

Arriostramiento lateral en las estructuras de andamios armados



Carlos Alberto
Medina Collazos
Ingeniero civil

*Especialista en Gerencia
de Salud Ocupacional
/ Departamento de
Seguridad Industrial de
Proyectos y Perforación
/ Ecopetrol S.A.*



E

l uso de las plataformas para trabajos en altura se remonta hasta los albores de la civilización; en aquellos tiempos su uso más frecuente se relacionaba con la invasión de fortalezas, con fines bélicos o construcción de pirámides; en China, por ejemplo, se utilizaban materiales como el bambú o la madera dado su bajo peso, alta dureza y gran resistencia a la tracción, entre tanto, la civilización occidental prefería el uso de la madera (Termiser, 2018).

De otro lado, durante el Renacimiento la obsesión del arte por imitar con mayor fidelidad la naturaleza y la concepción de un diseño y orden racional facilitó la elaboración de grandes esculturas, pinturas y obras arquitectónicas (Nieto, 2019) en las que se ocupaba gran cantidad de trabajadores y artistas, quienes realizaban sus actividades sobre plataformas de trabajos en altura con riesgo de caída. Más adelante, con el auge de la industria del acero, a principios del siglo XX, se hizo intensivo el uso de plataformas en estructuras de acero y aleaciones de aluminio con el objetivo de que estas plataformas fueran más livianas, fáciles de ensamblar, durables, resistentes a la tracción, compresión, flexión y torsión procurando un lugar conveniente de trabajo, que permitiera proteger a las personas del riesgo de caída.

Sin embargo, el uso masivo de este tipo de estructuras sin medidas de prevención, relacionadas con la calidad de los materiales, capacidades nominales, competencias de los diseñadores, armadores y usuarios generaron accidentes de trabajo con consecuencias graves y, en muchos casos, la muerte.

En Colombia la reglamentación adopta de manera tangencial la seguridad en el uso de sistemas de acceso como los andamios. El artículo 18 de la Resolución 1409 de 2012, "por la cual se establece el Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas", proporciona algunos requisitos importantes para los sistemas de acceso como solicitar que los componentes sean certificados, así como garantizar la resistencia a las cargas y la estabilidad completa, de tal forma que se evite volcamiento o caída.

En Colombia, las normas relacionadas con trabajos en altura inician con un cierto grado de profundidad con la Resolución 2400 de 1979 gracias al aporte de las normas OSHA en 1970 y estándares como ANSI. En dicha resolución se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. Luego, se publica la Resolución 3673 de 2008 que establece el Reglamento Técnico de



El desconocimiento del funcionamiento estructural de los andamios por fuerzas dinámicas y, por consiguiente, su deficiente establecimiento de controles, son factores causales de graves accidentes de trabajo."

Trabajo Seguro en Alturas, hasta llegar a la Resolución 1409 de 2012, la cual focaliza términos relacionados con trabajos en alturas y considera a la persona calificada para autorizar puntos de anclaje a un perfil de ingeniero, con experiencia mínima de dos años, para calcular la resistencia de los materiales.

Sin embargo, en la práctica, diferentes disciplinas de la ingeniería, que no incluyen dentro de su formación el análisis de estructuras y resistencia de materiales, avalan las memorias de cálculo de la estructura de andamio; aunque es de resaltar que la NSR-10, Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, describe de forma específica el perfil del ingeniero que debe firmar las memorias respectivas, las cuales justifican los cálculos de resistencia de la estructura.

El desconocimiento del funcionamiento estructural de los andamios por fuerzas dinámicas y, por consiguiente, su defi-

ciente establecimiento de controles, son factores causales de graves accidentes de trabajo como, por ejemplo, cuando se omite la colocación de diagonales, las cuales son importantes para rigidizar¹ la estructura armada.

En este sentido, el Gobierno Nacional ha generado acciones a través de la NSR-10, Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente, encaminadas, en primer lugar, a rigidizar las estructuras permanentes prioritarias para soportar fuerzas sísmicas y motivar a reforzar aquellas construidas antes de 1997. Así, el mecanismo más eficiente utilizado es la instalación de diagonales articuladas en los nodos o intercepciones entre elementos verticales y horizontales, formando así triángulos (ver figura 1). Recordemos que el triángulo es la figura geométrica de la naturaleza más estable a las deformaciones.

El efecto de las diagonales, formando triángulos con elementos verticales y horizontales sobre las estructuras es la de rigidizar, proporcionando estabilidad a la deformación por fuerzas horizontales, limitando —por su geometría— el valor de la deriva de los elementos verticales, aumentando los factores de seguridad y estabilidad del conjunto de elementos que hacen parte del andamio.

En Colombia la ingeniería utiliza el concepto de los triángulos, para proporcionar rigidez a las construcciones, consciente del comportamiento eficiente de la respuesta ante fuerzas dinámicas. Para este caso específico, fuerzas derivadas de movimientos sísmicos.

Los accidentes de trabajo relacionados con andamios casi siempre terminan con consecuencias graves en los trabajadores



Figura 1. Rigidez de estructura del edificio, mediante uso de diagonales en fachada.

Fuente: Archivo particular del autor

¹ Rigidez: resistencia de un miembro o estructura a ser deformado, medida por la relación entre la fuerza (o momento) aplicada y el correspondiente desplazamiento (o rotación) (NSR-10 Normas Sismo Resistente Colombianas, Título F - Estructuras metálicas.

² Esta apreciación se realiza con base en la experiencia obtenida de accidentes con alto potencial conocidos a través de nuestros contratistas u ocurridos fuera de la organización. También se basa en comentarios y observaciones recibidas en formaciones y cursos asociados a trabajos en altura y supervisión de andamios.



Figura 2. Accidente en el puente La Pala, en la vía Bogotá-Villavicencio, 2018. Fuente: Noticias Caracol, (27 de noviembre, 2018), choque de grúa con un andamio habría causado el fatal colapso de puente La Pala. Recuperado el 15 de diciembre de 2022. <https://noticias.caracoltv.com/colombia/choque-de-grua-con-un-andamio-habria-causado-el-fatal-colapso-de-puente-la-pala>

cuales compilan de manera específica el comportamiento y diseño de este tipo de estructuras de andamios.

A su vez, se requiere reconocer el esfuerzo del Comité Técnico 246 del Icontec por establecer en las normas colombianas las especificaciones de los estándares de normatividad de la Comunidad Europea como UNE EN 12810 Andamios de fachada; UNE EN 12811 Diseño general, materiales y ensayos de cargas de andamios y UNE EN 1004 Torres móviles. Dichos estándares son de voluntaria aplicación en Colombia, pero permiten garantizar la completa estabilidad y seguridad del sistema de acceso para trabajo en alturas, de tal forma que evita el volcamiento o caída, como lo establece el requerimiento legal en el artículo 19 de la Resolución 1409 de 2012.

De otro lado, el comercio intensivo con otros países ha permitido el ingreso de productos nuevos a Colombia que retan a verificar, con mayor detalle, el tipo de certificación suministrada por los fabricantes o proveedores de elementos de andamios. Así mismo, es prioritario elevar el nivel de competencias del personal armador de andamios y de los mismos diseñadores ya que, actualmente, los programas de formación ofrecidos en el mercado no cubren todos los aspectos que deben ser considerados al momento de usar una estructura de andamio.

Consciente de esta necesidad, la academia ha empezado a desarrollar diplomados y cursos con fundamentos en normas internacionales para introducir aspectos relevantes en el diseño, modelamiento y comportamiento dinámico de este tipo de estructuras de an-



o usuarios, muchos de estos, causados por cargas no consideradas desde el diseño como, por ejemplo, cuando los andamios son utilizados como puntos de apoyo para asegurar líneas de vida horizontales o cuando estos se hallan en el radio de acción de equipos de levantamiento mecánico de cargas, como el accidente ocurrido sobre el puente la Pala, en el departamento del Meta (ver figura 2).

Varios accidentes relacionados con el armado, uso y desarmado de andamios son prevenibles. Por ello, es preciso hacer un esfuerzo desde las áreas de ingeniería y de seguridad industrial de cada empresa, para que acojan los aspectos técnicos y de seguridad establecidos en las Normas Técnicas Colombianas, NTC 6393 de 2020, NTC 6394 de 2020 y NTC 6395 de 2020, las

Cada vez más el sector industrial avanza con disciplina operativa, incorporando en los procedimientos e instructivos de trabajo los mejores estándares internacionales para mantener una operación libre de incidentes".

damios. Estos programas de formación ofrecen a los ingenieros estructurales la oportunidad de adquirir los conocimientos en normas de andamios como la OSHA, ANSI y la reglamentación en trabajos en alturas. A su vez, los armadores tienen la posibilidad de formarse en la normatividad de la Comunidad Europea, en especial, sobre conceptos básicos de resistencia de materiales y cálculo estructural.

Cabe resaltar que gran parte de la población de nuestro territorio se encuentra ubicada en zona de amenaza sísmica alta. Por lo tanto, es prioritario considerar en el diseño de estructuras temporales de andamio, las fuerzas dinámicas como las derivadas de movimientos sísmicos. El efecto de utilizar las diagonales en los andamios es una medida que garantiza rigidez y arriostramiento lateral a todo el conjunto del andamio armado, ofreciendo reducción de momentos y esfuerzos cortantes sobre los elementos que componen el andamio, manteniendo la capacidad de carga en el rango de resistencia informada por el fabricante.

Cada vez más el sector industrial avanza con disciplina operativa, incorporando en los procedimientos e instructivos de trabajo los mejores estándares internacionales para mantener una operación libre de incidentes. No obstante, queda un camino por recorrer en el que sectores como el industrial y de construcción debe enfatizar en la importancia de la ingeniería específica al tipo de andamio, los datos técnicos de la marca y el uso al que serán destinados.



Rigidez de estructura del edificio, mediante uso de diagonales en fachada.

Fuente: Archivo particular del autor

Referencias

Termiser, 20 de septiembre de 2018. Historia de los andamios desde la antigüedad hasta nuestros días, Recuperado de <https://www.termiser.com/la-historia-de-los-andamios-completa-actualidad/>

Nieto, M. 2019. Una historia de la verdad en Occidente. Colombia, Universidad de los Andes.

Noticias Caracol, (27 de noviembre, 2018), Choque de grúa con un andamio habría causado el fatal colapso de puente La Pala. Recuperado el 15 de diciembre de 2022 de <https://noticias.caracoltv.com/colombia/choque-de-grua-con-un-andamio-habria-causado-el-fatal-colapso-de-puente-la-pala>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10: Decreto 926 de marzo 19 de 2010. <https://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/uploads/city/attachments/3871-10684.pdf>