



Quantified Tree Risk Assessment  
*Simply Balancing Risks With Benefits*



# Nota de procedimiento

## Quantified Tree Risk Assessment

VERSION 5

# Nota de procedimiento

## Quantified Tree Risk Assessment

(evaluación cuantitativa de riesgos asociados a los árboles)

*“Cuando uno puede medir aquello de lo que está hablando y expresarlo con números, sabe algo acerca de ello; pero cuando no puede medirlo, cuando no puede expresarlo con números, su conocimiento es escaso e insatisfactorio”.*

William Thomson, Lord Kelvin, Popular Lectures and Addresses [1891-1894]

### 1. INTRODUCCIÓN

Cada día nos enfrentamos a posibles riesgos en todo lo que hacemos, y los gestionamos haciendo elecciones. Sopesamos los costes y beneficios de cada riesgo para saber si es aceptable, inaceptable o tolerable. Por ejemplo, si decido viajar en coche, debo aceptar que, aunque tenga en cuenta todas las medidas de control de riesgos, como cinturones de seguridad, limitadores de velocidad, airbags y quitamiedos, sigue existiendo un riesgo importante de accidente mortal. Se trata de un riesgo cotidiano que se da por hecho y que aceptan millones de personas a cambio de las ventajas de disfrutar de una forma cómoda de viajar. La gestión de los árboles debe adoptar un enfoque igualmente equilibrado.

El riesgo asociado a la caída de un árbol existe solo si existe tanto la posibilidad de desplome del árbol como la posibilidad de producirse un daño. El trabajo de un evaluador de riesgos consiste en considerar la probabilidad y las consecuencias de un desplome del árbol. Posteriormente, el resultado de esta evaluación ayudará al gestor de árboles, que también puede ser el propietario de los mismos, a tener en consideración los riesgos.

La Evaluación cuantitativa de riesgos asociados a los árboles (QTRA, por Quantified Tree Risk Assessment) utiliza una gama completa de valores<sup>1</sup> que permite al evaluador de árboles identificar y analizar el riesgo de colapso de los árboles en tres etapas clave. 1) La evaluación de la planificación territorial teniendo en cuenta la vulnerabilidad al impacto y la probabilidad de ocupación, 2) la evaluación de las consecuencias de un impacto, teniendo en cuenta el tamaño del árbol o la rama en cuestión, y 3) el cálculo de la probabilidad de que dicho árbol o rama colapse en la planificación territorial correspondiente. Mediante el cálculo de los valores de estos componentes, el evaluador, con ayuda de la calculadora manual o la aplicación de software de QTRA, puede evaluar un Riesgo de daño anual para un árbol concreto. A fin de documentar las decisiones de gestión, se pueden clasificar y comparar los riesgos de distintas fuentes de peligro para sopesarlos

posteriormente frente a niveles de riesgo que estén ampliamente aceptados y tolerados.

**Un enfoque equilibrado de los riesgos asociados a los árboles**

Los riesgos asociados a la caída de árboles suelen ser muy bajos. Los riesgos elevados suelen darse solo en zonas con altos niveles de ocupación humana o con propiedades valiosas. En los casos en los que los niveles de ocupación humana y propiedad valiosa son lo suficientemente bajos, no suele ser necesario evaluar la debilidad estructural de los árboles. Incluso aunque la planificación territorial sugiera que se debe realizar dicha evaluación, pocas veces resulta proporcionado evaluar el riesgo de cada uno de los árboles de una población. Con frecuencia, todo lo que se necesita es una breve reseña que identifique señales generales de debilidad estructural o deterioro. Hacer todo lo que resulta viable dentro de unos límites razonables no significa examinar periódicamente los árboles uno a uno (HSE 2013).

El método de QTRA permite adoptar distintos enfoques que abarcan desde una evaluación general de grandes grupos de árboles a, si es necesario, la evaluación detallada de un solo árbol.

**Riesgo de daño**

La información que se genera con QTRA se denomina Riesgo de daño, y es una medición combinada sobre la probabilidad y las consecuencias de un colapso de los árboles tomando como referencia la pérdida de una vida humana en el transcurso del año entrante.

**ALARP (tan bajo como sea razonablemente viable)**

Para establecer que los riesgos se han reducido a un nivel ALARP, o «tan bajo como sea razonablemente viable», por sus siglas en inglés (HSE 2001), es necesario evaluar el riesgo y el sacrificio o el coste que conlleva reducir dicho riesgo. Si se puede demostrar que hay una desproporción importante entre ambos factores, es decir, que el riesgo es insignificante en relación con el sacrificio o el coste, reducir aún más el riesgo no será «razonablemente viable».

<sup>1</sup> Consulte las tablas 1, 2 y 3.

### Costes y beneficios del control de riesgos

Los árboles aportan muchos beneficios a las personas y al entorno en general. A la hora de gestionar los riesgos, es fundamental mantener un equilibrio entre los costes y los beneficios de la reducción de los riesgos, un factor que debe tenerse en cuenta a la hora de establecer el nivel ALARP. No solo debe sopesarse el coste financiero de controlar los riesgos, sino también la pérdida de los beneficios asociados a los árboles, así como el riesgo para los trabajadores y la gente en general que se deriva de la propia medida de control de riesgos.

A la hora de sopesar los riesgos asociados a la caída de árboles, el coste del control de riesgos seguramente será demasiado alto si es claramente «desproporcionado» con respecto a la reducción del riesgo. En el contexto de QTRA, la cuestión de una «desproporción importante»<sup>2</sup> en aquellas situaciones en las que las decisiones estén claramente orientadas en pro de la seguridad, solo se tendrá en cuenta cuando exista una relación de riesgo de 1/10 000 o superior.

### Riesgos aceptables y tolerables

El plan de Tolerabilidad del riesgo, o ToR por sus siglas en inglés (HSE 2001), es un enfoque ampliamente aceptado para establecer si los riesgos son, en términos generales, aceptables, inaceptables o tolerables. El ToR, representado en un gráfico en la figura 1, se puede resumir en una región ampliamente aceptable en la que el límite superior es un riesgo de muerte anual de 1/1 000 000, una región inaceptable para la que el límite inferior es 1/1000 y, entre estos dos límites, una región tolerable en el que la tolerabilidad de un riesgo dependerá de los costes y beneficios de la reducción de dicho riesgo. En esta región tolerable tendremos que sopesar si los beneficios del control de riesgos son suficientes para justificar su coste.

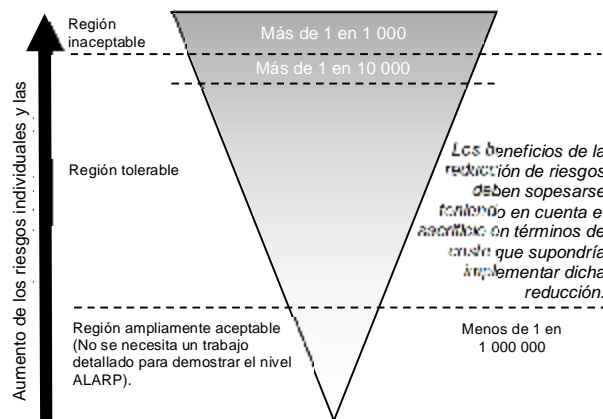


Figura 1. Adaptado del plan de Tolerabilidad del riesgo (HSE 2001).

Con respecto a los árboles, algunos riesgos pueden superar el límite ampliamente aceptable de 1/1 000 000,

pero seguir siendo tolerables. Esto se debe a que cualquier otra reducción implicaría un coste desproporcionado en cuanto a beneficios medioambientales, visuales y de otro tipo que vendrían a añadirse al coste financiero del control del riesgo.

### Valor de la vida estadística

El Valor de la vida estadística, o VOSL por sus siglas en inglés, es una herramienta para la gestión de riesgos muy popular que emplea el valor de una vida hipotética para orientar una asignación proporcionada de los recursos a la reducción de riesgos. En el Reino Unido, este valor se encuentra en torno a £2 000 000 (2 400 000 €), y es el que se adopta en el método de QTRA.

En QTRA, la aplicación de un valor estadístico sobre una vida humana tiene dos usos concretos. En primer lugar, QTRA utiliza el VOSL para poder comparar los daños a la propiedad con la pérdida de vidas. Con esto se permite, a su vez, comparar los riesgos para las personas y para la propiedad. En segundo lugar, el VOSL permite documentar la asignación proporcionada de recursos financieros destinados a la reducción de riesgos. “Un valor de vida estadística de 1 000 000 £ es simplemente una forma distinta de decir que una reducción en el riesgo de muerte de 1/100 000 al año tiene un valor de 10 £ al año” (HSE 1996).

El VOSL es diferente en otros países pero, para garantizar la homogeneidad en los resultados de QTRA, se recomienda la aplicación internacional de un VOSL de £2 000 000 (2 400 000 €). La decisión la deberá tomar, en última instancia, el gestor de árboles.

## 2. TITULARIDAD DEL RIESGO

Cuando muchas personas se exponen a un mismo riesgo, lo comparten. Si solo se expone una persona, dicha persona es el destinatario de todo el riesgo y, si tienen control sobre el mismo, también es su titular. Una persona puede elegir entre aceptar o rechazar cualquier riesgo sobre sí misma siempre que dicho riesgo esté bajo su control. Si el riesgo se impone sobre otros, la responsabilidad social exige la aplicación de controles de riesgos que, en última instancia, deben imponer los tribunales o los reguladores gubernamentales.

Aunque, en ocasiones, los resultados de QTRA puedan estar relacionados con un destinatario individual, no suele ser el caso. Lo más probable es que el cálculo del Riesgo de daño se base en una ocupación acumulativa, es decir, el número de personas por hora o vehículos al día, y que no identifique a las personas que comparten el riesgo.

<sup>2</sup> Más detalles en la página 5.

Si el riesgo de daño está relacionado con una persona concreta o con un grupo conocido de personas, el gestor de riesgos puede tener en cuenta la opinión de los que se exponen a dicho riesgo a la hora de tomar decisiones de gestión. Si el riesgo se impone sobre la comunidad en general, es posible utilizar los principios que se exponen en el plan ToR como enfoque razonable a la hora de determinar si el riesgo es ALARP.

### 3. EL MÉTODO DE QTRA: VERSIÓN 5

Los valores de entrada para los tres componentes del cálculo de QTRA se recogen en intervalos amplios<sup>3</sup> de Diana, Tamaño y Probabilidad de colapso. El evaluador calcula los valores de estos tres componentes y los introduce en la calculadora manual o en la aplicación de software para calcular el Riesgo de daño.

#### Evaluación de la planificación territorial (DIANAS)

El carácter de la planificación territorial que irá debajo o al lado de un árbol concreto suele determinar el nivel y el alcance de la evaluación de riesgos que se debe llevar a cabo. En la evaluación de los dianas, hay disponibles seis intervalos de valor. En la tabla 2 se exponen estos intervalos para la frecuencia vehicular, la ocupación humana y el valor monetario de los daños a la propiedad.

#### Ocupación humana

La probabilidad de ocupación peatonal en un lugar concreto se calcula teniendo en cuenta que un peatón tardará, de media, cinco segundos en pasar por debajo de un árbol estándar. Por ejemplo, una ocupación promedio de diez peatones por día, cada uno de ellos ocupando la diana durante cinco segundos, es una ocupación diaria de cincuenta segundos, dando una probabilidad de ocupación de  $1/1,728$ . En caso de que sea probable una ocupación más prolongada, como ocurre con un edificio habitable, un café con terraza o el banco de un parque, el periodo de ocupación se puede medir o calcular como la proporción de una unidad de tiempo concreta, por ejemplo, seis horas al día ( $1/4$ ). El DIANA se registra como un intervalo (tabla 2).

#### DIANAS afectados por la climatología

Con frecuencia, el carácter de la debilidad estructural de un árbol concreto es tal que la probabilidad de colapso es superior durante un día de viento, mientras que la probabilidad de ocupación peatonal del sitio ese día de viento suele ser baja. Esto es especialmente cierto en el caso de zonas recreativas al aire libre. A la hora de evaluar dianas humanas, el evaluador de riesgos debe responder a esta pregunta: «en las condiciones climáticas en las que es probable que se produzca un colapso del árbol, ¿qué ocupación humana preveo?» Al adoptar este enfoque, en lugar de utilizar la ocupación media, el evaluador se asegura de tener en cuenta la relación entre clima, personas y árboles, junto con la naturaleza de la

persona promedio y su capacidad para reconocer y evitar riesgos innecesarios.

#### Vehículos en la autopista

En el caso de los vehículos, la probabilidad de ocupación puede estar relacionada con el choque de un vehículo contra una rama o un árbol caído o con la caída de uno de estos elementos sobre el vehículo. Ambos tipos de impacto se ven afectados por la velocidad del vehículo; cuanto más rápido vaya el vehículo, menos probable es que lo golpee la caída de un árbol, pero más probable es que el vehículo choque con un árbol ya caído. La probabilidad de que un vehículo ocupe un punto concreto de la carretera es la relación entre el tiempo de ocupación, incluida una distancia de parada de seguridad, y el tiempo total. La ocupación de un vehículo promedio en una carretera del Reino Unido es de 1,6 personas (Department for Transport, 2010). A fin de incluir en la valoración la elevada protección que proporciona un vehículo promedio frente a la mayor parte de impactos de árboles y, en concreto, frente a los choques frontales, QTRA evalúa los 1,6 ocupantes bien protegidos, además del valor del vehículo, como equivalente a una vida humana expuesta.

#### Propiedad

Por propiedad se entiende cualquier cosa que pueda quedar dañada por la caída de un árbol, como una vivienda, ganado, un coche aparcado o una valla. A la hora de evaluar la exposición de la propiedad al colapso de un árbol, la evaluación de QTRA tiene en cuenta el coste de reparación o de sustitución que pueda derivarse de dicho colapso. En la tabla 2 se exponen los intervalos de valor, y el cálculo del asesor debería ser suficiente para determinar cuál de los seis intervalos se debe seleccionar.

Los intervalos de valor de la propiedad de la tabla 2 se basan en un VOSL de 2 400 000 €, por ejemplo, en una situación en la que un edificio con un coste de sustitución de 24 000€ se valora al 0,01 ( $1/100$ ) de una vida (intervalo de DIANA 2).

A la hora de evaluar los riesgos relacionados con los edificios, el diana a considerar podría ser el edificio, sus ocupantes o ambos. Los ocupantes pueden estar protegidos de cualquier daño por la propia estructura o bastante expuestos al impacto de la caída de un árbol si la estructura no es lo suficientemente resistente. Esto determinará la clasificación del diana por parte del evaluador.

<sup>3</sup> Consulte las tablas 1, 2 y 3.

## Varios DIANAS

Puede darse el caso de que un diana esté constantemente ocupado por más de una persona. QTRA permite tener esto en cuenta. Por ejemplo, si se planifica una ocupación promedio constante de 10 personas, el Riesgo de daño se calcula en relación con la ocupación constante del diana por parte de una sola persona antes de pasar a identificar que la ocupación promedio es de 10 personas. Esto se expresa como «DIANA 1(10T)/1», donde 10T representa varios dianas. Con respecto a la propiedad, un Riesgo de daño de 1(10T)/1 equivaldría al riesgo de perder 24 000 000 € en lugar de 2 400 000 €.

## Tamaño del árbol o la rama

No es probable que una rama muerta pequeña de menos de 25 mm de diámetro provoque daños significativos, incluso si entra en contacto directo con el diana. Sin embargo, la caída de una rama con un diámetro superior a los 450 mm sí que puede provocar daños en caso de impacto con dianas que no sean extremadamente resistentes. El método QTRA clasifica el tamaño según el diámetro del tronco y las ramas de un árbol (la medición se realiza sin tener en cuenta los

estrechamientos). La ecuación que se deriva de las mediciones de peso de árboles con distintos diámetros de tronco se utiliza para obtener un conjunto de datos de pesos comparativos de árboles y ramas de entre 25 mm y

**Tabla 1. Tamaño**

Intervalo de tamaño	Tamaño de árbol o rama	Intervalo de probabilidad
1	> 450 mm de diám.	1/1 - >1/2
2	260 mm de diám. - 450 mm de diám.	1/2 - >1/8,6
3	110 mm de diám. - 250 mm de diám.	1/8,6 - >1/82
4	25 mm de diám. - 100 mm de diám.	1/82 - 1/2500

\* El intervalo 1 se basa en un diámetro de 600 mm.

600 mm, a partir del cual se compila la tabla 1. El tamaño de las ramas muertas se puede descontar si dichas ramas han sufrido una pérdida considerable de peso a causa del deterioro o la pérdida de ramas secundarias. Este descuento, que se conoce como «Masa reducida», refleja una reducción estimada en la masa de una rama muerta.

**Tabla 2. DIANAS**

Intervalo de DIANA	Propiedad (coste de reparación o sustitución)	Humanos (no en vehículos)	Tráfico de vehículos (número al día)	Intervalos de valor (probabilidad de ocupación o fracción de 2 400 000 €)
1	2 400 000 € - >240 000 € (£2 000 000 £ - >£200 000)	Ocupación: Constante: 2,5 horas/día Peatones y ciclistas: 720/hora - 73/hora	26 000 - 2700 a 110 km/h (68 mph) 32 000 - 3300 a 80 km/h (50 mph) 47 000 - 4800 a 50 km/h (32 mph)	1/1 - >1/10
2	240 000 € - >24 000 €	Ocupación: 2,4 horas/día - 15 min/día Peatones y ciclistas: 72/hora - 8/hora	2600 - 270 a 110 km/h (68 mph) 3200 - 330 a 80 km/h (50 mph) 4700 - 480 a 50 km/h (32 mph)	1/10 - >1/100
3	24 000 € - >2 400 €	Ocupación: 14 min/día - 2 min/día Peatones y ciclistas: 7/hora - 2/hora	260 - 27 a 110 km/h (68 mph) 320 - 33 a 80 km/h (50 mph) 470 - 48 a 50 km/h (32 mph)	1/100 - >1/1000
4	2 400 € - >240 €	Ocupación: 1 min/día - 2 min/semana Peatones y ciclistas: 1/hora - 3/día	26 - 4 a 110 km/h (68 mph) 32 - 4 a 80 km/h (50 mph) 47 - 6 a 50 km/h (32 mph)	1/1000 - >1/10 000
5	240 € - >24 €	Ocupación: 1 min/semana - 1 min/mes Peatones y ciclistas: 2/día - 2/semana	3 - 1 a 110 km/h (68 mph) 3 - 1 a 80 km/h (50 mph) 5 - 1 a 50 km/h (32 mph)	1/1000 - >10/100 000
6	24 € - 2 €	Ocupación: <1 min/mes - 0,5 min/año Peatones y ciclistas: 1/semana - 6/año	Ninguno	1/100 000 - 1/1 000 000

Los dianas de vehículos, peatones y propiedades se clasifican por la frecuencia de uso o por el valor monetario. La probabilidad de que un vehículo o un peatón ocupen una zona diana en el intervalo de DIANA 4 se encuentra entre los límites superior e inferior de 1/1000 y >1/10 000 (columna 5). Si se usa el VOSL de 2 400 000 €, el valor de reparación o sustitución de la propiedad para el intervalo de diana 4 es 2 400 € - >240 €.

### Probabilidad de colapso

En la evaluación de QTRA, la probabilidad de colapso de un árbol o rama en el transcurso del año entrante se calcula y registra como un intervalo de valor (intervalos 1 – 7, tabla 3).

Para seleccionar un intervalo de probabilidad de colapso, o PoF (por sus siglas en inglés), el evaluador debe comparar la evaluación que haya realizado del árbol o la rama en cuestión con la referencia de un árbol no dañado de un intervalo de probabilidad de colapso 7, o bien con un árbol o una rama que se prevé que caiga en algún momento de este año, es decir, que tenga una probabilidad de colapso de 1/1.

Durante la formación en QTRA, los usuarios registrados realizan una serie de ejercicios en el terreno para calibrar sus cálculos de probabilidad de colapso.

**Tabla 3. Probabilidad de colapso**

Intervalo de probabilidad de colapso	Probabilidad
1	1/1 - >1/10
2	1/10 - >1/100
3	1/100 - >1/1000
4	1/1000 - >1/10 000
5	1/1000 - >10/100 000
6	1/100 000 - >1/1 000 000
7	1/1 000 000 - 1/10 000 000

La probabilidad de que el árbol o rama caiga en el año entrante.

### Cálculo de QTRA

El evaluador selecciona un intervalo de valores para cada uno de los tres componentes de entrada: diana, tamaño y probabilidad de colapso. Los intervalos se introducen en la calculadora manual o en la aplicación de software para calcular el Riesgo de daño.

El Riesgo de daño se expresa en forma de probabilidad y se redondea a una cifra significativa. Cualquier Riesgo de daño inferior a 1/1 000 000 se representa como <1/1 000 000. Para facilitar la comprensión visual, el Riesgo de daño se presenta con los colores de un semáforo, según se muestra en la tabla 4 (página 7).

#### Riesgo de daño: simulaciones Monte Carlo

El Riesgo de daño de todas las combinaciones de intervalos de dianas, tamaños y probabilidades de colapso se ha calculado por medio de simulaciones Monte Carlo<sup>4</sup>. El Riesgo de daño de QTRA es el valor promedio de cada conjunto de resultados de dicha simulación.

En la versión 5 de QTRA, el Riesgo de daño no debe calcularse sin la calculadora manual o la aplicación de software.

### Evaluación de grupos y poblaciones de árboles

A la hora de evaluar poblaciones o grupos de árboles, se cuantifica el riesgo más elevado del grupo y, si es tolerable, significa que el riesgo asociado al resto de los árboles también lo es, por lo que ya no es necesario realizar más cálculos. Si el riesgo es intolerable, se cuantifica el siguiente riesgo más elevado, etc., hasta que se establezca un riesgo tolerable. Para llevar a cabo este proceso, el gestor de árboles debe conocer previamente la tolerancia de riesgos.

### Precisión de los resultados

El diana de QTRA no es necesariamente el de ofrecer un nivel elevado de precisión, sino cuantificar los riesgos asociados a la caída de árboles de forma que se puedan clasificar en intervalos amplios (tabla 4).

## 4. DOCUMENTACIÓN DE DECISIONES DE GESTIÓN

### Equilibrio de costes y beneficios del control de riesgos

A la hora de controlar los riesgos asociados a la caída de árboles, el beneficio que se obtiene de reducir los riesgos es obvio, pero los costes del control de dichos riesgos suelen pasarse por alto con demasiada frecuencia. Cada riesgo reducido conlleva sus costes, y el más evidente es el coste financiero que supone implementar la medida de control. También se suele ignorar con frecuencia la transferencia del riesgo a los trabajadores y a la gente en general, que pueden verse directamente afectados por la retirada o la poda de los árboles. Y, quizá más importante, la mayoría de los árboles ofrecen beneficios. La pérdida de estos beneficios también debe tenerse en cuenta como coste a la hora de sopesar los costes y los beneficios del control de riesgos.

A la hora de alcanzar un equilibrio en las decisiones de gestión de riesgos con QTRA, los beneficios de los árboles se evaluarán de forma muy generalizada, sin entrar en detalles. En pocas palabras, el gestor de árboles puede sopesar si el coste general del control de riesgos es proporcionado. Si los riesgos se acercan a la relación 1/10 000, esto podría traducirse en un equilibrio directo entre coste y beneficios. Si los riesgos son de 1/10 000 o más, normalmente resulta adecuado implementar los controles de riesgos, a menos que la relación entre los costes y los beneficios sea muy desproporcionada, en lugar de algo desproporcionada. En otras palabras, se favorecerá más un control de riesgos con costes asociados elevados.

### El valor de los árboles

Es fundamental tener en cuenta los beneficios que proporcionan los árboles. Sin embargo, no es fácil definir estos beneficios en términos económicos y, con frecuencia, tampoco lo es valorar atributos como el

<sup>4</sup> Para más información acerca del método de simulación Monte Carlo, consulte

[https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo\\_de\\_Montecarlo](https://es.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9todo_de_Montecarlo)

hábitat, la proyección de sombra y el recreo visual que pueden perderse en favor del control de riesgos.

Aquí recomendamos un enfoque sencillo para sopesar el valor de un activo de árbol. Para ello, empleamos el concepto de «beneficio promedio». Si se lo compara con otros árboles similares, un árbol concreto que aporte un «beneficio promedio» normalmente presentará una gama de beneficios típicos de su especie, edad y situación. Visto así, podría parecer que el valor de un árbol que aportara este «beneficio promedio» es bajo en comparación con árboles especialmente importantes como los de la figura 2, pero aun así debería ser suficiente como para compensar un Riesgo de daño de menos de 1/10 000. Sin la necesidad de sopesar los beneficios de los controles de riesgos, cabría suponer que, por debajo de 1/10 000, el riesgo de un árbol que aporta un «beneficio promedio» es ALARP.

Por el contrario, si se estima que el árbol aporta un beneficio menor al beneficio promedio, por ejemplo, si está deteriorado o en mal estado fisiológico, puede ser necesario tener en cuenta otros dos elementos. En primer lugar, el Riesgo de daño en la parte superior de la región tolerable, y, en segundo lugar, si es probable que dicho Riesgo de daño aumente antes de la siguiente revisión por un aumento de la probabilidad de colapso. Si ambas condiciones son aplicables, puede ser conveniente sopesar los costes y beneficios de la reducción de riesgos a fin de establecer si el riesgo es ALARP. Para realizar este cálculo, el gestor de árboles debe tener en cuenta la reducción del riesgo y los costes de dicha reducción.



Figura 2

#### Beneficios de árboles inferiores a la media

Normalmente, los beneficios que aporta un árbol solo se reducirán significativamente por debajo del beneficio promedio típico para su especie, edad y situación si es probable que la duración de dichos beneficios se acorte porque, por ejemplo, el árbol esté deteriorado o muerto. Esto no quiere decir que ciertas desventajas, como una proyección de sombra no deseada, el levantamiento de un sendero peatonal o la obstaculización del crecimiento de otros árboles, no deban tenerse asimismo en cuenta en

el equilibrio entre costes y beneficios.

El castaño de Indias de la figura 3 ha muerto recientemente y, en los próximos años, puede dar lugar a hábitats valiosos. No obstante, para esta especie de árbol y la relativa velocidad con la que se deteriora su madera, la duración de los beneficios seguramente se limite a unos pocos años. El ya reducido valor de este árbol continuará disminuyendo rápidamente en los próximos cinco o diez años y, al mismo tiempo, aumentará el Riesgo de daño. Los beneficios que aporte el árbol cambiarán a medida que este se deteriore. Probablemente disminuirán las cualidades visuales, mientras que la madera deteriorada proporcionará hábitats para distintas especies al menos durante algún tiempo. No existe ninguna forma concreta de medir estos beneficios; es responsabilidad del gestor de árboles decidir qué es lo más importante a nivel local y cómo valorarlo con respecto a los riesgos.

Si un riesgo se encuentra dentro de la región tolerable y el árbol ofrece beneficios inferiores a los valores promedio, puede ser adecuado implementar el control de riesgos teniendo en cuenta el coste financiero. En este caso, se puede usar el VOSL para documentar una decisión sobre si el coste del control de riesgos es proporcionado. En el ejemplo 3 que mostramos a continuación, esta evaluación se sitúa en el contexto de la gestión de árboles.

Se pueden dar situaciones en las que un árbol tiene un valor tan bajo y el coste de la reducción de riesgos es tan pequeño que puede ser razonable reducir un riesgo que ya es suficientemente bajo. Y al contrario, un árbol puede tener tanto valor que un riesgo de muerte anual superior a 1/10 000 se considere tolerable.



Figura 3

De vez en cuando, se toman decisiones que persiguen mantener los riesgos elevados. Esto ocurre cuando los beneficios de un árbol concreto son especialmente altos o importantes para los interesados y, en estas situaciones, puede ser conveniente evaluar y documentar los beneficios con cierto nivel de detalle. Existen distintas metodologías y fuentes de información para realizar una evaluación detallada de los beneficios (Forest Research 2010).

#### Delegación de las decisiones de gestión de riesgos

El asesor de riesgos puede aportar la información sobre los costes con los que se compensa la reducción de los riesgos gracias a sus conocimientos, su experiencia y las observaciones de campo que realice, pero las decisiones sobre la gestión de riesgos debe tomarlas el gestor de árboles. Esto no quiere decir que el gestor de árboles no deba revisar y acordar cada medida de control de riesgos; sin embargo, a la hora de delegar las decisiones a los topógrafos y otros asesores o profesionales, los gestores de árboles deben especificar en una política, declaración o contrato, los principios y acaso los umbrales según los cuales se gestionarán los árboles y los riesgos asociados en circunstancias habituales.

Siempre que el gestor de árboles acepte los principios que se exponen en la Nota de procedimiento de QTRA o en otras instrucciones específicas, el evaluador de riesgos podrá evaluar el equilibrio entre costes y beneficios y, en la mayoría de situaciones, determinar si el riesgo es ALARP a la hora de ofrecer recomendaciones de gestión.

#### Umbrales de riesgo informativos de QTRA

Los umbrales recomendatorios de QTRA que se exponen en la tabla 4 se proponen como enfoque razonable para alcanzar un equilibrio entre la seguridad ante la caída de árboles y los costes de la reducción de riesgos. Este enfoque tiene en cuenta los principios ampliamente aceptados de ALARP y ToR, pero no estipula cómo se deben utilizar. Aunque los umbrales pueden ser la base sobre la que diseñar una sólida política para la gestión de riesgos de árboles, los gestores de árboles deberán tomar sus decisiones en función de cada situación y de los valores y recursos pertinentes. También es importante señalar que, a fin de que los evaluadores de árboles puedan ofrecer consejos adecuados de gestión, es conveniente que se les informe sobre las preferencias de gestión del propietario de los árboles antes de realizar su estudio.

Un Riesgo de daño inferior a 1/1 000 000 es ampliamente aceptable y ya es ALARP. Un Riesgo de daño de 1/1000 o superior es inaceptable y por norma general no se tolerará. Entre estos dos valores, el Riesgo de daño se encuentra en la región tolerable de ToR y se tolerará si es ALARP. En la región tolerable, las decisiones de gestión se documentan teniendo en cuenta los costes y beneficios del control de riesgos, incluida la naturaleza y el alcance

de los beneficios que aportan los árboles y que se perderían con las medidas de control.

**Tabla 4. Umbrales de riesgo recomendatorios de QTRA**

Umbrales	Descripción	Acción
1/1 000	<b>Inaceptable</b> Los riesgos no se tolerarán en circunstancias habituales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlar el riesgo</li> </ul>
	<b>Inaceptable</b> (si se impone sobre terceros) Los riesgos no se tolerarán en circunstancias habituales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlar el riesgo</li> <li>Analizar el riesgo</li> </ul>
	<b>Tolerable</b> (bajo acuerdo) Los riesgos se podrán tolerar si quienes se hallan expuestos a ellos los aceptan, o si el árbol tiene un valor excepcional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Controlar el riesgo a menos que exista un amplio acuerdo entre las partes interesadas para tolerarlo o que el árbol tenga un valor excepcional</li> <li>Analizar el riesgo</li> </ul>
1/10 000	<b>Tolerable</b> (si se impone sobre terceros) Los riesgos son tolerables si son ALARP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar costes y beneficios del control de riesgos</li> <li>Los riesgos se controlarán solo si se puede lograr un beneficio considerable a un coste razonable</li> <li>Analizar el riesgo</li> </ul>
1/1 000 000	<b>Ampliamente aceptable</b> El riesgo ya es ALARP	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se requiere ninguna acción en estos momentos</li> <li>Analizar el riesgo</li> </ul>

A fin de gestionar los riesgos asociados a la caída de árboles, la región tolerable se puede desglosar en otras dos secciones. De 1/1 000 000 a menos de 1/10 000, el Riesgo de daño será, por norma general, tolerable siempre que el árbol aporte el «beneficio promedio» mencionado anteriormente. Cuando el Riesgo de daño se acerque a 1/10 000, el gestor de árboles deberá sopesar en mayor profundidad los beneficios del árbol y el coste general de reducción del riesgo.

Un Riesgo de daño que se encuentre en la región tolerable pero que sea de 1/10 000 o superior no será normalmente tolerable si se impone sobre terceros, como por ejemplo la gente en general. Si se mantiene, deberá evaluarse más detalladamente su nivel ALARP. El propietario del árbol puede, en circunstancias excepcionales, elegir mantener un Riesgo de daño de 1/10 000 o superior. Esta decisión puede basarse en un acuerdo entre aquellas personas expuestas al riesgo o, quizá, en que el árbol tiene un gran valor. En este tipo de casos, lo más recomendable es que el gestor de árboles lo

consulte con las partes interesadas siempre que sea posible.

## 5. EJEMPLO DE CÁLCULOS DE QTRA Y DECISIONES DE GESTIÓN DE RIESGOS

A continuación mostramos tres ejemplos de cálculos de QTRA y la aplicación de los umbrales recomendatorios de QTRA.

### Ejemplo 1.

	DIANA	Tamaño	Probabilidad de colapso	Riesgo de daño
Intervalo	6	x 1	x 3	= <math><1/1\,000\,000</math>

El ejemplo 1 es la evaluación de un árbol grande (tamaño 1) e inestable con una probabilidad de colapso de entre 1/100 y >1/1000 (PoF 3). El diana es un sendero peatonal con menos de un peatón bajo el árbol cada semana (diana 6). El Riesgo de daño se calcula como inferior a 1/1 000 000 (verde). Se trata de un ejemplo en el que el diana es tan bajo que, normalmente, no será necesario evaluar el estado estructural de un árbol, aunque este sea grande.

### Ejemplo 2.

	DIANA	Tamaño	Probabilidad de colapso	Riesgo de daño
Intervalo	1	x 4	x 3	= <math>1(2T)/50\,000</math>

En el ejemplo 2, tenemos una rama que ha muerto recientemente (tamaño 4) y que cuelga sobre una calle principal urbana muy transitada con una ocupación media de dos personas, y en la que se tiene en cuenta también la ocupación de varios dianas.

Si tenemos una ocupación media de dos personas, el Riesgo de daño 1(2T)/50 000 (amarillo) representa multiplicar por dos la magnitud de las consecuencias, por lo que, en este caso, equivale en realidad a un Riesgo de daño 1/20 000 (amarillo). Este riesgo no supera la

relación 1/10 000, pero, al tratarse de una rama muerta en el extremo superior de la región tolerable, es recomendable evaluar la relación entre costes y beneficios del control de riesgos. Las ramas muertas suelen degradarse con el tiempo, y este deterioro aumenta la probabilidad de colapso. Como ya está muerta, se han perdido también algunos de los beneficios habituales, por lo que resulta pertinente sopesar si el coste financiero del control de riesgos sería proporcionado.

### Ejemplo 3.

	DIANA	Tamaño	Probabilidad de colapso	Riesgo de daño
Intervalo	3	x 3	x 3	= <math>1/500\,000</math>

En el ejemplo 3, tenemos una rama deteriorada de 200 mm de diámetro que cuelga sobre una carretera secundaria por la que circulan entre 470 y 480 vehículos al día a una velocidad media de 50 km/h (32 mph) (intervalo de DIANA 3). La rama se ha quebrado y se estima una probabilidad de colapso para el año entrante de entre 1/100 y 1/1000 (intervalo PoF 3). Se calcula un Riesgo de daño de 1/500 000 (amarillo), y se debe evaluar si el riesgo es ALARP. Se calcula que el coste de retirar la rama y reducir el riesgo a ampliamente aceptable (1/1 000 000) es de 420 €. Para establecer si el control de riesgos tiene un coste proporcionado, se aplica la ecuación siguiente.  $2\,400\,000\text{ € (VOSL)} \times 1/500\,000 = 4,8\text{ €}$ , lo que indica que el coste previsto de 420 € sería desproporcionado con respecto al beneficio. Si tenemos en cuenta el coste financiero, la transferencia del riesgo a los arbolistas y los transeúntes, el coste se podría describir como muy desproporcionado, incluso si se tuvieran en cuenta los beneficios acumulados en, por ejemplo, diez años.

---

## Referencias

- DfT. 2000. Highway Economic Note N. 1. '*Valuation of Benefits of Prevention of Road Accidents and Casualties*'. Department for Transport.
- DfT. 2010. Department for Transport. *Vehicles Factsheet*. Department for Transport, Londres, pág. 4. Se puede descargar aquí: <http://www.dft.gov.uk/statistics>
- Forest Research. 2010. *Benefits of green infrastructure* - Informe de Forest Research. Forest Research, Farnham, Surrey. Pág. 42.
- HSE. 1996. *Use of Risk Assessment Within Government Departments*. Informe redactado por Interdepartmental Liaison Group on Risk Assessment. Health and Safety Executive. HSE Books, Sudbury, Suffolk. Pág. 48.
- HSE. 2001. *Reducing Risks: Protecting People*. Health and Safety Executive, [en línea]. Se puede descargar aquí: <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/r2p2.pdf> (último acceso: 05/11/2013).
- HSE. 2013. *Sector Information Minute - Management of the risk from falling trees or branches*. Health & Safety Executive, Bootle, [en línea]. Se puede descargar aquí: [http://www.hse.gov.uk/foi/internalops/sims/ag\\_food/010705.htm](http://www.hse.gov.uk/foi/internalops/sims/ag_food/010705.htm) (último acceso: 05/11/2013).
- ISO. 2009. ISO Guide 73. *Risk Management Vocabulary*. International Organization for Standardization. Ginebra. Pág. 17.
- Tritton, L. M. y Hornbeck, J. W. 1982. *Biomass Equations for Major Tree Species*. General Technical Report NE69. United States Department of Agriculture.
- Revisión 5.2.4. Actualización de valores monetarios para versiones internacionales realizada el 1 de enero de 2019.
- © 2019. Publicado por Quantified Tree Risk Assessment Limited. 9 Lowe Street, Macclesfield, Cheshire, SK11 7NJ, Reino Unido.