

Ingeniero forestal, Compañía Nacional de Fuerza y Luz (ehernandez@cnfl.go.cr)

## Evaluación del riesgo en árboles urbanos

Erick Hernández Garzón

on la entrada de la estación lluviosa algunos árboles empiezan a caerse provocando daños, lo cual genera preocupación en la ciudadanía que muchas veces solicitan la corta de árboles a las municipalidades o a las empresas distribuidoras de energía. Cuando se reciben noticias de esto en los diferentes medios de comunicación, inconscientemente relacionamos esos eventos con nuestro árbol, y se emiten criterios no técnicos sobre su condición de riesgo, aduciendo que también se puede caer. Esta sensación generada por una persona con poca o baja formación en arboricultura la definen Diaz y Ruiz (2019) como riesgo aparente, ya que todavía no hay un proceso sistemático y riguroso para evaluar si el árbol puede generar un daño.

El riesgo se define como la combinación entre la probabilidad de un evento y sus consecuencias (ANSI, 2017) y su gestión debería iniciar por el dueño o entidad responsable del mismo. En nuestro país tenemos diferentes actores que intervienen bajo las siguientes condiciones: a) si el árbol se encuentra en un parque o en zona verde es responsabilidad de la municipalidad; b) si el árbol se encuentra en el derecho



de vía de una carretera nacional le corresponde al Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT); c) si el árbol está en el área aledaña a la línea férrea le corresponde al Instituto Costarricense de Ferrocarriles (INCOFER); d) y si el árbol esta en propiedad privada, le corresponde al dueño registral. En el caso de las empresas distribuidoras de energía, ellas no administran zonas, su intervención en los árboles urbanos es para evitar interferencias en el suministro de energía eléctrica, y por consiguiente tienen responsabilidad proactiva de evitar algún daño en su infraestructura.

El proceso de gestión del riesgo inicia definiendo junto con el cliente (responsable del riesgo) el objetivo y alcance, con el fin de que el arborista pueda establecer los instrumentos a utilizar, el tiempo requerido, el nivel de inspección, tipo de reporte requerido, canal de comunicación, limitaciones del trabajo, entre otros (**Figura 1**). Con respecto a la inspección,

Smiley *et al.* (2017) establecen 3 niveles que se describen a continuación:

- Evaluación visual limitada: se realiza desde vehículo o caminando y se detectan defectos obvios del árbol desde la posición de observación.
- Evaluación básica: inspección 360 grados, revisa las condiciones e historia del sitio, utiliza instrumentos como martillos, taladros, barrenos.
- Evaluación avanzada: se utiliza equipo especializado como resistógrafos, tomógrafos y tree radar para tener más información de algunos defectos encontrados. En caso de ser necesario, se escala el árbol para obtener mayor detalle.
- El paso que sigue es elegir los criterios y la metodología —que dicho sea de paso hay varias— por lo que la persona arborista deberá escoger la más apropiada para realizar su estudio. Independientemente de



Figura 1. Proceso de gestión del riesgo adaptado de la norma INTE/ISO 31000:2011

- esto, dentro de los criterios de evaluación deberá considerar:
- Árbol: Se recomienda levantar un registro de los defectos del árbol considerando raíces, fuste y copa, así como procurar descifrar la historia de vida desde el vivero hasta incluso las podas recibidas.
- Condiciones del sitio: Hay que evaluar aspectos como topografía, exposición del árbol, lluvia, velocidad del viento, modificaciones del suelo como movimiento, compactación o levantamiento.
- DIANA: determinar la persona o infraestructura que podría ser dañada. Tomar en cuenta que hay objetos móviles e inmóviles.

En la etapa de evaluación y análisis se debe conocer el nivel de ocupación que tenemos en una edificación y la frecuencia de permanencia, de igual manera, si estamos hablando de objetivos móviles como personas y vehículos, también tenemos que conocer la frecuencia para evaluar la consecuencia del daño. Adicionalmente, se deben evaluar los defectos del árbol y las condiciones del sitio. Otro aspecto es valorar la factibilidad de mover el objeto o bien aislar el árbol en un perímetro amplio de manera que las personas no transiten a su alrededor.

Una vez que se realiza dicho análisis —aplicando la metodología elegida—se debe llegar a una categorización del riesgo, con el fin de optimizar los recursos en aquellos árboles donde el riesgo es mayor. El mapa térmico es empleado para visualizar la evaluación de un riesgo inherente, es decir, tal como está sin ninguna intervención, y debe permitirnos visualizar su nivel después de la aplicación de tratamientos. En la **Figura 2** se

Probabilidad de fracaso e impacto	Consecuencia del impacto				
	Despreciable	Menor	Significante	Severo	
Muy probable	Bajo	Moderado	Alto	Extremo	
Probable	Bajo	Moderado	Alto	Alto	
Algo Probable	Bajo	Bajo	Moderado	Moderado	
Improbable	Bajo	Bajo	Bajo 1	Bajo	

Figura 2. Mapa térmico (Smiley et al., 2017).



ejemplifica de color azul el riesgo inherente de un árbol en categoría alta y color gris en categoría moderado cuando aplicamos tratamientos. Dentro de los planes de tratamiento esta la poda, instalación de estructuras de soporte, instalación de pararrayos, remoción del árbol, mejoras en las condiciones del suelo, entre otros.

La última etapa es la generación del reporte, en la cual debemos incluir todos los defectos que encontramos en el árbol, las condiciones del sitio que pueden afectar, los tratamientos a aplicar, y la condición del riesgo con la aplicación del control. El cliente es el que debe aceptar si el riesgo residual es aceptable, por lo cual es recomendable que se responsabilice de dicha situación por medio de la firma del informe. Se sugiere realizar una evaluación de la efectividad de los tratamientos para ir mejorando la práctica.

La metodología que aplica la Sociedad Internacional de Arborización (ISA, por sus siglas en inglés), es un método cuantitativo porque aplica la fórmula matemática de que riesgo es el resultado de la probabilidad por la consecuencia, y también cualitativo porque utiliza dos matrices que categorizan la probabilidad y consecuencia de conformidad con varios niveles de condiciones (Smiley et al., 2017). La primera matriz se utiliza para estimar la probabilidad del fracaso del árbol o una parte de este sobre un objetivo y la segunda para combinar la probabilidad de fracaso e impacto con la consecuencia sobre la diana. Con el fin de comprender de manera práctica dicho método, se presenta —a modo de ejemplo— la evaluación de un árbol de roble con las siguientes condiciones:

Durante la inspección de campo se determinó que la dirección del viento es hacia la carretera y que el árbol tiene una fisura importante en la base del fuste de más de 50 cm de longitud.

Para utilizar la matriz #1, se utilizan las siguientes categorizaciones de probabilidad de fallo e impacto:

• Especie: Quercus sp

· Diámetro (DAP): 62 cm

Altura: 24 mPendiente: 5%

- Ubicación. A un costado de la ruta nacional 218
- Infraestructura cercana: redes eléctricas
- Velocidad del viento: 20 km/h.
- Tránsito vehicular: Bajo



Categorización de la probabilidad de fallo

- Inminente: La falla ha comenzado o es más probable que ocurra en el futuro cercano, incluso si no hay viento o una carga aumentada.
- Posible: Podría ocurrir una falla, pero es poco probable bajo condiciones atmosféricas típicas. Alta falla con vientos fuertes.
- Probable: Se espera fallo bajo condiciones climáticas normales.
- Improbable: No es probable que el árbol falle incluso en condiciones climáticas severas.

Categorización de la probabilidad de impacto sobre el objetivo

- Alta: Es probable que el objetivo se vea afectado
- Medio: el objetivo puede o no verse afectado.

- Bajo: No es probable que el objetivo se vea afectado
- Muy bajo: La posibilidad de impactar un objetivo es remota.

El árbol se encuentra fitosanitariamente bien, no obstante, la fisura que tiene en el fuste es considerable por lo cual se determina que la probabilidad de fallo es inminente, es decir es posible que ocurra en el futuro cercano. Con respecto a la probabilidad del impacto esta es alta porque podría impactar una rama la línea de distribución (objetivo inmóvil) como personas o vehículos (objetivos móviles). Al cruzar ambas probabilidades nuestro resultado es muy probable como se muestra en la **Figura 3**.

Con la aplicación de la matriz #1 (**Figura 3**), se evalúa la probabilidad del impacto sobre uno o varios objetivos, pero

Duchahilidad da	Probabilidad del impacto				
Probabilidad de fracaso	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	
Inminente	Improbable	Algo probable	Probable	Muy probable	
Probable	Improbable	Improbable	Algo probable	Probable	
Posible	Improbable	Improbable	Improbable	Algo probable	
Improbable	Improbable	Improbable	Improbable	Improbable	

**Figura 3**. Aplicación de la matriz #1 para estimar la probabilidad del fracaso del árbol o una parte de este sobre un objetivo.



todavía nos falta evaluar las consecuencias, es decir, establecer la magnitud del riesgo si se materializa. Para eso utilizamos la matriz #2 (Figura 4), cuyo fin es combinar la probabilidad de fracaso e impacto con la consecuencia sobre la diana. Los parámetros utilizados para evaluar la consecuencia del daño son los siguientes:

- Despreciable: Daño a las propiedades bajo. Lesiones a personas poco probables.
- Menor: Daño a la propiedad de valor bajo a moderado. Lesiones a personas poco probables.
- Significante: Daño a la propiedad de valor moderado a alto. Personas podrían resultar heridas.
- Severo: Daño a la propiedad alto.
   Una o más personas podrían resultar heridas o muertas.

Nuestro análisis debe considerar una variedad de escenarios posibles para determinar la consecuencia. En este caso, el árbol no solo podría impactar las líneas eléctricas, sino también a un vehículo que pueda pasar por el sitio. Bajo ese escenario, la consecuencia del impacto podría ser significante ya que la línea de distribución pertenece a un circuito principal e impactaría a muchas personas que se quedarían sin energía eléctrica.

Al cruzar la probabilidad del impacto —que habíamos determinado como muy probable— y la consecuencia que determinamos significante, nuestro riesgo se categoriza como alto. Dado que el árbol tiene una fisura —la cual no se puede corregir— la recomendación del tratamiento es la corta, para lo cual debemos establecer el plazo para tramitar el permiso y la contratación de las labores, de manera que el riesgo no se materialice.

	Consecuencia del impacto				
Probabilidad de fracaso e impacto	Despreciable	Menor	Significante	Severo	
Muy probable	Bajo	Moderado	Alto	Extremo	
Probable	Bajo	Moderado	Alto	Alto	
Algo Probable	Bajo	Вајо	Moderado	Moderado	
Improbable	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	

Figura 4. Aplicación de la matriz #2 para combinar la probabilidad de fracaso e impacto con la consecuencia sobre la diana.

Dado que el tratamiento fue la eliminación del árbol, el riesgo residual es cero, pero cuando el tratamiento es poda o mejoras de las condiciones del suelo siempre tendremos un riesgo residual.

Entonces, la evaluación del riesgo no debe constituirse como medio para justificar la corta de árbol, por el contrario, su fin es conservar el árbol y disminuir el nivel de riesgo a uno aceptable para el cliente. Se sugiere capacitar en la temática de evaluación de árboles urbanos al personal que dentro sus labores tengan que realizar dichas evaluaciones. La capacitación debería incluir entre otros: elementos conceptuales, identificación de defectos, arquitectura y biomecánica para realizar evaluaciones rigorosas y así procurar disminuir la subjetividad y mitos alrededor de ciertos defectos. Finalmente, se recomienda a las universidades incorporar una materia de arboricultura como parte del plan de estudios e implementar investigaciones sobre árboles urbanos.

## Referencias

- American National Standards Institute [ANSI]. (2017).

  American National Standard for Tree Care Operations: Tree, Shrub, and Other Woody Plan Management-Standard Practices (Tree Risk Assessment.

  Tree Failure) (A300 Part 9). Londonderry, New Hampshire: Tree Care Industry Association.
- Diaz-Galiano, L. y Ruiz, A. (2019). Riesgo aparente en arbolado urbano. De la subjetividad a la realidad. Edición Algorfa. Algorfa, España.
- Smiley, E. T., Matheny, N. y Lilly, S. (2017). Best Management Practices: Tree Risk Assessment (2nd Ed.). Champaign, Illinois: International Society of Arboriculture.