

Recomendaciones extraídas del estudio de estática de pinos afectados por el incendio de GC de 2007 realizado por Andreas Detter

Antecedentes

Como consecuencia del gran incendio de Gran Canaria de 2007 se produjo la caída inmediata de numerosos pinos centenarios. Estos pinos presentaban en sus troncos heridas o huecos de antiguo origen antrópico. El efecto del fuego en esos troncos desprovistos de protección incrementó las antiguas heridas hasta ocasionar el fallo en la sustentación de los troncos y la consecuente caída de los árboles.

Estos acontecimientos hicieron crecer la preocupación entre la población y técnicos de medio ambiente acerca del futuro de los numerosos pinos centenarios heridos o huecos existentes en la zona de Inagua, así como también y especialmente acerca de la situación y futuro del Pino de Pilancones, cuyo hueco se vio también incrementado por el incendio.

A raíz de esto el Cabildo encargó la elaboración de un informe para dar solución a las siguientes cuestiones:

1. Cómo asegurar la estabilidad del Pino de Pilancones
2. Cómo proteger los troncos heridos de pinos centenarios de futuros daños por fuego

Para ello se consultó a diversos especialistas en arboricultura, cirugía arbórea e ingeniería.

Tras dicha consulta quedó patente el elevado riesgo que se corría en caso de tomar precipitadamente medidas de protección inadecuadas para el Pino de Pilancones, pudiéndose con ello empeorar su situación e incluso provocar su fractura. Así, se concluyó que era necesaria la realización de un estudio detallado sobre el estado del árbol y, en caso necesario, diseñar soluciones específicas dimensionadas en base a los resultados que se obtuviesen. Para ello y para el estudio de otros ejemplares singulares como el Pino de la Lajilla y el Pino del Mulato se contactó con la empresa especializada Tree Consult. No obstante, tanto el Pino del Pilancones como el Pino de la Lajilla cayeron antes de que pudiese realizarse el estudio, que finalmente se realizó para el Pino del Mulato así como otros dos pinos centenarios heridos. A continuación se describe la metodología empleada para el estudio de los pinos, así como los resultados obtenidos y posibles soluciones planteadas para la conservación del Pino del Mulato.

En cuanto a las posibles soluciones para protección de los troncos heridos de cara a posibles daños futuros por efecto del fuego se obtuvieron diferentes propuestas de los especialistas que se mostrarán más adelante.

Método estático integrado: el Elasto-inclinómetro

El método estático integrado es un método no destructivo que aplica estándares internacionales de ingeniería para evaluar la estabilidad de los árboles. Este método valora tanto el **riesgo de fractura** como el **riesgo de vuelco** de los árboles. Ambos fallos mecánicos (fractura y vuelco) son provocados en la mayor parte de los casos por la acción del viento.

Cuando el viento ejerce fuerza sobre un árbol las fibras exteriores de la madera del tronco se tensan en un lado y se comprimen en el opuesto. La tensión que se genera en la madera por la carga del viento puede medirse mediante un **elastómetro** que permite determinar el riesgo de fractura del árbol.

Además, la carga del viento sobre un árbol provoca que las raíces de anclaje se eleven por un lado y se hundan por el opuesto. Esta inclinación de las raíces se mide con un **inclinómetro** que permite así establecer el riesgo de vuelco del árbol.

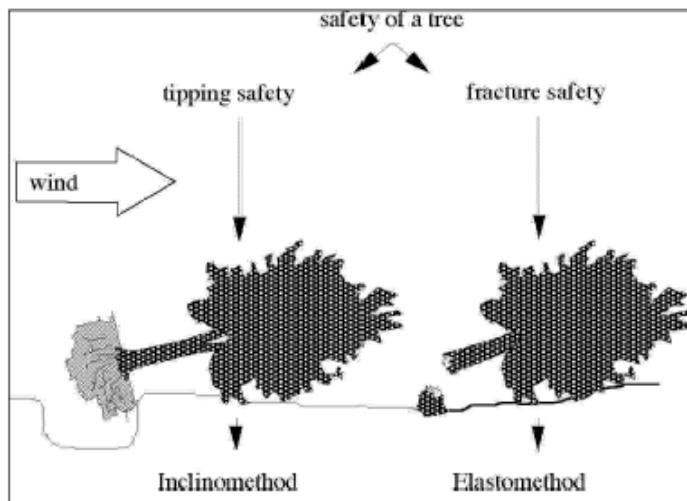


Figura 1: El método integrado evalúa el riesgo de vuelco y el riesgo de fractura del tronco frente a la carga del viento.

El método del Elasto-inclinómetro combina el uso de ambos aparatos (elastómetro e inclinómetro) para la evaluación de la estática del árbol mediante pruebas de tracción.

Estas pruebas de tracción, así como el estudio completo de la estática del Pino del Mulato y otros dos pinos centenarios heridos situados en la Reserva Natural Integral de Inagua fueron realizadas por el especialista Andreas Detter de la empresa Tree Consult entre marzo y abril de 2008 con la colaboración de 2 escaladores de Tecnomia y tres técnicos forestales de Cabildo de Gran Canaria, Gobierno de Canarias y Genea Consultores.

Durante el trabajo de campo se realizó en primer lugar una **evaluación visual** de los tres pinos considerando en ella su ubicación, características exteriores y síntomas.

Posteriormente se realizaron las **pruebas de tracción**, para lo cual se colocaron previamente diversos elastómetros a diferentes alturas alrededor de la base hueca del tronco. Estos medidores consisten en dos sensores tipo aguja que se insertan a través de la corteza hasta

penetrar en la madera y que miden la deformación de la madera bajo una fuerza determinada con una precisión de milésima de milímetro.

Además, se colocó un inclinómetro en la parte inferior del tronco para medir la inclinación de las raíces durante la prueba de tracción con una precisión de centésima de grado.

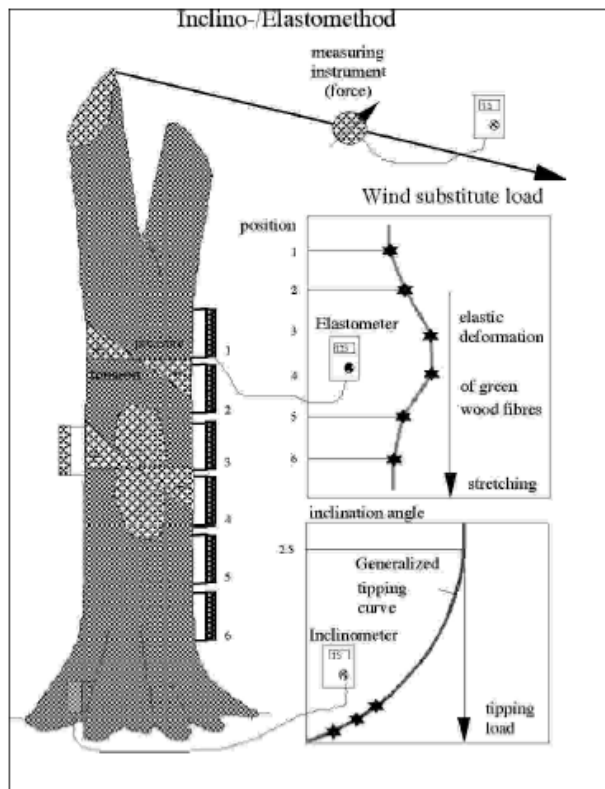


Figura 2: Prueba de tracción con método del Inclino-elastómetro. Árbol sometido a una carga sustitutiva del viento y medición de su reacción: tensión en fibras exteriores del tronco (elastómetro) e inclinación de las raíces (inclinómetro)

A continuación se realizó la simulación de la carga del viento sobre el árbol tensando una cuerda que, rodeando el tronco del árbol, unía éste a un contrapeso (árboles cercanos o vehículo pesado). La fuerza de tracción se aplicó de manera paulatina a través de un cabestrante controlándose con un **dinamómetro electrónico**.

La **dirección** desde la que se ejerció la fuerza en las diferentes pruebas coincidió por una parte con la dirección habitual del viento (SO) y por otra con la dirección de la apertura del tronco. Así, al Pino del Mulato se le aplicó fuerza en las direcciones NE y NO.

La posterior **evaluación de los datos** obtenidos en las pruebas de tracción se realizó mediante **programas informáticos** específicos.

Con ayuda de un **procesador de imagen** se realizó un análisis de la carga del viento sobre el árbol, es decir, se obtuvo el valor de la fuerza ejercida por el viento sobre el árbol a una velocidad determinada. Para ello se requirió, además de los valores obtenidos en las pruebas

de tracción, una imagen completa de árbol y diversos parámetros relacionados con la aerodinámica.

A partir de los valores de deformación de la madera obtenidos en las pruebas de tracción y mediante métodos matemáticos de modelización se calculó en porcentaje la seguridad o resistencia de la madera viva frente a la fractura y al vuelco. En ambos casos se utiliza como valor mínimo de referencia 150%; se aplica por lo tanto un coeficiente de seguridad de 1,5.

Resultados del estudio de estática del Pino del Mulato

Evaluación visual y mediciones básicas

El árbol posee una circunferencia de base de 5,45 m y una altura total de 46,5 m.

La copa presenta abundante ramificación. La base de la copa se encuentra a 17,5 m de altura. Se observan ramas secas, así como alguna rama gruesa partida.

Se encuentra en una ladera de fuerte pendiente en un barranco que discurre en dirección suroeste. Presenta inclinación del tronco de 10° en dirección sureste a favor de la pendiente.

El antiguo hueco que presenta en la base del tronco se abre en dirección noroeste. Tras el incendio de 2007 la oquedad creció por efecto del fuego llegando a traspasar la pared y creando un nuevo agujero. El interior del hueco se encuentra totalmente carbonizado. En la madera seca de su interior se observan grietas de contracción en las que se aprecia resina y también que las fibras de la madera aunque secas están intactas.

En el exterior se comprobó que, debido al daño ocasionado en la corteza en los bordes del hueco, el cambium estaba seco, lo cual imposibilita o dificulta una recuperación (cerramiento de herida) por parte del árbol. Resulta evidente a simple vista el escaso grosor de las paredes residuales que soportan el árbol.

Seguridad frente a fractura

El Pino del Mulato obtuvo en ambas pruebas de tracción desde diferentes direcciones un valor de tan sólo 50% (frente al valor mínimo de referencia de 150%) medido a una altura de 2,5m.

Tras la evaluación de los datos obtenidos se llegó al resultado de que a partir de vientos de fuerza 7 de la escala de Beaufort (61 km/h) el riesgo de fallo mecánico en el árbol es muy elevado ya que el valor de la seguridad frente a fractura es menor de 100%.

La pared residual del tronco presentaba además grietas, que si bien parecían simples grietas de contracción, en algunos casos eran relativamente profundas. No puede descartarse la

posibilidad de que estas grietas se abran más en una situación de elevada carga (por ejemplo por efecto de un fuerte viento) pudiendo llegar a ocasionar la fractura del tronco. Esta circunstancia implica que, presumiblemente, el valor real de seguridad frente a fractura sea aún menor que el obtenido en las mediciones.

Seguridad frente a vuelco

Los valores obtenidos para el porcentaje de seguridad frente a vuelco quedaron en ambas pruebas de tracción muy por debajo del valor mínimo de referencia de 150%, obteniendo valores de 37% y 68%. Es de interpretar por lo tanto que la apertura existente en el tronco ha afectado de manera considerable la capacidad de anclaje de las raíces, probablemente debido a daños producidos en las raíces cercanas a la base del tronco.

Posibles soluciones planteadas

...para asegurar la estabilidad del Pino del Mulato:

1. Reducción de la copa

- Gran impacto visual, el árbol pierde su forma característica.
- Pierde capacidad fotosintética, necesaria para la creación de nueva madera.
- No obstante, la perspectiva de conservación mejora considerablemente a largo plazo: con una reducción del 15% (7m) se aseguraría la seguridad del árbol al menos hasta vientos de fuerza 7 (61 km/h).

2. Anclaje mediante tensores

- Anclaje necesario en al menos 3 direcciones, una de ellas coincidiendo con la dirección principal del viento (SO). Al menos en esta dirección utilizar dos cables de anclaje.
- Necesidad de elementos de amortiguación para absorción de la carga del viento evitando efecto "karate" .
- Materiales resistentes al fuego.

3. Estructura de apoyo de acero o madera con tratamiento ignífugo

- Punto delicado el de transferencia de la fuerza por falta de capacidad de oscilación; por ello, recomendable utilizar sistema de cintas.
- Enorme impacto visual
- Puede resultar problemático si se toma como única medida considerando la elevada carga ejercida por el viento y la reducción de la capacidad de oscilación.

... encaminadas a evitar futuros daños por incendio:

A raíz de la consulta de diversos especialistas en relación a la protección de troncos heridos frente al fuego se plantean las siguientes opciones:

- Enfoscado del hueco del árbol; se barajan diferentes tipos de mortero con propiedades ignífugas, impermeabilizantes y de transpiración.
- Protección del hueco mediante pantalla realizada con yeso hidrofugado sobre mallazo recubierto de material impermeabilizante.

Además, como medidas de protección frente a incendios se plantean en el estudio de A. Detter las siguientes:

- Eliminación de árboles circundantes al Pino del Mulato que por su proximidad puedan hacer llegar el fuego a éste, así como retirada de pinocha y demás material vegetal combustible.
- Claras generalizadas en la zona para dificultar la propagación del fuego.
- Recubrimiento del tronco en el exterior.

Conclusiones del informe

De entre las diferentes soluciones posibles que ha planteado el autor del estudio de estática, éste considera más apropiada la utilización del cableado. Dado que la **reducción adicional de la copa** proporcionaría mayor seguridad al árbol y reduciría el coste de material y puntos de anclaje, el autor del estudio estima oportuna la consideración de dicha opción.

Por otra parte, dada la ubicación del árbol en ladera de fuerte pendiente es previsible que aún tomando las medidas recomendadas no se consiga asegurar el árbol de manera óptima en la dirección suroeste. A través de una **estructura de soporte** (que considerando la efectuaración de las medidas anteriores sería de menor dimensión que la descrita en el apartado anterior) se lograría reducir más la libertad de movimiento del árbol aportando una mayor seguridad.

Asimismo, A. Detter considera necesaria la realización de un **seguimiento de la evolución del árbol** consistente en:

- Control visual dos veces al año: seguimiento de fisuras existentes, comprobar si hay nuevas fisuras tanto en tronco, como base y copa; ángulo de inclinación del árbol, levantamiento o hundimiento de las raíces; existencia de ramas muertas.
- Control visual después de vendavales.
- Nuevo estudio de estática pasados 2 años.

Más información sobre estática de árboles y método estático integrado en:

www.tree-consult.org