

Notas sobre materiales, técnicas y sistemas constructivos

Enrique Orozco

Universidad Nacional Experimental del Táchira, UNET

Resumen

Los conceptos relacionados con materiales, técnicas de construcción, sistemas constructivos, y sus significados, son utilizados numerosas veces sin un adecuado fundamento que los explique y distinga adecuadamente. Este trabajo fue desarrollado refiriéndose a basamentos teóricos sencillos, definiciones, principios y clasificaciones en el contexto de estos conceptos, con la finalidad de aplicarlos y utilizarlos en desarrollos afines a temas de construcción en general.

Abstract

The related concepts to materials, techniques of construction, constructive systems, and their meaning, are used numerous times without a suitable foundation that explains them suitably. This work was developed referring to simple theoretical plinths, definitions, principles and classifications, in the context of these concepts, with the purpose of applying them and of using them in compatible developments to subjects of construction in general.

El hombre trabajaba alegremente en la construcción que le habían encomendado. Mientras levantaba los muros pegando ladrillos de barro moldeados por él y secados al sol, recordaba cómo su padre le había enseñado a trabajar. Recordaba la primera vez que junto a él había subido a la colina vecina donde estaban las mejores tierras para moldear los adobes; allí le había traspasado sus conocimientos; cómo preparar los moldes, con qué paja había que mezclar la tierra y cómo disponer los adobes para que el sol los endureciera. Recordaba asimismo las tardes junto al fuego en que el abuelo contaba la técnica sobre la técnica de los antiguos y juntos reían de los métodos primitivos. ¡Hacer grandes muros de barro! ¡Qué barbaridad! ¡Si se agrietaban enteros! En cambio nosotros ahora hacemos piezas pequeñas, que colocadas ordenadamente, forman muros más fuertes, durables y que un solo hombre puede levantar. ¡Cómo hemos progresado!

Se ponía ya el sol y el hombre colocaba los últimos adobes. Había terminado su obra. Limpió sus utensilios y se retiraba a descansar cuando vio a los hombres de la caravana. Solicitaban su ayuda, pues el reino vecino los había atacado y había que construir obras de defensa.

Esa noche hicieron un gran fuego en la colina y junto a él discutieron los planes de defensa hasta el amanecer. El fuego se había apagado, pero, ¡qué raro!, la tierra se había puesto roja. Estaba caliente todavía, pero... ¡qué dura era! Y... aunque he encendido muchas hogueras, al apagarse el fuego, nunca he visto la tierra ponerse tan dura. ¿Será esta tierra diferente a las otras? Y...si

Descriptores

Materiales;
Técnicas de Construcción;
Sistemas Constructivos;
Principios Constructivos.

Descriptors

Materials; Techniques of construction; Constructive systems; Constructive principles.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN | Vol. 24-I | 2008 |
pp. 09-17 | Recibido el 10/12/07 | Aceptado el 27/05/08

yo cociera mis ladrillos de barro, ¿quedarían igualmente duros? ¿No resistirán así, mejor las lluvias? ¡Qué interesante! ¡Hagámoslo!

(Extracto de lectura de información promocional de la fábrica de ladrillos Kon-Aiken Ltda., Magallanes-Punta Arenas, Chile).

Basamentos conceptuales

La construcción

La construcción se refiere a la acción de construir, de crear, de hacer, de ordenar y juntar un conjunto de partes necesarias de acuerdo tanto a una planificación como a los diversos medios que se tengan a disposición. La construcción de edificaciones se fundamenta así en utilizar los materiales seleccionados y aplicar determinadas técnicas dirigidas a la acción de construir para poder realizar un espacio habitable

Las edificaciones y su conformación

La finalidad de edificar se basa en disponer de espacios construidos que permitan realizar al hombre determinadas actividades. Cualquier actividad humana que requiera para su desarrollo de un espacio construido, puede dar lugar a una edificación. Se tienen de esta forma diversas clases de edificaciones, con variados usos tales como, residencial, comercial, deportivo, industrial, asistencial, de culto, entre otros; también combinación de esos usos como residencial-comercial, comercial-deportiva, comercial-industrial, etc. Es necesario la armonía y el equilibrio en el desarrollo de las actividades realizadas, para que las personas usuarias y destinatarias de la edificación puedan ocupar satisfactoriamente el espacio construido.

Se deben considerar actividades de todo tipo: de protección, como defenderse de tempestades; íntimas o privadas, como dormir o amar; sociales o públicas, como enseñar, parlamentar o comunicarse con la divinidad (González, Casals y Falcones, 1997).

Una edificación puede verse entonces como un recinto, cerrado o semicerrado que define espacios construidos. Una edificación es el resultado de un conjunto de elementos físicos o partes constituyentes que permiten su construcción, y por lo tanto su existencia. Estos elemen-

tos están definidos por componentes que se denominan componentes constructivos, los cuales conforman todo lo edificado y tienen individual o colectivamente funciones y objetivos específicos (Orozco, 2004).

Los componentes constructivos, como combinaciones de partes, pueden constituir a su vez sistemas; se refiere ese término a agrupaciones de partes que permiten obtener resultados determinados. De esta manera la edificación estaría conformada por diversos sistemas, producto de diferentes clases de componentes constructivos. Según la función e importancia que desempeñan en una edificación, los componentes constructivos pueden clasificarse de manera general en primarios y secundarios.

Los componentes primarios conforman básicamente la edificación y permiten la existencia y el uso de lo edificado. Estos pueden ser:

- Estructurales: de infraestructura (cimentación o contención) y de superestructura.
- De cerramiento: externos e internos.
- De servicio.

Los componentes secundarios complementan la función, o razón de ser, de los primarios; proporcionan a lo edificado durabilidad, confort y estética.

Los componentes constructivos de una edificación deben mantener entre sí diversas relaciones, las cuales definen la forma y la función de esa edificación. Se identifican de esta manera relaciones referidas a la resistencia, considerando las acciones ejercidas por y entre los componentes; y relaciones referidas a la geometría, considerando las dimensiones, forma y disposición de los diversos componentes.

Los componentes constructivos permiten asimismo cumplir determinadas funciones específicas, referidas a los aspectos fundamentales para la existencia y el objetivo de lo construido, independientemente del uso dado a esa edificación. Se tienen básicamente tres funciones:

- Delimitar y clasificar el espacio que se construye.
- Brindar seguridad estática, en equilibrio y estabilidad, de lo construido.
- Proporcionar confort ambiental a los usuarios de la edificación.

Este pequeño listado implica la importancia de la existencia de lo construido; la exclusión de cualquiera de estas funciones no admitiría utilizar satisfactoriamente una edificación por quien la genera y es su usuario final, es decir, el hombre.

La edificación constituida entonces por sus componentes puede considerarse, como se dijo anteriormente, en un conjunto constructivo compuesto por varios sistemas que agrupan a diversas partes con funciones comunes dentro de ese conjunto:

- Sistema estructural o de soporte, conformado por los componentes estructurales.
- Sistema de paredes o cerramiento, el cual lo conforman los componentes de cerramiento.
- Sistema de instalaciones, que agrupa a los componentes de servicio.

Materiales para construir

Se puede afirmar, sobre la base de lo desarrollado anteriormente, que los componentes constructivos son en general elementos compuestos con clara definición de su conformación, con características morfológicas propias y con capacidad de formar partes constituyentes de una edificación con funciones específicas dentro de ella. Pueden ser realizados en la edificación, adquiriendo una identidad como parte constitutiva dentro de la misma, o pueden ser preparados en talleres fuera de la obra, tomando un carácter de producto de construcción industrializado y/o prefabricado. De una manera o de otra pueden ser elaborados por muy diversos materiales, lo cual convierte a estos en uno de los factores que definen una edificación. Esto origina que la selección de los materiales para construir debe tomar en cuenta variables tales como accesibilidad, durabilidad, apariencia y costo; siendo de particular importancia el conocimiento que de ellos se tenga para así poder ser aplicados y usados de la mejor manera posible.

Cada material para construir tiene características como resistencia, color, textura y modo de trabajar que le son propios, así como sus ventajas y sus desventajas. Pero, ¿cómo se pueden definir en sí los materiales de construcción? Genéricamente se puede afirmar que son todos los elementos, de diferente naturaleza, composición y forma, que integran las obras de construcción. Al efecto el espectro de posibilidades es de por sí bastante amplio.

Se afirma que los materiales para edificar son todos los que la naturaleza ofrece directamente y todos los que el hombre ha sido y será capaz de producir artificialmente, incluyendo el aire y el hielo (Mandolesi, 1981).

El término material de construcción ha sido empleado de manera general para incluir tanto las materias primas utilizadas en forma natural como otros materiales elaborados con éstas y otros elementos que se pueden conformar a partir de esos materiales; son así muy diversas las alternativas de constitución y de uso. Abarcaría de esta forma el significado del término material a todos aquellos productos que los mercados artesanal e industrial ofrecen para ser utilizados en los procesos constructivos.

Los materiales pueden ser clasificados de diferentes maneras y criterios, pero se consideran como más manejables y adecuadas las clasificaciones basadas en su origen o procedencia y en su complejidad; es decir, de acuerdo a la manera de intervención en la conformación de la edificación.

Materiales según su origen

Clasificaciones fundamentadas en el origen y naturaleza del material se han desarrollado en conocidas y clásicas publicaciones, entre ellas las de Orús Assó (1977) y Chemillier (1980), que abordan términos interesantes para referirse a diversos tipos de materiales de construcción.

De tal manera se tienen los materiales pétreos naturales o artificiales, con características de piedra; materiales aglomerantes, que tienen la propiedad de adherirse a otros; materiales artificiales aglomerados, producidos mediante los anteriores; materiales metálicos, de procedencia mineral; materiales orgánicos, en la madera; materiales plásticos, producidos por medios químicos; e incluso pinturas de diferentes finalidades.

Materiales según su complejidad

Otro modo de clasificar los materiales de construcción se fundamenta en definirlos como elementos o partes constituyentes que permiten la realización de una obra constructiva. Se consideran como productos de construcción, que pueden tener diferentes niveles de complejidad y formas de participación en la conformación de la obra.

Es factible determinar varios términos para identificar estos elementos, tales como materiales simples, semicomponentes, y componentes constructivos o productos más acabados. Habiendo hablado ya de los componentes como partes particulares de lo edificado, es entendible que los mismos pueden estar conformados por materiales simples y semicomponentes.

Materiales simples

Pueden ser a su vez, de acuerdo a su obtención, de origen natural o artificial. Constituyen las materias primas que se emplean para dar origen a materiales más elaborados por la industria de la construcción; se pueden dar como ejemplos la tierra, madera, la arena, la cal, el cemento, etc.

Semicomponentes

Elementos preparados a partir de materiales simples. Pueden ser preformados y no preformados.

- **Preformados:** Elementos constructivos que ya han recibido una forma más susceptible, preparados por la industria, para ser empleados en la construcción comúnmente unidos a otros elementos. Ejemplos: adobes de tierra, bloques de arcilla o de concreto, ladrillos de arcilla, perfiles metálicos, placas de vidrio, elementos preformados de madera como vigas, tablas, cuarterones, etc.
- **No Preformados:** Son las combinaciones de materiales simples en forma de pastas, mezclas y similares, para usos específicos y con propiedades tales como posibilidades de forma, por medio de moldeo o brochado; y con capacidad constructiva por endurecimiento luego de un tiempo de fraguado. Ejemplos: morteros, concretos, pinturas, etc.

Sobre la base de lo anteriormente mencionado, con relación a la acepción dada al término material de construcción, se ha considerado la conveniencia de listar una clasificación más sencilla y directa de los materiales según su nivel de complejidad en su uso y/o elaboración, sin olvidar que un material de construcción puede generar otros materiales de construcción. Se tiene así:

- Materiales simples.
- Materiales no preformados.
- Materiales preformados.

Se puede referir a los componentes como elementos compuestos constituidos por diferentes materiales tales como componentes de cerramiento: paredes, entresijos y cubiertas; o componentes de estructura: fundaciones, columnas, vigas y escaleras; entre otros.

Técnicas de construcción

La construcción es una actividad básica fundamental de toda sociedad. La construcción es la actividad necesaria para llevar la arquitectura a obras realizadas. Permite desarrollar la expresión material de una idea, mediante la

creación de espacios habitables producto de la arquitectura como ciencia.

El significado de la palabra técnica se refiere al conjunto de procedimientos y métodos de una ciencia, arte, oficio o industria. Se discurre también que el término involucra al conjunto de medios que tienden a perfeccionar las maneras de elaboración y obtención de productos de diversa naturaleza.

La relación entre los significados dados a las palabras técnica y construcción da lugar al término Técnica de Construcción: conjunto de procedimientos y métodos de construcción que permite realizar una edificación determinada, un espacio habitable organizado, adecuado y seguro para el usuario.

Es de señalar que en el medio latinoamericano se ha utilizado con relativa frecuencia el concepto de Sistema Constructivo para definir e identificar diferentes formas de construcción empleadas para producir objetos arquitectónicos. Siendo un hecho, también frecuente, el uso indistinto de Técnicas de Construcción y Sistemas Constructivos, con un mismo significado.

Particularmente, en Venezuela se ha utilizado el término Sistema Constructivo al hacer referencia a métodos industrializados para producir partes de una edificación, o bien la edificación como obra terminada. Trabajos y estudios desarrollados por organismos oficiales, relacionados directamente con la industria de la construcción, utilizan indistintamente los términos técnicas y sistemas. En este sentido resultaría más válido relacionar el término Sistema Constructivo con los de industrialización y tecnología, refiriéndose en todo caso a la sistematización de un proceso, más que a denominar una técnica de construcción.

En el contexto se define como Tecnología de la Construcción al conjunto de máquinas y herramientas, insumos materiales y productos, procesos y conocimientos, de que dispone la sociedad en un momento determinado. En el sector vivienda latinoamericano se utiliza y acepta la expresión tecnología apropiada, término polémico en su calificativo, relacionado con identidad cultural y medio ambiente; para el ITACAB (Instituto de Transferencias de Tecnologías Apropriadas del Convenio Andrés Bello), la finalidad de aplicar tecnologías apropiadas es la de mejorar la calidad de vida de los usuarios buscando el desarrollo autogenerado y sostenido, fundamentando su aplicación en la adecuación actual de técnicas artesanales de construcción. Salas (2000), habla de la tecnología habi-

tacional, más a modo de resumen que de definición, como las diversas combinaciones de procesos, equipos y conocimientos. De igual forma ha delimitado el uso del término sistema, dentro del mismo contexto de industrialización, referido a la construcción de viviendas, como una entidad heterogénea formada por personas, medios materiales y conocimientos de una determinada tecnología, que hacen posible la realización del acto de construir en todas, o la mayoría, de sus fases (Salas, 2000).

Clases de técnicas de construcción

Las técnicas de construcción, así como los estilos arquitectónicos pueden variar en base al tiempo y al lugar, de región a región, de país a país. Las técnicas y los materiales utilizados, junto a la habilidad del personal que aplica dicha técnica constituyen los factores determinantes en el producto final, la edificación.

Sobre la base de lo mencionado anteriormente se establecen de manera general fundamentadas en las formas de producción, dos clases de técnicas constructivas, las artesanales y las industriales.

Técnicas de construcción artesanales

Se refieren a los procesos artesanales de construcción de edificaciones, donde la realización requiere de la participación de un personal especializado, un artesano, que repite esos procesos de forma particular sin variaciones, con un esfuerzo físico determinado.

Técnicas de construcción industriales

Describen los procesos de producción de edificaciones donde el uso de equipos, maquinarias específicas e insumos materiales predominan sobre la mano de obra. Es la sustitución de la artesanía por los medios de producción. Puede considerarse que según el grado de predominio de los medios de producción en las actividades constructivas, resulta válido diferenciar las técnicas constructivas semi-industrializadas de otras con mayor grado de industrialización, definidas como industrializadas en sí.

Técnicas de construcción semi-industrializadas.

Referidas a los procesos donde la organización de la producción está determinada por la organización de la mano de obra. En ellas aparece el personal especializado,

con carácter artesanal, pero al mismo tiempo los aspectos característicos listados anteriormente dentro de las técnicas industriales, con menor grado de dependencia de los recursos en materiales y equipos necesarios para la construcción de la edificación.

Técnicas de construcción industrializadas

Son los procesos donde predomina claramente la utilización de los equipos sobre la mano de obra y donde la maquinaria es el centro de la organización de la producción.

Con relación a la producción de objetos únicos o en serie, los procesos constructivos tomarán sus características propias según sea la finalidad; la elaboración de un objeto que no se repetirá, o del objeto en serie, repetible. Es válido considerar en la actualidad el valor de la producción en serie en la aplicación de técnicas constructivas; esto es observable en el uso de componentes constructivos tales como puertas, ventanas o tabiques de cerramiento, notorio en la forma de construir edificaciones residenciales de países como Estados Unidos, como se aprecia en las fotos 1 y 2.

Sistemas constructivos

Al referirse al término sistema como a una combinación de partes de diferente naturaleza, que tiene por finalidad principal obtener un resultado determinado, se puede describir la edificación como un conjunto de partes componentes agrupadas en sistemas que definen las funciones necesarias para que ese conjunto tenga razón de ser. Se puede reafirmar y reseñar así el edificio como un sistema constructivo, constituido por otros sistemas constructivos parciales (Avellaneda Diaz-Grande citado en García, 2005).

De forma similar se define Sistema Constructivo como el conjunto de materiales y componentes de diversa complejidad, combinados racionalmente y enmarcados bajo ciertas técnicas, que permiten realizar las obras necesarias para construir una edificación, originando por lo tanto un objeto arquitectónico.

Según las funciones de las partes componentes que conforman una edificación, se tienen ciertos principios que caracterizan su proceso constructivo:

a- Principios geométrico-constructivos

A fin de efectuar la clasificación y delimitación entre el espacio interno y externo de toda edificación, concluye Mandolesi (1981) que existe una envolvente o envoltura que puede tomar una forma geométrica global o una forma prismática de caja. Esto da origen a determinados principios que caracterizan todo procedimiento de construcción, llamados Principios Geométrico-Constructivos, que relacionan en el proceso una forma geométrica con variables de estabilidad y constructibilidad.

Envolvente global. Representa los métodos o procedimientos donde no existe una clara diferenciación entre los componentes que conforman el cerramiento vertical y los de cerramiento horizontal. Considera el convertir la edificación en resistente por su forma; y tomando como base la conformación de la envolvente, existen varios métodos constructivos donde se aplica este principio: construcciones abovedadas de cerramientos de piezas de arcilla cocida, cáscaras curvas de concreto, edificaciones con cubiertas de fuertes pendientes como cabañas tipo Chalet, entre otras.

Envolvente en caja. Describe aquellos procedimientos constructivos que muestran una marcada diferencia entre los elementos de cerramiento horizontal y vertical; se abarca la realización de toda forma prismática que encierre un espacio. Al tomar en cuenta la configuración de la envolvente se tienen dos métodos característicos: esque-

letal y paredes (muros de carga), con funciones simultáneas de soporte y de cerramiento.

b- Principios estáticos

Tiene Rosenthal (1977) en su clásico texto titulado *La Estructura*, una afirmación aplicable en todo momento y de una amplitud conceptual innegable, en relación a que todos los problemas estructurales tienen un principio básico en común: los edificios no deben derrumbarse. De allí la importancia de la función de la seguridad estática, garantizada desde el mismo instante de concebir toda edificación. Basada en el hecho de la relación permanente de la función estática, con la anteriormente referida a la clasificación de los espacios, asevera Salvadori (1997), que la finalidad principal de la estructura es cerrar y delimitar un espacio, aunque ocasionalmente, se le construye también para unir dos puntos.

De tal manera se pueden diferenciar, considerando estos dos aspectos, principios referentes a la función específica de seguridad estática:

Principios estáticos básicos. Llamados así por su aplicación directa desde los inicios de la civilización hasta nuestros días; se fundamentan en optimizar el comportamiento de los materiales ante diferentes solicitudes de carga referidos a los esfuerzos básicos de tracción, compresión y corte.

Fotos 1 y 2

Edificaciones de uso residencial en proceso de construcción, ubicadas en Boston, Massachussets, Estados Unidos. Se observan cerramientos, puertas y ventanas producidos industrialmente.



Fuente: Archivo personal de autor.

Existen algunos elementos de soporte que trabajan a esfuerzos de tracción y compresión puros, y otros en los cuales una combinación adecuada de materiales constructivos asegura su comportamiento ideal; se tienen de esta forma columnas y vigas portantes de concreto armado, capaces de resistir solicitaciones de flexión.

Principios estáticos complejos. Consisten en la aplicación inmediata de los principios estáticos básicos considerando desde el punto de vista constructivo componentes de mayor grado de complejidad que originen formas estructuralmente estables y en equilibrio.

c. Principios de confort ambiental

El asegurar el confort ambiental del usuario de toda edificación, se puede generalizar en varios aspectos que implican la existencia de requerimientos constructivos: protección de la edificación contra precipitaciones, control y aislamiento térmico y acústico, control de permeabilidad al agua o aire, y existencia de dotaciones e instalaciones de servicio.

Clasificación de sistemas constructivos

Se parte de dos clases identificadas más como grupos que individualmente: Sistemas Tradicionales racionalizados y Sistemas Industrializados.

Sistemas Tradicionales racionalizados

La definición de racionalización permite hablar de esta clase de sistemas al afirmar que es la organización sistemática de un proceso, con objetivos preestablecidos, que lo hacen más eficaz económica y técnicamente, mediante el uso óptimo de los recursos disponibles. En el marco de la producción de edificaciones, los aspectos que la caracterizan son la planificación de la producción del Sistema Constructivo y los requerimientos del usuario.

Es vigente definir un Sistema Constructivo Tradicional, como “El conjunto de procesos de diseño, organización y ejecución de edificaciones, que en un país o región determinada se reconocen como la práctica usual de construcción, durante un período de tiempo considerable” (INAVI, 1982). De esta manera se percibe claramente que lo tradicional para países como Estados Unidos o Japón no lo es para Venezuela; y que lo tradicional para los años cuarenta del siglo XX, no lo es para nuestros días, ni tampoco necesariamente lo será para un futuro próximo.

Dentro de este contexto conceptual es entendible lo que significa un Sistema Tradicional racionalizado (fotos 3 y 4).

Sistemas Industrializados

Son aquellos en los que se aplican determinados principios de técnicas industriales, referidos a repetición de elementos, coordinación de dimensiones y especialización de mano de obra. Se citan como parámetros de la

Fotos 3 y 4

Edificación en construcción tradicional, con estructura de concreto armado, losas nervadas y cerramientos de bloques de arcilla. En detalle se observan bloques de poliestireno expandido en losas de entrepiso. San Cristóbal, Estado Táchira-Venezuela.



Fuente: Archivo personal de autor.

industrialización, la rapidez de ejecución, la economía de materiales disponibles, reducción de personal y el aspecto cualitativo del producto.

Es un aspecto positivo de la industrialización constructiva el interés de llevarla a una uniformidad de detalles e infinita variedad de efectos; afirmaciones en un principio criticadas pero que no son novedosas, dado que ya eran teorías defendidas desde hace muchos años, por grandes personajes en el campo como Charles Edouard Jeanneret, Le-Corbusier, en 1925 (Orozco, 2000). Mediante la industrialización se pretende conseguir resultados positivos del proceso constructivo, a través de una recopilación e investigación de información, su organización y análisis, comparación de soluciones y selección de la mejor.

Dentro de los denominados sistemas industrializados son determinables varios tipos según diversos factores como comportamiento estructural, función, tecnología y producción, manejo de elementos, y componentes constructivos.

Compatibilidad en la producción de sistemas

Compatibilidad tecnológica

Se afirma que la construcción y el montaje de un edificio deben ser con eficacia (Avellaneda Diaz-Grande citado en García, 2005), pero también se puede añadir que con eficiencia. Deben existir tanto compatibilidad dimensional (geométrica) como compatibilidad resistente entre los diversos sistemas parciales o subsistemas que conforman la edificación.

Frecuentemente en la construcción de una edificación pueden mezclarse tecnologías diversas, debiendo considerarse tolerancias dimensionales y una adecuada unión debido a las juntas entre los componentes. Este punto reviste particular interés en los sistemas constructivos clasificados según los componentes constructivos como cerrados o parcialmente cerrados.

Compatibilidad funcional

El mal funcionamiento de una sola parte del sistema conformado por la edificación provocará el mal funcionamiento de toda ella. Particular importancia se tiene en este caso con el sistema de soporte de una edificación, una deformación de origen estructural puede causar daños importantes en cerramientos externos, internos y de cubierta. Cada vez más se observan soluciones donde

los cerramientos tienden a independizarse de la estructura, y se utilizan elementos particulares de fachada y distintos tipos de cielo rasos o techos falsos.

Se debe considerar entonces la compatibilidad entre cerramientos exteriores y entrepisos, según las características de rigidez de los componentes y sus uniones tales como la existencia de muros cortinas generalmente de vidrio (*curtain wall*) y las estructuras utilizadas. Es un ejemplo de interés según el mismo autor, el edificio Willis, ubicado en Suffolk, Gran Bretaña, proyectado para las Oficinas de Willis, Faber y Dumas en 1974 por Norman Foster, representa una aplicación pionera de cerramientos de cristal ahumado, que cuelga de la cubierta, con juntas y uniones debidamente realizadas, considerando las deformaciones de la estructura con luces de 14m (fotos 5 y 6).

Es igualmente importante la compatibilidad entre cerramientos internos y la estructura. Los cerramientos de materiales cerámicos se caracterizan por su rigidez, en contraposición de otros cerramientos como tabiques de cartón yeso (*dry wall*), que son más flexibles. Existen edificaciones cuyo sistema estructural o portante está dispuesto exteriormente. En ellas es importante discurrir varios puntos: uniones entre los sistemas portantes y de cerramiento, mantenimiento necesario a los componentes estructurales, e importancia de la función estética de la estructura. Interesante ejemplo se tiene en el Hotel Arts de Barcelona en España, proyecto de Bruce Graham, construido en 1992 en ocasión de los juegos olímpicos; en la edificación de 43 plantas y 154m de altura, con cerramientos de vidrio verdes y grises, sobresale la estructura metálica de color blanco. Alberga un hotel de 5 estrellas y en sus últimas 9 plantas un conjunto de lujosos apartamentos; en su entorno inmediato una escultura de bronce de Frank Gehry representa un elemento emblemático (fotos 7 y 8).

Otra interesante edificación bajo esta perspectiva es el Centro George Pompidou, en París, Francia; proyecto elaborado en 1977 por Renzo Piano, Richard Rogers y Gianfranco Franchini. Con 3 niveles de infraestructura y 7 de superestructura en 110m de altura, su sistema portante metálico de 14 pórticos y luces de 48m está dispuesto exteriormente. La obra, que rompe con su entorno en el centro parisino, presenta impresionantes dimensiones a fin de dar la mayor movilidad funcional interna posible, habida cuenta de su finalidad de exposición. Con cerramientos de vidrio, presenta externamente todos los componentes de servicio, clasificados en diferentes colores.

Fotos 5 y 6

Vistas diurna y nocturna del Edificio Willis, ubicado en Suffolk, Gran Bretaña.



Fuente: <http://www.cambridge2000.com>



Fuente: <http://www.fosterandpartners.com>

Foto 7

Panorámica del Hotel Arts, en la costa de Barcelona, España, a la izquierda de la fotografía. En primer plano escultura aledaña a la edificación.



Fuente: Archivo personal de autor.

Foto 8

Detalle de la estructura metálica exterior del Hotel Arts. Barcelona. España.



Fuente: Archivo personal de autor.

Conclusiones

En el marco de teorías e ideas concernientes a la producción de edificaciones y a una sistematización del proceso constructivo, se cree más pertinente para referirse y describir las diversas formas de construcción hablar de las técnicas de construcción ejecutadas más que de sistemas constructivos empleados, considerando así los diferentes procedimientos y métodos aplicados.

El término sistema constructivo, en cuanto a procesos de producción, está circunscrito por una técnica cons-

tructiva y es utilizado en relación con los de industrialización y tecnología, referido a la sistematización de un proceso. Pero una edificación como producto u objeto arquitectónico conforma asimismo un sistema, constituido por sistemas parciales o subsistemas.

Es de considerar que al referirse a estos términos, tan utilizados al tocar toda temática del campo de la construcción, más que definirlos de una forma rígida e inflexible se debe discurrir en su acepción, de forma amplia, dinámica y vigente.

Finalmente es necesario mencionar, haciendo alusión a tales términos y con la amplitud involucrada en su significado, que para una construcción eficaz y eficiente se requiere una coordinación que haga posible el cumplimiento de las diversas exigencias funcionales, estructurales de estabilidad, resistencia y equilibrio, plásticas, económi-

cas y ambientales, que debe presentar toda edificación. Para esto es imprescindible la compatibilidad de materiales y técnicas constructivas como instrumentos del proceso productivo con el objeto arquitectónico que implique un sistema constructivo factible de construir.

Referencias bibliográficas

- Avellaneda Diaz-Grande, J. (2005). *Compatibilidad entre sistemas constructivos*, en García, 2005.
- Chemillier, P. (1980). *Industrialización de la construcción. Los procesos tecnológicos y su futuro*. Barcelona: Editores técnicos asociados.
- Fábrica de ladrillos cerámicos Kon-aiken Ltda. (2000). Página Web en línea. Disponible e Internet: <http://www.konaiken.cl/history.html>
- García, D. (Coordinador) (2005). *La estructura y el proyecto*. Papers Sert 12. Escola Sert. Barcelona: Colegio de Arquitectos de Cataluña, COAC.
- González, J.L., Casals, A., y Falcones, A. (1997). *Claves del construir arquitectónico*, Tomo I, Principios. Barcelona: Gustavo Gilli.
- INAVI - Instituto Nacional de la Vivienda (1982). *Estudio sobre la situación de las empresas productoras de sistemas constructivos industrializados en Venezuela*. Caracas.
- Mandolesi, E. (1981). *Edificación*. Barcelona: CEAC.
- Orozco Arria, E. (2000). *La estática en los componentes constructivos*, San Cristóbal, Venezuela: Fondo Editorial de La Universidad del Táchira, FEUNET.
- Orozco Arria, E. (2004). *Técnicas de construcción utilizadas en San Cristóbal, en edificaciones de uso residencial, durante el siglo XX*. Tesis Doctoral no publicada. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Valladolid.
- Orús Assó, F. (1977). *Materiales de construcción*. Madrid: Dossat.
- Rosenthal, H.W. (1977). *La estructura*. Barcelona: Blume.
- Salas, J. (2000). *La industrialización posible de la vivienda latinoamericana*. CYTED. Santafé de Bogotá: Fondo Editorial Escala.
- Salvadori, M. (1997). *Estructura para arquitectos*. Buenos Aires: CP67.