

IV PLANES DE MEJORA

Córdoba



Plan Director
de Arbolado

3. Plan de gestión del riesgo del arbolado urbano



Red de Profesionales
doctorarbol

Redacción:

Doctor Árbol

www.doctorarbol.com

Departamento de Planificación de Infraestructuras Verdes

Gerard Passola Parcerissa, Biólogo

Carmina Ramírez Yébenes, Bióloga

Susana Brosed Bolea, Paisajista

Gonzalo Sansa Aizcorbe, Ingeniero Técnico Agrícola

Octubre 2025

Diseño y maquetación:

Susana Brosed Bolea

Ilustraciones, planos:

Susana Brosed Bolea

Carmina Ramírez Yébenes

Promueve y coordina

Delegación de Infraestructuras

Ayuntamiento de Córdoba

PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO DEL ARBOLADO URBANO

CÓRDOBA

ÍNDICE

LA GESTIÓN DEL RIESGO

1/ Consideraciones previas	8
1.1. La importancia del árbol y el riesgo	8
1.2. Gestión preventiva del riesgo	16
1.3. Concepto de defecto, peligro y riesgo	17
2 / El plan de gestión del riesgo	18
2.1. Paso I: El inventario del arbolado	20
2.1.1. Tipología de gestión del arbolado urbano	21
2.1.2. Características botánicas	22
2.1.3. Características dendrométricas	22
2.1.4. Características estructurales	23
2.1.5. Características del espacio urbano (entorno)	26
2.2. Paso II: Análisis de la diana	27
2.2.1. Percepciones	27
2.2.2. Usos y ocupaciones	28
2.3. Paso III: Cómo determinar el arbolado prioritario de evaluación	31
2.3.1. Selección del arbolado prioritario de evaluación	34
2.4. Paso IV: Mapa de evaluación del riesgo del arbolado	40
2.5. Paso V: Metodología de evaluación del riesgo del arbolado	42
2.5.1. Análisis del riesgo: Valoración Visual del riesgo (AVA/VTA)	43
2.5.2. Evaluación Avanzada (AAA)	48
2.5.3. Resumen de las evaluaciones	50
2.5.4. Informe de evaluación	50

2.5.5. Resumen del personal necesario (Departamento de Arboricultura)	53
2.5.6. Ficha Básica	54
2.5.7. Ficha Completa	55
3 / Otras consideraciones	59
3.1. Gestión extraordinaria	59
3.2. Mitos sobre el riesgo	63
3.3. Aspectos legales	64
4 / Especificaciones de las especies	66

LA GESTIÓN DEL RIESGO

1/ CONSIDERACIONES PREVIAS

1.1. La importancia del árbol y el riesgo

El arbolado (bosque) urbano es una parte básica de la infraestructura de una comunidad. En dicha infraestructura verde, los árboles a menudo dominan el paisaje en el que están, como mínimo, una de las partes más visibles. Los árboles urbanos contribuyen a mejorar la calidad de vida de las comunidades urbanas y a sus residentes. **La mayoría de las personas prefieren vivir, recrearse y trabajar en comunidades de bosques urbanos sanos y bien mantenidos** (Dwyer et al., 1989, Schroeder 1990, Dwyer et al., 1991). Los estudios de los beneficios de la INFRAESTRUCTURA VERDE, en la que los árboles son el elemento más importante, muestran que los beneficios se dan en muchos ámbitos (ambientales, climáticos, sociales, de salud, psicológicos y económicos).

Multitud de documentos de investigación muestran que las personas pre-

fieren ciudades con parques y árboles bien cuidados, pero para disfrutar de bosques y del arbolado urbano resulta necesario **gestionar la seguridad** (y la percepción de seguridad) de nuestro patrimonio verde.

Los administradores públicos tienen la responsabilidad de crear y mantener un bosque urbano seguro y beneficioso para la ciudad. Y los técnicos necesitan tener la capacitación y la experiencia para reconocer el riesgo en el arbolado para gestionarlo con un nivel aceptable. Ha habido avances significativos en la metodología de detección con métodos y propuestas de cálculo y directrices de evaluación.

Las técnicas y los procedimientos modernos permiten detectar y valorar los árboles y reducir al mínimo el riesgo de daño a personas o a bienes asociados con colapsos parciales o totales del árbol.

1/CONSIDERACIONES PREVIAS



1/ A menudo se genera riesgo por errores de diseño de los espacios ajardinados, mala calidad de la planta, estrategias de poda, etc., por lo tanto, conviene revisar dichos procesos para evitar generar más riesgo en la población de árboles.

2/ En todo caso, estos niveles no tienen que ser esencialmente diferentes al resto de riesgos humanos que se valoran para cada actividad humana.

3/ Modificado de AS/NZS 4360:1999 Estándar australiano de administración de riesgos.

La **gestión del riesgo** de los árboles tiene que ver con muchos de los procesos de su gestión¹, pero de manera principal, implica un **proceso de inspección y evaluación de los árboles por su potencial de lesionar a personas o de dañar propiedades**. El concepto de *árboles con riesgo* significa árboles con defectos mecánicos que pueden hacer que el árbol o parte del árbol se colapse, causando daños a la propiedad y/o lesiones a las personas. Se califica el riesgo de colapso de los árboles de bajo a alto, pudiendo requerir atención inmediata en un futuro cercano.

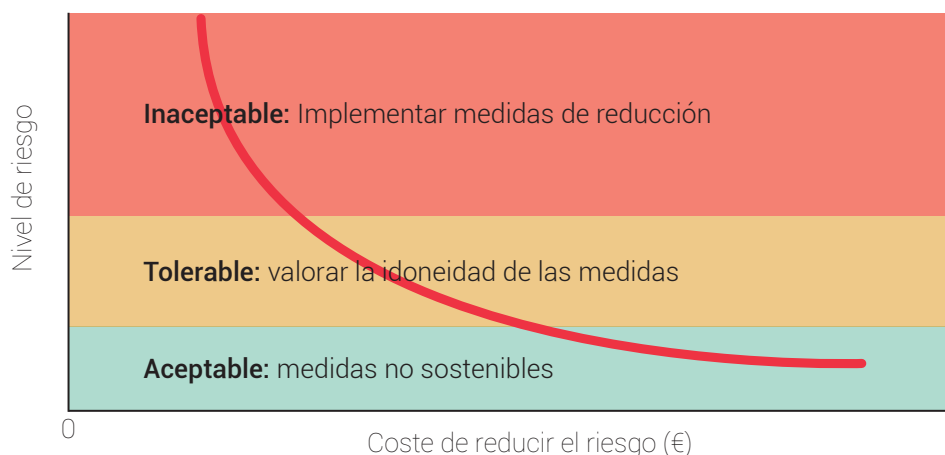
Existe un umbral de riesgo aceptable que se define en general por los mismos umbrales que el resto de actividades humanas, aunque en cada caso se pueden modificar en función de políticas y objetivos locales².

Se clasifica la gestión de la mayoría de riesgos en tres niveles: Inaceptable, Tolerable o Aceptable³.

Dichos niveles están relacionados con la probabilidad real de que puedan producirse incidentes y con los beneficios de la actividad que genera el riesgo. Existe un consenso bastante grande entre los niveles de riesgo (respecto a cualquier actividad humana) a la que una persona puede estar sometida y que se pueden aceptar. El nivel de aceptación del riesgo está también relacionado con los beneficios que posea la actividad considerada.

Dichas valoraciones generales sobre el riesgo parten de la realidad que los recursos públicos son limitados, que los árboles (en este caso) generan una gran cantidad de beneficios que hay que conservar y que los niveles de riesgo "0" no existen. Por ello, se lleva a cabo la valoración del riesgo desde el **binomio Riesgo/Beneficio**. En función del riesgo existente, se proponen diferentes niveles de actuación, buscando que haya proporcionalidad entre la corrección del riesgo, los beneficios obtenidos/perdidos y la inversión económica realizada.

Propuesta de nivel de respuesta en función del tipo de riesgo³



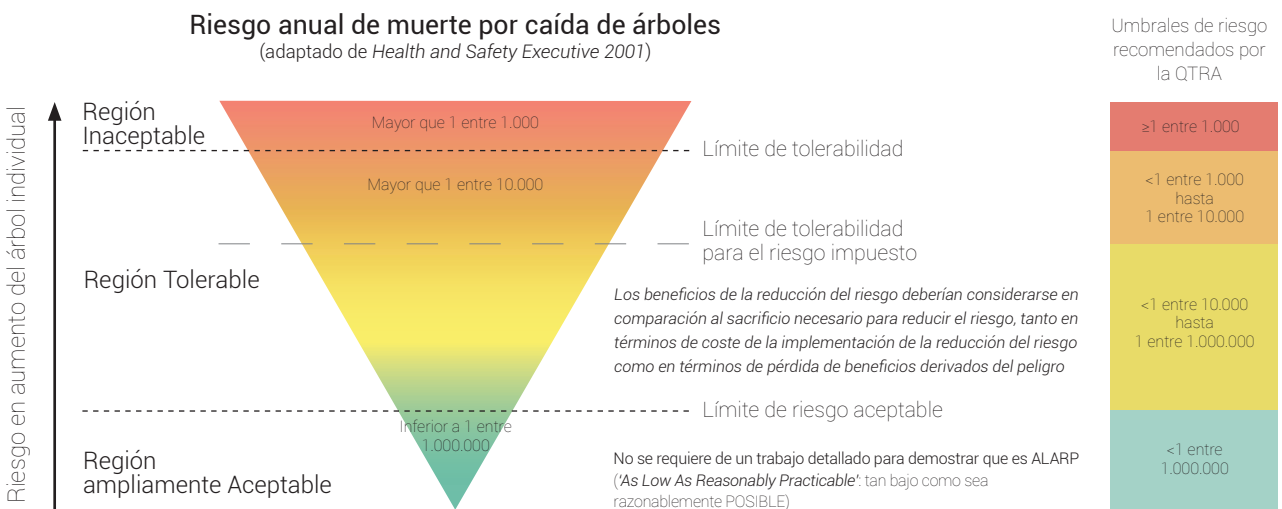
Marco de tolerabilidad del riesgo

Existe un consenso considerable sobre los niveles de aceptabilidad del riesgo. Aunque en cada caso hay que concretar qué riesgo se está analizando y cuál puede ser el impacto sobre una población, la mayoría de propuestas generan rangos de riesgo como el que se presenta a continuación. Estas propuestas de tolerancia/aceptabilidad sirven tanto para determinar el nivel de respuesta como para evaluar el nivel de seguridad que tiene una ciudad, en este caso, respecto a los árboles.

un ciudadano debido a un árbol se asemeja a la que tiene de morir por un rayo (que es de 1/10.000.000). En estos casos, no se aconseja tomar medidas extraordinarias de reducción del riesgo ya que se cuenta con unos niveles aceptables. Eso no significa que no haya que realizar tareas de inspección, evaluación y corrección de las estructuras arbóreas, pero sí que dichas tareas no deben tener un protagonismo excesivo en tiempo y presupuesto asociados.

Por ejemplo, si una ciudad tiene un ratio de riesgo asociado a los árboles alrededor de 1/1.000.000 o inferior, significa que el riesgo de muerte para

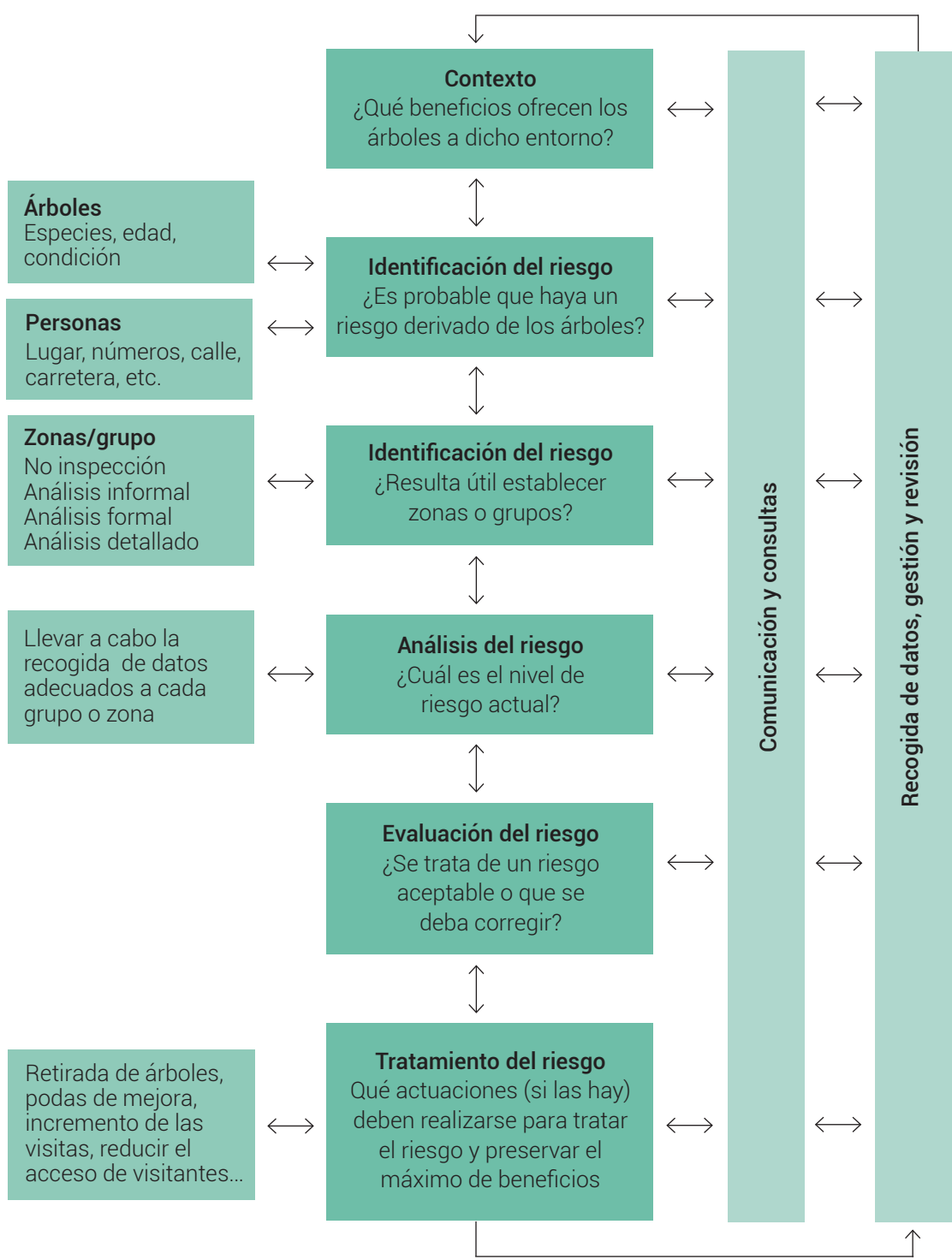
La experiencia y los conocimientos de los evaluadores y gestores del riesgo son los que permitirán la efectividad en los recursos que se dediquen.



Esquema modificado de QTRA Mike Ellison



Esquema general de la gestión del riesgo de los árboles⁴



^{4/} Modificado de *Common Sense Risk Management of Trees*. National Tree Safety Group, 2011 Inglaterra.

La comprensión de la biología de los árboles y de los bosques es un componente fundamental de cualquier programa de gestión del riesgo de la infraestructura verde en la ciudad. Sin un **análisis real del estado estructural de los árboles**, la percepción subjetiva de seguridad o de los niveles aceptables de riesgo, resulta a menudo, más poderosa que la realidad de la condición de un árbol y las decisiones se acaban tomando por sensaciones. Si los responsables municipales o políticos toman decisiones basadas en objetivos parciales, en emociones o en percepciones subjetivas de seguridad, se puede llegar a eliminar o reducir drásticamente el arbolado y conseguir sólo perder los beneficios que nos proporciona. Con la finalidad de tomar decisiones objetivas basadas en la ciencia sobre la seguridad de los árboles, deben evaluarse correctamente de manera individual y según las condiciones del lugar en el que se hallan.



Por otro lado, no pueden gestionarse las poblaciones de árboles para tener un riesgo cero, ya que ello implica la eliminación total del arbolado, y por lo tanto, la pérdida de beneficios y unos costes económicos por tala o sustitución de árboles. En cambio, si se gestiona el riesgo mediante el desarrollo de un **plan de gestión y evaluación** bien fundamentado, se obtienen numerosas ventajas:

- Baja frecuencia y gravedad de los accidentes, daños y lesiones.
- Menos gastos, para reclamaciones y gastos legales.
- Árboles más duraderos y más saludables.
- Menor tala de árboles o podas drásticas.
- Altos beneficios en la ciudad

Resulta clave, por lo tanto, asignar a la gestión del riesgo de los árboles, los mismos parámetros que se aplican al resto de actividades humanas que aportan beneficios a cambio de riesgos aceptables⁵ y hacer una gestión ajustada a la realidad.

Debe integrarse plenamente el **plan de gestión del riesgo de los árboles** a los programas de plantación y poda y compartir el objetivo común de promover árboles saludables y estructuralmente sólidos.

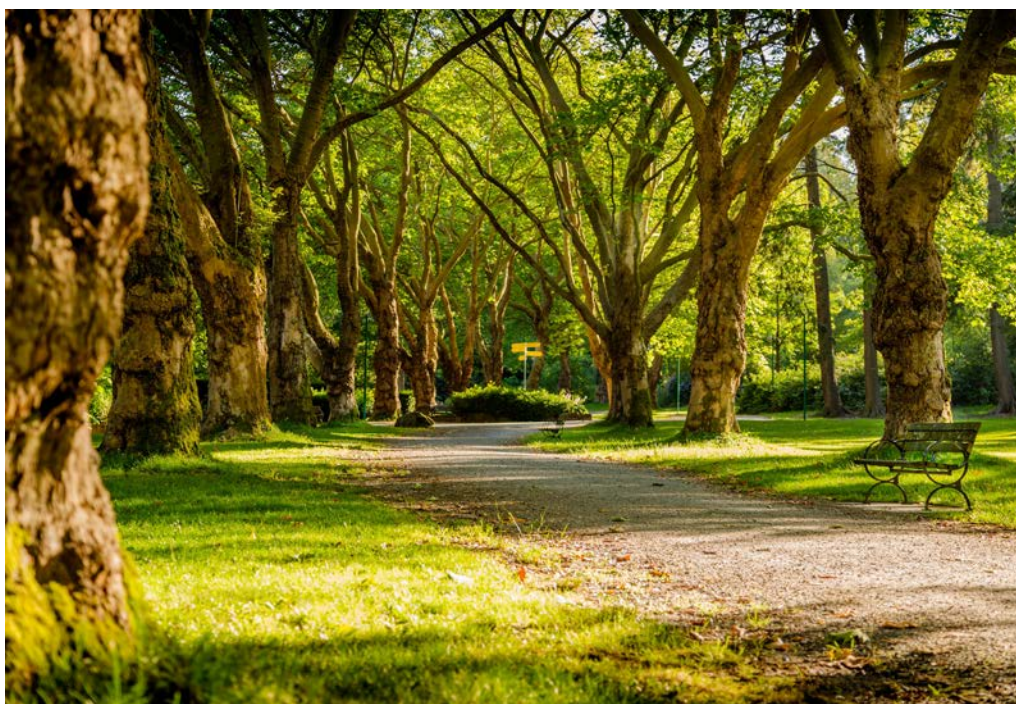
El plan debe centrarse en la prevención y corrección de los defectos de los árboles de alto riesgo y proporcionar un procedimiento escrito y sistemático para inspeccionar y evaluar los árboles potencialmente peligrosos e imple-

mentar tratamientos correctores.

Tiene que ser el resultado de la interacción entre los profesionales de la gestión del arbolado, los ciudadanos y los dirigentes municipales o locales. Todas estas partes interesadas deben participar en el desarrollo del programa de gestión del riesgo de los árboles a diferentes niveles, puesto que una política desarrollada en conjunto fomenta el aprendizaje, la comprensión y la aceptación.

Iniciar un **programa de gestión de riesgos** es un paso importante en el desarrollo de programas eficaces de gestión de árboles y poblaciones de árboles comunitarios que maximizan los beneficios públicos y minimizan las consecuencias sobre la comunidad.

5/ Por ejemplo, vivir en la ciudad tiene ventajas, pero implica un incremento de las posibilidades de sufrir enfermedades cardiorrespiratorias; ir en coche aporta beneficios aunque es una actividad que pueda resultar peligrosa, etc.



1.2. Gestión preventiva del riesgo

La gestión preventiva del riesgo busca analizar y corregir aquellas situaciones derivadas de un diseño o de un mantenimiento incorrecto que, pueden generar riesgos en el futuro. Algunas de ellas pueden ser:

- **Podas erróneas** que provoquen el decaimiento del árbol y generen pudrimiento: normalmente podas drásticas del tipo que sean.
- **Podas periódicas** que deterioran paulatinamente los árboles, podas que no se realizan con la periodicidad adecuada, árboles que no han tenido una poda de formación correcta de jóvenes y requieren repetidos ajustes, porque los árboles ya tenían una mala estructura desde el vivero, o bien porque el modelo de árbol viario está basado todavía en árboles con estructuras podadas y los costes de gestión de demasiados árboles impiden llevar a cabo actuaciones en el momento y con la intensidad correctos.
- **Planta de vivero** con raíz estranguladora por hallarse durante un tiempo excesivo en contenedor.
- **Errores de diseño** del subsuelo, exceso de compactación, etc.
- **Obras** que afectan al sistema radicular o aéreo del arbolado.
- Implantación de árboles en **céspedes con elevado mantenimiento** que genera superficialidad radicular en los árboles, etc.

Un árbol sano, con una plantación correcta y una poda de formación continua y adecuada tiene una **probabilidad muy baja** de **generar riesgo**, por muy grande que sea su desarrollo.

Resulta muy importante la aplicación de buenas prácticas de mantenimiento; dichas actuaciones dependen de la normativa de mantenimiento o Pliego de Condiciones de mantenimiento del arbolado, y por lo tanto, no se desarrollan aquí.



Cuello de una *Koelreuteria paniculata* estrangulado por el cultivo de la planta en contenedor. Se trata de un defecto irrecuperable y comportará la rotura del árbol en un futuro. Dicho defecto es cada día más habitual.

1.3. Concepto de defecto, peligro y riesgo⁶

¿Qué es un defecto? Definir los defectos mecánicos de los árboles es bastante difícil ya que pueden ser visibles y tener una elevada variabilidad. La aparición de "deformaciones" en la estructura puede tener relación con el pudrimiento, cavidades o fisuras y ser consecuencia del esfuerzo del árbol por compensar deficiencias de madera residual o mejorar su eficiencia mecánica.

Estos 'defectos' o síntomas, sin embargo, **pueden no tener relación alguna con el peligro**, como tampoco el peligro es un riesgo si no hay una diana que haga que la rotura (**peligro**) afecte a alguien con una probabilidad no aceptable (**riesgo**).

Un **defecto** en un árbol podría definirse como **una condición estructural, de salud o del entorno que puede predisponer que el árbol se caiga o se rompa**, y añadiríamos: en función de las circunstancias ambientales.

¿Qué es el riesgo? El **riesgo** es la **posibilidad de daño con consecuencias severas**.

El riesgo existe cuando existe la posibilidad que un **colapso estructural** afecte a alguien (efecto diana). Desde este punto de vista, todos los árboles urbanos tienen un cierto nivel de riesgo, ya que poseen el potencial de generar daños a personas o a bienes cercanos. La cuestión es, por encima de si tienen riesgo, *qué probabilidad tienen de generar un daño y bajo qué circunstancias*.

^{6/} Modificado de *Common Sense Risk Management of Trees*. National Tree Safety Group, 2011 Inglaterra.

Algunos defectos pueden ser **obvios**: defectos obvios son aquellos que son bastante visibles y que tienen una relación directa y sistemática entre su presencia y el peligro de que la estructura falle. En general, cualquier evaluador, incluso si no es demasiado experto, es capaz de detectar dichos efectos obvios y generar las actuaciones correspondientes. Por ejemplo, las codominancias con corteza incluida, o árboles parcialmente levantados de sus raíces, ramas rotas pero aún en lo alto del árbol, etc., son defectos que tienen, en general, un **peligro alto** y que **son fácilmente reconocibles**. Una gran parte de los defectos sin embargo, no son tan obvios y requieren una formación especial para detectarlos y valorarlos. Profesionales poco entrenados en ese sentido suelen confundir "fealdad" de una estructura con defectos mecánicos.

2/ EL PLAN DE GESTIÓN DEL RIESGO

A continuación, se definen algunas pautas a seguir a la hora de determinar el arbolado que necesita una valoración de riesgo prioritaria, es decir, **el arbolado con un riesgo potencial más alto** y cómo se pueden evaluar los posibles defectos y el riesgo asociado que tienen.

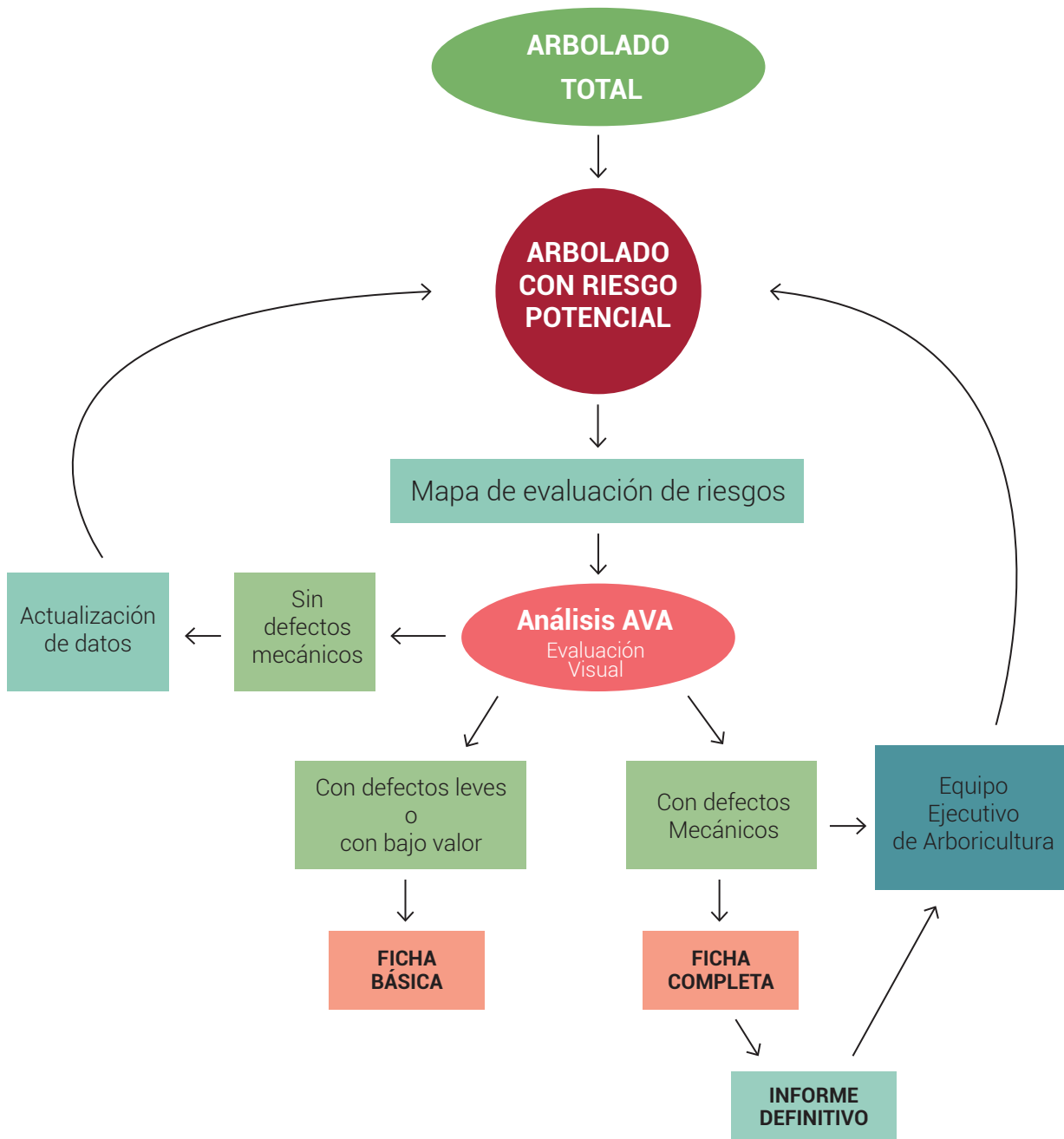
Como normal general, debe valorarse el riesgo en todo el arbolado de la ciudad, determinando las actuaciones a realizar, a nivel individual o a nivel poblacional. Debido sin embargo a la falta de presupuesto, de personal o de tiempo, muchos municipios deben tender a valorar el riesgo del arbolado en diferentes años o fases. La selec-

ción de elementos prioritarios de evaluación nos facilita evaluar los árboles con más potencial de riesgo.

Describimos en primer lugar por ello, el proceso de selección del arbolado prioritario en la revisión del riesgo y los niveles de valoración para cada caso.

Población: es aquel grupo de árboles de la misma especie, situado en la misma calle o área que presenta la misma tipología de gestión del riesgo.

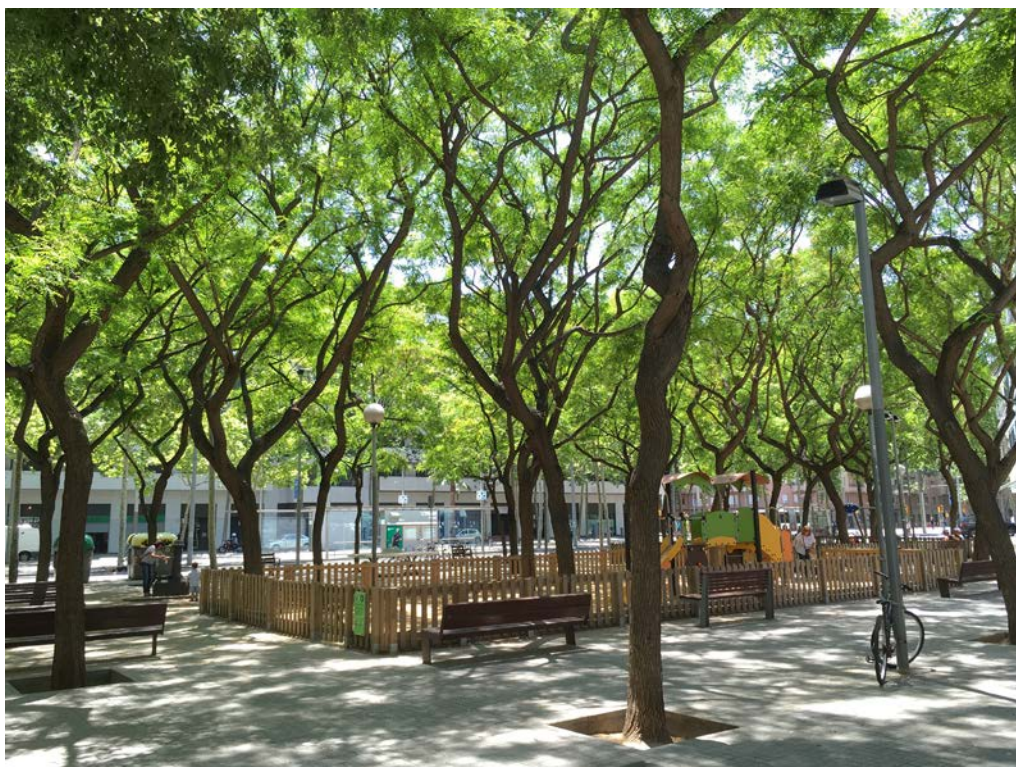
Proceso de estudio del arbolado



2.1. Paso I: El inventario del arbolado

Para poder gestionar el arbolado que tenemos, se necesita un inventario. Y éste, debe tener los campos suficientes tanto para la gestión ordinaria como para la gestión del riesgo. Estos datos, nos facilitarán la determinación del **grupo de árboles con un RIESGO POTENCIAL más alto**.

Los campos mínimos que se aconseja incluir en el inventario para la gestión del riesgo son los siguientes:

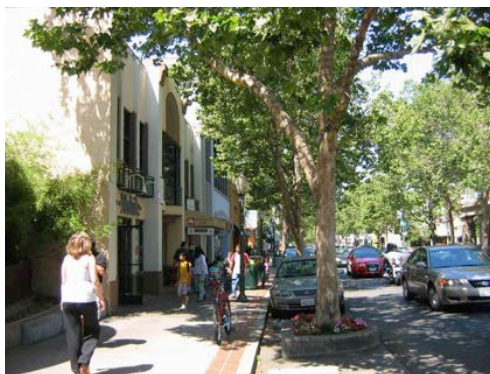


2.1.1. Tipología de gestión del arbolado urbano.

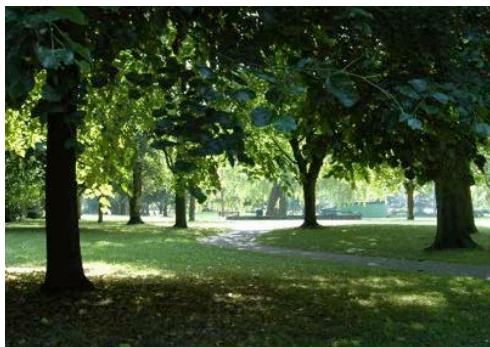
Los tipos de entornos más comunes de árboles urbanos son: arbolado viario, arbolado de zonas verdes y bosques peri-

féricos. La gestión del arbolado suele ser diferente en cada caso, así como la probabilidad de daño a personas o a bienes:

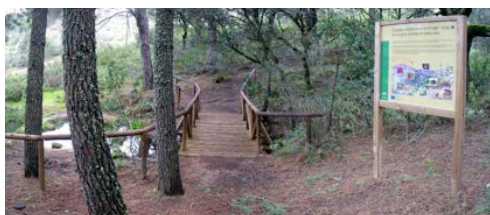
- **Arbolado viario:** se encuentra en un entorno que acostumbra a recibir muchas afectaciones y casi siempre requiere de una poda de adaptación de la copa al espacio disponible y por lo tanto, hay más posibilidades que sean ejemplares de riesgo si las podas no se han llevado a cabo correctamente. Muchas de las afectaciones están relacionadas con obras. **Los valores de diana son bastante altos.**



- **Arbolado de zonas verdes** (parques, jardines, plazas...): aquí el potencial de riesgo del arbolado no depende tanto de las podas realizadas ni del estrés del entorno viario, sino de riesgos derivados de procesos del crecimiento natural: falta de poda de acompañamiento (formación), codominancias, cavidades, pudrimientos en árboles viejos... **Las dianas suelen ser más bajas pero significativas.**



- **Masas forestales :** arbolado localizado en masas arbóreas, periféricas o de bajo uso, en el que su crecimiento ha sido natural (no controlado mediante podas) y el riesgo de producir accidentes es bajo o nulo. La necesidad de intervención depende de las políticas adaptadas a este tipo de masas, de la ocupación y del uso. **Las dianas pueden ser muy bajas.**



15/ Se aconseja obtener el diámetro y no el perímetro, ya que facilita los cálculos de pared residual, esbeltez, etc.

16/ Normalmente no conviene recoger los datos de cada ejemplar si son parecidos en una población y se toma la medida media

17/ Siempre que se crean rangos, se pierde información. Pueden crearse rangos posteriormente en el tratamiento de datos.

2.1.2. Características botánicas

- **Especie:** Resulta importante determinar la especie de cada ejemplar, una parte del riesgo posible está asociado

a las características específicas y puede requerir actuaciones de prevención y control asociadas a la especie.

2.1.3. Características dendrométricas

Para realizar filtros en el inventario es imprescindible un mínimo de datos. Los más importantes son:

- **Diámetro¹⁵:** se pueden tomar los datos de diámetro de cada ejemplar o población¹⁶ o se pueden agrupar en rangos¹⁷ de diámetro:
 - < 10 cm
 - De 10- 30 cm
 - De 30- 50 cm
 - De 50- 80 cm
 - > 80 cm
- **Altura:** Se puede definir por rangos en una fase inicial. Una opción de rangos sería la siguiente (también se puede tomar el dato exacto de cada ejemplar o población):
 - < de 7 m (arbolado pequeño)
 - de 7 a 15 m (arbolado mediano)
 - de 15 a 20 m (arbolado grande)
 - > 20 m (arbolado ejemplar)

- **Porte:** se definirá el puerto del árbol según su futuro desarrollo y está correlacionado con la especie.

- **Fase de edad:** La clasificación entre joven–adulto–maduro–senescente permite identificar el momento de ciclo de vida en el que se hallan los árboles y determinar las diferentes tipologías de defecto o procesos estructurales con incidencia en el riesgo que cada fase suele tener.

Opcionalmente se pueden incluir datos como la anchura de la copa por ejemplo, para ajustar más fácilmente los filtros asociándolos a la medida de los árboles. También resulta importante conocer **el histórico de caídas o roturas**, que permite centrar más la atención en una especie o en otra.

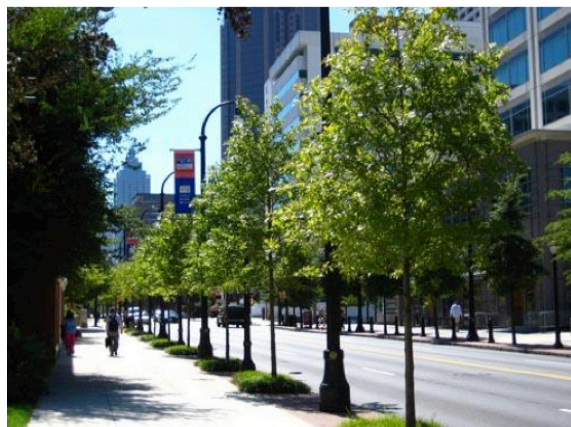
Representación gráfica de los portes del arbolado según su altura.



2.1.4. Características estructurales

Los datos asociados a la estructura son muy importantes para la gestión del riesgo; de entre todos los posibles, los que más información generan son los datos de poda:

- **Estrategia de poda realizada:** describe las características de poda mayoritarias para cada especie o para cada población o ejemplar. Se pueden clasificar en los siguientes grandes grupos:
 - **Poda en copa Natural:** es la poda que respeta y acompaña la estructura natural del árbol, normalmente en lugares sin interferencia. Acostumbra a tener una baja incidencia en el riesgo.
 - **Poda Natural de Acompañamiento** (para minimizar interferencias): es la poda que respeta la estructura natural pero que elimina algunas ramas para reducir al mínimo las posibles incidencias futuras con edificaciones o infraestructuras urbanas (no confundir con podas de pinzado).
 - **Poda Periódica:** es la poda en la que se elimina gran parte de la estructura del árbol (reducciones de diferente intensidad, brocadas, topiarias, etc.). En general, se trata de árboles con **menos valor para la ciudad y altos costes de mantenimiento**. Si estas podas resultan *demasiado espaciadas*, los daños estructurales que se generan pueden dar lugar a *roturas*; si se realizan a menudo, el riesgo es menor. En general, son árboles con longevidades bajas, excepto algunos casos de topiarias, brocada o cabezas de gato bien ejecutados.



Árboles de porte Natural bastante libre objeto de podas de formación



Árboles en grupo con podas Naturales Acompañadas, con espacio suficiente pero se requiere algún nivel de acompañamiento



Izquierda: poda periódica anual en plátano.

Derecha: poda cada 3-5 años en olmo.

Se trata de árboles con podas drásticas que reducen su valor, con un alto coste

Existen muchos tipos de podas de reducción. Pueden ser más o menos drásticas, mejor o peor ejecutadas y con diferentes grados de abandono. Si esta información está recogida en un inventario, se facilita el análisis de los datos.

En algunos casos, los árboles podados de manera periódica pueden formar parte de la historia o patrimonio de al-

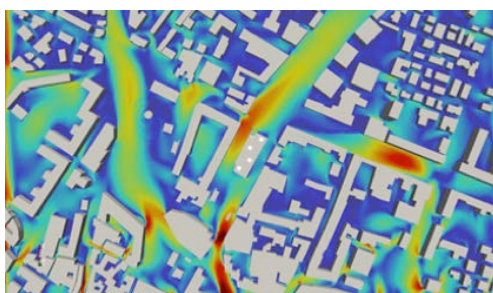
gunos municipios. Los hay que tienen pequeñas poblaciones de árboles que se han podado de manera correcta durante muchos años y que por razones paisajísticas, históricas, etc., vale la pena conservar. Sin embargo, este tipo de mantenimiento no puede ser el mayoritario en la ciudad y debe limitarse a aquellos entornos en los que el vínculo es más estrecho y donde son más importantes.



2.1.5. Características del espacio urbano (entorno)

Desde el punto de vista del entorno, el aspecto más importante en relación al riesgo es el viento. En las zonas urbanas, hay entornos muy protegidos (ej. jardines en el interior de una manzana de casas o en el centro urbano) y otros que están sometidos a más perturbaciones (ej. vientos más fuertes en zonas periurbanas). La carga a la que se somete a los árboles tiene mucho que ver con la estadística de roturas.

Aunque el entorno urbano suele tener unos niveles de atenuación del viento altos, hay puntos en los que, por **efecto túnel**, la velocidad del viento es superior a la que se da en el resto de la ciudad. **Hay que conocer** estos lugares "de riesgo", tanto por la detección del riesgo en sí mismo como para definir las medidas más adecuadas para gestionarlo; y algunos de ellos acostumbran a ser calles que conectan con la periferia de la ciudad y que están encaradas en la dirección de los vientos predominantes.



Efecto túnel. Imagen extraída de internet

Otros aspectos del entorno pueden intervenir en las decisiones de riesgo y a menudo se han hecho evidentes debido a fracasos estructurales previos (y formarían parte del histórico de incidencias). Los más comunes suelen ser: alcorques corridos demasiado estrechos, suelos de parques y jardines demasiado superficiales y asociados a céspedes, capas freáticas demasiado altas, evidencia de obras recientes cercanas, etc. Pueden obtenerse algunos de estos datos a través de otros departamentos del Ayuntamiento y otros sólo a través del trabajo de campo.

De manera opcional, se pueden incluir otros aspectos del entorno más asociados a la gestión general, a la diana o a la percepción de riesgo, como:

- Tipo de vía (vía rápida, de peatones)
- Tipo de zona (comercial, industrial)
- Sensibilidad social (guarderías)



2.2. Paso II: Análisis de la diana

2.2.1. Percepciones

Hay que valorar a los árboles en función del entorno que los rodea, considerando todos los aspectos, incluso el social. De hecho, la gestión que requieren suele estar influenciada por las percepciones que los usuarios tienen.

Percepción del riesgo: El riesgo que la gente percibe no tiene relación con los datos reales o estadísticos, sino que proviene de sensaciones, cultura, información de los medios y sensibilidad de cada persona ante un determinado riesgo. Sin embargo, también hay que gestionar dicha percepción y hay que hacer un esfuerzo divulgativo para exponer los *beneficios de la infraestructura verde*, ya que el conocimiento de los beneficios modifica la percepción del riesgo: **si a los ciudadanos les gusta una actividad tenderán a juzgarla de bajo riesgo y si**

les desagrada, la juzgarán como alto riesgo y bajo beneficio, Slovic (2010). Puede modificarse la percepción del riesgo con divulgación, pero también se deben reducir las incidencias con una gestión eficiente.

La ubicación del arbolado es una de las causas de aceptación o no del riesgo: zonas de juegos infantiles, escuelas, etc. suelen ser lugares altamente sensibles, mientras que las zonas periurbanas lo son poco. Por lo tanto, todas estas percepciones deben incluirse en el filtro de riesgo¹⁸ inicial, que aumentará o disminuirá en función de la percepción que se cree que genera. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que la percepción del riesgo no se mide, y que **para una valoración real**, hay que tener en cuenta la **probabilidad de que realmente se produzcan daños**.

18/ Sólo en la fase inicial de valoración. Una vez valorados los árboles, deberán tener una categoría de riesgo independiente de la percepción que se tenga del lugar, que sólo debería afectar, como mucho, a la frecuencia de revisiones.

2.2.2. Usos y ocupación

La probabilidad de producir daños: es un elemento que interviene de manera importante en el cálculo de riesgo. Esta información debe recogerse previa-

mente o durante la evaluación de los árboles para poder aplicar la fórmula normalizada para el cálculo del riesgo:

$$\text{RIESGO} = \text{MEDIDA DEL ELEMENTO} \times \text{PROBABILIDAD DE CAÍDA} \times \text{DIANA}$$

Según dicha fórmula, la ausencia de diana o de usos alrededor de un árbol implica un riesgo cero, de la misma manera que la ausencia de defectos o si el peligro está asociado a medidas muy pequeñas de rama.

Por lo tanto, para obtener de manera ajustada la población de árboles con riesgo potencial (y también cuando se valora cada ejemplar o población) es importante conocer los usos y ocupaciones de las diferentes zonas o espa-

cios de la ciudad. En esta fase, puede llevarse a cabo la estimación de usos y ocupación de forma general, describiendo aquellos entornos o ubicaciones con bajo uso (zonas periurbanas), con uso normal de la ciudad o uso alto (zonas con especial afluencia de personas), pero también se puede ampliar y por lo tanto ser más preciso (ver propuesta de clasificación de diana en la pág.60). Se puede ampliar la clasificación inicial sencilla cuando se lleva a cabo la valoración de campo.

Determinación de la Diana: Existen diferentes métodos, cualitativos y cuantitativos.

Cualitativamente, se valora la diana de baja a muy alta según la percepción del valorador (con el número de valores medios que se crea conveniente). Si se hace **cuantitativamente**, se calculan o estiman los usos reales que tiene cada zona de riesgo; es una valoración que requiere datos y formación específica.

En la siguiente tabla se propone una

valoración cualitativa en correspondencia con una cuantitativa¹⁹ que permite obtener los valores sin cambiar los datos de inventario y mejora el análisis de las dianas en cualquier momento. Debe estimarse la diana en campo para cada defecto o árbol, pero a nivel de gestión se puede hacer una evaluación de grupo o población para estimar niveles generales de riesgo.

¹⁹ Método QTRA de Mike Ellison.



Propuesta de clasificación de DIANA, correspondencia entre una valoración cualitativa y una cuantitativa (QTRA²⁰)

DIANA				
TIPO	PROPUESTA TRAQ MODIFICADA		PROPUESTA QTRA Y CORRESPONDENCIA CUANTITATIVA	
	TIPO DIANA CUALITATIVA	DESCRIPCIÓN CUALITATIVA	OCUPACIÓN / PEATONES	VEHÍCULOS (N AL DÍA)
1	Muy Alta	La ocupación es muy alta y la diana se encuentra en zona de caída	Ocupación constante a 2,5 h/día. Peatones²¹ de 720/h a 73/h	26.000 - 2700 a 110 km/h 32.000 - 3.300 a 80 km/h 47.000 - 4.800 a 50 km/h
2	Alta	La ocupación es alta y la diana se encuentra en zona de caída	Ocupación 2,4 h/día a 15 min/día. Vianants de 72/h a 8/h	2600 - 270 a 110 km/h 3200 - 330 a 80 km/h 4700 - 480 a 50 km/h
3	Moderada-Alta	La ocupación es moderada-alta y la diana puede estar en zona de caída	Ocupación de 14 min/día a 2 min/día. Peatones de 7/h a 2/h	260 - 27 a 110 km/h 320 - 33 a 80 km/h 470 - 48 a 50 km/h
4	Moderada	La ocupación es moderada y la diana está fuera de la zona de caída, aunque excepcionalmente pueda estar dentro	Ocupación de 1 min/día a 2 min/semana. Peatones de 1/h a 3/día	26 - 4 a 110 km/h 32 - 4 a 80 km/h 47 - 6 a 50 km/h
5	Moderada-Baja	La ocupación es moderada-baja y la diana normalmente se encuentra fuera de la zona de caída	Ocupación de 1 min/sem. a 1 min/mes. Peatones de 2/día a 2/sem.	3 - 1 a 110 km/h 3 - 1 a 80 km/h 5 - 1 a 50 km/h
6	Baja	La ocupación es baja y la diana normalmente se encuentra fuera de la zona de caída	Ocupación de 1 min/mes a 0,5 min/año. Peatones de 1/sem. a 6/año	Cap

^{20/} Método QTRA (*Quantified Tree Risk Assessment*)
Mike Ellison 2017.

^{21/} Se refiere a peatones y ciclistas en todos los casos.

Los valores de diana 5 y 6 corresponden a lugares con muy baja ocupación que sólo se dan en parques periurbanos. En la ciudad, la mayoría de tipos de diana están entre los niveles 1 y 3, y excepcionalmente a nivel 4.

Los árboles en **vías rápidas** (o asociados a vías de tren) y con **bastante tráfico** tienen o pueden tener una incidencia más alta en el riesgo cuando se convierten en accidentes múltiples y la velocidad del impacto puede ser mayor. Este tipo de entorno en el que se recomienda realizar trabajos de inspección de manera **prioritaria** puede tener un buen control del riesgo existente.

2.3. Paso III: Cómo determinar el arbolado prioritario de evaluación

Desde el inventario, debe obtenerse la población de árboles que por sus características (corregidas por usos y percepciones) tengan una prioridad más alta de ser evaluados. Antes sin embargo, queremos aclarar conceptos que vale la pena tener en cuenta.

- **El arbolado heredado:** los árboles con podas de reducción sucesivas, y envejecidos, **no suponen, necesariamente, un arbolado peligroso** si se mantiene la poda periódica (anual o más espaciada, sin que se permita el crecimiento de estructuras demasiado grandes), ya que no suelen presentar una copa desarrollada, ramas de gran medida ni alturas importantes. Se trata de árboles que pueden generar una percepción de riesgo debido a que presentan muchas lesiones y suelen tener hongos.

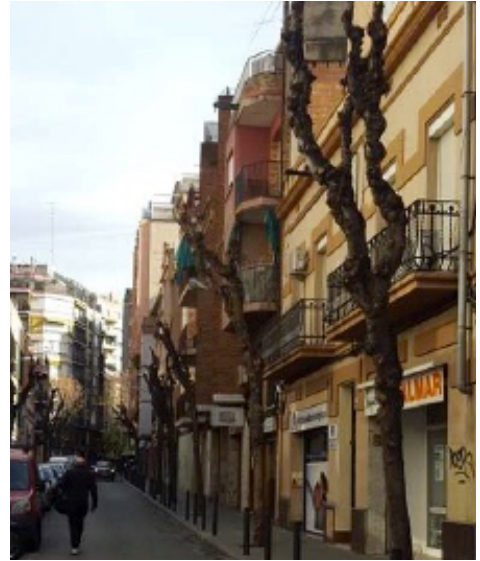
El arbolado de la calle suele presentar defectos derivados de la mala praxis de poda, tiene unas características que **hacen necesario controlar la copa periódicamente** para no generar ramas con cargas de viento o peso excesivo que pueden acabar generando roturas. La propuesta para estos árboles según los nuevos planteamientos de Infraestructura Verde, es tender a su substitución progresiva²².



22/ Normalmente los períodos que los Planes Directores aconsejan para llevar a cabo estos procesos de substitución están alrededor de los 20 años.

Estos árboles, sin embargo, no son de riesgo, sino que se reduce la frecuencia de los trabajos de poda. Su eliminación puede ser por una decisión estratégica de gestión y no venir motivada por motivos de riesgo.

- **Las decisiones de tala:** la decisión de talar un árbol o grupo de árboles no debe venir necesariamente recomendada por la valoración del riesgo. Hay otros motivos que pueden aconsejar su eliminación: baja sostenibilidad, bajos beneficios ambientales y altos costes de mantenimiento, necesidad de regeneración urbana o de cambios en el diseño coincidiendo con árboles deteriorados, etc. Son motivos normales de una gestión responsable y eficiente tanto de los recursos económicos como del futuro del arbolado de la ciudad.
- **El arbolado de zonas verdes:** normalmente son árboles que se han podado excesivamente y mantienen una estructura natural que es también la más segura. No obstante, las grandes dimensiones con las que suelen contar, hacen necesarias las podas: tanto de formación como de mejora estructural para evitar la generación de defectos (codominancias, malas inserciones...), como de mantenimiento (retirada de ramas secas). Algunas de estas actuaciones para mitigar el riesgo, deben realizarse directamente desde el mantenimiento sin requerir estudios de evaluación del riesgo.



- **El arbolado realmente peligroso** no es muy abundante en las ciudades y en general se trata de grupos de árboles con abandono de las estructuras, arbolado con cambios importantes en el entorno o árboles individuales que por circunstancias concretas tienen defectos mecánicos graves. A menudo se confunde árbol "feo" con árbol peligroso, cosa que hace que algunos planes de riesgo acaben eliminando los árboles "feos" sin detectar los realmente peligrosos. Por otro lado, las tormentas de carácter violento (vientos extraordinariamente altos) no resultan una buena medida de seguridad de un arbolado, ya que afecta tanto a árboles con defectos como a árboles sin defectos, y no responden tanto a árboles peligrosos como a excesos de carga.



23/ En función de la especie, del histórico de roturas/caídas, etc.

2.3.1. Selección del arbolado prioritario de evaluación

La selección del primer grupo de árboles debe incluir aquellos árboles que pueden presentar un riesgo de rotura/caída real y que se hallan en entornos que cuentan con suficiente ocupación como para generar daños si dicha rotura o caída se da efectivamente.

A continuación, se describen una serie de propuestas de filtros generales sobre el inventario que nos ayudarán a determinar nuestro objetivo de inspección inicial y valoración del riesgo, así como también las prioridades.

A. POR SUS CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS:

- **Por diámetro**

Prioridad alta	Prioridad moderada (o variable ²³)	Baja prioridad
> 80 cm diámetro (ejemplar)	> 30 cm < 50 cm	< 10 cm
> 50 cm < 80 cm diámetro	> 10 cm < 30 cm	

Los árboles de prioridad moderada pueden estar o no incluidos en el filtro inicial en función de otros datos (altura, especie, estado estructural, etc.)

- **Por altura**

Prioridad alta	Prioridad moderada (o variable ²³)	Baja prioridad
> 20 m (ejemplar)	> 7 m < 15 m (mediana)	< 7 m
> 15 m < 20 m (grande)		

B. POR ESPECIE:

En este punto, hay mucha variabilidad y es la experiencia del evaluador y la información que proviene del historial de caídas las que realmente permiten determinar qué especies son más susceptibles de generar riesgo en cada lugar. Se le considera un criterio de menor importancia que el del diámetro, la altura y la ubicación, pero en todo caso, puede reducir o aumentar ligeramente la medida a partir de la que los árboles deben ser evaluados. El listado a continuación es tan sólo una propuesta orientativa.

Las especies se comportan de manera diferente según su adaptación a la ciudad: el espacio de suelo disponible, las tareas culturales, la producción en el vivero y también según su adaptación al clima. Ello implica que hay especies que, en una ciudad, pueden presentar problemas diferentes a los que se pueden dar

en otros lugares, o respecto a su comportamiento típico. Si se dispone de esta información o cuando el análisis esté más avanzado, se podrá aplicar en la obtención de grupos con mayor potencial de riesgo.

Cada especie suele tener un tipo de riesgo más habitual. Los piñoneros pueden tener un riesgo de vuelco alto si están asociados a mala calidad de la planta, los olmos de la especie *Ulmus pumila* pueden tener roturas de rama lateral por su propia forma de crecer, etc., y por lo tanto, cada selección específica puede tener una propuesta de estudio particular.

A continuación, listamos una serie de especies que tienen **probabilidad de rotura o de caídas por ellas mismas o asociadas a, y no por contar con tareas de mantenimiento inadecuadas.**

Listado de especies con más o menos incidencia de rotura o caídas

Prioridad alta	Prioridad moderada (o variable)	Menor prioridad
<i>Platanus x hybrida</i>	<i>Gleditsia triacanthos</i>	<i>Cupressus</i> sp.
<i>Melia azedarach</i>	<i>Brachychiton populneus</i>	<i>Magnolia grandiflora</i>
<i>Ulmus pumila</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Tipuana tipu</i>
<i>Populus alba</i> 'Bolleana'	<i>Grevillea robusta</i>	<i>Casuarina equisetifolia</i>
<i>Pinus pinea</i>	<i>Celtis australis</i>	<i>Catalpa bignonioides</i>
<i>Pinus halepensis</i>	<i>Schinus molle</i>	<i>Firmiana simplex</i>
<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Tilia platyphyllos</i>	...
<i>Eucaliptus</i> sp	<i>Phoenix canariensis</i>	
<i>Salis babylonica</i>	...	
<i>Phoenix dactylifera</i>		
...		

24/ En función de la especie, del histórico de roturas/caídas, etc.

Estos datos nos ayudarán a definir las poblaciones de árboles que deben ser evaluadas de manera prioritaria. Las pro-

puestas deben ajustarse en cada caso para que se correspondan con las características de cada proyecto o municipio.



Árboles con defectos de plantación

C. POR SUS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES GENERADAS POR LA PODA:

Prioridad alta	Prioridad moderada (o variable)	Baja prioridad
Árboles con estructuras podadas y abandonadas y árboles con estructuras generadas por podas periódicas espaciadas.	Árboles con estructuras naturales o naturales intervenidas. Árboles con podas periódicas frecuentes.	Árboles con podas topiarias.

D. POR EL REGISTRO DE INCIDENCIAS:

La experiencia de los servicios técnicos de cada ciudad o ubicación en la que se pretenda llevar a cabo un plan de riesgo es importante y debe tenerse en cuenta en el filtro. Debe recogerse esta experiencia en un **Registro de incidencias**. En este registro, es importante determinar la causa de las caídas del arbolado para poder conocer las causas reales de riesgo en un lugar determinado. El archivo que se genera facilita las decisiones sobre nuevas implantaciones o actuaciones de mejora. Algunas de las incidencias más comunes en las ciudades son:

- Vuelco por raíces estrangulantes debidas al sistema de cultivo y/o a suministro deficiente.
- Vuelco por afección de las raíces debido a zanjas por obras.
- Rotura de ramas por podas de limpieza excesivas o por eliminación de árboles cercanos.
- Roturas por un elevado deterioro asociado a podas drásticas continuadas.
- Presencia abundante de algún patógeno concreto en una zona.
- Estructuras lateralizadas, alto coeficiente de esbeltez, etc.

25/ Clasificación de la diana, ver tabla en la pág. 60.

E. POR EL ANÁLISIS DEL ENTORNO/USOS:

- **Diana²⁵:** puede obtenerse este dato en el trabajo de campo o calculado de manera aproximada por el servicio técnico en colaboración con otros servicios o secciones del Ayuntamiento (por ejemplo, con datos provenientes del servicio de movilidad).

Prioridad alta	Prioridad moderada	Baja prioridad
Diana 1, 2 y 3	Diana tipo 4	Diana 5 y 6

- **Percepción del riesgo:** si bien la percepción no puede intervenir en la clasificación del riesgo de árboles, sí que puede contribuir a decidir qué árboles se evaluarán de manera prioritaria. Los lugares de baja percepción de riesgo suelen coincidir con usos bajos (diana baja: 5 y 6), pero no siempre en lugares con más sensibilidad deben coincidir con dianas (ocupaciones) altas: 1, 2 y 3.

Prioridad alta	Prioridad moderada	Baja prioridad
Ejemplos de lugares sensibles: Escuelas o zonas de juegos infantiles	Zonas de mucho uso, pero puntual	Zonas periurbanas o polígonos industriales con poco uso

F. AJUSTES DEL GRUPO PRIORITARIO DE ÁRBOLES A EVALUAR:

Una vez elaborado el filtro, podemos tener árboles y poblaciones que quizás no tengan demasiada prioridad para evaluarse, o faltar poblaciones que deberían estar en la fase inicial del estudio.

Para ajustar esta selección, se pueden llevar a cabo valoraciones informales o trabajos de campo generalistas (*Survey method*), que pretenden obtener poca información, pero de manera rápida.

Esta valoración informal nos puede determinar la inclusión de una población en la primera fase y también nos ayuda a clasificar directamente aquellas poblaciones que parecen tener un riesgo

aceptable pero que conviene confirmar.

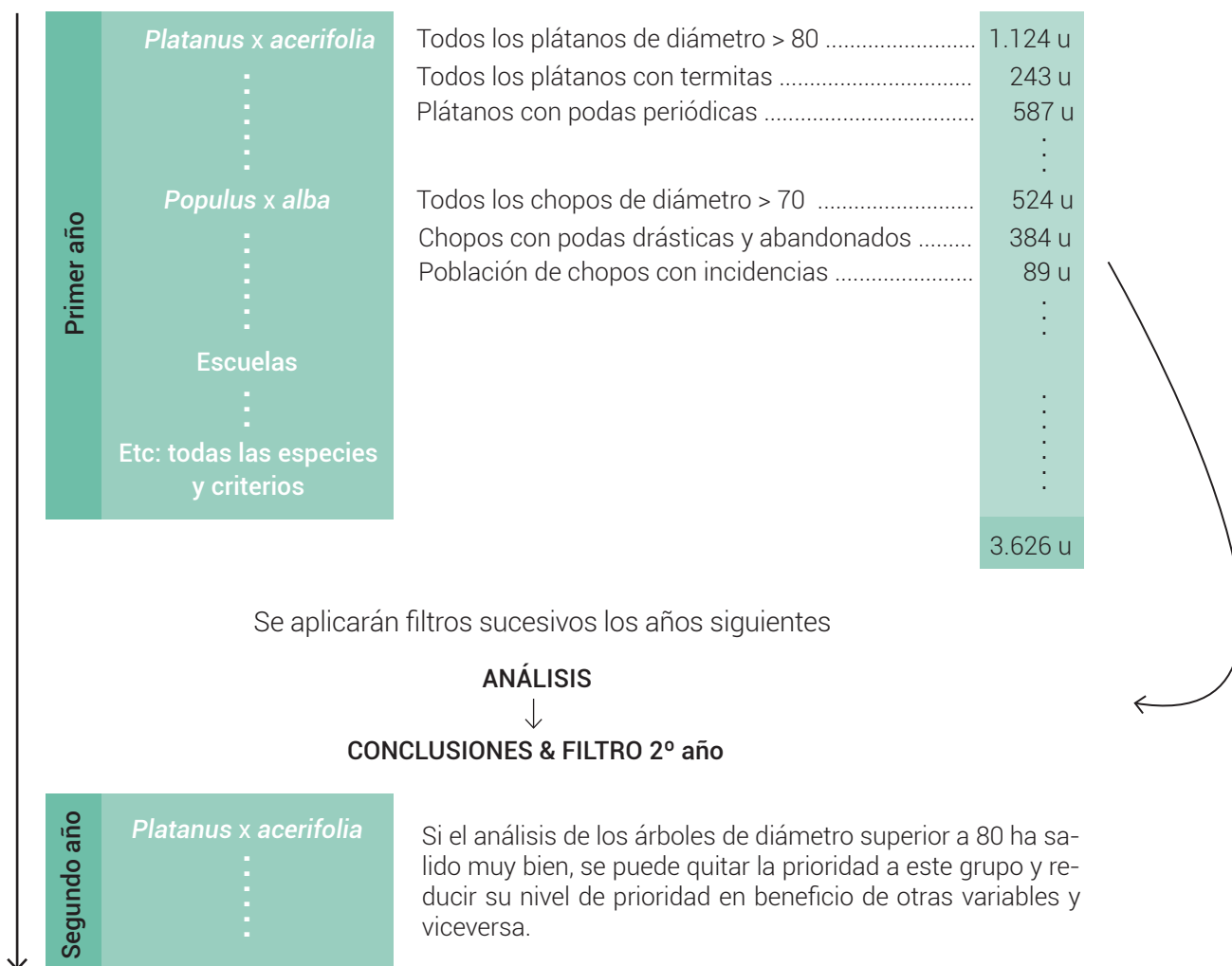
Por otro lado, las valoraciones informales o los análisis generalistas tipo *Survey method*, pueden servir para realizar filtros de prioridad en parques y en bosques periurbanos en los que se evalúe de forma general el estado estructural de los árboles, los posibles defectos y las zonas de mayor ocupación.

Las valoraciones informales tendrán más valor cuanto más experiencia tenga el evaluador, pero en general, pueden realizarlas de manera correcta el propio personal del Servicio Municipal si ha recibido un mínimo de formación asociada al riesgo de las estructuras arbóreas.

Lo descrito hasta ahora sería para determinar los árboles que pueden ser los más peligrosos del inventario, pero debe repetirse este proceso hasta poder clasificar todos los árboles en alguna de las categorías, teniendo en cuenta que muchos árboles pueden no necesitar ninguna evaluación: árboles situados en la periferia de la ciudad, árboles pequeños...

Ejemplo de dicho proceso:

El filtro se aplica para determinar las poblaciones más susceptibles de tener riesgo. El primer año, de una población total de 10.703 ejemplares, se estudiarán, por ejemplo, los primeros 3.626 ejemplares, seleccionando las poblaciones más susceptibles en función de los criterios descritos anteriormente.



2.4. Paso IV: Mapa de evaluación de riesgo del arbolado

A partir de los filtros y análisis realizados, se generará un **listado de árboles a revisar con sus prioridades de evaluación**.

El filtro inicial se vuelve a repetir una vez evaluado el primer grupo de ár-

boles, incluyendo la información obtenida en los trabajos de campo (*feed back* o retroalimentación). Este filtro se repite las veces que sea necesario hasta que se haya clasificado toda la población.

Ejemplo: Los *Populus* sp. de un diámetro >50 cm y con podas de reducción de copa en un parque del vecindario, sería una de las prioridades de inspección ante una misma especie con estructura natural, situada en un bosquecillo periurbano.

Elementos a evaluar de manera prioritaria



Prioridad de evaluación





2.5. Paso V: Metodología de evaluación del riesgo del arbolado

Los estudios de riesgo requieren una formación específica que, en función de los conocimientos y de la experiencia, genera diferentes grados de capacidad.

Una vez que sabe **QUÉ** hay que evaluar, se pueden hacer diferentes grupos en función de la prioridad (**CUÁNDO**), de la metodología más adecuada (**CÓMO**) y de la capacitación necesaria para valorarlos (**QUIÉN**).

Para realizar esta clasificación, se requiere un profesional con formación en arboricultura y experiencia específica en este campo, que deberá dirigir la valoración, dar suficiente formación a los colaboradores externos o inter-

nos (del Ayuntamiento) y determinar de qué tareas se pueden encargar. Como la **Gestión del Riesgo** es (o tiene que ser) un elemento ordinario de la gestión de la infraestructura verde, se recomienda tener, en cada servicio, personal que pueda ir capacitándose para asumir niveles de valoración y de toma de decisiones adecuados a la tipología ordinaria del riesgo que se tiene.

La valoración del riesgo, así como las tareas de control o mitigación, es una parte fundamental de la gestión global de los árboles urbanos, y por lo tanto, debería incluirse en las tareas de mantenimiento de la ciudad.



2.5.1. Análisis del riesgo: Valoración Visual del Riesgo (AVA/VTA)²⁶

La metodología principal a utilizar se basa en el sistema de **Evaluación Visual del Arbolado (AVA)** derivado del sistema VTA (*Visual Tree Assessment*) que describió **Claus Mattheck** a principios de los 90. Esta metodología se basa en la valoración de las estructuras visibles del árbol para determinar su estado interno tanto a nivel fisiológico como mecánico.

Se han descrito anteriormente algunos aspectos de la evaluación visual pero no se trata de una descripción exhaustiva y resulta necesario recibir formación específica para estar capacitado para realizarla de manera eficiente.

Sobre esta propuesta desarrollada por Mattheck, hay matices e incorporaciones técnicas de otros investigadores como **Ted Green** (relaciones hongo-árbol), **Francis Hallé** y **Pierre Raimbault** (estructura arbórea o morfobotánica), **Wessolly** (estática y aerodinámica) y otros.

El proceso de recogida de datos, el análisis y la valoración de los mismos debe tener en cuenta diversos factores: estructura, fisiología, biología,

biomecánica, aerodinámica, ecología, plantaciones, condiciones bioclimáticas, conocimiento de mantenimiento del arbolado urbano, etc.

Mediante la Evaluación Visual se busca comprender al individuo globalmente y dar respuestas y soluciones a cuestiones tan diversas como son la expectativa de vida, la funcionalidad, el riesgo, etc. Cada cuestión necesita una especificidad en el análisis y diagnóstico, pero todos estos conceptos y variables tienen un nexo de unión en la unidad del sistema árbol. El conocimiento del estado, lo más exacto y exhaustivo posible, es imprescindible para definir las restricciones que afectan al árbol y sus riesgos asociados.

Para facilitar el análisis del riesgo, diferentes entidades y autores han propuesto diversos sistemas de valoración y de clasificación.

Es, sin embargo, quien dirige el estudio de riesgo quién debe proponer un modelo de recogida de datos que sea eficiente y útil.

26/ La formación continua en este campo es indispensable para lograr al mismo tiempo el máximo nivel de seguridad compensado con la máxima cantidad de beneficios.

27/ Es el director del proyecto quien en concordancia con los servicios técnicos y de acuerdo con la política de riesgo adoptada, decide qué tipo de árboles se evaluarán de manera más sencilla o más extensa. Esta propuesta de análisis "sencilla" puede pasar a más "profunda" siempre que haya razones para aumentar el grado de análisis.

Algunos ejemplares, debido a condiciones específicas o a su importancia, deberán ir acompañados de un **informe final de evaluación** en el que se detallan los datos específicos del ejemplar y las **propuestas a llevar a cabo**.

Para ajustar la realidad del riesgo y la magnitud de algunos trabajos; y buscando también la proporcionalidad entre riesgo real, el valor del árbol y la dedicación, se proponen dos modelos de fichas de Evaluación Visual del Arbolado (AVA) según la tipología de riesgo que se espera y las características de los árboles: la **Ficha Básica** y la **Ficha Completa**.

AVA, Ficha Básica

Se propone utilizar la ficha Básica²⁷ en:

Árboles con categorías de riesgo bajas o muy bajas.

- Poblaciones de árboles con riesgo indeterminado y bajo derivado de repetidas podas drásticas que se pueden solucionar con tareas sencillas de mantenimiento.

Árboles que pueden tener cierto riesgo pero que no deben tener continuidad en el municipio debido a su estado de deterioro o porque así lo define el plan estratégico.

-

Árboles en entornos con valores de diana muy bajos.

En los estudios de riesgo de **arbolado viario**, ésta suele ser la ficha más frecuente y se aplica en muchos casos a poblaciones enteras (árboles con características estructurales similares, categoría de riesgo parecida y actuaciones correctoras).

Este análisis requiere cierto nivel de conocimiento de los árboles, sus estructuras y específicamente de mecánica para diferenciar el crecimiento normal del que no lo es y los defectos más obvios y graves. Pueden evaluarse algunos tipos de defectos con personal propio si los profesionales que lo llevan a cabo reciben la formación adecuada. También tienen que ser capaces de reconocer los árboles objeto de una evaluación más profunda, puesto que la evaluación a través de esta ficha más sencilla no excluye que algún ejemplar de la población o grupo tenga que ser evaluado de manera más precisa a través de la Ficha Completa.

AVA, Ficha Completa²⁸

Se propone utilizar este modelo de ficha, descrito en la Parte II de esta guía, en aquel arbolado que:

- Presente un mayor riesgo mecánico y deba analizarse tanto el ejemplar como las probabilidades de daño de una manera más precisa.
- En aquellos casos en los que deban individualizarse labores de corrección del riesgo y sean complejas.
- En aquellos casos en los que la percepción del riesgo pueda ser mayor²⁹.
- Haya más repercusión alrededor del árbol, bien por el valor del propio árbol, por las afectaciones a las que se le puede someter (obras civiles) o porque las decisiones pueden tener mayor impacto social.

Cuanto más detalle haya en las valoraciones, más competencia profesional se requiere en relación a la evaluación que debe realizarse. Un inspector de riesgo debe poder demostrar experiencia y los conocimientos suficientes, teniendo en cuenta que algunas decisiones pueden tener una repercusión jurídica y que no puede perderse el valor de los árboles por evaluaciones subjetivas o técnicamente incorrectas. Además, estos profesionales tienen que comprender bien el concepto de Diana y poder describir las actuaciones de mejora asociadas que respeten la dignidad del árbol, no generen riesgo futuro y sean sostenibles.

28/ Modificada de la propuesta del TRAQ (*Tree Risk Assessment Qualification*) de la ISA (*International Society of Arboriculture*).

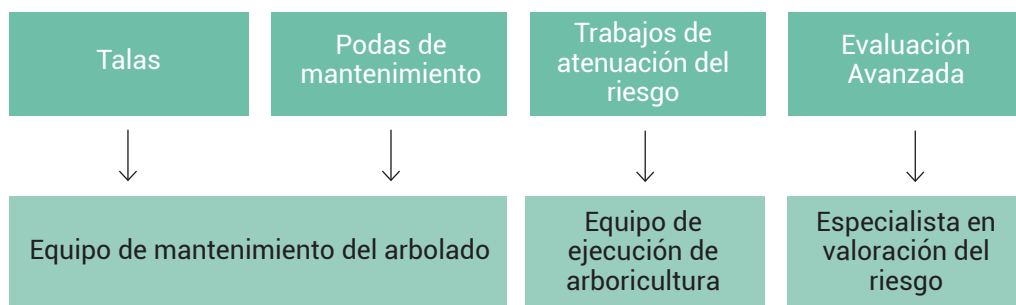
29/ La percepción del riesgo no debe ser el elemento principal en esta toma de decisiones, aunque puntualmente deba tenerse en cuenta.

^{30/} En función de los criterios propuestos por el Gestor del Espacio público (ver propuesta de Inaceptabilidad, Tolerabilidad y Aceptabilidad, pág. 12).

Gestión de las actuaciones resultantes de las evaluaciones realizadas

Las conclusiones del análisis supondrán, en algunos casos, la propuesta de revisiones, actuaciones de reducción, prevención o control de riesgo, y pueden ser del tipo:

- **Ejemplar sin necesidad de medidas asociadas al riesgo** (del tipo que sean) porque tienen un riesgo leve o aceptable³⁰ o se encuentran en entornos de muy baja ocupación: se registrará la siguiente fecha de revisión y si se da el caso, el elemento o variable a evaluar.
- **Ejemplar con necesidades de medidas de control, preventivas o correctoras, o de mejora de la evaluación:** se propondrán las actuaciones a realizar y un nivel de urgencia y de fecha aconsejada de realización. Las propuestas suelen englobarse en los siguientes grupos:



- **Tala:** eliminación de los árboles cuyo riesgo no puede reducirse o atenuarse, o cuando la ejecución de las medidas de mejora implique la pérdida de su valor. A menudo las puede realizar el propio servicio pero en algunos requerirá de profesionales especializados³¹.
- **Trabajos de mantenimiento:** hay muchas labores que tienen repercusión en el riesgo pero que no requieren de actuaciones especializadas y que deben implementarse en las tareas de mantenimiento que el propio servicio realiza. A menudo un arbolista debe dirigir o acompañar dichas actuaciones.
- **Trabajos técnicos de arboricultura:** trabajos de atenuación, reducción... del riesgo específico y que requieren capacidad profesional suficiente para poder realizar anclajes, sustentaciones, determinadas podas de reducción, etc., con el objetivo de conseguir una disminución del riesgo y mantener los valores y aportaciones del árbol, al igual que su perdurabilidad dentro del entorno en el que se encuentran. Una mala ejecución de dichas actuaciones puede generar un riesgo futuro y reducir el beneficio aportado por el ejemplar.
- **Valoración de una Evaluación Avanzada:** en algunos casos, hay árboles que necesitan mayor nivel de profundidad. Se propondrá esta Valoración Avanzada en aquellos árboles que tengan suficiente proporcionalidad de su valor o en aquellas circunstancias en las que se requieran valoraciones más precisas. Puede incluir o no técnicas y metodologías de estudio instrumental.

Por lo tanto, en función de la actuación propuesta, se derivará a los diferentes departamentos de gestión, ya sea la gestión de podas de mantenimiento del arbolado (talas o podas de mantenimiento), gestión del riesgo del arbolado (personal cualificado para la realización de tareas de atenuación o eliminación del riesgo: podas, sustentaciones...) o pasará a ser un ejemplar de valoración avanzada.

31/ Los árboles peligrosos a menudo generan un riesgo alto en los profesionales que deben actuar en ellos. De hecho, hay más accidentes entre trabajadores de árboles que en usuarios de árboles. Por lo tanto, resulta importante no generar un riesgo nuevo asociado a las tareas de reducción del riesgo.

2.5.2. Evaluación Avanzada del Arbolado (AAA)

Si el análisis AVA no es suficientemente concluyente y/o el riesgo del ejemplar es alto, pero también se trata de un árbol de valor en el que su pérdida es un elemento a valorar, resulta conveniente realizar una **Evaluación Avanzada del Arbolado**. En estos casos, es posible que se generen nuevos datos a recoger; aunque no sea necesario rea-

lizar toda la metodología. En las fichas descritas anteriormente (Evaluación AVA Básica o AVA Completa), se puede definir el tipo de análisis instrumental necesario propuesto o bien que el evaluador experto determine qué metodología instrumental se utilizará en cada caso concreto.



A continuación, se resumen algunas de las técnicas y metodologías de estudio instrumental que pueden utilizarse para mejorar la valoración³²:

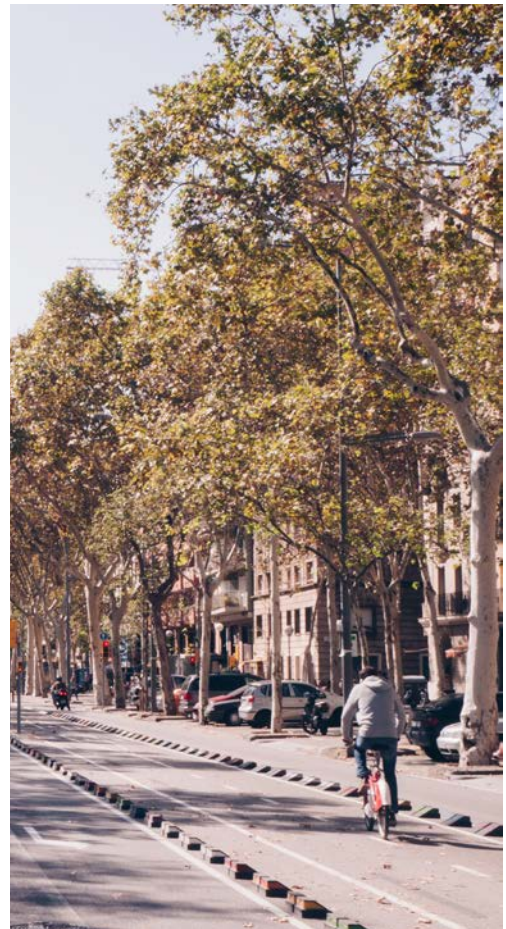
32/ La mayoría requieren un nivel de capacitación elevado.

Técnica	Uso habitual	Observaciones
Inspecciones radiculares con herramientas específicas	Valoración visual de raíces dañadas o afectadas por diferentes tipos de patologías limpiadas previamente	Normalmente se utilizan herramientas de flujo de aire comprimido, aunque haya otras técnicas. Permiten de manera rápida visualizar características de las raíces.
Resistografía	Se obtiene una gráfica de la densidad de la madera y permite obtener la medida de la madera en buen estado mecánico en un determinado lugar	Requiere especialización, los datos que se obtienen tienen dificultad de extrapolación y se necesitan cálculos de coeficiente de seguridad para utilizarlo correctamente. Instrumento rápido pero un poco intrusivo.
Valoración sónica	Instrumentos que obtienen una lectura indirecta de la densidad de la madera a través de ondas sonoras	Permiten descartar fácilmente los árboles en buen estado, pero hay más dificultad para establecer daños. Requieren especialización. Relativa rapidez y son poco intrusivos.
Tomografía	Se obtiene un "mapa" de la densidad de la madera de una sección o zona del árbol. Es una evolución de los anteriores, trabajando con más sensores sónicos a la vez	Requiere especialización. Algunos generan un porcentaje de pérdida de capacidad mecánica de la sección evaluada, aunque son necesarios otros cálculos para determinar el riesgo real. Instrumento poco intrusivo de uso más lento.
Test de Tracción	Técnica para valorar el riesgo de vuelco de árboles, asociado demasiado a menudo a daños por obras	Requiere alta especialización; son necesarios otros cálculos para determinar el riesgo real.
Software específico	Hay que poder llevar a cabo cálculos de capacidad de carga para la evaluación instrumental. Existen diferentes aplicaciones que facilitan estos cálculos	Requieren formación específica en cada aspecto: cálculo del empuje del viento, etc.
Análisis de laboratorio	Algunas patologías pueden tener repercusiones o pueden afectar a más árboles si se confirman	A veces, hay que contar con profesionales especializados en la identificación de patologías para mejorar la evaluación.
Radares para raíces	Técnica descriptiva de la distribución radicular	Poca o nula efectividad en la valoración del riesgo. Puede ser un elemento acompañante de alguna valoración en casos especiales. Alta especialización.
Detección sónica de presencia radicular	Permite obtener la distribución radicular mecánica de un árbol concreto. Asociado a un tipo de tomógrafo	Poca o baja efectividad en la valoración del riesgo. Puede ser un elemento acompañante de alguna valoración en casos especiales. Requiere alta especialización.

2.5.3. Resumen de las evaluaciones

Deberán transmitirse las conclusiones de las valoraciones a los equipos correspondientes:

- **Arbolado Valorado Visualmente sin defectos mecánicos:** se programará su próxima inspección en la fecha propuesta por el evaluador.
- **Arbolado Valorado Visualmente con defectos mecánicos:**
 - **Valoración concluyente:** se derivará al equipo ejecutor de Arboricultura, y una vez realizados los trabajos, se programará su próxima inspección para el dato recogido por el evaluador. El equipo ejecutor debería valorar el riesgo residual (el riesgo que queda en el árbol después de haber realizado las tareas de mejora).
 - **Valoración no concluyente:** se programará una próxima inspección AAA en la fecha propuesta por el evaluador.



2.5.4. Informe de evaluación

La evaluación del riesgo de los árboles genera diferentes tipos de resultados. Éstos tienen que quedar recogidos en el inventario o en la base de datos de riesgo asociado al inventario.

- **Arbolado Valorado Visualmente sin defecto mecánico:** en estos casos, se puede utilizar la ficha básica o recoger sólo las conclusiones sin realizar ficha de valoración. En dicho caso, se rellenarán los campos siguientes:

- Sin defecto mecánico
- Fecha de inspección
- Fecha de la próxima revisión
- Nombre del evaluador

Muchos árboles pueden ser clasificados sin riesgo a través de decisiones sobre el inventario (por especie, medida o época de plantación, lugar en el que se encuentran, etc.). En algunos casos, se puede confirmar esta decisión con una inspección formal.

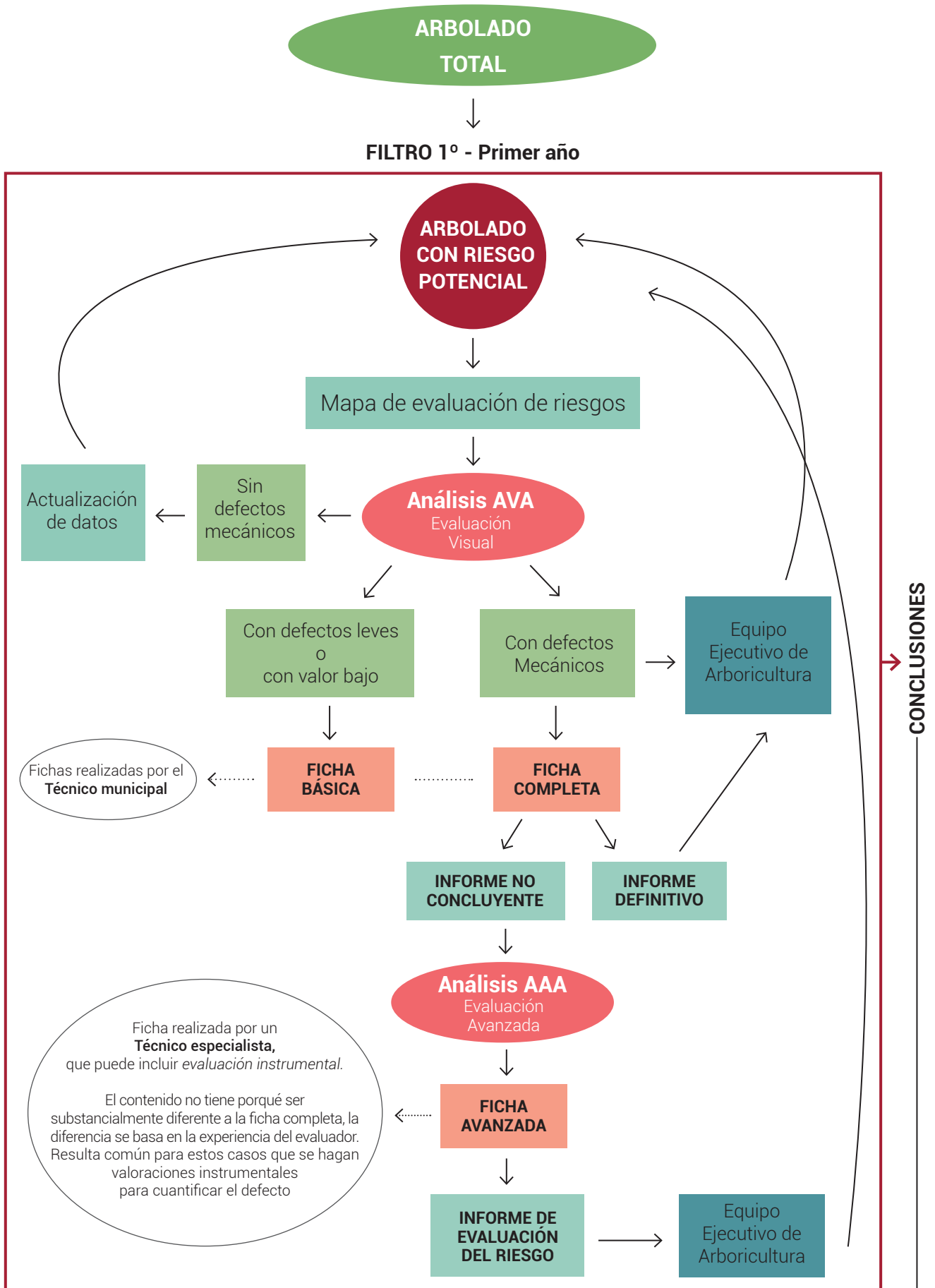
- **Arbolado con defectos leves evaluados a través de la Ficha Básica:** se recogerán los datos de la ficha Básica. Si los datos no son concluyentes y se necesita más información, se generará una ficha avanzada o completa.
- **Arbolado Valorado Visualmente con defectos mecánicos:** se realizará la ficha de valoración AVA Completa y en función de la conclusión, se actuará de la siguiente manera:
 - **Valoración concluyente:** se determinarán las actuaciones a realizar y se derivará al equipo ejecutor de las medidas correctoras. La ficha AVA será suficiente para concluir las actuaciones a realizar, aunque bien es cierto que habrá casos en los que será necesario realizar un informe de los resultados de la evaluación del riesgo (por ejemplo, actuaciones de talas).

- **Valoración no concluyente:** se realizará la Evaluación Avanzada, en la que se determinarán las actuaciones a realizar y se derivarán si es necesario al equipo ejecutor de Arboricultura. En este caso, es conveniente realizar un informe de evaluación de riesgo en todos los ejemplares evaluados de manera avanzada.

Los datos recogidos tienen que quedar incorporados, o bien directamente en el inventario, o bien en una base de datos ligada al mismo. De los resultados de la evaluación a través de la Ficha Básica o Completa tienen que incorporarse al inventario como mínimo:

- Los datos de identificación del ejemplar (para poder asociarlo al inventario de manera correcta).
- La clasificación de riesgo.
- Las tareas asociadas si las hay.
- La fecha de revisión (y también el motivo si se tercia).

Cada proyecto deberá concretar qué datos forman parte de la información general del árbol y cuáles son accesibles por el gestor del servicio.



Fichas realizadas por el Técnico municipal

Ficha realizada por un Técnico especialista, que puede incluir evaluación instrumental.

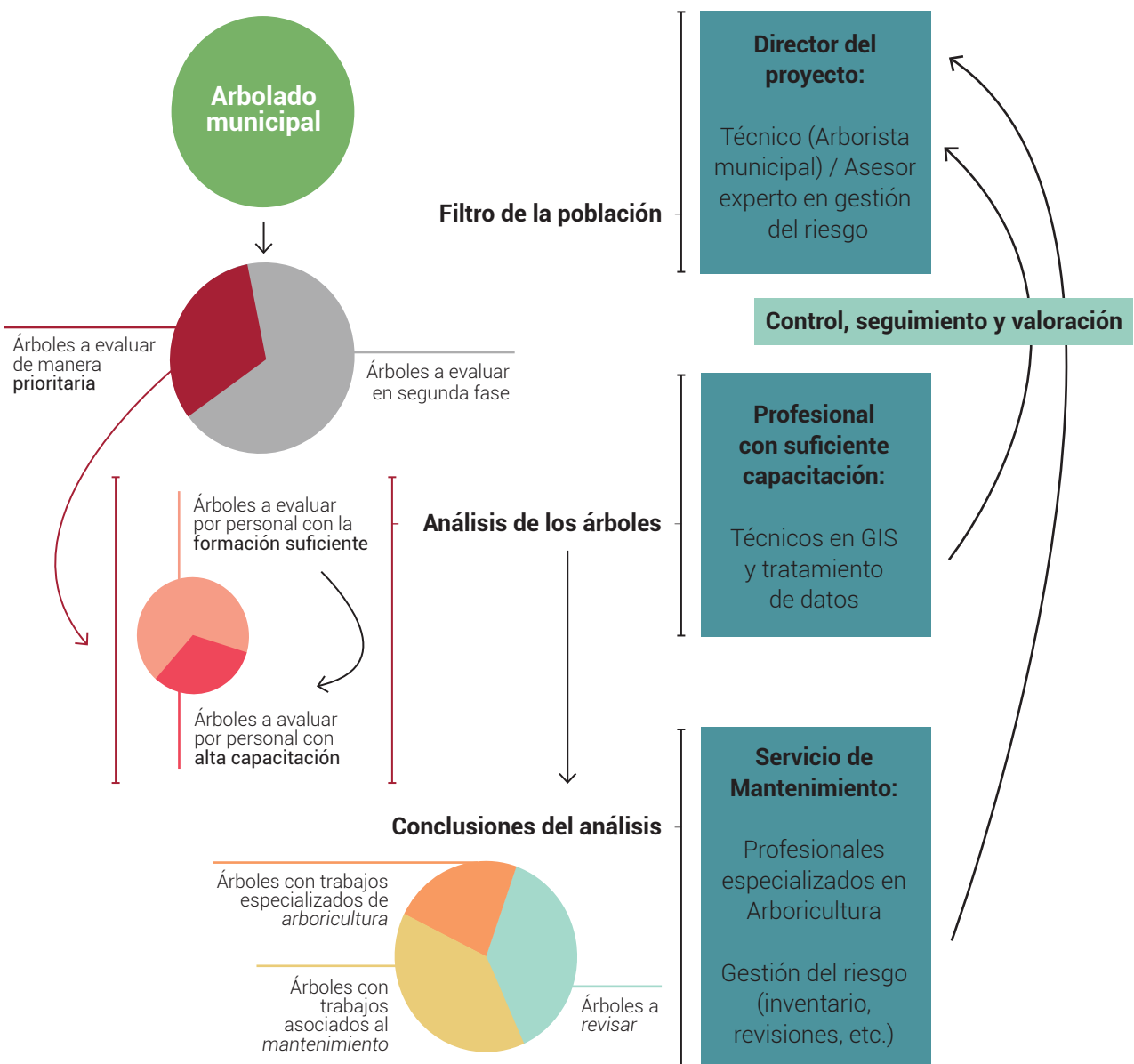
El contenido no tiene porqué ser substancialmente diferente a la ficha completa, la diferencia se basa en la experiencia del evaluador. Resulta común para estos casos que se hagan valoraciones instrumentales para cuantificar el defecto

REPETICIÓN DEL PROCESO - Años sucesivos

2.5.5. Resumen del personal necesario (Departamento de Arboricultura)

Para poder realizar una **Gestión correcta del Riesgo**, es conveniente adjudicar las tareas específicas al personal de que dispone el servicio. En ayunta-

mientos pequeños, esta gestión puede ser totalmente externa, pero idealmente el personal dedicado a cada tarea se resume en el cuadro siguiente:



FICHA BÁSICA

Ficha de Evaluación Visual BÁSICA (EVA BÁSICA)	
Datos generales	
Sector _____ Dirección/ localización árbol _____ Código _____ Especie _____ Tipología de gestión _____ Fecha de inspección _____ Nombre del evaluador _____	Foto 
Dendrometría	
Diámetro (cm) _____	Altura (m) _____ Fase de edad _____
Entorno	
Alteraciones entorno _____	Tipo de alteración _____
Fisiología/Estructura/Vitalidad	
Categoría vitalidad _____	Notas de Vitalidad _____
Fitopatología _____	
Cuerpos fructíferos _____	Especie _____ Localización _____
Estructura _____	
Observaciones fisiológicas/Estructura _____	
Biomecánica	
Defectos mecánicos	
Raíz _____	
Cuello _____	
Tronco _____	
Cruz _____	
Copa _____	
Ramas _____	
Gravedad _____	
Exposición al viento _____	Posición relativa _____
Historial de incidencias _____	
<input type="checkbox"/> Resistografía	Lugar _____ Resultado _____
Diana _____	
Conclusiones generales _____	
Limitaciones de la inspección _____	
Nivel de riesgo _____	
Gestión del riesgo	
Actuaciones _____	Riesgo residual _____
Prioridad de trabajo _____	
Notas, explicaciones, descripciones _____	
Informe: Final <input type="checkbox"/> Preliminar <input type="checkbox"/>	Evaluación Instrumental: Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Tipo _____
Fecha siguiente revisión _____	Elemento a revisar _____ Tipo revisión _____

FICHA COMPLETA (*)

Ficha de Evaluación Visual COMPLETA (EVA COMPLETA)									
Cliente _____				Fecha _____					
Dirección/ localización árbol _____			ID. Árbol _____		Hora _____				
Especie árbol _____		Diámetro nominal _____		Proyección copa diámetro _____		Altura _____			
Evaluación de la Diana									
Núm. de Diana	Descripción de Diana	Zona de Diana	Clasificación Diana					Es práctico mover la Diana?	Es práctico restringir la Diana?
			Improbable	Moderada-baja	Moderada	Moderada-Alta	Alta		
1									
2									
3									
4									
Fisiología									
Vigor: Bajo <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Alto <input type="checkbox"/> Follaje: Ninguno (por estación) <input type="checkbox"/> Ninguno (muerto) <input type="checkbox"/> Normal ___% Clorótico ___% Necrótico ___% Plagas y enfermedades _____ Abiótico _____									
Valoración del entorno									
Historial de colapsos _____ Topografía: Llano <input type="checkbox"/> Pendiente <input type="checkbox"/> ___% Orientación de la pendiente _____ Cambios en la zona: Ninguno <input type="checkbox"/> Cambio de cota del suelo <input type="checkbox"/> Limpieza <input type="checkbox"/> Cambio hidrología del suelo <input type="checkbox"/> Cortes de raíces <input type="checkbox"/> Descripción _____ Condiciones del suelo: Volumen limitado <input type="checkbox"/> Encharcado <input type="checkbox"/> Superficial <input type="checkbox"/> Compactado <input type="checkbox"/> Pavimento sobre arrels <input type="checkbox"/> ___% Descripción _____ Dirección de los vientos dominantes _____ Climatología: Vientos fuertes <input type="checkbox"/> Hielo <input type="checkbox"/> Nieve <input type="checkbox"/> Lluvias fuertes <input type="checkbox"/> Descripción _____									
Factores de carga									
Exposición al viento: Protegida <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Total <input type="checkbox"/> Túnel de viento <input type="checkbox"/> ___% Medida relativa de la copa: Pequeña <input type="checkbox"/> Mediana <input type="checkbox"/> Grande <input type="checkbox"/> Densidad copa: Poca <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Densa <input type="checkbox"/> Ramas interiores: Poca <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Densa <input type="checkbox"/> Trepadora _____ Cambios recientes o previstos en los factores de carga: _____									
Valoración biomecánica									
Copa y ramas									
Copa desequilibrada <input type="checkbox"/> LCR ___% (Porcentaje copa viva) Ramas muertas <input type="checkbox"/> ___% sobre total Diámetro máximo _____ Ramas rotas/colgantes ___ (núm.) Diámetro máximo _____ Ramas fuera de copa <input type="checkbox"/>				Grietas <input type="checkbox"/> _____ Daños por rayos <input type="checkbox"/> Codominancia con corteza incluida <input type="checkbox"/> _____ Uniones débiles <input type="checkbox"/> _____ Cavidades/Nidos ___% Perímetro _____ Colapsos previos de ramas <input type="checkbox"/> _____ Ramas similares presentes <input type="checkbox"/> Corteza muerta/perdida <input type="checkbox"/> Cancros/agallas <input type="checkbox"/> Cuerpos fructíferos <input type="checkbox"/> Albura dañada/descompuesta <input type="checkbox"/> Duramen descompuesto _____ Crecimiento de respuesta _____					
Historial de poda Limpieza <input type="checkbox"/> Aclarado <input type="checkbox"/> Realzado de copa <input type="checkbox"/> Reducción <input type="checkbox"/> Descabezado <input type="checkbox"/> Cortes a ras <input type="checkbox"/> Otros _____ Pral.(es) preocupación(es) _____									
Tronco				Raíces y cuello radicular					
Corteza muerta/perdida <input type="checkbox"/> Color/textura anormal de la corteza <input type="checkbox"/> Troncos codominantes con corteza incluida <input type="checkbox"/> Grietas/fisuras <input type="checkbox"/> Albura dañada/descompuesta <input type="checkbox"/> Cancros/agallas <input type="checkbox"/> Traspúan savia <input type="checkbox"/> Daños por rayos <input type="checkbox"/> Duramen descompuesto <input type="checkbox"/> Cuerpos fructíferos <input type="checkbox"/> Cavidades/Nidos ___% Perímetro Profundidad _____ Conicidad atípica <input type="checkbox"/> Inclinación ___° Corregida? Grueso de la pared residual (t) _____ t/R ___% Crecimiento de respuesta _____ Pral.(es) preocupación(es) _____				Cuello enterrado/no visible <input type="checkbox"/> Profundidad <input type="checkbox"/> Estrangulamiento <input type="checkbox"/> Muerta <input type="checkbox"/> Degradada <input type="checkbox"/> Hongos/setas <input type="checkbox"/> Exudaciones <input type="checkbox"/> Cavidades <input type="checkbox"/> ___% Perímetro Profundidad de la cavidad _____ Grietas <input type="checkbox"/> Cortes/raíces dañadas <input type="checkbox"/> Distancia al tronco _____ Levantamiento del plato radicular <input type="checkbox"/> Debilidad mecánica del suelo <input type="checkbox"/> Crecimiento de respuesta _____ Principal(s) preocupación(ns) _____					
Limitaciones de la inspección: _____									

(*) Ficha adaptada del 'Formulario de Evaluación Básica de Riesgo de Arbolado' de la ISA

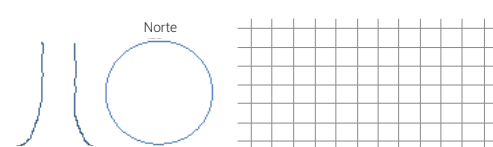
Determinación del NIVEL DE RIESGO															
Núm. de Problema	Descripción del defecto principal (consideraciones de preocupación)	Núm. de Diana	Descripción de Diana	Probabilidad						Medida de la parte (Tabla 3)	Clasificación del riesgo (Matriz 2)				
				Clasificación Diana (Tabla 2)		Caída (Tabla 1)			Caída e impacto (Matriz 1)		1	2	3	4	5
				Improbable	Moderada-Baja	Moderada	Moderada-Alta	Alta	Muy Alta						
1															
2															
3															
4															

Matriz 1: Probabilidad y Diana						
Tabla 1: Probabilidad de caída	Tabla 2: Clasificación Diana - Probabilidad de daño (*)					
	Improbable	Moderada-Baja	Moderada	Moderada-Alta	Alta	Muy Alta
Inminente	Probable	Probable (3)	Alta	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta (1)
Muy alta	Probable	Probable	Probable	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Alta	Posible	Posible (4)	Probable	Probable	Alta	Muy Alta
Probable	Posible	Posible	Posible	Probable	Probable	Alta (2)
Posible	Baja	Baixa (5)	Posible	Posible	Probable	Probable
Baja	Baja	Baja	Baja	Posible	Posible	Posible
Improbable	Baja	Baja	Baja	Baja	Posible	Posible

Matriz 2: Clasificación del Riesgo del Defecto				
Matriz 1: Probabilidad y Diana	Tabla 3: Consecuencias			
	Menores	Significativas	Importantes	Severas
Muy alta (1)	Alto	Grave	Grave	Muy Grave
Alta (2)	Alto	Alto	Grave	Grave
Probable (3)	Medio	Alto	Alto	Grave
Posible (4)	Bajo	Medio	Alto	Alto
Baja (5)	Bajo	Bajo	Medio	Alto

NIVEL DE RIESGO	1 - Muy grave ■	2 - Grave ■	3 - Alto ■	4 - Medio ■	5 - Bajo ■
-----------------	--	---	--	--	---

Notas _____



GESTIÓN del riesgo		
Tipo de actuación	Prioridad	Riesgo residual
1) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Necesita asesoramiento avanzado: No <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> Tipo y razón _____		

REVISIÓN y seguimiento		
Fecha	Elemento/Motivo	Tipo de revisión
Fecha de la próxima revisión _____	_____	_____
Intervalo de inspección recomendado _____	_____	_____

La conjunción de la Matriz 1 (Caída e impacto) con la Tabla 3 (Consecuencias asociadas a la medida), dará lugar a la Matriz 2: Clasificación final del riesgo

Matriz 2: Clasificación del Riesgo del Defecto				
Matriz 1: Probabilidad y Diana	Tabla 3: Consecuencias			
	Menores	Significativas	Importantes	Severas
Muy alta (1)	Alto	Grave	Grave	Muy Grave
Alta (2)	Alto	Alto	Grave	Grave
Probable (3)	Medio	Alto	Alto	Grave
Posible (4)	Bajo	Medio	Alto	Alto
Baja (5)	Bajo	Bajo	Medio	Alto

Los datos cuantitativos de la Matriz 2 tienen los siguientes datos cualitativos:

Matriz 2: Clasificación del Riesgo			
Clasificación	Descripción	Color	Umbral de riesgo recomendados por el QTRA
1	Muy grave		$\geq 1/1.000$
2	Grave		$< 1/1.000$ a $1/10.000$
3	Alto		$< 1/10.000$ a $1/1.000.000$
4	Medio		
5	Bajo		$< 1/1.000.000$

Umbral de Riesgo y Recomendaciones de la Clasificación del Riesgo					
Clasificación	Descripción	Tipo de actuación	Prioridad	Plazo de ejecución	Observaciones
1	Muy Grave Riesgos no tolerables	Control del riesgo	1	El mismo día o la misma semana	Acotar la zona de proyección del elemento que puede caerse
2	Grave Los riesgos no se tolerarán en circunstancias habituales (si se impone sobre terceros)	- Analizar el riesgo - Controlar el riesgo	2	Durante el mes vigente	Acotar la zona de proyección del elemento que puede caerse si se cree conveniente o hacer el seguimiento del estado hasta que no se lleve a cabo la actuación
3	Alto Los riesgos son tolerables si son ALARP* Sólo se pueden tolerar riesgos si los que se hallan expuestos los aceptan, o si el árbol tiene un valor excepcional	- Control del riesgo (excepto que exista un amplio acuerdo entre las partes interesadas para tolerarlo o que el árbol tenga un valor excepcional) - Analizar el riesgo	3	En los siguientes 6 meses o durante el vigente año	
4	Medio Los riesgos son tolerables si son ALARP	- Evaluar costes y beneficios del control del riesgo - Sólo se controlarán los riesgos si se puede conseguir un beneficio considerable a un coste razonable - Analizar el riesgo	4	A realizar durante el vigente año o al año siguiente, para riesgos bajos (próximos al $1/1.000.000$) se pueden asignar para cuando se lleven a cabo otras tareas de manteni-	
5	Bajo Los riesgos son ALARP	- No se requiere acción - Analizar el riesgo	5		Estos riesgos no suelen requerir actuaciones prioritarias, las que puedan darse, se programan normalmente asociadas a tareas de mantenimiento sin una fecha precisa. Suelen incluirse aquí tareas de ámbito preventivo por encima de correctoras del riesgo.

* Para establecer los riesgos a un nivel ALARP ('as low as reasonably practicable': tan bajo como sea razonablemente POSIBLE), por sus siglas en inglés (HSE 2001), es necesario evaluar también el coste que comporta dicha reducción. Si se puede demostrar que hay una desproporción importante entre el riesgo existente y el coste, reducirlo a estos niveles no será razonablemente viable.

Deben clasificarse las actuaciones en función de la prioridad y la urgencia. La clasificación de la prioridad/urgencia puede estar ligada directamente a la clasificación de riesgo o puede establecerse (relacionada con la primera), de manera libre/subjetiva teniendo en cuenta más elementos.



3/ OTRAS CONSIDERACIONES

3.1. Gestión extraordinaria

La gestión extraordinaria es aquella que surge asociada a casos específicos y está generada por casuísticas externas al mantenimiento y gestión del día a día.

Pueden deberse a obras realizadas por otras entidades o departamentos municipales, casos específicos de incidencias antiguas no registradas, climatología adversa por tormentas o

vientos fuertes, etc.

La aparición de estos factores no es previsible (como mínimo por lo que se refiere al CUÁNDO), pero el Servicio Técnico debe estar preparado para tomar las medidas adecuadas. Se describen aquí algunos principios de gestión o criterios que hay que tener en cuenta según el caso.

3.1.1. Gestión de obras

Resulta normal que en el entorno urbano se generen obras que afecten a los árboles; algunas pueden incidir en la estabilidad si son lo suficientemente cercanas. En el equipo de gestión de un Ayuntamiento o entidad pública todo el personal implicado tiene que tener claro qué valor tiene el material que se ve afectado en un cambio u obra civil, y

por lo tanto los árboles, como elemento de especial importancia, deben ser valorados y protegidos desde **todos los ámbitos** de la administración.

En cuanto a las obras, la protección de los árboles se concreta especialmente en la protección de las raíces de los árboles.

33/ Zona de protección:

Es aquella superficie alrededor del árbol que si no resulta afectada, no requiere de medidas correctoras. Si las actuaciones requieren afectar la zona de protección, deberá requerirse una valoración de los daños y medidas correctoras al técnico correspondiente (Arbolista municipal), que valorará las afectaciones mediante un informe específico de la obra.

Zona de protección

fisiológica: aquella que si resulta afectada, hay un debilitamiento fisiológico del árbol. Su afectación requerirá realizar medidas correctoras para no debilitarlo fisiológicamente. La zona de protección fisiológica es aquella que permite la supervivencia del árbol en buenas condiciones; si se mantiene inalterada, el árbol no necesitará medidas correctoras de ningún tipo.

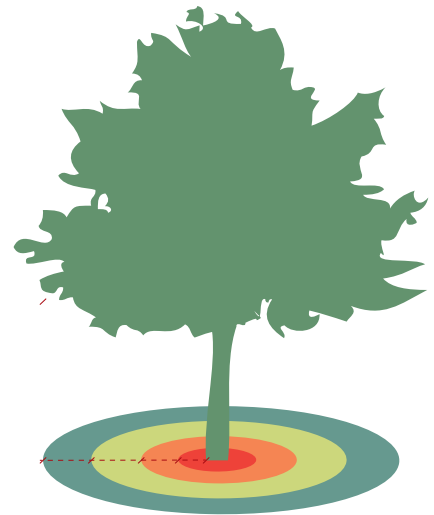
Zona de protección

mecánica: aquella en la que si resulta afectada, el árbol tendrá riesgo de vuelco/caída. Su superficie mínima está alrededor de 3 veces el diámetro del tronco. Normalmente, se necesitarán medidas correctoras mecánicas (anclaje, reducción de la copa, seguimiento, etc.) y fisiológicas.

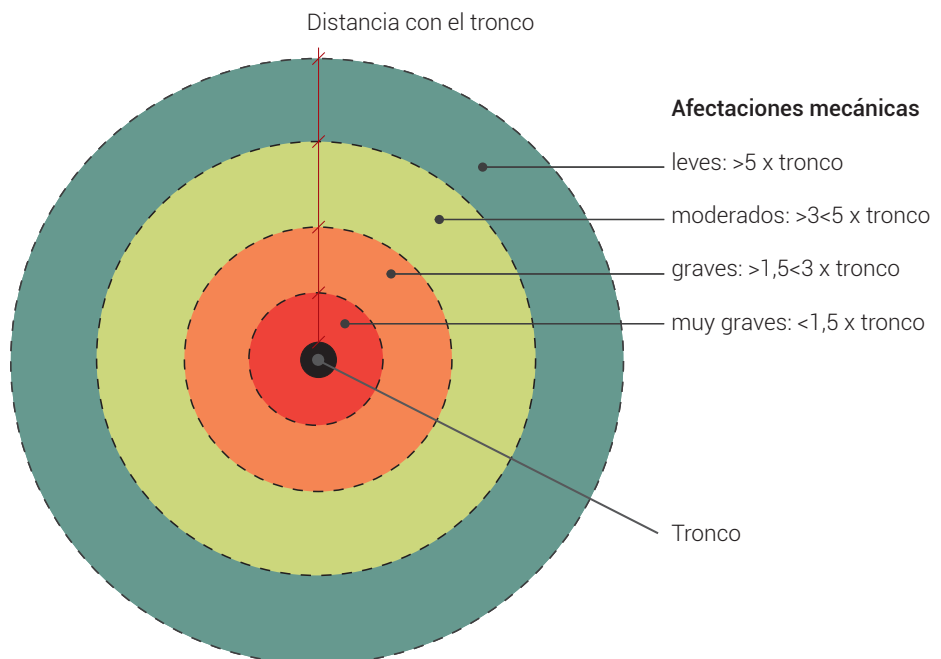
A/ Espacio disponible para el sistema radicular³³: en general, las raíces deberían tener un espacio entre 3 y 5 veces superior al diámetro del tronco que no se viera nunca afectado. Aunque esta propuesta técnica depende mucho de la geometría y distribución espacial de las raíces.

Por debajo de estos valores de protección es habitual que se generen daños mecánicos que pueden dar lugar a riesgo. En estos casos, deben valorarse las afectaciones para excluir el riesgo o para proponer las medidas de corrección o prevención que correspondan.

En general, las afectaciones radiculares que se dan por debajo de 1,5 veces el diámetro tienen una repercusión grave en la estabilidad de los árboles.



Zonas y nivel de afectación del árbol en función de la distancia con el tronco



Los **Planes Directores del Arbolado** suelen incluir un apartado en el que se valoran y se describen cómo deben llevarse a cabo obras en relación con los árboles presentes (**Protocolo de Conservación de los árboles en Obras Civiles**).

Hoy en día, sin embargo, se dispone de la tecnología necesaria para poder evitar generar daños graves en las raíces de los árboles en el entorno urbano. Ver fotografías:



Zanja en la que se han eliminado todas las raíces de un árbol próximo



Conservación de raíces de un árbol singular con *Airspade®* para introducir una línea de alta tensión subterránea

34/ Los servicios de emergencia, como los bomberos, a menudo se encargan de retirar los elementos caídos. Se necesita sin embargo recuperar los restos para determinar la causa y poder llevar a cabo acciones de prevención y divulgativas al respecto.

3.1.2. Incidencias no esperadas

Se entiende como incidencias no esperadas, aquellas que tienen lugar por una casuística no controlable, por ejemplo: caída del arbolado sin sintomatología visible, caída de ramas...

Ante estas incidencias, el Departamento o encargado de Arboricultura, deberá realizar un informe de valoración de la incidencia, determinando la causa del accidente³⁴ y si es necesario (porque se le considera un hecho repetible), remitirlo a la fase de filtraje de

arbolado de riesgo potencial para redefinir las variables de análisis.

Según la gravedad de la incidencia, este informe deberá realizarse mediante un estudio AVA y generar un informe de Evaluación del Riesgo.

En caso que la incidencia comentada genere daños a bienes o a personas, deberá ser llevada a cabo por una empresa externa especializada en consultoría de arbolado y mediante idealmente, un consultor/perito colegiado.

3.1.3. Tormentas

Las tormentas muy fuertes generan roturas y caídas de árboles o de ramas. Pero a menudo, se dan roturas parciales que dejan a los árboles dañados y con probabilidad de caída unos días después de la tormenta.

En aquellos lugares con árboles de puerto grande o ejemplar (por ejemplo, parques) y con alta concurrencia, puede resultar prudente realizar algunas de las acciones siguientes:

- Avisar a los usuarios que en condiciones de vientos fuertes se pueden producir roturas o caídas de ramas.
- Cerrar el parque cuando la velocidad del viento es muy alta (normalmente por encima de los 70-80 km/h, pero debe ajustarse según cada escenario).
- Revisar el parque después de circunstancias extraordinarias.

3.1.4. La comunicación del riesgo

Ante dichos elementos extraordinarios, resulta muy importante la gestión que se hace de la comunicación, tanto interna en el Ayuntamiento como externa: vecinos, entidades ecologistas, partidos de la oposición y otras asociaciones o entidades. También es posible que se tengan que hacer planes de comunicación respecto

al riesgo asociado a árboles privados.

El Ayuntamiento tiene que redefinir, antes que se dé una incidencia, cómo será la respuesta y cuáles son los departamentos que se encargarán de generar la respuesta ejecutiva y la de comunicación.

3.2. Mitos sobre el riesgo

Existen algunos mitos que desdibujan la presencia actual y posible de árboles en nuestras ciudades, y algunos de ellos tienen relación con el riesgo:

- **Los árboles necesitan ser podados:** En general, la poda de los árboles viarios y de parques tiene que ser muy reducida o nula. La necesidad de podar sólo se acepta en la gestión de interferencias: distancia de seguridad de fachadas o a servicios eléctricos, gálibo para paso de vehículos, zonas de paso de peatones, etc., ya que, en general, las podas son una de las causas más frecuentes de riesgo que los árboles tienen actualmente. Las buenas prácticas y la reducción de estas actuaciones incorrectas pueden reducir mucho el riesgo de los árboles en el futuro.
- **Las podas drásticas de reducción son una estrategia de poda correcta.** La errónea percepción de los árboles como elementos peligrosos lleva a menudo a podar de manera drástica. Esta poda es errónea por sí misma y sólo es aceptable como paso intermedio entre la declaración de un árbol como elemento a substituir/eliminar y su eliminación efectiva. Aunque estas podas son cada vez menos frecuentes, aún forman parte de la práctica habitual de la gestión de los árboles en muchos municipios.
- **Se deben retirar las ramas cruzadas, secas...:** A menudo, los árboles tienen ramas cruzadas específicamente para reducir el movimiento del resto de ramas y/o ramas secas que colaboran en la gestión de los impactos del viento. Limpiezas excesivas suelen incrementar el riesgo de rotura de ramas. Un ejemplo muy claro de dicho aspecto sería la *Phytolacca dioica*, en la que la poda de limpieza produce rápidamente rotura de ramas, o los pinos piñoneros que suelen perder ramas después de limpiezas de copa.
- **Los árboles son peligrosos:** Las estadísticas de daños en las actividades humanas constatan que, los producidos por estar rodeados de árboles son una de las que menos riesgo tienen.
- **Los árboles altos son peligrosos:** Los árboles altos son peligrosos de la misma manera que lo son los edificios altos y que, al caer, suelen producir daños igualmente proporcionales. Los árboles grandes lo son porque se han fortalecido ante el estrés mecánico del entorno en el que viven y, en general, suelen tener menor riesgo; si el entorno es bueno, el árbol suele ser más vital y tiene más capacidad de corregir los posibles defectos mecánicos.

35/ Por ejemplo, los mástiles de las grúas utilizadas para levantar grandes cargas están vacíos.

- **Los árboles con troncos vacíos son peligrosos:** Las estructuras que se utilizan en la construcción están en general vacías³⁵, porque implican un ahorro de material y una mejor eficiencia mecánica. Los árboles vacíos pueden ser tan seguros o más que otros árboles llenos aunque deban ser evaluados para descartar que no tengan riesgo.
- **Los hongos son patógenos agresivos:** La presencia de hongos no tiene por qué implicar condenar a un

árbol a ser eliminado directamente. Normalmente, la presencia de hongos va asociada a procesos de degeneración de la madera, pero a menudo no son los causantes, sino que la ponen en evidencia, ya que la mayoría ocupan lugares que se han deteriorado antes. Por ejemplo, por zanjas en las raíces o por podas drásticas. Es necesario considerar el tipo de hongo para conocer su relevancia en el riesgo. Los hay inocuos, pero algunos tienen una mayor relevancia en el riesgo.

3.3. Aspectos legales

Aunque no exista la obligación expresa de realizar estudios de riesgo en el arbolado, sí que resulta obligado que los gestores de la ciudad garanticen un nivel de seguridad suficiente en los árboles que tienen. Y de hecho, la jurisprudencia indica que el riesgo derivado de los árboles (normalmente cuando se ha producido un accidente o incidente) puede ser causa de penas administrativas o penas para los responsables de la gestión.

Los requerimientos legales exigen, en

general, que realicen una **gestión razonable** para evitar actuaciones o emisiones que puedan afectar o generar daños a personas o a bienes. La legislación describe dos implicaciones en caso de accidente: una **implicación civil** (personas físicas o jurídicas) o **patrimonial** (administraciones), en la que el propietario del árbol tiene que indemnizar los daños; y una **implicación penal** en la que el propietario, responsable o responsables pueden ser acusados de acción u omisión ilícita.



La responsabilidad será más o menos punible según la causa. Si el riesgo no era apreciable o si las causas son por fuerza mayor (asociadas a condiciones atmosféricas extremas), o si la ocupación era tan baja que la probabilidad de daños era muy pequeña, las demandas pueden ser administrativas, pero suelen tener un bajo recorrido penal. En cambio, si la causa es por elementos que cuentan con **defectos obvios, que no se han evaluado y que han generado daños**, se puede tratar de negligencia con repercusiones penales.

No podemos olvidar que, aunque el nivel real de riesgo asociado a los árboles sea bajo³⁶, ya que es comparable a los riesgos que la gente considera insignificantes o triviales en su día a día, los accidentes suelen causar una repercusión muy alta y los responsables del servicio a menudo se ven inmersos en denuncias de negligencia que pueden afectarles. Por lo tanto, lo más importante ante un accidente es poder demostrar que **existe una gestión del riesgo que evalúa los árboles, propone actuaciones y realiza un seguimiento** y que, los niveles de riesgo del arbolado son aceptables (suficientemente bajos).

Como esta gestión tiene que ser demostrable, hay que contar con un **protocolo de riesgo**, unos **datos** y un **histórico de seguimiento y actuaciones** que demuestren que se está llevando a cabo una **Gestión Correcta del Riesgo**. Esta gestión tiene que incluir el máximo de aspectos referidos a la prevención del riesgo, a la evaluación de los árboles y las medidas realizadas, y otros aspectos como las propuestas de diana, etc.

Una de las razones para caracterizar bien las caídas, roturas, etc., es poder dar las razones del motivo por el cual una estructura arbórea ha fallado y qué capacidad había de poder prevenirla.

Del propietario de un árbol (o de una población de árboles) no se espera que GARANTICE que un árbol es seguro. Lo que sí que se espera es que realice una gestión eficiente, técnicamente correcta y razonable para tener unos niveles de riesgo aceptables y que en las zonas de uso importante de la ciudad, el nivel de inspecciones sea el suficiente para tener un control elevado sobre dicho punto.

En algunos entornos menos utilizados, como algunos bosques periurbanos, puede resultar suficiente un cartel de aviso de caída de ramas en condiciones altas de viento.

No debemos olvidar que, aunque la gestión del riesgo es una pequeña parte³⁷ de la gestión de la Infraestructura Verde, tiene una repercusión muy alta.

36/ Y está más asociado a la mala praxis que a las características de los árboles.

37/ La seguridad es uno de los objetivos de la Infraestructura Verde, pero hay otros. Es una frecuente equivocación convertirla en la única.

4/ ESPECIFICACIONES DE LAS ESPECIES

CONSIDERACIONES

Determinadas especies, se comportan de diferente manera según el lugar, mantenimiento o entorno en el que se encuentran, por lo que en la gestión del riesgo debe ser tenido en cuenta cuestiones referidas tanto a su plantación,

diseño de alcorque, espacio disponible, tipologías de poda anteriores, etc,...

En las siguientes páginas, definiremos las especificaciones según especies determinadas que hemos analizado en campo.

4.1. *Platanus x hybrida*

En general, son árboles con una estructura generada por podas periódicas con múltiples cavidades y heridas.

Los suplentes, que pueden sobrepasar los 10 cm de diámetro y diversos metros de longitud, presentan deficiencias en la unión entre los diferentes brotes por la presencia de *Sinanthedon codeti*, que junto con *Kaloterms flavicollis*, dañan la madera.

El riesgo actual de esta especie está en la **rotura de la base de estos suplentes (riesgo entre medio y bajo en la mayoría de los casos)**.

Se recomienda la poda periódica de todos los ejemplares de viario que presenten esta afectación, a excepción de los ejemplares jóvenes naturalizables y de los ejemplares de los jardines, que deben ser objeto de un estudio en altura para determinar las actuaciones pertinentes.

Es recomendable la inspección de riesgo de los árboles de mayor calibre o altura que no presenten signos de afectación por *Sinanthedon codeti*, y en función de su estado podrían ser mantenidos naturales.



4.2. *Melia azedarach*

Encontramos estructuras en vaso que han sido gestionadas con diversas podas de reducción, y estructuras naturales que han sido gestionadas con podas de reducción.

Se recomienda que se sigan realizando **reducciones periódicas en los ejemplares en vaso** como medida para gestionar el riesgo, y **naturalizar los ejemplares con una buena vitalidad y buen estado mecánico**.

Para las nuevas plantaciones y el arbolado joven, se recomienda plantar árboles de calidad, en cepellón y de clase de tamaño pequeño.

Es recomendable la inspección de riesgo de los árboles de mayor calibre o altura.



4.3. *Ulmus pumila*

Los árboles de esta especie presentan estructuras controladas por podas de reducción severas con eliminación de las ramas medias y bajas.

Muchos árboles presentan heridas en cruz y ramas, y suplentes esbeltos debido a las reducciones sucesivas.

Se recomienda **seguir haciendo podas periódicas de reducción.**

Es recomendable la inspección de riesgo de los árboles de mayor calibre o altura.



4.4. *Populus alba bolleana*

Muchos de los ejemplares presentan heridas en raíces y tronco. Es una especie que no reacciona bien a las heridas.

La mayoría de los ejemplares presentan una gestión de poda natural, y otros ejemplares han sido reducidos. Se recomienda **seguir con el mismo tipo de poda** (natural o podas periódicas).

Recomendamos un **estudio del estado de las bases** de los ejemplares de mayor calibre debido a que son muy susceptibles a ataques fúngicos y a la degradación rápida de la madera.



4.5. *Celtis australis*

Numerosos árboles presentan múltiples ramas insertadas a la misma altura del tronco, estas estructuras suelen venir subministradas así de vivero, y pueden haber sido acentuadas por podas de pinzado posteriores y falta de poda de formación.

La poda que se está llevando a cabo es una poda natural.

Se recomienda **seguir con la poda natural y natural intervenida**. Para las nuevas plantaciones y el arbolado joven, se recomienda plantar árboles de calidad, y de clase de tamaño pequeño.

El riesgo de esta especie está asociado a defectos radiculares como raíces estrangulantes, y la presencia de corizas incluidas.

Es recomendable la inspección de riesgo de los árboles de mayor calibre o altura.



4.6. *Jacaranda mimosifolia*

Numerosos árboles presentan diversas ramas insertadas a la misma altura del tronco.

Estas estructuras suelen venir suministradas así de vivero, y pueden haber sido acentuadas por podas de pinzado posteriores y falta de poda de formación.

La poda que se está llevando a cabo es una poda natural con eliminación de las ramas medias y bajas.

Hemos recomendado **seguir con la poda natural y natural intervenida, evitando la poda de realzado excesivo.**

El riesgo de esta especie está asociado a la presencia de cortezas incluidas y a lateralidades excesivas. Es recomendable la inspección de riesgo de los árboles de mayor calibre o altura.



4.7. *Styphnolobium japonicum* / *Robinia pseudoacacia*

En general, son árboles que presentan múltiples ramas insertadas a la misma altura del tronco.

Estas estructuras suelen venir suministradas así de vivero, y pueden haber sido acentuadas por la falta de poda de formación.

Muchos de estos árboles han sido gestionados con podas periódicas espaciadas o abandonadas, presentando heridas en cruz y ramas.

Se recomienda que **se sigan realizando podas de reducción periódicas** en función del estado de los ejes portantes y de los suplentes como medida para gestionar el riesgo y naturalizar los ejemplares con una buena vitalidad y buen estado mecánico.

Para la mayoría de estos árboles, se aconseja la **sustitución progresiva**.

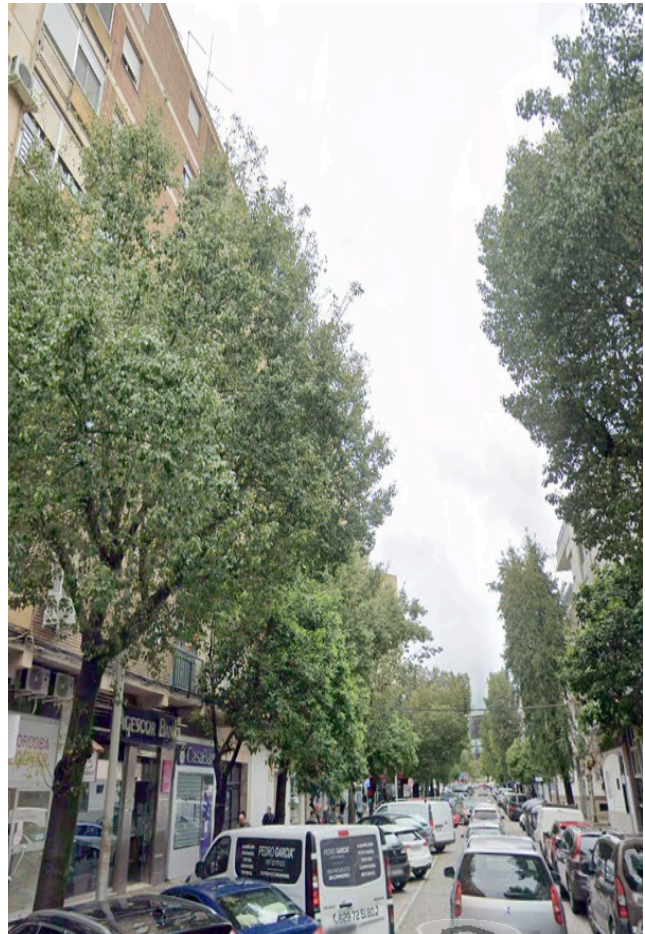


4.8. *Brachychiton populneus*

Hemos observado muchos individuos que han sido reducidos lateralmente o en altura. Los crecimientos en las zonas reducidas presentan una mayor probabilidad de fallo.

Se recomienda **seguir reduciendo** aquellos ejemplares que ya hayan sido reducidos anteriormente y sustituirlos a medio plazo.

Se aconseja evitar podas de reducción, manteniendo una estructura natural o natural intervenida en los ejemplares que no hayan sido reducidos previamente.



4.9. *Tipuana tipu*

En general, son árboles que presentan diversas ramas insertadas a la misma altura del tronco.

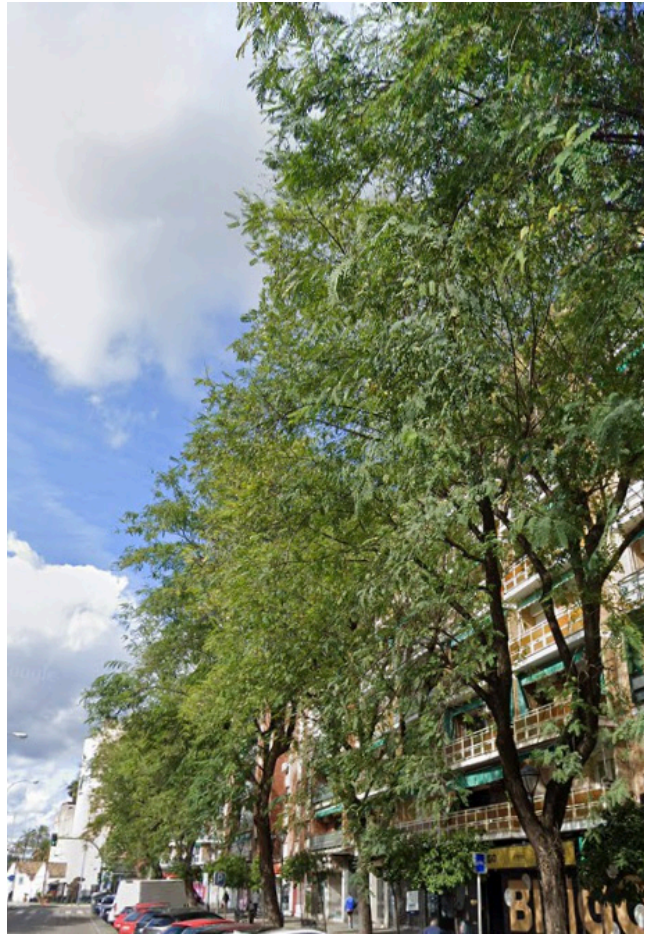
Estas estructuras suelen venir subministradas así de vivero, y pueden haber sido acentuadas por podas de pinzado posteriores y falta de poda de formación.

En muchos casos han sido abandonadas y la poda que se está llevando a cabo es una poda de eliminación de las ramas medias y bajas, aunque también encontramos algunas gestionadas con podas periódicas.

El riesgo de esta especie está asociado a defectos la presencia de cortezas incluidas.

Se recomienda **seguir con la poda natural y natural intervenida.**

Es recomendable la inspección de riesgo de los árboles de mayor calibre o altura.



4.10. *Phoenix dactylifera*

La valoración de palmeras sigue unos criterios muy diferentes a la valoración de los árboles: ausencia de crecimiento secundario y la sintomatología asociada, la atenuación de los esfuerzos mecánicos a través de la flexibilidad, etc, que reduce mucho la capacidad de análisis visual concluyente, por lo que se debe realizar mediante **protocolos de riesgo específicos**.

Las palmeras datileras son estructuras resonantes adaptadas a las cargas habituales, y los aumentos de carga no habituales pueden suponer un grave problema de estabilidad.

Se recomienda hacer una evaluación específica (Evaluación Integral de palmeras) de los ejemplares de más de 5 metros de estípite para detectar defectos que la palmera pueda tener a partir del análisis visual detallado, la prueba de oscilación, audiometría y análisis con resistógrafo si se considera necesario.



