo con el propósito primordial de aumentar el canope o follaje, porque como se mencionó anteriormente, ese es el lugar donde se llevan a cabo casi todos los servicios ambientales. Solamente el de promoción de la infiltración y reducción de escorrentía se lleva a cabo en el área de las raíces, aunque las hojas también juegan un papel importante en la intercepción y reducción de velocidad de las gotas de lluvia. Existe un importante acervo bibliográfico de prácticas de silvicultura urbanas que se recomienda revisar como el Manual de poda de Eguiluz (2000), para complementar este inciso y que no es propósito de este estudio repetir.

Como se puede apreciar en la **figura 47**, la correlación entre el área foliar medida ya sea en hectáreas para poblaciones grandes o m² para árboles individuales, que muestran los datos de todos los 4,859 árboles del censo con su beneficio ambiental es altamente significativo al valor monetario total de beneficio ambiental anual que provee. Es por esto por lo que hay que cuidar y proteger al arbolado. Una consecuencia directa también es que se reduce la tasa de mortalidad, ya que al contar con más follaje, la condición de copa mejora y la tasa de mortalidad disminuye bastante.



Árbol con muérdago, Jardín El Llano

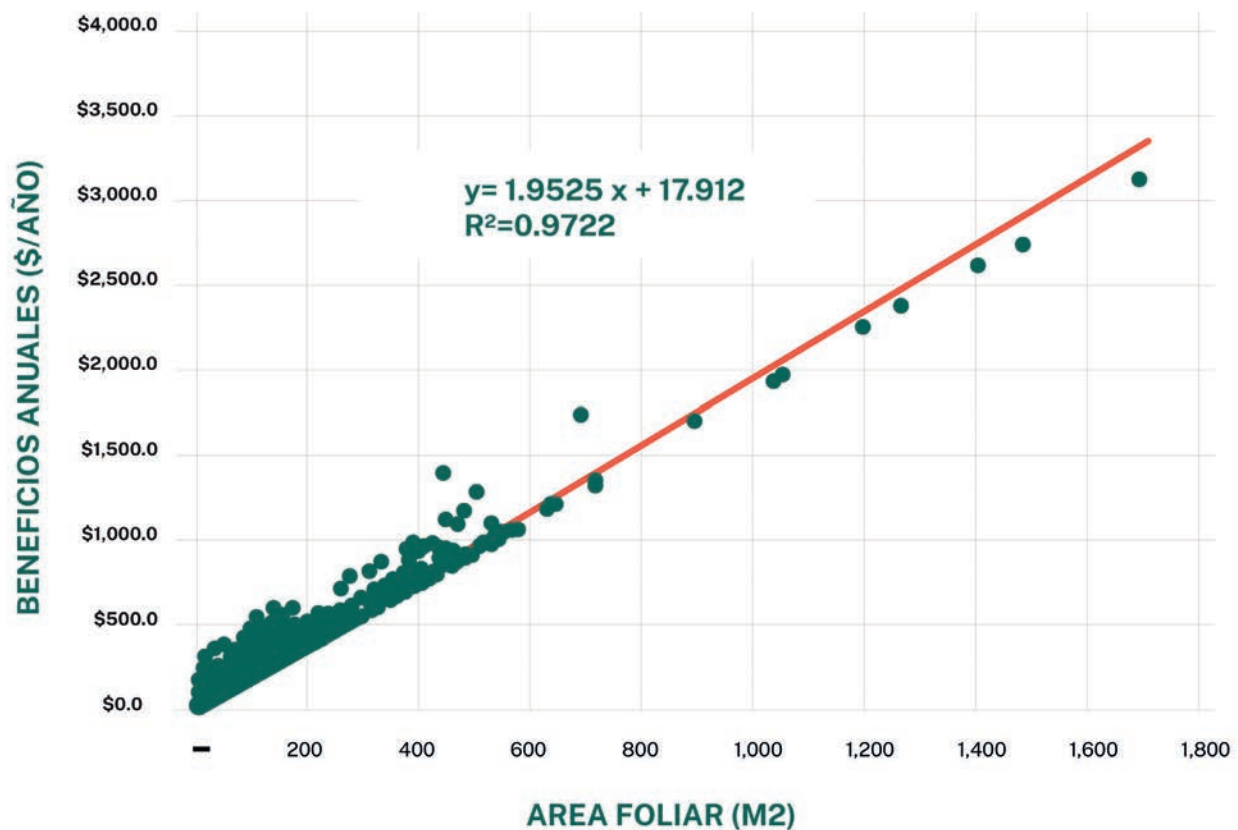


Figura 47. Relación del Área Foliar con los beneficios anuales de los árboles.

El programa de mejora debe de realizarse con personal propio que constantemente esté vigilando todo el arbolado de la ciudad. Este personal deberá tener dos cosas básicas: (1) Equipo y recursos adecuados para movilizarse y realizar sus actividades y (2) capacitación constante para realizar los trabajos con estricto apego a las mejores prácticas de manejo de arbolado. Deberán tener un soporte informático para el seguimiento de las labores que al mismo tiempo les permita llevar registros históricos que aumenten el acervo de información de tan importante recurso, sin interrupción por cuestiones administrativas.

El “elevar” conceptualmente el arbolado a “Infraestructura Verde” debe ser una prioridad dentro de la línea de educación propuesta al principio. Las implicaciones prácticas son muy importantes y definitivas para la implementación de las acciones propuestas.



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024



ACCIONES



Jardín Alameda-Zócalo

Partiendo entonces de la visión propuesta y en consideración a las líneas de trabajo definidas en el catálogo de acciones necesarias para satisfacer las metas en los plazos establecidos, las recomendaciones se resumen en nueve programas. Estos programas provienen de cada una de las tres estrategias de implementación que se definieron y que los datos del arbolado soportan y señalan como las más urgentes y necesarias para revertir el bajo nivel de servicio ambiental y darle un giro a la tendencia descendente que tiene la calidad del canope del arbolado del centro histórico.




			
Líneas	<p>EDUCACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crear conciencia • Incrementar participación 	<p>MANEJO DEL ARBOLADO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejorar condiciones • Aumentar números 	<p>FINANCIAMIENTO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equipar personal • Proveer recursos
Metas	<p>Corto plazo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retiro árboles muertos • Supervisión riesgo • Reforestación • Mejora de parques 	<p>Mediano plazo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducción muérdago • Modernizar atn. público • Incrementar 8% cobertura • Disminuir inequidad a 20% • Reducir diferencias de IA • Sistema de evaluación 	<p>Largo plazo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Departamento arbolado • Base de datos IV • Reducir a 20% especies introducidas • Fuente de planta de calidad
Programas	<p>Seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recuperación de espacios • Reducción de riesgos • Rejuvenecimiento de áreas 	<p>Replantación y crecimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Re-ingeniería de vivero • Plantación de espacios liberados • Programa a 5 años de reforestación 	<p>Mantenimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de equipos • Contratación personal • Formación de cuadrilla de arbolado

Figura 48. Integración de conceptos en la planeación de actividades.



Reducción de riesgos, Jardín 7 príncipes

Los nueve programas se listan en la última fila de la **figura 48**. Con este catálogo de acciones, el objetivo es que se apliquen a todos y cada uno de los estratos-vialidad-parque basándose en la información de los planos y hoja de datos de los árboles censados. Cuatro de los nueve planes aplican para la Secretaría de Medio Ambiente y Cambio Climático y son: (1) la re-ingeniería del vivero, y (2) la adquisición de equipos de mantenimiento y todo lo relacionado a la (3 y 4) formación de la cuadrilla que lo estaría ejecutando. Cualquier acción o programa debe de realizarse utilizando las mejores prácticas arborícolas de manejo, siguiendo los protocolos de seguridad, sanidad y ejecución con el equipo y un conocimiento adecuado de lo que se está haciendo, sobre todo en el tema de podas.

El **cuadro 13** muestra el cronograma del mejor momento en que se deberían ejecutar las acciones listadas. Por ejemplo, la recuperación de espacios básicamente se refiere al retiro de árboles muertos y de alto riesgo, pero como se mencionó debe ser incluyendo el tocón y sobre todo una preparación de la cepa para recibir en época de lluvia el árbol que vaya a ocupar ese lugar. Actualmente, el problema es que no se cuenta con la herramienta para destocoar ni el personal, por lo que esta actividad está contemplada para el año 1 y los trimestres 1 y 2. Por otro lado, la re-ingeniería del vivero se propone iniciar a la brevedad y se le está dando un plazo de un año para completar. El rejuvenecimiento de áreas, que implica trabajos de poda, mantenimiento, mejora de sitio, etc. se contempla hasta el año 2 ya que antes está la adquisición de equipos, contratación, y formación de la cuadrilla.

Línea	Meta	Programa	Acción	A1 T1	A1 T2	A1 T3	A1 T4	A2 T1	A2 T2	A2 T3	A2 T4
M	C	S	Recuperación de espacios	1	F						
M	C	S	Reducción de riesgos								
M	ME	S	Rejuvenecimiento de áreas								
E	ME	RC	Re-ingeniería de vivero								
M	C	RC	Plantación de espacios liberados								
M	ME	RC	Programa a 5 años de reforestación								
F	C	Mt	Adquisición de equipos								
F	C	Mt	Contratación personal								
F	C	Mt	Formación de cuadrilla de arbolado								

Cuadro 13. Cronograma de ejecución por trimestre para las acciones a ejecutar.



Reducción de riesgos

Como no es posible realizar todas las actividades en las 40 áreas o estratos definidos en los tiempos estipulados, el proceso se debe seguir de acuerdo con los recursos que se cuenten. Dar la prioridad, por razón de equidad, oportunidad y/o necesidad y determinando lo anterior se puede realizar el cronograma y presupuesto⁸ para cada sitio. No tiene ningún sentido hacer planes detallados, por el tiempo que requieren, si no se pueden realizar en un periodo cercano y la razón es muy simple: lo supuestos, o los datos, sobre todo si son árboles pueden cambiar al ser seres vivos. Es decir, los árboles pueden caerse, o aumentar su nivel de riesgo y por lo tanto de necesidades. Por ejemplo, de poda o incluso llegar a requerir el derribo, que hace que el plan original cambie y por lo que los planes no se pueden hacer por anticipado a los recursos disponibles.

El proceso de realizar un plan de trabajo para un estrato, con la información generada en este estudio, es muy sencillo. Se inicia con el plano georreferenciado del área de interés **figura 49**, por ejemplo, en este caso se seleccionó la AGEB 0952 por ser la de menor calificación del índice arbóreo lo que significa que está muy atrás en su servicio ambiental de todas las demás. Sabemos que la superficie de esta AGEB es de 28 ha con aproximadamente 6,000 metros lineales de vialidades y tan solo 15 árboles. La población en las demás AGEB se encuentra alrededor de **300 árboles** así que podemos decir que a esta hay que plantarle al menos 285 para estar a los mismos niveles, se puede hacer en dos años para dividir las necesidades. Segundo paso de los 15 árboles que se tienen, la mayoría están en condición crítica por lo que hay que trabajar uno por uno y en primera instancia mejorar su sitio, realizar podas y finalmente checar sanidad.

8 Una vez definida la forma de operar si con contratistas o personal propio.

AGEB: 0952

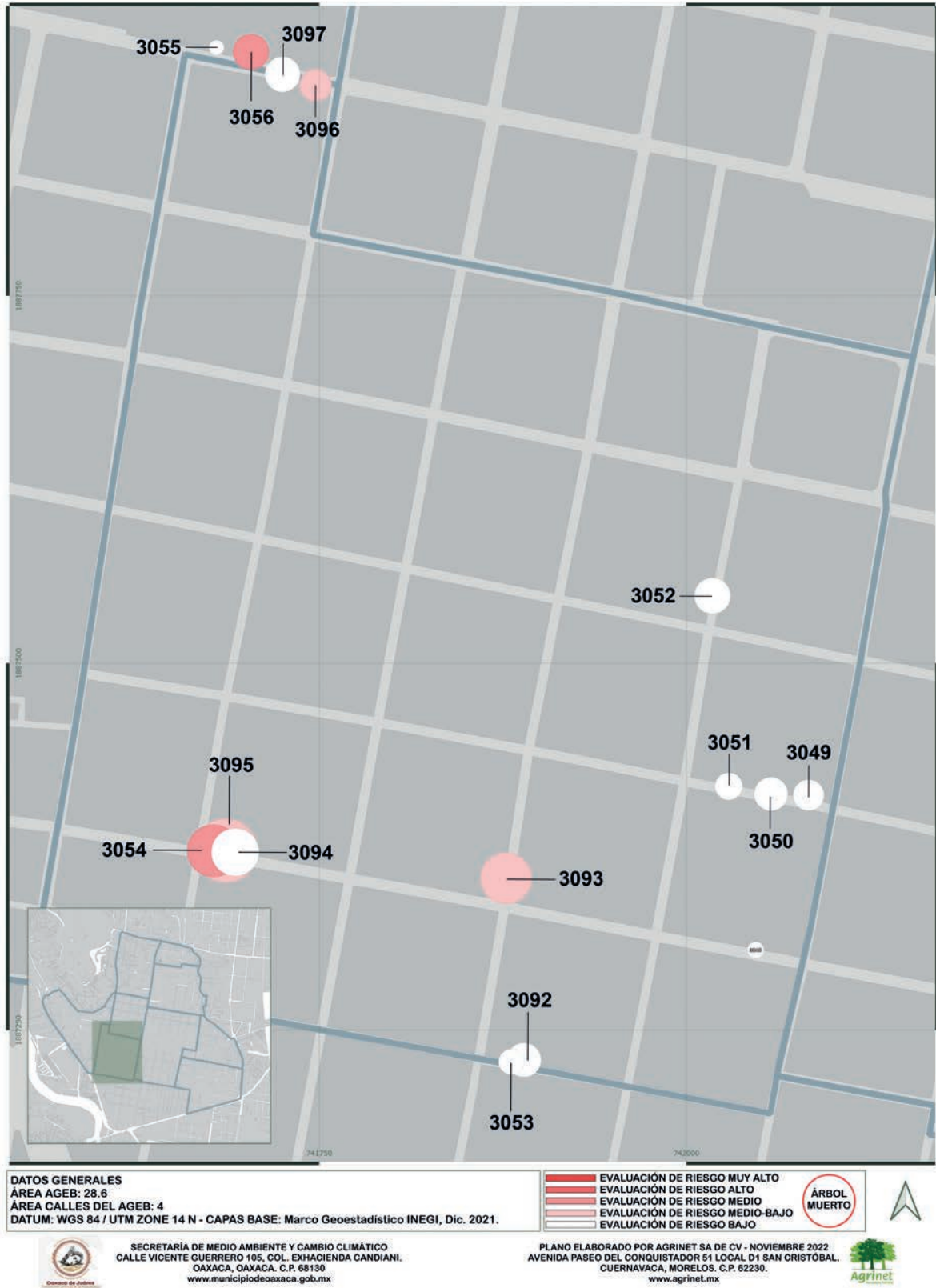


Figura 49. Plano de la AGEB 0952.

En el plano incluso se pueden identificar los sitios potenciales de plantación e irlos preparando. La plantación se debe realizar en época de lluvias y la selección de especie debe hacerse cuidadosamente para asegurar dos cosas, aumentar la biodiversidad, ya que los 15 árboles son de 6 especies y luego de revisar la fuente de la planta para un tamaño mayor a 10 cm de DAP o 2-3 m de altura para que se asegure su prendimiento y pronta incorporación al servicio ambiental.

Acción propuesta	Meta	A1 T1	A1 T2	A1 T3	A1 T4	A2 T1	A2 T2	A2 T3	A2 T4	PU (\$000)	Presupuesto (\$000)
Recuperación de espacios	N/A										
Reducción de riesgos	N/A										
Rejuvenecimiento de áreas	15	15								\$1.20	\$18.00
Plantación de espacios liberados	N/A										
Programa a 5 años de reforestación	285		150				135			\$1.50	\$427.50
Total											\$445.50

Cuadro 14. Cronograma y presupuesto para la AGEB 0952.

En esta AGEB no hay árboles muertos ni de riesgo por eso no aplican las dos primeras acciones ni la de plantación de espacios liberados. En este caso solo aplica el rejuvenecimiento de áreas, el cual se estima cueste \$1,200.00 de costos directos, y la plantación que a su vez se estima en \$1,500.00 por árbol que incluye planta y preparación de cepa, también solo costos directos. El total de inversión requerida sería de **\$445,500.00** para poblar la AGEB y poder llegar a niveles de beneficios anuales similar a la AGEB 0897 y con esto poder recuperar la inversión en 10 años aproximadamente (cuadro 14).

La **figura 50** muestra esquemáticamente cómo son el proceso, los pasos y las actividades que hay que realizar en cada punto. Este proceso, ya teniendo los precios unitarios de las actividades bien claros, se puede automatizar para su ejecución.



Figura 50. Diagrama del proceso de elaboración de un plan de trabajo para un sitio



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024

XI

SIGUIENTES PASOS

**Secretaría de
Medio Ambiente y Cambio Climático**



El siguiente paso inmediato es conocer el plan a fondo, es decir, la información que lo generó, cómo se transformó en metas y acciones, y lo que significan y los compromisos que conllevan. Como parte de esta inmersión en la información están dos talleres:



01 Un taller para conocer al i-Tree, las diferentes herramientas, i-Tree Species, Canopy, y MyTree y

02 El de elaboración de uno o dos escenarios de pronóstico de comportamiento de la población, que se mencionó en la página 16, con supuestos realistas en cuanto a las posibilidades de elaboración de un programa de reforestación.

Estos talleres son importantes para poder seguir consultando de manera digital la información e incluso poder ampliarla, corregirla y tener acceso de manera sencilla porque es una gran cantidad y es necesario tenerla en formato digital. Hay que recordar que parte de la información se encuentra en un SIG y por lo tanto es necesaria una persona capacitada para manejarla y continuar enriqueciéndola.

En seguida de la inmersión en la información van a surgir una serie de necesidades internas de personal, de capacitación, de equipo e incluso de apertura de nuevas áreas de trabajo por las responsabilidades que el presente plan implica. En este sentido hay que aprovechar la inercia del interés del cabildo para realizar el presente plan de manejo y con la información generada ampliar las capacidades de la secretaría con este fin. Se tiene entonces que decidir la estrategia de implementación del plan, sobre todo en lo que se refiere a su financiamiento y este es el factor más limitante en cuanto a la ejecución de este tipo de proyectos, por eso es importante poder transmitir el valor y ventajas del arbolado a los tomadores de decisiones.

Una vez establecida y puesta en marcha la estrategia de implementación va a ser necesaria una campaña seria y efectiva de difusión del estudio a múltiples niveles para que se logre el apoyo a su ejecución. En este sentido y de acuerdo con la literatura, un plan que NO tiene definido antes de su inicio, el cómo se va a evaluar o medir sus avances, es un plan condenado al fracaso. Sobre todo, esto es importante para programas con fondos de gobierno y otras fuentes de financiamiento que

además buscan y se apoyan en ONGs y en la comunidad, ya que proporciona transparencia y si las cosas salen bien demuestra los avances lo que proporciona satisfacción y permite al Plan tener permanencia. Esto último es de primordial importancia en proyectos de arbolados urbanos por las características de crecimiento de los árboles que por ser lenta requiere de muy largos periodos de maduración.

Con lo anterior en mente se recurrió a un autor que desarrolló un sistema de indicadores de gestión del arbolado y se adaptó a las condiciones de Oaxaca para que con 25 puntos sea posible evaluar periódicamente los avances del plan. En este sistema se identifican actividades dentro de las tres líneas de trabajo y por el momento con la elaboración del plan, aunque este aún no haya iniciado, el estado es el siguiente:

El físico matemático británico William Thomson Kelvin a finales del siglo XIX enseñaba a sus alumnos lo siguiente:

Lo que no se define no se puede medir.

Lo que no se mide no se puede mejorar.

Lo que no se mejora, se degrada siempre.

Líneas	Indicadores de un arbolado urbano sustentable	Nivel de desempleo		
		Bajo	Medio	Alto
Características del arbolado	Cobertura de canope	X		
	Distribución equitativa	X		
	Estructura poblacional del arbolado	X		
	Condición de arbolado privado			
	Condición de arbolado público	X		
	Condición de arbolado viario	X		
	Biodiversidad	X		
	Conflictos con servicios		X	
	Conflictos con aceras		X	
	Conflictos de sitio	X		
Manejo del área responsable	Inventario			X
	Evaluación del canope	X		
	Plan de manejo			X
	Plan de manejo de riesgo			X
	Plan de reforestación			X
	Mantenimiento de árboles viarios	X		
	Personal responsable y equipo	X		
	Financiamiento	X		
	Políticas de protección de árboles	X		
	Comunicación	X		
Actores participantes	Acciones comunitarias			
	Coordinación intermunicipal			
	Involucramiento de sector privado			
	Participación de empresas de servicios			
	Conciencia pública			

Figura 51. Indicadores de un arbolado urbano sustentable (Kenney et al., 2011).

En el anexo 9 se encuentra la manera de evaluar numéricamente el nivel de desempeño para su evaluación, que puede ser en 6-8-10 o 12 meses pero no más, ya se podría empezar a contabilizar y cuantitativamente medir los avances. Este sistema requiere que se preparen una serie de reportes que van más allá de solo la captura de datos y se propone su utilización por la gran cantidad de información relevante que aporta y porque no únicamente se limita a evaluar el desempeño por un incremento en el porcentaje de cobertura arbórea como muchos planes de manejo hacen (Alcaldía de Valledupar, 2017).

Un área que está pendiente de definir y de planear como acercarse y desarrollar lazos es la de relaciones con la comunidad y los principales actores del sector. Es necesario contar con su apoyo, sobre todo como se mencionó anteriormente, si se requieren de más recursos que los que actualmente se tienen para la implementación del plan y la mejora del arbolado. El primer paso puede ser la presentación del plan y compartir con todos las metas para consensuarlas y trabajar juntos hacia el mismo fin. Y es que como se puede apreciar en la **figura 52**, el financiamiento sólido es la base de toda la implementación y sin el apoyo de la sociedad las probabilidades de obtenerlo y mantenerlo son bajas.

También lo ideal es poder incluir a toda el área urbana de la ciudad para completar el inventario en todos los municipios que la conforman y entonces poder extrapolar la información y tener el panorama total del bosque urbano. Entre otras razones porque hasta entonces se podría aplicar la tabla de indicadores correctamente.

Integración de los programas, actores y necesidades para la mejora del arbolado

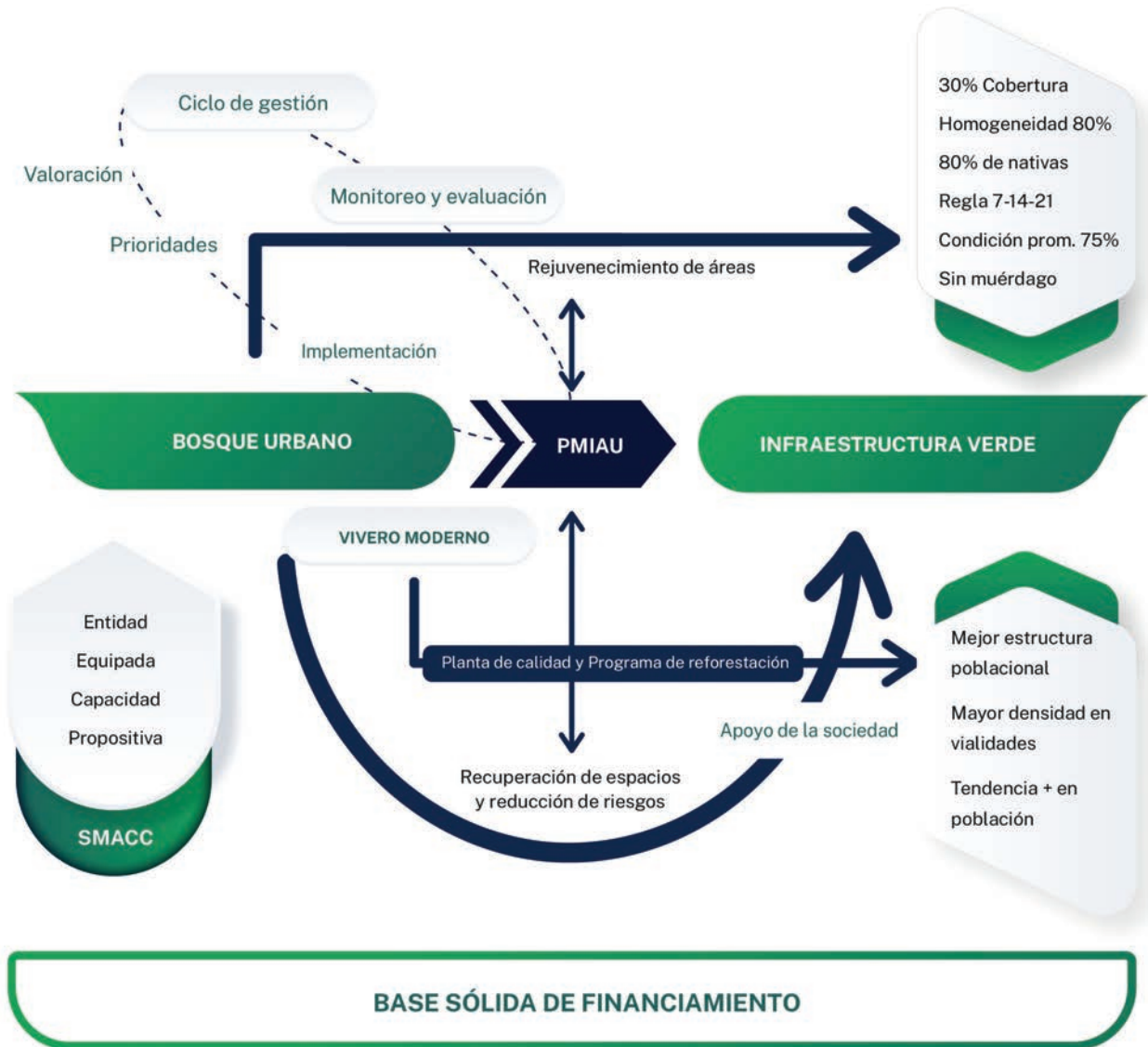


Figura 52. Integración de los programas, actores y necesidades para la mejora del arbolado.



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024

XII

EPÍLOGO

**Secretaría de
Medio Ambiente y Cambio Climático**



El objetivo de estas páginas fue presentar una “fotografía” lo más clara posible del estado del arbolado en las 91 ha censadas. Si en este momento pueden enumerar algunas características que les hayan impresionado sobre el estado o situación del arbolado se ha logrado el objetivo.

Con esta información, se definieron directrices de trabajo con tres fines principales:

- 1º Reducir los riesgos producidos por árboles maduros en situaciones complicadas.
- 2º Identificar problemas en los árboles para rejuvenecer y mejorar las condiciones de crecimiento que a su vez nos traigan mejores servicios ambientales.
- 3º Contar con la información para la toma de decisiones inteligentes en cuando a reforestación y embellecimiento del centro histórico con un enfoque sustentable, es decir con especies adaptadas de bajo mantenimiento y alta eficiencia en cuanto a fijación de contaminantes.

Con la información obtenida no solo se responde a la pregunta de dónde, con qué o cómo reforestar, sino también por qué. La máxima de arboricultura de planear siempre el “árbol correcto en el lugar apropiado” adquiere un nuevo significado al añadir “por la razón correcta”.

El factor más influyente en la implementación-programación-ejecución de actividades en un plan de manejo es el financiero, y dado que este factor depende de la asignación por parte de la administración es muy importante que todos los involucrados tengan MUY claros los beneficios de un buen arbolado, ya que de que otra manera no van a apoyar la asignación de recursos. Este y otros temas son cubiertos en el presente plan para darle la robustez necesaria al momento de ir implementando y construyendo las políticas, las áreas responsables y todo lo necesario para contar con la estructura organizacional y legal que cuente con lo necesario para la implementación.

Finalmente es importante añadir que este documento es tan solo el inicio de un proceso que consiste en el manejo de seres vivos sujetos a tantas variables tan diversas que además de que hay que monitorear por razones de recursos financieros y de responsabilidad (accountability) hay que vigilar, y muy de cerca, la respuesta a nuestras acciones para tomar una decisión tan pronto como sea posible antes de que literalmente el problema crezca más allá del control.



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024

XIII

BIBLIOGRAFÍA

**Secretaría de
Medio Ambiente y Cambio Climático**



- Ajuntament de Barcelona. (2017). *ÁRBOLES PARA VIVIR Plan director del arbolado de Barcelona*.
- Alcaldía de valledupar. (2017). *Plan de Manejo de Arbolado Urbano de la ciudad de Valledupar*. USAID, 5–55.
- Borrajo M. J.M, Rastrollo G., A., Vaca Gómez, F. J. , & Nowak, D. (2016). *Valor del bosque urbano de Madrid*. https://www.itreetools.org/documents/549/Valor_Bosque_Urbano_Madrid.pdf
- Coronel, A. S. (2006). *Inventario forestal y observaciones fenológicas de las especies arbóreas en los Jardines Madero y Morelos de la ciudad de Oax. Oax.* Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.
- de la Concha D., H. (2017). *Inventario Urbano de Playa del Carmen,QR*. https://www.itreetools.org/documents/208/Inventario_Urbano_de_Playa_del_Carmen_QR.pdf
- Dirección de Medio Ambiente, & Gobierno de Guadalajara. (2018). *Manual del árbol*.
- Eguilúz, T. (2000). *Manual Técnico para la poda, derribo y trasplante de árboles y arbustos de la ciudad de México*. Secretaria de Medio Ambiente, Gob. del Distrito Federal.
- Gonzales, J. P. I. (2006). *Inventario forestal y observaciones fenológicas de los árboles en el Jardín Conzatti de la ciudad de Oax. Oax.* Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.
- Jarquín F, A. I. (2004). *Inventario y descripción morfológica de las especies arbóreas del paseo Juárez “el Llano, Oax. Oax.* Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca NO.23.
- Kenney, W. A., van Wassenauer, P. J. E., & Satel, A. L. (2011). Criteria and Indicators for Strategic Urban Forest Planning and Management. En *Arboriculture & Urban Forestry* (Vol. 37, Issue 3).
- Leff, M. (2016). *The Sustainable Urban Forest A Step-by-Step Approach*.
- López S., J. (2010). *Padrón arbóreo del Jardín monumento a la Madre de la ciudad de Oaxaca de Juárez, Oax.* Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.
- Pérez Ch., F. (2017). *Riqueza arbórea en los Jardines de la Antigua Estación del Ferrocarril: Museo Infantil de Oax. Oax.* Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.
- Ruiz H, R. G. (2007). *Inventario forestal y observaciones fenológicas de las especies arbóreas en los Jardines Labastida, El Carmen Alto, Carbajal y Galeana de La ciudad de Oax. Oax.* Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.
- Terrones G., F. (2007). *Inventario forestal y observaciones fenológicas de las especies arbóreas en los Jardines San Pablo, San Francisco e Hidalgo de Oax. Oax.* Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024

ANEXOS

Anexo 01 Información de gestión

ID	Descripción	Significado
<p>MANTENIMIENTO</p> <p>Hay que observar el árbol y lo primero que se determine que se le tiene que hacer para mejorar su condición es lo que se tiene seleccionar. Solo hay 5 tipos de trabajo que abarcan varias labores, la labor se definirá después y si el árbol esta en buenas condiciones sin problemas no hay que capturar nada. Se debe seleccionar pensando en mediano-largo plazo.</p>		
1	Corrección de arquitectura	Cuando el árbol requiera algún tipo de poda, en la labor se especificará cuál, aquí se incluyen los desmochados, mal podados
2	Riesgo (remoción)	Cuando el árbol esté muerto o presente un alto riesgo por inclinación u otro factor
3	Mejorar Sitio	Cuando se note que el árbol requiere de algún manejo como fertilización o aeración para continuar creciendo
4	Control Sanitario	Cuando tenga alguna plaga en un alto grado de incidencia y que requiera su control
5	Sustituir/Rejuvenecer	Cuando se estime que el árbol esté muy maduro y se requiera sustituir.
<p>LABOR PRIORITARIA</p> <p>Las labores son auto explanatorias y son labores de arboricultura normal que se podrían consultar en cualquier manual de arboricultura si hay duda. Tiene que ser consecuente y/o complementaria con lo seleccionado en mantenimiento. Y debe de ser la labor que sea la más urgente a realizar porque <u>la sobrevivencia del árbol depende de ello</u>. Si el árbol está bien pero requiere de varios trabajos pero que NO son urgentes no se captura NADA. En comentarios se puede añadir algo más. Si hay que remover indicar si es necesario sustituir por algún motivo.</p>		
1	Limpiar Basura	Por causas de acumulación excesiva de basura, cascajo, hojas y ramas muertas que puedan traer enfermedades.
2	Adicionar mulch	Para mejorar el sitio a través de la adición de materia orgánica al suelo.
3	Airear suelo	Se refiere a reducir la compactación es muy importante en banquetas y se puede hacer de varias maneras
4	Control fitosanitario	En árboles pequeños que requieran guías de soporte o incluso protección vs. rayos
5	Regar	Por la presencia media a alta de plagas o enfermedades
6	Trasplantar	Por situaciones de estrés, es difícil de determinar pero necesario
7	Curar heridas	Cuando el árbol tenga daños mecánicos con riesgo de infección o clavos que haya que sacar.
8	Fertilizar	Por mostrar deficiencia de algún tipo o coloración amarillenta.
9	Monitorear riesgo	Por el tamaño y sitio de plantación o por trabajos en la calle o el área de goteo que puedan debilitar al árbol
10	Podar de aclareo	Eliminación de ramas excesivas o incluso de arboles muy pegados.
11	Podar para reducción altura	En árboles que afecten servicios aéreos, cables, etc. por su altura.
12	Podar para estructura	Sobre todo con ramas con malos ángulos que tengan riesgo de quebrarse
13	Podar para Sanidad	En ramas afectadas por parásitos por ejemplo o daño de enfermedades o ramas muertas
14	Podar para elevación de copa	En árboles en banquetas cuando las ramas inicien desde muy abajo que bloqueen el paso
15	Reducir pavimento	Cuando sea necesario romper el pavimento que esta pegado al cuello del árbol.
16	Derribo sin sustitución	Cuando el árbol esté en un sitio de alto tráfico que esté estorbando y sea de riesgo.
17	Derribo con sustitución	Cuando el árbol este mal pero el sitio sea suficientemente bueno para volver a ocuparlo.
18	Incrementar permeabilidad	Cuando haya una superficie impermeable que sea necesario romper o cambiar para incrementar la permeabilidad.
19	Añadir tierra	Cuando el árbol esté creciendo sobre una laja, piedra, o tepetate compactado que le deje poca tierra para sobrevivir.
20	Tutoreo	Instalación de guías de soporte y amarres para mantener al árbol con el fuste recto durante su fase de crecimiento

Anexo 01 Información de gestión

III	CONFLICTO Con aceras	Para identificar árboles que afecten banquetas con sus raíces y considerarlo en presupuestos de mantenimiento.
1	Sin Daño	Cuando no hay ningún problema
2	Daño Parcial en aceras	Cuando existen levantamientos y daños superficiales pero que no afectan el paso o rodamiento de sillas de ruedas.
3	Daño Grave en la acera	Cuando ya el levantamiento va a requerir un mantenimiento mayor
IV	CONFLICTO Con Servicios	Cuando el problema es principalmente por cables, tuberías o cualquier otro servicio.
1	Sin problemas	No hay ningún problema pero tampoco riesgo a mediano plazo.
2	Hay servicios pero sin peligro	Cuando a mediano plazo si el árbol sigue creciendo puede llegar a existir, aunque por el momento no hay problema
3	Servicios en conflicto	Cuando ya es necesario realizar alguna acción correctiva.
V	GRADO DE DAÑO	Es una estimación del porcentaje de follaje, o tronco, afectado.
1	Incipiente < 10%	Cuando exista alguna plaga, enfermedad o planta parásita que esté dañando menos del 10 % de un árbol
2	Bajo 10-30%	Cuando el daño sea entre el 10 y 30%
3	Medio 30-50%	Cuando el daño sea entre el 30 y 50%
4	Alto 50-70%	Cuando el daño sea entre el 50 y 70%
5	MUY alto > 70%	Cuando el daño sea mayor del 70% del árbol.
VI	AGENTE CAUSAL	Para indicar qué es lo que está causando el daño antes indicado.
1	Plaga de insecto	Cuando sea cualquier tipo de insecto en fase adulta o larva
2	Enfermedad (hongo/bacteria)	La presencia de hongos en cualquiera de sus manifestaciones o estadios
3	Parásito (Muérdago)	Por plantas parásitas y muérdagos que estén presentes.
4	Climático	Daño por sequía, helada, o cualquier otro factor climático.
5	Otros (cal/mecánico)	Daños físicos de cualquier tipo, clavos, posters, golpes de auto o pintura de cal
VII	Evaluación Integral de Riesgo	En una escala del 1 (RIESGO ALTO) a 5 (SIN PROBLEMAS) Evaluar el estado general de riesgo del árbol en función a su situación, la copa, la condición del tronco, estructura y arquitectura de las ramas, si no tiene ramas con ángulos muy abiertos y con mala incursión, en general que sea un árbol robusto bien formado (sin importar el tamaño) con buena relación follaje tronco. Y de acuerdo a la matriz de riesgo por falla-impacto-consecuencia.
1	RIESGO MUY ALTO	Que obtenga valores elevados por concepto de sitio, tamaño, verticalidad, fitopatógenos >13
2	Alto	Con valores de acuerdo a la matriz de Posibilidad de falla vs Consecuencias de 10 a 12
3	Medio	Árbol en condiciones no tan graves pero con daño y riesgo medio, valores 7-8-9
4	Medio-Bajo	Probabilidad de fallo bajo pero alto en consecuencia, valores entre 4 y 6
5	Bajo	Árbol con poco daño y riesgo bajo. Valores menores a 4

Anexo 02

Matriz de evaluación integral de riesgo en función a probabilidad de falla-impacto y posibles consecuencias por efecto de sitio y condiciones árbol

Probabilidad de falla	Consecuencia	Probabilidad de impactar un objetivo			Consecuencia
	Bajo	Bajo/ALTO	Medio/MEDIO	Alto/BAJA	Alto/ALTO
Muy Alta	3	6	9	12	15
Media	2	5	8	11	14
Baja	1	4	7	10	13



Mártires de Tacubaya

Árbol de riesgo 14

1. Tamaño.
2. Inclínación sobre la calle riesgo a coches y personas.
3. Conflicto con servicios alto y por lo tanto el daño.
4. Alto daño a banqueta y seguro problemas de anclaje.
5. Probabilidad de falla medio, requiere supervisión.



Mártires de Tacubaya

Árbol de riesgo 12

1. Tamaño y estado.
2. Solo es una rama grande.
3. Objetivo, solo una barda y puerta no personas.
4. Aprenta estar muerto por lo que hay que remover.

Reporte de metadatos para:

Lugar: Oaxaca de Juarez, Oaxaca de Juarez, Oaxaca, Mexico
Proyecto: Censo Oaxaca de Juarez, Series: 2022-005, Año: 2022
Generado: 16/11/2022



i-Tree Eco v6.0.29

Proyecto creado: 25/10/2022

Lugar del proyecto: C:\Users\raizd\AGRINET Dropbox\05 Agrinet\01 Proyectos\2022\09 Oaxaca Itre IECO\Censo OAXACA 2022.ieco

El modelo YA se ejecutó

Tipo de proyecto: Inventario completo

- Proyecto: Censo Oaxaca de Juarez
- Series: 2022-005
- Año: 2022
- 4,859 árboles

Información del proyecto:

- Lugar:
 - Nation: Mexico
 - State: Oaxaca
 - Municipality: Oaxaca de Juarez
 - Place: Oaxaca de Juarez
- Leaf on day (day of year, 1 - 365, when frost ends): 51
- Leaf off day (day of year, 1 - 365, when frost begins): 335
- Frost-free days: 283
- Longitude: -96.7254502777778
- Latitude: 17.0599930555556
- Elevation: 1,542.0 (m)
- Área: 91.21 hectáreas
- Población: 255,029
- Área de estudio se trata como Urbana: Sí
- Unidades: Métrico

Detalles de la contaminación:

- Año: 2015

CO	O3	NO2	SO2	PM2.5	Lugar	Station ID	Distance (km)
Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Animas Trujano, Oaxaca, Mexico	001	7.2

Detalles de estación meteorológica:

- Año: 2015
- USAF: 767755
- WBAN: 99999
- Nombre: XOXOCOTLAN INTL
- Data source: NCDC

* ver reporte de escurrimiento evitado para el total de precipitación anual utilizado para los análisis

Precios del beneficio:

- Electricidad Mex\$ (MXN)/kWh: 1.53 (Valor predeterminado Eco: 1.53 para 2016)
- Combustibles Mex\$ (MXN)/Termia: 7.69 (Valor predeterminado Eco: 7.69 para 2016)
- Carbono Mex\$ (MXN)/tonelada métrica: 3,687.67 (Valor predeterminado Eco: 3,687.67 para 2016)

Reporte de metadatos para:

Lugar: Oaxaca de Juarez, Oaxaca de Juarez, Oaxaca, Mexico
Proyecto: Censo Oaxaca de Juarez, Series: 2022-005, Año: 2022
Generado: 16/11/2022



- Ecurrimiento evitado Mex\$ (MXN)/m³: 44.909 (Valor predeterminado Eco: 44.909 para 2004)

Modelos:

- Forecast v6.0.29
- UFORE-D v1.1.0

Historial de procesamiento:

Fecha/Hora	Nombre del archivo	Recuperad
miércoles, 16 de noviembre de 2022 09:33 a.m.	107_05_002_00001_Censo_OAXACA_2022.ieco.2022_11_16_34253.zip	253
domingo, 13 de noviembre de 2022 08:37 a.m.	107_05_002_00001_Censo_OAXACA_2022.ieco.2022_11_13_31050.zip	50

Disponibilidad del reporte

Reportes formateados
Reporte escrito
Composición y estructura
Resumen de la estructura
Por especie
Por estrato y especie
Resumen de la población
Por especie
Por estrato
Por estrato por unidad de área
Públicos y privados por estrato (No disponible: "Público/privado" no activada)
Árboles de alineación por estrato (No disponible: "Árbol de alineación si/no" no activada)
Distribución de las especies
Por clase de DAP (gráfico)
Por clase de DAP (tabla vertical)
Por clase de DAP (tabla horizontal)
Por clase de DAP y estrato (tabla vertical)
Por clase de DAP y estrato (tabla horizontal)
Valores de importancia
Por especie
Índices de diversidad (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por estrato (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Distribución de las especies
Estado nativo por estrato
Condición
Por especie
Por estrato y especie
Crown Health
By Species
By Stratum and Species
Área foliar
Por estrato
Por estrato por unidad de área
Área foliar y biomasa
De matorrales por estrato (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
De árboles y matorrales por estrato
Composición de la cobertura del suelo (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por estrato (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)

Reporte de metadatos para:

Lugar: Oaxaca de Juarez, Oaxaca de Juarez, Oaxaca, Mexico
Proyecto: Censo Oaxaca de Juarez, Series: 2022-005, Año: 2022
Generado: 16/11/2022



Composición del uso de la tierra (No disponible: "Uso de la tierra" no activada)
Por estrato (No disponible: "Uso de la tierra" no activada)
Índice de desempeño relativo
Por especie
Mantenimiento
Recommended
Recommended by Species
Recomendado
Task
Task by Species
Tarea
Sidewalk Conflicts
Sidewalk Conflicts by Species
Conflictos con aceras
Utility Conflicts
Utility Conflicts by Species
Conflictos con servicios
Otro
Grado de dano
Grado de dano por especie
Grado de dano por especie y DAP
Agente Causal
Agente Causal por especie
Agente Causal por especie y DAP
Evaluacion de riesgo
Evaluacion de riesgo por especie
Evaluacion de riesgo por especie y DAP
Costos y beneficios
Resumen de beneficios de árboles
Por especie
Por estrato y especie
Almacenamiento de carbono de los árboles
Por especie
Por estrato
Por estrato por unidad de área
Secuestro anual de carbono de los árboles
Por especie
Por estrato
Por estrato por unidad de área
Secuestro anual neto de carbono de los árboles (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por especie (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por estrato (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por estrato por unidad de área (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Efectos de la energía (No disponible: "Energía (interacciones con edificios)" no activada)
De los árboles (No disponible: "Energía (interacciones con edificios)" no activada)
Hydrology Effects of Trees
By Species
By Stratum
Producción de oxígeno de los árboles
Por estrato
Por estrato por unidad de área
Eliminación de la contaminación por árboles y matorrales

Reporte de metadatos para:

Lugar: Oaxaca de Juarez, Oaxaca de Juarez, Oaxaca, Mexico
Proyecto: Censo Oaxaca de Juarez, Series: 2022-005, Año: 2022
Generado: 16/11/2022



Eliminación mensual
Eliminación mensual (mostrar gráfico)
Eliminación de la contaminación por pastos/hierbas (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Eliminación mensual (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Eliminación mensual (mostrar gráfico) (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Emisiones COV de los árboles
Por especie
Por estrato
Efectos UV de los árboles
Por estrato
Allergy Index of Trees
By Stratum
Idoneidad del hábitat aviar (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por parcela (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por estrato (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Gastos de manejo
Por gasto
Beneficios anuales netos
Net Annual Benefits for All Trees
Beneficios alimenticios de los árboles
Por especie
Leaf Nutrients of Trees
By Species
Detalles de los datos medidos
Composición y estructura
Of Plots (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
De los árboles
De los árboles por especie
De los árboles por estrato
Costos y beneficios de los árboles
Resumen
Almacenamiento de carbono
Secuestro de carbono
Efectos de la energía (No disponible: "Energía (interacciones con edificios)" no activada)
Energy Avoided Pollutants (No disponible: "Energía (interacciones con edificios)" no activada)
Escurrimiento evitado
Pollution Removal
Producción de oxígeno
Emisiones COV
Wood Products
Miscellaneous
Plot Comments (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Tree Comments
Shrub Comments (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Impactos y valores a la salud de la calidad del aire (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por árboles (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por pastos/hierbas (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Resumen (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
By Trees and Shrubs (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Análisis de plagas
Susceptibilidad a plagas

Reporte de metadatos para:

Lugar: Oaxaca de Juarez, Oaxaca de Juarez, Oaxaca, Mexico
Proyecto: Censo Oaxaca de Juarez, Series: 2022-005, Año: 2022
Generado: 16/11/2022



Por estrato
Plaga primaria (No disponible: "Plagas (IPED)" no activada)
Impactos por estrato (No disponible: "Plagas (IPED)" no activada)
Detalles de árboles impactados (No disponible: "Plagas (IPED)" no activada)
Señales y síntomas (No disponible: "Plagas (IPED)" no activada)
Totales por especie (No disponible: "Plagas (IPED)" no activada)
Resúmenes por especie (No disponible: "Plagas (IPED)" no activada)
Detalles por especie (No disponible: "Plagas (IPED)" no activada)
Totales por estrato (No disponible: "Plagas (IPED)" no activada)
Resúmenes por estrato (No disponible: "Plagas (IPED)" no activada)
Detalles por estrato (No disponible: "Plagas (IPED)" no activada)
Buscador de árboles impactados (No disponible: "Plagas (IPED)" no activada)
Revisión de plagas (No disponible: "Plagas (IPED)" no activada)
De árboles evaluados (No disponible: "Plagas (IPED)" no activada)
Gráficos
Contaminación y estado del tiempo
Datos sin procesar y de fuentes
Concentración del contaminante atmosférico
Radiación fotosintéticamente activa
Lluvia
Temperatura
Índice UV
Mejoramiento de la calidad del aire
Por árboles
Por matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por pastos/hierbas (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Flujo del contaminante atmosférico (deposición seca)
Por unidad de cobertura arborea
Por unidad de cobertura matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Por unidad de cobertura pastos/hierbas (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Transpiración
Por árboles
Por matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Evaporación
Por árboles
Por matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Agua interceptada
Por árboles
Por matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Escurrimiento evitado
Por árboles
Por matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Posible evapotranspiración
Por árboles
Por matorrales (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Reducción del índice UV por los árboles
Efectos a la sombra del árbol
Efectos generales
Isoprene
By Trees
By Shrubs (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Monoterpene

Reporte de metadatos para:

Lugar: Oaxaca de Juarez, Oaxaca de Juarez, Oaxaca, Mexico
Proyecto: Censo Oaxaca de Juarez, Series: 2022-005, Año: 2022
Generado: 16/11/2022



By Trees
By Shrubs (No disponible para este tipo o lugar de proyecto)
Reportes del pronóstico
Composition and Structure
Resumen de la población
Número de árboles
Número de árboles por estrato
Porcentaje de cobertura arborea
Porcentaje de cobertura arborea por estrato
Área de cobertura arborea
Área de cobertura arborea por estrato
Crecimiento DAP promedio
Crecimiento DAP promedio por estrato
Distribuciones DAP anuales
Área basal
Área basal por estrato
Área foliar y biomasa
Área foliar
Área foliar por estrato
Índice del área foliar
Índice del área foliar por estrato
Biomasa foliar
Biomasa foliar por estrato
Biomasa foliar por unidad de área
Biomasa foliar por estrato por unidad de área
Biomasa arborea
Biomasa arborea por estrato
Beneficios
Almacenamiento y secuestro de carbono
Almacenamiento de carbono
Almacenamiento de carbono por estrato
Secuestro de carbono
Secuestro de carbono por estrato
Eliminación de la contaminación por los árboles
Value for All Pollutants
CO
NO2
O3
SO2
PM2.5
PM10*

Anexo 04

Metodología de cálculo de IVA

AB/Sup	Área foliar (ha)	Biomasa foliar (t/ha)	Peso seco (t/hA)	Condición Promedio	Área foliar (ha)	Biomasa foliar (t/ha)	Peso seco (t)	Condición promedio	Valor	%
AGEB 0933 (3.3)	0.08	0.061	13.87	37.6	2	2	2	6	12	25%
AGEB 0897 (5)	0.25	0.206	34.82	39.5	8	10	10	6	34	71%
AGEB 0929 (6.11)	0.15	0.122	18.38	41.6	4	6	4	8	22	46%
AGEB 0967 (3.2)	0.18	0.185	19.89	40.5	6	10	4	8	28	58%
AGEB 0971 (5.21)	0.20	0.211	34.56	40.4	8	10	10	8	36	75%
AGEB 0952 (3.9)	0.01	0.010	2.44	39.2	2	2	2	6	12	25%
AGEB 0204 (7.95)	0.25	0.192	19.44	44.2	8	10	4	10	32	67%
AGEB 0882 (3)	0.31	0.346	52.63	38.9	10	12	12	6	40	83%
AGEB 0948 (7.72)	0.04	0.040	6.39	39.9	2	2	2	6	12	25%
Periférico NORTE (13.26)	0.07	0.060	9.17	39.5	2	2	2	6	12	25%
Periférico SUR (4)	0.37	0.345	34.26	44.3	12	12	10	10	44	92%
Periférico Suroeste (6.28)	0.14	0.146	13.05	36.8	4	6	2	4	16	33%
Periférico Noroestee (4.2)	0.05	0.040	6.45	32.3	2	2	2	2	8	17%
Periférico ESTE (4.9)	0.37	0.330	66.29	49.5	12	12	12	12	48	100%
Promedio	0.18	0.16	23.69	40.29						
Mínimo	0.01	0.01	2.4	32.3						
Max	0.4	0.3	66.3	49.5						
Desv St	0.1	0.1	18.7	4.0						
Mediana	0.2	0.2	18.9	39.7						
Calificaciones										
2	0.100	0.09	15.00	34.0						
4	0.150	0.12	20.00	37.0						
6	0.20	0.15	25.00	40.00						
8	0.250	0.18	30.00	43.0						
10	0.30	0.21	35.00	46.0						
12	0.35	0.24	40.00	49.0						

1° PASO: A LOS DATOS CRUDOS NORMALIZARLOS PARA UNA UNIDAD DE ÁREA (ha)

2° PASO: Obtener los estadísticos descriptivos de los parámetros

3° PASO: Definir los valores de las calificaciones a asignar entre 2 y 12 (6 categorías) de acuerdo los estadísticos y asignarlas a los valores de cada estrato.

4° PASO: Sumar los 4 valores obtenidos para los parámetros y calcular el % sobre 48 que es el máximo (12x4).

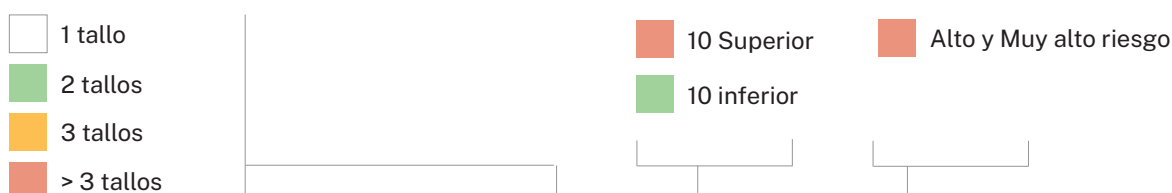
Anexo 05 Relaciones hidrológicas de los parques y vialidades

Parque/Jardín	Número de árboles	Área foliar (ha)	Posible evapo-transpiración (m ³ /año)	Evaporación (m ³ /año)	Transpiración (m ³ /año)	Agua interceptada (m ³ /año)	Escurrimiento evitado (m ³ /año)
El Llano	416	2.5	4,997.4	482.6	2,576.9	482.6	93.9
Museo del Ferrocarril	117	1.0	1,972.5	190.5	1,017.1	190.5	37.1
Monumento a la Madre	233	0.9	1,893.9	182.9	976.6	182.9	35.6
Alameda-Zócalo	94	0.8	1,646.3	159.0	848.9	159.0	30.9
Jardín Conzatti	128	0.5	1,017.2	98.2	524.5	98.2	19.1
Parque del Amor	115	0.5	951.5	91.9	490.6	91.9	17.9
Jardín San Francisco	14	0.4	746.9	72.1	385.2	72.1	14.0
7 Príncipes	29	0.3	645.6	62.4	332.9	62.4	12.1
Jardín Morelos	47	0.3	547.0	52.8	282.0	52.8	10.3
Hidalgo	45	0.2	473.4	45.7	244.1	45.7	8.9
La Merced	33	0.2	458.5	44.3	236.4	44.3	8.6
Jardín Santa Rosa	91	0.2	415.9	40.2	214.5	40.2	7.8
Jardín Sócrates	19	0.2	378.3	36.5	195.0	36.5	7.1
Jardín Madero	59	0.2	340.5	32.9	175.6	32.9	6.4
Fuente 8 Regiones	29	0.1	270.1	26.1	139.3	26.1	5.1
Jardín Labastida	30	0.1	253.9	24.5	130.9	24.5	4.8
Parque Galeana	16	0.1	244.2	23.6	125.9	23.6	4.6
Carbajal	44	0.1	192.2	18.6	99.1	18.6	3.6
Plazuela del Carmen	27	0.1	153.7	14.8	79.2	14.8	2.9
Jardín San Pablo	18	0.1	118.4	11.4	61.1	11.4	2.2
Parque Unidad Modelo	14	0.0	66.0	6.4	34.1	6.4	1.2
Niños Héroes	6	0.0	53.1	5.1	27.4	5.1	1.0
Jardín Gurrión	10	0.0	48.7	4.7	25.1	4.7	0.9
Plaza Brígida García	3	0.0	40.6	3.9	20.9	3.9	0.8
Jardín del Pañuelito	2	0.0	32.2	3.1	16.6	3.1	0.6
Santo Domingo	12	0.0	16.2	1.6	8.4	1.6	0.3
Total							337.6

Vialidad	Número de árboles	Área foliar (ha)	Posible evapo-transpiración (m ³ /año)	Evaporación (m ³ /año)	Transpiración (m ³ /año)	Agua interceptada (m ³ /año)	Escurrimiento evitado (m ³ /año)
AGEB 0204	428	1.99	3,985.5	384.9	2,055.1	384.9	74.9
P ESTE	301	1.80	3,608.1	348.4	1,860.5	348.4	67.8
P SUR	242	1.46	2,930.3	283.0	1,511.0	283.0	55.0
AGEB 0897	320	1.23	2,464.9	238.0	1,271.0	238.0	46.3
AGEB 0971	356	1.05	2,104.8	203.3	1,085.3	203.3	39.5
AGEB 0882	220	0.93	1,860.3	179.6	959.3	179.6	34.9
AGEB 0929	333	0.91	1,824.4	176.2	940.7	176.2	34.3
P Suroeste	253	0.87	1,750.6	169.1	902.7	169.1	32.9
P NORTE	267	0.87	1,743.5	168.4	899.0	168.4	32.8
AGEB 0967	181	0.58	1,156.0	111.6	596.1	111.6	21.7
AGEB 0948	116	0.34	680.2	65.7	350.7	65.7	12.8
AGEB 0933	132	0.25	505.9	48.9	260.9	48.9	9.5
P Noroeste	44	0.20	410.8	39.7	211.8	39.7	7.7
AGEB 0952	15	0.05	105.4	10.2	54.4	10.2	2.0
Total							472.0

Anexo 06

Listado de árboles muertos por vialidad



ID	Estratos	B.	Especies	DAP 1 (cm)	H (m)	Evaluación de riesgo	Latitud	Longitud
1356	7 Principes	4	<i>Ficus retusa ssp. nitida</i>	196	21.4	Bajo menores a 4	17.056780	-96.717960
2709	AGEB 0204	3	<i>Cassia fistula</i>	23.1	8.6	Medio-Bajo (4-6)	17.060210	-96.721320
2738	AGEB 0204	5	<i>Fraxinus uhdei</i>	36.2	12.3	Alto (10-12) en la escala	17.064290	-96.721598
2748	AGEB 0204	5	<i>Tabebuia rosea</i>	15.7	8.5	Medio-Bajo (4-6)	17.063223	-96.722263
2834	AGEB 0204	2	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	6.6	6	Alto (10-12) en la escala	17.064380	-96.721860
1733	AGEB 0882	1	<i>Tabebuia rosea</i>	9.5	4	Bajo menores a 4	17.070416	-96.719809
1852	AGEB 0882	2	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	5.2	6.8	Medio 7-8-9	17.069870	-96.723080
1522	AGEB 0897	7	<i>Fraxinus uhdei</i>	15.3	6.2	Bajo menores a 4	17.064550	-96.723500
1523	AGEB 0897	7	<i>Fraxinus uhdei</i>	19.5	7.6	Bajo menores a 4	17.064600	-96.723560
1631	AGEB 0897	6	<i>Fraxinus uhdei</i>	11.9	7.2	Medio 7-8-9	17.064741	-96.723239
1703	AGEB 0897	3	<i>Leucaena esculenta</i>	8	2.8	Medio-Bajo (4-6)	17.068710	-96.722380
1904	AGEB 0897	2	<i>Ficus</i>	112	3		17.065320	-96.721280
1915	AGEB 0897	2	<i>Ehretia tinifolia</i>	26.1	14.2	Alto (10-12) en la escala	17.065180	-96.721970
2470	AGEB 0897	4	<i>Phoenix canariensis</i>	58	5	Alto (10-12) en la escala	17.067590	-96.723110
2430	AGEB 0929	2	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	45.2	16.8	Riesgo MUY ALTO >13	17.070770	-96.727490
2481	AGEB 0929	4	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	29.7	20.5	Medio 7-8-9	17.072320	-96.723530
2515	AGEB 0929	4	<i>Plumeria rubra</i>	9.9	9.9	Bajo menores a 4	17.071060	-96.726380
4522	AGEB 0929	3	<i>Punica granatum</i>	9.5	3.2	Medio-Bajo (4-6)	17.072480	-96.726530
2296	AGEB 0933	1	<i>Phoenix canariensis</i>	74.5	8.4	Bajo menores a 4	17.064026	-96.728129
2365	AGEB 0933	5	<i>Tabebuia rosea</i>	10.2	4.2	Bajo menores a 4	17.065577	-96.724773
2716	AGEB 0933	5	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	9.1	7.4	Medio-Bajo (4-6)	17.063183	-96.725340
2822	AGEB 0933	2	<i>Bursera simaruba</i>	9.4	4.2	Medio 7-8-9	17.064090	-96.725230
2823	AGEB 0933	2	<i>Leucaena esculenta</i>	6.2	6.2	Alto (10-12) en la escala	17.064160	-96.725130
4286	AGEB 0948	6	<i>Ficus benjamina</i>	30	2	Bajo menores a 4	17.063790	-96.735580
4287	AGEB 0948	6	<i>Ficus benjamina</i>	27.5	2.3	Bajo menores a 4	17.063790	-96.735530
4293	AGEB 0948	6	<i>Ficus benjamina</i>	40.3	2.2	Bajo menores a 4	17.062820	-96.734880
4496	AGEB 0967	5	<i>Ehretia tinifolia</i>	18	7.4	Medio-Bajo (4-6)	17.058813	-96.714201
4497	AGEB 0967	5	<i>Ehretia tinifolia</i>	13.2	3.2	Bajo menores a 4	17.058793	-96.714165
4504	AGEB 0967	5	<i>Citrus reticulata</i>	10.1	3.5	Bajo menores a 4	17.059768	-96.714346
4716	AGEB 0967	4	<i>Hibiscus</i>	15.7	10.1	Medio-Bajo (4-6)	17.061561	-96.715891
4846	AGEB 0967	2	<i>Tabebuia rosea</i>	8.6	1.6	Bajo menores a 4	17.058770	-96.715450

Anexo 06

ID	Estratos	B.	Especies	DAP 1 (cm)	H (m)	Evaluación de riesgo	Latitud	Longitud
4892	AGEB 0967	1	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	23.4	3.2		17.059331	-96.715161
2922	AGEB 0971	6	<i>Ficus benjamina</i>	43.2	2	Bajo menores a 4	17.055740	-96.720910
2923	AGEB 0971	6	<i>Ficus benjamina</i>	45.7	2	Bajo menores a 4	17.055780	-96.720940
4731	AGEB 0971	2	<i>Delonix regia</i>	51.5	10.5	Riesgo MUY ALTO >13	17.056100	-96.715950
1133	El Llano	5	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	84	17.4	Alto (10-12) en la escala	17.068120	-96.719570
1146	El Llano	5	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	6.9	5.4	Bajo menores a 4	17.067790	-96.719600
1254	El Llano	2	<i>Araucaria heterophylla</i>	10.6	8.1	Medio 7-8-9	17.067300	-96.719520
1410	El Llano	1	<i>Fraxinus uhdei</i>	35	13.5	Medio-Bajo (4-6)	17.067910	-96.719190
1418	El Llano	1	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	18.3	1	Medio 7-8-9	17.067470	-96.719390
514	Fuente 8 Regiones	3	<i>Tabebuia rosea</i>	11	8.9	Medio 7-8-9	17.082150	-96.718760
918	Hidalgo	6	<i>Phoenix canariensis</i>	74	12.2	Medio 7-8-9	17.069861	-96.719645
1370	Hidalgo	1	<i>Washingtonia robusta</i>	41.5	10.8	Bajo menores a 4	17.069610	-96.719190
1371	Hidalgo	1	<i>Washingtonia robusta</i>	35.2	9.6	Bajo menores a 4	17.069620	-96.719170
1372	Hidalgo	1	<i>Washingtonia robusta</i>	35	10.3	Bajo menores a 4	17.069570	-96.719180
1387	Hidalgo	1	<i>Washingtonia robusta</i>	50	9.9	Bajo menores a 4	17.069600	-96.719380
1389	Hidalgo	1	<i>Washingtonia robusta</i>	49.9	9.6	Bajo menores a 4	17.069640	-96.719370
813	Jardin Conzatti	7	<i>Bursera simaruba</i>	7.1	4.7	Bajo menores a 4	17.070020	-96.721810
896	Jardin Conzatti	6	<i>Casuarina equisetifolia</i>	61	21.8	Alto (10-12) en la escala	17.069839	-96.721547
785	Jardin Labastida	4	<i>Melia azedarach</i>	18.5	7.8	Medio-Bajo (4-6)	17.064520	-96.723100
789	Jardin Labastida	4	<i>Melia azedarach</i>	64.3	16.6	Medio 7-8-9	17.064480	-96.723320
193	Jardin Madero	2	<i>Phoenix canariensis</i>	63.6	6.8	Medio 7-8-9	17.066900	-96.735820
254	Jardin Madero	4	<i>Ehretia tinifolia</i>	20.8	5.6	Bajo menores a 4	17.066320	-96.735540
255	Jardin Madero	4	<i>Ehretia tinifolia</i>	49.4	7.6	Medio-Bajo (4-6)	17.066310	-96.735520
129	Jardin Morelos	5	<i>Citrus reticulata</i>	21.4	6.5	Bajo menores a 4	17.063236	-96.732138
179	Jardin Morelos	2	<i>Ficus retusa ssp. nitida</i>	191	1.5	Bajo menores a 4	17.062890	-96.731900
981	Jardin San Pablo	6	<i>Fraxinus uhdei</i>	16.1	9	Medio 7-8-9	17.061296	-96.722505
987	Jardin San Pablo	6	<i>Casuarina equisetifolia</i>	54	14	Medio 7-8-9	17.061286	-96.722363
1466	Jardin Sta Rosa	7	<i>Bauhinia variegata</i>	8.7	2.3	Bajo menores a 4	17.092970	-96.746980
412	Mto a la Madre	7	<i>Leucaena esculenta</i>	5.6	0.9	Bajo menores a 4	17.081050	-96.743170
425	Mto a la Madre	7	<i>Fraxinus uhdei</i>	47.9	7	Bajo menores a 4	17.081370	-96.743270
469	Mto a la Madre	3	<i>Casuarina equisetifolia</i>	20	10.5	Medio 7-8-9	17.080390	-96.742820
497	Mto a la Madre	3	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	43	11.2	Riesgo MUY ALTO >13	17.081370	-96.743470
273	Museo del Ferrocarril	4	<i>Psidium guajava</i>	7.9	4.7	Bajo menores a 4	17.068190	-96.736810
887	Parque Galeana	7	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	72.1	15.9	Bajo menores a 4	17.060840	-96.714710
3339	Periférico ESTE	5	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	31.8	4.4	Alto (10-12) en la escala	17.057123	-96.713006
3398	Periférico ESTE	7	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	23.3	10.8	Riesgo MUY ALTO >13	17.065080	-96.714220
3591	Periférico ESTE	3	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	33	8.3	Medio 7-8-9	17.063680	-96.714160

Anexo 06

3692	Periférico ESTE	2	<i>Casuarina equisetifolia</i>	13.4	4	Alto (10-12) en la escala	17.060390	-96.713390
3693	Periférico ESTE	2	<i>Casuarina equisetifolia</i>	44.9	12.3	Riesgo MUY ALTO >13	17.060390	-96.713380
3754	Periférico ESTE	1	<i>Casuarina equisetifolia</i>	22.7	12.6	Medio-Bajo (4-6)	17.065259	-96.714235
4028	Periférico Noroeste	5	<i>Populus nigra</i>	38.3	12.4	Alto (10-12) en la escala	17.070595	-96.742378
4134	Periférico Noroeste	2	<i>Populus nigra</i>	32.2	10.3	Riesgo MUY ALTO >13	17.066940	-96.740400
3119	Periférico NORTE	1	<i>Tabebuia rosea</i>	8.4	3	Bajo menores a 4	17.079551	-96.744681
3139	Periférico NORTE	7	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	21.3	2.8	Bajo menores a 4	17.079330	-96.745450
3150	Periférico NORTE	7	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	31.5	8.9	Medio 7-8-9	17.072800	-96.725040
3159	Periférico NORTE	6	<i>Casuarina equisetifolia</i>	10.5	5.2	Bajo menores a 4	17.079060	-96.745890
3188	Periférico NORTE	3	<i>Tabebuia rosea</i>	11	4.3	Bajo menores a 4	17.079680	-96.744750
3376	Periférico NORTE	7	<i>Washingtonia robusta</i>	43.5	13.7	Riesgo MUY ALTO >13	17.070700	-96.715620
3470	Periférico NORTE	6	<i>Washingtonia robusta</i>	48	18	Alto (10-12) en la escala	17.071020	-96.716950
3661	Periférico NORTE	2	<i>Plumeria rubra</i>	9.8	1.5	Bajo menores a 4	17.070540	-96.714100
3736	Periférico NORTE	1	<i>Washingtonia robusta</i>	51.7	17.1	Bajo menores a 4	17.070804	-96.716278
3358	Periférico SUR	5	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	62.5	12.3	Alto (10-12) en la escala	17.053054	-96.717949
3368	Periférico SUR	5	<i>Prosopis laevigata</i>	6.1	2.4	Bajo menores a 4	17.052613	-96.719055
3419	Periférico SUR	7	<i>Washingtonia robusta</i>	48.1	18.5	Riesgo MUY ALTO >13	17.053210	-96.716860
3420	Periférico SUR	7	<i>Washingtonia robusta</i>	45.1	15.6	Riesgo MUY ALTO >13	17.053220	-96.716890
3421	Periférico SUR	7	<i>Washingtonia robusta</i>	51.4	16.1	Riesgo MUY ALTO >13	17.053210	-96.716930
3522	Periférico SUR	6	<i>Washingtonia robusta</i>	54.8	16.8	Alto (10-12) en la escala	17.053310	-96.716510
3523	Periférico SUR	6	<i>Washingtonia robusta</i>	56.2	17	Medio 7-8-9	17.053300	-96.716510
3532	Periférico SUR	6	<i>Washingtonia robusta</i>	54.2	14.1	Alto (10-12) en la escala	17.053180	-96.717020
3638	Periférico SUR	3	<i>Delonix regia</i>	50	10.4	Medio 7-8-9	17.052130	-96.721350
3988	Periférico Suroeste	5	<i>Populus nigra</i>	29.2	9.1	Alto (10-12) en la escala	17.051638	-96.729051
4008	Periférico Suroeste	5	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	11.5	4.9	Medio-Bajo (4-6)	17.055597	-96.735689
4020	Periférico Suroeste	5	<i>Bauhinia variegata</i>	7.5	3.6	Bajo menores a 4	17.060880	-96.737369
4021	Periférico Suroeste	5	<i>Bauhinia variegata</i>	10.6	5.5	Bajo menores a 4	17.060873	-96.737414
4057	Periférico Suroeste	3	<i>Bougainvillea glabra</i>	5	2.2	Bajo menores a 4	17.053970	-96.730580
4066	Periférico Suroeste	3	<i>Roseodendron donnell-smithii</i>	13	5.8	Medio-Bajo (4-6)	17.055670	-96.735780
4087	Periférico Suroeste	3	<i>Populus nigra</i>	39	9.2	Medio-Bajo (4-6)	17.064220	-96.738940
4128	Periférico Suroeste	2	<i>Ficus benamina</i>	5.8	3.8	Bajo menores a 4	17.060830	-96.737300
4181	Periférico Suroeste	4	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	39.7	10.7	Riesgo MUY ALTO >13	17.065453	-96.739629
4216	Periférico Suroeste	1	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	46.7	2.5		17.063271	-96.738496
344	Santo domingo	6	<i>Delonix regia</i>	7.3	4.2	Medio-Bajo (4-6)	17.066156	-96.723225
103	Total							

Anexo 07

5/12/22, 11:08

Selector - i-Tree Species

Report

- Top 10% shows the best matches.
- All shows the entire ranked list.

Trees Recommended by i-Tree Species



This is a list of the top 10% of tree species based on the following functions.

Generated: 12/5/2022

Location: Mexico

Hardiness: 11

Constraints:

- Minimum Height: None
- Maximum Height: 25 feet

Air Pollutant Removal (0-10 Importance)

- Overall: 8

Other Functions (0-10 Importance)

- Low VOC: 6
- Carbon Storage: 0
- Wind Reduction: 0
- Air Temperature Reduction: 0
- UV Radiation Reduction: 0
- Building Energy Reduction: 0
- Streamflow Reduction: 0
- Low Allergenicity: 5

S = Sensitive I = Intermediate S/I = Indeterminate

Species		Hardiness Zone	Invasive	Sensitivity			Pest Risk
Scientific Name	Common Name			Ozone (O3)	Nitrogen Dioxide (NO2)	Sulfur Dioxide (SO2)	Possible Pests
ABUTILON	JOST VAN DYKE'S	10 ~					
VIRGINIANUM	INDIAN MALLOW	11***					
TRICHILIA HIRTA	BROOMSTICK	10 ~ 11					
TRICHILIA PALLIDA	GAITA	10 ~ 11**					
TRICHILIA TRIACANTHA	BARIACO	10 ~ 11**					
MYOPORUM SANDWICENSE	NAIO	10 ~ 11**					
MANIKARA BAHAMENSIS	WILD DILLY	10 ~ 11					
ERIOBOTRYA JAPONICA	LOQUAT TREE	8 ~ 11					
ARBUTUS UNEDO	STRAWBERRY TREE	8 ~ 11					
TECOMA	CHESTNUTLEAF	11 ~					
CASTANIFOLIA	TRUMPETBUSH	11**					

Species		Hardiness Zone	Invasive	Sensitivity			Pest Risk
Scientific Name	Common Name			Ozone (O3)	Nitrogen Dioxide (NO2)	Sulfur Dioxide (SO2)	Possible Pests
THEVETIA PERUVIANA	LUCKYNUT	10 ~ 11					
ARCTOSTAPHYLOS COLUMBIANA	HAIRY MANZANITA	8 ~ 11**					
ARCTOSTAPHYLOS GLAUCA	BIGBERRY MANZANITA	8 ~ 11**					
ARCTOSTAPHYLOS NORTENSIS	DEL NORTE MANZANITA	8 ~ 11**					
ARCTOSTAPHYLOS PRINGLEI	PRINGLE MANZANITA	8 ~ 11**					
ARCTOSTAPHYLOS VISCIDA	STICKY WHITELEAF MANZANITA	8 ~ 11**					
OCHROSIA COMPTA	HOLEI	11 ~ 11**					
OCHROSIA HALEAKALAE	ISLAND YELLOWWOOD	11 ~ 11**					
OCHROSIA KAUAIENSIS	KAUAI YELLOWWOOD	11 ~ 11**					
OCHROSIA KILAUEAENSIS	HAWAI'I YELLOWWOOD	11 ~ 11**					
OCHROSIA ELLIPTICA	ELLIPTIC YELLOWWOOD	11 ~ 11					
PLUMERIA OBTUSA	SINGAPORE GRAVEYARD FLOWER	11 ~ 11**					
CITRUS SINENSIS	ORANGE	9 ~ 11					
PLUMERIA ALBA	MILKTREE	11 ~ 11					
CITRUS LIMON	LEMON	9 ~ 11					
TIBOUCHINA URVILLEANA	PRINCESS-FLOWER	8 ~ 11**					
CITRUS AURANTIFOLIA	LIME	9 ~ 11**					

Hardiness zone derived from Hortocopia database based on USDA hardiness zones. For hardiness zones with decimal (e.g., 4.5) values were rounded down for maximum hardiness (e.g., 4) and up for minimum hardiness zone (e.g., 5)

* Some uncertainty to hardiness zone - hardiness zone estimates derived from Dirr (M.A., 1975, Manual of Woody Landscape Plants. Stipes Publ. Co. Champaign IL, 1007 p.) and Sunset (1985, New Western Garden Book, Lane Publ. Co. Menlo Park, CA, 512 p.). As hardiness

Anexo 08 Beneficio ambiental monetarizado

		Beneficios anuales (\$/año) totales	Sec. C (\$/año) de carbono	Escurrimiento evitado (\$/año)	Elimi. Contaminación (\$/año)	Alm. C (\$)	
AGEB 0204	428	\$48,253	\$12,108	\$3,362	\$32,783	\$284,929	\$7,609,899
AGEB 0897	320	\$29,916	\$7,562	\$2,079	\$20,275	\$321,019	\$5,962,946
AGEB 0971	356	\$26,822	\$7,734	\$1,776	\$17,313	\$332,041	\$5,726,624
AGEB 0929	333	\$24,328	\$7,782	\$1,539	\$15,006	\$207,098	\$4,417,328
AGEB 0882	220	\$20,899	\$4,027	\$1,569	\$15,302	\$291,120	\$4,566,922
AGEB 0967	181	\$14,508	\$4,024	\$975	\$9,509	\$117,338	\$2,779,151
AGEB 0948	116	\$8,487	\$2,318	\$574	\$5,595	\$90,998	\$1,801,181
AGEB 0933	132	\$6,420	\$1,832	\$427	\$4,161	\$84,375	\$1,421,182
AGEB 0952	15	\$1,267	\$311	\$89	\$867	\$17,516	\$332,676
Per. ESTE	301	\$40,116	\$7,394	\$3,044	\$29,679	\$598,936	\$8,023,108
Per. SUR	242	\$33,168	\$6,593	\$2,472	\$24,103	\$252,711	\$5,240,626
Per. Suroeste	253	\$22,547	\$6,671	\$1,477	\$14,400	\$151,161	\$3,017,998
Per. NORTE	267	\$20,887	\$5,075	\$1,471	\$14,341	\$224,138	\$4,527,957
Per. Noroeste	44	\$4,691	\$966	\$347	\$3,379	\$49,986	\$1,001,087
Jardín San Francisco	14	\$7,072	\$298	\$630	\$6,144	\$43,590	\$1,013,775
Parque Unidad Modelo	14	\$863	\$264	\$56	\$543	\$12,940	\$291,883
Niños Héroes	6	\$707	\$225	\$45	\$437	\$2,253	\$84,003
Jardín Gurrión	10	\$491	\$49	\$41	\$401	\$2,187	\$154,260
Plaza Brígida García	3	\$423	\$55	\$34	\$334	\$13,597	\$238,032
Jardín del Pañuelito	2	\$333	\$41	\$27	\$265	\$7,776	\$106,873
Parque Galeana	16	\$2,565	\$350	\$206	\$2,009	\$28,148	\$756,858
El Llano	416	\$55,114	\$9,792	\$4,216	\$41,106	\$599,592	\$9,909,067
Monumento a la Madre	233	\$24,003	\$6,827	\$1,598	\$15,578	\$173,175	\$3,874,320
Museo del Ferrocarril	117	\$21,130	\$3,242	\$1,664	\$16,225	\$270,434	\$4,123,782
Alameda-Zócalo	94	\$16,128	\$1,198	\$1,389	\$13,541	\$618,119	\$5,397,172
Jardín Conzatti	128	\$13,595	\$4,370	\$858	\$8,367	\$236,272	\$2,728,636
Parque del Amor	115	\$11,539	\$2,910	\$803	\$7,827	\$78,706	\$2,088,763
Santo Domingo	12	\$321	\$174	\$14	\$133	\$7,007	\$124,147
7 Príncipes	29	\$6,977	\$1,122	\$545	\$5,311	\$139,607	\$1,386,601
Jardín Morelos	47	\$5,543	\$582	\$461	\$4,499	\$174,453	\$1,777,357
Jardín Santa Rosa	91	\$5,425	\$1,653	\$351	\$3,421	\$24,202	\$947,988
La Merced	33	\$5,365	\$1,206	\$387	\$3,771	\$58,256	\$1,176,333
Hidalgo	45	\$4,898	\$605	\$399	\$3,894	\$141,093	\$1,288,138
Jardín Madero	59	\$3,854	\$766	\$287	\$2,801	\$55,260	\$943,471
Jardín Sócrates	19	\$3,726	\$295	\$319	\$3,111	\$68,951	\$1,310,037
Fuente 8 Regiones	29	\$3,124	\$674	\$228	\$2,222	\$18,421	\$536,901
Jardín Labastida	30	\$3,106	\$804	\$214	\$2,089	\$30,593	\$502,212
Carbajal	44	\$2,711	\$967	\$162	\$1,581	\$35,379	\$498,625
Plazuela del Carmen	27	\$1,907	\$513	\$130	\$1,264	\$20,698	\$397,619
Jardín San Pablo	18	\$1,453	\$380	\$100	\$974	\$30,070	\$325,810
Total	4859	\$504,684	\$113,760	\$36,362	\$354,562	\$5,914,143	\$98,411,347

Anexo 09 Uso del sistema de 25 Indicadores

El argumento de los autores Kenney, et. al. (2011), para utilizar varios indicadores como guías conductoras (drivers) de los planes de manejo, es que si bien las metas basadas en cobertura o canope tiene muchas implicaciones (asociadas a plantación de más árboles, y a recursos para expandir con manejo el bosque urbano) ciertamente no provee información sobre parámetros esenciales.

Por ejemplo el basarse solo en un porcentaje de cobertura no nos dice nada sobre biodiversidad, condición de los árboles o de la distribución de la edad o tamaño de la población que son básicos para la toma de decisiones de manejo sobre: **(1)** especies, **(2)** cantidades a reforestar, **(3)** mantenimiento de arbolado, etc. Es por esto que su propuesta de **25 indicadores** dentro de tres áreas que consideran las características del arbolado, el manejo que realiza el área responsable y finalmente el grado de involucramiento de actores del sector, es una propuesta inclusiva, amplia, y extensa para caracterizar manera puntual y precisa el estado del arbolado y los alcances tenidos con las metas y las acciones establecidas para su mejora.

En **el cuadro de la derecha** se muestran los indicadores seleccionados para evaluar las características del arbolado alcanzadas con las acciones de manejo del arbolado. Estos indicadores se pueden medir realizando inventarios periódicos o con parcelas permanentes de muestreo que cada cierto tiempo se estén evaluando y que sean representativas de la población. La información es directa del i-Tree si se planea bien el inventario y por lo tanto fácil de determinar.

CRITERIO						
	Objetivo Clave	Bajo	Moderado	Bueno	Óptimo	
1	Cobertura de canope	Lograr una cobertura de acuerdo al clima en toda ciudad	Cuando no hubo incremento o muy poco	Se quedó a 50% de la meta	Al 75% de la meta definida	META
2	Distribución equitativa	Que no existan diferencias entre áreas de la ciudad de IA	Diferencias entre áreas > 75%	Diferencias 75-50%	Entre 50-25%	Menores al 25%
3	Estructura poblacional del arbolado	Amplia distribución de clases de edades en la población y áreas	Cuando una sola clase representa el 75% de la pob.	Cuando una sola es el 50-75% de la población	Cuando no se sobre pasa el 50% por ninguna clase	Cuando no se sobre pasa el 25% por ninguna clase
4	Condición de arbolado privado	Entender la condición del arbolado vía el IVA, sanidad y tamaño	Cuando no hubo incremento o muy poco	Se quedó a 50% de la meta	Al 75% de la meta definida	META
5	Condición de arbolado público					
6	Condición de arbolado viario					
7	Biodiversidad	Cumplimiento de la regla 7-14-21 y % de nativas e idoneidad	Mejora de 10% sobre números originales	Mejora de 20%	Mejora del 30%	Mejora mayor a 30%
8	Conflictos con Servicios	Reducir o modificar para registrar menos conflictos	Reducción del 10% respecto a la referencia	Reducción del 20%	Reducción del 30%	Reducción > 40%
9	Conflictos con aceras					
10	Condición de sitio	Mejora de lo sitios donde estén los árboles	Menos del 10% en la identificación de necesidad	Menos del 20%	Menos del 30%	Mas del 30%

Anexo 09 Uso del sistema de 25 Indicadores

En **el siguiente cuadro** vienen otros **10 indicadores** relacionados con la línea de financiamiento y la gestión por parte de los responsables del área y tiene que ver con acciones tendientes a la expansión del arbolado a través de planes como el de reforestación, crecimiento del canope existente (mantenimientos), y protección del actual (políticas y educación).

Los indicadores establecen un objetivo clave y según sea el avance sobre el monto inicial o línea base será la calificación (de 1 a 4 o escala de Likert de 4 categorías). Por ser 4 categorías básicamente se dividen en cuartiles de 25% los alcances establecidos, y cada nivel incluye los alcances del anterior más nuevas o más amplias características y/o funciones que hacen que sea más efectivo y con resultados sobre un mayor campo de aplicación.

En lo que respecta a la definición de líneas base o el establecimiento de metas claras una tarjeta usada en el plan de manejo de la ciudad de Valledupar, Colombia (Alcaldía de Valledupar, 2017) es muy útil para transferir la información más relevante a una forma que sea visible, sencilla y comprensiva.

Nivel de desempeño						
CRITERIO	Objetivo Clave	Bajo	Moderado	Bueno	Óptimo	
11	Inventario	Existente, actualizado y digital	No	Existe pero no es digital ni actualizado	Digital	Digital y actualizado
12	Evaluación del canope	Medición de Canope y áreas potenciales de siembra	No	Visualmente	Con imágenes satelitales	Imágenes de alta resolución y SIG
13	Plan de Manejo	Existente, actualizado y digital (SIG)	No existe	Planes limitados en alcances e implementación	Planes comprensivos aceptados y en implementación	Plan multinivel estratégico con mecanismos de gestión adaptativa implementados
14	Plan de Manejo de Riesgo					
15	Plan de Reforestación	Para la regeneración de la población y cuenta con vivero, metodología y % de sobrevivencia >70%	No se hace	Se hace esporádicamente sin planeación ni vivero	Se hace con planeación con planta comprada	Bien implementado y con vivero propio
16	Mantenimiento de árboles viarios	Se tiene un programa de visitas y trabajo que asegura el máximo de beneficios, mejora condición, salud y longevidad	No existe	Solo se tiene un mecanismo reactivo a problemas (retiro por caída, derribos urgentes, etc.)	Sistema sistemáticamente en un ciclo de mas de 5 años	Se tiene un sistema de mantenimiento en un ciclo de 5 años y los árboles inmaduros se atienden periódicamente
17	Personal responsable y equipo	En cantidad y nivel de preparación y con equipo de primer nivel para la ejecución del plan	No hay personal ni equipo	Personal con algo de equipo y nivel bajo	Cuadrilla con alguna certificación y equipo completo	Equipo multidisciplinario en una unidad Urbana de manejo
18	Financiamiento	Constante en cantidad y frecuencia que permite implementar el PMIAU	Solo reactivo a urgencias	Suficiente para manejo básico	Constante para incrementar beneficios del arbolado	Adecuado para mantener el máximo de beneficios del arbolado
19	Políticas de protección de árboles	Permite obtener el beneficio de árboles grandes a través de aplicar las leyes de protección	No existen o no se aplican	Si existen pero mal aplicadas	Existen políticas claras y se aplican en árboles públicos y privados	Políticas integradas en varios niveles del municipio que asegura la protección a los árboles con acciones disuasivas
20	Comunicación	Para mantener vivo el interés y la supervisión en la ejecución del programa	No existe	Es esporádica, breve y general	Mas sistematizada, enfocada a grupos y constante	Además de lo anterior existe retroalimentación hay eventos icónicos

Anexo 09 Uso del sistema de 25 Indicadores

En lo que respecta a la definición de líneas base o el establecimiento de metas claras una tarjeta usada en el plan de manejo de la ciudad de Valledupar, Colombia (Alcaldía de Valledupar, 2017) es muy útil para transferir la información más relevante a una forma que sea visible, sencilla y comprensiva.

Fecha: diciembre 2022									
META Biodiversidad - Aumentar en la población la presencia de especies nativas.									
Actividades Principales									
Acción				Responsable (duración en semanas)					
1. Adquisición de planta de calidad				SMACC (4)					
2. Preparación de cepas				Departamento Arbolado (12)					
3. Siembra de especies nativas (AGEB0952)				Departamento Arbolado (4)					
Presupuesto Estimado: (000) \$225.00				Cronograma					
Act/Insumo	P.U.	Cant.	TOTAL	A1 T1	T2	T3	T4	A2 T1	T2
Adquisición	0.8	150	\$120						
Preparación	0.3	150	\$ 45						
Trasplante	0.3	150	\$ 45						
Cuidados	0.1	150	\$15						

Finalmente los últimos 5 criterios para evaluar tienen que ver con los actores participantes en la implementación del plan son:

Nivel de desempeño						
CRITERIO	Objetivo Clave	Bajo	Moderado	Bueno	Óptimo	
21	Acciones comunitarias	En el nivel de colonias, existe un entendimiento y cooperación en el manejo del BU	No existen	Numero limitado de grupos activos	Cobertura a nivel ciudad con interacción	Todas las colonias organizadas y cooperando
22	Coordinación intermunicipal	El impacto de la participación de todos los municipios que conforman la ciudad es importante para la continuación del PMIAU	No existe	Al menos la mitad de los municipios están involucrados	70% de los municipios están involucrados activamente	La totalidad de los municipios están involucrados
23	Involucramiento de sector privado	Empresas e industria se solidariza con las metas y objetos del PMIAU, dándole permanencia	Nada se ignora el tema del arbolado	Se envía material de promoción al sector y se asesora. El sector servicios promueve	Las metas para árboles privados están claras y hay incentivos para tenerlos	El sector adopta medidas de mejor y aplica en sus propiedades. El de servicios apoya financieramente las iniciativas
24	Participación de empresas de servicios					
25	Consciencia Pública	Existe un claro entendimiento del papel del bosque urbano	Los árboles se ven como problema, un gasto inútil. Solo ensucian	Hay mínimo interés en la difusión, promoción y programas comunitarios	Hay grupos participativos en algunos eventos a lo largo del tiempo	Se demuestra en participación activa de cuidado del arbolado y eventos relacionados

Todos estos indicadores son componentes generados por un plan multinivel, que si tiene bien definidos la visión, metas, involucramiento de actores principales son muy útiles para realizar una gestión adaptativa del plan que se vaya ajustando a las necesidades cambiantes del arbolado.



Oaxaca de Juárez
Patrimonio cultural de la humanidad
2022 - 2024

Plan para el manejo integral del
arbolado urbano del municipio de **Oaxaca de Juárez**

Secretaría de
Medio Ambiente y Cambio Climático