

COLAPSO DE ESTRUCTURAS DE GALPONES DURANTE TORMENTAS SEVERAS¹

Gustavo C. Balbastro² y Victorio E. Sonzogni³

Resumen: En varias ocasiones, tormentas que se desarrollaron sobre la región central de la República Argentina han producido daños de variada magnitud en estructuras livianas, particularmente galpones y silos. La magnitud de los daños va desde el arrancamiento de algunas chapas de la cubierta hasta la destrucción total de las mismas. Por lo general estas tormentas afectan áreas bastante extensas, del orden de cientos de kilómetros de extensión, dependiendo del sistema meteorológico que provocó las tormentas. En algunos casos los daños han llegado a la destrucción de la casi totalidad de las construcciones de estos tipos en una o varias localidades, con cuantiosas pérdidas materiales e incluso pérdidas de vidas humanas. En este trabajo se analizan algunas causas de daños observados a consecuencia de una tormenta particularmente significativa.

Palabras Claves: cubiertas livianas, galpones, tormentas fuertes, viento.

COLLAPSE OF SHED STRUCTURES ON SEVERE STORMS

Abstract: On many occasions, storms developed over the central region of the Argentine Republic produced damages of various magnitudes on light structures, especially on sheds and silos. The magnitude of damages comes from ripping of some roof metal sheets up to its total destruction. Generally, large areas are affected by these storms, depending on the meteorological system that generated the storms. Sometimes, the damages consisted of the almost total destruction of this kind of constructions in one or more towns, with huge material losses and even human casualties. In this work, some causes of the observed damages after a significant storm are analyzed.

Keywords: light roofs, severe storms, sheds, wind.

INTRODUCCIÓN

Un tipo de construcción muy difundida tanto en ámbitos urbanos como rurales son los galpones de planta rectangular, con techo de directriz curva. La estructura usualmente está formada por arcos de reticulado o celosía, cuya sección transversal está formada por cuatro barras de acero de sección circular, vinculadas entre sí con diagonales también de sección circular dobladas en zig-zag. Estos elementos se unen mediante soldadura eléctrica. Sobre los arcos apoyan correas de celosía, compuestas por dos barras de sección circular en el cordón superior unidas entre sí por planchuelas y una en el cordón inferior, unida al cordón superior por un plano vertical de diagonales, formando una sección "T", o bien dos planos inclinados de diagonales, formando en este caso una sección triangular, que se fijan a los arcos mediante bulones. Las correas reciben chapas de acero galvanizado, conformadas sinusoidalmente, que se fijan con tornillos autoperforantes o ganchos en forma de "J", aunque se han observado casos de fijaciones con remaches de aluminio. No siempre se observan arandelas intercaladas entre la tuerca o la cabeza del tornillo y la chapa, y por lo general el tipo y espaciamiento de los elementos de fijación es uniforme en todo el cerramiento y la cubierta.

Los arcos se apoyan sobre columnas que suelen tener la misma sección que estos. El cerramiento lateral se hace con un sistema similar a la cubierta, o bien con mampostería. Dado el reducido peso de la estructura, las columnas suelen apoyarse sobre masas de hormigón que fueron coladas en pozos practicados en el suelo, de dimensiones variables aunque no mucho mayores que la sección de la columna que reciben. Una estructura típica se muestra en la Figura 1.

¹ Artículo recibido el 15 de septiembre de 2007 y aceptado el 16 de enero de 2008.

² Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela. Becario de doctorado (UTN) GIMNI-UTN-FRSF / CIMEC-INTEC. E-mail: gbalbastro@yahoo.com – gbalbastro@ceride.gov.ar

³ Universidad Nacional del Litoral. CIMEC-INTEC-UNL-CONICET. E-mail: sonzogni@intec.unl.edu.ar



Figura 1: Vista de una estructura típica durante su construcción.

Las dimensiones usuales de este tipo de construcciones guardan las siguientes relaciones: $0,07 < F/C < 0,18$; $0,15 < F/H < 0,62$; $0,50 < L/C < 5,54$; siendo F y C la flecha y la cuerda del arco, respectivamente, H la altura desde el suelo al arranque de los arcos y L el largo de la planta. Las dimensiones en planta, en el caso de las construcciones de la localidad estudiada, en general son 10 m de cuerda por 20 m de largo, aproximadamente.

Estas construcciones forman parte de un modo cultural de construir, y son ejecutadas en su mayoría por pequeños talleres artesanales que repiten diseños que han venido usando durante mucho tiempo, sin participación de profesionales en su concepción, diseño, dimensionamiento o supervisión durante la construcción. Esto es particularmente cierto cuando los galpones se montan en pequeñas poblaciones donde el control de policía de obras no es ejercido por la autoridad local, así como en ámbitos rurales. En las poblaciones donde sí se realiza la tramitación de permisos de obras, dada la rapidez de construcción es frecuente que se monten en poco tiempo y a posteriori se realice un trámite administrativo para documentar la obra, que no incluye verificación de la estructura.

Las construcciones de este tipo han mostrado ser más vulnerables que otras tipologías ante eventos de tormentas con ráfagas de vientos fuertes, cuando resultan dañadas en distintos grados, mientras que en las mismas circunstancias, construcciones de otros tipos no reciben daños o bien son muy reducidos.

Este trabajo se basa en las observaciones de los efectos de una tormenta ocurrida el 11 de noviembre de 2003, y que desde minutos después de las 20:00 y durante unos treinta minutos provocó cuantiosos daños en los galpones y silos del pueblo Pavón Arriba ($33^{\circ}18'44''S$, $60^{\circ}49'18''W$), ubicado al sur de la ciudad de Rosario, en la provincia de Santa Fe, República Argentina. Otras poblaciones, ubicadas en una franja de unos 80 km de ancho que se extendió desde la provincia de Córdoba hasta Entre Ríos en dirección SO-NE, incluyendo la ciudad de Rosario, resultaron afectadas, varias de ellas muy seriamente. La zona más afectada por el fenómeno se muestra en la Figura 2.



Figura 2: Mapa de la región afectada. Fuente: Diario La Nación (2003).

DESCRIPCIÓN DEL FENÓMENO METEOROLÓGICO Y ESTIMACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO

El fenómeno meteorológico que provocó los daños observados tuvo su origen a partir de un frente frío procedente del sur que había estado avanzando hacia el norte en los días previos, con producción de tormentas prefrontales que incluyeron caída de granizo. Simultáneamente, la temperatura en la región norte iba en aumento. El día 10 de noviembre de 2003 el frente comenzó a retroceder hacia el sur en forma de frente caliente, provocando algunas tormentas en la región central, que continuaron al día siguiente con caída de granizo en algunas localidades y fuertes ráfagas de viento, y es probable que se haya producido algún fenómeno de tornado (Hordij et al., 2003). No obstante, la ocurrencia de un tornado en la localidad en cuestión no pudo constatarse en las entrevistas a los pobladores de la misma. La imagen satelital de la Figura 3 corresponde a cinco horas antes del paso del fenómeno sobre la localidad en estudio y muestra los cumulonimbus que se multiplicaron en las horas siguientes y se desplazaron hacia el noreste, originando las tormentas que provocaron los daños estudiados. El frente del sistema se encuentra en el momento de toma de la imagen a unos 150 km al SO de Pavón Arriba.

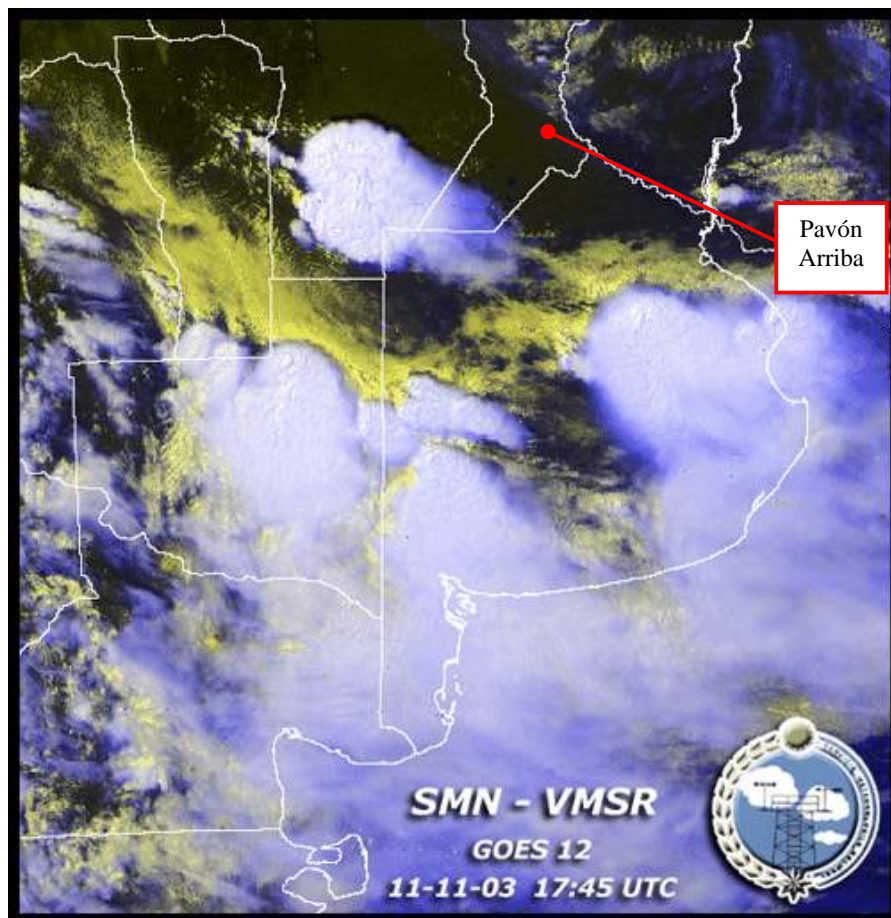


Figura 3: Imagen satelital (falso color, compuesta de 3 bandas visibles e IR) del fenómeno meteorológico. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (2003).

En la búsqueda efectuada no se consiguieron registros de velocidad del viento en el lugar. Los datos consignados por los medios periodísticos presentaban una gran dispersión y tampoco se pudo constatar la fuente de los mismos. La estación meteorológica más cercana que se pudo encontrar, ubicada en el aeropuerto de Fisherton ($32^{\circ}54'18''S$, $60^{\circ}46'56''W$) a 46 km de la localidad relevada informó ráfagas de 90 km/h, (25 m/s) a las 20:10, si bien informó que el anemómetro quedó fuera de servicio ese día más tarde. En principio, según nuestra averiguación, la salida de servicio del instrumento no pudo deberse a una excesiva velocidad del viento, ya que el mismo tiene capacidad para registrar hasta 180 km/h, según pudo saberse.

Como la velocidad del viento resulta un dato importante para valorar la vulnerabilidad frente a los daños observados, se buscó estimar la misma en forma indirecta. Para esto resultó apropiado uno de los efectos producidos por la tormenta, el cual fue el vuelco de un ómnibus de larga distancia de carrocería elevada, debido al viento. Este hecho se produjo cuando el vehículo se encontraba casi detenido sobre la calzada en el kilómetro 257 de la autopista RN N° 9, que une Rosario con Buenos Aires, cerca de la localidad de Figuera (33°11'20"S, 60°28'13"W). El vehículo prácticamente se había detenido por efecto de la escasa visibilidad producida por la lluvia y las sacudidas debidas al viento, y resultó volcado por una ráfaga de viento. Dadas las circunstancias reportadas por el conductor de la unidad (La Capital, 2003), y la forma simple y regular de la carrocería, se consideró que era adecuado para llevar a cabo una estimación razonable de la velocidad de la ráfaga necesaria para desestabilizar el vehículo. Este hecho se produjo a unos 30 km de Pavón Arriba, en la dirección de los vientos registrados (Figuras 4 y 5).



Figura 4: Ómnibus accidentado. Fuente: Diario Clarín (2003)



Figura 5: Ubicación del lugar del accidente con respecto a la localidad estudiada. Fuente: Wikimapia (2007).

Para esta estimación se había considerado que el vuelco se produjo solamente por la acción estática del viento, despreciando posibles efectos dinámicos tales como un acoplamiento entre la frecuencia de las ráfagas y las frecuencias propias de oscilación del sistema dinámico masa – resorte – amortiguador constituido por el vehículo y su suspensión, al no disponerse de estas características dinámicas. No obstante, esta suposición resulta conservadora, al no considerar esta posible amplificación dinámica que podría conducir a un vuelco con una menor velocidad de viento.

Por lo tanto se determinó la velocidad de viento para la cual se produce un momento de vuelco mayor que el momento estabilizador debido al peso de la unidad. La determinación se realizó mediante simulación computacional como se ve en las Figuras 6 y 7, obteniendo como resultado de la misma las presiones en la superficie del vehículo. Estas presiones se integraron para obtener la magnitud y ubicación de las resultantes de las fuerzas de arrastre y sustentación. Con éstas se calculó el momento con respecto al centro de rotación del vehículo, considerando que el mismo se encuentra ubicado en el plano medio de las ruedas duales. Este momento de vuelco debe ser resistido por el momento que, con respecto al mismo punto, produce el peso del ómnibus con su carga. Dado que las presiones son función del cuadrado de la velocidad del aire, de esta igualdad se obtuvo el valor de la velocidad de viento que provocó un momento de vuelco que supera al momento estabilizador. Un cálculo similar se llevó a cabo aplicando los coeficientes de presión del Reglamento CIRSOC 102 (INTI, 1982), que rige en la República Argentina para evaluar la acción del viento sobre las construcciones, obteniendo valores de velocidad del viento del orden de los 100 km/h (Balbastro y Sonzogni, 2004; Balbastro et al., 2005). El detalle del cálculo descripto excede el objetivo de este trabajo, por lo que se remite al lector interesado a las referencias mencionadas.

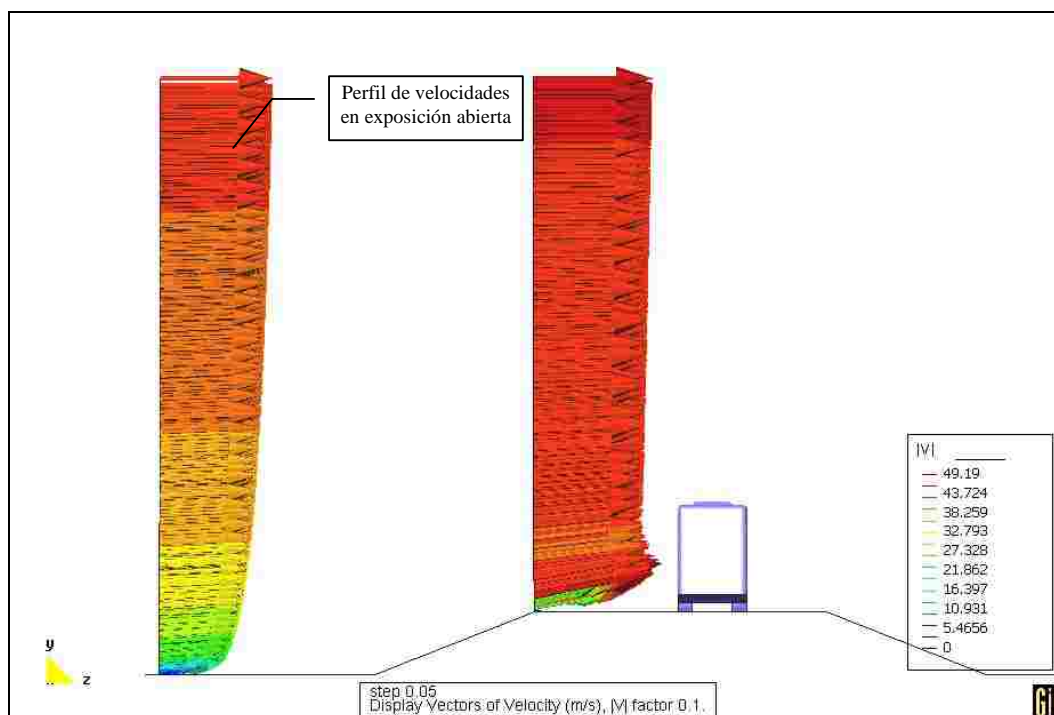


Figura 6: Vista de un perfil de velocidades de la simulación (Balbastro et al., 2005).

Estas velocidades resultan inferiores a aquellas para las cuales se deberían diseñar las estructuras si se aplican los criterios reglamentarios vigentes en la República Argentina o bien los previstos por el proyecto de reglamento pendiente de aprobación. Para la localidad en estudio la velocidad básica de diseño, V_0 , debería ser de 157 km/h a 178 km/h (43,5 m/s a 49,5 m/s) para construcciones de bajo o alto factor de ocupación, respectivamente (ver CIRSOC 102, INTI (1982)). Si se tienen en cuenta las prescripciones del proyecto de reglamento mencionado, las velocidades a considerar serían de 168 km/h a 180 km/h (46,6 m/s a 50,0 m/s) (ver CIRSOC 102, INTI (2001)) en función del factor de ocupación. Estas diferencias entre las velocidades de diseño reglamentarias y la estimada para la tormenta implican que la

presión dinámica producida por el viento durante la tormenta según la estimación realizada es aproximadamente la mitad de la presión dinámica para la cual se deberían haber diseñado las estructuras.

Los valores de velocidad de viento reportados en medios periodísticos también fueron inferiores a las velocidades estipuladas por los reglamentos.

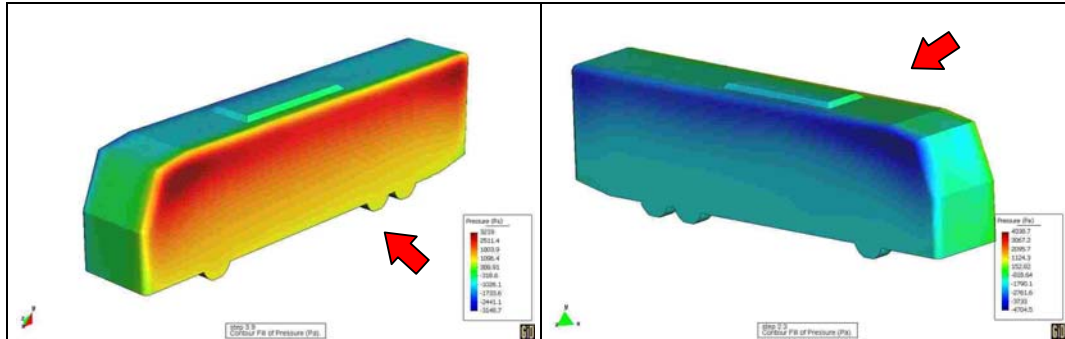


Figura 7: Presiones a barlovento (izquierda) y a sotavento (derecha) (Balbastro et al., 2005).

DESCRIPCIÓN DE LAS FALLAS OBSERVADAS Y POSIBLES CAUSAS

Debido a que el viento no habría superado los valores de diseño reglamentario, según las consideraciones anteriores, resulta útil describir las fallas observadas y tratar de explicar las causas posibles. Las fallas encontradas se pueden clasificar en cinco tipos, pudiendo ocurrir más de un tipo de falla sobre una misma construcción. En cada caso se indica la dirección en la que incidió el viento sobre la estructura, la ubicación de los elementos dañados y las causas posibles de falla, evaluadas fundamentalmente desde un punto de vista cualitativo referido a la resolución de los detalles constructivos o al planteo general de la estructura.

De acuerdo con lo anterior, las fallas pueden agruparse de la siguiente manera:

- a) Arrancamiento de chapas:
 - Dirección del viento incidente: oblicuo o normal al muro hastial o tímpano.
 - Ubicación de los elementos dañados: adyacentes a una arista o sobre la línea de cumbrera.
 - Causas posibles: insuficiente cantidad de elementos de fijación, especialmente en las zonas donde se producen succiones locales elevadas; ausencia de arandela entre la chapa y la cabeza del tornillo o la tuerca del gancho “J”, elementos de fijación inadecuados, como puede verse en las Figuras 8, 9, 10, 20 y 26. No se observó que los elementos de fijación tuvieran un espaciamiento menor en las zonas de succiones elevadas (las flechas en las figuras indican la dirección del viento incidente).
- b) Pandeo de correas:
 - Dirección del viento: oblicuo o normal al muro hastial o tímpano.
 - Ubicación de los elementos dañados: primer tramo a partir de la fachada o próximos a bordes de la cubierta sometidos a succión local elevada.
 - Causas posibles: En el primer caso se observó la falla general de todas las correas del tramo debido al empuje del muro hastial, siendo las causas de falla posibles la esbeltez excesiva y la falta de elementos de contraviento, como se ve en las Figuras 11 a 14. En el segundo caso se observó el pandeo local del cordón comprimido en correas sometidas a elevados momentos flectores, en zonas con succiones locales importantes y combinadas con presión interna positiva. Dados los reducidos diámetros del cordón inferior y la separación de las diagonales, se observaron esbelteces de la barra del cordón inferior (comprimido debido a la acción del viento) superiores a 150, el límite estipulado por la normativa vigente (ver CIRSOC 303, INTI (1991)). Más aún, dicha normativa estipula que las correas de sección “T” no deben emplearse si el cordón inferior resulta comprimido, como es este caso. Un ejemplo se ve en la Figura 15, donde también se aprecia la ausencia de rigidizadores en “V” del cordón inferior.
- c) Levantamiento de fundaciones:
 - Dirección del viento incidente: normal a la generatriz.

- Ubicación de los elementos dañados: en el centro de la cara a barlovento, como se observa en las Figuras 16 y 17.
 - Causas posibles: resistencia al arrancamiento insuficiente por poco peso o profundidad de la fundación (se observó el arrancamiento de bases que pesaban aproximadamente 1,4 kN, cuando una estructura de las dimensiones más comúnmente encontradas debería tener una resistencia al arrancamiento de unos 20 a 25 kN por base)
- d) Fallas en uniones:
- Dirección de viento incidente: todas.
 - Ubicación de los elementos dañados: soldaduras a tope de perfiles laminados con insuficiente penetración (columnas, Figura 18), soldaduras de diagonales con las barras longitudinales de elementos de celosía (arcos, correas y columnas, Figuras 19 a 21), uniones abulonadas de correas con arcos (Figura 22).
 - Causas posibles: deficiente ejecución de la soldadura, sin preparación de las piezas, y ubicación de la unión en las zonas de momento flector máximo; uso de aceros no apropiados para soldar, por lo que resultan debilitados; falta de arandelas y espesor insuficiente de la chapa nodal.
- e) Falla de pórticos por empuje horizontal en su plano:
- Dirección del viento incidente: normal a la generatriz.
 - Ubicación de los elementos dañados: uno o más pórticos de la zona central de la estructura.
 - Causas posibles: falta de sistemas de contraviento (sólo se cuenta con un tensor en el arranque del arco, que tiene sentido para las cargas gravitatorias, pero no para las fuerzas ascendentes u horizontales, como se ve en las Figuras 23 y 24); sección insuficiente de las columnas y/o los arcos, dado que se observa pandeo localizado de las barras del cordón comprimido; escasa colaboración entre los planos paralelos, por la ausencia de sistemas de contraviento, como se ve por la falla de algunos pórticos centrales, mientras permanecen de pie los adyacentes (Figuras 25 y 27).

Es interesante señalar que el proyecto de reglamento de evaluación de la acción del viento antes mencionado prevé expresamente la verificación del sistema principal resistente a la fuerza del viento (SPRFV) y de los componentes y revestimientos (C&R). Las fallas que se observaron corresponden a los dos tipos, pudiendo reconocer los tipos a) y algunos casos del tipo b) como fallas de C&R, y los tipos c), d), e) y algunos casos del b) como fallas de SPRFV. En muchos casos la falla pudo haber comenzado con el arrancamiento de una chapa (C&R), lo que modificó drásticamente las presiones internas y derivó en la falla de uno o más pórticos (SPRFV).



Figura 8: Arrancamiento de chapas (componentes y revestimientos, C&R), dirección del viento: desde la izquierda



Figura 9: Arrancamiento de chapas y pandeo local de correas (C&R), dirección del viento: oblicuo



Figura 10: Fijación inadecuada de chapas (falta de arandelas)



Figura 11: Pandeo general de las correas por empuje en el muro hastial a barlovento (SPRFV).

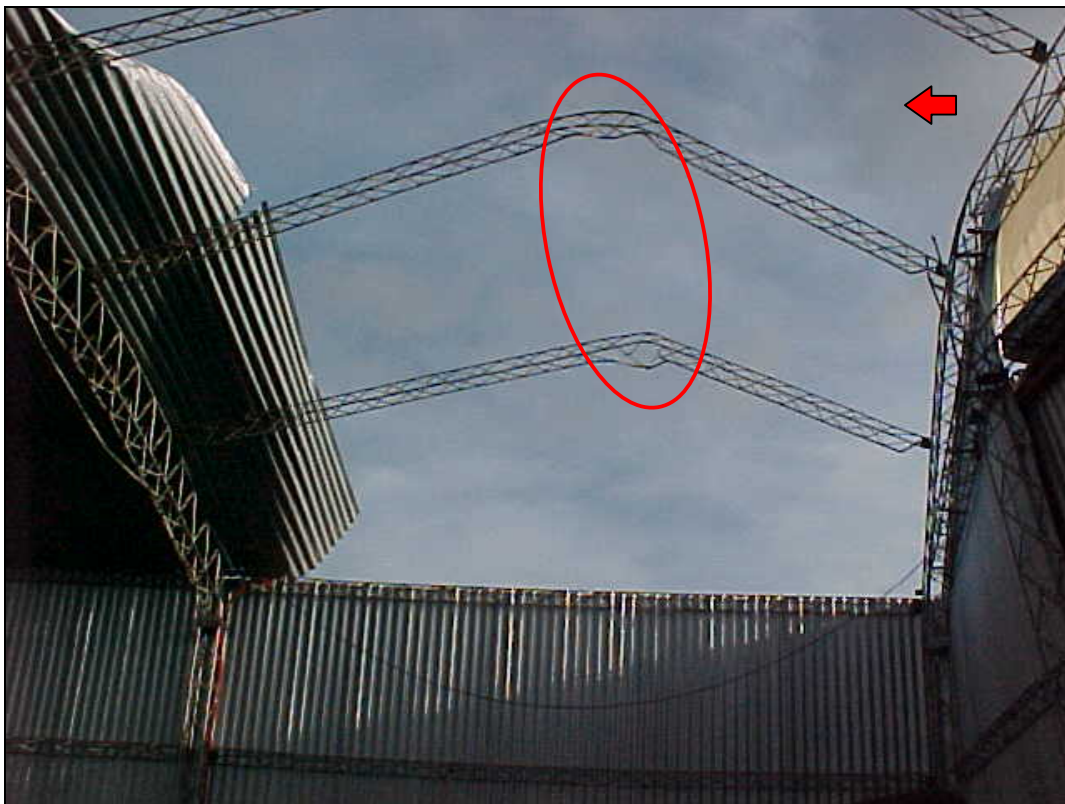


Figura 12: Pandeo general de las correas por empuje en el muro hastial a barlovento y succiones localizadas (SPRFV).



Figura 13: Pandeo general de las correas por empuje en el muro hastial a barlovento (SPRFV).



Figura 14: Pandeo general de las correas por empuje en el muro hastial a barlovento.



Figura 15: Pandeo de cordón comprimido en correa con sección "T" (C&R).

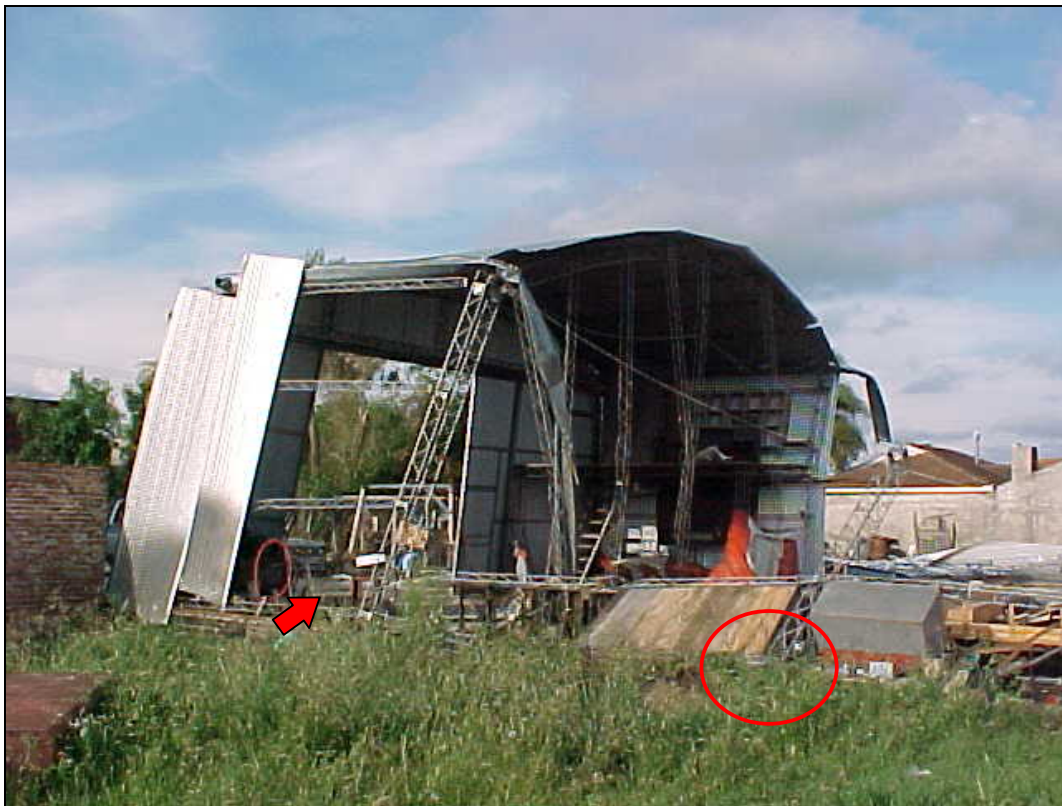


Figura 16: Levantamiento de fundaciones y falla de pórtico por empuje horizontal coplanar (SPRFV).



Figura 17: Levantamiento de fundaciones (detalle de la Figura 16)



Figura 18: Falla de soldaduras en columna de pórtico, insuficiente penetración y ausencia de soldadura en alas del perfil (SPRFV).



Figura 19: Falla en acero para hormigón armado soldado en columna de pórtico (SPRFV).

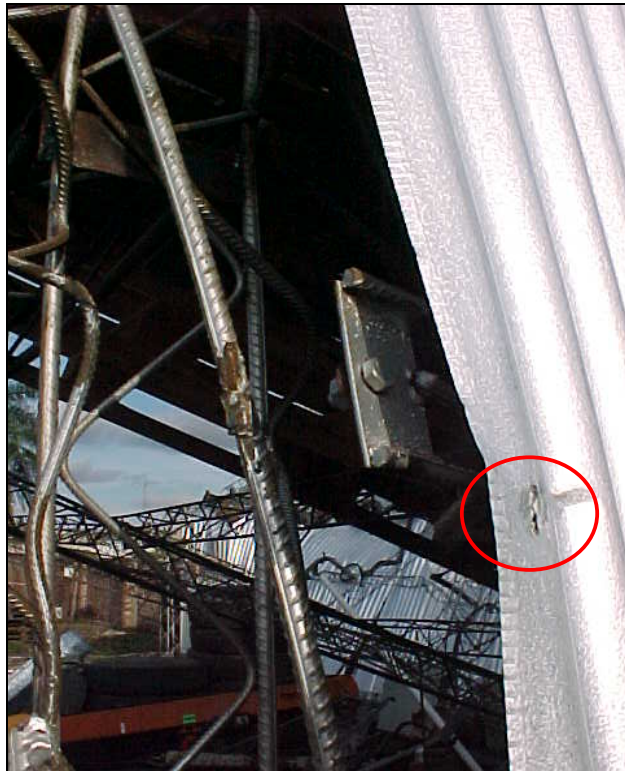


Figura 20: Falla en acero para hormigón armado soldado. Falta de arandela en fijación de la chapa (C&R).



Figura 21: Falla en acero para hormigón armado soldado en columna de muro hastial (SPRFV).



Figura 22: Falta de arandelas en uniones abulonadas.



Figura 23: Falta de contraviento o contraviento inadecuado. Pandeo local del cordón comprimido del arco (SPRFV).



Figura 24: Pandeo localizado en columnas y arcos (SPRFV).



Figura 25: Falla de pórtico por esfuerzo horizontal en su plano. Falta de colaboración entre planos resistentes paralelos (SPRFV). Arrancamiento de chapas en zonas de succión (C&R).



Figura 26: Detalle de Figura 25. Arrancamiento de chapas con fijaciones inadecuadas (remaches de aluminio tipo POP).



Figura 27: Falla de pórtico por esfuerzo horizontal en su plano. Falta de colaboración entre planos resistentes paralelos.

Los tipos de fallas observados produjeron en algunos casos daños parciales y en muchos llevaron a la destrucción total de la construcción. Se obtuvieron muchas fotografías de construcciones completamente destruidas, a tal grado que las imágenes no lograban reflejar el mecanismo de falla producido. Del análisis de los tipos de fallas observados y de la repetición de los mismos en muchas estructuras, se desprende que existen fallencias comunes que deberían ser corregidas. Estas fallencias pueden resumirse en:

- Planteo estructural inapropiado para resistir las acciones de viento. Esto se observa a partir de la ausencia total de sistemas de contraviento que sean apropiados para resistir y distribuir los esfuerzos debidos al viento, observándose en cambio elementos para resistir acciones gravitatorias, como es el tensor en los arcos, lo que indica una falta de comprensión del funcionamiento de la estructura y de la trayectoria de los esfuerzos hacia la fundación.
- Uso de materiales inapropiados, como por ejemplo la combinación de aceros para hormigón armado no aptos con uniones soldadas.
- Dimensiones insuficientes de elementos estructurales, esbelteces excesivas, como por ejemplo columnas, arcos, correas y fundaciones.
- Ejecución inadecuada de detalles constructivos: separación excesiva de fijaciones, falta de arandelas, ubicación de uniones en zonas de esfuerzos máximos.

Adicionalmente, debe señalarse que en las entrevistas mantenidas con los propietarios de las construcciones dañadas éstos manifestaron que las mismas habían sido construidas en algunos casos por talleres artesanales locales o de localidades cercanas, y en otros por empresas dedicadas a la fabricación de galpones, según se constató además por placas identificatorias como se ve en la Figura 10. En ningún caso pudo constatararse la participación de profesionales durante el diseño o la construcción, según se desprende de los distintos testimonios, y muchos de ellos manifestaron que las estructuras les habían sido garantizadas para vientos de 200 km/h por los fabricantes. Por otra parte tampoco pudo constatararse la presentación de planos ante los entes respectivos de control.

Durante esta tormenta las únicas construcciones dañadas fueron las del tipo indicado y los silos, contruidos de manera similar. No se produjeron daños en otro tipo de construcciones, como por ejemplo las viviendas, o bien estos fueron casi despreciables y se dieron en edificaciones muy precarias. Además, dentro del tipo de construcción analizada, las que en general sufrieron daños menores fueron las que tenían cerramiento lateral de mampostería en vez de cerramiento de chapa (con algunas excepciones, como el caso de una escuela que perdió la totalidad de la cubierta liviana pese a tener paredes de mampostería).

CONCLUSIONES

De acuerdo con lo expuesto en los párrafos anteriores, puede verse que hay errores comunes en la construcción de este tipo de estructuras, que inician con su diseño y construcción por parte de personas no capacitadas, que repiten o adaptan planteos estructurales, secciones de elementos, detalles constructivos, etc., sin justificación racional en base al conocimiento. Esto se ve facilitado por una crónica falta de control por parte de las autoridades respectivas y por el desconocimiento por parte de los propietarios sobre la necesidad de intervención profesional. Si bien debería resultar obvia la necesidad de intervención de un profesional habilitado y el respectivo control del organismo competente, evidentemente no lo es, ya que los propietarios entrevistados manifestaban extrañeza cuando se les consultaba quién era el ingeniero que había intervenido en la obra, o si habían consultado con uno. Esta combinación de falta de control del Estado y ausencia de responsabilidad profesional deja librado el diseño y construcción de estas estructuras al ahorro de materiales como único criterio, lo que queda notoriamente evidenciado en el exiguo tamaño de las fundaciones, en las secciones empleadas, en la ausencia de arandelas, contravientos, etc. Más aun, genera una situación en la cual le resulta casi imposible competir a quien desea proceder en forma correcta, contratando un profesional, aplicando normas de diseño, etc.

Además de las causas inmediatas de falla atribuibles a las cuestiones puramente estructurales identificadas en los párrafos anteriores, la falta de control de la autoridad competente y de intervención de un profesional responsable deben considerarse como las causas últimas del comportamiento de las estructuras observadas. La dificultad de percibir o valorar el riesgo de eventos de carácter netamente probabilístico por parte del usuario o propietario de estas construcciones es comprensible, por lo que el rol del control resulta fundamental.

Esta situación provocó la falla generalizada de estas construcciones ante un evento que no habría superado los valores de diseño reglamentarios, lo cual se agrava si se tiene en cuenta que entre las construcciones colapsadas estaban el cuartel de bomberos y una escuela, que deberían permanecer funcionales ante eventos de magnitud para atender la emergencia y servir de centro de evacuación. Con respecto a los dos últimos casos mencionados, si bien en esta oportunidad no fue posible averiguarlo se sabe que por lo general son construidas sin atender a este criterio, mediante esfuerzo voluntario de cooperadoras, etc., con un estricto sentido de abaratar costos pero con las mismas falencias en cuanto a proyecto y control que en las construcciones de particulares. Este procedimiento debería modificarse, a fin de que las construcciones importantes en situaciones de emergencia permanezcan en funcionamiento, para lo cual se debería garantizar que las mismas sean realizadas con intervención profesional y aplicando los requisitos reglamentarios.

El contexto en el que se desarrollan estas construcciones no parece sencillo de modificar por razones que exceden el alcance de este trabajo, pero una posible solución para evitar la repetición de errores y colapsos es la elaboración y difusión de guías de buenas prácticas de construcción sencillas y claras que abarquen las dimensiones más comunes de galpones, para su uso por parte de los constructores artesanales o pequeñas fábricas de galpones. La existencia de estas guías debería también ser conocida por los potenciales propietarios de estas construcciones, para que exijan su aplicación a los constructores.

Las estructuras de mayores dimensiones deberían ser diseñadas y supervisadas por especialistas y el control por parte de los organismos competentes debería estar presente, ya que este tipo de eventos genera siempre reclamos hacia el Estado, los cuales han sido atendidos mediante indemnizaciones generalizadas, las cuales se habrían evitado si se hubieran dado los pasos necesarios de intervención profesional responsable y control por parte de la autoridad competente.

REFERENCIAS

- Balbastro, G. C. y Sonzogni, V. E. (2004) "Pavón Arriba", *Memorias del Seminario Internacional "Alternativas tecnológicas frente a los desastres"*, CD ROM, Mendoza, Argentina.
- Balbastro, G. C., Sonzogni, V. E. y Franck, G. (2005) "Sobre la estabilidad de un ómnibus elevado ante ráfagas transversales de viento", *XIV Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito*, CD ROM. Buenos Aires, Argentina.
- Diario Clarín (2003). Edición del 13 de noviembre de 2003, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://www.clarin.com/diario/2003/11/13/s-658271.htm>

- Diario La Capital (2003). Edición del 12 de noviembre de 2003, Rosario, Santa Fe, Argentina. Disponible en: http://archivo.lacapital.com.ar/2003/11/12/ciudad/noticia_52617.shtml
- Diario La Nación (2003). Edición del 13 de noviembre de 2003, Buenos Aires, Argentina. Disponible en: <http://www.lanacion.com.ar/archivo/IndexDia.asp?fecha=13/11/2003>
- INTI (1982). *Reglamento CIRSOC 102: Acción del viento sobre las construcciones*, Buenos Aires, Argentina.
- INTI (1991). *Recomendación CIRSOC 303: Estructuras livianas de acero*, Buenos Aires, Argentina.
- INTI (2001). *Proyecto de Reglamento Argentino de Acción del Viento Sobre las Construcciones CIRSOC 102*, Buenos Aires, Argentina.
- Hordij, J. H., ed. (2003). *Servicio Meteorológico Nacional - Boletín de Tendencias Climáticas*, Vol. IX, N° 12, pp. 3
- Servicio Meteorológico Nacional (2003). Imágenes de tiempo severo. Tormentas 11/11/2003. Disponible en: <http://www.smn.gov.ar/?mod=satelite&id=2>
- Wikimapia (2007). Disponible en: <http://www.wikimapia.org/#lat=-33.11915&lon=-60.636978&z=12&l=3&m=a&v=2>

