



## Diagnóstico del arbolado viario de El Vedado: composición, distribución y conflictos con el espacio construido

### El Vedado's Tree-lined Streets and Built Space: Composition, Distribution and Conflicts

Larisa Castillo Rodríguez y José Carlos Pastrana Falcón

**RESUMEN:** Los inventarios de datos asociados a la distribución, composición, disponibilidad y estructura de las diferentes especies arbóreas de una zona urbana determinada suponen una etapa ineludible en la gestión y manejo de los verdes urbanos. En El Vedado habanero la presencia de arbolado en sus vías ha constituido una característica distintiva y precursora. No obstante, el déficit cuantitativo y cualitativo de especies vegetales que presenta actualmente la zona, afecta de manera sensible el confort y la imagen urbana de sus calles, además de que restringe los beneficios de los árboles y aumenta su vulnerabilidad. En este trabajo se presenta la situación del arbolado viario de El Vedado a partir del levantamiento detallado de las especies y de los espacios del que forman parte. Los datos de cantidades totales de especies y su localización espacial, la estimación de un estado fitosanitario y el diagnóstico de los conflictos de cada ejemplar con el medio construido constituyen algunos de los resultados obtenidos. Tales resultados pueden ser útiles en la identificación de las variables para la selección de especies arbóreas adecuadas para el diseño de áreas verdes urbanas cubanas.

**PALABRAS CLAVE:** arbolado viario, gestión de arbolado urbano, selección de especies, verdes urbanos, paisajismo, silvicultura urbana, biodiversidad urbana, ecología urbana, El Vedado, La Habana

**ABSTRACT:** The compilation of data inventories regarding the distribution, composition, availability and structure of the variety of trees species in a certain urban area constitutes a necessary stage in urban forestry management. Havana's El Vedado has been historically characterized by its tree-lined streets. However, the current quantitative and qualitative deficiencies of its tree species affect significantly the urban image of the area and the well-being of its inhabitants, while also restricting the benefits provided by the trees and increasing their vulnerability. This paper presents a report of the first results of a spatial database of El Vedado's tree-lined streets, created through meticulous identification of tree species and the spaces where they belong. The data collected include information on basic aspects such as tree composition, density, size, growth performance and limitations. This type of study may prove very useful in helping to identify the characteristics that maybe used to select tree species better suited for landscape design in urban areas of Cuba.

**KEYWORDS:** street tree, tree management, tree selection, green spaces, landscape, urban forestry, urban biodiversity, urban ecology, El Vedado, Havana

*"Given a limited budget, the most effective expenditure of funds to improve a street would probably be on trees"*

**Allan B. Jacobs - Great Streets**

## Introducción

La zona urbana genéricamente conocida como El Vedado ha sido centro de numerosas y notables investigaciones asociadas a variadas temáticas como la historia, la sociología y el urbanismo [1-4]. En todos estos estudios se reconoce la singularidad de los principales valores presentes en el área, entre las que distingue el uso del árbol como elemento componente del espacio viario [5], y los aportes de dicha práctica en la posterior evolución de la ciudad de La Habana.

La presencia casi regular de árboles en alineación a lo largo de sus calles sitúa a esta barriada a la cabeza de las zonas urbanas más arboladas de las ciudades cubanas. Sin embargo, un elevado por ciento de sus ejemplares exhibe una imagen deprimida y de lucha disímil contra el medio urbano que le rodea, de acuerdo con Coyula:

"más de la mitad de los árboles que bordeaban las calles han sucumbido en una pelea desigual con las cisternas, el tendido aéreo eléctrico y telefónico, y la furia asesina de algunos, canalizada hacia una víctima indefensa que con su fronda verde quizás les recuerda el medio rural de donde una vez quisieron escapar" [6]

Sin embargo, la situación actual del arbolado viario, y de otros verdes urbanos resulta desconocida. La carencia de información en cuanto a cantidad, condición y necesidades individuales de esta singular plantación arbórea dificulta las escasas acciones de diseño y gestión que sobre ella se introducen.

Los inventarios florísticos constituyen herramientas y etapas ineludibles en los programas de gestión del arbolado urbano [7]. No considerar las plantaciones existentes durante la realización de acciones de diseño y manejo solo contribuye a que estas se desarrollen de manera aislada e inconexa entre sí. De esta manera, al no tenerse en consideración el conjunto del patrimonio verde de la ciudad y su distribución, no se explota y aprovecha todo el potencial de sus recursos.

El objetivo principal de este artículo es el de mostrar los resultados de un levantamiento y diagnóstico detallado realizados al arbolado viario de El Vedado y contribuir de forma significativa, con información de campo original, al conocimiento de las alineaciones arbóreas de la zona, a los efectos de explorar, en una segunda etapa, posibles respuestas desde el punto de vista de diseño que puedan contribuir a superar paulatinamente y de manera apropiada los problemas heredados y los que se afrontan en la actualidad.

## Materiales y métodos

Este trabajo forma parte de una investigación más amplia que aborda la problemática de las calles arboladas en el planeamiento y el diseño urbanos contemporáneos. En él se muestran los resultados del levantamiento y diagnóstico del arbolado de calles de la zona conocida como El Vedado. A través del inventario se determinó el número de especies, la estructura de la población arbórea, se estimó el estado fitosanitario y se localizaron y diagnosticaron los conflictos de cada ejemplar con el medio construido.

Para el desarrollo del diagnóstico se subdividió el área en 6 zonas, de las cuales se levantaron todas las especies vegetales localizadas en aceras y

1. PÁVEZ OJEDA, Jorge: *El Vedado 1850-1940. De Monte a Reparto. Territorio e identidades de un barrio habanero*. La Habana: Centro de Investigación y Desarrollo de la Cultura Cubana Juan Marinello, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, 2003.
2. ROIG DE LEUCHSENRING, Emilio: *La Habana. Apuntes Históricos*. 2da ed. La Habana: Consejo Nacional de Cultura, 1963, Tomo II.
3. BAY SEVILLA, Luis: "Viejas costumbres cubanas. La barriada del Vedado". *Arquitectura*. La Habana: Órgano Oficial del Colegio Nacional de Arquitectos. Julio, 1943, Año 11, núm 120, 121 y 122.
4. GONZÁLEZ MANET, Enrique. "El Vedado: anatomía de un barrio". *Revista de la UNESCO*. La Habana. Comisión Cubana de la UNESCO, 1976.
5. CROSAS ARMENGOL, Carles: *El Proyecto de El Vedado. Variaciones sobre la regularidad en la formación de La Habana metropolitana*. Tesis Doctoral. Director: Xabier Eizaguirre Garaitagoitia. Universidad Politécnica de Catalunya. Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio, 2009, p. 142
6. COYULA, Mario: "Más acá del río y bajo los árboles a la sombra de un Vedado que ya no es más". En: *Regulaciones Urbanas de El Vedado*. La Habana: Ediciones Unión, 2006. (Colección Arquitectura y Ciudad), p 60.
7. LU, Jacqueline W.T.; SVENDSEN, Erika S.; CAMPBELL, Lindsay K.; GREENFELD, Jennifer; BRADEN, Jessie; KING, Kristen L.; FALXA-RAYMOND, Nancy: "Biological, Social, and Urban Design Factors Affecting Young Street Tree Mortality in New York City. *Cities and the Environment* (CATE). 2010, Vol. 3, Iss.1, Art.5.

paseos. (Figura 1) Mediante el trabajo de campo desarrollado y empleando métodos de análisis organoléptico, así como levantamientos gráficos y fotográficos, se identificaron y localizaron los ejemplares arbóreos y se diagnosticaron los estados fitosanitario de cada planta y técnico de los pavimentos, infraestructura y cierres aledaños a cada una. La identificación de las plantas se realizó sobre la base de las características de sus hojas a partir del análisis de bibliografía técnica específica. [8, 9 y 10]

Para documentar todos los datos se elaboraron dos grupos de fichas. El primero con los siguientes aspectos: (Figura 2)

8. BISSE, Johannes: *Árboles de Cuba*. La Habana: Editorial Científico Técnica, 1988.

9. FERRO, Sergio; ÁLVAREZ, Alberto; CASTILLO, Larisa: *Manual de Arborización Urbana*. La Habana: Sello Editorial GDIC, 2011.

10. ROIG MESA, Juan Tomás: *Diccionario Botánico de nombres vulgares cubanos*. 3ra reimp. La Habana: Editorial Científico Técnica, 1988.



Figura 1: Subdivisión del área de estudio en 6 zonas Fuente: elaborado por los autores.

Zona: 1 Dirección: Calle 25 entre E y F														
No.	Nombre común	Nombre científico	Clasificación			Dimensiones (m)			Estado Fitosanitario			Acciones		Observaciones
			A	P	Ab	H	D	Dt	B	R	M	P	T	
1	Laurel	<i>Ficus benamina</i>	X			10	12	0.8			X		X	
2	Marpacífico	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>			X	2.5	3	0.1		X			X	Seto arbustivo plagado
3	Ocuje colorado	<i>Callophyllum calaba</i>	X			6	8	0.6	X			X		
4	Noni	<i>Morinda citrifolia</i>	X			1.7	2.6	0.2	X			X		
5	Framboyán rojo	<i>Delonix regia</i>	X			6.5	8	0.6		X			X	
6	Cocotero	<i>Cocos nucifera</i>		X		3	5	0.2		X			X	
7	Framboyán rojo	<i>Delonix regia</i>	X			7	8.5	0.7		X			X	
8	Álamo	<i>Ficus religiosa</i>	X			8	7	0.6		X		X		
9	Palma fénix	<i>Phoenix roebelinii</i>		X		2.5	3	0.1	X				X	Palma
10	Marpacífico	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>			X	2	2.5	0.15		X			X	Seto arbustivo plagado

Figura 2: Ejemplo de fichas utilizadas para el levantamiento de los árboles. Fuente: elaborado por los autores.



- Nombre común: Nombre vulgar con que se conoce dicha planta en La Habana
- Nombre científico: Nombre científico de la planta, en latín, de acuerdo con la bibliografía técnica revisada. [8, 9 y 10]
- Tipo de planta: Clasificación de la planta de acuerdo con su morfología (árbol / palma / arbusto), en función de la clasificación brindada por la Norma Cubana de Áreas Verdes Urbanas. [11]
- Dimensiones generales: Rangos y dimensiones totales de alturas y diámetros de copa y tronco.
- Estado fitosanitario: Clasificación general del estado fitosanitario de la planta (Bueno / Regular / Malo) por causas naturales o antrópicas a partir de criterios cualitativos de afectaciones en los troncos (heridas e inclinación) y en el follaje (suciedad, presencia de plagas y deficientes acciones de poda)
- Acciones a proponer: Acciones de manejo en función del estado fitosanitario de la planta (Poda / Tala)
- Observaciones: Especificidades de la planta en cuanto a relación con otros elementos componentes del espacio (conflictos del árbol en cuestión con el espacio urbano inmediato).

Como parte de este proceso se obtuvieron datos relativos a:

- Cantidades de plantas totales y por especies presentes en las calles del área de estudio.
- Especies dominantes y cantidad de individuos de cada una.
- Densidades de arbolado por cada zona de estudio

Se levantó además, la posición espacial de cada árbol en el sitio, así como las características y estado técnico de los elementos componentes de la calle que podían entrar en conflicto con el primero, dígase cierres, pavimentos y redes de infraestructura. Las fichas donde se recogió esta información constaban de: (Figura 3)

11. OFICINA NACIONAL DE  
NORMALIZACIÓN: *Áreas Verdes Urbanas*  
— *Parte 1: Conceptos, Términos y*  
*Definiciones. NC 677-1: 2009.* La  
Habana: ONN, 2009.

Zona: 1 Dirección calle: Calle 25 entre E y F											
No.	Ubicación		Dimensiones (m)			Infraestructura aérea		Daños en zonas aledañas			Observaciones
	Ponche	Parterre	Ancho	Ancho acera	Ancho calle	Altura	Estado técnico	Daños pavimentos	Daños cierres	Daños edificios	
1		X	2.8	1.65	7	9	R	X	X	X	Raíces dañan cisterna
2		X	2.8	1.65	7	9	R				
3		X	2.8	1.65	7	9	R				
4		X	2.8	1.65	7	9	R				
5		X	2.5	1.95	7	9	R	X			
6		X	2.5	1.95	7	9	R				
7	X		1.5	2.95	7	9	R	X			Conflicto con acometidas de redes aéreas
8		X	2.8	1.65	7	9	R	X			
9	X		1.5	2.95	7	9	R				
10		X	2.8	1.65	7	9	R				

Figura 3: Ejemplo de fichas utilizadas para el levantamiento del espacio construido. Fuente: elaborado por los autores.

- Ubicación del árbol: Tipo de perforación practicada al pavimento para insertar la planta (ponche / parterre).
- Dimensiones de la sección vial: Rangos y dimensiones generales de la vía en sección (ancho ponche o parterre / ancho acera / ancho calle).
- Redes de infraestructura aérea: Rangos y alturas de las redes de

infraestructura aérea y estado técnico de las mismas (altura / estado técnico).

- Daños aledaños: Datos sobre roturas por conflicto del espacio con la planta (en pavimentos / en cierres / en edificaciones).
- Observaciones: Detalles sobre especificidades del espacio asociados mayormente al estado técnico de los elementos, por ejemplo: "parterres desnudos con problemas de erosión".

Los resultados que se presentan fueron recopilados y procesados sobre la base de métodos de análisis-síntesis. Los ejemplares arbóreos fueron ubicados espacialmente y graficados en un grupo de planos que permitieron identificar zonas de conflicto dentro del área de estudio así como la conformación de una base documental informativa para la elaboración de propuestas futuras de intervención.

A partir del análisis de estos datos se determinaron los principales factores causales de la baja densidad de arbolado en determinadas zonas. Este paso conllevó la comprobación y valoración del comportamiento de parámetros específicos asociados a las cualidades espaciales de cada calle levantada, en aras de diagnosticar y valorar cuantitativa y cualitativamente las capacidades de las especies vegetales presentes. A partir de la correlación de los parámetros analizados en las fichas y los asociados a las características climáticas (tipo de suelo, topografía, condiciones de iluminación, humedad, salinidad y vientos y niveles de contaminación ambiental), urbano-morfológicas (configuración espacial restrictiva para el pleno crecimiento de la planta en cuestión) y socioculturales (usos de suelo, flujos de circulación peatonal y vehicular y niveles de atención y manejo al arbolado) de cada una de las seis áreas se determinaron los niveles de adaptación de las plantas y los factores causales de la baja densidad. La determinación de las características generales que deben reunir los árboles para ser utilizados en espacios viarios en la zona fue un aspecto de vital importancia en esta etapa.

Por último, se analizaron los resultados de un grupo de encuestas elaboradas y aplicadas por especialistas del Grupo para el Desarrollo Integral de la Capital, GDIC a una muestra representativa de los residentes en el área [12]. Las encuestas, destinadas a conocer la percepción de la población de la problemática en cuestión, exploran las valoraciones, preferencias y experiencias entorno a esta singular plantación característica en la zona. El objetivo de esta etapa fue el de validar la importancia que la población confiere al arbolado de las vías, así como el de proponer acciones para activar la participación comunitaria en la problemática.

## Resultados y discusión

La zona seleccionada como muestra para el estudio fueron 50 calles de la barriada de El Vedado, con un área de unas 550 Ha, y con unas líneas de máximo recorrido de 4 y 2 km respectivamente con respecto a los sentidos longitudinal y transversal al mar. El Río Almendares constituyó el límite oeste, al norte y noreste el mar y al sur y sur - este algunas grandes piezas urbanas que conllevan a la interrupción de la cuadrícula, los cuales son el Cementerio de Colón, El Castillo del Príncipe, el Hospital Calixto García y la Universidad de la Habana, además de las calles Zapata e Infanta. (Figura 4)

Establecer límites, desde el punto de vista físico, con aspectos relacionados con la vegetación resulta un problema complejo, pues las relaciones a niveles ecológicos y medioambientales constituyen elementos

12. GDIC: "Proyecto de regeneración del verde urbano en Vedado - Malecón. Informe de las principales actividades realizadas como parte del proceso participativo comunitario en la regeneración del arbolado de El Vedado". La Habana, Febrero-Marzo, 2013. Inédito.

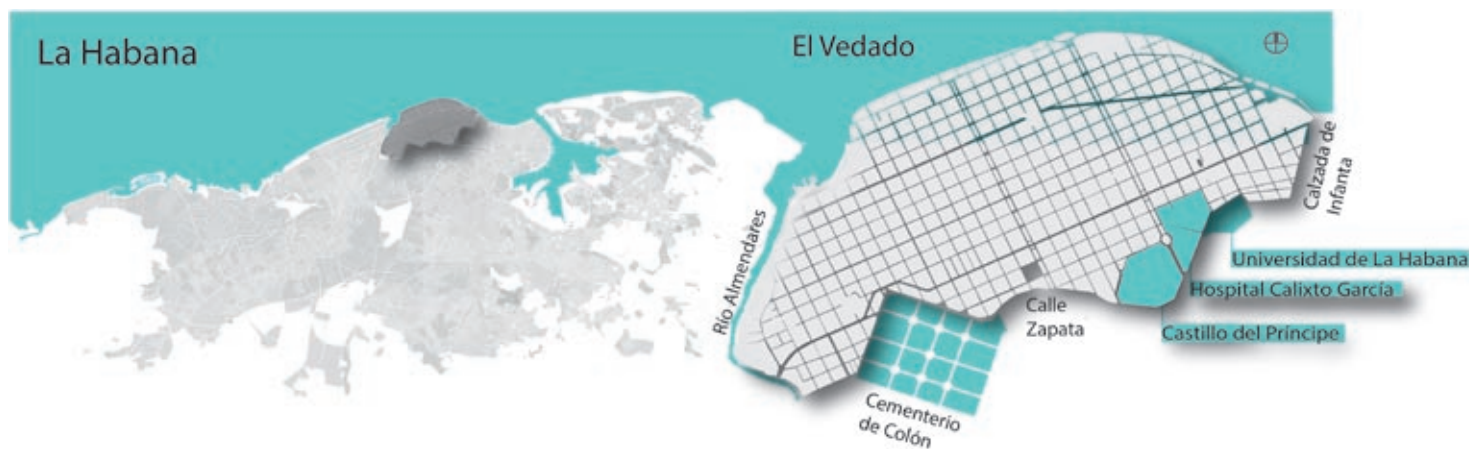


Figura 4: Límites físicos del área de estudio. Fuente: elaborado por los autores.

de principal consideración. "Los paisajes, como las personas, raramente se encuentran solos. Todo paisaje se encuentra unido con otros en una extensa red de interdependencias que abarca todo el planeta Tierra. Todo está relacionado, en cierto nivel, con todo lo demás". [13] Por tal razón, los estudios en materias de paisajismo se realizan, por lo general, por grupos multidisciplinarios de especialistas en función de garantizar que los resultados sean más abarcadores y fiables. [14] La zona de El Vedado presenta un amplio grupo de sistemas verdes, internos y externos, (verdes en las márgenes del río Almendares, grandes parques urbanos, parques, plazas y plazuelas, jardines públicos y privados, además de patios e interiores de manzana) que interactúan en diferentes niveles; sin embargo, para este trabajo solo se analizó la vegetación presente en aceras y paseos. (Figura 5)



Figura 5: Principales áreas verdes urbanas presentes en La Habana. Fuente: elaborado por los autores a partir de plano base de Hernández, Liset & Dotres, Maryla.

Después de realizar el levantamiento total se obtuvo un numeroso grupo de datos, donde destaca que el área posee una cantidad de 7662 ejemplares arbóreos, de los cuales 6010 son árboles<sup>1</sup> y 1652 palmas<sup>2</sup>. (Figuras 6 y 7) Además se ubican en la zona unos 440 ejemplares de arbustos<sup>3</sup>. La

13. TILLMAN LYLE, John: *Design for Human Ecosystems*. Washington D.C.: Island Press, 1999, p.24.

14. FERRO, Sergio: "Introducción a la Arquitectura del Paisaje. Términos y definiciones". La Habana, 2004. Conferencia inédita para la asignatura Introducción a la Arquitectura del Paisaje I.

<sup>1</sup> Se denomina árboles a las plantas leñosas de más de 4 m de alto, ramificadas por encima de su tronco principal. Pueden tener un solo eje principal (monopodio) como es frecuente en las coníferas, o varios (simpodio) como suele suceder en la mayor parte de las plantas con flores [14].

<sup>2</sup> Se conocen como palmas, o árboles estipitados, a las plantas monocotiledóneas con porte de estípide con un sistema radicular fasciculado [14].

<sup>3</sup> Los arbustos son plantas leñosas de menos de 4 m de alto, ramificadas desde la base. Los arbustos pueden ser diversos y entre ellos se incluyen aquellas plantas cuyas ramas sarmentosas pueden trepar sobre otras plantas y dispositivos de apoyo hasta alturas mayores [14].

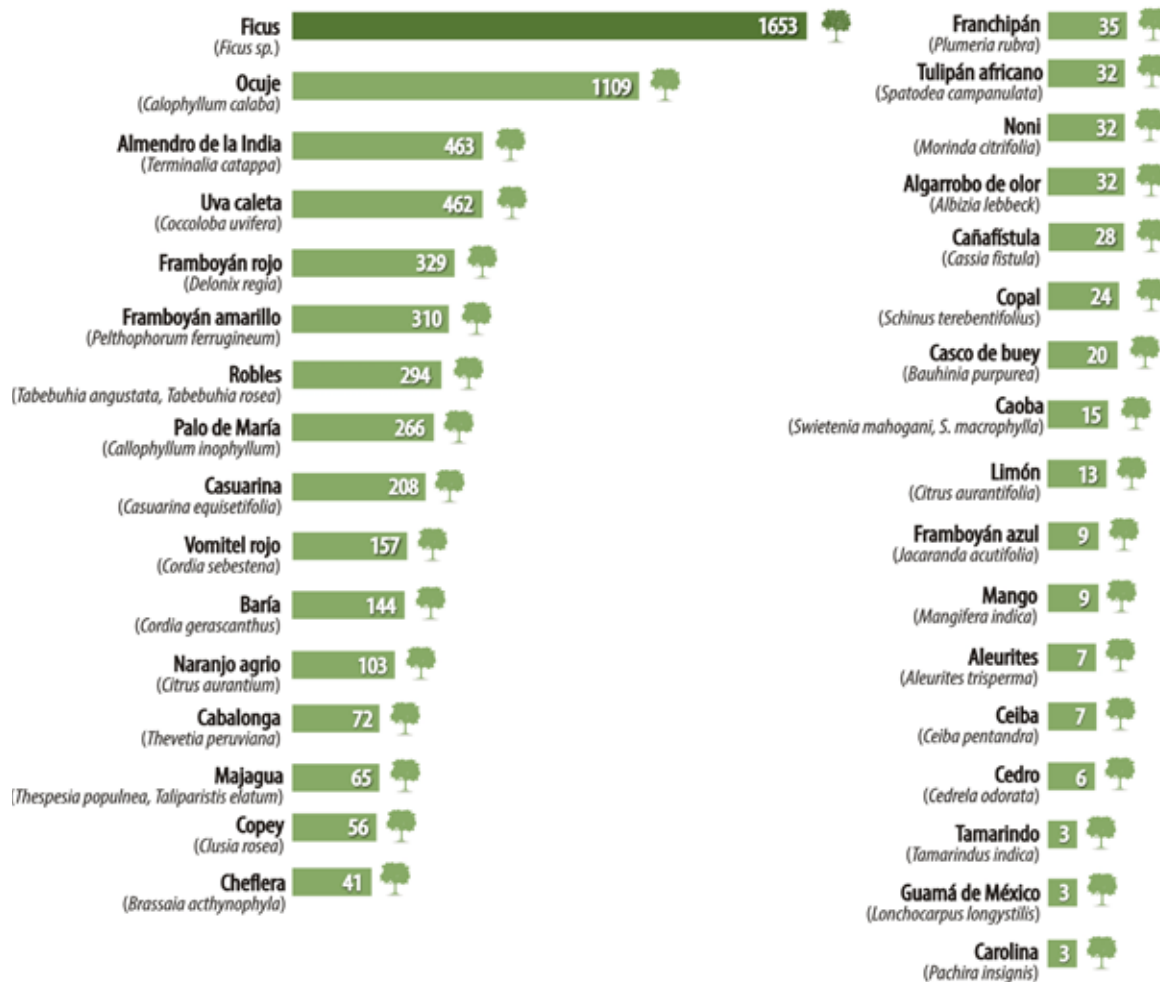


Figura 6: Cantidades totales de ejemplares arbóreos por especies presentes en las calles de El Vedado. Fuente: elaborado por los autores.

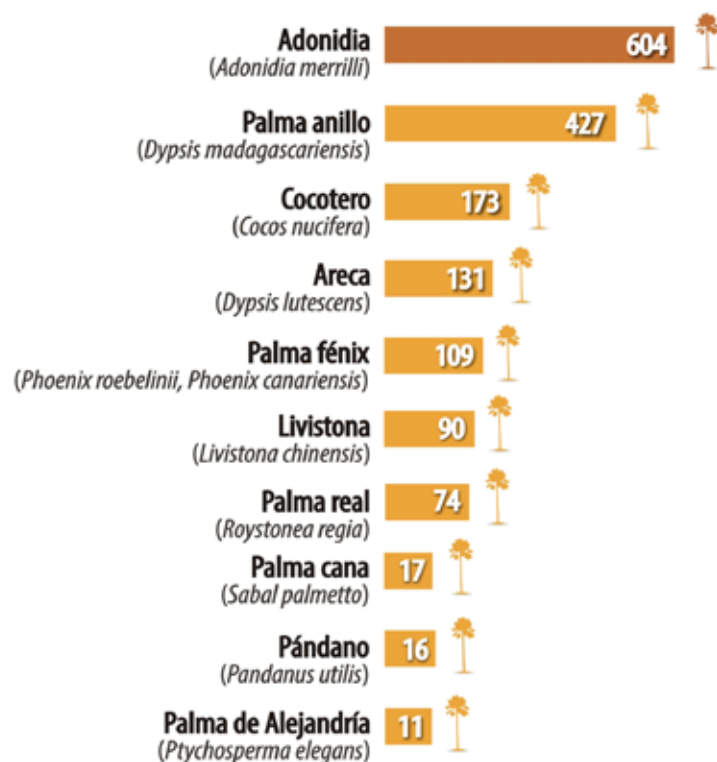


Figura 7: Cantidades totales de ejemplares de palmas por especies presentes en las calles de El Vedado. Fuente: elaborado por los autores.



distribución de las cantidades mencionadas no es homogénea. Destacan los sectores 4 y 6 con las mayores poblaciones de árboles, y el 3 y el 6 con los arbustos. (Figura 8)

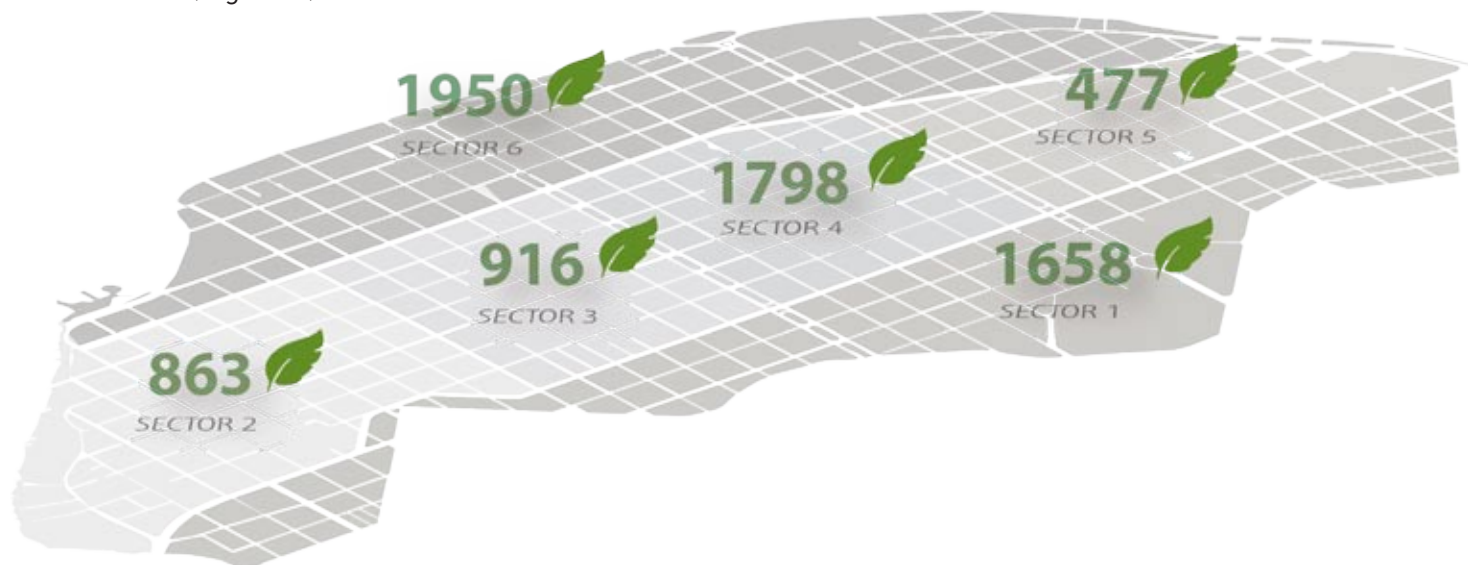


Figura 8: Cantidades totales de ejemplares vegetales (árboles, palmas y arbustos) presentes en cada una de las 6 zonas en que subdividió el área de estudio. Fuente: elaborado por los autores.

Un grupo de autores, entre los que destacan Jacobs, A, 1990 [15]; C.Y. Jim, 2003 [16]; Sæbø et al, 2003 [17] y Ferro et al, 2012 [9] como recomiendan que las plantas con la morfología y la capacidad adecuadas para brindar un número mayor de beneficios sembradas en alineaciones en los laterales viales, sean los árboles. Las palmas, por otro lado, se asocian con la imagen de la vegetación tropical, sin embargo no aportan grandes ventajas medioambientales y su función urbana tiene un carácter más bien escénico que práctico. [18] El uso de palmas en las calles solo se recomienda en tenias o separadores centrales, paseos o parques lineales y rotondas y otros espacios de canalización del tráfico. Por último, la Norma Cubana de Áreas Verdes Urbanas en el acápite de diseño de espacios de circulación peatonal y vehicular recomienda: "En ningún caso se introducirán dentro del parterre plantas arbustivas o herbáceas altas, que obstruyan la visibilidad entre el conductor de vehículos que se desplaza por la calle y las personas que se desplazan por la acera". [19] Por tanto, se desprende de este análisis que, exceptuando las palmas y arbustos que se encuentran en plantaciones de separadores centrales, por ejemplo en las calles Paseo y G, se debe evitar el uso de estas plantas como alineaciones en aceras. En la zona de estudio, y en general en la jardinería viaria cubana, se observa un amplio empleo de palmas y arbustivas en las calles, debido sobre todo, a problemas de ofertas e iniciativas particulares y estatales. [20]

A pesar de la extensión del área llama la atención la poca diversidad de especies existentes. Es interesante señalar que la distribución del número de individuos, repartida entre el total de especies consideradas es muy heterogénea. Es decir, solamente unas pocas especies contienen un gran número de individuos y la mayoría presente muy pocos. En tal sentido, de las 49 encontradas, existen 3 que son dominantes en la zona debido al elevado número de individuos que presentan: los Ficus (Ficus benjamina, Ficus religiosa, Ficus microcarpa, Ficus elastica, Ficus lyrata, Ficus benghalensis, Ficus trigonata) con 1653 ejemplares, el Ocuje (Calophyllum antillanum) con 1109 y la Palma Adonidia (Adonidia merillii) con 604. (Figura 9)

15. JACOBS, Allan B: "In Defense of Street Trees Standards". *Places* [en línea]. 1990, Vol.6, Issue 2, [consulta: diciembre 2012]. Disponible en: <http://escholarship.org/uc/item/0xf9f6d4>
16. C.Y. Jim, 2003: "Protection of urban trees from trenching damage in compact city environments". *Revista Cities*. 2003, Vol. 20, No. 2, p. 87-94.
17. SÆBØ, Arne; BENEDIKZ, Thorarinn; RANDRUP, Thomas B.: "Selection of trees for urban forestry in the Nordic countries". *Urban Forestry & Urban Greening*. 2003, núm 2, p. 101-114.
18. FALCÓN, Antoni: *Espacios verdes para una ciudad sostenible. Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2007, p. 25.
19. OFICINA NACIONAL DE NORMALIZACIÓN: *Áreas Verdes Urbanas — Parte 2: Requisitos de Diseño*. NC 677-2: 2009. La Habana: ONN, 2009, p 35-48.
20. FERRO, Sergio: "Problemas observados en el diseño de áreas verdes urbanas". La Habana, 2004. Conferencia inédita para la asignatura Introducción a la Arquitectura del Paisaje I.





Figura 9: Localización de los ejemplares del género *Ficus* presentes en aceras y paseos de El Vedado. Fuente: elaborado por los autores.

Esta pobre diversidad de especies del arbolado viario vedadense, que probablemente podría hacerse extensible a otras zonas urbanas del país, se debe sin duda alguna a varias razones, entre las que podemos señalar las deficiencias en la gestión, la carencia de ofertas arbóreas en el mercado, los problemas en la producción de cada especie, el desconocimiento general de otras especies interesantes por parte de suministradores, diseñadores y decisores en general, e incluso la existencia de “modas jardineras”. [21]

Por otra parte, un principio muy discutido en ecología sostiene que una alta diversidad contribuye a proporcionar una mayor estabilidad del ecosistema y a reducir las probabilidades de muerte por factores ambientales imprevisibles, o sea, las bajas diversidades pueden generar problemas de “monocultivo”, pues en caso que una especie sea más susceptible ante la acción de un factor, como puede ser una plaga por ejemplo, la pérdida sería mayor. [22, 23] Diversos especialistas como Terrazas et al, 1999 sugieren que para evitar pobreza en la diversidad florística ninguna especie debe de sobrepasar el 5% de la población total del arbolado, no obstante, coincide con otros autores en que ninguna ciudad actualmente cumple con esta condición, ya que en general, el número de especies arbóreas empleadas en las zonas urbanas es muy limitado. [24]

Por la incidencia de factores de diversa índole se observa una marcada diferencia entre las densidades de los sectores de trabajo. Autores como Salvador Palomo, exponen la existencia de dos baremos para las densidades de arbolado viario, uno europeo que fija un estándar de entre 200 – 250 árboles/Km de calle y uno americano con las medidas de unos 170 árboles/Km de calle, ambos en alineación doble. [25] El primer estándar, el europeo, no se cumple en ninguno de los sectores, no así el americano, que en el 4

21. CASTILLO, Larisa: “Gestión sustentable del arbolado viario”. En: ASOCIACIÓN CUBANA DE TÉCNICOS AGRÍCOLAS Y FORESTALES. *2do Evento Nacional ACTAF*. La Habana, junio 2013.

22. RICHARDS, N.A; STEVENS, J.C.: *Streetside spaces and Street trees in Syracuse 1978*. Syracuse, New York: State University of New York. College of Environmental Science & Forestry, 1979, p. 73.

23. LA ‘CAN, Igor; MCBRIDE, Joe R.: “Pest Vulnerability Matrix (PVM): A graphic model for assessing the interaction between tree species diversity and urban forest susceptibility to insects and diseases”. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2008, No.7, p. 291- 300.

24. TERRAZAS, T.; CORTÉS, M.; SEGURA, S.; TORRES, B.; OLALDE, I.; VILLASANA, L.; TAPIA, J.: *La vegetación urbana del campus universitario y la polémica del eucalipto*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 1999. Programa de Mejoramiento de las Áreas Verdes del Campus Universitario.

25. SALVADOR PALOMO, Pedro J.: *La Planificación Verde en las Ciudades*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili, 2003, p.87.

se evidencia con un valor de 174 árboles/Km. En el resto de los sectores los valores se comportan:

- Sector 1 \_ 105 árboles/Km;
- Sector 2 \_ 78 árboles/Km
- Sector 3 \_ 106 árboles/Km
- Sector 5 \_ 55 árboles/Km
- Sector 6 \_ 102 árboles/Km.

Como ya se dijo, en toda la zona de estudio las alineaciones no se comportan de manera regular debido a múltiples factores causales: climáticas, socioculturales y urbano-morfológicos.

Las capacidades de adaptación de las plantas a las condiciones climáticas de un sitio garantizan su posterior desarrollo exitoso y disminuyen sus necesidades de mantenimiento. [26] Diferentes autores como Kirnbauera et al, [27], Sæbø et al, [17]; Fahmy et al; [28] Falcón, [18] y Gilman & Partin [29], entre otros, discurren en la numeración de un grupo de importantes elementos tales como: condiciones edáficas (PH y tipo de suelo), topografía, iluminación (asociada a la orientación solar y la cantidad de luz tolerada por cada planta), humedad (asociada al régimen de precipitaciones y la cantidad de humedad que soporta cada especie arbórea); resistencia al viento y tolerancia al salitre y otros efectos por proximidad del mar y la contaminación atmosférica propia de las vías. (Figura 10)

26. GÓÑIZ JAIME, Alain: "Espacios verdes y paisaje urbano de la ciudad de Pinar del Río" Tesis Doctoral. Universidad de Alicante, 2008, p. 283.

27. KIRNBAUERA, M.C.; KENNEY, W.A.; CHURCHILL, C.J.; BAETZ, B.W.: "A prototype decision support system for sustainable urban tree planting programs". *Urban Forestry & Urban Greening*. 2009, No.8, p. 3-19.

28. FAHMY, Mohamad; SHARPLES, Stephen; YAHYA, Mahmoud: "LAI based trees selection for mid latitude urban developments: A microclimatic study in Cairo, Egypt". *Building and Environment*. 2010, núm 45, p. 345-357

29. GILMAN, Edward F.; PARTIN, Traci: *Elección de Árboles Adecuados para Sitios Urbanos: Evaluación del Sitio y Selección de Especies*. [en línea] Tallahassee, Florida: Departamento de Horticultura Ambiental de la Universidad de la Florida, 2006. Programa de Restauración del Bosque Urbano Afectado por Huracanes. [consulta: enero 2013] Disponible en: <http://treesandhurricanes.ifas.ufl.edu>

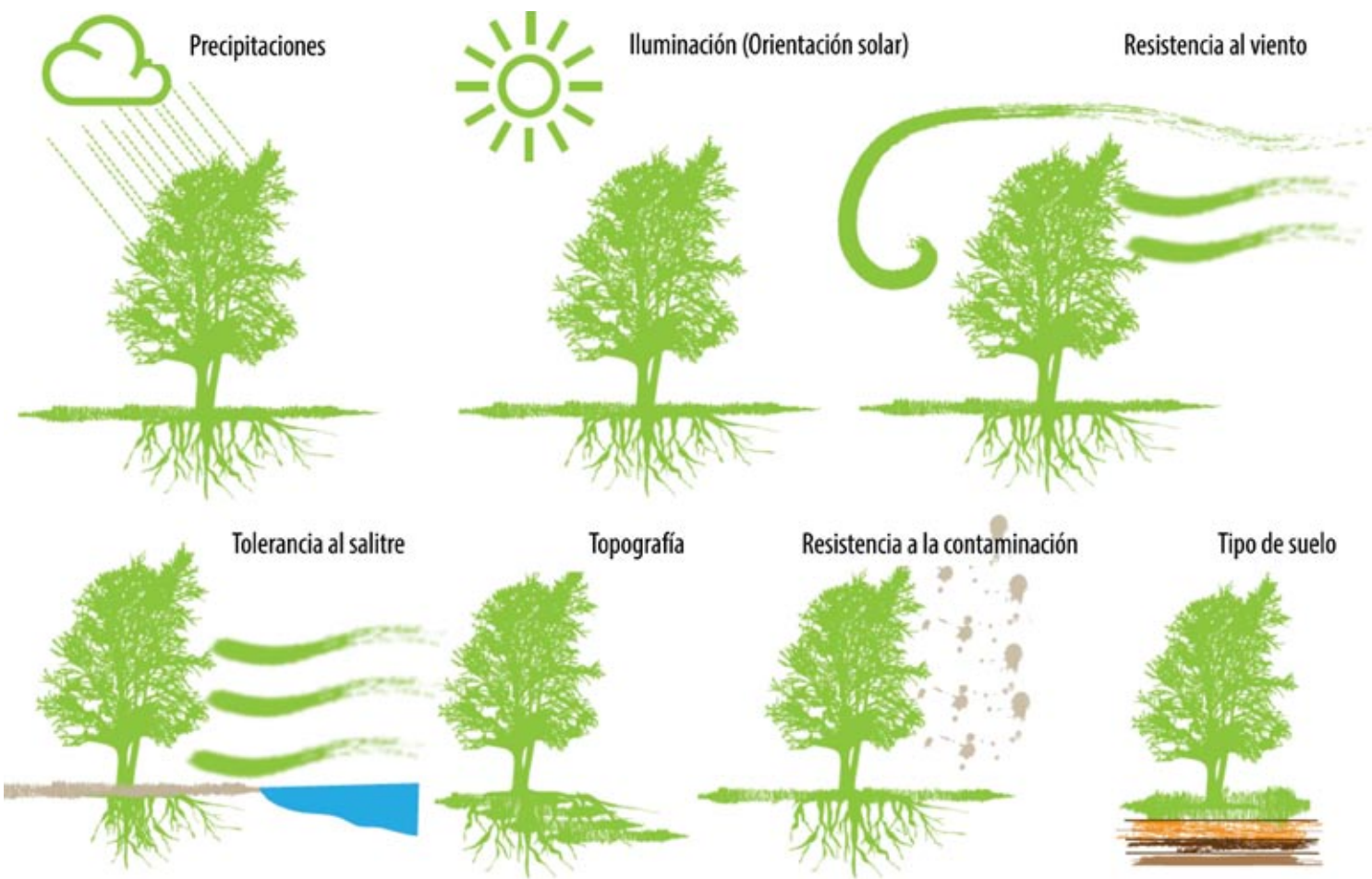


Figura 10: Variables medioambientales a considerar para la selección de especies arbóreas. Fuente: elaborado por los autores.



Tal y como es conocido El Vedado fue urbanizado sobre una zona de terrazas marinas. Los suelos de esta franja costera son fersialíticos pardo rojizo arcillosos, húmedos carbonatados, arcillosos y esqueléticos y/o ferralíticos rojos sobre calizas. En ellos se identifican hasta 4 niveles de terrazas, cuya configuración es producto de diferentes momentos de emersión de la costa, uno cerca del nivel de la Calle Línea, otro más elevado en la Calle 17, un tercero en la Calle 23 y el más alto hacia el Castillo del Príncipe [30] figura 11). Antes de urbanizarse el territorio, y analizando las condiciones edáficas del sitio, se supone que en la terraza más baja debió existir una formación vegetal<sup>4</sup> conocida con el nombre de Vegetación de costa rocosa (figura 12). Estas formaciones presentan comunidades abiertas con suculentas algo mayores y pequeñas, arbustos achaparrados y herbáceas, por tanto, la siembra de árboles de gran porte en la zona se encuentra destinada al fracaso desde su misma concepción [31]. Por otra parte, la incidencia directa de inundaciones, spray salino y vientos afecta de manera directa la calidad de suelos y la estructura de los árboles respectivamente. (Figuras 13 y 14) En las zonas donde se presentan corredores eólicos la afectación es mayor puesto que las especies arbóreas que logren sobrevivir en un sitio de tales condiciones se ven sometidas al conocido “efecto bandera” [32, 33 y 34]. (Figura 15) Estos son algunos de los factores climáticos que inciden en que los sectores 5 y 6 posean tan baja densidad.

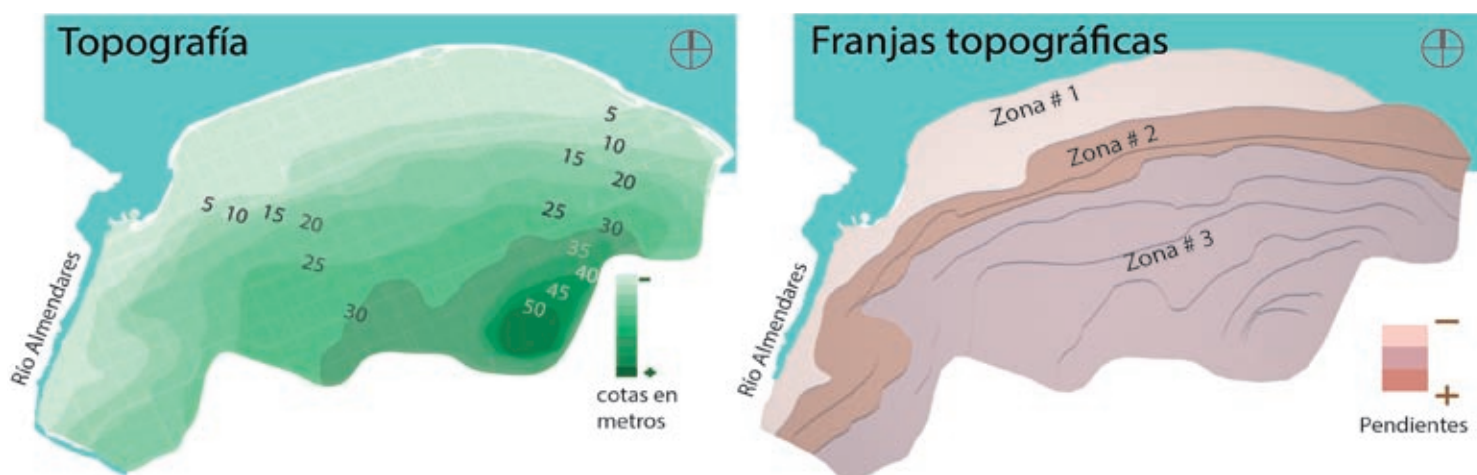


Figura 11: Datos topográficos del área de estudio. Fuente: elaborado por los autores.



Figura 12: Imagen de la playa de “El Chivo”, costa rocosa, a modo de terrazas, donde las formaciones vegetales que naturalmente crecen no cuentan con la presencia de árboles. Fuente: cortesía Dr. Alberto Álvarez de Zayas.

30. RODRÍGUEZ VIERA, Jorge Luis: *Lo Vedado del Vedado*. La Habana: Sello Editorial GDIC, 2009.
31. ÁLVAREZ DE ZAYAS, Alberto: “Las especies vegetales y las tecnologías de su manejo en la reducción de la vulnerabilidad del arbolado urbano”. En: ASOCIACIÓN CUBANA DE TÉCNICOS AGRÍCOLAS Y FORESTALES. *2do Evento Nacional ACTAF*. La Habana, junio 2013.
32. FERRO, Sergio: “Los verdes urbanos en el Centro Histórico de La Habana”. La Habana, 2009. Conferencia inédita para la asignatura Introducción a la Arquitectura del Paisaje I.
33. PASTRANA FALCÓN, José Carlos: “Propuesta de Ideas Preliminares para el diseño con árboles en calles de la barriada de El Vedado”. Tesis de Diploma. Tutora: Arq. Larisa Castillo Rodríguez. ISPJAE. Facultad de Arquitectura, La Habana, 2014, p. 60.

34. IBÁÑEZ ORTEGA, Claudia: “Propuesta de Ideas Preliminares para el diseño de áreas verdes en el frente urbano costero de la ciudad de Matanzas”. Tesis de Diploma Tutora: Arq. Larisa Castillo Rodríguez. ISPJAE. Facultad de Arquitectura, La Habana, 2014, p. 53.

<sup>4</sup> Explica qué es formación vegetal



Figura 13: Esquema de corredores eólicos y canalización de los vientos por las calles principales de El Vedado. Fuente: elaborado por los autores.

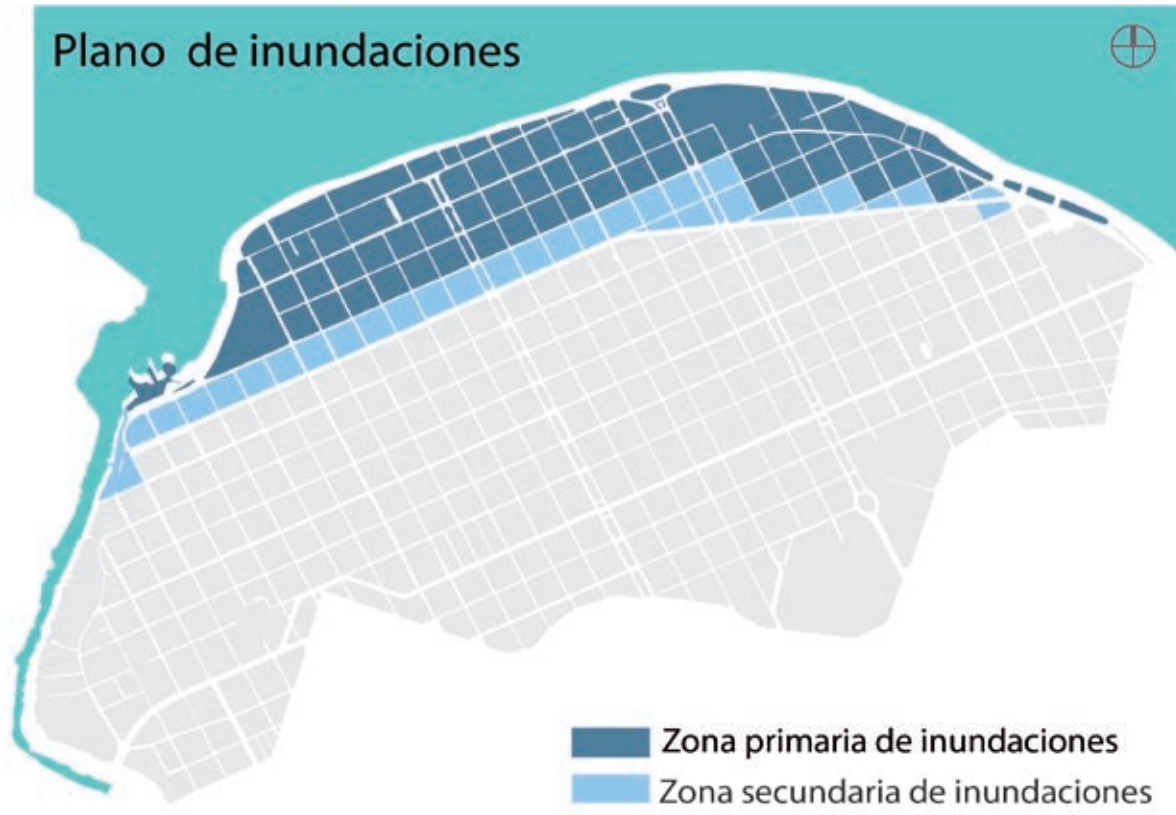


Figura 14: Zonas con diferentes niveles de inundación. Fuente: elaborado por los autores



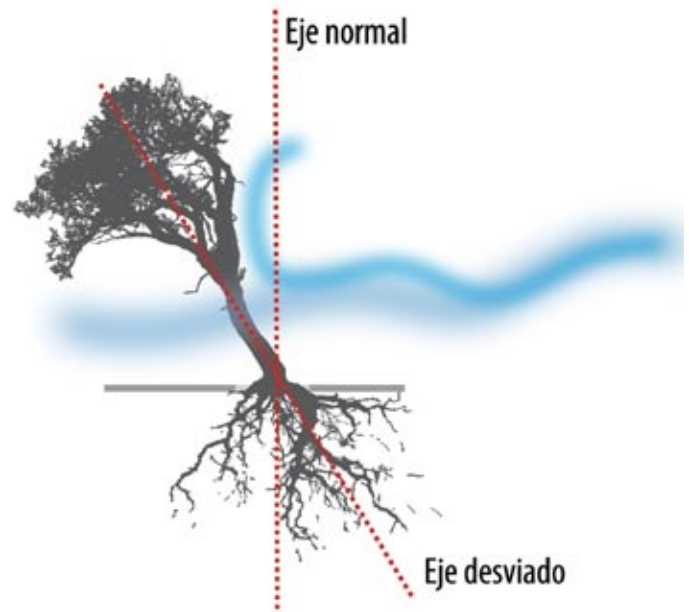


Figura 15: Imagen de árboles con efecto bandera en la calle 23, La Rampa. Fuente: tomada por los autores. Esquema de “efecto bandera” presente en los árboles por la acción directa del viento. Fuente: elaborado por los autores

Por otro lado, existen una serie de factores de índole sociocultural que refieren un grupo de especialistas como incidentes directos en la supervivencia de los árboles de las alineaciones viarias. Gilman & Partin [29]; Watson, [35]; Campanella et al, [36]; exponen cómo problemas de gestión, asociados a errores en las etapas de diseño y mantenimiento, pueden contribuir a la pérdida de especies arbóreas y por ende, a la disminución de la diversidad. Para el caso de El Vedado, autores como Ferro, [37]; Álvarez, [31]; Castillo, [21] y Rodríguez, [38]; explican las afectaciones que tienen sobre el arbolado viario y la vida urbana en general los aspectos vinculados a dificultades en la gestión en las etapas de planeamiento, diseño, ejecución, explotación, mantenimiento y procesamiento de residuos. Otros disímiles factores socioculturales asociados a los usos e intensidades del espacio público de la calles son también incidentes. (Figuras 16, 17 y 18)

El estado de salud de cada individuo arbóreo depende, en gran medida, de las características intrínsecas de cada especie y de las del espacio donde esta se inserta. Para determinar la condición general de cada ejemplar se requiere del análisis de diferentes problemas patológicos, entomológicos y fisiológicos, que inciden en los diferentes órganos y estructura de los árboles. En el trabajo realizado se evaluó de manera cualitativa el aspecto físico general de cada árbol como expone Grey & Deneke, [39] donde considera que un individuo sano es aquel que presente un crecimiento vigoroso, sin transformaciones en su porte y morfología, y que no muestre signos de daños mecánicos por la acción de insectos, fitopatógenos y otras asociadas a la interacción humana. En este sentido se obtuvo que el 34% del arbolado presenta problemas de salud siendo evaluado de mal, el 58% regular y el 8 % bien.

El estado fitosanitario de los árboles fue valorado a partir de las observaciones cualitativas realizadas durante el trabajo de campo. Los resultados indicaron que las afectaciones en los troncos de los árboles evaluados de mal y regular fueron menores, un 8 %, siendo superiores las

35. WATSON, Gary W.: “Soil Replacement: Long-Term Results”. *Journal of Arboriculture*. September 2002, Vol.28, No.5.
36. CAMPANELLA, B.; TOUSSAINT, A.; PAUL, R.: “Mid-term economical consequences of roadside tree topping”. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2009, No. 8, p. 49–53.
37. FERRO, Sergio: “Evolución Histórica de los Verdes Urbanos Cubanos: Parte II”. La Habana, 2004. Conferencia inédita para la asignatura Introducción a la Arquitectura del Paisaje I.
38. RODRÍGUEZ VIERA, Jorge Luis: “Una mirada a la reducción de la vulnerabilidad urbana asociada al arbolado viario”. En: ASOCIACIÓN CUBANA DE TÉCNICOS AGRÍCOLAS Y FORESTALES. *2do Evento Nacional ACTAF*. La Habana, junio 2013.
39. GREY, G.W.; DENEKE, F.J.: *Urban Forestry*. New York: J. Wiley & Sons, 1978, p. 279

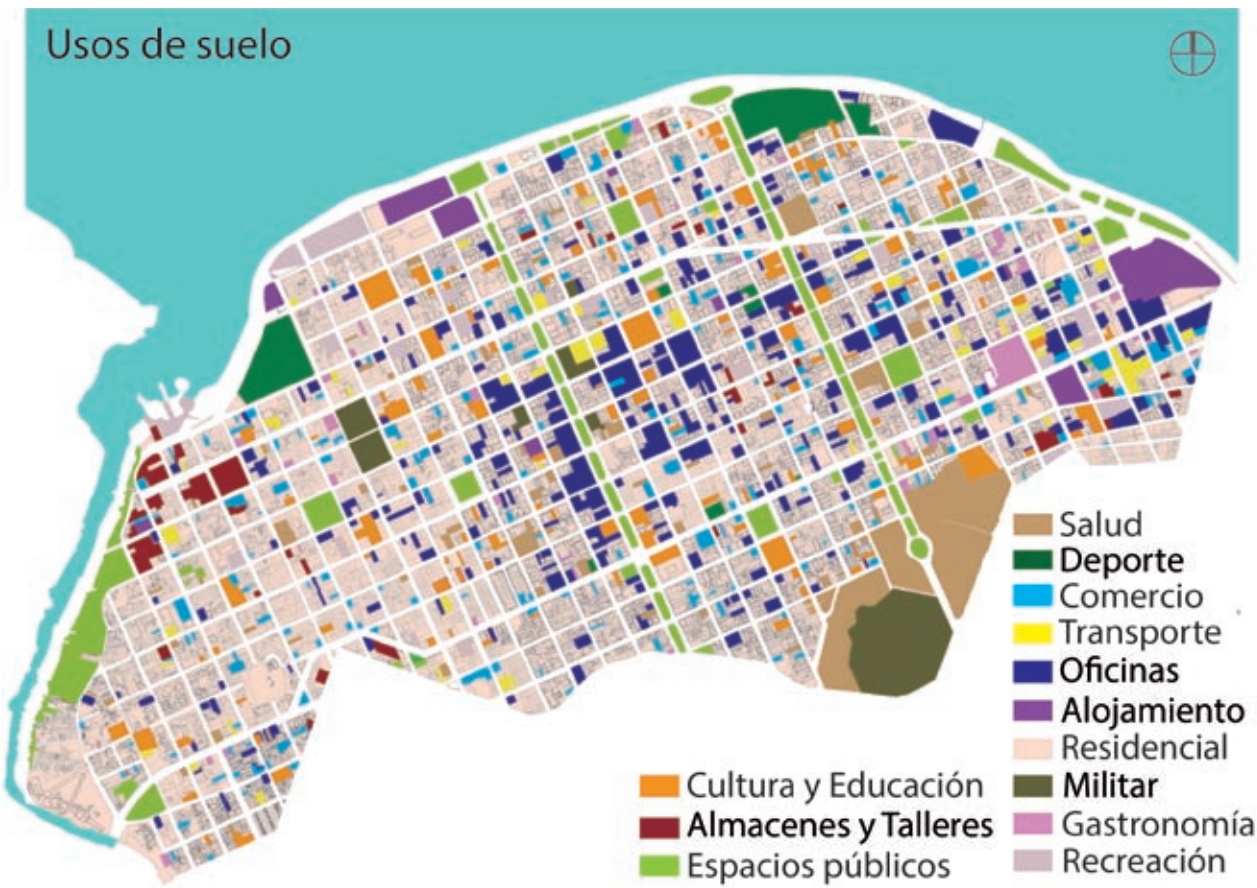


Figura 16: Esquemas de uso de suelos en el área. Fuente: elaborado por los autores.

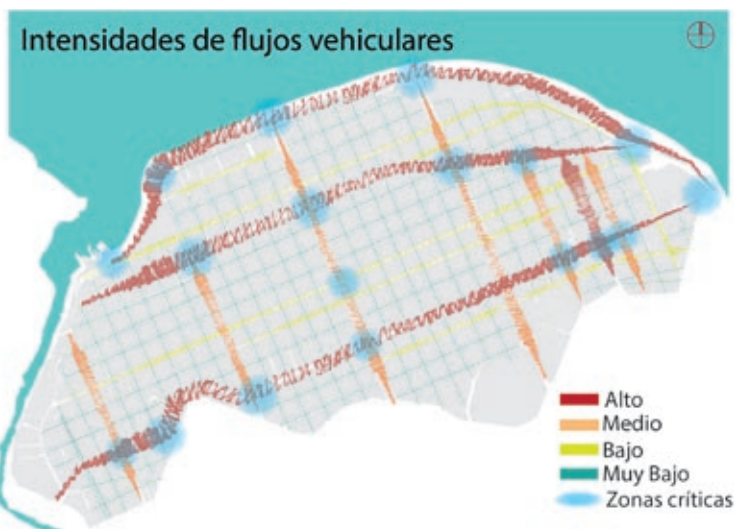


Figura 17: Intensidades en los flujos vehiculares. Fuente: elaborado por los autores.

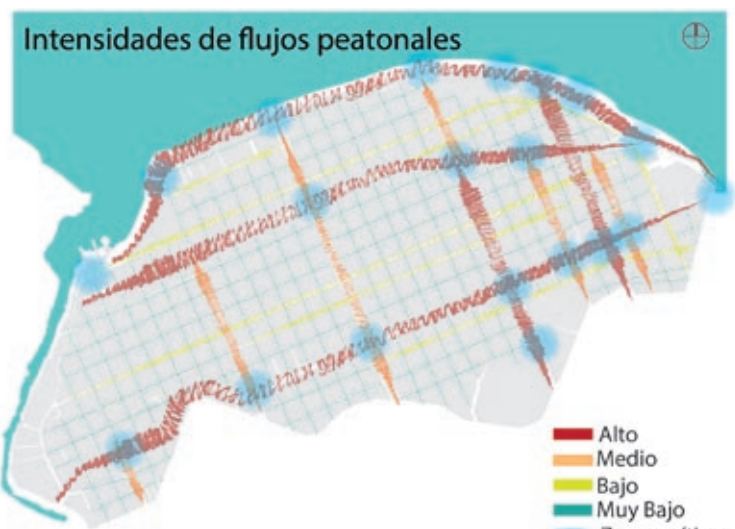


Figura 18: Intensidades en los flujos peatonales. Fuente: elaborado por los autores.

de las copas con un 92 %. Los problemas en los troncos están asociados a la presencia de heridas, provocadas por cortes inapropiados y sin tratamiento durante acciones de mantenimiento mal ejecutadas y otras por la acción de muchos residentes quienes realizan incisiones vasculares, conocidas como anillados, para, por diversas razones, provocar la muerte de los árboles. .



Figuras 19 y 20) Además, se observaron algunos casos de inclinación de los troncos debido, sobre todo, a que los árboles que crecen a pleno sol buscan la incidencia directa de la luz solar y tratan de alejarse de los obstáculos que se lo impiden. Otra razón encontrada para tales inclinaciones fueron las afectaciones, ya expuestas, inducidas por el viento, así como otras provocadas por la población.



Figura 19: Ejemplar de ocuje con un deficiente estado fitosanitario debido a la presencia de fitopatógenos en el tronco. Fuente: cortesía Adela M. Triana y Yanet Vázquez.



Figura 20: Ejemplar de ocuje con presencia de "anillos" en el tronco. Fuente: tomada por los autores.

En el follaje los principales problemas detectados correspondieron a suciedad por la acción de contaminantes atmosféricos, marchitez y debilitamiento por la presencia de algunas plagas observadas a simple vista y, por último, los relacionados con las podas. El intento de adaptar árboles a escenarios estrechos y confluyentes como los laterales viales da lugar a que muchas especies deban ser cortadas y taladas sistemáticamente. En el caso de la zona de estudio estas actividades se realizan de forma infrecuente e improvisada, en cualquier período del año y sin considerar el estado fenológico de los ejemplares arbóreos. [40] La falta de personal capacitado y el uso de herramientas inadecuadas como cuchillos y machetes, provocan que las "podas" que se realizan en lugar de brindar beneficios para el espacio y la planta ocasionen el debilitamiento de los individuos, el que sean más propensos al ataque de hongos e insectos y por ende, el rechazo de la población.

40. FERRO, Sergio: "La poda del arbolado urbano y del arbolado viario en particular". La Habana, 2011. Conferencia inédita para la asignatura Introducción a la Arquitectura del Paisaje II.

Sea válido señalar que en toda la zona se encontraron un número de 312 tocones, que han sido heredados en las calles debido a acciones de mantenimiento sin completar. Cuando las plantas completan su ciclo de vida, o mueren debido a la acción de alguna plaga o erradas manipulaciones durante su manejo se talan, pero, en muchos casos, estas se realizan a ras de suelo dejando secos el cuello y la raíz de la planta dando como resultado el conocido “tocón”. La extracción de estos restos de plantas que afectan la imagen y accesibilidad de las vías debe ser una acción concebida durante las tareas de manejo del arbolado. (Figura 21)

Como un punto aparte del trabajo se comparó el estado de salud y los niveles de afectación entre especies endémicas<sup>5</sup> / autóctonas<sup>6</sup> y especies exóticas<sup>7</sup>, para ello se consideraron los Ficus y los Ocujes respectivamente, por ser las de mayor número de individuos en la zona. En tal sentido se encontró un equilibrio significativo entre ambos en cuanto a estado de salud, sin embargo, los niveles de afectación de los ejemplares de Ficus fueron mucho mayores.

Como ya es conocido el espacio vital que se destina en la calle para introducir arbolado es uno de los factores más críticos que inciden en su desarrollo. Los árboles, por lo general, se seleccionan en función de su talla adulta, tanto en el follaje, el tronco o las raíces, para que al crecer se adapten sin problemas al espacio físico disponible; o bien, tomando en cuenta la ejecución de podas de modelado y control a lo largo de su vida.

La población de árboles se censó en función de parámetros correspondientes con altura total, diámetro de la copa y diámetro de los troncos. En términos generales, los datos mostraron una gran diferencia en el comportamiento de los tres parámetros dentro de cada especie. En los ejemplares de una misma especie se encontraron múltiples variaciones, sobre todo, por la incidencia directa de las acciones humanas. En este sentido, la remoción y cambio de ejemplares muertos por otros jóvenes, las podas constantes para disminuir las alturas de las copas y el vandalismo en general, son algunas de las causas encontradas para la heterogeneidad de las poblaciones arbóreas. No obstante estos datos, se pudo comprobar que las dimensiones de alturas y diámetros de copas y troncos sobrepasaban, en muchos casos, las admitidas por las características de las calles vedadenses. El resto de las especies no fue considerado debido a que presentan un reducido número de ejemplares por lo que no son significativas desde el punto de vista estadístico. (Figura 22)

Especie (Nombre común / Nombre científico)	Cantidad de ejemplares	Altura total promedio (m)	Diámetro de copa promedio (m)	Diámetro de tronco promedio (m)
Ficus ( <i>Ficus sp.</i> )	1653	13.85	13	0.98
Ocuje ( <i>Calophyllum calaba</i> )	1109	8	8	0.52
Almendra de la India ( <i>Terminalia catappa</i> )	463	11.7	9.3	0.60
Uva caleta ( <i>Coccoloba uvifera</i> )	462	2.7	5.3	0.18
Framboyán rojo ( <i>Delonix regia</i> )	329	11.6	12.37	0.70
Framboyán amarillo ( <i>Peltaphorum ferrugineum</i> )	310	12	11.5	0.57
Robles ( <i>Tabebuia angustata</i> , <i>Tabebuia rosea</i> )	294	11.5	8	0.50
Palo de María ( <i>Callophyllum inophyllum</i> )	266	8.4	8.14	0.55
Casuarina ( <i>Casuarina equisetifolia</i> )	208	12.15	8.6	0.85

Figura 22: Tabla con los datos de cantidades totales, promedios de alturas y diámetros de copas y troncos de las especies con mayor presencia en aceras y paseos de El Vedado. Fuente: elaborado por los autores.



Figura 21: Tocón de un ejemplar de Ficus que afecta la imagen y el uso del espacio viario. Fuente: cortesía Adela M. Triana y Yanet Vázquez.

<sup>5</sup> Se conocen como plantas endémicas o indígenas aquellas que son oriundas del país donde habita o propias de una determinada región. Por ejemplo la *Microcyca calocoma* o Palma corcho de Pinar del Río

<sup>6</sup> Se denominan autóctonas las plantas propias de un país y de los territorios cercanos. Por ejemplo la *Roystonea regia* o Palma real es autóctona de Cuba y de otras zonas del Caribe.

<sup>7</sup> Se cataloga como exótica a toda planta introducida, o sea, que no sea propia de la región o del país en cuestión. Por ejemplo: *Mangifera indica*, Mango o *Citrus aurantium*, Naranja agrio.



Por otro lado, en el levantamiento que se realizó al espacio físico en que cada planta se inserta se determinó que los hoyos destinados a la siembra de árboles, conocidos como parterres y ponches o alcorques<sup>8</sup>, también poseen dimensiones variables que, en la mayoría de las ocasiones, resulta insuficiente para los diámetros de los ejemplares que en ellos se colocan. Es conocido que las calles de El Vedado fueron concebidas, desde un inicio, “con aceras de cuatro metros subdivididas en un área de circulación y un parterre”, [41] no obstante, en el levantamiento realizado se constataron un grupo de variaciones en dicha regularidad.

Como primera irregularidad se encontró un amplio número de ponches o alcorques presentes en la zona en lugar de los conocidos parterres. Se apreció, además, la preferencia por adoptar esta solución en calles con flujos de circulación altos, así como en calles con recorridos de transporte público. En vías locales y menores donde se localizaron ejemplos de alcorques se comprobó que las soluciones fueron dadas por la población residente en aras de mejorar la accesibilidad a las edificaciones y aprovechar mucho más el uso del área pavimentada de la acera.

La solución de los parterres, original con la que fue concebida la zona, presenta una serie de problemas que provocan el rechazo de la población. Son canteros a ras de suelo, a modo de franjas laterales, que se ubican, generalmente, entre el contén de la calle y la acera, tienen un ancho variable y deben estar sembrados con árboles y cubiertos, en la base, con una herbácea, cespitosa<sup>9</sup> o no cespitosa<sup>10</sup>. Las herbáceas cespitosas necesitan indispensablemente para su desarrollo, en el clima cubano, de la incidencia directa de la luz solar. En los parterres, debido a la presencia de árboles de sombra la luz solar no llega a la base, por tanto, casi siempre estos están desnudos de cobertura. (Figura 23) Si bien, se adopta la solución de cubrirlos con herbáceas no cespitosas se debe considerar que la mayoría de estas sí pueden crecer en condiciones de sombra, pero requieren de un mantenimiento constante de poda, ya que por problemas de seguridad no deben exceder los 20 cm de altura. Los parterres de El Vedado fueron concebidos con una cobertura de herbáceas cespitosas, por ende, hoy en día los que están arbolados se encuentran desnudos en más de un 95 % de su longitud. Además, como ya se explicó, el área de El Vedado presenta el agravante de una topografía accidentada, lo que genera que al estar desnudos los parterres durante la ocurrencia de lluvias la materia orgánica escurra hacia las cotas más bajas y las raíces de los árboles queden expuestas en determinadas zonas. Los parterres también constituyen elementos que facilitan la compactación de los suelos y dificultan la accesibilidad y la respiración de las raíces de los árboles. Estas son algunas de las razones por las que, hoy en día, sería recomendable utilizar alcorques como solución de plantación en gran parte de las calles accidentadas de El Vedado. [42]

En cuanto a las dimensiones más comunes de ambas soluciones, alcorques y parterres, se encontraron también múltiples variaciones. Los primeros presentaron configuraciones regulares, cuadradas o rectangulares, con anchos variables pero repetitivos de las siguientes dimensiones: 0.50 m, 0.60 m, 0.80 m, 1.00 m, 1.20 m, 1.50 m, 1.70 m, 1.80 m, 2.00 m y 2.50 m. Sea válido señalar que aquellos alcorques con lados menores de 1.50 m presentaron, en su totalidad, daños en los pavimentos que les rodean. La preocupación por las dimensiones mínimas que imponen las regulaciones urbanas a los hoyos de plantación ha sido mencionada por diversos autores. El ingeniero de caminos George Lefebvre en su tratado “Parques y Jardines Municipales” recomendó que el ancho mínimo debía ser de 4.00 m, los

41. ZARDOYA, María Victoria:

“Antecedentes históricos: La ley y el orden”. En: *Regulaciones Urbanas de El Vedado*. La Habana: Ediciones Unión, 2006. [Colección Arquitectura y Ciudad], p 27-41.

42. FERRO, Sergio, CASTILLO, Larisa:

“Verdes Urbanos: El arbolado de calles o viario”. La Habana, 2004. Conferencia inédita para la asignatura Introducción a la Arquitectura del Paisaje II.



Figura 23: Ejemplo de parterre desnudo con problemas erosivos. Fuente: cortesía Adela M. Triana y Yanet Vázquez.

<sup>8</sup> Se conoce como ponche o alcorque a los hoyos o huecos, por lo general con formas de figuras geométricas simples, practicados en aceras y otras superficies pavimentadas para introducir árboles. [20]

<sup>9</sup> Son herbáceas cespitosas aquellas plantas no leñosas, por lo general de porte bajo o rastrero pertenecientes a la familia de las gramíneas cespitosas (céspedes) y que, regularmente, son segadas para conformar un tapiz o alfombra verde [14].

<sup>10</sup> Se denomina herbáceas no cespitosas a aquellas plantas de tronco no leñoso, de porte bajo y rastrero no pertenecientes a las gramíneas, por ejemplo las Aráceas, Zingiberáceas, Liliáceas, Amarilidáceas y otras [14].

paisajistas franceses de inicio de SXX argumentaron que 3.00 m; no obstante, a partir de la década de 1980 los documentos técnicos de arborización de las principales ciudades europeas recomendaban que 1.00m era una dimensión aconsejable, sin embargo, hoy en día es común que en variadas zonas se utilicen dimensiones menores de 1.00 m. [43] (Figura 24) De acuerdo con la Norma Cubana de Áreas Verdes Urbanas, las dimensiones mínimas recomendadas, para el caso de los alcorques, son de 1.50m por cada lado, y deben contar con dispositivos de protección metálicos o de hormigón armado que impidan la compactación del suelo. Esta protección debe ser perforada y desmontable para facilitar su colocación y permitir la irrigación del sistema radicular de la planta [21]. (Figura 25)

43. CAÑÍZ, Salvador: "Gestión del arbolado urbano en Europa". [en línea] En: *2do Encuentro Internacional de Arboricultura Urbana*. Bogotá, Colombia, 2007 [consulta: septiembre 2012] Disponible en: <http://www.isahispana.com/treecare/resources/Gesti%C3%B3n%20del%20arbolado%20urbano%20en%20Europa.pdf>

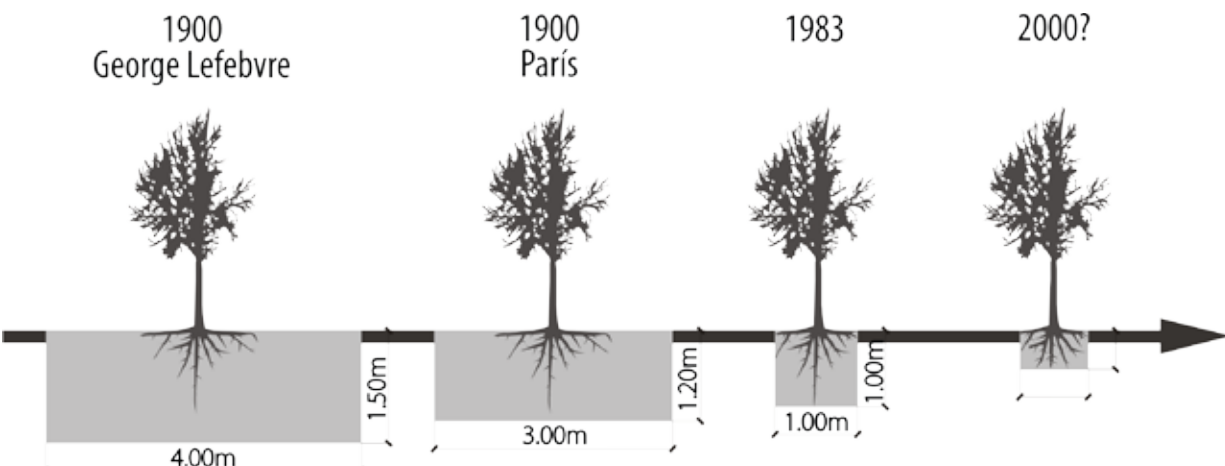


Figura 24: Evolución histórica de los hoyos de plantación. Fuente: elaborado por los autores.

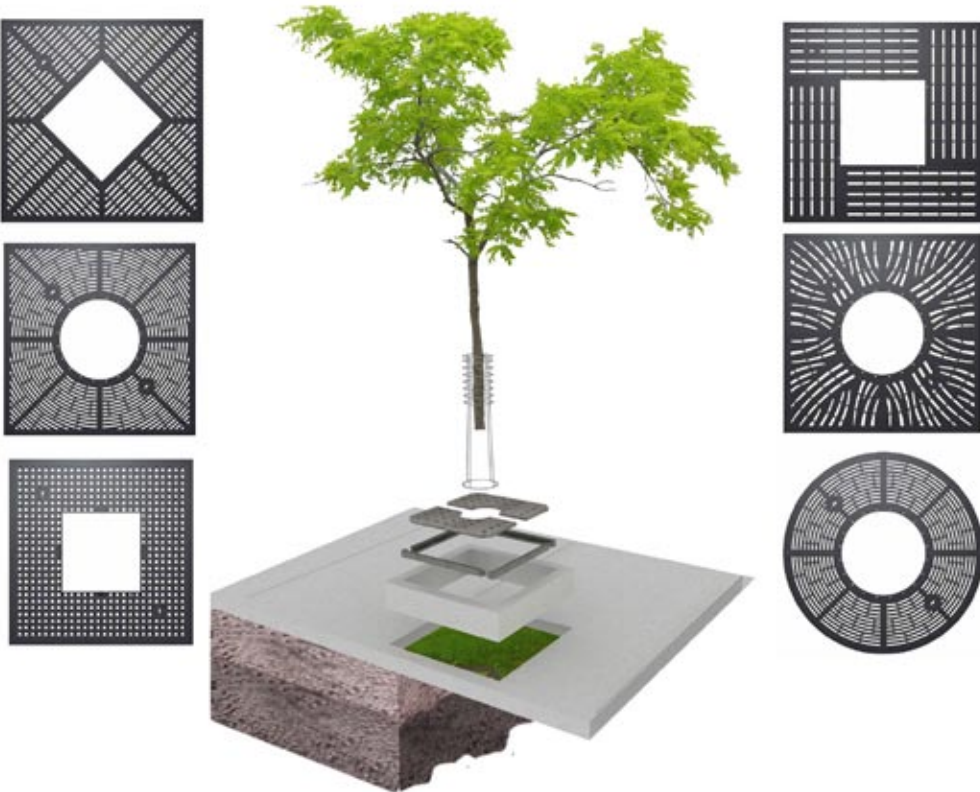
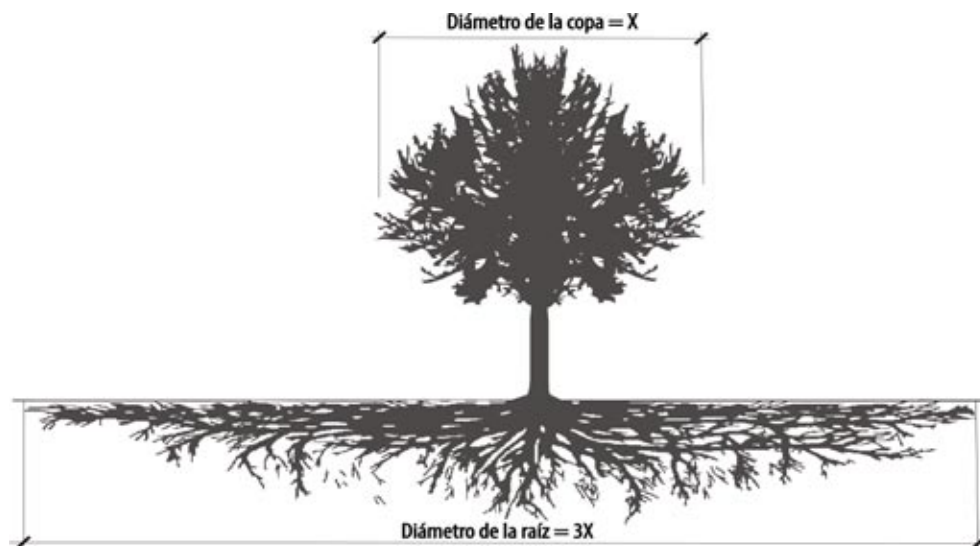


Figura 25: Principales componentes de los alcorques y variantes de protección mediante el uso de rejillas. Fuente: elaborado por Arq. Larisa Castillo y Arq. José Luis Valdés.

En las secciones transversales de los parterres también se localizaron variaciones. Se encontraron anchos variables, pero repetitivos en los 6 sectores con los siguientes valores: 0.50 m, 1.00 m, 1.50 m, 1.70 m, 1.80 m, 2.00 m, 2.50 m, 2.60 m, 2.70 m, 2.80 m y 3.00 m. Al igual que en los alcorques, las dimensiones mínimas recomendadas para los parterres son de 1.50 m, por lo que se observó que el 100 % de los que no cumplen esta condición presentan daños en los pavimentos que les rodean.

En cuanto a la protección, colocada por lo general en el espacio de plantación de los árboles, los resultados señalan que el 0.7 % presentan mobiliario de esta índole, aunque estas se limitan, en su totalidad, a tutores y rejillas metálicas, mal ancladas y en muchos casos no removidas a medida que la planta fue creciendo por lo que hoy en día se encuentran adheridas a troncos y raíces superficiales. Se localizaron, además, en la calle 23, 8 ejemplos de soluciones erradas de protección de alcorques con una especie de "muretes" de hormigón que bordea el hoyo e impide que las aguas de lluvia infiltren y alimenten la planta.

Las características intrínsecas de las plantas deben ser conocidas por los diseñadores en aras de emplearlas correctamente. Anteriormente se analizó el ejemplo del uso inapropiado de palmas en las aceras debido a su configuración, pero existen otras particularidades de los árboles, asociadas sobre todo a características de sus órganos, que requirieron de consideración en este trabajo. Un aspecto estrechamente vinculado con el tamaño del área destinada para la siembra del árbol, el grado de compactación del suelo y las características propias de desarrollo de cada especie, se refiere a la posición de las raíces. De acuerdo con Gilman, [44]; Harris et al, [45]; Hruska et al, [46] y Perry, [47, 48]; las últimas investigaciones en la materia han modernizado los conceptos en el tratamiento de las raíces de los árboles. En tal sentido, aseguran que los arboles generalmente no requieren una profundidad de suelo mayor de 1m, pero sí necesitan mucho espacio lateral. Bajo el tronco, las raíces generalmente penetran más profundo, no así hacia la zona de los bordes. En una situación ideal, sin restricciones, las raíces de un árbol podrían llegar a extenderse en un área circular con un diámetro de hasta tres veces el de la copa; pero en zonas urbanas, comúnmente acosadas por restricciones de diversa índole, estas ocupan un área de suelo con un diámetro similar al de la copa. (Figuras 26 y 27). Todos los autores coinciden que estas situaciones se deben, sobre todo, a que los árboles en los laterales viales se desarrollan en un espacio muy reducido y de suelo compacto. A esto habría que agregar la presencia de infraestructura soterrada que también impide el desarrollo en profundidad de las raíces.



44. GILMAN, E F: "Tree root growth and development I & II: form, spread, depth and periodicity". *Journal of Environmental Horticulture*. 1990, Vol. 8, No. 4, p. 215-220.
45. HARRIS, R W; CLARK, J R; MATHENY, N P: *Arboriculture: Integrated Management of Landscape Trees, Shrubs, and Vines*. 3rd ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1999.
46. HRUSKA, J; CERMAK, J; SUSTEK, S: "Mapping tree root system with ground penetrating radar". *Tree Physiology*. 1999, No. 19, p.125-130.
47. PERRY, T O: "The ecology of tree roots and the practical significance thereof". En: *Urban Forest Soils: A Reference Workbook*. P. J. Craul (ed.). Syracuse, New York: State University of New York. College of Environmental Science and Forestry, 1992, p 2.
48. PERRY, T O: "Size, design, and management of tree planting sites". En: *The Landscape Below Ground*, G. W. Watson & D. Neely (Eds.). Champaign: International Society of Arboriculture, 1994, p 166-178.

Figura 26: Relación de proporción, en sección, entre los diámetros de copa y raíz de un árbol en el medio urbano  
Fuente: elaborado por los autores.



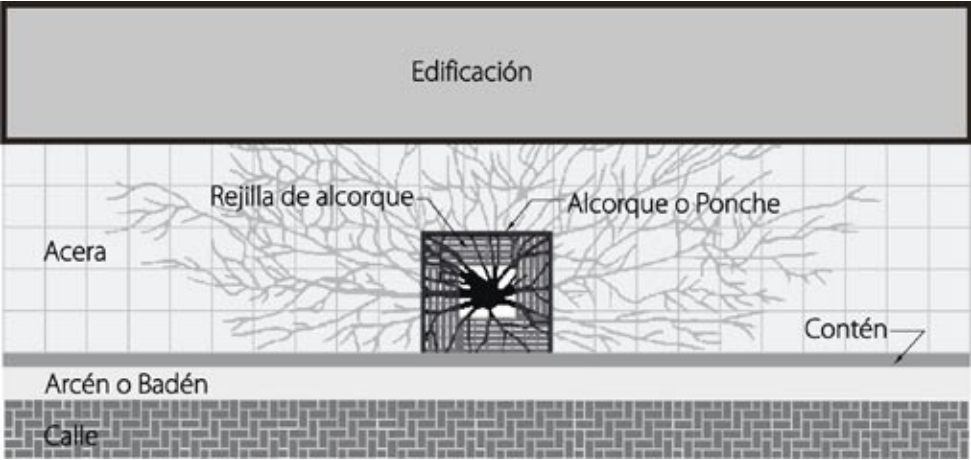


Figura 27: Relación de proporción, en planta, entre los diámetros de copa y raíz de un árbol en el medio urbano Fuente: elaborado por los autores.

En el levantamiento realizado se identificaron 2478 ejemplares arbóreos cuyas raíces se desarrollan de manera poco profunda y muy ramificada, lo que unido a las dimensiones del hoyo de plantación, provocan que el 30% de los pavimentos circundantes presenten daños. (Figura 28) Este tipo de afectaciones constituye una de las causas fundamentales del rechazo de la población hacia el arbolado, debido a la prevalencia de más conflictos que beneficios en el uso y accesibilidad del espacio.

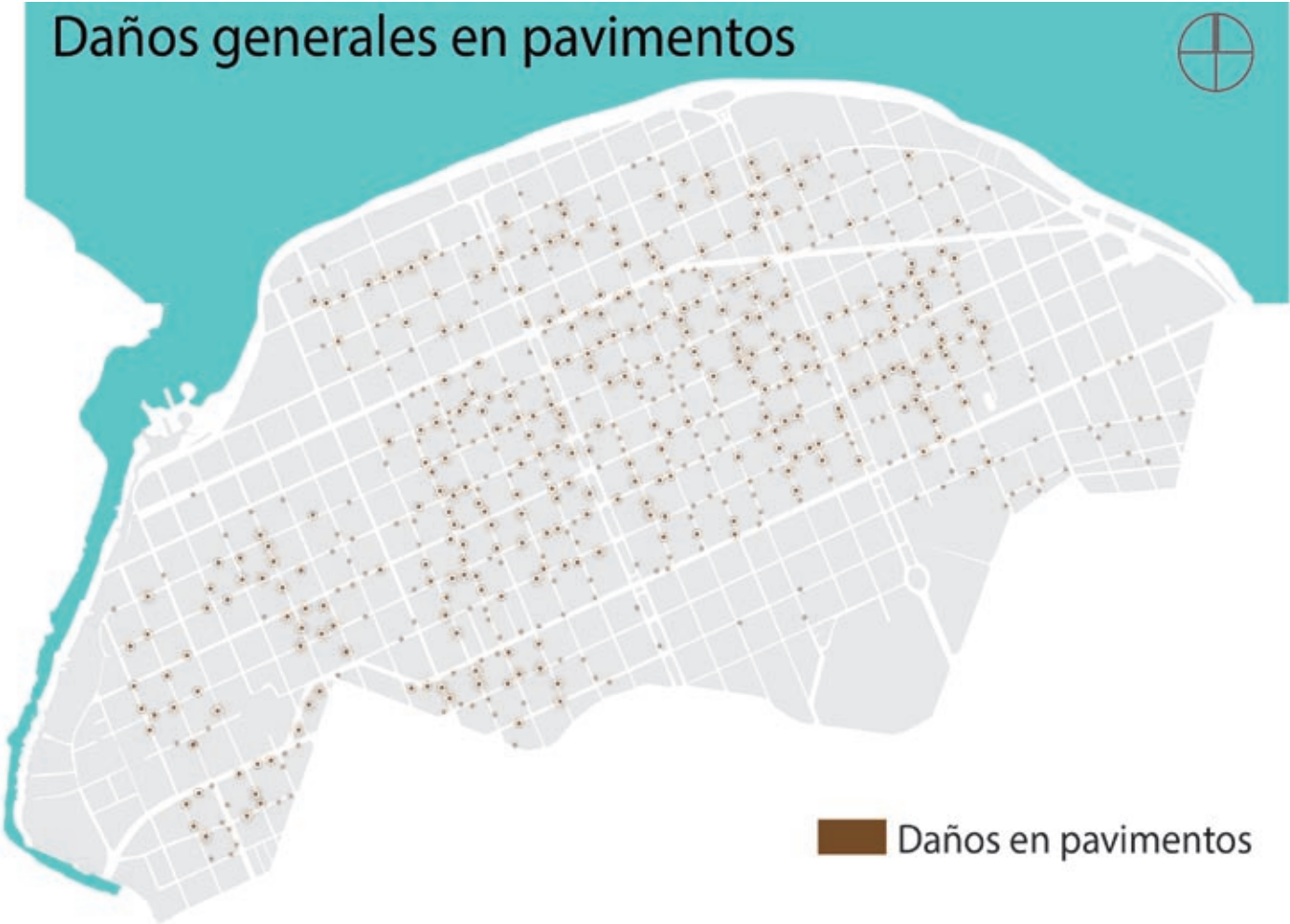


Figura 28: Daños en pavimentos por la acción del arbolado en el área de estudio. Fuente: elaborado por los autores.



Además, se identificaron 1 456 ejemplares, de las especies *Ficus* y *Copey*, que presentaron raíces adventicias. Estas raíces particulares, por lo general, se presentan a modo de columnas que salen de las ramas y anclan en el terreno y permiten a la planta una mejor estabilidad. Como ya es conocido, las especies utilizadas como arbolado de alineación de calles se siembran en huecos que se practican en zonas pavimentadas de los laterales viales, por lo que el espacio para que dichas raíces anclen no es suficiente. Por lo tanto, estas son especies que no se recomiendan para esta función.

Con respecto a la forma de las copas es válido señalar que estas presentan diferencias en función del tipo de especie. El conocimiento de dichas diferencias constituye un aspecto de vital importancia en el diseño urbano debido a las modificaciones que son capaces de provocar en los espacios viarios. (Figura 29) En la zona analizada el 41.05 % de los árboles presentes en las aceras tienen la copa extendida, el 26.5 % ovalada, el 13.4 % irregular, el 8 % en abanico, el 6.63 % esférica, el 3.46 % cónico-irregular y el resto representa pequeños porcentajes de pendular y cilindro-cónica. Estos elevados valores de copas extendidas generan numerosos conflictos y problemas con el espacio circundante, dígase redes aéreas, cierres y edificaciones; y por ende, afectaciones en la misma copa. (Figura 30) Las especies con copas extendidas fueron los *Ficus*, los Almendros (*Terminalia catappa*), los Framboyanes rojos (*Delonix regia*), las Ceibas (*Ceiba pentandra*), los Guamá de México (*Lonchocarpus longystilis*) y las Carolinas (*Pachira insignis*). En el caso de las otras formas, ovaladas, esféricas, cilindro-cónicas, pendulares y en abanico, se comprobó que los conflictos se reducen; no así en el caso de algunos ejemplares de copas irregulares como Casuarinas (*Casuarina equisetifolia*) y Majaguas (*Taliparitis elatum*) que presentan grandes compromisos con el espacio construido.



Figura 29: Las diferencias en las formas de las copas de los árboles provocan variaciones en la percepción del espacio y en la interacción de la planta con el medio construido. Fuente: elaborado por los autores.

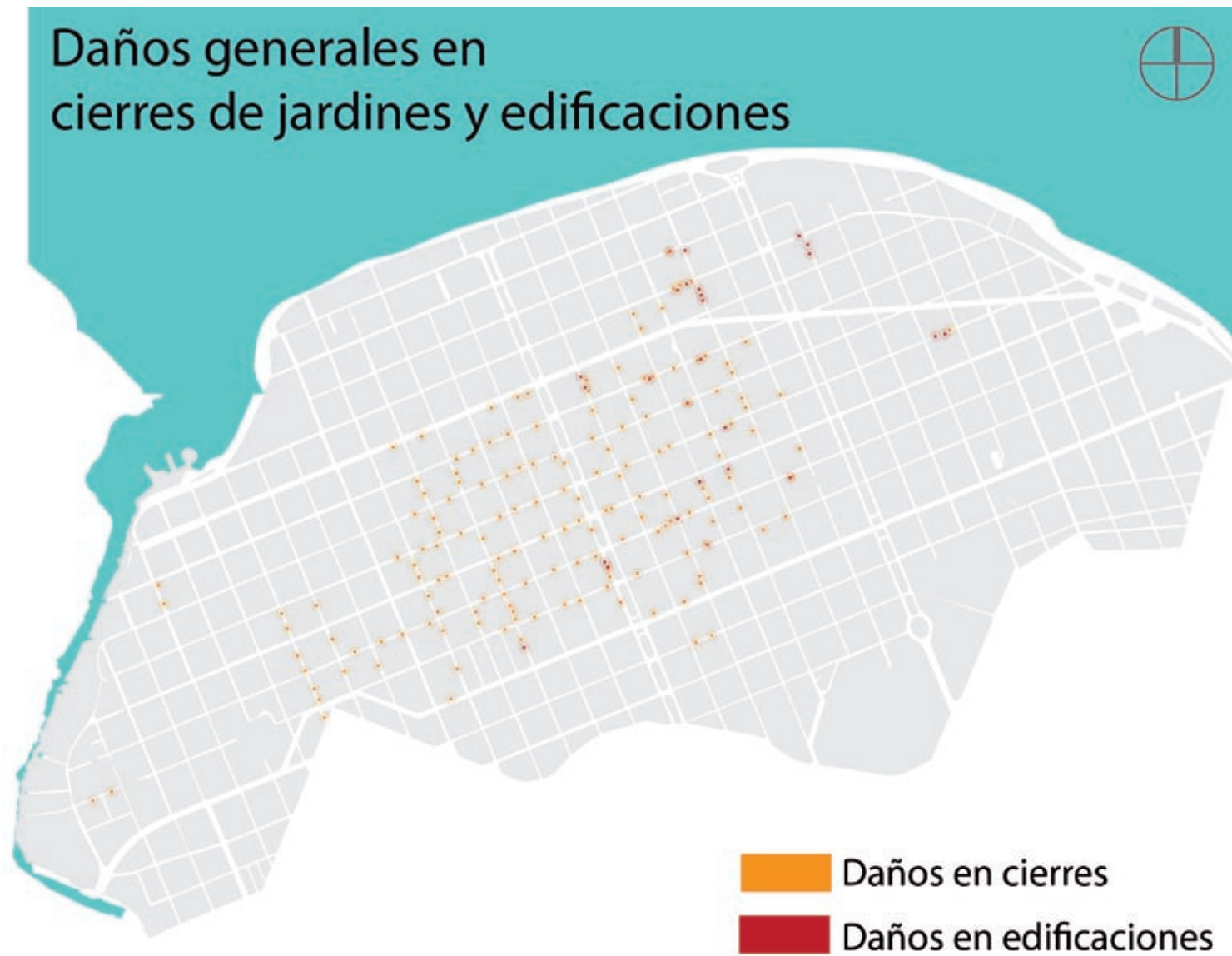


Figura 30: Daños en edificaciones y cierres por la acción del arbolado en el área de estudio. Fuente: elaborado por los autores.

Las formas y dimensiones de las copas, así como el tipo de raíz, son aspectos que guardan una estrecha relación con la vulnerabilidad que pueda representar el árbol para el espacio urbano.

Un punto aparte merece la mención de las violaciones a las alturas reglamentadas para las redes aéreas. En el área de estudio fueron localizadas un elevado número de instalaciones aéreas con cotas bajas, entre 3 m y 6 m, con las que, evidentemente, los árboles entran en conflicto. (Figuras 31 y 32)

Otro aspecto de vital importancia en el diagnóstico fue aquel asociado a la caída del follaje. Este es un fenómeno común en las plantas, realizado con diferentes objetivos, entre ellos el envejecimiento de estos órganos y la acumulación de sales minerales y otras sustancias nocivas que son innecesarias para la planta, así como una adaptación para la disminución en la transpiración del agua. [49] Existen plantas cuya pérdida de follaje se realiza de manera masiva, conocidas con el nombre de caducifolias, y otras que dicha caída se realiza de forma paulatina, casi imperceptible, conocidas con el nombre de perennifolias. Con el objetivo de garantizar

49. SILVESTRE, Margarita; ANGULO, Rosa María: *Botánica 1*. La Habana: Instituto Cubano del Libro. Editorial Pueblo y Educación, 1976, p. 173-175.



Figura 31: Ejemplos de redes aéreas que no cumplen con las alturas reglamentadas. Fuente: Cortesía Ing. Irak Hernández Castillo.

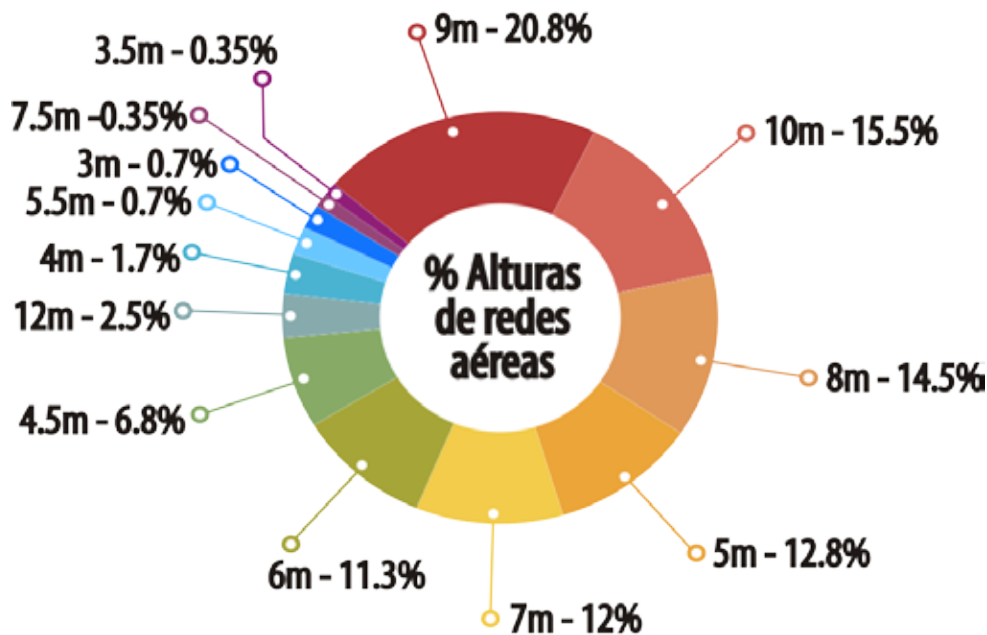


Figura 32: Porcientos totales de las variaciones de alturas de redes aéreas localizadas en el área de estudio. Fuente: elaborado por los autores.

sombra la mayor parte del año las ciudades cubanas deben utilizar en sus alineaciones arbóreas viarias ejemplares perennifolios. En las calles de estudio se localizó un total de 1 554 individuos pertenecientes a las especies de Almendro de la India (*Terminalia catappa*), Frambroyán rojo (*Delonix regia*), Framboyán amarillo (*Pelthophorum ferrugineum*), Roble blanco o de yugo (*Tabebuia angustata*), Roble maquiligua (*Tabebuia pentaphyla*), Franchipán o Lirio de costa (*Plumeria rubra*), Algarrobo de olor (*Albizia lebbek*), Cañafístula (*Cassia fistula*), Bauhinia o Casco de buey (*Bauhinia purpurea*), Caoba antillana (*Swietenia mahogani*), Jacaranda o Framboyán azul (*Jacaranda acutifolia*), Ceiba (*Ceiba pentandra*), Cedro (*Cedrela odorata*), Guamá de México (*Lonchocarpus longystilis*) y Carolina (*Pachira insignis*); todas caducifolias.

La gestión del arbolado urbano no puede realizarse de espaldas a los ciudadanos y, tal y como demuestran numerosos estudios y experiencias en todo el mundo [Buchanan, [50]; Summit & Sommer, [51]; Halkatti et al., [52] y Westphal, [53]], la participación de los ciudadanos en la planificación y gestión redunda en un gran consenso social y en una significativa reducción de daños en el arbolado por actos vandálicos. Considerando tales elementos y como última etapa del trabajo se analizaron los resultados de un grupo de encuestas elaboradas por especialistas del Grupo para el Desarrollo Integral de la Capital en una de las zonas más complejas del área de estudio, [12] la número 1, debido a que espacialmente presenta en su sección manzanas poco edificadas con presencia de zonas abiertas que propician la entrada directa de fuertes vientos y spray salino por lo que el aseguramiento y la correcta evolución de los árboles se dificulta por la acción de estos factores. Además, existe un alto riesgo de penetración del mar que afecta la calidad y desarrollo de los suelos y restringe aún más la cantidad de especies potenciales para insertar en la zona.

Para las encuestas la selección de la muestra se hizo de forma aleatoria, solo considerando como requisito el ser residente de la zona. Se trató de establecer un equilibrio entre ambos sexos, encuestando un total de 43 mujeres y 45 hombres.

Los datos socio-demográficos de mayor relevancia son los siguientes: de las 88 personas 37 eran blancas (42 %), 11 mestizas (12 %) y 8 negras (9 %). La mayoría de los encuestados, de manera general, lleva más de 20 años viviendo en el territorio (63 % del total). De ellos un 37 % es residente de la zona hace menos de 20 años; el 23 % habita en un rango comprendido entre los 20 y los 30 años, mientras que el 40% de la población encuestada lleva más de 30 años residiendo en el área, por lo que el sentido de pertenencia hacia el sitio resulta relevante.

Se pudo constatar en las encuestas que esta es un área con una población envejecida, donde el 46% del total de los encuestados pertenece a grupos etarios entre los 60 y 75 años, y con más de 75.

De forma general la población encuestada distingue al arbolado viario como una característica esencial de El Vedado y se refirieron, de diversas maneras, a la importancia de este para la ciudad y la vida urbana, debido a los beneficios medioambientales que brinda a través del proceso de oxigenación del aire.

Con respecto a la apreciación del estado fitosanitario de los árboles en la zona, 59 personas consideran que es regular, mientras que 21 lo consideran malo y 5, bueno. Entre los criterios más reiterados por la población encuestada estuvieron las mejoras en la política de selección de especies (solicitando especialmente árboles de sombra y de porte agradable) así como reformas y constancia en las atenciones silviculturales.

En cuanto a la valoración que dio la población a la poda realizada por las instituciones encargadas de esta tarea, 22 personas la consideraron adecuada, 6 no emitieron criterio al respecto, 4 la evaluaron de regular y 20 de mala. Como resultado curioso igual número de individuos (17 cada uno) catalogó esta actividad como excesiva pero necesaria y excesiva e innecesaria. Por último, 37 personas afirmaron sufrir o haber sufrido afectaciones debido a malas acciones de manejo al arbolado, y reflejaron interés por participar en talleres de capacitación en la temática con el objetivo de colaborar con el desarrollo de esta actividad.

50. BUCHANAN, E.L.: "Who should conduct street tree inventories". En: *American Forest. 5th National Urban Forest Conference*, Los Angeles. California, 1991, p. 155-158.

51. SUMMIT, J.; SOMMER, R.: "Urban tree-planting programs – A model for encouraging environmentally protective behavior". *Atmospheric Environment*, 1998, vol. 32, núm 1, p. 1-5.

52. HALKATTI, M.; PURUSHOTHAMAN, S.; BROOK, R.: "Participatory action planning in the peri-urban interface: the twin city experience Hubli-Dharwad, India". *Environment & Urbanization*. 2003, vol. 15, num.1, p. 149-158.

53. WESTPHAL, L.: "Urban greening and social benefits: a study of empowerment out-comes". *Journal of Arboriculture*. 2003, Vol.29, No.3, p. 137-147.



Según el resultado de las encuestas las actividades en las que participan de manera más activa los miembros de la comunidad son: la siembra (19 personas) y la poda y siembra post desastre natural (36 personas), sobre todo evento meteorológico. De esta forma le siguen la participación en actividades por el día del árbol (7 personas), conferencias sobre el arbolado urbano (6 personas) y con un número inferior de personas las capacitaciones sobre Medio Ambiente, arbolado urbano y de la zona costera, así como los trabajos de poda con 3, 2 y 3 personas respectivamente. Este número inferior de personas vinculadas a capacitaciones con respecto a estos temas, denota una urgencia en cuanto a la preparación de la población en el cuidado y protección de los árboles, sobre todo aquellos más cercanos a su zona de residencia. Se considera que este es un detalle importante a considerar a la hora de plantear estrategias para la sensibilización y educación de la comunidad con respecto a estos temas.

De manera general, los temas de paisajismo despiertan un gran interés, no sólo en los niveles académicos, sino en la población en general. La búsqueda de alternativas sustentables de solución al problema del arbolado de la ciudad requiere de la integración de múltiples actores y energías, así como nuevos enfoques en el enfrentamiento de tan compleja problemática. Este trabajo constituye un primer acercamiento al tema, donde por primera vez se diagnostica y evalúa el arbolado y su interacción con el resto de los componentes del espacio viario.

## Conclusiones

Durante el levantamiento y diagnóstico realizado a las calles de El Vedado se determinaron los principales componentes del espacio que de diferentes maneras interactúan con las alineaciones arbóreas presentes. Los resultados preliminares expuestos evidenciaron la pobre condición en cuanto a densidad, calidad y diversidad de las especies arbóreas de la zona, aunque permitió una comprensión inicial de los factores incidentes en el éxito o fracaso de las mismas.

La necesidad de estudios similares, e incluso más abarcadores a partir de la vinculación de especialistas de diversas disciplinas asociadas a la temática, resulta imprescindible en función del estado general en que se encuentran los recursos forestales de las ciudades cubanas. Los resultados obtenidos ofrecen una importante base para la planificación y el diseño urbano de la zona estudiada, así como un valioso grupo de datos asociados a la existencia, localización y estado de los ejemplares para el manejo y la gestión del arbolado urbano y viario en particular.

La atención a los numerosos parámetros mencionados generará propuestas que contribuyan a un modelo de gestión sustentable de los recursos forestales urbanos y que necesariamente deberá abarcar acciones de:

1. Reemplazo de las plantas no apropiadas que deben ser sustituidas o eliminadas debido a que generan más conflictos que beneficios
2. Extracción y procesamiento de los residuos provenientes de la tarea.
3. Reestructuración de la producción de especies arbóreas apropiadas, en lo que concierne a cantidad, variedad, calidad y suministro de los productos que deben ofrecer los viveros o centros de producción de plantas habaneros; priorizando las especies perennifolias, de bajo a mediano porte, que puedan adaptarse con mayor facilidad a una mayor diversidad de entornos de alineación.

4. Introducción de nuevas especies de plantas que respondan a propuestas de selección y diseño adecuadas.

5. Protección y mantenimiento de las nuevas especies introducidas, así como a las ya consolidadas y al resto del arbolado urbano en general.

6. Formación y capacitación de los especialistas vinculados a estas tareas.

7. Educación y adiestramiento a la población en temas vinculados con el arbolado urbano en general, su importancia, protección y mantenimiento.

En la solución de los problemas relacionados con el verde urbano urge que estén comprometidos todos los factores de la sociedad y en este sentido el apoyo consciente y responsable de las comunidades y de los pobladores es de la mayor importancia.

El creciente deterioro medioambiental impone la necesidad de cambios y transformaciones ante determinados aspectos de la dinámica citadina actual. Incorporar los beneficios del arbolado viario a la planificación y diseño urbanos constituye una labor necesaria en aras de garantizar políticas de gestión sustentables y menos vulnerables. Como en la mayoría de los esfuerzos de desarrollo, las acciones de coordinación profesional y participación activa de la población constituyen claves para el éxito.



*Larisa Castillo Rodríguez: Arquitecta, Asistente del Departamento de Diseño de la Facultad de Arquitectura del ISPJAE. Realiza su doctorado en el campo de la Arquitectura del Paisaje. E-mail: lcastillo@arquitectura.cujae.edu.cu*



*José Carlos Pastrana Falcón: Arquitecto. Graduado de julio de 2014. Realizó su Trabajo de Diploma en temas relacionados con la Arquitectura del Paisaje.*