

vos claros. Esto permite que se satisfagan los niveles de rendimiento en tiempos en que los gobiernos asignan menos recursos. El personal se enorgullece de suministrar servicios de calidad, y disfruta de una respuesta elogiosa por parte de sus colegas y clientes, lo que aumenta su satisfacción con el trabajo.

Referencias

- [1] ISO 8402, 1994: *Quality Management and Quality Assurance—Vocabulary*.
- [2] MWO, 1996: *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*, (WMO-No. 8, sixth edition). Part 1, Chapter 1, Annexes 1B and 1C.
- [3] ISO 9000-1, 1994: *Quality Management and Quality Assurance Standards—Part 1: Guidelines for selection and use*.
- [4] ISO 9000-2, 1993: *Quality Management and Quality Assurance Standard—Part 2: Generic*

guidelines for the application of ISO 9001, 9002 and ISO 9003.

- [5] ISO 9000-3, 1991: *Quality Management and Quality Assurance Standards—Part 3: Guidelines for the application of ISO 9001 to the development, supply and maintenance of software*.
- [6] ISO 9001, 1994: *Quality systems—Model for Quality Assurance in Design, Development, Production, Installation and Servicing*.
- [7] ISO 9002, 1994: *Quality systems—Model for Quality Assurance in Production, Installation and Servicing*.
- [8] ISO 9003, 1994: *Quality systems—Model for Quality Assurance in Final Inspection and Test*.
- [9] ISO 9004.1, 1994: *Quality Management and Quality System Elements*. Part 1: Guidelines.
- [10] McRobb, M., 1989: *Writing Quality Manuals*. ISBN 1-85423-059 X, IFS Publications. □

LOS RAYOS. SUS EFECTOS Y LA SEGURIDAD FRENTE A ELLOS

Por Ronald L. HOLLE* y Raúl E. LÓPEZ*

Introducción

Los Servicios Meteorológicos Nacionales de todo el mundo emiten avisos, alertas, anuncios públicos, consejos y productos similares acerca de los peligros meteorológicos más importantes. En los EE.UU. estos productos de la predicción se emiten para tres de las cuatro causas principales de muertes asociadas a los temporales: las inundaciones, los tornados y los huracanes (figura 1). Sin embargo, el rayo continúa siendo el segundo asesino en cuanto a frecuencia. Cuando se tiene en cuenta que no se informa del 25 al 30 por ciento de las muertes ocasionadas por el rayo, se llega a la conclusión de que unas 100 personas al año mueren por rayos en los EE.UU.

Los resúmenes de los últimos años del Servicio Meteorológico Nacional indican que otras 325 a 500 personas resultan heridas por rayos en los EE.UU. Considerando que las heridas de las que no se infor-

ma son del orden del 40 por ciento, es probable que más de 500 personas resulten heridas por el rayo cada año en los EE.UU.

Este artículo resumirá las múltiples conclusiones sobre las víctimas del rayo (muertos y heridos) y los daños que causa y de qué manera afectan a las técnicas de instrucción sobre la amenaza del rayo. Los autores han preparado, para los educadores, varios artículos sobre los rayos, enseñanza sobre éstos, carteles para que se eviten los árboles cuando el rayo está cerca, y sobre cuáles fueron los efectos del rayo sobre las personas y los objetos hace un siglo.

Los efectos del rayo sobre las personas

El alcance de los peligros del rayo se comprende mejor ahora que en el pasado. Desde 1992 a 1995, la Red Nacional de Detección de Rayos de los EE.UU. registró un promedio de 21 746 000 descargas de nube a tierra por año. El rayo cae a tierra prácticamente en todos los lugares del país todos los años. Esto ocurre cada día durante el verano, y en todos los

* Laboratorio Nacional de Temporales Violentos, NOAA, Norman, Oklahoma, EE.UU.

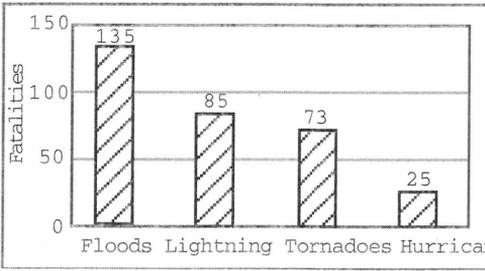


Figura 1 — Promedio anual de víctimas del rayo en los EE.UU. de 1966-1995 (de: Datos de Temporales, Centro Nacional de Datos Climáticos, NOAA, Asheville, Carolina del Norte)

días excepto unos cuantos el resto del año.

Dado que el rayo cae a tierra en cantidades tan grandes y sobre regiones tan extensas, no es posible alertar a cada persona de todos los rayos. En los EE.UU. no se emiten anuncios específicos de rayos, excepto en el Centro Espacial Kennedy, en las principales competiciones de golf y en algunas otras ocasiones.

Un estudio reciente resumía el número de muertes por rayo en los EE.UU. durante casi un siglo. El número real de personas cuya muerte se ha atribuido al rayo excedía de 450 en la primera parte de este siglo (figura 2). Durante el principio de este registro no todos los Estados recogían informes médicos de forma regular, por lo que ocurrieron más muertes de las que aparecen aquí. Cuando se tiene en cuenta la población (figura 3), hay una disminución continua de la proporción de muertes con el tiempo.

La disminución del número de muertes, así como de la proporción de muertes, se corresponde con una disminución del porcentaje de la población que vive en áreas rurales (figura 3). La proporción de la población de los EE.UU. que estaba al aire libre durante las actividades agrícolas y ganaderas era mucho mayor hace un siglo que ahora. Además, las estructuras y los vehículos que se usan en la actualidad durante la mayor parte de las actividades agrícolas están mucho mejor protegidas de la amenaza del rayo que antes.

Otros cambios socioeconómicos ligados a la urbanización durante este siglo pueden también haber contribuido a la disminución de las muertes por rayo. La colocación de las instalaciones de fontanería y eléctricas dentro de las casas ha sido de ayuda a las conexiones a tierra. Mejores comunicaciones y medios de transporte permiten a los equipos médicos un acceso más rápido a las víctimas del rayo, las que, en consecuencia, pueden resultar heridas en vez de muertas; además, los avances de la medicina pueden ayudar a que las personas sobrevivi-

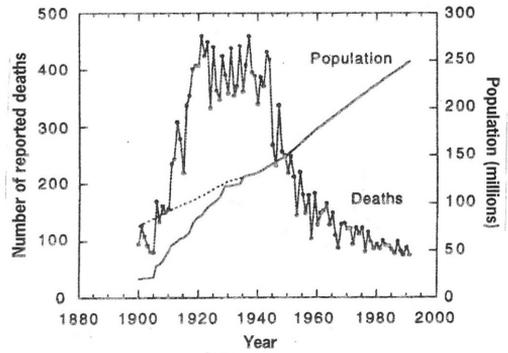


Figura 2 — Número anual de muertes por rayo (línea continua con puntos) y población de los Estados que notifican sus víctimas (línea continua). La línea de trazos es la población total de los EE.UU. (de: López y Holle, 1998)

van al impacto del rayo. Es también probable que otros cambios socioeconómicos hayan influido en la disminución de muertes por rayo.

En la figura 4 se muestra la distribución por Estados, normalizada según su población, de las muertes por rayo. Las proporciones más altas están en los Estados montañosos del oeste. Los factores que pueden influir en esta distribución son el número de personas que se encuentran al aire libre durante el día, sus actividades, y las distribuciones temporales y espaciales de los rayos.

Sería interesante conocer mejor el número de muertes por rayo en todo el mundo. Mientras que las naciones industrializadas pueden tender a tener disminuciones de las muertes por rayo (p. ej. los EE.UU.), los países predominantemente agrícolas pueden continuar teniendo altas proporciones de muertes. Ya que las construcciones se encuentran más protegidas con las instalaciones de fontanería y

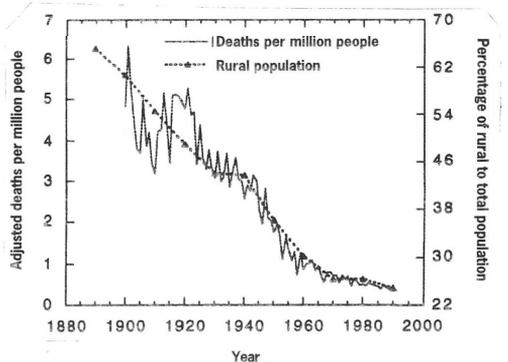


Figura 3 — Serie cronológica de las víctimas anuales por rayo normalizadas por la población de los EE.UU. (línea continua); porcentaje de la población de los EE.UU. que vivía en áreas rurales en el momento de cada censo decenal desde 1890 (línea de puntos) (de: López y Holle, 1998)

de electricidad actuando como conexiones a tierra, la proporción de muertes por rayo dentro de los edificios debería disminuir. Además, el número de muertes por rayo durante las actividades agrícolas disminuye con la mecanización. Una encuesta entre los países miembros de la OMM podría confirmar estas tendencias.

Los efectos del rayo en los objetos

La literatura examinada contiene escasa información sobre los efectos del rayo en los bienes y otros objetos. Un estudio reciente de los gastos de las compañías de seguros en varios Estados de los EE.UU. (figura 5) puso de manifiesto grandes pérdidas. cuando se extrapolan los datos de las reclamaciones presentadas a las compañías de seguros de esta región, al conjunto del país en función de la población, se encontró que se habían pagado 307 000 reclamaciones al año por daños causados por el rayo a casas y pequeñas industrias, ascendiendo a 332 millones de \$ EE.UU. al año.

El número de reclamaciones fue 367 veces más que los casos de daños causados por el rayo que se han registrado, para los mismos Estados y años, en la publicación "Datos de Temporales". Esta publicación recopila las estadísticas oficiales de la NOAA de las pérdidas causadas por los fenómenos meteorológicos en los EE.UU. Los daños de las reclamaciones a las compañías de seguros no incluyen otras pérdidas asociadas al rayo, como los incendios forestales, daños en propiedades no aseguradas, en instalaciones de las empresas públicas y de comunicaciones, en organismos del gobierno que están autoasegurados y muchos otros casos. Basándose en estimaciones no publicadas de estos costes, es probable que

las pérdidas debidas al rayo superen los mil millones de dólares al año en los EE.UU.

Perfiles de las víctimas del rayo

Estudios recientes sobre las víctimas del rayo en Florida y en Colorado han revelado varias situaciones y tendencias muy vulnerables (figuras 6 y 7):

- refugiarse bajo los árboles es una acción peligrosa en cualquier momento y en todos los lugares;
- las actividades recreativas y deportivas han aumentado en los últimos decenios;
- en la mayoría de los casos, la víctima del rayo en un momento dado es una sola persona;
- muchas personas no reciben el impacto del rayo durante los períodos más intensos de la tormenta. Por el contrario, les ocurre antes o después de la frecuencia máxima de las descargas de una tormenta y en tormentas menos intensas (figura 6).

Estos análisis de los casos de descargas eléctricas son algo difíciles de llevar a cabo, porque deben buscarse los registros publicados. Es necesario continuar las actividades sobre este tema en otras regiones de los EE.UU. y en el resto del mundo y para otros períodos de tiempo, a fin de conocer más sobre los escenarios cambiantes de las muertes y lesiones por rayo.

Seguridad

Los registros de los relámpagos de la Red Nacional de Detección de Rayos han aportado nuevos conocimientos importantes acerca del rayo. Estos datos se

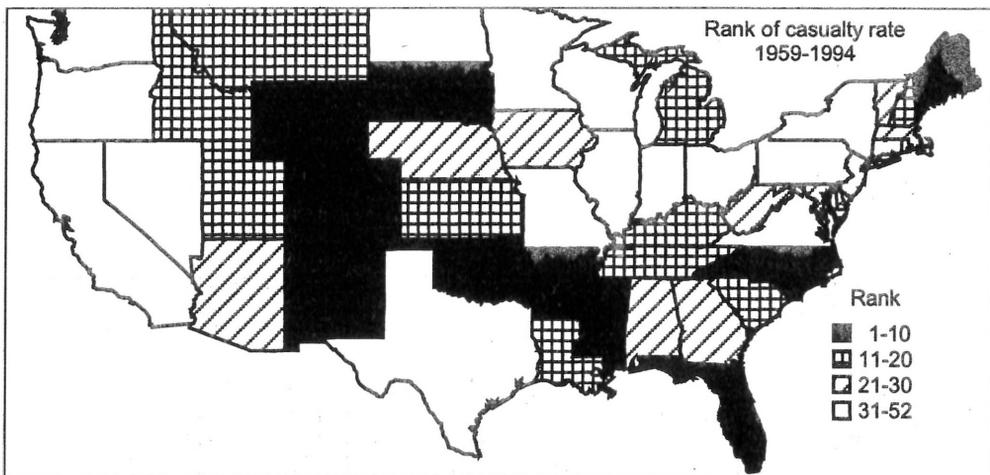


Figura 4 — Muertes y heridos por rayo distribuidos por Estados en los EE.UU., 1959-1994 (de: Curran y otros, 1997)

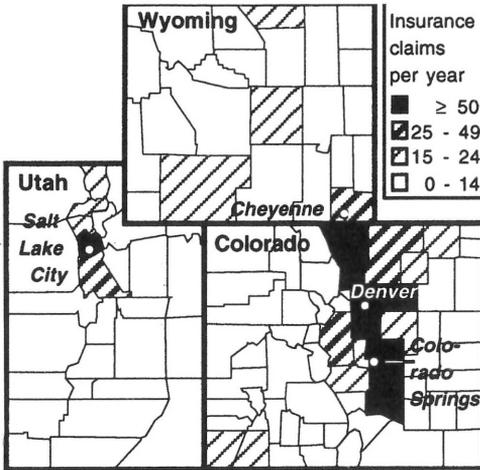


Figura 5 — Número anual de reclamaciones a las compañías aseguradoras debidas a los rayos en los distintos condados de los Estados de Colorado, Utah y Wyoming, 1989-1993 (de: Holle y otros, 1996)

han usado en las climatologías para determinar el riesgo de descargas en Colorado, Florida, Nuevo México y Arizona, así como durante los Juegos Olímpicos de Atlanta. Los datos de la red de descargas eléctricas también se han usado para calcular la distancia entre relámpagos sucesivos (figura 8). El

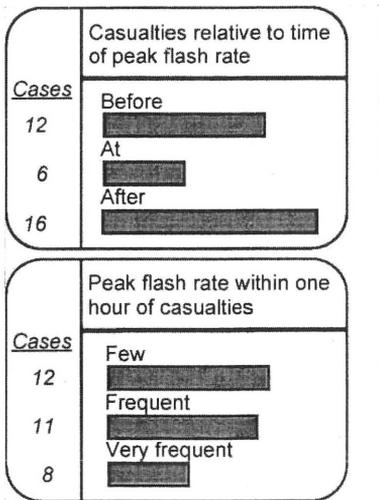


Figura 6 — Víctimas por rayo en Florida central, 1983-1990, ordenadas alrededor del momento de producirse la víctima, dentro de 16 km (10 millas), según los datos de la publicación de la NOAA *Datos de Temporales*: hora de la muerte respecto al máximo de frecuencia de relámpagos (arriba): frecuencia máxima de relámpagos dentro de una hora de producirse la víctima (abajo). Pocos significa menos de un relámpago cada cuatro minutos; frecuente es hasta uno por minuto; muy frecuente es más de uno por minuto (de: Holle y otros, 1993)

conocimiento de estas distancias también mejorará los planes de seguridad, como el uso del método “del relámpago a trueno”.

Método “del relámpago al trueno”

Un concepto importante para seguir la trayectoria del rayo

- cuando se ve el relámpago, contar el número de segundos hasta el sonido inicial de su trueno.
- dividir el número de segundos por 3 para obtener la distancia al rayo en kilómetros (o por 5 para millas).
- refugiarse cuando el último relámpago está entre 3 a 5 km (2 a 3 millas) de distancia ya que el siguiente rayo tiene una probabilidad alta de caer dentro de esa distancia a partir del punto de impacto del anterior.

Se necesita saber más sobre lo que constituye un refugio seguro contra el rayo. Análogamente, es necesario conocer mejor la forma en que el rayo se propaga en el seno de la tierra y del agua. Los dos factores principales para la protección contra el rayo son la planificación y las precauciones. Por ejemplo, un plan dinámico para una excursión o un acontecimiento deportivo susceptibles de ser afectados por el rayo, comprende varias etapas, como se muestra en el recuadro de la página siguiente.

Sin embargo, las investigaciones que están llevando a cabo los autores, indican que muchos relámpagos sucesivos están más separados que esta distancia. El problema es que a más de unos 30 segundos (10 km o seis millas), no parece que el rayo esté cercano. Sin embargo, en este caso existe la posibilidad de que el próximo relámpago se produzca en el lugar del observador. Y, cuanto menor es la frecuencia de los relámpagos, más alejados suelen estar éstos.

Los resultados de estas investigaciones hacen difícil emitir una recomendación práctica sobre la distancia segura para cada relámpago. Algunos rayos caen a tierra lejos de la nube principal y de la precipitación, como en la figura 8. Pero si la distancia se toma tan grande que incluya todas las posibilidades, nadie notará el resultado, debido a la frecuencia de las falsas alarmas. La mejor conclusión puede ser fijar reglas que cubran la inmensa mayoría de las situaciones. Estos estudios con los datos de la red de descargas deben ampliarse a otros temporales y a otras zonas para estar seguros de sus implicaciones.

Enseñanza

Teniendo en cuenta que predominan los casos con una sola víctima, parece que lo más adecuado es formar al público de forma que cada individuo sea responsable de su seguridad personal respecto a los peligros del rayo. El problema se complica por el hecho de que muchas personas sufren una caída de rayo cercana cada año, y sobreviven. Esto puede haber ocurrido estando seguro dentro de un edificio, o de un vehículo, o al aire libre en una situación vulnerable. Estas experiencias también conducen a una tendencia a correr riesgos.

Para ayudar a formar al público se diseñaron carteles sobre el riesgo de refugiarse bajo los árboles. Hasta ahora se han impreso 16 000 ejemplares del cartel con el título *¡Peligro de rayos!* y el subtítulo "Aléjese de los árboles durante las tormentas". La versión en inglés se ha editado tres veces con un total de 13 000 ejemplares desde 1994. Se han hecho 3 000 ejemplares de la versión en español desde

1995. Los carteles se han distribuido a los maestros, al personal del Servicio Meteorológico Nacional y a otros.

Durante los últimos decenios se han producido un número creciente de víctimas por rayo durante actividades de recreo y de ocio. En los últimos años, ha habido varios casos durante actividades deportivas organizadas, en los que se han ocasionado docenas de heridos y algunas muertes. Desde dentro de las comunidades deportivas se ha iniciado un plan para reducir estas víctimas. La Asociación Nacional de Atletismo Federado, en su edición de 1997 sobre medicina deportiva, ha publicado como directriz una política modelo, y se han escrito artículos sobre la falta de directrices que se apliquen a los deportes espectáculo, a los entrenamientos y a los deportes de equipo no oficiales.

Los autores trabajan con muchos colegas y forman una red de personas en diversos lugares y disciplinas. Nosotros actuamos interactivamente en estu-

Un plan dinámico para las actividades susceptibles al rayo

- ✓ *Días anteriores a la actividad*

Estar alerta a la posibilidad de tormentas varios días antes mediante las predicciones de rayos o las climatologías de éstos para la zona.
- ✓ *Día de la actividad*

El día de la actividad tener en cuenta dónde se encuentra un refugio y nombrar un observador de rayos en las situaciones en las que la mayoría de las personas no pueden prestar mucha atención a las tormentas.
- ✓ *Cuando se forma la tormenta*

Comparar lo siguiente:

 1. ¿Cuánto se tarda en llegar al refugio?
Por ejemplo, considerar una situación en la que se tarde 15 minutos en llegar a la orilla del lago en la embarcación y refugiarse en un vehículo o en un edificio sólido.
 2. ¿Cuánto tardará en llegar al lugar la amenaza del rayo?
En este ejemplo considerar que el rayo estará cerca en 10 minutos. Puesto que el tiempo que se tarda en alcanzar el refugio (15 minutos) es mayor que el tiempo en el que rayo es un peligro (10 minutos), habrá 5 minutos de total vulnerabilidad al rayo. Realizar esta comparación constantemente durante las actividades deportivas u otras es la manera fundamental de evitar ser "sorprendidos" en casi todos los casos.
- ✓ *Descargas cercanas*

Entrar en un edificio sólido con instalaciones de fontanería y eléctricas, pero no tocar estas instalaciones. Otra posibilidad es entrar en un vehículo con un fuerte techo metálico. No sea Vd. el objeto más alto de la zona, como árboles, postes y antenas. En un bosque, alejado de edificios o vehículos, quizá lo mejor que pueda hacerse sea buscar una espesa arboleda de árboles bajos rodeada de árboles altos, pero alejada de árboles aislados. En esta situación, la seguridad consiste en escoger la alternativa menos peligrosa, pero no existe seguridad total.
- ✓ *Último minuto*

Si se encuentra en campo abierto con rayos en las proximidades o se le ponen los pelos de punta, póngase de cuclillas con la cabeza agachada. No se tumbe en el suelo, y procure taparse las orejas con las manos para reducir el riesgo de sufrir daños en los oídos.

dios, publicaciones y boletines relativos a la amenaza del rayo. Aunque esta lista es incompleta, y pedimos excusas por los olvidos y por las omisiones, los siguientes colaboradores son fuentes de información y de ayuda en sus campos de especialización:

- **Atletismo**

Brian Bennett, del Colegio William and Mary, y Katie Walsh, de la Universidad East Carolina, están difundiendo activamente a los grupos de ocio y de atletismo información sobre los peligros del rayo durante las competiciones organizadas.

- **Enseñanza**

Jim Vavrek, de la Escuela Eggers Middle en Hammond, Indiana, ha tenido gran influencia en el progreso de muchas de las actividades educativas.

- **Centro de Datos de Rayos**

Michael Cherington inauguró el Centro en 1992 en el Hospital St. Anthony de Denver, Colorado. Los numerosos asistentes a este centro multidisciplinario, y el apoyo del hospital, han sido esenciales para su continuidad.

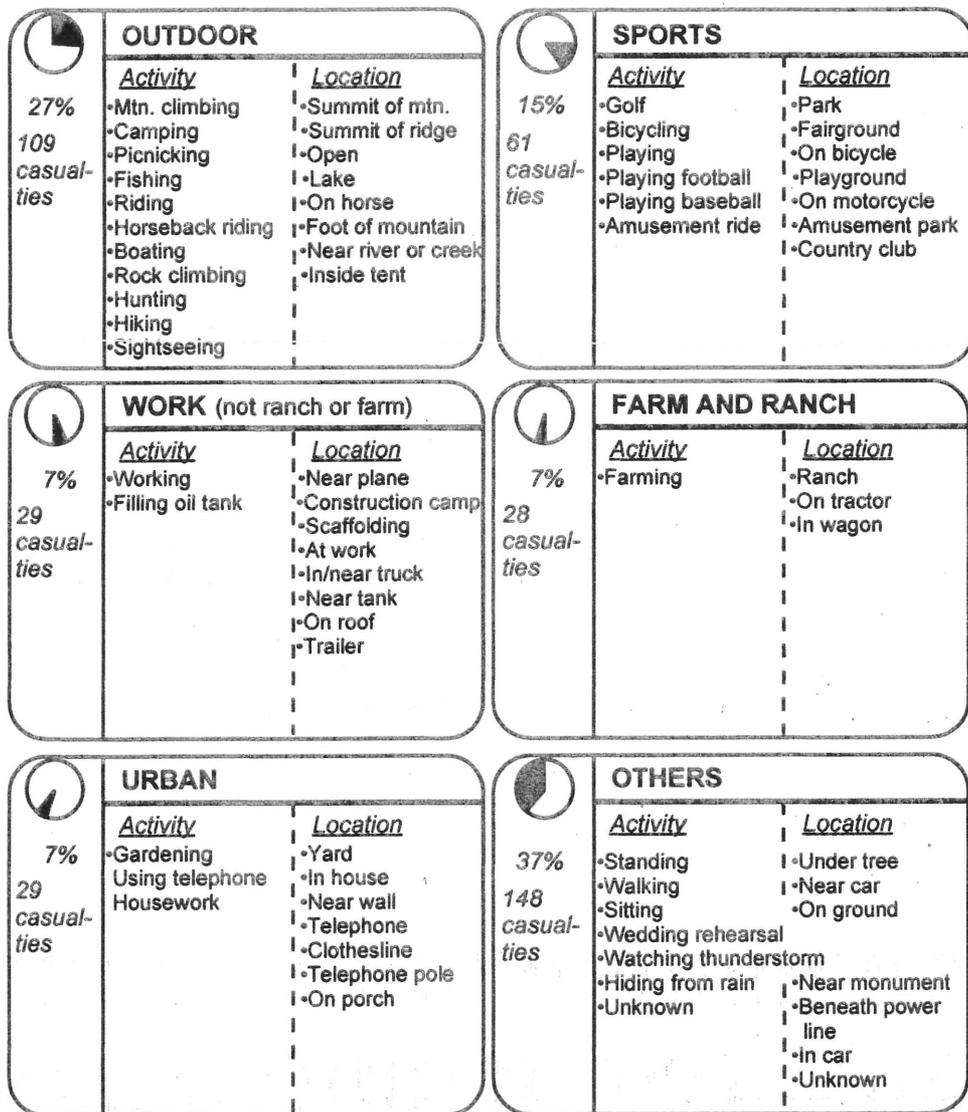


Figura 7 — Seis clases de víctimas por rayo en Colorado que figuran en *Datos de Temporales* 1959-1991, según la actividad y el lugar. El orden dentro de cada clase corresponde al número de víctimas (de: Holle y otros, 1995)



Figura 8 — Fotografía de una descarga eléctrica a varios kilómetros de la tormenta originaria (de: Holle y otros, 1995)

- **Medicina**
Mary Ann Cooper, de la Universidad de Illinois, Chicago, y Chris Andrews, de la Universidad de Queensland, Australia, son participantes básicos en los proyectos educativos y en las discusiones sobre temas médicos.
- **Instituto Nacional de la Seguridad frente al Rayo**
Rich Kithil y sus colegas de Louisville, Colorado, trabajan con el Centro de Datos de Rayos, en Denver, y distribuyen información a las personas interesadas en dar seguridad frente al rayo.
- **Servicio Meteorológico Nacional, organismo de la NOAA**
Los funcionarios de éste han participado en la redacción del contenido de muchas guías y estudios. En los trabajos en colaboración han participado Todd Heitkamp en Denver, Colorado, (ahora en Sioux Falls, Dakota del Sur); Charles Paxton y Dennis Decker en Florida; Daniel L. Smith en Fort Worth, Texas; Jim Allsopp en Chicago, Illinois; Brenda Graham en Medford, Oregón; y Brian Curran en Fort Worth, Texas.
- **Carteles**
En los carteles se utilizaron fotografías hechas por Johnny Autery, de Dixons Mills, Alabama, y por Ken Langford, de Golden, Colorado. La versión en español la tradujo Evangelina V. López, de Norman, Oklahoma.

Comentarios finales

Se espera que el trabajo combinado de las personas

y de las organizaciones mencionadas en este artículo ayudará a reducir la proporción de víctimas del rayo. Las gestiones tienen que ser multidisciplinarias para comprender la verdadera naturaleza de los peligros del rayo, para saber cómo evitarlos y para tratar a sus víctimas. En este momento se pone gran énfasis en enseñar a la población para que no sean víctimas del rayo durante las actividades deportivas y recreativas al aire libre, y a que menos personas busquen cobijo bajo los árboles. Estas medidas podrían dar lugar a que se reduzca el número de personas que son víctimas del rayo cada año.

Referencias y bibliografía

- ALLSOPP, J., R.J. VAVREK and R.L. HOLLE, 1995: Is it Going to Rain Today? Understanding the Weather Forecast. *The Earth Scientist*, National Earth Science Teachers Association, **12**, 12-18.
- ANDREWS, C.J., M.A. COOPER, M. DARVENIZA and D. MACKERRAS, 1992: *Lightning injuries: Electrical, Medical, and Legal Aspects*, CRC Press, Boca Raton, Florida, 195 pp.
- BENNETT, B.L., R.L. HOLLE and R.E. LÓPEZ, 1997: Lightning safety. 1997-98 *NCAA Sports Medicine Handbook (ninth edition)*, National Collegiate Athletic Association, Overland Park, Kansas, 12-14.
- COOPER, M.A. and C.J. ANDREWS, 1995: Lightning injuries. In: *Wilderness Medicine*, P. Auerbach (Ed.), third edition, St. Louis, C.V. Mosby-Yearbook, 261-289.
- CURRAN, E.B., R.L. HOLLE and R.E. LÓPEZ, 1997: *Lightning fatalities, injuries and damage reports in the United States from 1959-1994*. NOAA Technical Memorandum NWS-SR-193, National Weather Service, Southern Region Headquarters, Fort Worth, Texas, 64 pp.
- FOSDICK, E.K. and A.I. WATSON, 1995: Cloud-to-ground lightning patterns in New Mexico during the summer. *National Weather Digest*, **19**, 17-24.
- HODANISH, S., D. SHARP, W. COLLINS, C. PAXTON and R.E. ORVILLE, 1997: A 10-yr monthly lightning climatology of Florida: 1986-95. *Weather and Forecasting*, **12**, 439-448.
- HOLLE, R.L., R.E. LÓPEZ, R. ORTIZ, C.H. PAXTON, D.M. DECKER and D.L. SMITH, 1993: The local meteorological environment of lightning casualties in central Florida. Preprints, 17th Conference on Severe Local Storms and Conference on Atmospheric Electricity, St. Louis, Missouri, American Meteorological Society, Boston, 779-784.

- HOLLE, R.L., R.E. LÓPEZ, K.W. HOWARD, R.J. VAVREK and J. ALLSOPP, 1995: Safety in the presence of lightning. *Seminars in Neurology*, **15**, 375-380.
- HOLLE, R.L., R.E. LÓPEZ, L.J. ARNOLD and J. ENDRES, 1996: Insured lightning-caused property damage in three western states. *Journal of Applied Meteorology*, **35**, 1 344-1 351.
- HOLLE, R.L., R.E. LÓPEZ, R.J. VAVREK and J. ALLSOPP, 1997: Newspaper accounts of lightning from 1891 to 1895. *The Earth Scientist*, National Earth Science Teachers Association. (In Press).
- HOWARD, K.W. and R.L. HOLLE, 1994: *Lightning Danger!* US Department of Commerce, Environmental Research Laboratories, National Severe Storms Laboratory, Norman, OK, 1 pp poster.
- HOWARD, K.W. and R.L. HOLLE, 1985: *¡Peligro de rayos!* US Department of Commerce, Environmental Research Laboratories, National Severe Storms Laboratory, Norman, OK, 1 pp. poster.
- LÓPEZ, R.E. and R.L. HOLLE, 1986: Diurnal and spatial variability of lightning activity in northeastern Colorado and central Florida during the summer. *Monthly Weather Review*, **114**, 1 288-1 312.
- LÓPEZ, R.E., R.L. HOLLE, T. HEITKAMP, M. BOYSON, M. CHERINGTON and K. LANGFORD, 1993: The underreporting of lightning injuries and deaths in Colorado. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **74**, 2 171-2 178.
- LÓPEZ, R.E., R.L. HOLLE and T.A. HEITKAMP, 1995: Lightning casualties and property damage in Colorado from 1950 to 1991 based on *Storm Data. Weather and Forecasting*, **10**, 114-126.
- LÓPEZ, R.E. and R.L. HOLLE, 1996: Fluctuations of lightning casualties in the United States: 1959-1990. *Journal of Climate*, **9**, 608-615.
- LÓPEZ, R.E., R.L. HOLLE, A.I. WATSON and J. SKINDLOV, 1997: Spatial and temporal distributions of lightning over Arizona from a power utility perspective. *Journal of Applied Meteorology*, **36**, 825-831.
- LÓPEZ, R.E. and R.L. HOLLE, 1998: Changes in the number of lightning deaths in the United States during the twentieth century. *Journal of Climate* (in press).
- ORVILLE, R.E., 1991: Lightning flash density in the contiguous United States-1989. *Monthly Weather Review*, **119**, 573-577.
- ORVILLE, R.E. and A.C. SILVER, 1991: Lightning ground flash density in the contiguous United States: 1992-1995. *Monthly Weather Review*, **125**, 631-638.
- VAVREK, J., R.L. HOLLE and J. ALLSOPP, 1993: Flash to bang. *The Earth Scientist*, National Earth Science Teachers Association, **10**, 3-8.
- WALSH, K.M., M.J. HANLEY, S.J. GRANER, D. BEAM and J. BAZLUKIL, 1997: A survey of lightning policy in selected Division I colleges. *Journal of Athletic Training*, **32**, 206-210.
- WATSON, A.I. and R.L. HOLLE, 1996: An eight-year lightning climatology of the southeast United States prepared for the 1996 summer Olympics. *Bulletin of the American Meteorological Society*, **77**, 883-890. □

