

pararrayos, puesto que la energía efectiva de las descargas eléctricas se disipa rápidamente en el hierro. Este metal, no obstante, presenta el inconveniente de oxidarse con mucha facilidad, por cuya causa se recomienda el empleo del cobre, con material para las barras y conductores en lugares relativamente inaccesibles, aunque el hierro es preferible eléctricamente.

Las descripciones que acerca de la práctica reciente en el extranjero figuran en el Apéndice B, justifican las siguientes observaciones generales.

Es probable que, con muy pocas excepciones, los edificios de este país (Gran Bretaña) no estén en realidad eficazmente protegidos contra los efectos de las descargas B, aunque en muchos casos puede decirse que los pararrayos han cumplido, al menos parcialmente, su misión, soportando la parte más violenta de la descarga y que sin ellos hubieran sido mucho mayores los daños ocasionados en gran parte de los casos referidos.

Algunas de estas observaciones arrojan bastante luz acerca de los efectos debidos al carácter oscilatorio de las descargas eléctricas. Por ejemplo, una descarga tiene lugar sobre un pararrayos que puede estar en contacto, ó muy próximo, á la parte metálica de la armadura de un tejado. Se producen fuertes oscilaciones eléctricas en los últimos conductores, pudiendo engendrarse una peligrosa diferencia de potencial eléctrico entre los distantes extremos de dichos conductores. Si estos puntos están bien enlazados con tierra, el potencial eléctrico se descarga sin causar daños. Sin este camino seguro la descarga puede penetrar á través del tejado y seguir por los conductores internos. Algunos casos en que parece que ha habido dos descargas simultáneas, pueden ser debidos á las oscilaciones de una sola descarga.

En algunos casos los daños causados á un edificio por una descarga A, no son necesariamente ocasionados por la primera descarga. Puede ocurrir una descarga lateral, que aunque generalmente causa daños menores, á veces pueden ser de bastante consideración.

Muchos de los relatos de los destrozos sufridos por edificios no protegidos, demuestran que la descarga tomó un camino formado por cables, tubos metálicos ú otros conductores y que los destrozos en la construcción tuvieron precisamente lugar en las interrupciones en la continuidad de dichos conductores.

Puede admitirse que un pararrayos del tipo ordinario, si está bien instalado, proporciona un área indefinida de protección contra las descargas A; pero no puede decirse que tenga ninguna área protectora contra las descargas B.

La protección absoluta y completa de un edificio podría únicamente asegurarse encerrándole en un sistema de alumbrado, algo así á manera de una jaula. Este sistema debe enlazarse bien con tierra en varios puntos; como en casi todos los edificios existen tubos de gas, de agua y de otros conductores metálicos unidos con tierra, conviene también enlazarlos con el sistema de alumbrado. En las edificaciones destinadas á la fabricación ó almacenaje de pólvora ó cualquier clase de explosivos, la adopción de este enjaulado protector estaría justificada, aunque sólo fuera por la consideración de la seguridad pública. Consideraciones arquitectónicas se oponen á la adopción de este método, en toda su integridad, para los edificios ordinarios. No cabe duda, sin embargo, que prácticamente puede conseguirse una perfecta protección con una juiciosa modificación del actual sistema de instalación de barras separadas entre sí, especialmente en el caso de edificios extensos y de gran altura que destacan bien de las construcciones que les rodean, ó que están aislados en campo abierto.

Es obvio que el grado de protección que debe darse á un edificio y los gastos que pueden dedicarse á esta protección, deben guardar una relación definida con la importancia ó el coste del edificio mismo. En algunos casos en que la protección es de desear, pero no están justificados gastos de importancia, pueden erigirse dos ó más barras de pararrayos, del modo ordinario, enlazándolas con un conductor horizontal y con las partes me-

talicas de la cubierta y los canalones y tubos de bajada del agua de lluvia, que deben estar bien enlazados con tierra.

Las chimeneas altas no quedan suficientemente protegidas contra las descargas B por una sola barra de pararrayos ordinaria, porque la columna de humo caliente que sale de la chimenea, puede conducir la descarga mejor que el pararrayos. En estos casos se debe colocar una banda metálica circular que rodee la parte superior de la chimenea, de la que arrancan cuatro ó más barras, formando una corona, ó, aún mejor, enlazadas entre sí formando arco por encima de la chimenea.

Los varios casos anotados por la Comisión, demuestran que, aunque los conductores ordinarios tienden á disminuir los daños causados por los rayos en los edificios, no puede asegurarse nada respecto al área de protección. Este punto de vista aparece confirmado por los últimos resultados de la experiencia en el Continente (véase Holanda, Hungría y Alemania, Apéndice B). En las iglesias y otros edificios con agujas y torres, las partes inferiores deben también ser protegidas, especialmente si forman cuerpo saliente con el edificio.

Ningún caso de destrozos en los modernos edificios de armazón metálica ha llegado á conocimiento de la Comisión. Sin embargo, los métodos ordinarios de construcción en este país, no proporcionan una protección completa. En muchos casos, las columnas de hierro están sobre fundaciones de piedra, y el metal no se ha profundizado lo bastante para tener un contacto efectivo con tierra. Las columnas metálicas deben dejarse bien enlazadas con tierra al tiempo de la construcción.

En opinión de la Comisión, los métodos sustentados por la *Lightning Rod Conference* (Conferencia sobre pararrayos), pueden ser considerados hasta ahora como buenos, con tal que se tome la tierra en un estado de humedad permanente. La Comisión, por lo tanto, estima conveniente imprimir aquí las reglas publicadas por la *Lightning Rod Conference* en 1882, añadiendo á las mismas las observaciones y consideraciones basadas en los resultados obtenidos en sus recientes investigaciones.—H.

(Se continuará.)

PRESA DE SAN ROQUE

POR

DON DANIEL E. GAVIER

Ingeniero civil.

(CONCLUSIÓN)

Este dique, construido en 1842, determinaba un embalse de 45 millones de metros cúbicos. A raíz de lluvias torrenciales y comprendiéndose la inminencia de una catástrofe, á causa de la *insuficiencia del vertedor*, se pusieron 50 hombres á ampliar su sección, pero fué inútil, pues no tuvieron tiempo de hacer nada eficaz para evitar que las aguas desbordaran por sobre el dique, como sucedió, lo que determinó una brecha de 90 metros de largo por toda la altura del dique (20 metros); por la enorme abertura así formada, se escapó un colosal volumen de agua, que formaba en el valle una ola de 12 metros de alto, que salvó en diez y siete minutos la distancia de 19 kilómetros, comprendida entre el lago y la ciudad (esto es, á razón de 70 kilómetros por hora). Da una idea de la fuerza de semejante avalancha el hecho de que una locomotora con su tender, pesando 12 toneladas, fué transportada á 23 kilómetros de distancia. La villa de South-Fork y las usinas de Cambria, que ocupaban á 7.000 personas, fueron igualmente devastadas. Los daños materiales fueron in-

calculables y 10.000 personas, según los cálculos más optimistas perecieron en esta colosal catástrofe.

Con los antecedentes que arroja la reseña histórica que acabo de hacer, no es difícil ya prever lo que ocurriría en el caso de una ruptura del dique de San Roque. Y desde luego se puede dejar de lado la refutación de opiniones que no se han demostrado y que afirman: que un accidente de tal naturaleza en el dique no produciría un creciente mucho mayor que las mayores producidas, y que, por consiguiente, tampoco serían de mayor importancia los perjuicios que ocasionaría en la ciudad (!).

Por lo demás, estas opiniones ya han sido científicamente contradichas por el ingeniero Romero en su estudio ya citado, quien explica cómo, ni las curvas, ni los estrechamientos del cauce, tendrían influencia para disminuir la importancia de la avenida determinada por la caída del dique de San Roque, y piensa, en consecuencia, que tal accidente sería fatal para esta ciudad, y esto me exime de entrar en mayores consideraciones.

Si el dique de San Roque cediera, lógicamente la ruptura tendría lugar en la región en que sus mamposterías sufren el esfuerzo máximo de extensión, el que, como ya he demostrado, se produce á la altura de 17,30 metros, más ó menos, para un embalse de 35,30 metros; de modo que la capa de agua que pasara lo haría bajo una carga de 18 metros, y tendría un largo de más ó menos 60 metros, si suponemos la brecha formada, limitada por los estribos de los vertedores. En tal caso, el agua que saliera, serían 8.300 metros cúbicos, que, aumentada por el volumen que dan los vertedores y conductos de evacuación, podría tomarse en números redondos igual á 9.000 metros cúbicos durante el primer tiempo.

La capacidad del embalse sobre el umbral de la brecha entre las cotas citadas, es, más ó menos, 190 millones de m³, que saldrían próximamente en diez y seis horas, lo que corresponde á un gasto medio de $\frac{2}{3}$ de 8.300 = 3.320 m³, que sería igualmente el caudal medio que pasaría por la ciudad durante ese tiempo.

Haciendo comparación, podría decirse: que el gasto citado de 9.000 m³ sería como treinta veces el volumen de agua que pasaba por el río el 11 de Abril de 1903 y que, como se recordará, ya comenzaba á inundar la ciudad pasando por sobre los malecones que encauzan el río. Este mismo volumen de agua resultaría ser los $\frac{2}{3}$, más ó menos, del gasto del río Paraná, calculado en 15.000 m³.

Con estos antecedentes ya se puede prever cuál sería la situación de la ciudad, máxime si se tiene en cuenta, no solamente su topografía especial, sino también el hecho de que parte de ella queda á un nivel inferior, hasta 2 $\frac{1}{2}$ metros más bajo que la cresta de los mencionados malecones y terraplenes del ferrocarril que la limitan por el Norte y Este respectivamente, por cuya causa ya no es necesaria una creciente treinta veces mayor que la de Abril citada, bastando solamente que fuera doble de aquélla para producir una inundación ya de gravísimas consecuencias.

Sin mayores datos que permitan calcular con exactitud el tiempo que emplearía tal creciente en salvar la distancia del dique á esta ciudad, en el caso de una ruptura de aquél, pienso, basado en ciertas hipótesis, que éste no sería mayor de tres horas, debiendo consignar á este respecto que el ya citado Ingeniero Romero calcula que sería de cuatro á cuatro horas y media—tiempo, aun en este supuesto, más que angustioso para evacuar la ciudad,—tanto más, si este desgraciado accidente hubiera de producirse de noche y en completa obscuridad, pues debe tenerse en cuenta que la usina de luz y fuerza por su ubicación inmediata al dique sería la primera en sufrir las consecuencias de este desastre.

Como inmediata consecuencia de lo que acabo de decir, estimo indispensable la construcción de una nueva línea telefónica directa independiente de la actual, que asegure en todo momento una fácil y perfecta comunicación con el dique, que hoy es tan deficiente, que durante la permanencia de la Comisión en el dique, por ejemplo, han pasado hasta tres días incomunicados con

la ciudad, pues por múltiples causas se interrumpe con frecuencia el servicio actual de teléfono.

VII

Como resumen de todo lo dicho, puedo consignar las siguientes conclusiones:

1.^a El dique de San Roque trabaja á la extensión desde el momento en que el embalse llega á la cota 34,60 metros, habiéndose observada ya embalses de 35,28 metros y pudiendo éstos llegar hasta la cota 37 metros, ó más aún, sin las compuertas de los vertedores.

2.^a Considerando el dique con un embalse de 35,28 metros y calculando la presión *máxima* por el método de M. M. Lévy, resulta que ésta alcanza á 15,4 kilogramos por cm² sobre el extremo de la junta de base (cota 0,00 metros), siendo de notar que este trabajo no debe exceder de 12 kilogramos, aun en las mejores mamposterías.

3.^a La resistencia de los morteros del dique de San Roque, según los ensayos mencionados en los varios informes producidos al respecto es tan débil, que las mamposterías hechas con ellos están muy lejos de resistir aquel límite, que sólo corresponde á mamposterías hechas con morteros cuya carga de ruptura alcance á 110 kilogramos por cm².

4.^a Los vertedores de superficie son insuficientes para regular el embalse, que en las condiciones actuales puede elevarse hasta 37 ó más metros, constituyendo un gravísimo peligro.

5.^a Los vanos de evacuación de fondos son defectuosos en su forma, materiales de construcción y compuertas, como así también los vertedores.

6.^a Los peligros que entrañan cada uno de los defectos apuntados se encuentran singularmente agravados por la disposición rectilínea de la planta del dique, que es un defecto capital de esta obra.

Creo inútil agregar que tales peligros deben eliminarse con tanta mayor razón cuanto que una ruptura del dique tendría fatales consecuencias para esta ciudad.

Es entonces, en vista de estas consideraciones y como medida de elemental prudencia, que la minoría de la Comisión aconsejó á la H. Cámara ordene ampliar en lo necesario, sin pérdida de tiempo, la luz de los vertedores para que el embalse en ningún caso pueda pasar de la cota 34 metros.

Pero esto no quiere decir que yo crea que este embalse pueda ser resistido con seguridad por el dique, no, al contrario; mi opinión personal es mucho más pesimista; pero la altura definitiva del embalse recién se podrá fijar una vez que se haga el estudio detenido de las diversas partes y elementos que constituyen el dique.

Termino: puedo estar equivocado en las distintas tesis que he sostenido, aunque desgraciadamente no lo creo; sin embargo, no es imposible, pues soy hombre; pero hay algo de que estoy seguro y que no he olvidado por un solo momento: que cada una de mis afirmaciones ha sido hecha bajo la fe de un doble juramento: el que tengo prestado por ante la H. Cámara en mi carácter de Diputado y el que presté ante el Sr. Rector de la Universidad Nacional de San Carlos al recibir mi diploma de Ingeniero civil.

ESTADÍSTICA DE LAS VÍAS ELÉCTRICAS EN HUNGRÍA

El *Elektrotechnik und Maschinenbau* publica la estadística de las vías férreas eléctricas en Hungría. Durante el año 1905, el número de kilómetros de los ferrocarriles clásicos aumentó en la proporción de 12 á 13 y el número de kilómetros explotados eléctricamente se elevó de 173.500 kilómetros á 183.300. Se abrieron al servicio público las siguientes líneas: