



Industrialización De Procesos Constructivos y desarrollo social

Cristian Ricardo Escobar Beltrán

Universidad Militar Nueva Granada

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Civil

Bogotá D.C., octubre, 2020

Desde el inicio de la segunda mitad del siglo XVIII, período durante el cual el mundo fue partícipe de los avances y transformaciones a nivel económico, tecnológico y social ligados a revolución industrial, ha sido inevitable la evolución en los sectores que promueven el desarrollo de las comunidades cuya influencia puede evidenciarse, entre otras, en su infraestructura.

Históricamente hemos formado parte de periodos cuyas contribuciones tanto en el ámbito intelectual como en el tecnológico, han dado origen a la aparición de sistemas sociales y económicos caracterizados por sus premisas acerca de la organización y responsabilidad de la sociedad y el trato entre individuos que le han dado forma a los principios que rigen las comunidades catalogadas como “avanzadas” en la actualidad (Díaz, 2013). Un ejemplo de estos sistemas es el capitalismo propuesto por Adam Smith (1776) en su libro “La Riqueza De Las Naciones”, el cual, propone que “El trabajo anual de cada nación es el fondo del que se deriva todo el suministro de cosas necesarias y convenientes para la vida que la nación consume anualmente” (p.27). Bajo esta idea se puede inferir que la calidad de vida va ligada al trabajo y, por ende, la productividad que pueda darse en un entorno determinado es lo que precisa la evolución del individuo en la sociedad. El proceso de industrialización tiene en cuenta tres fases que son funcionales para cumplir con el objetivo del avance; estas fases son la racionalización, la prefabricación y la automatización (Robbins & De Cenzo, 2009). Éstas, se dan dentro de un contexto específico como es el caso de la industria ya que, para el éxito de ésta, nace la necesidad de optimizar los procesos llevados a cabo por el sector privado para aumentar la productividad. A estos procesos de optimización se les atribuyen los principios de la administración científica propuesta por Frederick Taylor en su libro “Los Principios De La Administración Científica” (1911) .

Esta premisa es en sí misma sencilla y su influencia se puede evidenciar con el desarrollo de nuevas tecnologías que han aumentado la eficiencia de todos los sectores comerciales que, implícitamente, representan la mejora de calidad de vida de los habitantes de una sociedad que evoluciona en función de las necesidades que surgen en un periodo determinado.

Sin embargo, en retrospectiva, el nivel de innovación o aprovechamiento de la tecnología en el sector de la construcción (a excepción de la implementación del BIM) ha sido bajo debido a que no ha hecho de uso de las tecnologías actuales como el uso de drones para el monitoreo, impresión 3D para optimizar la construcción de estructuras y basados en que los métodos de construcción utilizados en la actualidad no son muy diferentes a los que se utilizaron desde el año 1848 con la invención del hormigón o concreto armado. Teniendo en cuenta la evidencia histórica de que la industrialización de los procesos representa avances a nivel económico, tecnológico e incluso social; En este ensayo se pretende determinar si ¿es la industrialización de los procesos constructivos una solución para mejorar la eficiencia en la etapa de construcción de los proyectos de infraestructura y promover el desarrollo social?

Para analizar esta problemática desde una perspectiva objetiva es de vital importancia hacer énfasis en el concepto de industrialización de los procesos de construcción. La complejidad de este concepto radica en la ambigüedad del término ya que si bien la industrialización hace referencia a una producción en masa de un bien, no se puede inferir que puede llevarse a cabo una producción de edificios a escala industrial gracias a las características de dicha obra (la ubicación fija en un terreno determinado, la sensibilidad al clima, la ineficiente calificación de la manos de obra, procesos fragmentados y la intervención desorganizada de diferentes agentes);

por ende, el término de industrialización de los procesos constructivos podría ser analizado desde tres posibles perspectivas según (Monjo, 2005), estas son:

- Producción industrial de elementos constructivos: para llevar a cabo este proceso es necesario el uso de la prefabricación de los elementos constructivos. Esto implica que los elementos que forman parte de una estructura no necesariamente deben ser ejecutados in situ sino que, por el contrario, estos pueden ser fabricados en un lugar diferente a la obra antes de ser llevados a la misma, lugar en donde cumplirán su respectiva función estructural o arquitectónica según las especificaciones del diseñador.
- Proceso racionalizado y eficiente de ejecución en obra: es bien sabido que tanto en el pasado como en la actualidad, el éxito de cualquier proyecto de infraestructura depende de la eficiencia y control de la mano de obra del personal, de su capacitación y factores externos que inciden sobre su calidad de trabajo. Estos factores externos alteran la productividad siendo un riesgo constante para cualquier proyecto, por lo tanto, mediante la racionalización de la ejecución de los proyectos de infraestructura es posible optimizar costos, tiempo e incluso esfuerzos de quienes aportan al desarrollo del proyecto.
- Proceso industrializado de producción de unidades espaciales: “Hoy día reconocer la diversidad es una necesidad primaria de desarrollar procesos dentro de la industria de producir y montar elementos de construcción.”(Ordóñez & Gómez, 2009, p.73); el montaje en obra es una de las principales formas posibles de optimización de los procesos constructivos, por lo tanto, realizar los montajes teniendo como criterio unidades espaciales previamente estipuladas facilita la producción industrial de dicho elemento.

Es importante tener en cuenta que si bien los procesos constructivos no han presentado grandes cambios, existe una evolución en cuanto al manejo de los materiales en obra que ha

intervenido directamente, tanto en la funcionalidad estética de la estructura, como en su eficiencia mecánica; y para entender el contexto del avance social es importante tener en cuenta los avances técnicos que se han presentado en el área de la construcción. En países como España, se puede rastrear el origen de la variación de los sistemas constructivos de las edificaciones desde el año 1915 en donde fueron introducidas nuevas técnicas para llevar a cabo dichos sistemas, como por ejemplo: el descuido de las estructuras basadas en muros de carga para ser reemplazadas por estructuras reticulares o aporticadas (basadas en vigas y columnas); y la discontinuación del acondicionamiento pasivo de las estructuras (aireación, aprovechamiento de luz solar, etc.); para fomentar el uso del acondicionamiento electromecánico, que dio paso al desarrollo de materiales sintéticos para facilitar la funcionalidad tanto arquitectónica como estructural de los edificios.

Existe una gran variedad de materiales sintéticos que son aplicados a las estructuras en la actualidad. Entre estos se pueden destacar: los elementos metálicos anticorrosivos y compactos como las placas de impermeabilización de las fachadas, reemplazando así las fachadas que regulaban la filtración mediante la absorción, La aplicación de sellantes de silicona en juntas que reemplaza el drenaje en las fachadas mediante la inclinación de planos, y el fomento de las cubiertas planas mediante el uso de placas impermeables dejando así de lado las cubiertas inclinadas (Monjo Carrió, 2005).

Aun cuando han sido propuestas diferentes soluciones a las problemáticas que pueden llegar a sufrir las estructuras, se puede identificar que el uso del concreto en estructuras reticulares a diferencia de los muros de carga, genera ciertos problemas con la homogeneidad que debe haber entre la estructura y la fachada, problemas que pueden ser fácilmente evidenciados en las

patologías que presentan y que deben ser tenidos en la cuenta en la industrialización de los procesos constructivos.

En primera instancia, los sistemas estructurales basados en muros de carga presentaban una ventaja en cuanto a la unión del mismo con la fachada, ya que el peso de la misma funcionaba con un aporte a la estabilidad del muro y por lo tanto contribuía al buen funcionamiento de la estructura; sin embargo, al utilizar sistemas reticulares se puede evidenciar que comienzan a surgir algunos problemas como por ejemplo que, al estar la fachada apoyada en la estructura no existe una estabilización por carga, lo cual, potencia las afectaciones en la misma generadas por la acción del viento (presión y succión), al igual que los efectos de la dilatación y la contracción por acción de la humedad y las variaciones de temperatura. Además de esto, ya que lo que se busca es que exista una imagen de continuidad entre la fachada y la estructura, el apoyo tiende a ser reducido a espesores menores a los del muro fachada o fábrica, lo cual, afecta la estabilidad en las uniones y genera una pérdida de apoyo en incluso puede darse el caso de que simplemente no exista dicho apoyo.

Los problemas que se pueden identificar, también son dados por los movimientos elásticos de los sistemas estructurales reticulares o pórticos, ya que, si bien la estructura está diseñada para soportar grandes deformaciones (limitadas por el diseñador basados en lo permisible por la normativa técnica de cada país), las fachadas no lo están, y, debido a esto, si se presentan deformaciones estructurales que no representan peligro para la integridad de la estructura, si afectan las fachadas provocando grietas u otros daños que alteran la estética de la edificación y que, en muchos casos, pueden poner en riesgo la vida de quienes la habitan. No solamente las vigas de apoyo pueden generar debilidad en las fachadas, también las columnas, si invaden el espesor de la misma, pueden afectar su estabilidad, en general cualquier interrupción de la

fábrica de fachada con la estructura genera problemas que pueden ser evidenciados por la aparición de grietas, entre otras patologías, que a fin de cuentas dan paso a las infiltraciones de agua que pueden terminar en daños mucho peores que los estéticos.

En la Ilustración 1 grieta en muro de ladrillos (fachada), se puede evidenciar el daño que puede sufrir una fachada debido a la deformación del elemento estructural sobre el que esté apoyada.

Ilustración 1

Grieta en muro de ladrillos (fachada)



Fuente: Humeingeniería,
<https://humeingenieria.es/blog/deterioro-de-fachadas-debido-a-movimientos-del-edificio/>

Si bien ya fueron mencionados los problemas que puede sufrir la fachada por la acción de los elementos estructurales en las edificaciones, también es importante hablar de la fachada en sí

misma y de su evolución al ser un elemento que genera una carga y no un aporte a la estabilidad de la estructura.

Como ya se mencionó anteriormente, la fachada ya no es un aporte a la estabilidad estructural en los sistemas reticulares como lo era en los sistemas de muros de carga, por este motivo ha sido una prioridad aligerarlas. Existen varios componentes en una fachada, estos son:

- Revestimiento exterior: es el revestimiento del muro de mampostería que generalmente está hecho con piezas o fragmentos de materiales pétreos naturales o artificiales. Su espesor puede ser de 15mm.
- La hoja principal: normalmente está hecha de mampostería o fábrica de ladrillo con una matriz de mortero. Su espesor varía según el ladrillo que se utilice, puede ser de 14cm, 19cm, 24cm y 29cm. Su función es soportar el resto de las hojas y componentes de la fachada.
- Revestimiento intermedio: consiste en una capa de enfoscado de 15mm de espesor.
- Aislante térmico: es una lámina de material aislante que controla los cambios de temperatura externos a la fachada con los internos. También funciona como absorbente acústico.
- Hoja interior: normalmente es otra hoja mampostería que puede ser de menor o igual espesor a la hoja principal.
- Revestimiento interior: es un enlucido de yeso de hasta 15mm de espesor.
- Cámara de aire: existen diferentes tipos de fachadas con cámara de aire, una es ventilada y la otra sin ventilar. La cámara de aire en la fachada es utilizada para que exista una

ventilación a lo largo y ancho de la estructura lo cual fomenta el ahorro energético al cumplir por sí misma la función de aislante.

Las fachadas ventiladas son una buena opción de uso en especial en Europa por dos motivos principalmente según (Ruá, Vives, Civera, & Lopez, 2010), estos son: la reducción significativa de los problemas de puentes térmicos asociados a la doble hoja cerámica y los efectos de cámara ventilada, gracias a la circulación de la corriente de aire en el interior de la fachada que aísla al edificio de las condiciones térmicas externas.

Estas capas actúan en conjunto, sin embargo, existen juntas entre estas y los elementos estructurales que dan paso a fenómenos como los ya mencionados puentes térmicos, la condensación entre la capas, y por lo tanto, la reducción de la eficiencia energética de la edificación debida al mal funcionamiento de la ventilación interna de los muros que no solamente representan planos de debilidad, sino que afectan en los costos de mantenimiento de las estructuras y por lo tanto, también disminuyen su vida útil, sin embargo “La construcción industrializada ha implantado nuevos materiales y técnicas constructivas alternativas a la fachada tradicional concentrando una mayor demanda funcional a los cerramientos e incrementando el rendimiento del proceso constructivo” (Sandoval, 2013, p.66).

Teniendo en cuenta los aspectos de construcción básicos en las estructuras y edificaciones mencionadas anteriormente, haciendo énfasis en uno de los sistemas constructivos más utilizados actualmente como es el reticular o aporticado y algunas de sus problemáticas a nivel estético y

estructural más frecuentes, ¿cómo influye dicho comportamiento estructural en la industrialización de los procesos constructivos?

Una vez se conocen las variables que generan la problemática en la estructura, es posible no solamente mitigarlas con soluciones propuestas en obra como el uso de sellantes, juntas he incluso empotramientos parciales entre la estructura horizontal de apoyo y la fachada, sino que pueden ser tenidas en cuenta a la hora de diseñar elementos estructurales prefabricados, que dan paso a los sistemas constructivos industrializados. Es posible hacer una analogía entre las juntas entre las fachadas en las estructuras reticulares con el uso de la mampostería confinada ya que en ambas, se conserva la característica de que los elementos estructurales están compuestos por concreto reforzado en vigas y columnas y el muro de mampostería o fábrica , no aporta en la resistencia de cargas; por este motivo, la aplicación de los sistemas industrializados ya ha contemplado la solución a los problemas mencionados anteriormente. Un claro ejemplo de esto es el uso de muros reforzados con fibras de acero que, a diferencia de los sistemas de mampostería confinada, brinda algunos beneficios como los que serán mencionados a continuación. “De modo similar al sistema de muros de concreto con refuerzo convencional, cada muro cuenta con cuatro tipos de refuerzo: refuerzo a cortante en el alma, refuerzo a cortante por fricción, refuerzo a flexión, y refuerzo por temperatura. Para el refuerzo a flexión y refuerzo a cortante por fricción, se usa la misma configuración de refuerzo utilizada en los muros de concreto con refuerzo convencional” (Julián, William, & Fabián, 2015, p.482). Este tipo de muros, está diseñado para cumplir no solamente una función estructural, sino que también se desempeña muy bien como aislante acústico y su duración ante los factores externos como el clima; cumple con las exigencias de la normativa colombiana NSR10 para estructuras sismo-resistentes y además de esto, al ser un sistema industrializado, optimiza los procesos de

administración ya que se obtienen menos desperdicios, en manejo en obra es cíclico lo que facilita la asignación de tareas a los obreros mejorando los problema de los diseños de los procedimientos de construcción que, según (Morales, 2006, p.73) “A partir de las encuestas realizadas a los residentes y encargados de la planificación, resultó que más del 50% no diseña los procedimientos para sus partidas, dejando a criterio de los obreros dichas labores” y reduce los tiempo de entrega de cada obra, además, según (Julián, 2015) de esto su costo es mucho menor que el que se tiene al aplicar los sistemas estructurales como la mampostería confinada. La aplicación de los sistemas industrializados evidentemente son la solución a los problemas estructurales que se mostraron anteriormente, como los daños en las fachadas por las deformaciones en los elementos estructurales de los sistemas reticulares y los problemas en las fachadas debidas a la interacción entre las diferentes capas que las componen, ya que funcionan como un elemento estructural al soportar cargas y a la vez aportan a la estética de la edificación en la que son utilizados. Sus ventajas estructurales, la facilidad de manejo en obra, la disminución en el tiempo de las actividades del proyecto y su bajo costo, representan lo que podría ser uno de los avances más innovadores en el campo de la ingeniería civil que, como se mencionó anteriormente, no ha avanzado con la misma velocidad y eficiencia que otros campos del mercado en donde la industrialización tuvo una mayor influencia.

La aplicación de los sistemas industrializados en la construcción representa un avance a nivel global, no solamente por sus beneficios a nivel estructural, administrativo o de ejecución, sino porque al tener bajos costos y una alta eficiencia, promueve en desarrollo social, haciendo que cada individuo en la sociedad pueda ejercer su derecho a la vivienda digna, y, junto con esto, promover el desarrollo de las comunidades mediante el mejoramiento de la infraestructura tanto en zonas urbanas como rurales que, como se mencionó anteriormente, va ligado a la evolución

de una comunidad siendo una evidencia de la riqueza de la misma . La industrialización de los procesos constructivos también representaría una ventaja económica en la sociedad colombiana en la actualidad, potenciaría el sector público y privado debido a la posibilidad de entrar al mercado de la prefabricación de elementos estructurales y de esta forma, mejorar el estilo de vida de los individuos. “el comercio ocupa un lugar preferente como indicador para medir la modernización social de una estructura determinada. El comercio, además de su actividad económica en el sentido de considerar a este como una actividad productiva, tiene asignado también la necesidad de ajustar los productos a las necesidades del consumidor” (Hernández, 1990, p.41).

Referencias

- Fernández, D., & Fernández, J. (2009). Industrialización para la construcción de viviendas. Viviendas asequibles realizadas con prefabricados de hormigón. *Informes de La Construcción*, 61(514), 71–79. <https://doi.org/10.3989/ic.09.003>
- Hernández, A. (1990). La industrialización y desarrollo: los agentes sociales de la modernización en Castilla y León. *Anales de Estudios Económicos y Empresariales*, (5), 33–48.
- Julián, C., William, A., & Fabián, E. (2015). Evaluación de los costos de construcción de sistemas estructurales para viviendas de baja altura y de interés social. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 16(4), 479–490. <https://doi.org/10.1016/j.riit.2015.09.001>
- Díaz, N. (2013). Responsabilidad social empresarial como expresión de avance del conocimiento del hombre desde la cultura organizacional. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 9(16), 121–131. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=409633954009>
- Morales, N. S., Galeas Peñaloza, J. C. (2006). *Diagnóstico y evaluación de la relación entre el grado de industrialización y los sistemas de gestión con el nivel de productividad en obras de construcción*. Lima-Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Monjo Carrió, J. (2005). La evolución de los sistemas constructivos en la edificación.

Procedimientos para su industrialización. *Informes de La Construcción*, 57(499–500), 37–54.

Ruá, M. J., Vives, L., Civera, V., López-Mesa, B. (2010). Aproximación al cálculo de la eficiencia energética de fachadas ventiladas y su impacto ambiental. *Congreso Mundial de La Calidad Del Azulejo y Del Pavimento Cerámico*, 1–15.

Robbins, S. P., & DeCenzo, D. A. (2009). *Fundamentos de administración, Sexta Edición*. México: Pearson Educación.

Sandoval, A. (2013). Industrialización y Construcción estudio relativo a sistemas industrializados estructurales y de envolvente. *Universidad Politécnica de Cartagena*.