Elaborado por
Angie Katherine Moncada González - JBB CTO 746-2023
Luisa Fernanda Lozano Benavides – JBB CTO 828-2023
Maryin Astrid Vivas Hurtado - JBB CTO 764-2023

RESULTADOS ÁRBOLES PATRIMONIALES

SUBDIRECCIÓN TÉCNICA OPERATIVA
INVESTIGACIÓN APLICADA

INTRODUCCIÓN

Un árbol patrimonial se distingue por ser una planta de tipo leñosa, que puede abarcar arbustos, palmeras y helechos que crecen como árboles. Estos árboles se destacan por una serie de características que pueden ser biológicas, ecológicas, paisajísticas, históricas, culturales o sociales; para ser oficialmente reconocidos como tal, deben pasar por un proceso formal de declaración y posterior catalogación (Polo y Paredes, 2018).

Para el caso de Bogotá, según Bermúdez (2004), un árbol patrimonial es aquel que tiene al menos 60 años de edad, lo cual puede ser comprobado o respaldado por evidencia. Estos árboles son monumentales debido a su longevidad o edad avanzada, así como a su fenotipo, tamaño excepcional o forma distintiva, lo que los convierte en estructuras singulares en términos de arquitectura arbórea. Pueden ser de origen nativo y destacarse por su importancia ambiental y valor paisajístico, o ser de especies exóticas que sobresalen por su rareza o singularidad, contribuyendo de manera significativa a la estética del entorno. Además, estos árboles pueden poseer características naturales excepcionales en su especie u ocupar un lugar destacado en el ambiente, lo que les otorga un valor paisajístico adicional. También pueden tener un valor histórico y cultural, ya sea relacionado con eventos históricos o anécdotas significativas que los hacen importantes y tradicionales para la comunidad.

Dentro de este contexto, la tomografía sónica ofrece la posibilidad de explorar el interior de la madera de los árboles, lo cual simplifica la identificación de áreas idóneas para realizar pruebas encaminadas a determinar la edad de estos ejemplares. Este documento presenta los resultados de tres tomografías sónicas realizadas en dos árboles patrimoniales ubicados en la ciudad de Bogotá, con el propósito de determinar las condiciones internas de la madera.

METODOLOGÍA

Se realizó la evaluación de dos individuos de la especie *Juglans neotropica* Diels. localizados en la Calle 77 Nº 9 y en la Carrera 7 N°130B; para ello, se siguió la metodología propuesta por Gilbert *et al*, (2016) con el fin de realizar de manera efectiva la medición de los individuos:

1) Proceso de tomografía

    1.1) Posicionamiento de los sensores sónicos
    1.2) Medición de la geometría del fuste
    1.3) Medición sonora con el PiCUS[3]

2) Proceso resistografía

    2.1) Ajuste de la velocidad de rotación y penetración

Elaborado por
Angie Katherine Moncada González - JBB CTO 746-2023
Luisa Fernanda Lozano Benavides – JBB CTO 828-2023
Maryin Astrid Vivas Hurtado - JBB CTO 764-2023

2.2) Posicionamiento de la resistografía (Puntos cardinales)
2.3) Medición de la resistografía

3) Análisis de los resultados obtenidos a partir de las mediciones

RESULTADOS Y ANÁLISIS

1. Tomografías

Un tomógrafo sónico para árboles es un dispositivo que se utiliza para evaluar las condiciones internas de la madera en la sección transversal de un árbol sin cortarlo. El tomógrafo funciona emitiendo ondas sonoras de alta frecuencia hacia el árbol y midiendo la velocidad a la que estas ondas se propagan a través de la madera; coloraciones café-negro indican que la madera está en optimas condiciones, y colorimetría verde-morado indican que hay afectación en el estado interno.

1.1 *Juglans neotropica* Diels Calle 77 N°9

La figura 1 muestra los 24 puntos instalados para la tomografía, en los puntos del 5 al 10 se observa la cirugía que se le realizó al árbol con anterioridad para mantener su crecimiento.



Elaborado por
Angie Katherine Moncada González - JBB CTO 746-2023
Luisa Fernanda Lozano Benavides – JBB CTO 828-2023
Maryin Astrid Vivas Hurtado - JBB CTO 764-2023



Figura 1. Inspección visual del árbol. Teniendo como referencia los puntos cardinales. a) Fuste registrado desde el Norte. b) Fuste registrado desde el oeste. c) Fuste registrado desde el sur. d) Fuste registrado desde el este.

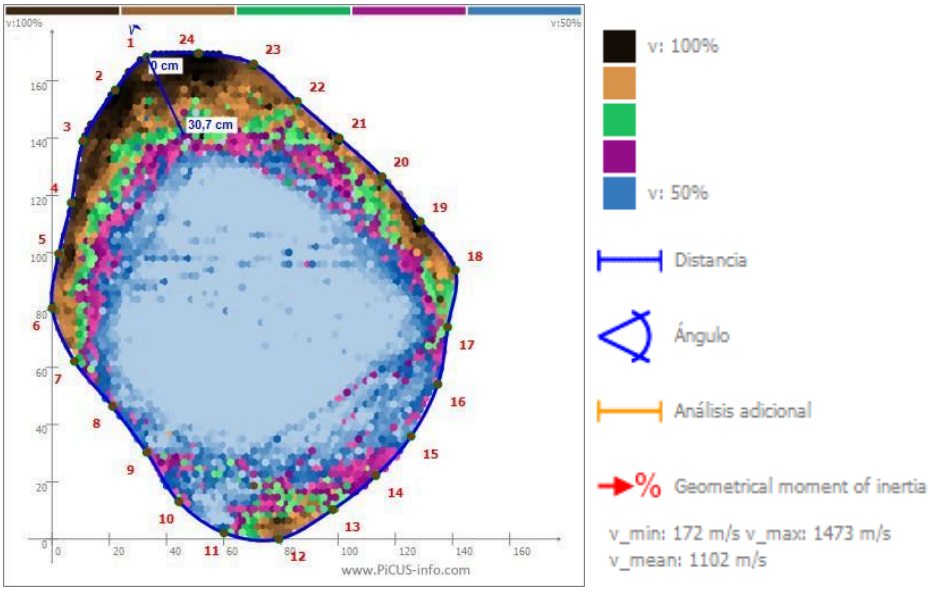


Figura 2. Tomografía realizada al individuo evaluado de la especie ***Juglans neotropica*** **Diels** (DAP = 130 cm de altura desde el suelo). Las líneas azules indican las direcciones de la resistografía tomada a esta altura.

En la Figura 2 se observan las coloraciones resultantes de la tomografía sónica, las cuales señalan afectaciones en este árbol. El color verde muestra una afectación baja y corresponde al 8,57% del área total; el tono rosa indica una afectación media, siendo un 10,92%; y el color azúl indica afectación severa, representando un 64,81% de la sección evaluada del fuste. Las variaciones de color se originan por la disminución de las ondas sonoras en la zona central y sur a una altura de 1,30 metros desde el suelo. Este fenómeno se debe a que, según los antecedentes consultados, gran parte del interior del árbol se encuentra hueco y rellenado con otros materiales. Es importante destacar que el árbol conserva su funcionalidad y la calidad de la madera es mejor en la zona norte (punto 1), representando tan solo el 15,71% del individuo.

1.2 Juglans neotropica Diels Carrera 7 No. 130B

En las figuras 3 y 4 se evidencian las tomografías realizadas al individuo *J. neotropica* Diels. a la altura del pecho y en la base del árbol respectivamente. En ambas evaluaciones fueron utilizados 24 puntos de recepción de sonido.



Elaborado por
Angie Katherine Moncada González - JBB CTO 746-2023
Luisa Fernanda Lozano Benavides – JBB CTO 828-2023
Maryin Astrid Vivas Hurtado - JBB CTO 764-2023



Figura 3. Inspección visual del árbol. Teniendo como referencia los puntos cardinales: Tomografía DAP a) Fuste registrado desde el Norte. b) Fuste registrado desde el oeste. c) Fuste registrado desde el sur. d) Fuste registrado desde el este.



Elaborado por
Angie Katherine Moncada González - JBB CTO 746-2023
Luisa Fernanda Lozano Benavides – JBB CTO 828-2023
Maryin Astrid Vivas Hurtado - JBB CTO 764-2023



Figura 4. Inspección visual del árbol. Teniendo como referencia los puntos cardinales: Tomografía Base a) Fuste registrado desde el Norte. b) Fuste registrado desde el oeste. c) Fuste registrado desde el sur. d) Fuste registrado desde el este.

Elaborado por
Angie Katherine Moncada González - JBB CTO 746-2023
Luisa Fernanda Lozano Benavides – JBB CTO 828-2023
Maryin Astrid Vivas Hurtado - JBB CTO 764-2023

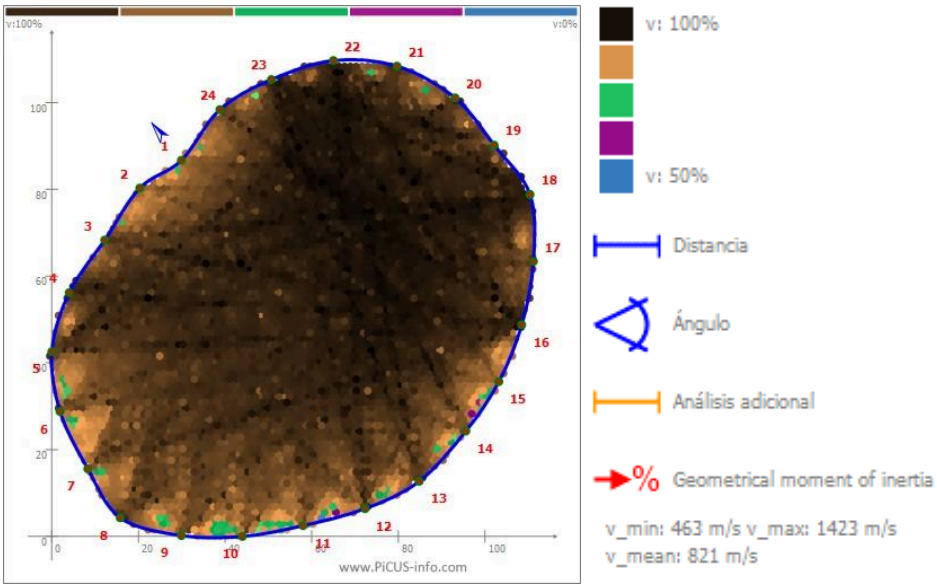


Figura 5. Tomografía realizada al individuo evaluado de la especie ***Juglans neotropica*** **Diels** (DAP = 1,36 m de altura desde el suelo).

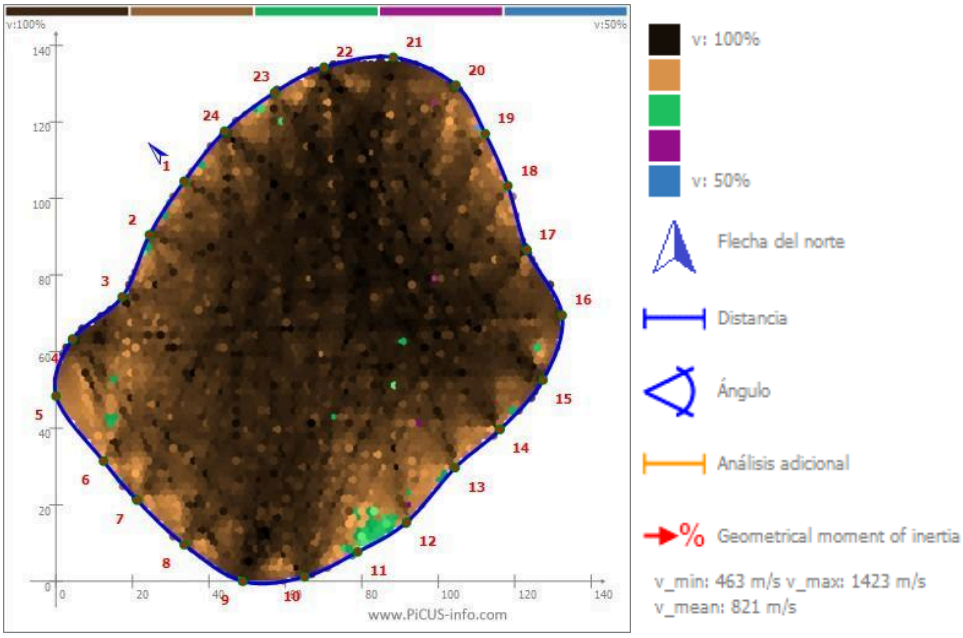


Figura 6. Tomografía realizada al individuo evaluado de la especie ***Juglans neotropica*** **Diels** (Base = 50 cm de altura desde el suelo).

Las tomografias de las figuras 5 y 6 muestran en su mayor porcentaje coloraciones en tonos marrones y negros, plasmando una velocidad de onda elevada cercana al porcentaje máximo (100%), lo cual indica que la madera no posee defectos en su interior. Sin embargo, para la tomografía en el DAP (figura 5) en la zona sur-oeste se observa una disminuciòn de las ondas de sonido expresada mediante puntos de coloración verde, muy cercanos a la zona de la corteza,

esta disminución está dada al grosor de la misma, ya que durante la medición se evidenció que las puntillas no alcanzaban a atravesar toda la corteza hasta llegar a la madera.

Por otro lado, la tomografía realizada en la base del árbol se muestra en la figura 6, la cual presenta coloraciones verdes entre los puntos 11 y 12 indicando una reducción en la velocidad de la onda, al igual que en la tomografía anterior, estos defectos se encuentran muy cercanos a la corteza; sin embargo, están concentrados en una mayor área, indicando una posible disminución de densidad de madera en la zona, causada por alguna afectación.

2. Resistografía

2.1 *Juglans neotropica* Diels Calle 77 N°9

Se realizaron dos resistografías a una altura de 1,30 m, la primera en dirección Norte -Sur, iniciando en el punto 1; y la segunda, en dirección este-oeste desde el punto 17. En las figuras 7 y 8 se pueden observar los gráficos resultantes de las mediciones, en el eje 'y' se evidencia la amplitud, la cual indica la fuerza (en porcentaje) que requiere el motor para perforar el árbol con determinada velocidad, en este caso se empleó una configuración de FEED (penetración): 200 cm/min y Speed (rotación): 2500 rpm; y en el eje 'x' se expresa la profundidad de penetración en centímetros. Teniendo en cuenta esta información, es importante resaltar que las gráficas muestran simultáneamente las amplitudes alcanzadas en la rotación y de la penetración de la broca (verde y azul respectivamente).

En la figura 7 se evidencia la resistografía realizada al fuste del árbol en dirección Norte-Sur a una profundidad de 37,30 cm. En esta se observa un completo descenso en la resistencia a los 31,71 cm de profundidad aproximadamente, el cual indica a que a partir de esta distancia ya no hay madera que proporcione resistencia a la broca confirmando lo mencionado anteriormente en la tomografía; la madera que se encuentra en los primeros 30 cm presenta condiciones normales.

Por otro lado, en la figura 8 se evidencia la resistografía realizada al fuste del árbol en dirección este-oeste a una profundidad de 9,91 cm. En esta se observa una caída de la resistencia, indicando que no hay madera después de los 4,52 cm, reconfirmando la cavidad interna que posee el individuo.

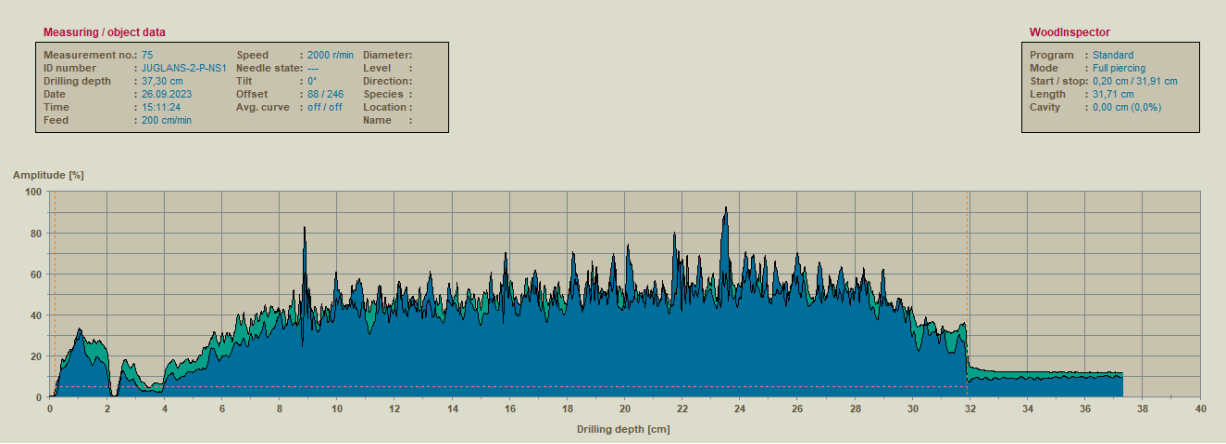


Figura 7. Resistografía realizada al individuo de la especie *Juglans neotropica* Diels. a 1,30 m dirección Norte- Sur, punto 1 de la tomografía.

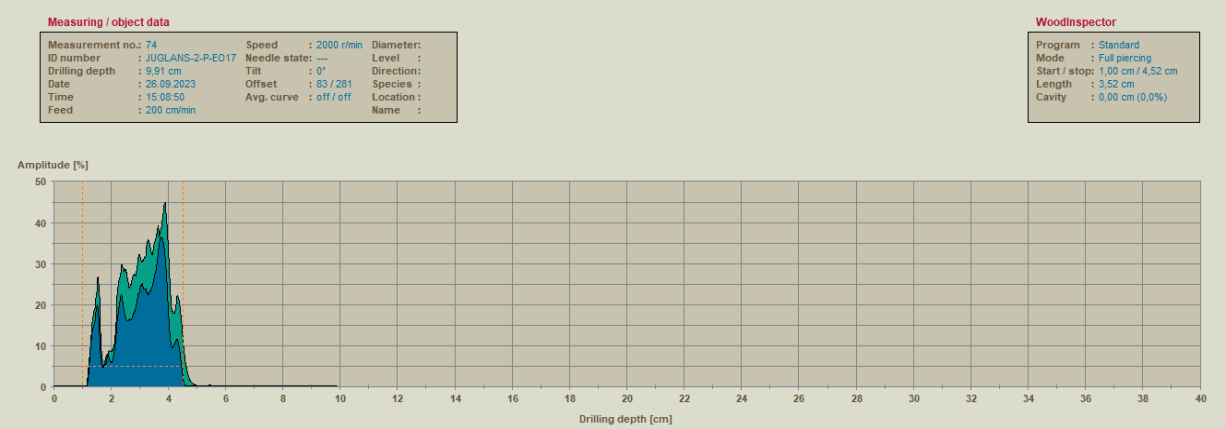


Figura 8. Resistografía realizada al individuo de la especie *Juglans neotropica* Diels. a 1,30 m dirección Este-Oeste, punto 17 de la tomografía.

2.2 *Juglans neotropica Diels* Carrera 7 No. 130B

En la figura 9 se evidencia la resistografía realizada al árbol de nogal en sentido norte-sur, iniciando desde el punto 1 a una altura de 50 cm desde el suelo para evaluar la base del individuo. El resistograma muestra inicialmente una gran amplitud en los primeros 2 cm de perforación, sin embargo, ambas curvas (de rotación y penetración) caen a menos de 20% lo que indica que allí se encuentra la capa de corteza. Pasados los 4 cm, paulatinamente aumenta la resistencia hasta estabilizarse hacia el centro del árbol, esto confirma la buena calidad de la madera en este punto hasta una profundidad de 40 cm.

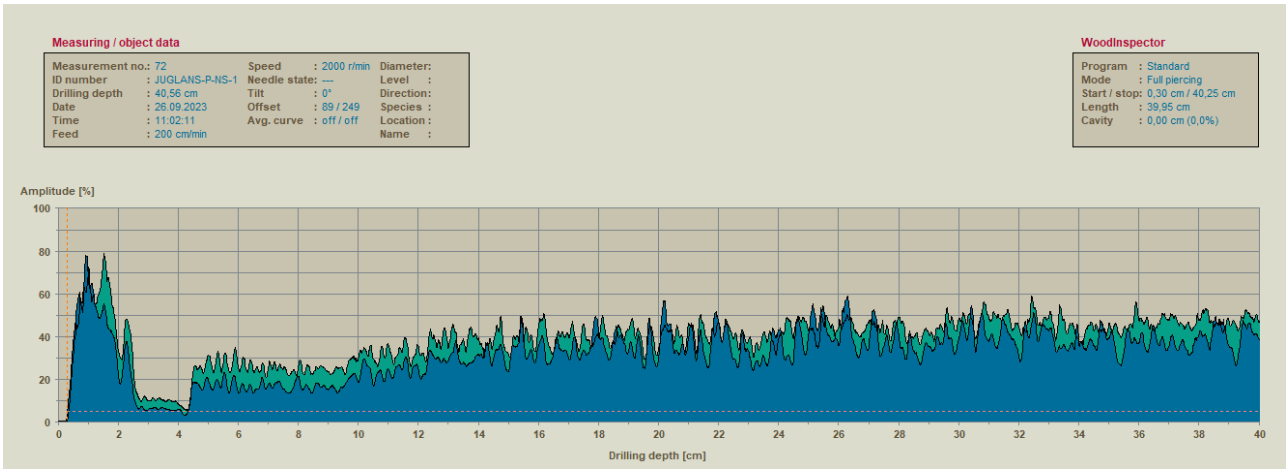


Figura 9. Resistografía realizada al individuo de la especie *Juglans neotropica* Diels. a 50 cm del suelo dirección Norte- Sur.

Elaborado por
Angie Katherine Moncada González - JBB CTO 746-2023
Luisa Fernanda Lozano Benavides – JBB CTO 828-2023
Maryin Astrid Vivas Hurtado - JBB CTO 764-2023

CONCLUSIONES

El árbol situado en la calle 77 con la carrera 9 muestra una carencia significativa de madera en la sección transversal del tronco debido a la presencia de una cavidad en la base del fuste. En efecto, solamente se dispone de los primeros 30 cm de madera a una altura de 1.30 m, esto permite entender que el individuo se ha mantenido a lo largo del tiempo y posterior a la cirugía con una estructura arbórea limitada.

El individuo evaluado en la carrera 7 con calle 130 B muestra una calidad de la madera estable y óptima, de esta manera el árbol ha sabido mantenerse durante el tiempo. Es así como los resultados de las pruebas al individuo reflejan su destacable estructura interna. Sin embargo, es importante mencionar que existe una capa de corteza que presenta una densidad menor pero esto no es impedimento para el desarrollo idóneo del individuo.

BIBLIOGRAFÍA

Bermúdez, E. (2004). Árboles Patrimoniales (Etapa I). Bogotá. Jardín Botánico “José Celestino Mutis”. Programa de Arborización.

Polo, J. y Paredes, S. (2018). Los árboles patrimoniales de Quito. Municipio del Distrito Metropolitano de Quito: Imprenta Mariscal, Segunda edición.