

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL**

**“DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN
VISUAL DE ARBOLES URBANOS – VTA (Vissual Tree Assessment)”**

EJECUTOR: Fernando de la Vega Centurión

ASESOR: Ing. Fernando Bulnes Soriano

La Molina, 2017

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	
2.1. El árbol en la ciudad	5
2.2. Beneficios que brindan los árboles en la ciudad	6
2.2.1 Beneficios Ambientales	7
2.2.2 Beneficios Sociales	8
2.2.3 Beneficios Económicos	9
2.2.4 Beneficios estéticos	10
2.3 Principales afectaciones que reciben los árboles en la ciudad	10
2.4 El árbol peligroso	11
2.5 Marco legal del árbol de riesgo	11
2.5.1 Marco legal internacional	11
2.5.2 Marco legal nacional	13
2.6 Indicadores potenciales de riesgo	15
2.7 Descripción del Método de Evaluación Visual del Arbolado - VTA (Vissual Tree Assessment)	27
2.7.1 Defectos a evaluar mediante el método VTA	27
2.7.2 Ventajas del uso del método VTA	30
2.7.3 Desventajas del uso del método VTA	30
3. ANÁLISIS DEL MÉTODO VTA (Vissual Tree Assessment)	31
3.1 Estudio de casos	32
4. CONCLUSIONES	41
5. RECOMENDACIONES	42
6. BIBLIOGRAFÍA	43

RESUMEN

El árbol en la ciudad es un componente de las áreas verdes. Al ser parte del paisaje urbano de forma individual o agrupada, es un elemento fundamental que contribuye a mejorar la calidad de vida de las personas, ya que proporciona una serie de beneficios ecosistémicos importantes que pueden ser potenciados por una buena gestión al momento de su mantenimiento y conservación.

Las ciudades se encuentran en constante cambio y evolución; la ampliación de pistas y veredas, estructuras cementadas dentro de las áreas verdes, soterrado de cables de servicios, etc. Todas estas actividades realizadas sin ningún control y supervisión, afectan frecuentemente las raíces, partes aéreas de los árboles (fuste, copa) y demás componentes verdes. En algunas ocasiones, estas alteraciones pueden convertir a un ejemplar en un factor negativo, aumentando la probabilidad de caída de ramas y hasta de árboles enteros, comprometiendo a personas y bienes.

La presencia del árbol en la ciudad requiere una serie de protocolos de mantenimiento y conservación, así como también la identificación de los ejemplares que pudieran representar riesgos. Existen diversas metodologías para poder identificar y valorar el estado de riesgo de un ejemplar; con este trabajo se busca realizar la descripción y análisis de una metodología adecuada para establecer límites de tolerancia según las fallas estructurales que pudieran presentar los árboles urbanos.

A partir de este método se realizaron evaluaciones a ejemplares de arbóreos que evidencian indicadores de peligro, las malas prácticas de poda y a otros factores como la afectación por obras, las cuales, al no ser tratadas de manera oportuna derivaron en ser causa de su extracción por motivos de seguridad.

1. INTRODUCCIÓN

Las ciudades cuentan con áreas verdes, lugares públicos en los que se encuentran diferentes tipos de vegetación. Estas áreas aportan una serie de beneficios ecológicos, económicos, sociales, etc. a la población, siendo el árbol el principal componente vegetal.

Cuando este componente no se maneja de manera adecuada, puede presentar problemas durante su desarrollo, lo que podría causar daños y perjuicios a personas y/o bienes.

En la actualidad muchas de las entidades encargadas de la gestión del arbolado no cuentan con inventarios y mucho menos con la identificación de los árboles peligrosos, lo que resulta importante para poder realizar monitoreo y evaluar el nivel de riesgo tomando de referencia los factores biológicos y los biomecánicos que influyen en el potencial de falla estructural, para poder reducir las probabilidades de daños.

Los árboles urbanos se encuentran en un medio hostil e inadecuado debido a las actividades que el hombre realiza en su entorno, expuestos a diferentes perjuicios (compactación de suelos, corte de raíces, laceraciones y/o fracturas de fuste y ramas, etc.) los cuales llegan a reducir su vigor y hasta afectar su estabilidad causando daños físicos – mecánicos. Para reducir estos riesgos, estos deberían incluirse en programas de evaluaciones periódicas.

El presente documento describe y hace un análisis de la metodología de Evaluación Visual del Arbolado – VTA (Vissual Tree Assessment), el concepto sobre el que se basa el método es el “axioma de la tensión constante” que es una regla constitutiva general, válida para las estructuras biológicas. Ningún punto de la superficie sufre sobrecarga (punto débil) y ningún punto tiene menor carga. (Villa, 1997).

Este documento se apoya en referencias bibliográficas y en la experiencia en campo del autor, las tablas de evaluación fueron elaboradas en base a la información necesaria para la evaluación de los informes técnicos en el distrito de San Isidro.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

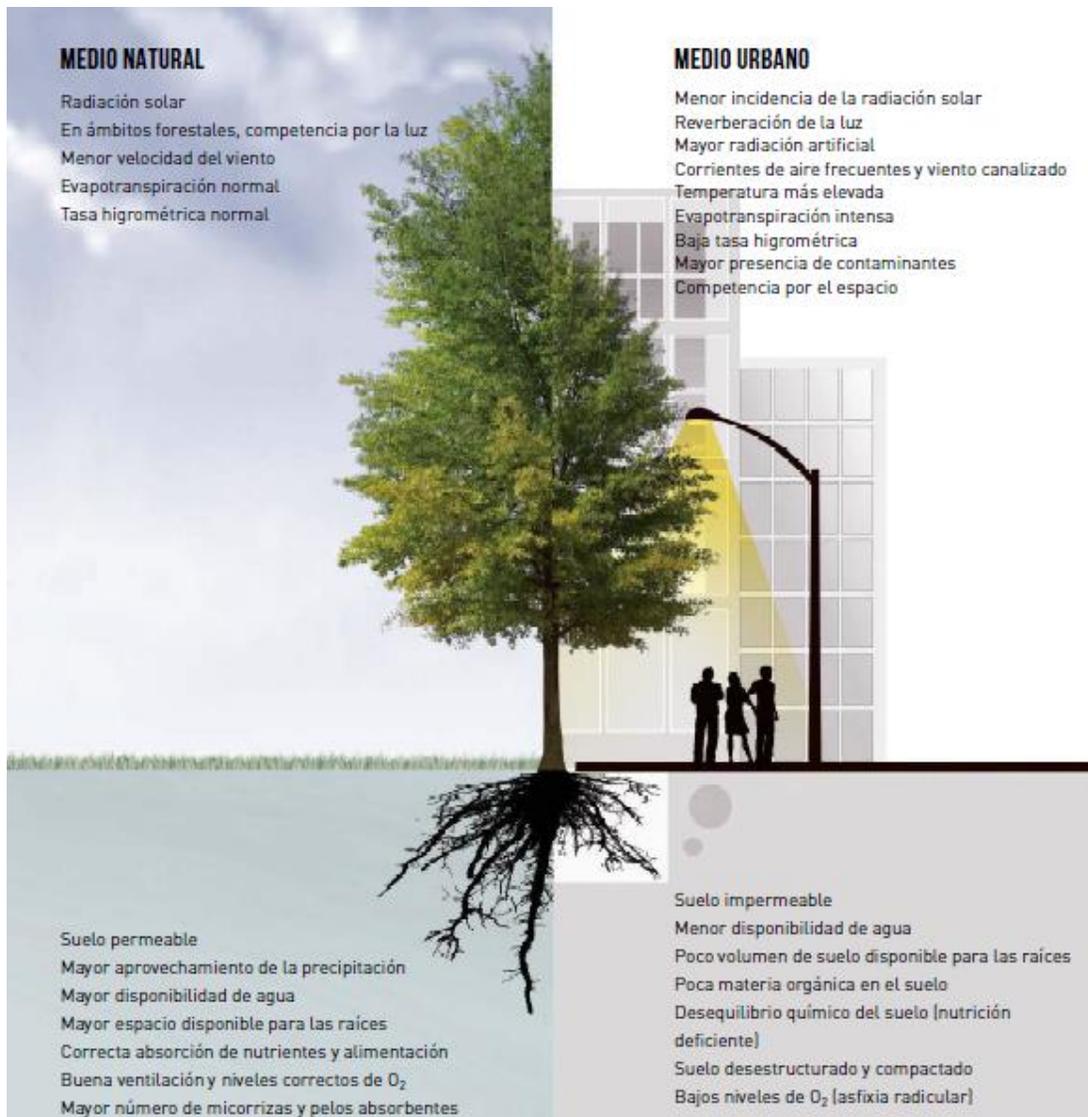
2.1. El árbol en la ciudad

“Si bien todo el mundo ve lo que es un árbol, las dificultades para dar una definición son insuperables [...], pues, en África del Sur me mostraron árboles subterráneos [...]. Es preciso, pues, volver a empezar [...]. Es muy curioso, pero no tenemos una definición para un objeto tan común como el árbol” (Hallé, 2005).

El árbol en la ciudad constituye el elemento más imponente de la naturaleza, componente estratégico e indispensable para el funcionamiento del espacio urbano público, rompiendo el duro de las áreas cementadas al imponer sus funciones ornamentales y paisajísticas, exigiendo métodos de mantenimiento y conservación adecuados ya que la ciudad no ofrece las condiciones necesarias como las tendría en un medio natural.

El árbol urbano Público

Según Perdomo (2005), son todos aquellos árboles, arbustos y palmas en cualquier estado de crecimiento, ubicados sobre terrenos públicos, con fines de protección de la red hídrica, lúdica, de circulación urbana, ambiental, así como en áreas degradadas, áreas de disposición de derechos y franjas de servidumbre. Se excluyen árboles ubicados en área privada, los tocones ubicados en el área pública y la vegetación de jardinería ubicada en el área pública.



Fuente: Plan director del arbolado de Barcelona

Figura 1. Factores condicionantes para el crecimiento de los árboles en un medio natural y en uno urbano

2.2. Beneficios que brindan los árboles en la ciudad

Los árboles como parte fundamental en el diseño de las ciudades contribuyen con una serie de beneficios ecosistémicos de forma directa e indirecta, convirtiéndose en un patrimonio importante que mejora la calidad de vida del hombre.

2.2.1. Beneficios Ambientales

- Olmos, 1991, afirma que *la vegetación influye directamente sobre la temperatura* de la ciudad disminuyendo las islas de calor que generalmente registran valores mayores en el centro de la ciudad por la capa de contaminación atmosférica, la generación de calor por los automóviles y la escasa evapotranspiración. La presencia de árboles incrementa la superficie protegida de la radiación solar y a su vez la vegetación incrementa la humedad ambiental por la transpiración y el riego de los suelos con vegetación. En estudios realizados se ha demostrado que existe una diferencia entre las áreas que presentan arbolado y las que no en algunos casos llegando a los 6°C en temperatura y un 11% de diferencia de humedad.
- Por medio de los estomas, los árboles *disminuyen los contaminantes gaseosos* del aire ya que estos los captan y entran a los espacios intracelulares pudiendo ser absorbidos por películas de agua tomando formas ácidas o, reaccionar con las superficies internas de la hoja (Smith, 1990). Además existen estimaciones de que se puede reducir hasta el 60% la presencia de partículas con árboles (Conder, 1996) citado por Priego, 2002.
- Durante las estaciones del año se producen variaciones de temperatura, siendo los árboles parte de la remediación de esta, actúan como corta vientos durante los meses de invierno y proveen de sombra durante los de verano, sobre todo ayudan a mitigar el efecto de las islas de calor. Las superficies duras de las construcciones reflejan la radiación solar, devolviéndola a la atmósfera en forma de energía. La vegetación la absorbe y la usa para su subsistencia (80%) y para la creación de biomasa (Priego, 2002). En estudios realizados por Heisle en 1986 se determinó la reducción de entre un 10-15% en invierno de los costos del uso de las calefacciones gracias a la acción rompe vientos de los árboles y, una reducción de los costos de refrigeración en los meses de verano, por el aporte de sombra y el enfriamiento a través de la evapotranspiración del 20 al 50%.
- Los árboles influyen en la hidrología urbana ya que *previenen la erosión estabilizando el suelo*; evitan que la lluvia llegue de manera directa al suelo

interceptándola por medio de las copas, reduciendo la velocidad y volumen de la escorrentía superficial. Al ser las áreas verdes zonas porosas, estas absorben el agua de la lluvia gracias a la hojarasca y vegetación existente.

- En las ciudades abundan los *ruidos molestos* causados por el hombre (conciertos, manifestaciones, obras, etc.) estos pueden ser reducidos mediante la instalación de árboles y arbustos con un diseño establecido. El ruido transmitido es dispersado por las hojas y ramas y absorbido por el suelo, el suelo desnudo atenúa frecuencias de 200-1000 Hz, la atenuación máxima depende de la permeabilidad del suelo al aire. La dispersión y la atenuación del suelo son los factores principales en la reducción del sonido por la vegetación. Las hojas y ramas reducen el sonido transmitido, principalmente dispersándolo, mientras el suelo lo absorbe (Aylor, 1972).

La efectividad de la vegetación para controlar ruidos está determinada por el sonido mismo, la configuración de la plantación arbórea y las condiciones climáticas (Priego, 2002).

- Aumento de la biodiversidad. La instalación de especies arbóreas, permite la existencia de flores y frutos, lo que sumado a las formas y características de los fustes conforman el hábitat de variadas especies de aves, insectos y mamíferos los cuales son vitales en el contexto de la recreación.

2.2.2. Beneficios Sociales

- Las áreas verdes son espacios de recreación en las cuales prima la naturaleza y cuyos componentes están dados por los árboles, arbustos y demás plantas herbáceas así como gramíneas. Estas cumplen una importante tarea de naturalización de las personas dentro de las ciudades, al crear conciencia ecológica por medio de los principios ecológicos y de sus interconexiones, acercando a las personas al medio natural, generando satisfacción y bienestar.
- Identidad con la comunidad: la presencia de las áreas verdes dentro de una comunidad, llega a estrechar los lazos e intereses entre los miembros de esta, creándose vínculos en común al organizarse para la mejora de las áreas públicas, en especial en este caso de los parques y arbolado en general.

Un ejemplo es el programa “Adopta un árbol” que se desarrolló en Lima, en el que la participación activa de los miembros de la comunidad en la plantación de árboles, desarrolló aún más el sentido de propiedad e identidad social.

- Salud mental y física: la presencia de áreas verdes como parques y vías arborizadas, son la razón de que muchos de los residentes puedan equilibrar estados de ansiedad, depresión, reducir el estrés en el trabajo introduciendo la calma y tranquilidad entre otros. Se ha demostrado que los paisajes con árboles y vegetación producen sensaciones de bienestar en las personas; así mismo, estudios demuestran que pacientes de hospitales y clínicas que cuentan con vistas a árboles se recuperan mucho más rápido por ser más estimulante y terapéutico (Ulrich, 1984). También los niños con déficit de atención presentan un mejor comportamiento en ambientes arbolados (USDA, 2012).

Es así como los árboles mejoran la calidad de vida de las personas, al convertir las áreas duras de la ciudad en lugares estéticos que aumentan la satisfacción del día a día, relacionando a la gente con el entorno físico natural; proveyendo de emociones positivas, tranquilidad, identidad con la comunidad y sus miembros y hasta mejorando el estado de salud y recuperación de pacientes hospitalizados.

2.2.3. Beneficios Económicos

- Valores de la propiedad: las propiedades cercanas a áreas verdes o lugares arborizados incrementan su valor hasta en un 20%. Un estudio sobre venta de casas unifamiliares en Atlanta, Georgia, reflejó que las casas con árboles están asociadas con el aumento de 3.4 a 4.5% del valor de la venta, el número de árboles muestra una correlación positiva con el precio de venta, lo que significa que un mayor número de árboles se asocian con casas que se venden por más dinero. En este estudio, las casas que tienen más árboles también tendían a ser más grandes y a tener características más deseables, de modo que

una porción sustancial del aumento del precio del 20% asociado con los árboles se atribuía al número de servicios (Anderson y Cordell, 1988).

2.2.4. Beneficios estéticos

La ciudad constituida por viviendas e innumerables edificios, refleja una forma dura y sin color que se convierte en parte de la monotonía de la vida diaria. Los árboles en las avenidas y calles ayudan a generar espacios con vida y color añadiendo belleza y gracia con sus hojas, flores y frutos, haciendo de la vida más placentera y diversa.

En relación al tráfico de vehículos, la presencia de árboles adultos da la impresión de calles más estrechas, lo que ocasiona una reducción de la velocidad. En carreteras con árboles perimetrales, de igual forma provocan una circulación más lenta, además de facilitarla dibujando las curvas de la carretera (Calaza, 2016).

2.3. Principales afectaciones que reciben los árboles en la ciudad

Los árboles son individuos que en estado adulto pueden llegar a alcanzar grandes dimensiones, el desarrollo de las partes aéreas (copa, fuste) pueden sufrir una serie de fallas y colapsos; estos al encontrarse en la ciudad y no ser identificados de manera oportuna pueden generar accidentes y causar daño a personas y/o bienes.

En la ciudad, el arbolado está sujeto a daños físico – mecánicos y químicos. Esto debido a podas innecesarias y mal realizadas por la liberación de cables aéreos, la mejora de la “luminosidad” de las calles, impedimento de la visibilidad de carteles, ejecución de obras que involucran el cambio de uso del suelo, obras realizadas por las empresas que prestan servicio de telefonía, luz, agua y desagüe, etc. y a personas que usan al árbol como letrina.

Sumado a lo mencionado líneas arriba, tenemos los factores que involucran el estado fitosanitario y morfológico de los árboles.

2.4. El árbol peligroso

Todos los árboles tienen el potencial de fallar, el árbol peligroso es aquel con un riesgo inminente de falla estructural de una o más de sus partes. O'Brian, citado por Calaza el 2012, lo define como “un árbol en pie vivo o muerto que tiene defectos simples o combinados, en raíces, cuello, tronco u hojas, que lo predisponen a su falla mecánica entera o en partes, y que por su localización tiene una probabilidad de dañar a personas o propiedades”

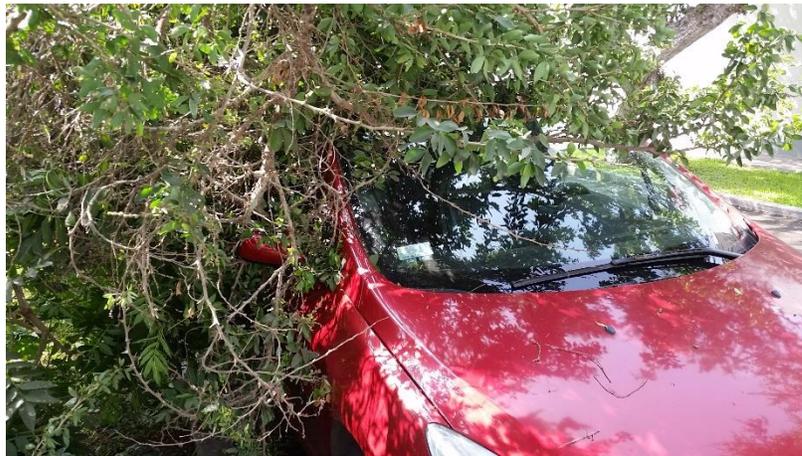


Figura 2. Caída de rama sobre vehículo

2.5. Marco legal del árbol de riesgo

Como se ha mencionado, el arbolado tiene múltiples beneficios, sin embargo un mal manejo de este y la falta de evaluación continua puede conllevar a que los árboles se conviertan en peligrosos y ocasionar daños a personas y/o bienes. En ambos casos pueden llegar a disputas legales para establecer responsabilidades y hacerse cargo de los gastos.

2.5.1. Marco legal internacional

Estados Unidos de Norteamérica

- Los árboles son elementos vivos en entornos urbanos, pero pueden convertirse en peligrosos al encontrarse en condiciones inadecuadas. Es obligación de los responsables del arbolado el inspeccionar los peligros que puedan presentar; la ley intenta reducir la exposición del público a la exposición de peligros siguiendo los principios idóneos de gestión forestal

urbana con inspecciones periódicas y documentadas así como otras acciones de gestión que promuevan la buena conservación de los bosques urbanos a cargo de arboristas y forestales que aseguren el disfrute continuo de los beneficios conferidos por los árboles (Anderson y Eaton, 1986)

- “La responsabilidad de los propietarios de árboles peligrosos en EEUU, relativas a ejemplares ubicados en sus propiedades privadas tiene y continúa experimentando una transformación, por lo que los propietarios deben de realizar el manejo adecuado para reducir los riesgos de lo contrario sería tomado como negligencia” (Mortimer, 2004), citado por Calaza, 2016

Europa

- Alemania: los árboles manifiestan en su forma los daños físicos y mecánicos, al igual que los daños internos que pueden ser observados por los arboricultores, estos deben de ser evaluados de manera detallada al evidenciar algún signo de riesgo. Se desarrolló una tecnología de identificación y principios de como ciertas fallas pueden ser subsanadas si son identificadas a temprana edad. Las señales de advertencia pueden ser identificadas por medio del Método VTA (Visual Tree Assessment)
- Reino Unido: las personas con árboles en sus propiedades deben de prevenir o minimizar el riesgo de daños a personas y/o bienes al haber detectado una falla en estos, de lo contrario serían culpables de negligencia, esto se define en la ley de Inglaterra y Gales
- España: según Calaza e Iglesias (2016), el afectado puede elegir el tipo de acción (penal o civil) en función a la estrategia procesal que más beneficie a sus intereses. Según el Código Civil, artículo 1,092, establece que las obligaciones civiles se regirán por el Código Penal, regulada en los artículos del 109 al 122. En la jurisdicción penal, toda persona criminalmente responsable, lo es también civilmente si del hecho se derivan daños y perjuicios

México

- Ley Ambiental del Distrito Federal en su título Cuarto Capítulo VII Artículo 118: Para realizar la poda, derribo o trasplante de árboles se requiere de autorización previa de la Delegación respectiva.

La delegación podrá autorizar la tala, poda o trasplante de árboles, ubicados en bienes de dominio público o en propiedades de particulares, cuando se requiera para la salvaguarda de la integridad de las personas sus bienes.

Las autorizaciones deben de ser sustentadas mediante un informe técnico emitido por la delegación correspondiente que avale la factibilidad del derribo, poda o trasplante de árboles. Asimismo, la poda será procedente cuando se requiera para mejorar o restaurar la estructura de los árboles; el derribo será procedente cuando se requiera para mejorar o restaurar la estructura de los árboles.

2.5.2. Marco legal nacional

- Código Civil Peruano

Derecho al corte de ramas y raíces invasoras del predio, tipificado en el artículo 967° - Todo propietario puede cortar las ramas de los árboles que se extiendan sobre el predio y las raíces que lo invadan. Cuando sea necesario, podrá recurrir a la autoridad municipal o judicial para el ejercicio de estos derechos.

- Código Penal del Perú

Artículo 313.- Alteración del ambiente o paisaje: El que, contraviniendo las disposiciones de la autoridad competente, altera el ambiente natural o el paisaje urbano o rural, o modifica la flora o fauna, mediante la construcción de obras o tala de árboles que dañan la armonía de sus elementos, será reprimido con pena privativa de libertad no mayor de dos años y con sesenta a noventa días-multa.

- Ley N° 26664 “Disposiciones Referidas a la administración de las áreas verdes de uso público”

Se encuentran bajo la administración municipal los parques metropolitanos y zonales, plazas, jardines y demás áreas verdes de uso público que forman parte

del sistema de áreas recreacionales y de reserva ambiental con carácter de intangibles, inalienables e imprescriptibles.

– Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales- D.L. N°613

El artículo I dice que toda persona tiene el derecho irrenunciable a gozar de un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida, asimismo a la preservación del paisaje y la naturaleza teniendo todo el deber de conservar dicho ambiente.

– Ordenanza Municipal N° 1852, Ordenanza para la Conservación y Gestión de Áreas Verdes en la Provincia de Lima

Establece el marco normativo y lineamientos generales que rige la gestión de áreas verdes de la provincia de Lima y, de esta manera, contribuir con la creación, conservación, protección, valoración, manejo, mantenimiento y sostenibilidad de las áreas verdes.

En el artículo 17 menciona que las municipalidades distritales elaborarán y mantendrán actualizado el Inventario Distrital de Áreas Verdes y Arbolado Urbano de su jurisdicción. Los inventarios municipales serán actualizados cada tres (3) años.

– Decreto de alcaldía .N°127-92, Plan de Desarrollo Metropolitano Lima-Callao 1990-2010

De acuerdo al plan de desarrollo metropolitano para Lima y Callao, se estableció la obligación de proteger e incrementar las áreas verdes existentes en Lima con el objetivo de alcanzar relaciones adecuadas de áreas verdes por persona

– Ley orgánica de municipalidades N° 27972

En el artículo 159 menciona que en relación a saneamiento ambiental, se establece como funciones de la alcaldía metropolitana conservar y acrecentar las áreas verdes de la metrópoli.

2.6. Indicadores potenciales de riesgo

Las evaluaciones del arbolado urbano en vía pública son responsabilidad de la autoridad municipal, los profesionales a cargo deben estar capacitados para poder evidenciar cualquier tipo de falla estructural o colapso al que puedan estar expuestas las personas y bienes. Estas se realizan por medio de una inspección visual, observando sintomatología externa de heridas, pudriciones, daños físicos, etc. Una de las principales limitaciones para realizar estas evaluaciones, es la falta de criterio y los defectos internos, que muchas veces no logran manifestarse externamente; para ello se requiere el apoyo de equipos especializados, que en nuestro país se encuentran limitados y prácticamente inaccesibles.

Los árboles sanos se convierten en peligrosos cuando empieza a verse afectada su estructura debido a factores bióticos y abióticos que van incrementando el potencial de falla y estabilidad estructural.

Calaza (2016) analizaron numerosas publicaciones sobre los indicadores de peligrosidad clasificándolos en 8 categorías.

(a) Caída de árboles muertos

A diferencia de los árboles vivos, los árboles muertos pueden presentar fallas en cualquier parte (copa, fuste o raíces) en especial si cuentan con un defecto preexistente, incrementando la probabilidad de pérdida de resistencia. Debido al deterioro, las ramas de los árboles muertos se van descomponiendo y por efecto del viento o de su propio peso van cayendo. Estos ejemplares ya sin vigor deben ser retirados a la brevedad ya que son un peligro inminente.



Figura 3. Caída de árbol muerto sobre vehículo

(b) Arquitectura deficiente

Este indicador informa sobre la probabilidad alta de fractura de una rama, presenta un desequilibrio en la estructura del ejemplar. Este tipo de situaciones aparecen cuando hay una mala práctica de labores culturales. Se debe de observar lo siguiente:

- Copa asimétrica originadas por malas podas o por desgajo de ramas debido a los vientos u otros factores.
- Ramas poco equilibradas, con carga excesiva.
- Colas de león originadas por malas podas dejando una sobre carga

Los árboles inclinados por lo general tienen una arquitectura pobre debido en algunos casos al sobre peso de las ramas y en otros al desarrollo que han tenido a través de los años, estos se encuentran anclados y estabilizados.

Dentro de los indicadores, si un árbol se inclina 40° o más, debe de ser reemplazado. Las evaluaciones deben ser integrales y si este árbol además de inclinado, presenta algún defecto en el cuello radicular o parte baja del tronco, entonces tiene una alta probabilidad de pérdida de resistencia a causa del desequilibrio interno. Entre los defectos a evaluar se encuentran: presencia de cuerpos fructíferos (indican descomposición de la madera), chancros, grietas enrolladas o por esfuerzo cortante (puede indicar fractura del ejemplar).

Cuando se comprime la madera por el peso de la misma, se observa el pandeo que se manifiesta como abultamientos en la corteza y en la madera en la parte baja de un árbol inclinado; en este caso la corteza puede comprimirse o puede desprenderse.



Figura 4. Árbol inclinado de *Tipuana tipu*

Dentro de la arquitectura del árbol, se pueden identificar defectos en troncos y ramas principales; de observar acanaladuras profundas en especies que normalmente no las presentan, sobre todo en la parte basal, estas deben ser evaluadas de forma detallada. La corteza y el cambium pueden estar muertos y asociados a descomposiciones.

(c) Uniones débiles de ramas

Dentro del desarrollo natural del árbol, este puede desarrollar imperfecciones que los predisponen a roturas en los puntos de unión con el tronco. Entre los más destacados están los que contienen corteza incluida y la existencia de ramas débiles originadas de yemas adventicias y de crecimientos epicórmicos.

En las ramas de uniones fuertes, presentan una arruga que se ubica en la parte superior de la unión, los anillos anuales de crecimiento de cada rama crecen junto con los anillos anuales de crecimiento del tronco. Las uniones débiles, aparecen cuando una rama y el tronco (o dos troncos dominantes) crecen tan próximos que la corteza también crece entre ellos, dentro del árbol. A medida de que el árbol se va desarrollando se va generando esta corteza incluida, lo que debilita la unión ya que se genera unión entre la madera y la corteza y no como en las fuertes, madera – madera.

Las ramas con brotes epicórmicos, se producen como respuesta a daños o malas prácticas de podas, generalmente se forman en árboles terciados o desmochados. Estas generan ramas con uniones débiles debido a que son poco profundas, no unidas al centro del tronco. Son de crecimiento rápido por lo que también incrementan su peso. Después de un tiempo pierden la unión con la rama o tronco principal y pueden llegar a fallar por el exceso de peso.

Las uniones débiles agrietadas o en proceso de descomposición tienen una alta probabilidad de romperse



Figura 5. Brotes producto de un desmoche



Figura 6. Troncos codominantes

(d) Afectación por hongos

La madera de los árboles se encuentra expuesta al ataque de agentes patógenos tales como los hongos de la pudrición, cuando la descomposición es muy avanzada el árbol empieza a perder su resistencia estructural y por ende su estabilidad. Calaza (2016) menciona siete indicadores de un estado avanzado de descomposición de madera:

- Madera podrida
- Cuerpos fructíferos de hongos o sus restos, incluyendo evidencias de decoloración.
- Cavidades
- Oquedades
- Grietas abiertas
- Abultamientos en la madera
- Exudación de fluidos desde la corteza.

En los casos de pudrición, se deberá de evaluar el espesor de la pared residual en relación al diámetro del ejemplar, la misma que deberá de poseer aproximadamente el 33% de su

radio. Al evaluar un ejemplar se deberá evaluar en el área más estrecha ya que es el punto con mayor potencial de rotura. En casos de oquedades cuya abertura involucre el 30% de la circunferencia del fuste, entonces el espesor de pared residual necesario deberá de ser de 66% de su radio.

Al realizar las evaluaciones externas como indicadores de defectos internos, el grosor de la pared residual puede verse afectado por abultamientos en el tronco que son una respuesta del árbol a las descomposiciones.

Áreas donde inspeccionar para localizar pudriciones:

- Heridas de poda o cortes de chupones que tienen la superficie pintada
- Zonas donde existen grietas
- Áreas donde se encuentre corteza muerta (uso de martillo)
- Áreas donde no existe corteza.
- Zonas con cánceres o excrecencias.
- Uniones o raíces contrafuertes con corteza excluida.



Figura 7. Cuerpos fructíferos de hongos en arboles urbanos

(e) Grietas

Las grietas son separaciones a través de la corteza y la madera que pueden aparecer en cualquiera de los componentes del árbol (raíz, fuste o ramas). Se forman cuando estos no pueden soportar una carga determinada o por heridas mal cerradas y separación de uniones

débiles. La madera tras la grieta puede estar descompuesta. En árboles se han identificado grietas horizontales y grietas verticales.

- Grietas verticales: siguen el sentido de las fibras a lo largo de la longitud del árbol; estas a su vez pueden ser de dos tipos:

Esfuerzo cortante: separan el árbol en dos partes a lo largo de las fibras. Son de mayor peligrosidad cuando atraviesan completamente al árbol y lo empiezan a dividir en dos partes. Generalmente aparecen en ejemplares con codominancia y corteza incluida.

Grietas enrolladas: los márgenes de las grietas se tuercen hacia dentro del árbol. Se forman cuando una herida no cierra de manera adecuada, las capas de corteza y madera de los márgenes se encuentran pero no se fusionan. Normalmente se encuentran asociadas a grandes pudriciones ya que cada año los márgenes de la grieta dañan al árbol propagando de manera más rápida la pudrición.

- Grietas horizontales: son perpendiculares a la dirección de las fibras, al eje principal del árbol. Son un signo de riesgo inminente en ejemplares inclinados puesto que se desarrollan justo antes de que falle el árbol. Se generan porque la carga de la copa va rompiendo y separando las fibras.



Figura 8. Grietas horizontales

(f) Chancros

Son producidos por algunos hongos xilófagos, insectos o daños mecánicos y aparecen en cualquiera de los componentes del árbol. En las zonas con chancros, los árboles no pueden formar anillos anuales de madera. La presencia de los chancros da alerta de ser zonas potenciales de pérdida de resistencia ya que esa área es de baja resistencia y no puede soportar mecánicamente al árbol. Estos pueden conducir al colapso del ejemplar si afectan el 40% de la circunferencia del árbol; si está presente una descomposición, la combinación con el cáncer puede debilitar muy rápidamente al árbol, por ello es necesario evaluar el grosor de la pared residual y el tamaño de la abertura causada por esta enfermedad



Figura 9. Chancro en *Schinus molle*



Figura 10. Chancro en *Lagerstroemia indica*

(g) Problemas del sistema radicular

Una de las razones más frecuentes de caída de árboles en la ciudad, se debe a los problemas en el sistema radicular. Los árboles se vuelcan porque las raíces no pueden proporcionar el anclaje adecuado, debido a varios factores como por ejemplo; el antrópico (excavaciones, zanjas, compactación de suelos, compactaciones) y otros factores como ataques fúngicos y estrés a causa de sequías o encharcamientos.

Uno de los signos que podemos identificar en árboles con problemas radiculares, es la poca vigorosidad de la copa y muerte en ramas, puesto que existe un equilibrio dinámico entre

las ramas vivas y las raíces. Otros signos son la descomposición de las raíces (acorchamiento), inclinación de los árboles y presencia de cuerpos fructíferos.

Cuando se observa una inclinación anormal del árbol, este está indicando que parte del sistema radicular está fallando y hay peligro inminente de caída. Estas inclinaciones suelen venir acompañadas de grietas en los suelos y levantamiento de raíces por rotura radicular cerca del tronco.

Si más de la mitad de las raíces bajo la corona del árbol han sido cortadas o aplastadas, convierten al árbol en un peligro ya que no cuentan con apoyo estructural adecuado desde el sistema de las raíces



Figura 11. Problema en raíces de raíces en árbol de olivo



Figura 12. Levantamiento de raíces y desgajo de rama por exceso de peso

(h) Afectaciones antrópicas

Desde que fueron instalados en parques, alamedas, plazas, avenidas y calles, etc. los árboles no han recibido los cuidados necesarios para poder asegurar su permanencia en el tiempo y que este contribuya a su buen desarrollo y a la seguridad de las personas y bienes que los rodean.

La ejecución de las labores de mantenimiento como la poda, debe realizarse con el personal y equipos idóneos y se debe realizar la evaluación constante de los ejemplares que presenten algún tipo de anomalía que pueda convertir al árbol en un peligro.

La ampliación de construcciones, servicios de luz, agua, telecomunicaciones y la instalación de más áreas pavimentadas, provocan daños en el componente radicular como cortes sin distinguir el tipo de raíces y las funciones que cumplen, además compactan aún más los suelos, aumentando su densidad, reduciendo la porosidad y permeabilidad, lo que produce una disminución en el crecimiento natural de las raíces y la actividad microbiana al desplazar las moléculas de oxígeno.

La falta de planificación y criterios técnicos al momento de la instalación del arbolado, también es una limitante para su buen desarrollo, ya que no se tiene en cuenta la calidad de

sitio, tamaño de alcorque, ubicación del árbol y especies idóneas que vayan acorde con el área de desarrollo cuando este sea adulto y su requerimiento hídrico.

Los daños físico-mecánicos causados por la falta de cuidado al realizar obras en áreas arborizadas, laceran y hasta fracturan fustes y ramas principales; de igual modo el daño provocado por vehículos que se descarrilan, parten al ejemplar que se debilitará y terminará cayéndose, provocando otros daños alrededor.

Estos daños terminan convirtiendo al árbol en un “peligro” para las personas; sin embargo la responsabilidad recae sobre los profesionales encargados de la planificación y ejecución de obras urbanas, así como en la falta de gestión del mantenimiento y conservación.



Figura 13. Daños provocados por actividades antrópicas.

- (a) Corte de raíces.
- (b) Inserción de materiales extraños.
- (c) Acumulación de desmonte.
- (d) Fractura de rama por mala maniobra del maquinista

En el cuadro 1, se mencionan los indicadores para cualificar los defectos y riesgos que se generan en tronco, ramas y raíces (Calaza, 2016)

Cuadro 1: Riesgos en árboles derivados de la descomposición de la madera en función de la presencia de defectos

Riesgo alto de fractura o caída	Riesgo moderado de fractura o caída
Defecto en tronco y ramas	
Descomposiciones avanzadas que afectan a más del 40% del perímetro del ejemplar, rama o cuello del árbol	La descomposición afecta entre el 25% y el 40% del perímetro del tronco, rama o cuello del árbol
El tronco tiene una descomposición avanzada y el espesor de la pared residual sigue los siguientes criterios: a) Es el espesor de la pared residual es menor al 33% del radio b) El tronco tiene una abertura mayor del 30% de su perímetro y el grosor de la pared residual es menor del 66% de su radio	El espesor de la pared residual esta entre el 33% y el 66% de radio del árbol y el tronco tiene aperturas menores del 30% del perímetro
Cualquier rama grande con descomposición	
Troncos que presentan grietas que los separan en dos	Troncos de árboles con una grieta simple y descomposición
Partes del tronco con múltiples grietas y descomposiciones	
Ramas grandes con grietas	
Uniones débiles con descomposiciones, grietas o presencia de chancros	Ramas o troncos codominantes con corteza incluida
Ramas grandes de origen epicórmicos o adventicio en troncos descompuestos	

Defectos en troncos y ramas

Riesgo alto de fractura o caída	Riesgo moderado de fractura o caída
El chancro afecta a más del 40% del perímetro	El chancro o chancro con descomposición afectan entre el 25 y 40% del perímetro
Chancro y descomposición que afectan a más del 40% del perímetro	
Cualquier rama colgada	
Cualquier rama o árbol muerto	
Arboles con inclinación mayor a 40°	Ramas con arpa en flexión o torsión
Arboles con inclinación con una grieta en el tronco	Ramas grandes horizontales con varias ramas verticales en ella
Arboles inclinados con descomposición o chancro en su parte basal	
Árbol inclinado con una grieta horizontal en la parte alta de la inclinación o abultamiento de corteza.	

Defectos en raíces

Riesgo alto de fractura o caída	Riesgo moderado de fractura o caída
Árbol inclinado con evidencias recientes de roturas, movimientos o abultamientos en el suelo	Menos del 40% de las raíces existentes dentro del radio crítico están dañadas, descompuestas, cercenadas o muertas
Más del 40% de las raíces existentes dentro del radio crítico están dañadas, descompuestas, cercenadas o muertas	
Las raíces estrangulantes oprimen a más del 40% de su perímetro	

2.7. Descripción del Método de Evaluación Visual del Arbolado - VTA (Vissual Tree Assessment)

Desarrollado por Claus Mattheck, este método está basado en los principios de la biomecánica y en el principio de que los árboles consumen energía para alcanzar una distribución homogénea de las cargas mecánicas; el denominado axioma de la carga uniforme o axioma del estrés (tensión) constante, lo cual significa que la estructura biológica se desarrolla de tal forma que asegura una distribución regular de la carga en su superficie en tiempos medios (Calaza, 2016).

A través de este método se identifican síntomas exteriores que presenta el árbol debido a las anomalías internas de la madera. Consta de tres etapas:

1. Inspección visual para identificar síntomas defectos y vitalidad del árbol. Si no existen síntomas de defectos, la investigación ha concluido.
2. Confirmación a través de un examen riguroso de la sospecha de un defecto en base a sus síntomas externos.
3. Si se confirma un defecto y es motivo de inquietud, debe medirse y evaluarse la resistencia de la parte remanente del árbol.

Las fuerzas en el árbol deben de encontrarse equilibradas y en coordinación, en casos de vientos por ejemplo, el tronco recibe las cargas de flexión de las ramas y las conduce hacia las raíces, desde las cuales se distribuyen a través de las ramificaciones que finalmente las transfieren al suelo.

2.7.1 Defectos a evaluar mediante el método VTA

Evaluación del sistema radicular

- La presencia de ramas muertas en un solo lado indican, a menudo la presencia de daños en raíces en una cara.
- La ausencia de crecimiento, especialmente con signos de muerte radicular como corteza seca o quebradiza, son indicadores de raíces afectadas.
- El incremento fuerte de crecimiento de las raíces principales de sostén, acompañado por grietas longitudinales en la corteza o un abultamiento redondeado

en la superficie del árbol, indica que se está produciendo una mayor carga en esas raíces.

- La presencia de grietas en el suelo indican un comienzo de posible caída del árbol, sea por efectos del viento o exceso de follaje en la copa.
- Realizar una excavación y observar la presencia de raíces sanas y completas; de lo contrario realizar la cava lo más cercano al tronco y reducir la copa.

Evaluación de factores que influyen en la resistencia a la fractura

- Vitalidad: se debe de evaluar el estado del follaje, presencia de ramas muertas, desgarradas, pérdida de corteza, crecimiento pobre, pérdida de cambium.
- Presencia de enfermedades: identificar la presencia de cuerpos fructíferos, exudaciones de líquido desde heridas abiertas sin otros síntomas fúngicos u otros patógenos.
- Síntomas de defectos mecánicos: se debe tomar en cuenta cualquier tipo de crecimiento superfluo, este puede adoptar una forma determinada reflejando diferentes tipos de defectos tales como hinchazón en anillos, abultamientos, como síntomas de descomposición
- Determinación del grosor de la pared residual: se debe determinar el espesor de la pared residual sana en el punto con menor espesor donde esté presente la descomposición, para ello debe utilizarse herramientas como barrena de Pressler y martillo de jebe; siendo más efectivo con equipos como martillos de impulsos, resistógrafos, fractómetros, tree radar.
- Secciones transversales abiertas: el factor de seguridad de los troncos es superior a 4.5. en la evaluación de árboles huecos con copas desarrolladas, es suficiente cumplir con el requerimiento $t/R > 0.3$ a 0.35 , donde; t es el grosor de la pared residual (sana) y R , es el radio. En ejemplares con poca copa este valor se puede disminuir hasta 25% (Calaza, 2016)
- Árboles con inclinación: existen varios ejemplares con este tipo de defecto, el mismo que genera cargas de flexión debido a los vientos y a la excentricidad del centro de gravedad de la copa. Cuando el árbol se encuentra bajo una carga estática, la madera puede ceder y los mecanismos que la contrarrestan (formación

de madera de reacción), pueden fallar a medida que disminuye la vitalidad del árbol.

-

En la actualidad el arbolado urbano no cuenta, en la mayoría de los casos, con planes de gestión o manejo. Desde su instalación se debe tener en cuenta una serie de labores culturales que garanticen el óptimo desarrollo de los ejemplares, como por ejemplo:

- La selección de especies idóneas así como la calidad del sitio en donde será instalado
- Planificación y diseño de las plantaciones, sean en áreas verdes tales como parques, boulevares, bermas centrales, o en áreas cementadas como calles y avenidas.
- Manejo de los ejemplares instalados desde su estado juvenil colocando tutores, planes de poda que vayan modelando una arquitectura idónea, abonamiento, etc.
- Evaluaciones fitosanitarias, de ser necesario la implementación de planes de control de plagas y enfermedades.

La literatura consultada sobre la evaluación de árboles de riesgo, menciona ciertos problemas físicos y mecánicos, así como defectos que pueden presentar los ejemplares, los mismos que son indicadores de posibles caídas o fracturas de ramas que conllevarían a causar un accidente perjudicando a personas o bienes.

La metodología a utilizar en la evaluación de árboles, toma en cuenta el principio de tensión constante para estructuras biológicas y la distribución regular de cargas en la superficie; es decir, la relación directa entre los síntomas visibles y los defectos que en muchos de los casos son internos y no visibles. Este es un método subjetivo por lo que la experiencia y el criterio del evaluador son la base de un buen análisis para determinar la extracción o tratamiento del ejemplar.

Para la utilización del método VTA se debe manejar cierta información que nos servirá para identificar los ejemplares con riesgo de caída del árbol o fractura de ramas. En la actualidad existen formularios de recopilación de datos desarrollados según los criterios de cada uno de los evaluadores; sin embargo esta debería de uniformizarse y entrar más en detalles, cuantificar y ponderar los resultados obtenidos.

2.7.2 Ventajas del uso del método VTA

- Está basado en la observación de los defectos externos del árbol, los mismos que al ser identificados por los especialistas pueden dar un diagnóstico de los niveles de peligrosidad de los ejemplares evaluados.
- Al realizar la evaluación visual, se puede observar los defectos del árbol, ya sean estructurales o evidencia de plagas o enfermedades, con lo que se pueden tomar las medidas preventivas y correctivas que aseguren el vigor de los ejemplares.
- Al ser un método visual, es de bajo costo y se obtienen resultados rápidos

Son pocos los profesionales, especialistas en áreas verdes que utilizan los criterios necesarios para la evaluación de árboles con riesgo de caída se evalúa tomando en cuenta la inclinación del árbol, su estado fitosanitario, presencia de ramas muy pesadas o con algún tipo de daño, dirección potencial de caída, entre otros.

2.7.3 Desventajas del uso del método VTA

El método visual responde al criterio de cada uno de los evaluadores, en los que el conocimiento, el criterio y la práctica marcan la decisión a tomar sobre un ejemplar.

- Este método está limitado a la evaluación de la estructura externa del ejemplar, siendo de suma importancia también el empleo de equipos y herramientas especializadas en los que se pueda evaluar la parte interna y el sistema radicular.

- No da una garantía absoluta de que los ejemplares evaluados se encuentren estables y no representen un riesgo para las personas y bienes, ya que los pérdida de resistencia naturales pueden ocurrir incluso en árboles aparentemente sanos.
- Por medio de este método se identifican los defectos que manifiestan los árboles, pero no los cuantifica; esto no permite tener una línea base de estudio o seguimiento para poder realizar una planificación en función a lo que determinan los evaluadores.

3. ANÁLISIS DEL MÉTODO VTA

Se determinará en campo cuáles son los posibles árboles que signifiquen un riesgo; por su edad, tamaño y características. De igual manera se procederá a realizar la inspección individual tomando los siguientes datos:

- **Ubicación y entorno**
 - Tipo de área verde o calle en la cual se encuentra el ejemplar
 - Dianas: registrar bienes materiales, caminos, aceras, áreas recreacionales, viviendas, edificios, cableado aéreo que podrían ser afectados por un eventual caída o fractura de ramas.
 - Tipo de superficie, grado de compactación del suelo o si se encuentra en que porcentaje de un área cementada lo cual pueda ser un limitante para el desarrollo de las raíces.
 - Croquis de la ubicación y áreas de influencia del ejemplar
- **Características del ejemplar**
 - Taxonomía: nombre científico, nombre común y familia.
 - Origen: nativa o introducida
 - Requerimiento hídrico
 - Descripción del ejemplar: características morfológicas , datos dasométricos, área de influencia de la altura y radio de copa
 - Identificación de fallas estructurales y signos visibles de anomalías.
 - Estado fitosanitario: si existe evidencia de ataque de insectos xilófagos, agentes patógenos como hongos que generen pudrición en la madera, o flujos

bacterianos que conlleven a un estado de riesgo en la estructura del árbol.

Evaluación del vigor del árbol en todos sus componentes

- Estado físico: disposición y la proporción entre la base, el fuste, la copa y las ramas
- **Historial del ejemplar**
 - Origen de la plantación: si fue en un área verde o se hizo en un área que antes estuvo cementada.
 - Obras civiles realizadas que hayan afectado el sistema radicular directamente durante su estadía.
 - Cambios en las condiciones del entorno
 - Afectación por terceros en la parte aérea: daño por maquinaria de construcción, intrusión de elementos extraños, atropello por descarrilamiento de vehículos, etc.
 - Podas ejecutadas: mantenimiento, severas, sanitarias, etc.
 - Tratamientos fitosanitarios realizados.
 - Registro de caída de ramas, levantamiento de raíces, inclinación del fuste

Para la evaluación de datos como descripción de aspectos físicos y sanitarios y la descripción de zonas objetivo, interferencias y referencia, se han hecho dos modelos de tablas. Ver Anexos.

3.1 Estudio de casos

A continuación se presentan 03 casos en los cuales se ha aplicado la evaluación visual. Debido a la falta de vigor de los ejemplares y/o fallas estructurales, se tuvieron que retirar para evitar daños a personas y bienes. Las tablas fueron elaboradas por el autor en base a las observaciones registradas en los ejemplares de las evaluaciones.

Caso 1

Casuarina cunninghamiana “Casuarina”

Ubicación: Parque Hermasia Payet, individuo muerto en pie, presenta exudaciones característica de pudriciones húmedas constituyendo un peligro latente para transeúntes.

5.- Tablas de evaluación de datos

5.1 Descripción de Aspectos físicos y sanitarios

N° Árbol	Altura (m)	Fuste	DAP (cm)	Copa * (m)	Follaje de copa					Inclinación	Raíces	Observación (defectos Físicos y sanitarios)
					Defoliado (estaciona l)	Defoliado (muerto)	Hojas sanas (%)	Hojas Cloróticas (%)	Neocróticas (%)			
1	8	Bifurcado	35	5	No	No	0	0	0	Leve	No Visibles	El presente árbol evaluado se encuentra muerto en pie, no presenta área foliar, el fuste es bifurcado, en una de la bifurcación presenta pudrición húmeda, por otro lado, no se observa raíces secas y expuestas. Se presume que el acame del árbol se produjo por alguna infección bacteriana o fúngica que comprometieron los haces vasculares afectando la absorción y translocación de fotosintatos. Presenta fisuras y grietas en fuste y ramas, además se puede observar la presencia de insectos xilófagos, por el estado sanitario del árbol evaluado es considerado altamente peligroso y riesgoso. Porque la pudrición de la madera puede haber afectado el anclaje que le permita dar estabilidad al árbol.

* Se determinó el tamaño de copa considerando las ramas secas más distantes entre sí que presenta el individuo.

5.2 Descripción de Zonas objetivo, interferencias y referencia.

N° Árbol	ITEM	Descripción de zona objetivo*	Zona Objetivo			Tasa de ocupación (c)	Interferencias (d)	Referencia
			Diámetro de copa	Dentro de una distancia de 1 X Ht (a)	Dentro de una distancia de 1.5 X Ht (b)			
1	1	Paso peatonal	X	X	X	3	Ninguno	Interior del Pq Hermasia Payet.
	2	Vehículos	X	X	X	1		

(a) Se entiende por zonas objetivos a aquellas propiedades o personas que pueden verse afectados ante una caída de algún elemento del individuo.

(b) Ht = Altura total del árbol

(c) Tasa de ocupación en función del tiempo de exposición de las zonas de objetivo descritas y las distancias al individuo evaluado.

(d) Se entiende por interferencia si el individuo obstruye señales de tránsito, cables eléctricos, dificulta el tránsito de personas por las veredas, etc.



Figura 14. Vista panorámica del individuo – pudrición de fuste

El ejemplar evaluado se encontraba muerto en pie, sin área foliar y fuste bifurcado en el cual se evidencian signos de pudrición. Presenta fisuras y grietas en fuste y ramas además de la presencia de insectos xilófagos. Se considera un árbol peligroso y se recomienda el retiro del mismo.

Caso 2

Fraxinus americana “Fresno”

Ubicación: Ca. Eucaliptos N° 383 / Ca. Los Fresnos N° 270

Ca. Emilio Cavenecia / Ca. Llano Zapata

5.2 Descripción de Zonas objetivo, interferencias y referencia

N° Árbol	ITEM	Descripción de zona objetivo*	Zona Objetivo			Tasa de ocupación ^(c) 1: Raro 2: Ocasional 3: Frecuente 4: Constante	Interferencias ^(d)	Referencia
			Diámetro de copa	Dentro de una distancia de 1 X Ht ^(a)	Dentro de una distancia de 1.5 X Ht ^(b)			
1	1	Paso peatonal	X			4	Cables de luz	Frente a la Calle Eucaliptos N°383
	2	Vehículos		X		4		
2	1	Paso peatonal	X			4	Cables de luz	Calle Fresnos N°270
	2	Vehículos		X		4		
3	1	Paso peatonal	X			4	Cables de luz	Calle Emilio Cavenevia c/ Calle Llano Zapata (Esquina Inkafarma).
	2	Vehículos		X		4		

(a) Se entiende por zonas objetivos a aquellas propiedades o personas que pueden verse afectados ante una caída de algún elemento del individuo.

(b) Ht = Altura total del árbol

(c) Tasa de ocupación en función del tiempo de exposición de las zonas de objetivo descritas y las distancias al individuo evaluado.

(d) Se entiende por interferencia si el individuo obstruye señales de tránsito, cables eléctricos, dificulta el tránsito de personas por las veredas, etc.

5.- Tablas de evaluación de datos

5.1 Descripción de Aspectos físicos y sanitarios

N° Árbol	Árbol Altura (m)	Fuste	DAP (cm)	Copa * (m)	Follaje de copa					Inclinación	Raíces	Observación (defectos Físicos y sanitarios)
					Defoliado (estacional)	Defoliado (muerto)	Hojas sanas (%)	Hojas Cloróticas (%)	Necróticas (%)			
1	12	Recto	33	2	No	No	0	0	0	Pronunciado	Visibles	Copa defoliada, con presencia de algunas hojas. Se evidencia poda antigua, se observa una oquedad en la base del fuste. Presencia de insectos xilófagos en diferentes galerías sobre el fuste. Inclinación pronunciada hacia la vía peatonal. Considerado de alto riesgo.
2	10	Recto	54	4	No	No	0	0	0	Recto	No visibles	Individuo arbóreo con problemas físicos y sanitarios, presencia de ramas con pudrición, presenta una oquedad de 43 cm de profundidad en la base del fuste que nos indica una futura precipitación del árbol, lo cual podría causar daños personales y materiales. Considerado de alto riesgo.
3	8	Recto	35	4	No	No	0	0	0	Pronunciado	No visible	Presencia de pudrición por xilófagos en la base del fuste, acorchamiento alrededor de la base del fuste, esta inclinación conjuntamente con la pudrición hacen indicar una posible caída intempestiva hacia la vía vehicular, ya que estos factores comprometen la estabilidad del árbol; considerado de alto riesgo.

* Se determinó el tamaño de copa considerando las ramas secas más distantes entre sí que presenta el individuo.

Individuo 01

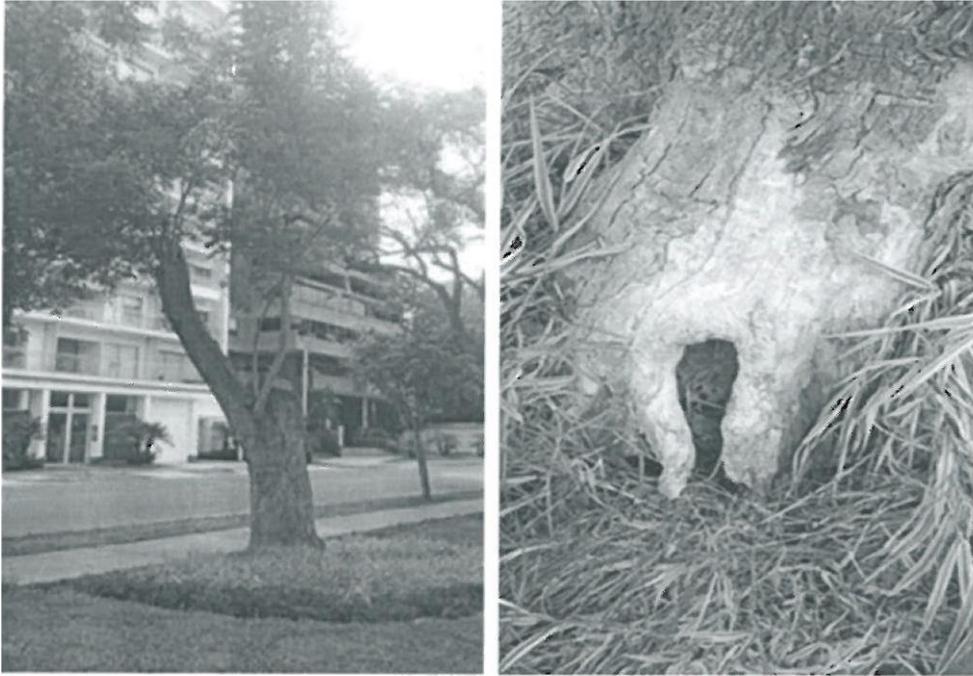


Figura 15. Vista panorámica del individuo y base del fuste (oquedad)

Presenta copa con baja densidad de follaje. Existe una oquedad en la base del fuste, presencia de galerías de insectos xilófagos, inclinación pronunciada del fuste hacia la vía peatonal.

Individuo 02



Figura 15. De Izq. a Der. Vista panorámica del individuo y ramas con pudrición.

Parte inferior, profundidad de la oquedad en la base del fuste y vista de oquedad.

Presencia de ramas con signos de pudrición, una oquedad de 43 cm de profundidad en la base del fuste, posiblemente pudrición avanzada del sistema radicular.

Individuo 3

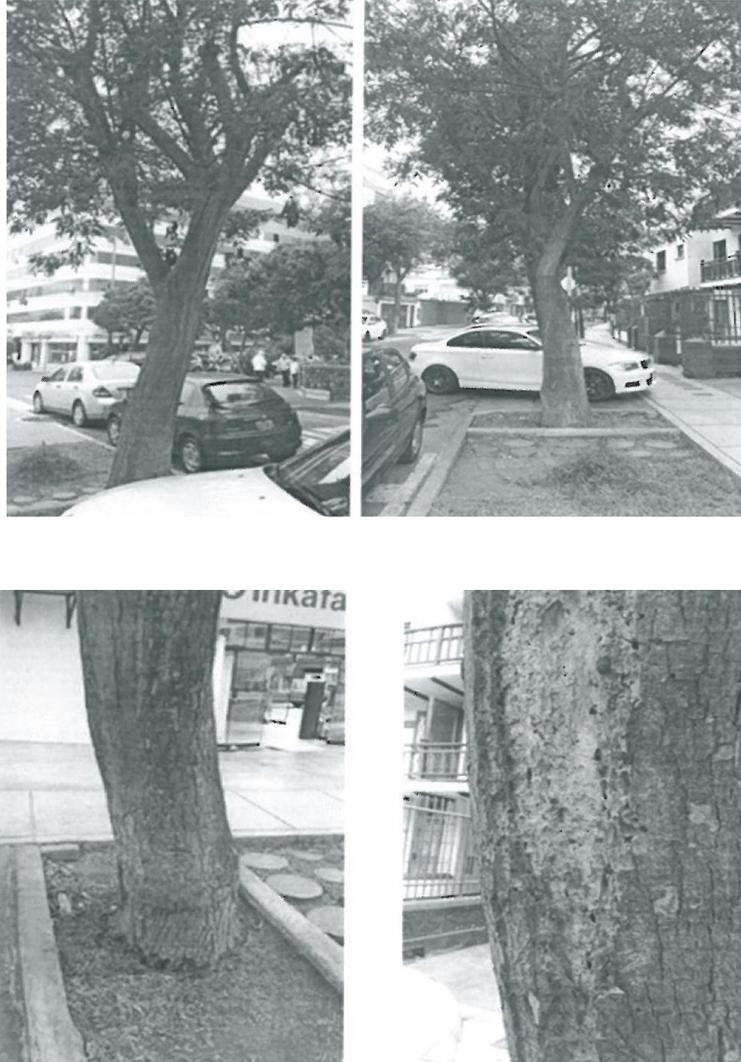


Figura 16. De Izq. a Der. Vista panorámica del individuo. Parte inferior, base del fuste con pudrición y presencia de acorchamiento en el fuste.

Evidencia de signos de pudrición a nivel de la base del fuste, acorchamiento a lo largo del fuste e inclinación de más de 30°

Caso 3

Melia azedarach “Melia”

Ubicación: Calle Los Ibis N° 134

5.- Tablas de evaluación de datos

5.1 Descripción de Aspectos físicos y sanitarios.

N° Árbol	Altura (m)	Fuste	DAP (cm)	Copa* (m)	Follaje de copa					Inclinación	Raíces	Observación (defectos Físicos y sanitarios)
					Defoliado (estacional)	Defoliado (muerto)	Hojas sanas (%)	Hojas Cloróticas (%)	Necróticas (%)			
1	3.5	Inclinado	50	6	Si	No	-	-	-	Leve	Con presencia de raíces expuestas.	El presente árbol evaluado presenta síntomas de muerte regresiva avanzada, así mismo presenta reducción del área foliar minimizando el follaje en la copa y a nivel de la base del fuste presente una herida no cicatrizada, por otro lado, se observa raíces secas y expuestas que podrían comprometer los haces vasculares afectando la absorción y translocación de fotosintatos. Presenta fisuras y grietas en fuste y ramas, además se puede observar la presencia de insectos xilófagos, el árbol cuando es sometido a fuerzas externas este se tiende a balancearse, estas características hacen considerar a este individuo arbóreo no tiene un buen anclaje que le permita dar estabilidad por consiguiente el árbol evaluado es considerado altamente peligroso y riesgoso.

* Se determinó el tamaño de copa considerando las ramas secas más distantes entre sí que presenta el individuo.

5.2 Descripción de Zonas objetivo, interferencias y referencia

N° Árbol	ITEM	Descripción de zona objetivo*	Zona Objetivo			Tasa de ocupación (c)	Interferencias (d)	Referencia
			Diámetro de copa	Dentro de una distancia de 1 X Ht (a)	Dentro de una distancia de 1.5 X Ht (b)			
1	1	Paso peatonal	X	X	X	3	Ninguno	Calle Los Ibis N° 134
	2	Vehículos	X	X	X	3		

(a) Se entiende por zonas objetivos a aquellas propiedades o personas que pueden verse afectados ante una caída de algún elemento del individuo.

(b) Ht = Altura total del árbol

(c) Tasa de ocupación en función del tiempo de exposición de las zonas de objetivo descritas y las distancias al individuo evaluado.

(d) Se entiende por interferencia si el individuo obstruye señales de tránsito, cables eléctricos, dificulta el tránsito de personas por las veredas, etc.



Figura 17. Vista panorámica del individuo – herida no cicatrizada a nivel de tercio medio del árbol



Figura 18. Vista del fuste del individuo – raíces expuestas y oquedad basal

Presenta signos de muerte regresiva avanzada, reducción severa del área foliar y en la base del fuste una herida cicatrizada. Raíces expuestas levantando el suelo. Grietas y fisuras en fuste y ramas con presencia de galerías de insectos xilófagos. Inestabilidad al ser sometido a fuerzas externas

4. CONCLUSIONES

- El método VTA o de Evaluación Visual del Arbolado es válido en el análisis cualitativo del arbolado urbano puesto que se pueden identificar aquellos ejemplares con probabilidad de caída o fractura.
- Los indicadores de potencial de riesgo observados mediante el método VTA, ayudan en la toma de decisiones sobre el arbolado urbano; la identificación de los ejemplares con fallas estructurales o patógenas en un momento oportuno, da la oportunidad de poder aplicar tratamientos que podrían prolongar la vida de los árboles.
- Al ser el método VTA válido para la evaluación del arbolado urbano, se debe de contar con personal calificado para ser instruido en su aplicación y así realizar una buena gestión de su conservación.
- La evaluación del arbolado constituye una herramienta fundamental dentro del manejo y conservación de las áreas verdes, los beneficios ecosistémicos que brinda el arbolado urbano son innumerables por lo que se deben de aplicar las metodologías apropiadas para su evaluación oportuna, posterior tratamiento y evitar la extracción de ejemplares.
- Las principales afectaciones al arbolado se dan por razones antrópicas, empezando por las labores culturales realizadas muchas veces por personal no calificado, falta de gestión y planes de manejo; además de la falta de coordinación con especialistas durante la ejecución de obras civiles y la intervención de empresas de servicios de telefonía, luz, etc.
- Nuestro país no cuenta aún con normativas concretas dentro de su política, sobre el grado de responsabilidad de las instituciones públicas en relación al perjuicio que causa la caída de una rama o árbol dentro de un área pública. En algunas entidades municipales, las compañías aseguradoras cubren los gastos de los daños ocasionados por este tipo de accidentes bajo ciertos parámetros, estos no cubren por ejemplo daños ocasionados por la caída de un árbol a causa de pudrición de raíces por ser un factor “previsible”.

5. RECOMENDACIONES

- Establecer normativas y metodologías que involucren niveles de tolerancia de manera razonable para salvaguardar el recurso forestal urbano así como la integridad de las personas y bienes.
- Formar personal técnico idóneo que realice el mantenimiento y conservación del arbolado urbano desde su establecimiento hasta el mantenimiento rutinario (podas, control fitosanitario, evaluación visual, etc.). Con respecto a la evaluación del árbol de riesgo, el personal debe de estar debidamente entrenado y con los conocimientos suficientes para tener un criterio acertado que permita determinar el futuro de los ejemplares.
- En la actualidad no existen planes de gestión de árboles de riesgo; que aseguren el mantenimiento y conservación (dentro de los parámetros permisibles) de los ejemplares con especial probabilidad de vuelco o caída de ramas llevando un registro de las acciones ejecutadas y monitoreo continuo.
- Se debe acompañar la evaluación visual con equipos y herramientas de diagnóstico como martillos de impulso, resistógrafos, fractómetro, tree radar, etc. que permitan a evaluación interna de los ejemplares y poder determinar el porcentaje de avance de la pudrición u otro tipo de problema que afecte la estabilidad de los ejemplares, además de metodologías que cuantifiquen el nivel de riesgo.
- Desarrollar estrategias de concientización dirigidas a las personas que forman parte de los distritos sobre el manejo del arbolado, sobre todo los tipos de poda existente y los riesgos asociados a los árboles peligrosos.
- Elaborar normativas y directivas a cargo de personal especializado en manejo y conservación de áreas verdes que evalúen los diferentes proyectos de obras en general que involucren la afectación de árboles, sea por corte inadecuado de raíces, laceraciones en ramas o fuste por parte de la maquinaria, compactación de suelos, etc.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, L., Cordell, HK. 1988. Influence of trees on residential property values in Athens, Georgia (USA): A survey based on actual sales prices.
- Anderson, E. 1986. Liability for damage caused by hazardous trees, JOURNAL OF ARBORICULTURE August 1986, Vol. 12, No. 6 pág. 189
- Andrade, K. 2014. “Afectaciones de una especie introducida (Ficus elástica) sobre infraestructura urbana en una vía primaria de la Ciudad de México”.
- Aylor, D. 1972. Noise reduction by vegetation and ground. J. Acoust. Soc. Ame 51 (1):197-205.
- Calaza, P., Iglesias, M. 2016. El riesgo del Arbolado Urbano: Contexto, concepto, evaluación. Madrid, España. Mundi-Prensa.503 p.
- Hazard tree liability in the United States: Uncertain risks for owners and professionals, Urban Forestry & Urban Greening, Volumen 2, Issue 3, 2004, Págs 159-165
- Mattheck, C., Bethge K. 1995. The Body Language of Trees: A Handbook for Failure Analysis (Research for Amenity Trees)
- Olmos B. 1991. El medio Ambiente Urbano y la Vegetación. Estudio de vegetación de la ciudad de Valencia. Edit. Generalitat Valenciana. Conselleria D´Agricultura i Pesca. 156p.
- Perdomo, M. 2005. Manual de censista y auxiliar censo del árbol urbano de Bogotá D.C. Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá, Colombia. 98 p.
- Priego, C. 2002. Beneficios del Arbolado Urbano.
- Smith, W. 1990. Air pollution and forests: interactions between air contaminants and forest ecosystems. Michigan, Estados Unidos. 618 p.
- Ulrich, R. 1984. View through a window may influence recovery from surgery. Science. 224: 420-42
- Villa G., Pestalozza A., 1997. El método VTA. Curso sobre valoración visual del arbolado. Barcelona. España.

ANEXOS

Modelo de tablas para la evaluación de datos

Descripción de Aspectos Físicos y sanitarios

DESCRIPCION DE ASPECTOS FISICOS Y SANITARIOS												
N° Árbol	Altura (m)	Fuste	DAP (cm)	Copa* (m)	Defoliado estacional	Defoliado muerto	Hojas sanas %	Hojas Cloróticas %	Hojas Necróticas	Inclinación	Raíces	Observaciones (defectos físicos y sanitarios)

Descripción de zonas objetivo, interferencias y referencia

DESCRIPCION DE ZONAS OBJETIVO, INTERFERENCIAS Y REFERENCIA								
N° árbol	ITEM	Descripción de zona objetivo *	Zona Objetivo			Tasa de ocupación © 1: Raro 2: Ocasional 3: Frecuente 4: Constante	Interferencias (d)	Referencia
			Diámetro de copa	Dentro de una distancia de 1 x Ht(a)	Dentro de una distancia de 1.5 X Ht (b)			

(a) Se entiende por zonas objetivos a aquellas propiedades o personas que pueden verse afectados ante la caída de algún ejemplar

(b) Ht: altura total del ejemplar

(c) Tasa de ocupación en función al tiempo de exposición de las zonas objetivo descritas y distancia al ejemplar

(d) Se entiende por interferencia cuando el ejemplar obstruye señales de tránsito, cables eléctricos, dificulta el tránsito peatonal, etc.