

## ANEXO 3: METODOLOGÍA EN VALORACIÓN DE RIESGO

### INTRODUCCIÓN

Para cada uno de los árboles seleccionados se ha realizado una evaluación visual mediante técnicas VTA o EVA (Evaluación visual del arbolado, según la metodología propuesta por C. Matheck y H. Breloer, aceptada a escala internacional por la ISA, Internacional Society of Arboricultura, con representación española a través de la Asociación Española de Arboricultura).

Una vez en campo, y simultáneamente a la inspección visual se seleccionaron aquellos árboles de los que se consideraba oportuno recabar información complementaria de su estado estructural a través de la inspección instrumental, mediante el empleo, según el caso, de resistógrafo o tomógrafo sónico.

Los datos individuales de cada árbol inspeccionado se recogieron directamente sobre una ficha digitalizada adaptada específicamente para este proyecto. Para ello se utilizaron ficheros de extensión Shape, compatibles con el sistema cartográfico municipal.

El modelo de ficha diseñado para la toma de datos en campo se ha realizado en base a la propuesta publicada por Matheny y Clark (*Tree Hazard Evaluation Form* en el libro *Evaluation of Hazard Trees in Urban Areas*) y a la ficha de valoración de Riesgo utilizada para la evaluación del arbolado Viario de Madrid, publicada en los pliegos de condiciones vigentes en el presente contrato.

**INFORME DE VALORACIÓN DE RIESGO DEL ARBOLADO**

Juan Bravo OBJECTID: 4431  
DISTRITO: 4. Salamanca LOTE: 2  
ESPECIE: *Ulmus pumila*  
DIANA: Alta  
V. GLOBAL VITALIDAD: Baja  
V. GLOBAL EMPUJE: Bajo  
ESTADO ESTRUCTURAL: Regular  
PROBABILIDAD VUELCO: Media  
PROB. FRAC. TRONCO: Media  
PROB. FRAC. RAMAS: Alta

1. Vista general del árbol  
VALORACIÓN GLOBAL DEL RIESGO: Medio - Alto  
PROPUESTA DE ACTUACIÓN: Tala

**DATOS DE ENTORNO**

TIPO DE POSICIÓN: Alineación  
TIPO DE SUPERFICIE: Césped  
TIPO DE ALCORQUE: Corrido  
ESTADO: Buen estado  
TIPO DE CUBIERTA: No  
ELEMENTO DE PROTECCIÓN: -  
ESTADO: -  
TIPO DE VIAL: Tipo E  
ANCHO DE ACERA: 7.5 m  
ENTORNO CALZADA: Sin aparc ni bus  
MÁRQU PLANTACIÓN: Muy Pequeño: 3-5  
ESPACIO DISPONIBLE: Mediano

2. Localización

**DATOS DENDROMÉTRICOS Y DE DESARROLLO**

PERÍMETRO: 120 cm ALTURA 1ª RAMA: 3.9 m  
ALTURA: 13 m DIÁMETRO DE COPA: 8.0 m  
EDAD RELATIVA: Maduro DOMINANCIA: Codominante  
FORMACIÓN: Alterada Nº RAMAS PRINCIPALES: 4  
HISTORIAL DE ACTUACIONES: Eliminación cimbal/horquilla ESTRUCTURA: Estructurado

**DEFECTOS EN LA INSPECCIÓN VISUAL**

**COPA:**  
PRESENCIA DE RAMAS SECAS  
% No diám. - cm  
TERCIADO NO CONSOLIDADO  
% 10 diám. 11 cm D.Chup. -  
CORTEZA INCLUIDA  
Longitud: No cm Localización: -  
HUECOS EN COPA  
Ancho 1 2 3 4  
Alto - - - -  
MADERA VISTA EN COPA  
Ancho 1 2 3 4  
Alto - - - -  
FIGURAS EN COPA  
Longitud: - cm Localización: -

5. Vista general de la copa  
PUDRICIONES EN COPA: Severas  
ANGULACIONES CON PUDRICIÓN: Severa AHILAMIENTO: Leve  
RAMAS PRINCIPALES:  
Pudrición severa en rama principal y deficiente unión en tronco.  
RAMAS SECUNDARIAS:  
Terciados altos sin consolidar.

**OBSERVACIONES:**  
Poco parte, regresión incipiente, clorosis puntual, daños foliares por presencia de galería, leve ahilamiento y brazo de palanca sobre calzada. Rama principal con pudrición y muy deficiente unión en lado de tensión en la zona de la cruz.

5.a Vista de la cruz  
5.b Muy deficiente unión de rama principal

Vista del página inicial del informe

Vista de datos de Inspección de copa

A continuación se presenta de manera resumida los aspectos más importantes que se ha elegido tomar sobre cada uno de los árboles inspeccionados:

1. Datos de identificación
2. Diana
3. Datos de entorno
4. Datos dendrométricos y de desarrollo
5. Vitalidad
6. Empuje viento y vela
7. Plagas y enfermedades
8. Defectos en la inspección visual.
  - a. Copa
  - b. Tronco
  - c. Base
9. Testificación instrumental
10. Valoración global

Además, en la definición de la ficha se ha realizado un esfuerzo en la generación y colocación de fotografías necesarias para la adecuada comprensión del informe, de forma que se facilite la visión de la información mostrada. Asimismo, mediante un sencillo código de colores, se presenta de forma resumida los datos resumen, más relevantes, de cada ejemplar inspeccionado.

Se detalla, a continuación, cómo se ha realizado la toma de datos para cada uno de los campos.

### Datos de identificación

Juan Bravo	OBJECTID:	4431
DISTRITO: 4. Salamanca	LOTE:	2
ESPECIE:		<i>Ulmus pumila</i>

En primer lugar se recoge la información necesaria para poder identificar inequívocamente el árbol objeto del informe. Para ello se recogen la información relativa al OBJECTID del Gis Municipal, el Distrito, Lote y zona donde se encuentra (Prado /Recoletos) el ejemplar así como la especie a la que pertenece.

### Diana

El valor Diana recoge de manera sistemática qué hay debajo del árbol y qué puede quedar afectado por la caída del árbol o de alguna de sus partes. En el caso del ámbito objeto de este informe se ha clasificado todo el arbolado con Diana Alta o muy alta, debido a la gran presión de Uso que existe en este entorno tan privilegiado a nivel histórico, cultural y turístico en Madrid.

## Datos de entorno

Este apartado recoge datos relativos al entorno de los árboles, tanto a nivel de copa como en la base. Para ello se utilizan como punto de partida los datos tomados en el inventario relativos al entorno del arbolado teniéndose en cuenta, además el posible espacio disponible para un adecuado desarrollo del árbol.

## Datos dendrométricos y de desarrollo

Los datos tomados en campo son:

- Los *datos dendrométricos*, tal y como se toman en inventario: perímetro a 1,30 m (altura de pecho o DBH), altura total, altura de primera rama estructural o diámetro de copa.
- La edad relativa para evaluar no sólo la edad del ejemplar sino su grado de envejecimiento basado en los modelos arquitectónicos o de desarrollo natural existentes (P. Raimbault, F. Hallé, R.A.A. Oldeman o C. Drenou). Finalmente se han agrupado en cinco categorías de partida, estos son “joven”, “maduro”, “viejo”, “decrépito” y “muerto”.
- Una descripción de la estructura de copa que recoge la formación, indicando si es en vaso, axial o abierta (ramificación libre sin eje principal dominante), el estado de la estructura (estructurado, desestructurado, muy desestructurado), así como el número de ramas principales que componen la estructura (2, 3, 4, 5 y más de 5).
- El historial de actuaciones llevadas a cabo en el ejemplar (podas de mantenimiento, eliminación de grandes ramas, rebaje antiguo, rebaje reciente, ejemplar no intervenido o sin poda o cableado).
- La comparación del desarrollo del ejemplar frente a los árboles que tiene en su entorno. Este campo ha sido denominado Dominancia, pudiendo albergar las siguientes opciones, dominante, Codominante, dominado o suprimido.

DATOS DENDROMÉTRICOS Y DE DESARROLLO			
PERÍMETRO:	120 cm	ALTURA 1ª RAMA:	3.9 m
ALTURA:	13 m	DIÁMETRO DE COPA:	8.0 m
EDAD RELATIVA:	Maduro	DOMINANCIA:	Codominante
FORMACIÓN:	Alterada	Nº RAMAS PRINCIPALES:	4
HISTORIAL DE ACTUACIONES:	Eliminación cimal /horquilla	ESTRUCTURA:	Estructurado

## Vitalidad

La *vitalidad* es un dato primordial a considerar en la evaluación del arbolado ya que un ejemplar vital es capaz de hacer frente a la mayoría de las agresiones que se le presenten, sin embargo, un ejemplar con la vitalidad disminuida o nula no podrá responder con la misma efectividad ante avance de pudriciones, plagas o enfermedades, etc. Para llevar a cabo una valoración cuantificada y comparable de la vitalidad del arbolado, se ha tenido en cuenta las siguientes variables: la *presencia y transparencia* de copa, la capacidad de recubrimiento cambial o *cicatrización*, los *síntomas de regresión* que pueda presentar el ejemplar, la presencia o no de *brotos epicórmicos* o las pautas de brotación del último año. La presencia de copa del árbol se determina a partir de la relación entre la copa real que presenta el árbol y la que tendría en caso de desarrollo máximo para unas condiciones ideales de luz, espacio, agua, nutrientes, etc.. La transparencia de copa mide la inversa de la densidad foliar del árbol o su superficie fotoasimiladora en copa. En el caso de la regresión radicular podemos evaluar si existe o no muerte centripeta de la copa u otros síntomas de descenso de copa. El resto de los apartados mencionados, la capacidad de cicatrización, la presencia de brotes epicórmicos o brotaciones desordenadas en copa o tronco, o bien posibles elongaciones cortas o nulas de los brotes del año, también son referentes de la vitalidad y la posible regresión.

Otros campos que se valoran son de cicatrización del ejemplar arbolado y su capacidad para crear madera de Compensación – Reacción.

En el momento de la inspección se debe tener en cuenta que las actuaciones de poda realizadas sobre los árboles en los últimos años pueden ocultar este tipo de sintomatología.

VITALIDAD	
	PRESENCIA DE COPA: Media
	TRANSPARENCIA DE COPA: Media
	REGRESIÓN DE COPA: Incipiente
	BROTOS EPICÓRMICOS: Sí, por podas y estrés
	COLOR HOJAS: Clorosis puntual
	TAMAÑO HOJAS: Normal
	CRECIMIENTOS ANUALES: Normales
	CICATRIZACIÓN: Normal
	MADERA COMPENSACIÓN-REACCIÓN: Normal
	VALORACIÓN GLOBAL VITALIDAD: Baja

3. Detalle vitalidad del ejemplar

En todos los informes se adjunta una foto representativa correspondiente a la vitalidad del ejemplar.

## Empuje viento y vela

Además se toma un valor estimado del empuje potencial del viento sobre la copa del árbol (bajo, medio, alto o muy alto).

La acción del viento puede causar diferentes daños, desde la caída de ramillas y ramas vivas o secas hasta el vuelco del árbol. Para poder determinarlo se ha valorado la exposición al viento, la altura del árbol, su porte más o menos espigado, el efecto vela de la copa (determinado por su tamaño), la existencia o no de inclinación del ejemplar y aspectos climatológicos del lugar.

Asimismo, en los informes se ha considerado la posible existencia de una rama saliente que incremente el efecto palanca en su oposición al empuje incrementando el riesgo de rotura de ramas de los árboles.

EMPUJE, VIENTO Y VELA			
ALTURA:	Baja	VELA:	Pequeña
EXPOSICIÓN:	Bajo	PALANCA RAMA SALIENTE:	No
VALORACIÓN GLOBAL DEL EMPUJE:	Bajo		

## Plagas y enfermedades

Las *plagas y enfermedades* que puedan suponer una merma del estado de salud del árbol deben quedar recogidas en el informe, ya que un ataque severo puede debilitar en gran medida al ejemplar. Hay que tener en cuenta que en ocasiones no se puede rellenar este apartado, porque no es posible apreciar la afección en el momento de realización del análisis. También se ha tenido en cuenta la presencia de cuerpos fructíferos de hongos de pudrición de la madera, su identificación, características y efectos que pueden tener sobre la estática del árbol y/o su estado fisiológico.

## Defectos en la inspección visual.


La valoración de defectos se realiza siempre se arriba a abajo, es decir, comenzando por la copa, y terminando por la base. De esta forma, tras la inspección de la parte aérea se permite identificar mejor posibles daños en la base del árbol.

## Copa

La inspección visual exhaustiva de la copa permite detectar posibles defectos o problemas estructurales. Se valora y anota la existencia de síntomas de regresión o decaimiento de copa y la proporción de ramas secas respecto al total de la copa. Se señala también si existe ahilamiento o espigamiento de la copa, caracterizada por crecimientos longitudinales de ramas relativamente superiores a los crecimientos radiales, resultado de una restricción del espacio disponible o de reducida insolación. Asimismo se identifican pudriciones, cavidades, cortezas incluidas fisuras y otras zonas de debilidad, como la existencia de angulaciones en pudriciones que podrían derivar en roturas. Asimismo, se ha procedido a valorar el grado de ahilamiento de los árboles, al tratarse de ejemplares desarrollados en espesura.

De cara a poder detallar mejor posibles defectos, se describe la situación actual de las ramas principales y secundarias, y se realiza una breve valoración del estado de la copa en el campo observaciones.



DEFECTOS EN LA INSPECCIÓN VISUAL			
<b>COPA</b>			
PRESENCIA DE RAMAS SECAS			
%	No	diám.	- cm
TERCIADO NO CONSOLIDADO			
%	10	diám.	11 cm D.Chup. -
CORTEZA INCLUIDA			
Longitud:	No	cm	Localización: -
HUECOS EN COPA			
	1	2	3 4
Ancho	-	-	- -
Alto	-	-	- -
MADERA VISTA EN COPA			
	1	2	3 4
Ancho	-	-	- -
Alto	-	-	- -
FISURAS EN COPA			
Longitud:	-	cm	Localización: -
			
<p>5. Vista general de la copa</p>			
<p>PUDRICIONES EN COPA: Severas</p>			
<p>ANGULACIONES CON PUDRICIÓN: Severa</p>			
<p>AHILAMIENTO: Leve</p>			
<p><b>RAMAS PRINCIPALES:</b></p>			
<p>Putridión severa en rama principal y deficiente unión en tronco.</p>			
<p><b>RAMAS SECUNDARIAS:</b></p>			
<p>Terciados altos sin consolidar.</p>			
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p>			
<p>Poco parte, regresión incipiente, clorosis puntual, daños foliares por presencia de galeruca, leve ahilamiento y brazo de palanca sobre calzada. Rama principal con pudrición y muy deficiente unión en lado de tensión en la zona de la cruz.</p>			
			
<p>5.a Vista de la cruz</p>		<p>5.b Muy deficiente unión de rama principal</p>	

DEFECTOS EN LA INSPECCIÓN VISUAL (Continuación)			
<b>TRONCO</b>			
INCLINACIÓN:	No	Orientación:	
TORSIÓN:			
EXUDACIONES:	No		
FISURAS EN TRONCO:	No		
ENGROSAMIENTOS:	3		
HUECOS EN TRONCO:			
	1	2	3 4
Ancho	-	-	- -
Alto	-	-	- -
MADERA VISTA EN TRONCO:			
	1	2	3 4
Ancho	-	-	- -
Alto	-	-	- -
			
<p>6. Vista general del tronco</p>			
<p>ANILLAMIENTO: No</p>			
<p>IMPACTO VEHÍCULOS: No</p>			
<p>MADERA MUERTA: No</p>			
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p>			
<p>Engrosamientos muy grandes.</p>			
<b>BASE</b>			
HUECOS EN BASE:			
	1	2	3 4
Ancho	-	-	- -
MADERA VISTA EN BASE:			
	1	2	3 4
Ancho	-	-	- -
			
<p>7. Vista general de la base</p>			
<p><b>DAÑOS RAÍCES:</b></p>			
<p>RAÍCES SUPERFICIALES: No</p>			
<p>RAÍCES ESTRANGULANTES: No</p>			
<p>COMPACTACIÓN: Leve</p>		<p>AFECCIÓN RAÍCES ENTORNO: No</p>	
<p>ALTERACIÓN TERRENO: No</p>		<p>ALTERACIÓN ENTORNO OBRAS: No</p>	
<p>IMPACTOS VEHÍCULOS BASE: No</p>		<p>POSIBLE MOV. TERRENO: No</p>	
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p>			
<p>Necrosis y decoloración en la base.</p>			

Vista de datos de inspección de copa	Vista de datos en inspección de tronco y base
--------------------------------------	---

## Tronco

El análisis visual del tronco se realiza teniendo en cuenta la inclinación del fuste, las maderas vistas u oquedades, presencia de pudriciones, existencia de chancros o zonas muertas en la zona perimetral del tronco y otros problemas estructurales. Al igual que en el apartado anterior, se identifican los puntos más débiles, y queda perfectamente descrito en el campo observaciones.

## Base

Por último se analiza la base, identificando, además de defectos significativos como huecos, maderas vistas y chancros o zonas muertas, tanto por lo que significan estructuralmente, como por su íntima relación con las primeras raíces estructurales y su estado. De igual manera se anotan aquellos casos en los que existen dudas sobre la existencia de daños en el sistema radicular, tanto naturales como consecuencia de alteraciones en el entorno.

## Testificación instrumental

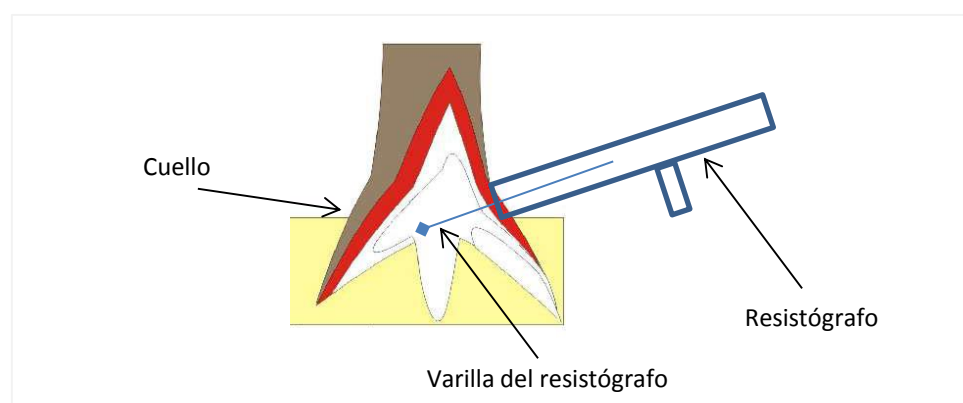
Posteriormente a la evaluación visual, se procede a la inspección instrumental de aquellos ejemplares en los que se considera necesario obtener información adicional sobre el estado estructural de la madera, con resistógrafo o tomógrafo sónico.

El uso de un aparato de testificación u otro se realiza en función de las posibles situaciones encontradas y de las ventajas e inconvenientes de cada instrumento de testificación. Con el fin de

identificar posibles puntos críticos, se ha contado con el apoyo de un martillo de goma para la detección de defectos internos.

En los árboles viejos el compartimento central del árbol deja de estar conectado con la parte viva del fuste, por lo que el xilema deja de estar fisiológicamente activo y es susceptible de ser colonizado por los hongos descomponedores de madera. También es frecuente la colonización de la madera del cuello a través de heridas originadas en raíces o en la base.

Por tanto el estado del sistema radicular se ha evaluado mediante testificación con resistógrafo a nivel de la base, introduciendo la varilla con una inclinación descendente de aproximadamente 15-20 ° hacia el interior del cuello, con el fin de detectar pudriciones y cavidades internas reveladoras de una disminución del sistema de anclaje. A continuación se muestra un esquema de la técnica empleada para estos casos.



**Sistema de detección de pudrición y cavidades internas con resistógrafo**

Además también se han testificado otras zonas del tronco o de las copas en las que se sospechaba que pudiera haber pérdidas estructurales.

Todas las testificaciones realizadas incorporan su interpretación gráfica y una imagen que permite una identificación más fácil del lugar donde ha sido realizada.

## Valoración global

Las *conclusiones* del árbol inspeccionado recogen de manera resumida los aspectos analizados más significativos para elaborar las *propuestas de actuación*.

- Considerando todos estos elementos, se ha analizado la probabilidad de ocurrencia de daños por fallo a nivel de base o raíces, tronco y ramas, así como la gravedad de estos daños en caso de que se produjera un accidente. Con estos datos, unido a la evolución esperada del ejemplar en función de la vitalidad del árbol y a las características de los hongos de pudrición o de otros agentes que puedan repercutir en la evolución futura del ejemplar, se hace una valoración global del riesgo del árbol.

VALORACIÓN GLOBAL	
EVOLUCIÓN ESPERADA:	Negativa <span style="float: right;">Fecha inspección: 21/11/2014</span>
PROBABILIDAD DE VUELCO:	Media
PROBABILIDAD DE FRACTURA TRONCO:	Media
PROBABILIDAD DE FRACTURA RAMAS:	Alta
<b>VALORACIÓN GLOBAL DEL RIESGO:</b>	<b>Medio - Alto</b>
<b>PROPUESTA DE ACTUACIÓN 1:</b>	<b>Tala</b>

- Asimismo se han propuesto distintas actuaciones a realizar en cada ejemplar encaminadas a reducir el riesgo del arbolado objeto del informe. Estas propuestas razonadas han sido una o varias de las siguientes:
  - Revisión periódica.** Consiste en la realización de un seguimiento periódico y programado para conocer la evolución del árbol, tanto a nivel estructural como de su vitalidad. Aparte de aquellas inspecciones que se realice en las labores ordinarias de inspección, se considera necesario hacer dos inspecciones anuales, una en el momento de la brotación primaveral del árbol (abril) y otra con el comienzo del cambio de coloración otoñal, previa a la abscisión foliar (octubre o noviembre).
  - Podas,** entre las que se distinguen las siguientes categorías:
    - Poda de mantenimiento.**
    - Acortamiento de rama/s:**
    - Eliminación de ramas secas**
    - Eliminación de rama/s**
    - Equilibrado de copa**



- **Reducción de copa.** Rebaje de altura de la copa o reducción de la misma con el objetivo de descargar el peso la estructura a la vez que se reduce el efecto vela y palanca producido por el viento. Estas pueden ser leves, moderadas o fuertes. En este caso sólo se proponen reducciones de 2 tipos. Estas propuestas responden al objetivo de reducir temporalmente el riesgo del árbol, aun siendo conscientes de la generación de nuevos problemas en el futuro, que obliga a tener un mantenimiento más intensivo o a establecer un sistema de revisiones periódicas. Los tipos propuestos en este estudio son los siguientes
  - i. **Reducción de copa progresiva.** en árboles viejos o con baja vitalidad se recomienda ir reduciendo su altura paulatinamente, con objeto de minimizar el riesgo por empuje del viento..
  - ii. **Rebaje de copa puntual.** Se realiza un rebaje de copa que deberá ser mantenido en el tiempo, mediante la realización de actuaciones de poda periódicas..
- **Tala.** Apeo del ejemplar.

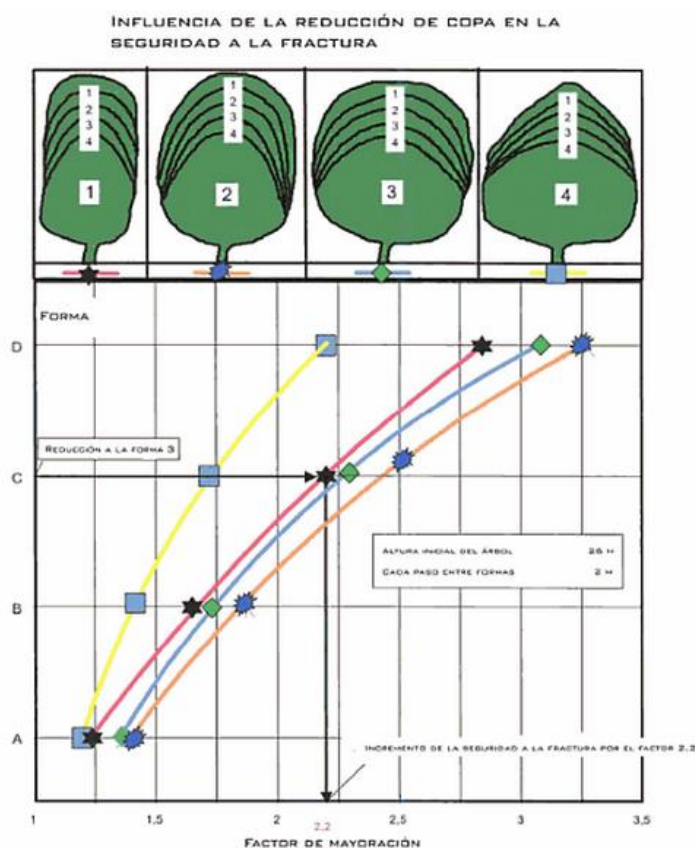


Diagrama "D" del método SIA (Static Integrated Assessment) para el cálculo de la reducción de la altura de copa (Wessolly, 1995b, tomado de Calaza 2012)

Finalmente a cada árbol se le ha asignado un orden de prioridad de actuación (valores de 1 a 4), siendo las actuaciones con valor 1 las consideradas de mayor urgencia.

Tal y como se ha podido ver, en la primera página del informe se muestra también un pequeño resumen con los datos más relevantes del árbol, junto a una imagen que representa la vista general del árbol.

INFORME DE VALORACIÓN DE RIESGO DEL ARBOLADO			
	Juan Bravo	OBJECTID:	4431
	DISTRITO: 4. Salamanca	LOTE:	2
	ESPECIE:	<i>Ulmus pumila</i>	
	DIANA:	Alta	
	V. GLOBAL VITALIDAD:	Baja	
	V. GLOBAL EMPUJE:	Bajo	
	ESTADO ESTRUCTURAL:	Regular	
	PROBABILIDAD VUELCO:	Media	
1. Vista general del árbol			
VALORACIÓN GLOBAL DEL RIESGO:		Medio - Alto	
PROPUESTA DE ACTUACIÓN:		Tala	