

LA CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA

CALIDAD,
SOSTENIBILIDAD
Y RECICLAJE

Francisco Javier **Lagos Bayona**
Florinda **Sánchez Moreno**
Jairo Jamith **Palacios Roza**
Sandra Milena **Benítez Villamizar**
Juan Andrés **Barbosa Ruíz**
Yolanda Andrea **Gómez Uribe**
Luz Carolina **García Montoya**
Diana Marcela **Pulido Mateus**
Martín Armando **Perea Duque**
James Alberto **Ortega Morales**



UNIVERSIDAD COLEGIO
MAYOR DE CUNDINAMARCA

SELLO EDITORIAL

LA CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA

CALIDAD,
SOSTENIBILIDAD
Y RECICLAJE

Francisco Javier **Lagos Bayona**
Florinda **Sánchez Moreno**
Jairo Jamith **Palacios Rozo**
Sandra Milena **Benítez Villamizar**
Juan Andrés **Barbosa Ruíz**
Yolanda Andrea **Gómez Uribe**
Luz Carolina **García Montoya**
Diana Marcela **Pulido Mateus**
Martín Armando **Perea Duque**
James Alberto **Ortega Morales**

La construcción en Colombia : calidad, sostenibilidad y reciclaje / Francisco Javier Lagos Bayona ... [et al.]. -- Bogotá : Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, 2021.

p.

Incluye referencias bibliográficas. -- Texto en español con resúmenes en inglés.

ISBN 978-958-5198-00-5

1. Construcción - Calidad - Colombia 2. Construcción - Aspectos ambientales - Colombia 3. Materiales de construcción - Aspectos ambientales I. Lagos Bayona, Francisco Javier

CDD: 690 ed. 23

CO-BoBN– a1073847

Primera edición, 2021

© Francisco Javier Lagos Bayona, Florinda Sánchez Moreno, Jairo Jamith Palacios Rozo, Sandra Milena Benítez Villamizar, Juan Andrés Barbosa Ruíz, Yolanda Andrea Gómez Uribe, Luz Carolina García Montoya, Diana Marcela Pulido Mateus, Martín Armando Perea Duque, James Alberto Ortega Morales

© UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA

Sello Editorial Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Carrera 13 No. 38- 29, Edificio San Juan, noveno piso

selloeditorial@unicolmayor.edu.co

www.unicolmayor.edu.co

Diseño de portada y diagramación: Editorial Scripto SAS

Corrección de Estilo: Xpress Estudio Gráfico y Digital

Bogotá, Colombia, 2021

ISBN: 978-958-5198-00-5

El contenido de esta obra está protegido por las leyes y tratados internacionales en materias del Derecho de autor. Queda prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio impreso o digital conocido o por conocer sin contar con la previa autorización de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.



Tabla de Contenido

Prólogo	7
Introducción	15
La calidad en los procesos de diseño y construcción	17
Francisco Javier Lagos Bayona Jairo Jamith Palacios Rozo Juan Andrés Barbosa Ruíz	
El reciclaje arquitectónico como aporte a la sostenibilidad de edificaciones patrimoniales.	29
Florinda Sánchez Moreno Luz Carolina Garcia Montoya	
Manejo administrativo de los sobrantes de almacen en la obra de construcción	50
Sandra Milena Benítez Villamizar Yolanda Andrea Gómez Uribe	
El constructor colombiano: antecedentes y prospectiva	77
Diana Marcela Pulido Mateus Martín Armando Perea Duque James Alberto Ortega Morales	

Índice General

La calidad en los procesos de diseño y construcción	17
Introducción	19
Eco Urbanismo	19
Eco Edificación	20
Equitativo	21
Habitable	22
Eficiente	22
Propuesta para energía y agua	23
Importancia de la vegetación	23
Conclusión	23
Referencias bibliográficas	27
El reciclaje arquitectónico como aporte a la sostenibilidad de edificaciones patrimoniales	29
Métodos cualitativos de análisis estructural	31
Aspectos de forma estéticos y arquitectónicos	36
Análisis cualitativo de la vulnerabilidad sísmica.	39
Aspectos estructurales	43
Estudio de patologías	45
Aspectos conclusivos y recomendaciones de intervención estructural	47
Referencias bibliográficas	49
Manejo administrativo de sobrantes de almacén en la obra de construcción	52
Introducción	51
Conclusión	74
Referencias	75
El constructor colombiano: antecedentes y prospectiva	77
Contexto histórico	80
Dinámica del sector construcción 2016-2018	84
Técnicas de la gestión de proyectos.	90
Competencias del constructor colombiano del futuro	94
Conclusiones	99
Referencias bibliográficas	99



Prólogo

La intervención del ser humano en su entorno natural para habitarlo es casi tan antigua como su existencia misma, data de tiempos prehistóricos, más precisamente del paleolítico, periodo que evidencia los primeros vestigios de espacios adecuados por los homínidos de entonces, como lugares de reposo o para realizar rituales como se ha evidenciado en la gruta francesa de Bruniquel, cerca de Toulouse, en Francia, en la que se encontró la creación de dos espacios circulares configurados con una especie de cercado de estalactitas y estalagmitas recortadas, de más de 170.000 años y otras menos antiguas como el monumento megalítico de Stonehenge en el sur de Inglaterra, aproximadamente año 3.000 a.C., intervenciones que desde ya, según los antropólogos, reflejan un interés humanista y espiritual.

Con mayor razón, construir espacios habitables tomó mayor relevancia en el momento en que los pueblos se volvieron sedentarios e identificaron la trascendencia de las construcciones para sus desarrollos culturales y sus manifestaciones espirituales, religiosas y sepulcrales que buscaban conexión con un mundo más allá de la muerte, hechos que se revelan en tiempos remotos cuando se construyeron los primeros megalitos y dólmenes, en los cuales se han encontrado profundas relaciones con conocimientos de astronomía. Ya desde entonces habitaba en el espíritu humano un ideal de orden, de calidad y el anhelo de perfección como tributo a sus deidades, manifestaciones que se reconocen aun hoy, como legado de las grandes culturas antiguas como Babilonia, Egipto, Grecia y Roma.

En los tiempos actuales la construcción del hábitat humano es una de las actividades a nivel global de mayor impacto social,

cultural, económico, político, ecológico y sin duda espiritual, en fin, cuando se vivencia un espacio el cuerpo no es más que un mediador de la síquis, del alma, para transformar sus percepciones en sentimientos. Por ello, desde siempre ha existido una búsqueda de bienestar y de significado, que ha orientado hacia procesos de conceptualización, planeación, elaboración de métodos, desarrollo de técnicas constructivas y optimización del uso de materiales; por ello también y para siempre perdura el compromiso con la calidad, el perfeccionamiento de procesos y el mejor uso de los recursos para ofrecer la solución óptima a las necesidades de los seres humanos y en general de todos los seres vivos, y desde tiempos más cercanos, procurando minimizar el impacto en la naturaleza, en el planeta.

En este contexto, hoy más que nunca es primordial para los profesionales que intervienen en las actividades relacionadas con la construcción de edificaciones, obras de urbanismo, infraestructuras civiles y complejos industriales asumir el liderazgo y el compromiso con la protección del planeta, optimizando el uso de recursos y el compromiso con la calidad total en la planeación, el manejo de materiales, la movilidad de recursos, la fabricación, el proceso constructivo y en la utilización, gestión y mantenimiento de la obra, para ofrecer la mejor solución a lo requerido. Es por lo anterior, que hay que celebrar que un equipo de rigurosos académicos e investigadores de los grupos de investigación: “Construcción y gestión en arquitectura”, “Patrimonio construido, texto y contexto” y el “Grupo de estudios en gerencia de proyectos de construcción”, adscritos a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, formados en diversas disciplinas y con una reconocida trayectoria, presenten a la comunidad del conocimiento y al sector productivo este documento sobre Calidad, sostenibilidad y reciclaje de la construcción en Colombia, que nos permite acceder a los resultados de un trabajo de investigación que se vie-

ne adelantando en diferentes fases y niveles de desarrollo desde hace más de cuatro años, producto que sin duda es un legado para los diferentes profesionales que convergen en el desarrollo de proyectos de construcción como son arquitectos; ingenieros civiles, eléctricos, hidráulicos y sanitarios, mecánicos, etc.; urbanistas; administradores y constructores arquitectónicos; constructores y gestores en arquitectura; delineantes de arquitectura e ingeniería; topógrafos; administradores de empresas y otros más que harían la lista muy extensa.

En lo relacionado a los temas desarrollados, el documento trata en cuatro capítulos los temas de: 1. Calidad en los procesos de diseño y construcción haciendo especial énfasis en eco urbanismo y eco edificación, así como en el desempeño ético para mitigar o abolir la grave crisis actual en el sector de la construcción; 2. El reciclaje arquitectónico como aporte a la sostenibilidad de edificaciones patrimoniales, para garantizar la preservación de su materialidad y la seguridad de los usuarios, sin detrimento de sus características de bien patrimonial; 3. El manejo administrativo de sobrantes de almacén en la obra de construcción, en el que se evidencia la importancia del buen trámite de los recursos y materiales para reducir a cero las compras innecesarias, la larga permanencia de materiales, el mal recibo de productos, los sobrantes y en general el mal manejo de procesos de compra y de inventarios, y por último, en el capítulo 4. Análisis de la situación del constructor colombiano, que desde una mirada histórica lo ubica como oficio existente desde la antigüedad, pero como disciplina profesional lo presenta en un tiempo relativamente reciente, resaltando su vital trascendencia en los procesos constructivos y el compromiso ético en el desempeño para obtener resultados de alta calidad y la protección del medio ambiente.

Este trabajo muestra un camino hacia la optimización de la construcción para soñar hacia el futuro en la ahora llamada construc-

ción cero, con cero emisiones de carbono y cero fracasos de las disciplinas, que se ha de alcanzar cuando el compromiso profesional, el desarrollo científico y tecnológico, la conciencia ética y la responsabilidad personal, social y política evolucionen a un punto donde las obras se construyan cumpliendo los indicadores de la más alta calidad y la interventoría se realice con el mayor rigor profesional.

Estos aprendizajes son, relevantes en especial para las nuevas generaciones de profesionales y en general para todos los que intervienen en el desarrollo de proyectos del diseño y la construcción.

Mág. Julio César Orjuela Peña
Arquitecto

El libro *La Construcción en Colombia: Calidad, Sostenibilidad y Reciclaje* que el lector tiene entre sus manos es fruto de las investigaciones en conjunto ejecutadas al interior de los grupos de investigación Construcción y Gestión en Arquitectura, Patrimonio Construido, Texto y Contexto y Estudios en Gerencia de Proyectos de Construcción de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Su publicación es oportuna, no solamente por el interés y especificidad del tema, sino por la calidad de sus aportaciones. Es de resaltar que, contrariamente a lo que se podría suponer por la popularidad del tema abordado, son relativamente escasos los estudios académicos solventes sobre este tópico de tan particulares características.

La construcción de edificaciones en Colombia representa una de las actividades enmarcadas dentro del sector terciario de la economía caracterizado por ser un motor significativo en la generación de empleo y mejoramiento en la calidad de vida. Los autores aportan diversas miradas desde la calidad de los procesos de diseño y construcción hasta una prospectiva del posible constructor colombiano. Ahora bien, se establecen elementos que contribuyen al manejo administrativo de los sobrantes de almacén en la obra de construcción y diferentes formas de reciclar desde una perspectiva arquitectónica, es uno de los méritos del trabajo de los autores, que comprendieron desde el inicio su relevancia en los procesos de construcción enfocados hacia una sostenibilidad en las edificaciones.

El lector encontrará a través de cuatro capítulos organizados de manera rigurosa e intencional un hilo conductor que lo transporta hacia el conocimiento de elementos que se deben tener en cuenta al momento de realizar la supervisión de las actividades

inherentes a los procesos constructivos que permitan generar calidad en las construcciones y mitigar situaciones de riesgos.

El libro aporta nuevo conocimiento sobre los tópicos que aborda, como resultado de una eficiente investigación a partir de la revisión de conceptos claves como la eco edificación, el ecourbanismo, la vulnerabilidad sísmica, entre otros aspectos, desde fuentes documentales consultadas y de estudios precedentes. Cabe citar en este sentido la inclusión de una reflexión técnica muy pertinente a partir de estudios de casos referente al manejo de insumos sobrantes inventariados en los almacenes de las obras de construcción y su estrecha relación con los procesos administrativos, tema este poco abordado, donde se evidencia una posible salida para volver aún más eficiente el proceso constructivo de una edificación. Por otra parte, se incluyen diferentes cuadros e ilustraciones donde el lector puede dar cuenta de los diferentes casos analizados permitiéndole visualizar un análisis detallado.

Me complace prologar el libro de los autores, Francisco Javier Lagos Bayona, Florinda Sánchez Moreno, Jairo Jamith Palacios Rozo, Sandra Milena Benítez Villamizar, Juan Andrés Barbosa Ruiz, Yolanda Andrea Gómez Uribe, Luz Carolina García Montoya, Diana Marcela Pulido Mateus, Martín Armando Perea Duque y James Alberto Ortega Morales, tan acuciosamente elaborado e ilustrado, que va a quedar como un referente importante en el estudio de la construcción en Colombia.

Mág. Hernando Carvajal Morales
Arquitecto

Pensar en la calidad de la construcción es un asunto coyuntural en un país como Colombia, en el que todos los días se ven casos de tragedias por cuenta de la ejecución ineficiente de las obras de edificación y obras civiles, tales como puentes que colapsan (véase el caso del puente colgante de Chirajara en la vía Bogotá-Villavicencio, o el puente vehicular de Guayepo sobre el río San Jorge en el Departamento del Cesar, o el Edificio Space (Medellín), sólo por mencionar algunos de los más conocidos, por cuenta del uso de materiales inapropiados, cálculos errados, falta de veeduría, interventoría, supervisión, y, en una buena parte de los casos, por corrupción, entre otros aspectos.

Esta situación, además de significar pérdida de vidas humanas y el despilfarro de grandes sumas de dinero destinado a la infraestructura, implican un detrimento en el buen nombre de la mayoría de los constructores colombianos ingenieros y arquitectos, ya que se pone en duda la ética y el profesionalismo de estos, teniendo en cuenta que casi siempre se efectúan generalizaciones.

Partiendo de lo anterior, se puede decir que este libro –desarrollado a partir de las investigaciones de los Grupos de Investigación “Construcción y Gestión en Arquitectura”, “Patrimonio Construido, Texto y Contexto” y “Grupo de estudios en Gerencia de Proyectos de construcción” de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca– constituye un gran aporte que permite reconocer la importancia de ejercer el control de la calidad en la construcción con rigurosidad, de modo que no se generen riesgos ni para los operarios de las obras ni para los habitantes o visitantes de la infraestructura, y tampoco se ponga en tela de juicio

el rol de todos los profesionales que intervienen en la construcción, por culpa de casos aislados.

Esperemos que los profesionales y el personal vinculado al ámbito de la construcción puedan llevar a la práctica los aspectos que aquí se mencionan, con el fin de generar mejorías sustanciales en el control de la calidad, beneficiar a los usuarios y a las empresas, y evitar que sigan ocurriendo tragedias como las que ya se mencionaron.

Mág. Sandra Uribe Pérez
Arquitecta y poeta
Docente universitaria



Introducción

Este libro presenta cuatro capítulos con aspectos de calidad de la construcción, el reciclaje de arquitectura, el manejo de los residuos, y la perspectiva del constructor en Colombia, entre los más importantes temas. Cabe decir, además, que todos estos asuntos se presentan en estrecha relación con las prácticas de construcción sostenible, dado que el concepto de calidad está involucrado con el tema ambiental, que es relevante en la medida en que la sobreexplotación de recursos y la contaminación han generado daños graves al planeta, los cuales deben ser atacados desde la raíz de los problemas.

En el primer capítulo, presenta la calidad en la construcción –cuyo impacto económico y social no tiene discusión–, esto adquiere especial importancia teniendo en cuenta que los diversos procesos que se llevan a cabo (extracción, fabricación de materiales, edificación y demolición) inciden enormemente en la problemática.

En el segundo capítulo se abordan temas enfocados en diferentes tipos de inmuebles tales como (viviendas, bienes de interés patrimonial e infraestructuras), referidos al confort, el cambio bioclimático y los materiales, el ahorro de materiales, el ahorro energético, la habitabilidad, las prácticas y procesos constructivos, las estrategias de intervención y los requerimientos actuales para que el control, aseguramiento y gestión de la calidad sean efectivos y contribuya a mitigar los problemas en este ámbito, de cara al desarrollo sostenible.

Frente al tercer capítulo, la calidad es vista aquí desde diferentes perspectivas, tales como la calidad de vida, la calidad humana y empresarial, y obviamente desde el control de la calidad,

partiendo de la idea de que existen unas normas técnicas y unas exigencias, y que todo debe verificarse a la luz de dicha normatividad, con el fin de poder satisfacer a los usuarios, clientes o consumidores en cuanto a las necesidades y expectativas referidas a los productos o servicios, sus características y/o beneficios, entre otros muchos aspectos.

El cuarto capítulo aborda el papel del constructor como ejecutor, responsable de la obra final diseñada por ingenieros y arquitectos; desde una mirada holística a la luz de las tendencias y el contexto actual de sostenibilidad, en donde se dimensionan las habilidades y competencias integrales desde el ser, el saber y el hacer que se requieren para este profesional en el futuro próximo.

Arquitecto y Magíster.
Francisco Javier Lagos Bayona
Docente – Universitario

La Calidad en los Procesos de Diseño y Construcción

Francisco Javier Lagos Bayona*

Jairo Jamith Palacios Rozo**

Juan Andrés Barbosa Ruiz***

Resumen

La calidad en los procesos de diseño y construcción de los proyectos arquitectónicos y de ingeniería es necesario revisarlos porque en los últimos años se han presentado casos que indican ausencia o deficiencia o errores humanos, de procesos o de diseño o de cálculo que es necesario subsanar como gremio edificador identificando en donde se originan, como primera respuesta esta revisar la ética del profesional que se forma hoy en día.

Los hábitos como profesionales y como cultura están arraigados en la idiosincrasia del colombiano la corrupción, el facilismo, la forma rápida de querer obtener las cosas, que llevan a la cantidad de casos que cubren los medios de comunicación, conocidos también como elefantes blancos u obras inconclusas, en fin, el gremio no está en su mejor momento.

* Arquitecto de la Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá, Magister en Construcción de la misma universidad y Magister en Diseño Sostenible de la Universidad Católica de Colombia; con 29 años de experiencia profesional en el sector privado y público, docente de planta tiempo completo de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, fue director del programa profesional en Construcción y Gestión en Arquitectura, es el líder del grupo de investigación CYGA y director de Proyectos de Grado en el mismo programa. Orcid: 0000-0001-8764-1510

** Ingeniero, de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, especialista en Administración de Empresas y magister en Educación de la Universidad Santo Tomas, con 15 años de experiencia profesional en el sector privado, docente de planta de tiempo completo de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Orcid: 0000-0002-1437-9838

*** Administrador y constructor arquitectónico de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, especialista en Gerencia de Proyectos, con 15 años de experiencia profesional en el sector privado; 10 años dedicada a la docencia universitaria. Miembro del grupo de investigación Construcción y Gestión en Arquitectura. Orcid: 0000-0001-8419-9536.

Aunque la arquitectura siga avanzando en la calidad que ofrecen los nuevos materiales y en la aplicación de las características sostenibles de diseño y construcción que hoy se pueden aplicar en los proyectos y en nuestras ciudades, pero se avanza en su aplicación muy lentamente, conceptos de arquitectura cero o urbanismo cero o economías circulares o energías renovables que ya se aplican en muchas partes del mundo en Colombia.

Palabras clave: calidad, cultura, confort, ética, y sostenibilidad.

Abstract

Quality in the design and construction processes of architectural and engineering projects is necessary to review them because in recent years there have been cases that indicate absence or deficiency or human errors, processes or design or calculation that need to be corrected as building guild identifying where they originate, as a first response is to review the ethics of the professional that is formed today.

Habits as professionals and as a culture are rooted in the idiosyncrasy of the Colombian corruption, facilism, the quick way of wanting to get things, which lead to the number of cases that cover the media, also known as white elephants or works unfinished, in short the guild is not at its best.

Although the architecture continues to advance in the quality offered by the new materials and in the application of the sustainable design and construction characteristics that can be applied today in the projects and in our cities but we are advancing in its very slow application, zero architecture concepts or Zero urbanism or circular economies or renewable energies that are already applied in many parts of the world.

Keywords: culture, confort, ethics, quality sustainability.

Introducción

Para un proyecto se utilizan los datos de la ciudad donde este, como la altitud, la latitud, la longitud, la temperatura promedio, la velocidad y dirección del viento predominante, la humedad relativa y la pluviosidad promedio, datos suministrados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2018).

Ecourbanismo

A nivel ecourbano el proyecto participa con la ciudad planteando una política interna de infraestructura verde con las siguientes acciones: Manejo de residuos, medición de las emisiones de carbono que producen quienes habitan el proyecto para posteriormente socializar las acciones que permitan generar los cambios para que las emisiones de carbono lleguen a cero, ser conscientes o conocer el tiempo de impacto de los materiales según el ciclo de vida en el proyecto.

Promover que los usuarios vivan cerca al proyecto arquitectónico ojalá que se desplacen caminando, plantear las políticas de vincular los paneles solares para calentar el agua y la implementación de fotoceldas solares para la producción de energía eléctrica, dando de esta manera ejemplo a la idea de ciudad compacta y la aplicación de las energías alternativas. (Pyzdek y Berger, 1996).

Buscar la forma de favorecer a quienes estén dispuestos a utilizar otros medios de transporte diferentes al vehículo privado, el taxi, la moto y el transporte público, como el caminar, la bicicleta, la mono cicla, el triciclo, el monopatín, el bi patín, la patineta eléctrica, el *scooter*, *segway* o transportador personal, todo lo an-

terior permite el mejoramiento de la calidad de aire de la ciudad. (Schjetnam, 2012).

También se puede favorecer en los espacios interiores el mayor crecimiento y fomento de la flora y la fauna nativas del lugar, se pueden crear estrategias para el ahorro de agua potable, la recolección y uso de agua lluvia, el reciclaje de las aguas residuales, implementación de cubiertas verdes, azules o cafés, planteamiento de aljibes, de cajas de inspección de aguas lluvias, de andenes y senderos, ciclo rutas, vías, plazoletas y parques todos con acabados urbanos permeables. (Ministerio de Vivienda, 2017).

Ecoedificación

Para el diagnóstico de la edificación bajo parámetros ecológicos se debe tener en cuenta los materiales utilizados en la construcción del proyecto arquitectónico, la orientación, la tipología arquitectónica; el estudio de la eventual aplicación de la siguiente normatividad de diseño y Construcción Sostenible: Resolución 0549, NSR 2010, RAS 2000, RETIE, RETILAP, ASHRAE 2010, POT, UPZ, Ley 9 del 79, Ley 99 del 93, Ley 2811 del 74, Ley 152 del 94, Ley 388 del 70, Ley 697 del 2001, Acuerdo 323 del 2008, Acuerdo 391 del 2009, Ley 1715 del 2014, Decreto 566 del 2014, Ley 472 de 2017 (Ministerio de Cultura, 2010).

Se debe verificar si es necesario instalar material aislante de carácter térmico en la cubierta con el propósito de bajar la temperatura ambiente al interior de los espacios. Si se percibe la necesidad de instalar materiales absorbentes del ruido, según la construcción y materiales de los muros de fachada exteriores junto con la Ventanería y puertas como cumplen esta función, de la misma manera se considera la instalación de materiales que reflejen los rayos solares o de difusión del ruido.

Todo lo anterior permite mejorar las condiciones de confort principalmente la temperatura y la renovación de aire interior mediante la instalación de fachadas perforadas o ventiladas, cubiertas ventiladas, verdes y livianas, ventanería con doble vidrio con aire y con vacío sobre las fachadas. Además, ideal utilizar vidrios que tengan un valor U de 0,5 hacia abajo, instalar en las ventanas rejillas de ventilación controlada en la parte inferior de las mismas y rejillas con ventilación permanente en la parte superior de las ventanas en cada uno de los pisos, rejillas con filtro de aire, de ruido y polvo para la mejor conservación del espacio.

Equitativo

Los proyectos arquitectónicos con el tiempo conforman un imaginario colectivo para quienes ya lo conocen, las relaciones de convivencia que se pueden dar permiten la sociabilidad, y el diseño debe cumplir a cabalidad los criterios y normatividad de accesibilidad inclusiva y universal, el libre recorrido de los espacios ergonómicos, sin barreras, con seguridad y protección, con el lenguaje braille, y que las personas con movilidad diferente puedan utilizar bastones, muletas, sillas de rueda, u otros elementos.

Para los visitantes al proyecto, el espacio debe estar diseñado de manera ergonómica, por lo tanto, es inclusivo y universal, además permite causar las sensaciones adecuadas para la vista, la audición, el olfato, el tacto y en alguna medida el gusto en cada uno de los espacios se percibe la calidad, la eficiencia, lo seguro, aunque tenga algunas ausencias de lo considerado ideal de confortable. Que permitan una mejor sociabilidad y la implementación de una educación ambiental permanente para el usuario y el visitante.

Habitable

El impacto ambiental debe ser de tranquilidad al interior del proyecto, la bioclimática del puede ser variable o mucho frio o mucho calor, las soluciones pasivas se pueden implementar, el impacto en la salud se da en los dos sentidos para sentir o mucho frio que puede generar resfríos o mucho calor que implica que los usuarios regulen la temperatura quitándose y colocándose la chaqueta, hay momentos donde el resultado de confort térmico debe ser óptimo, el resultado de confort lumínico natural varia siempre con el día pero generalmente necesita de la iluminación eléctrica, la cual se debe instalar de manera adecuada, el resultado de confort visual esperado varían, según las visuales del proyecto, los resultados de confort olfativo agradables son al gusto del usuario o mejor neutros, los resultados de confort acústico interior y exterior deben ser bastante aceptables, los resultados de ventilación y renovación de aire para que sean ideales debe tener en cuenta al usuario. El impacto en la salud de los usuarios internos y externos varía según la época del año. Ojalá se pudiese implementar humedales artificiales con procesos de Fito depuración. Eventualmente, puede pensarse en instalar equipos de calefacción para una época del año y de extracción e inyección de aire para mejorar la renovación permanente del mismo (Haslauden, 2012).

Eficiente

La eficiencia en el consumo y ahorro de energía puede aplicarse con la implementación de las energías renovables, la eficiencia en el consumo y ahorro de agua, también se puede implementar con los procesos de reutilización, filtrado y Fito depuración de las aguas lluvias. La aplicación de sistemas de re- uso del agua jabonosa. La implementación de estrategias para el transporte individual y colectivo para llegar al proyecto. De igual

manera se puede evaluar el impacto social, y la relación costo beneficio para la ciudad de la implementación de otras maneras de llegar hasta el proyecto.

Propuesta para Energía y Agua

En las cubiertas se pueden implementar los paneles fotovoltaicos, los paneles foto térmicos, las cajas independientes de aguas grasas, de aguas jabonosas, de orina y de eses. Tanques para aguas lluvias de cubierta y tanques para aguas lluvias del piso interior y exterior, con el propósito de instalar las redes para su reutilización, purificación y Fito depuración con el propósito de disminuir el consumo del agua potable del acueducto.

Importancia de la Vegetación

Los proyectos arquitectónicos deben permitir darles mayor importancia a los árboles, los arbustos, la flora y la fauna conocer y aumentar el índice de producción de oxígeno y el índice de consumo de bióxido de carbono para fomentar y fortalecer las acciones sostenibles. El ideal es compensar el oxígeno de acuerdo con el número de usuarios de la edificación o proyecto y asegurar el consumo de bióxido de carbono en las noches por la vegetación implementada aumentando la producción de oxígeno gracias a la vegetación en el proyecto.

Conclusión

Los proyectos arquitectónicos para mejorar la calidad deben aplicar la Resolución 0549 de 2016 sobre el ahorro de agua y energía en edificaciones nuevas, también debe aplicarse en las edificaciones patrimoniales para el beneficio de la ciudad pues esto permite que sus emisiones de Carbono bajen con su implementación a cero. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, MVCT,2014).

de las cubiertas verdes, azules o cafés la idea es convertir siempre los proyectos en edificaciones que no emanen calor a la ciudad es decir que sea una isla de cero emisiones de calor.

El manejo del agua ideal en los proyectos nuevos o ya construidos es que puedan disminuir su dependencia de la red del acueducto y de la red del alcantarillado, de la misma manera se puede pensar para los proyectos patrimoniales donde se busque la independencia de estas dos redes, creando un ciclo natural de las cuatro aguas que circulan en el proyecto el ciclo del agua lluvia, el ciclo del agua jabonosa, el ciclo del agua grasa y el ciclo del agua de servida o sanitaria para que se vaya independizando paulatinamente de las redes urbanas de agua potable y de la red de agua lluvia y sanitaria, de tal manera que si no suministra aguas sanitarias y no recibe agua potable estaría en la categoría de proyecto con agua cero o agua neutra. (Ministerio de Vivienda, 2017)

La arquitectura cero hasta ahora está comenzando a desarrollarse y esta consiste en estar en equilibrio con todo aspecto ambiental, es decir funciona sin necesidad de tomar nada del ambiente, lo que necesita lo produce, es autosuficiente, autosustentable, incluso puede suministrar a las redes urbanas sus excedentes de energía o agua para que sean vendidas.

Es necesario que todos los tipos de proyectos independientemente de su origen y de su uso pongan en práctica la Resiliencia ambiental, es necesario compensar el gasto ambiental realizado por la ocupación del proyecto en el territorio, parece imposible pero hoy en día están dadas las condiciones para que esto se pueda realizar.

La infraestructura que se conoce hoy en día en las ciudades se debe reconsiderar como los sistemas cíclicos que permiten organizar la implementación del metabolismo cíclico interconec-

tados entre sí por que dan vida los cuales son necesarios revalorarlos para buscar el equilibrio entre la humanidad y el planeta.

Compensar lo actuado en el territorio lleva a que el impacto ambiental se reduzca al punto de llegar al equilibrio o impacto ambiental cero, para posteriormente pasar al estado del superávit ambiental.

Los proyectos en su contacto con el suelo siempre debían pensarse con impermeabilidad al subsuelo de cero hoy en día es considerado más sano para el ambiente y el territorio la permeabilidad por lo tanto se habla de impermeabilidad cero. (Lagos, 2015).

El urbanismo cero hoy parece una utopía, pero es el futuro de las ciudades, es necesario organizarlas de tal manera que entren en equilibrio con el ambiente que han desplazado, con el ser humano que lo ha degradado por la industria, por la supervivencia, por la económica, por el transporte y muchas otras acciones que han generado el problema de las ciudades que todos conocemos hasta el punto de hacerlas invivibles o con innumerables problemas por solucionar. (U.S Green Buiding Council, 2017).

Percibir la luz natural la mayor parte del día, con temperatura adecuado, con aire puro se está volviendo una exclusividad y no debe ser así, todo ser humano debe tener esta condición en su entorno, de la misma manera gozar con el paisaje natural, el agua lluvia, la vegetación, la fauna deben permitir el goce y disfrute del ser humano con lo que es grato, la frescura y la tranquilidad. (Secretaría Distrital de Ambiente, 2017).

El ser humano debe sentir la relajación, la comodidad, la paz, la plenitud, la limpieza, la seguridad, la amplitud, la armonía, en todo espacio arquitectónico que se diseñe y construya, esto es parte de la sostenibilidad. Sin este carácter los proyectos y la ciudad pierden con el planeta las condiciones ideales para que perdure la vida.

El ser humano debe vivir la emoción de la confianza, la alegría, el querer permanecer, el civismo, el bienestar, la equidad, el optimismo, todo relacionado con su comportamiento en el hábitat, relacionarlo de manera integral, ser consciente que mis acciones perjudican o benefician al otro y que las acciones del otro me benefician o lo perjudican así mismo. (Yeang, 1999).

Referencias Bibliográficas

- Haslauden, G. L. (2012). Buiding to siut the climate. Germany: Birkhauser.
- IDEAM, (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). (2014). Adscrito al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. www.ideam.gov.co
- MVCT (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio), Departamento Nacional de Planeación, DNP; Centro de Estudios de la Construcción y el Desarrollo Urbano Regional, CENAC. (2017). Colombia cien años de políticas habitacionales. (1ra ed.). Bogotá, D. C., Colombia: Panamericana Formas e Impresos S. A.
- MVCT (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio), Departamento Nacional de Planeación, DNP; Centro de Estudios de la Construcción y el Desarrollo Urbano Regional, CENAC. (2014). Colombia cien años de políticas habitacionales. (1ra ed.). Bogotá, D. C., Colombia: Panamericana Formas e Impresos S. A.
- Ministerio de Vivienda. (21 de Marzo de 2017). Minvivienda. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/cambio-climatico/mitigacion/construccion-sostenible>
- Ministerio de Cultura. (2010). Legislación y Normas Generales para la Gestión, Potección y Salvaguardia del patrimonio Cultural en Colombia. Ley 1185 y su Reglamentación. Bogotá: Ministerio de Cultura. Dirección de Patrimonio.
- Lagos Bayona, F. J. (2006). *Control de calidad en acabados arquitectónicos: Interrogantes y propuestas*. Noticreto , pp. 12 - 18.
- Lagos Bayona, F.J. (2001). *Control de calidad en acabados arquitectónicos*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia Maestria en Construcción.

- Lagos, F. J. (2015). *Análisis estadístico de la calidad en la construcción de la vivienda de interés social en la ciudad de Bogotá 2008 a 2013*. Bogotá, Colombia: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- Perilla, M., Sánchez, F., y Lagos, F. (2015). *Análisis de gestión del patrimonio construido en relación con procesos de renovación urbana en Bogotá*. Bogotá: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca Diario de Campo.
- Portal de Arquitectura ARQHYS.com. Equipo de redacción profesional (2017). Historia de la Arquitectura bioclimática. Escrito por Revista ARQHYS.com.Obtenido en fecha 16 de febrero de 2017 Recuperado de: <http://www.arqhys.com/construcciones/historia-arquitectura-bioclimatica.html>
- Pyzdek, T., & Berger, R. (1996). *Manual de control de la calidad en la ingeniería* (1ra ed.). México: McGraw-Hill Interamericana editores, S. A.
- Schjetnam, M. P. (2012). *Principios de Diseño Urbano/Ambiental* (2da ed.). (G. N. Editores, Ed.) México D. F., México: Limusa S. A.
- Secretaría Distrital de Ambiente. (11 de Febrero de 2017). Secretaría Distrital de Ambiente. Recuperado de: <http://ambientebogota.gov.co/construccion-sostenible>
- U.S Green Buiding Council. (11 de Febrero de 2017). LEED. Recuperado de: <http://www.usgbc.org/leed>
- Yeang, K. (1999). *Proyectar con la Naturaleza*. Barcelona., España: Gustavo Gili S. A.

El Reciclaje Arquitectónico como Aporte a la Sostenibilidad de Edificaciones Patrimoniales

Florinda Sánchez Moreno*
Luz Carolina García Montoya**

Resumen

Las técnicas constructivas y los materiales utilizados en edificaciones de épocas pasadas, en su momento de origen funcionaron y respondieron de manera satisfactoria ante solicitudes de carga, pero con el transcurrir del tiempo inician un proceso de deterioro y presentan patologías asociadas con el uso, los factores ambientales y los eventos sísmicos.

Las reflexiones actuales en torno a las construcciones patrimoniales asocian cada vez más, disciplinas teóricas y prácticas que anteriormente estaban alejadas de estos temas, pero que hoy cobran relevancia y se tratan a nivel global de manera interdisciplinaria. En este sentido se plantea desde la construcción y la ingeniería analizar uno de los aspectos relacionados con el reciclaje y conservación del patrimonio construido: la vulnerabilidad sísmica.

* Ingeniera civil, con especialización en Conservación y Restauración del patrimonio arquitectónico. Doctora en Nuevos recursos y sustentabilidad en Turismo, de la Universidad de Salamanca. Ha desarrollado investigaciones en el área del patrimonio cultural y la sostenibilidad desde el año 2009. Docente universitaria por más de 19 años en áreas de construcción y arquitectura, ha participado, además en actividades académico administrativas en comités de currículo y comités de investigaciones. Ponente en seminarios y congresos nacionales e internacionales especializados en intervención de edificaciones patrimoniales, con publicaciones derivadas de proyectos de investigación y de participación en eventos. Orcid: 0000-0001-5813-6929

** Arquitecta de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Magister en Ingeniería, área civil con énfasis en Gerencia de Proyectos de Construcción. Docente en la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca en el programa Administración y Ejecución de Construcciones y docente del programa de Ingeniería Civil en la Universidad Cooperativa de Colombia. Ha sido parte de los grupos de investigación Patrimonio Construido, Texto y Contexto y Construcción y Gestión en Arquitectura. En la actualidad combina la docencia con el ejercicio profesional.

Se analiza en este caso, una edificación de carácter patrimonial construida antes de la existencia de códigos sísmo resistentes, evaluando el grado de vulnerabilidad sísmica por métodos cualitativos, y proponiendo una intervención que disminuya el riesgo de colapso ante un evento de gran magnitud de tal forma que se garantice la preservación de su materialidad y la seguridad para sus habitantes, sin detrimento de las características propias por la que fueron declarados como bien patrimonial. En este sentido se presentan aspectos teóricos de la evaluación cualitativa, y cada caso retoma los estudios de valoración formal, simbólica y de uso de la edificación, entendiendo que la sostenibilidad del bien debe responder a las dinámicas del entorno dentro de una gestión de reciclaje y revitalización para su puesta en valor en el contexto actual.

Palabras clave: edificación patrimonial, intervención estructural, reciclaje.

Abstract

The construction techniques and materials used in buildings from past times, at their time of origin, worked and responded satisfactorily to load requests, but over time they began a deterioration process and presented pathologies associated with the use, the factors Environmental and seismic events.

Current reflections on heritage constructions increasingly associate theoretical and practical disciplines that were previously removed from these issues, but which today become relevant and are treated globally in an interdisciplinary manner. In this sense, it is proposed from the construction and engineering to analyze one of the aspects related to the recycling and conservation of the built heritage: seismic vulnerability.

In this case, two heritage buildings constructed before the existence of resistant earthquake codes are analyzed, assessing the de-

gree of seismic vulnerability by qualitative methods, and proposing an intervention that reduces the risk of collapse before an event of such magnitude. that the preservation of its materiality and security for its inhabitants be guaranteed, without detriment to the characteristics that were declared as assets. In this sense, theoretical aspects of qualitative evaluation are presented, and each case takes up the studies of formal, symbolic and building use assessment, understanding that the sustainability of the good must respond to the dynamics of the environment within a recycling and management process. revitalization for its value in the current context.

Keywords: Heritage building, Recycling, Structural intervention.

Métodos cualitativos de análisis estructural

Los métodos cualitativos de análisis estructural se basan en la observación de daños presentados en la edificación como consecuencia de sismos anteriores y en general de aspectos estructurales existentes. Se genera un índice de vulnerabilidad a partir de la calificación obtenida en campo. Para esta calificación se tienen en cuenta aspectos como la irregularidad en planta y altura, estado de conservación, relación con el suelo, patologías presentes, entre otros. A pesar de ser un método subjetivo y con resultados aproximados, en ocasiones se convierte en una alternativa ante los métodos analíticos cuantitativos que resultan costosos y complejos.

El método basado en un sistema de calificación utiliza una escala de ponderación de valores para calificar la calidad de las diferentes características estructurales, constructivas, funcionales o arquitectónicas de una edificación, a las que se les asigna un valor numérico; la suma de estos valores representa la vulnerabilidad sísmica.

La AIS (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica) y Peralta (2002) proponen métodos que coinciden en algunos aspectos

tos que dan lugar a una aproximación del nivel de vulnerabilidad en el que se encuentra una edificación construida sin los parámetros de sismo resistencia actuales. Para el primer caso, la AIS, realiza el estudio mediante la visualización de la edificación y posterior comparación con patrones generales y medidas preestablecidas en aspectos geométricos, constructivos, estructurales y de entorno.

En el segundo caso, con base en los fundamentos teóricos del sismo resistencia y en el estudio de las causas de falla sísmica de edificaciones por terremotos ocurridos en el pasado, Peralta (2002), determina una serie de parámetros denominados indicadores de vulnerabilidad sísmica.

Cada uno de estos indicadores recibe una calificación que puede ser 50, 25 ó 5, correspondiendo, el primer y máximo valor a una condición desfavorable como vulnerabilidad alta, el segundo a una condición intermedia como vulnerabilidad moderada y el tercero a una condición favorable como vulnerabilidad baja.

Una vez calificado cada indicador, se procede a sumar los valores respectivos para obtener el grado de vulnerabilidad física global cualitativa de la edificación de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Gv = \sum Iv$$

Donde Gv es el grado de vulnerabilidad sísmica y Iv es el indicador de vulnerabilidad.

La matriz para la calificación de la vulnerabilidad sísmica está compuesta por ocho indicadores de vulnerabilidad básicos, a saber:

Época de construcción, tipología estructural, geometría, peso, rigidez, elementos no estructurales, suelos y cimentación y estado de conservación.

Luego de la sumatoria de los indicadores, la vulnerabilidad permite evaluarse de forma cualitativa con los siguientes resultados:

Tabla No. 1. Matriz de evaluación

Vulnerabilidad	$Gv = \sum Iv$
Baja	De 0 a 150
Moderada	De 150 a 375
Alta:	Mayor a 375

Fuente: basado en Peralta (2002).

Para el segundo caso, la AIS realiza el estudio mediante la visualización de la edificación y posterior comparación con patrones generales y medidas preestablecidas en aspectos geométricos, constructivos, estructurales y de entorno, según los componentes a los cuales se le asigna un valor cualitativo de alto, medio o bajo según criterio del evaluador, valores que al final arrojan porcentajes que orientan en la calificación definitiva de la vulnerabilidad.

Tabla No. 2. Matriz de evaluación

Componente	Vulnerabilidad		
	Baja	Media	Alta
Aspectos geométricos			
• Irregularidad en planta de la edificación			
• Cantidad de muros en las dos direcciones			
• Irregularidad en altura			
Aspectos constructivos			
• Calidad de los materiales			
Aspectos estructurales			
• Muros confinados y reforzados			
• Detalles de columnas y filas de confinamiento			
• Vigas de amarre y corona			
• Características de las aberturas			
• Entrepiso			
• Amarre de cubiertas			
Cimentación			
Suelos			
Entorno			
Peso porcentual	%	%	%

Fuente: AIS, 2007.

La casa hace parte de las edificaciones enmarcas en el centro histórico de Turmequé, el cual fue declarado Patrimonio histórico, cultural y artístico de la Nación por Decreto 1940/89. Según estudio realizado en el año 2012 para la Fase II del Plan Especial de Manejo y Protección, el conjunto urbano patrimonial del centro histórico de Turmequé cuenta con un alto valor simbólico en la medida en que representa una pieza en la articulación del proceso de construcción cultural a partir del territorio y la geografía, velado por los procesos de conquista y poblamiento, y la fusión de las culturas prehispánicas e hispánicas en el nuevo mundo. Al respecto, afirma Miranda (2012):

En este sentido, dicho conjunto urbano ostenta un valor de contexto en la medida que es a través de la construcción del paisaje natural, con su alto contenido de vestigios arqueológicos y situación geográfica privilegiada, y del paisaje cultural construido a partir del reconocimiento de la estructura poblacional de la población prehispánica, así como del reconocimiento del proceso de conquista y poblamiento durante el periodo hispánico, que se puede entender el conjunto urbano patrimonial (p.58).

Análisis de Casa Colonial



Figura 1. Casa colonial. Vista de las dos plantas y las crujiás que conforman la construcción. Fuente: Sánchez, 2014.

La casa data de principios del siglo XIX, y por su concepción y detalles constructivos se evidencia una tipología de arquitectura

colonial. Al parecer desde sus inicios la casa tuvo doble función, como casa de familia y como hotel. Se presume que en este hotel se hospedaron Simón Bolívar junto con Manuelita Sáenz en los años 1828–1830, y en el año 1945 el Caudillo de Colombia Jorge Eliecer Gaitán visitó el pueblo y se hospedó en este hotel Heladio Moreno (Comunicación personal, octubre de 2014).

Entre los años cincuenta y setenta la casa funcionó como hotel de “alta alcurnia”, debido a su ubicación en el camino de los Sica-bucos Umbita, por lo que se acostumbró como centro de descanso casi obligado por la duración del viaje. Entre las décadas de los cincuenta y los setenta el hotel se llamó *Hotel Regis*, bajo la propiedad de la señora Ema Ruiz de Mendoza, teniendo como huésped ilustre al presidente Carlos Lleras Restrepo en el año 1968, según relata el historiador Heladio Moreno.

Aspectos de Forma Estéticos y Arquitectónicos

La tipología de la vivienda colonial, sin importar la jerarquía, se distribuyó por crujía o bloques paralelos a la vía de acceso o perpendiculares a esta, distribuidos en planta en forma de “I”, de “L”, de “C” o de “O”. La forma de “I”, corresponde a las accesorias en una sola crujía, angosta, profunda y perpendicular a la calle. La forma de “L” la tienen generalmente las casas bajas más modestas, en las cuales la crujía paralela al exterior, la conforman el Zaguán, la Antesala, y el Salón que siempre se asoma a la calle. La crujía perpendicular a esta contiene las habitaciones, el corredor paralelo al patio interior, el Comedor y la Cocina (Angulo, 2008).

La casa de Turmequé está configurada tipológicamente en forma de “C”, que generalmente corresponde a casas bajas y altas de cierta importancia, siguiendo la distribución anterior de tres crujías en torno al patio central. El comedor da paso al traspatio donde ubicaban los baños y las letrinas. En esta casa, por ser de dos plantas y esquinera, las crujías paralelas a la calle tienen el zaguán

en la planta baja y grandes salones en la planta alta, con balcones que se asoman sobre la calle, y tribunas que sirven de desahogo a las recámaras, generalmente ubicadas en los extremos del salón. El detalle representativo de la casa en la segunda planta, se concentra en un gabinete que remata la esquina.

En la primera planta se localizan cuatro espacios con accesos independientes desde la calle y la carrera, y un acceso a garaje. En el segundo piso, el espacio principal de la casa cuenta con cuatro salones y un recibidor, el cual está enfrentado al vestíbulo en la crujía más corta. El salón principal se encuentra ubicado en la esquina de la edificación y tiene una amplia abertura por medio del gabinete en madera ya mencionado. Cada uno de los salones cuenta con ventana, balcón de gabinete y balaustrada en madera.

El vestíbulo se repite en primer y segundo piso como espacio de antesala y reparto; limitado por columnas y balaustradas en madera. Al interior de la casa, los espacios principales están recubiertos con detalles del estilo republicano como papeles de colgadura y cielo rasos en yeso. Las puertas y ventanas de estilo colonial están construidas con madera sin detalles decorativos. La crujía original de la casa presenta en el primer nivel, el zaguán que da acceso directo a la casa, y dos espacios destinados al comercio, confirmandose así la tipología propia de las viviendas de la colonia, que tenían dispuesto el primer piso para comercio y el segundo piso para vivienda. En el vestíbulo del primer piso se ubica una escalera que da acceso al segundo piso, construida en piedra.

El patio posterior limita con muros en adobe y ladrillo macizo de regular factura, rematando al fondo con una escalera de madera de reciente fabricación que conecta con la cocina y un recinto a manera de terraza, ubicadas en el segundo piso.

La fachada principal de dos cuerpos presenta tres pequeñas aberturas que corresponden a las únicas ventanas ubicadas en pri-

mer piso. Construidos en tapia pisada pañetados con cal y arena los muros destacan por su blanco y zócalo verde con texturas a manera de pequeños almohadillones. En la casa se encuentran algunas adiciones y modificaciones invasivas en elementos y materiales constructivos que alteran la lectura de la construcción y afectan el funcionamiento estructural original.

Una vez realizado el estudio histórico y analizada la evolución arquitectónica y constructiva de la casa, se evidencian dos tipologías constructivas: las tres crujías que conforman la “C” y que conservan la tipología arquitectónica de la época colonial; y una construcción adicional que utiliza técnicas y materiales diversos pertenecientes a épocas posteriores que distorsionan la originalidad del inmueble como unidad arquitectónica. La inclusión de un baño y una cocina en el segundo piso genera una lectura diversa sobre la época de construcción. Las áreas adicionadas en construcción posterior se encuentran en mal estado y con alto deterioro de sus materiales. Las deficiencias en los aspectos relacionados anteriormente pueden generar en las edificaciones de tapia pisada y adobe fisuras y agrietamientos que conllevan al colapso del conjunto con el riesgo para la vida de sus habitantes.

En relación con el sistema constructivo, se encuentra un cimientado en base ciclópea con piedras de canto rodado pegadas con mortero de tierra y cal, muros de carga en tapia pisada, estructura de entrepiso en madera con acabado en tabla, estructura de cubierta en madera rolliza, de par e hilera, la techumbre armada sobre entramado de varas de chusque y mortero de tierra y pega de tierra para apoyar la teja de barro cocida. Las columnas de la galería del primer piso, originales en madera, llevan un recubrimiento en mortero que aumenta la sección de cada elemento hasta 15 x 15 cms. Cada elemento se prolonga hasta el segundo piso asumiendo las cargas que proporciona la cubierta.

Análisis Cualitativo de la Vulnerabilidad Sísmica

Para el análisis cualitativo de la edificación, se adopta el método de la AIS, el cual recopila los aspectos contemplados por otros autores según lo descrito en el apartado “Métodos cualitativos de análisis estructural”, se analizan aspectos geométricos, constructivos, estructurales, cimentación, suelos y de entorno. Luego del análisis cualitativo se otorga una calificación de baja, media o alta vulnerabilidad a cada componente, para luego totalizar y dar la calificación global porcentual.

Aspectos geométricos

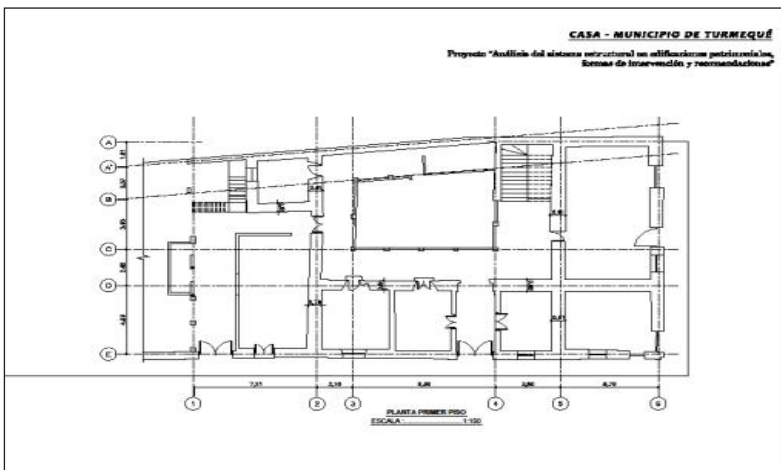


Figura No. 2. Plano de planta primer piso. Fuente: Elaboración propia.

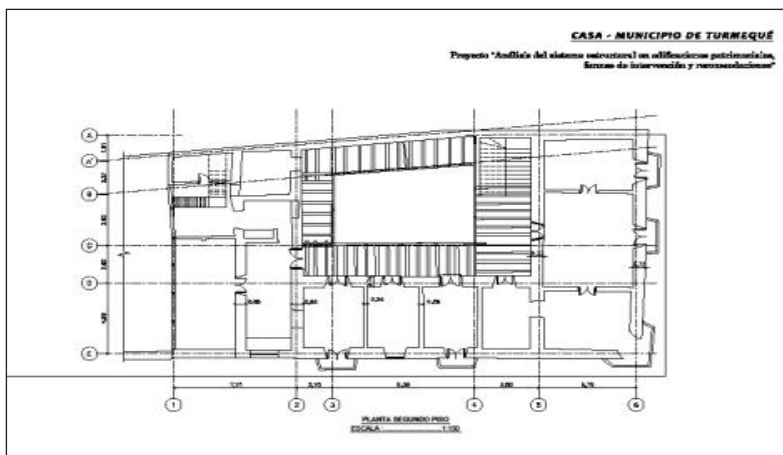


Figura. 3. Plano de planta segundo piso. Fuente: Elaboración propia.

Irregularidad en planta: Vulnerabilidad Media

Favorece el aspecto relacionado con las dimensiones generales en donde la longitud total es menor a tres veces el ancho.

Presenta irregularidades geométricas en planta evidenciadas en la distribución asimétrica de los espacios con patio excéntrico.

Cantidad de muros en las dos direcciones: vulnerabilidad baja

Los muros se encuentran distribuidos en las dos direcciones en una proporción 1:2 y sus longitudes no presentan grandes diferencias.

Existe una longitud totalizada de muros en cada una de las direcciones principales de la vivienda dada por la siguiente formula:

$$L_o = (M_o * A_p) / t$$

$$A_p = \text{área en metros cuadrados} = 421 \text{ m}^2$$

$$t = \text{espesor de los muros en milímetros} = 810 \text{ mm}$$

M_o = Coeficiente = 17 (Para zona sísmica intermedia y coeficiente de aceleración horizontal de 0.20)

Lo= 8,83 Entonces se requiere una longitud de muro estructural de 8,83 mts en cada una de las direcciones.

Tabla No. 3. Valores de amenaza sísmica y magnitud umbral

Zona sísmica	Aa	Mo
Alta	0.40	33
	0.35	30
	0.30	25
	0.25	21
Intermedia	0.20	17
	0.15	13
Baja	0.10	8
	0.05	4

Fuente: AIS, 2004.

Irregularidad en altura: vulnerabilidad media

Algunos muros presentan discontinuidades desde la cimentación hasta cubierta alterando la transmisión de cargas a la cimentación. Entre ejes 1, 2,3 y 4 y ejes C y D, siendo el más relevante el muro del segundo piso entre ejes 1 y 2 de 0,65 cms de 7,64 mts. Que no cuenta con soporte en el primer piso.

Este aspecto, junto con las irregularidades en planta puede generar esfuerzos de torsión y sobreesfuerzo durante un sismo ocasionando fisuras y desplazamientos notables.

Calidad de los materiales: Vulnerabilidad Alta

El material constitutivo de los muros evidencia algunas patologías como desmoronamiento, modificación o retiro del elemento de recubrimiento del muro lo cual genera ambientes adversos para la resistencia de los materiales del conjunto.

En otros casos se evidencia pañete en mortero de cemento no compatible con el muro en tapia.

Algunas divisiones de espacios en los dos pisos se encuentran con materiales diferentes a los originales (muros de ladrillo confinados con madera), no correspondientes a la técnica de tapia pisada, lo cual genera incompatibilidad de resistencias provocando fisuras y grietas.

Se presentan humedades por capilaridad en la mayor parte de los muros del patio en primer piso, lo cual genera debilitamiento del material constitutivo de la tapia. Teniendo en cuenta que se trata de muros portantes sin refuerzo, la humedad se considera un agente altamente nocivo para la estabilidad de los muros.



Figura No. 4 Humedades por capilaridad. Patio primer piso. Fuente: Sánchez, 2014.

Aspectos Estructurales

Muros Confinados y Reforzados: Vulnerabilidad alta

La mayor parte de los muros no se encuentran confinados y por ser de tapia no son reforzados con ningún elemento adicional, tampoco se evidencia confinamiento en culatas y antepechos.

Detalle de Columnas y Vigas de Confinamiento: Vulnerabilidad Alta

Las columnas en madera que soportan el corredor del segundo piso tienen una sección de 20 x 20 cms, pero en algunos casos se reduce la sección efectiva que soporta las vigas a 20 x 10 cms. Las vigas que soportan el entramado de madera del entrepiso tienen secciones de 10 x 15 cms adecuadamente dispuestas para repartir el peso del segundo piso.

Se evidencia un tipo de deterioro en la madera de las vigas causada por acción de animales como comején. Esta patología puede generar debilitamiento estructural de los elementos.

Vigas de Amarre o Corona: Vulnerabilidad Media

A nivel de primer piso en el área del patio, las vigas rematan en vigas de madera que se unen a las columnas a manera de diafragma. Sobre los muros no se evidencia la presencia de una viga perimetral que reciba las vigas del entramado.

- Características de las aberturas: vulnerabilidad baja

Las aberturas en los muros estructurales totalizan menos del 30% de área total del muro.

- Entrepiso: vulnerabilidad media

La placa de entrepiso de las áreas privadas está compuesta por vigas de madera, sobre las cuales está colocada la tabla que recibe

el enlistonado del piso de acabado el cual se encuentra en relativo buen estado. Los corredores que dan hacia el patio cuentan únicamente con las vigas y los tablones.

- Amarre de cubiertas: vulnerabilidad alta

La estructura de cubierta es en madera rolliza, sistema de par e hilera de gran peso con respecto a los muros de soporte, con tirantes de madera a escuadría, la techumbre armada sobre entramado de varas de chusque y mortero de tierra y pega de tierra para apoyar la teja de barro cocida. La cubierta se soporta en los muros perimetrales y en las columnas de madera del patio central. Existe discontinuidad en muros y culatas superiores. No se evidencian elementos que conformen el diafragma entre muros de primer piso.

De forma general, se evidencia:

La ausencia de diafragmas o elementos de confinamiento en cada nivel que garantice la rigidez del conjunto y eviten la torsión en planta.

Traslapos inadecuados o insuficientes entre elementos de cubierta y los muros de carga, lo cual genera falta de apoyo en caso de movimientos horizontales fuertes.

Elementos de entrepisos con secciones mínimas para la carga esperada lo cual genera flexión y posible falla estructural.

Debilitamiento de resistencia en muros por la apertura de regatas para instalaciones y pérdida del material de recubrimiento.

Modificación o retiro del elemento de recubrimiento del muro lo cual genera ambientes adversos para la resistencia de los materiales del conjunto.

Poca profundidad de la cimentación y ausencia de elementos para elusión de agua.

Estudio de Patologías

En términos generales algunas de las patologías ya han sido mencionadas en el estudio cualitativo y se reiteran por su gran impacto en la edificación.

La edificación no evidencia fallas estructurales que generen riesgo de colapso inmediato, sin embargo, es urgente intervenir los desprendimientos de la fachada, pasillos techos ya que este sí presenta un riesgo potencial a los usuarios de la edificación. Se recomienda especialmente intervenir en el menor tiempo posible el techo del acceso ya que está generando un riesgo alto de desprendimiento del recubrimiento en área de alto tráfico de los habitantes y visitantes del inmueble.

Se recomienda demoler el muro del patio ya que presenta grietas en un alto porcentaje y es un riesgo inminente para los peatones.

El primer piso padece de humedad por capilaridad en su totalidad se recomienda impermeabilizar cimentación para darle solución definitiva a la afectación.

Todos los elementos constructivos de madera se deben inspeccionar detalladamente y generar un plan de cambio de aquellos que estén afectados por organismos e inmunizar absolutamente todos.

Además, la cubierta presenta deformaciones y riesgo de desprendimiento de algunas de sus tejas, se recomienda una vez ejecutado el plan de revisión y cambio de la estructura de madera cambiar la placa de soporte de las tejas por una impermeabilizada o en su defecto generar una nueva capa de soporte sobre el baha-reque existente e impermeabilizarla.

Se recomienda generar un plan de mantenimiento de la edificación en donde se incorporen rutinas de mantenimiento con fre-

cuencias ajustadas, de modo tal que se prevenga la generación de más patologías a las ya existentes en la edificación (Pintura interna y externa, retiro de malezas, limpiezas de canales entre otras).

Tabla No. 4. Componentes Vs. Vulnerabilidad

Componente	Vulnerabilidad		
	Baja	Media	Alta
Aspectos geométricos			
Irregularidad en planta de la edificación		X	
Cantidad de muros en las dos direcciones	X		
Irregularidad en altura		X	
Aspectos constructivos			
Calidad de los materiales			X
Aspectos estructurales			
Muros confinados y reforzados			X
Detalles de columnas y filas de confinamiento			X
Vigas de amarre y corona		X	
Características de las aberturas	X		
Entrepiso		X	
Amarre de cubiertas			X
Cimentación		X	
Suelos		X	
Entorno	X		
Peso porcentual	23%	46%	31%
Resultado: Vulnerabilidad Media			

Fuente: Elaboración propia basada en AIS 2002.

Aspectos conclusivos y recomendaciones de intervención estructural

Con el fin de dar un debido proceso de reciclaje a la edificación y con miras a su puesta en valor dentro del contexto histórico del que hace parte, sin afectar los valores patrimoniales y simbólicos, se recomienda:

- La liberación total de todos los elementos constructivos adicionados a la casa original, con el fin de recuperar la especialidad arquitectónica y aliviar las cargas ocasionadas por nuevos usos.

- Restitución de pañete en cal y arena.

- Los entrepisos se encuentran en relativo buen estado, pero se hace necesario revisar las vigas de soporte y columnas en maderas, con un estudio fitosanitario para descartar disminución en la resistencia de estos elementos.

- Se requiere aliviar el peso de la cubierta por lo cual se recomienda retirar el recubrimiento en mortero de tierra y sustituirlo por un material más liviano que sirva de apoyo a las tejas de barro originales.

- Revisión de todas las patologías descritas y actuación especial en las zonas de humedades que comprometen la base de los muros en tapia. La elución del agua se propone por medio de un pañete impermeabilizado en toda el área expuesta a la intemperie. Igualmente, se debe disponer una cuneta perimetral al patio central para recolectar el agua de escorrentía de cubiertas, y conducirla al sifón con una pendiente-mayor al existente. Con esta acción se busca disminuir el contacto permanente de la base del muro con el agua del patio.

- Corregir todas las humedades debidas a tuberías deterioradas y filtraciones en cubiertas.

- Desmonte y revisión de los canes de soporte de los balcones exteriores.

-Restauración y restitución de vigas de entrepiso deterioradas, previa inmunización.

Para nuevos usos y puesta en valor como edificación de servicios de hospedaje, a la luz de las nuevas cargas originadas, se plantean tres alternativas:

1. Reforzamiento estructural mediante un arriostramiento lateral a las tapias con pórticos en madera para confinar lateralmente las tapias en el sentido débil y aumentar su factor de estabilidad al volcamiento utilizando pórticos de madera con diagonales paralelos a los muros del primer y segundo piso. El reforzamiento basado en elementos confinantes de madera tiene mejor desempeño sísmico que el reforzamiento con malla de vena, ya que incrementa la capacidad de deformación en el rango no lineal, así como la resistencia máxima del sistema estructural (Yamin, 2007).

Disminución de torsiones horizontales en entrepiso utilizando elementos de madera ubicados en el otro sentido, unidos mediante clavos a la tablazón existente. A nivel de cimentación, las crujías originales de la casa requieren de refuerzo estructural y amarres horizontales para soportar los esfuerzos de un sismo.

2. Confinamiento de muros de tapia por medio de columnas y vigas en concreto que se unan a la estructura de soporte existente. Este método es invasivo y no tiene en cuenta el criterio de la restauración objetiva.

3. Generar una mayor resistencia a los muros de tapia y en los suelos de cimentación, con métodos de biotecnología. Estos métodos han sido estudiados para mejorar la resistencia de un material poroso o permeable por medio de la puesta en contacto de al menos un tipo de bacteria calcificante con un material poroso o permeable. Una precipitación de carbonatos de calcio por vía bacteriana es un fenómeno natural en donde algunas bacterias metabolizan un sustrato carbonado generando aumento la densidad del medio inducido y por tanto la capacidad de resistencia a la compresión.

La biotecnología es una rama de la ciencia que hoy día ofrece diversidad de aplicaciones en los problemas de ingeniería geotécnica, relacionada directamente para el control de la erosión del suelo y protección de taludes, la prevención de fallas en la pendiente, y la reducción de la infiltración de agua en las pendientes (Rosa, p. 11).

Las alternativas propuestas proveen en alguna medida continuidad estructural y generan cierto nivel de confinamiento con lo que se reduce la posibilidad de una falla en el caso de un sismo de mediana intensidad.

Referencias Bibliográficas

- Angulo F. (2008) *Tipologías arquitectónicas Coloniales y Republicanas Afinidades y Oposiciones Cartagena de Indias, Turbaco y Arjona*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.
- Asociación Colombiana de ingeniería Sísmica (2007) *Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas en mampostería*.
- Enrique Márquez, R.M. (2011). Aplicación de un tratamiento microbiológico en suelos para el estudio de la colapsabilidad y su permanencia frente a lluvias ácidas. Proyecto Fin de Carrera. Universidad de Almería. España. Recuperado de [Http://hdl.handle.net/10835/518](http://hdl.handle.net/10835/518)
- Miranda R., L. (2012) *Consultoría para elaborar: la fase II del plan especial de manejo y protección –PEMP– del centro histórico de turmequé y su zona de influencia*. Contrato de consultoría N° 168/11.
- Peralta, H. (2002) *Escenarios de vulnerabilidad y daño sísmico de las edificaciones de mampostería de uno y dos pisos en el barrio San Antonio, Cali, Colombia*. Trabajo de grado Universidad del Valle. Facultad de Ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil y Geomática. No publicado.
- Rosa E. (s.f.). Aplicación de un tratamiento microbiológico en suelos para el estudio de la colapsabilidad y su permanencia frente a lluvias ácidas.
- Yamín, L., Phillips C., Reyes J., Ruiz, D. (2007). *Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada*. En: *Revista Apuntes*. VOL. 20 #. 2. pp. 286-303. Universidad Javeriana.

Manejo Administrativo de los Sobrantes de Almacén en la Obra de Construcción

Sandra Milena Benítez Villamizar*
Yolanda Andrea Gómez Uribe**

Resumen

Los procesos en los proyectos constructivos se caracterizan por el cumplimiento de actividades secuenciadas e interrelacionadas de tal manera que los recursos requeridos para ello se utilicen con la mayor efectividad posible, en este contexto se ha determinado que el manejo del inventario de insumos en el almacén de obra es un determinante del gasto con alta relevancia, pero con poca trascendencia organizacional, por considerarse una labor más operativa que administrativa.

El tipo de procesos administrativos en función del manejo del almacén que se realiza en las empresas del sector de la construcción no resultan del todo claros aún para las mismas empresas, la poca existencia de manuales y directrices al respecto generan sobrantes de almacén, elementos que se adquirieron para su uso pero que al final del ejercicio no fueron utilizados, devueltos o reubicados constituyéndose como activos sin uso ni destinación

* Arquitecta, especialista en Gerencia de Construcciones, Magister en Administración de Organizaciones, con interés en el área de la construcción y los procesos administrativos alrededor de este importante sector donde laboró por más de diez años para ahora transmitir sus conocimientos y experiencias a las nuevas generaciones. Orcid: 0000-0001-5290-7008.

** Contadora especialista de la Universidad Libre de Colombia con Maestría Internacional en Administración de Empresas de la Universidad Camilo José Cela en España. Con más de 20 años de experiencia docente en educación superior en instituciones privadas y públicas: Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Universidad Católica de Colombia y Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Investigadora del grupo Construcción y Gestión en Arquitectura desde el año 2016 perteneciente a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, desarrollando investigaciones orientadas a la Calidad de la Construcción de Vivienda VIS/VIP, al manejo de los sobrantes de inventarios de obra y a la Densificación de la Construcción en Bogotá. ORCID: 0000-0002-2352-0661

específica. De tal manera que para la materialización de los proyectos de construcción de las unidades de vivienda las actividades de cuantificación, solicitud, compra, almacenamiento, uso y no uso, evidencian independencia de la planeación inicial y afectando el presupuesto, el valor de compra y la sostenibilidad del medio ambiente al generar compras desmedidas y producción excesiva cuya destinación final resulta incierta.

Palabras clave: almacén de obra, manejo administrativo, sobrantes.

Abstract

The processes in the construction projects are characterized by the fulfilment of sequenced and interrelated activities in such a way that the resources required for this are used as effectively as possible, in this context it has been determined that the management of the inventory of inputs in the construction warehouse, is a determinant of the expenditure with high relevance, but with little organizational significance, as a more operational rather than administrative task.

The kind of administrative processes depending on the management of the warehouse that is carried out in the companies of the construction sector are not completely clear even for the same companies, the limited availability of manuals and related guidelines generate surplus stocks, items that were purchased for use but were not used at the end of the year, returned or relocated as assets without specific use or destination.

In such a way that for the materialization of the projects of construction of the housing units the activities of quantification, application, purchase, storage, use and not use, they demonstrate independence from initial planning and affect the budget, the purchase value and the sustainability of the environment by generating excessive purchases and excessive production whose final destination is uncertain.

Keywords: administrative management, construction warehouse, leftovers.

Introducción

La actividad constructora ha sido una constante del ser humano a lo largo de la historia debido a la necesidad de protección y seguridad, desde la modificación de las cavernas en la prehistoria pasando por la creación de herramientas y con esto la utilización de materiales nuevos en la generación de insumos que fueron fundamentales para construir modificando la naturaleza y así mismo la forma de vivir en comunidad con asentamientos cada vez más grandes.

El crecimiento de las ciudades busca cubrir las necesidades de la sociedad en aspectos como la comodidad, la seguridad, el desarrollo social, los propósitos de vida, etc. En algunos casos sobrepasando las condiciones ambientales y su protección, es innegable el nivel de consumismo en la sociedad en aspectos que sobrepasan incluso los requerimientos básicos del hombre. Generando residuos que se deben gestionar, afirma Serrano (2015) trayendo beneficios sociales como el mejoramiento de estándares ambientales públicos, de protección ambiental con reducción de sus riesgos en el aire, el suelo y posible agua contaminada.

Con los avances de la tecnología en todos los aspectos de la vida, la construcción no resulta ajena a esta realidad y a través de diferentes técnicas constructivas y tendencias estéticas despliega un sinfín de materiales para cada uno de los procesos de la construcción desde los requerimientos estructurales, espaciales, legales, climáticas, económicas etcétera del proyecto constructivo hasta las necesidades y preferencias individuales de la sociedad.

En las empresas constructoras se tiende a medir la productividad en función de la rentabilidad, está relacionada con los resultados que se obtienen de su producción con el metro cuadrado como unidad resultante y medible y con un alto nivel de incerti-

dumbre, debido generalmente al recurso humano y la gestión que con él se realiza, (Ortega, Benítez, y Pulido, 2015).

Por lo que la industria adquiere gran cantidad de insumos para la construcción como agregados, mampuestos, cerámicos, accesorios, tuberías de diferentes materiales y usos, pinturas, estucos, alfombras, pisos, perfiles en diferentes materiales, que deben ser utilizados en su totalidad en el proceso, esta adquisición que realizan las diferentes empresas constructoras, se realiza a través de la planeación de la obra, en un proceso de cuantificación de las cantidades de todos y cada uno de los insumos que se requieran, de manera que se adquieran las cantidades adecuadas que permitan la elaboración del producto inmueble.

Según Domínguez (1993), el 54,51% del total de los costos directos en obras de edificación de tamaño medio y pequeño, corresponden a los materiales; de aquí que la utilidad de una empresa constructora está determinada en gran medida por la efectividad con la que se administran estos recursos (González y Tirado, 1998).

Es este proceso de cuantificación un ejercicio cuidadoso y de máxima atención en el proceso de planeación de los proyectos, pues cada uno de ellos ha de cuantificarse según sus especificaciones y teniendo en cuenta el porcentaje de desperdicio que se requiera para su utilización, es aquí donde surgen los sobrantes de obra que se traducen en mayor inversión económica en los inventarios de la organización, mayor necesidad de espacio de almacenaje, personal encargado del control, seguros, transporte y su posible deterioro (vencimiento o daño) en el tiempo y mayores residuos futuros de construcción.

La empresa constructora siempre ha estado en pro de la productividad, que se encuentra al tener una cadena de procesos bien ejecutados y direccionados a las metas organizacionales, para esto es importante que tenga un control sobre los inventarios ya que

de la gestión que con este se realice derivará el éxito de la labor a ejecutar.

Así mismo, el almacén de obra es el espacio donde se almacenan los inventarios de insumos y materiales que se requieren para materializar el proyecto de construcción, los cuales son de muy variada índole y tamaño pues puede contener material granulado como arenas y gravillas, líquidos como aditivos, materiales arcillosos como ladrillos y bloques, maderas, pisos, enchapes, vidrio, cemento en bulto, siliconas, material cerámico como lavamanos, sanitarios, accesorios, herramientas como baldes, palustres, vibradores, motobombas, mezcladoras de piso, cortadoras de ladrillo, elementos de protección como cascos, botas, arneses, eslingas, cables, guantes, por lo tanto requiere espacio cubierto y descubierto que ha de ser controlado en su registro de ingreso y entrega para uso y manipulación, algunos tendrán salida definitiva y otros serán de constante ingreso y egreso pues son equipos de uso constante.

Los materiales de una obra deben ser correctamente almacenados y protegidos para evitar los daños, pérdidas y robos. Es muy normal que, por las causas mencionadas, se produzcan pérdidas de materiales lo que afecta significativamente la productividad de una obra, según Serpell (2002), debido al deficiente almacenamiento de los materiales, se producen pérdidas de materiales que alcanzan de un 10% a 20% del total de los materiales adquiridos. Por esta razón, se considera un elemento esencial lograr un buen almacenamiento y protección de los materiales.

Por lo que el manejo de los insumos que corresponden, a este tipo de inventarios en los almacenes de obra dependerá del tamaño del proyecto de construcción y el tipo de dirección que se defina, asimismo cuando el volumen de estos sean mayor el costo disminuirá y viceversa.

Control el adecuado control y cuidado en el manejo del almacén posibilita un mayor éxito en la ejecución del proyecto ya que

una gestión inapropiada generará sobre costos y posibles retrasos en las fechas de entregas.

En el tratamiento físico de los inventarios el control de existencias en la parte contable ha tenido variaciones a partir de las NIIF ya que se exponen métodos que son diferentes según la organización de la que trate gran contribuyente o pymes la mayoría de las empresas de construcción del país pertenecen a pymes (Pequeñas y Medianas Empresas) y con esta característica se implementa un inventario permanente con un conteo físico anual en cumplimiento de las normas NIAs y con base en las políticas empresariales se sabrá si los insumos se dan de baja o se recupera el valor de la inversión.

Se realizó un estudio de caso en un proyecto de vivienda en la ciudad de Bogotá que permitió establecer que el margen de inversión para el proyecto se va ajustando a medida que el proyecto constructivo avanza esto debido a cambios que se pueden presentar en especificaciones técnicas cambios de insumo que puedan afectar la propuesta inicial.

El proyecto analizado corresponde al uso de vivienda conformado por 96 apartamentos con áreas sociales que incluyen zonas de juegos salón comunal parqueaderos y portería el valor promedio de cada apartamento es de 230 millones de pesos y según el análisis el costo por materiales para esta obra ascendió a COP 3.455.372.439 ubicado en el sector occidental de la ciudad de Bogotá

Del proyecto se obtuvo información de facturación entradas y salidas de almacén que permitieron realizar el análisis correspondiente.

Facturación por Conceptos Constructivos del Proyecto

Tabla No. 5. Cuadro facturación detallada por ítems de la obra

Proveedores	Valor Base	Iva	Valor Total
Valor elementos para Estructura	COP 2.180.560.571	COP 414.306.508	COP 2.594.867.079
Valor elementos para Acabados	COP 428.942.727	COP 81.499.118	COP 510.441.845
Valor elementos para Instalación	COP 277.426.888	COP 52.711.108	COP 330.137.996
Valor elementos Generales	COP 16.744.133	COP 3.181.385	COP 19.925.518
Valor Total Entradas	COP 2.903.674.319	COP 551.698.120	COP 3.455.372.439

Fuente: (Gómez 2019)

En este cuadro se resume el costo por concepto de compras respaldadas en la facturación con los proveedores de insumos o servicios que se adquirieron para el desarrollo del proyecto constructivo, objeto de estudio, contando con los soportes físicos facilitados por el director de obra y la información digital del almacenista de la obra.

Inventario Sobrante de obra Caso de Estudio



Figura 1. Bala de sobreponer. Sobraron 127 unidades. Fuente: López J., 2018.



Figura 2. Lamina de Cristianac de 33,3 x 33,3 sobraron 170 unidades. Fuente: López, J., 2018.



Figura 3. Cerámica *porc bout clas beige* de 60*60. Sobraron 4,32 mts². Fuente: López J., 2018.



Figura 4. Tablón Latino Mocca 30x30, sobraron 91 m². Fuente: López J., 2018.



Figura 5. Cerámica Escalgres Sahara de 20,2x17. Sobraron 42 m². Fuente: López J., 2018.



Figura 6. Tablón Tradicional Sahara 30x30, sobraron 150 m². Fuente: López J., 2018.

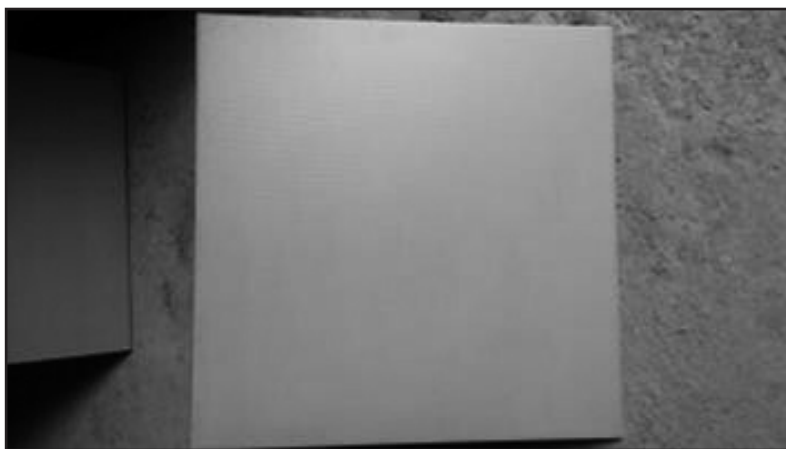


Figura 7. Piso andino gris de 33,8x33,8, sobraron 208 m². Fuente: López J., 2018.

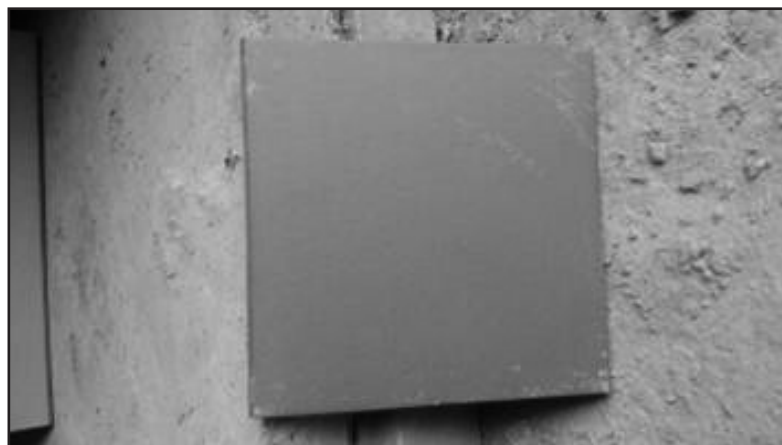


Figura 8. Cerámica Spanish Red Smod 15x15, sobraron 47 m². Fuente: López J., 2018.



Figura 9. Cerámica Pared Miraflores. 25x35, sobraron 10 m². Fuente: López J., 2018.



Figura 10. Cerámica pared macedonia 25x 43,2. Sobraron 23,22 m². Fuente: López, J., 2018.



Figura 11. Cerámica Egeo Blanco 20,5x30,5. Sobraron 38 m². **Fuente:** López J., 2018.



Figura 12. Porcelanato Daitona Negro 60x60. Sobraron 51,84 m². **Fuente:** López J., 2018.



Figura 13. Refuerzo Grafil. Sobraron 3 Rollos. Fuente: López J., 2018.



Figura 14. Autotransformadores. Sobraron 4 unidades. Fuente: López J., 2018.



Figura 15. Lavadero en granito. Sobró una unidad. Fuente: López J., 2018.



Figura 16. Teleducha. Sobraron 200 Unidades. Fuente: López J., 2018.



Figura 17. Toallero y Cepillero. Sobraron 610 Unidades. Fuente: López J., 2018.



Figura 18. Plataforma Andamio colgante. Sobraron 2 unidades. Fuente: López J., 2018.

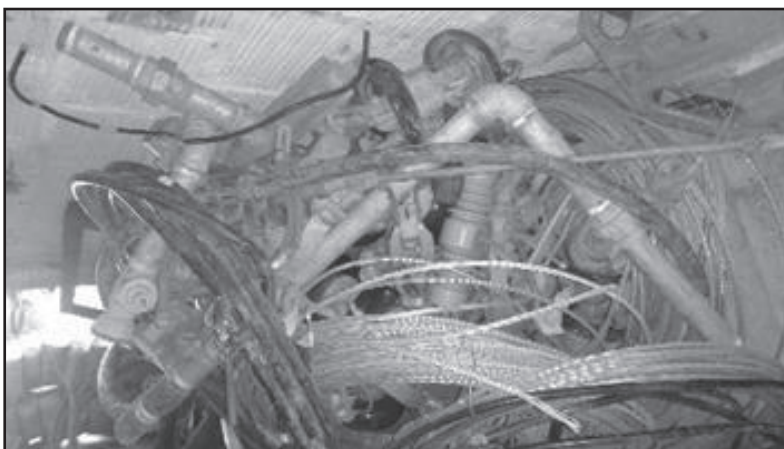


Figura 19. Guayas y Accesorios del transformador. Sobraron unidades. Fuente: López J., 2018.



Figura 20. Mesa de Billar. Sobró una unidad. Fuente: López J., 2018.

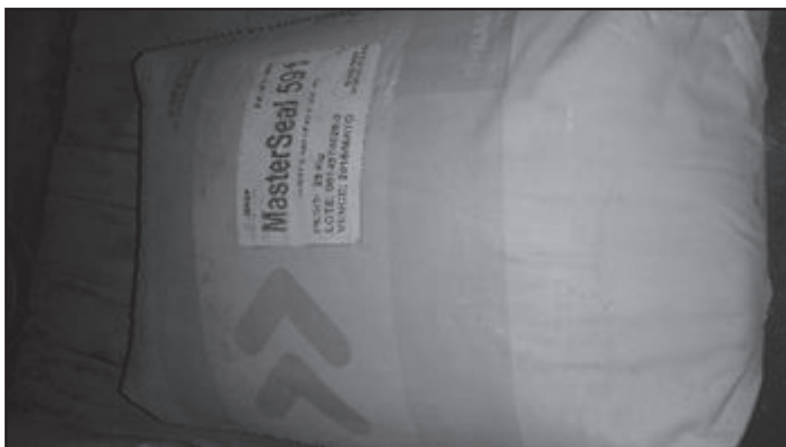


Figura 21. Material de Mastersil de 25 Kg quedó vencido. Fuente: López J., 2018.



Figura 22. Material de Sikatop, quedaron cuatro galones. Fuente: López J., 2018.



Figura 23. Fútbolín, quedó. Una unidad. Fuente: López J., 2018.



Figura 24. Material de Alfacolor. Sobraron 60 unidades. Fuente: López J., 2018.



Figura 25. Bultos de *Sikatop* vencidos cuatro unidades. Fuente: López J., 2018.



Figura 26. Tablero eléctrico sobró, una unidad. Fuente: López J. 2018.



Figura 27. Duchas. Sobraron 30 unidades. Fuente: López J., 2018.



Figura 28. Acoples. Sobraron 30 unidades. Fuente: López J., 2018.

Valor Diferencial de Compras, Consumo y Sobrantes en la Obra

Tabla No. 7. Cuadro de valores detallados
y soportes documentales en la obra

Items Generales	Documento Soporte y Concepto	Valor Total
Valor total entradas	283 órdenes de compra	3.455.372.439
Valor total salidas	2074 salidas de almacén	3.419.324.122
Diferencia (sobrantes a 2018)	28 artículos sobrantes	36.048.317
Desperdicio en Servicios Públicos	Agua (mayoritariamente) Luz	67.612.856

Fuente: Gómez, 2019.

Se realiza un análisis valorizando los sobrantes y su valor unitarios y total a partir de los soportes documentales las compras o entradas a la obra y las salidas del almacén la diferencia entre lo adquirido y lo utilizado en el proceso constructivo; por otra parte, y como factor relevante se establece el desperdicio de agua que se da en la obra durante el tiempo de construcción que dura el proyecto.

Posteriormente se establecen los sobrantes de la obra valorizados, tomando como base la muestra de 25 elementos; así mismo, se puede verificar las cantidades de productos y los porcentajes detallados de los elementos.

Aquí encontramos que en el proceso constructivo más de la mitad de los costos por sobrantes en la obra son los de instalaciones y el análisis porcentual indica que le sigue los elementos para acabados que corresponden a la mayor cantidad de elementos desaprovechados para la obra.

Tabla No. 8. Cuadro valorizado
sobrantes de obra caso de estudio

No	Artículo Constructivo	Unidad de Medida	Valor Unitario	Cantidad Sobrante	Valor Sobrante	Porcentaje de los Sobrante
1	Acoples	UN	3.100	30	93.000	0,2
2	Alfacolor	UN	4.082	60	244.920	0,6
3	Autotransformadores Telsa	UN	92.072	4	368.288	0,9
4	Bala de Sobreponer	UN	55.900	127	7.099.300	17,9
5	Cristanac 33.3x33.3	UN	14.500	170	2.465.000	6,2
6	Duchas	UN	9.990	30	299.700	0,8
7	Egeo Blanco 20.5x30.5	M2	22.399	38	851.162	2,2
8	Escalgres Sahara 20.5x17	M2	18.900	42	793.800	2,0
9	Futbolín	UN	320.000	1	320.000	0,8
10	Grafil	RL	2.106	3	6.319	0,0
11	Lavadero en Granito	UN	205.900	1	205.900	0,5
12	Master Seal Ref 591 de 25kg	BT	34.900	8	279.200	0,7
13	Mesa de Billar	UN	600.000	1	600.000	1,5
14	Pared Macedonia 25x43.2	M2	14.526	23	337.294	0,9
15	Pared Miraflores 25x35	M2	21.050	10	210.500	0,5
16	Piso Andino Gris 33.8x33.8	M2	13.950	208	2.901.600	7,3
17	Plataforma Andamio Colgante	Un	260.000	2	520.000	1,3
18	Porc Bout Clas Beige 60*60	M2	74.753	4	322.933	0,8

No	Artículo Constructivo	Unidad de Medida	Valor Unitario	Cantidad Sobrante	Valor Sobrante	Porcentaje de los Sobrante
19	Porcelanato Daitona Negro 60x60	M2	2.250	52	116.640	0,3
20	Sikatop	Gl	39.900	8	319.200	0,8
21	Spanish Red Smod 15x15	M2	31.900	47	1.499.300	3,8
22	Tablero Eléctrico	Un	270.000	1	270.000	0,7
23	Tablón Latino Mocca 30x30	M2	21.731	91	1.977.521	5,0
24	Tablón Tradicional Sahara 30x30	M2	31.900	150	4.785.000	12,1
25	Teleducha Prom	UN	63.339	200	12.667.800	32,0
Valor Total				39.554.377	100	

Fuente: López, 2018.

Se concluye en este estudio de caso qué la organización constructora no le da la debida importancia al impacto que se pueda generar por tener elementos que sobren ya que no ha sido utilizado durante el proceso constructivo se tiene por costumbre dejar un remanente de materiales de obra que puedan apoyar los procesos de ventas después de la entrega de los inmuebles a los usuarios finales esto ayuda a realizar los arreglos y correcciones que requieran y soliciten los propietarios de los inmuebles construidos sin embargo por esta misma tradición y según lo que se detecta en este proyecto se volvió común que sobren insumos no utilizados nuevos qué necesitan un espacio y se van reubicando de un proyecto a otro pensando en que en un futuro podría ser utilizado sin que esta situación realmente ocurre.

Esta situación se vuelve reiterativa ya que una empresa con proyectos secuenciales va llevando sus sobrantes de un proyecto a otro sin ningún conteo ni relación por lo que se van perdiendo en este proceso otros insumos se pueden vencer sin que haya un real control sobre este tipo de pérdidas.

En este proyecto puntualmente se encuentra que aunque la afectación económica para la empresa constructora objeto de este estudio no es significativa por el volumen de sus utilidades al analizar en profundidad si hay un detrimento en la economía de los compradores ya que se les incrementa el costo real de la adquisición de vivienda dando lugar a una desaceleración del ahorro de los clientes y a una imposibilidad de realizar inversiones futuras dentro del hogar como la educación y la recreación alterando en el largo plazo el nivel de consumo y el progreso social.

También, se observa cómo se puede alterar el medio ambiente por la deforestación erosión y contaminantes de productos químicos que significan el hecho de producir materiales innecesarios para el proyecto constructivo y con un destino final incierto, ya que los materiales sobrantes no son tenidos en cuenta para ningún proceso de control dentro del proyecto.

Conclusión

Se encuentra que del costo por materiales adquiridos para este proyecto el 3% son materiales y servicios sobrantes que pudieron ser desperdiciados durante el proceso que no son detectados por los directivos del proyecto por el alto rubro que tiene para realizar la obra sin embargo, van generando un impacto en la organización en el mediano plazo y en el comprador por el costo que debe asumir y las condiciones medioambientales en las que estos elementos se desechan o desperdician al no ser tenidos en cuenta.

Entre las medidas que se deben implementar para minimizar los sobrantes desperdicios y pérdidas de insumos constructivos está capacitar a los directores de proyectos sobre el correcto manejo de los almacenes de obra sobre los procesos de control de los insumos y las funciones de los almacenistas en función del proyecto es importante también capacitar a los funcionarios que se encargan de controlar y custodiar el inventario en el almacén de obra ya que es una gran inversión para el desarrollo del proyecto constructivo.

Es importante que se establezca dentro de las políticas de la empresa cómo se deben optimizar los recursos que sobran del almacén ya que su utilización y custodia adecuada registrados en un manual se constituye como un insumo de Gran importancia para optimizar la productividad del proyecto.

La comunicación entre los profesionales involucrados en el proyecto se debe mantener e incentivar de tal manera que quién controla los insumos de almacén conozca con anticipación Cuál es el material que se requiere para la actividad que se está realizando.

Se deben realizar reuniones que involucren a los funcionarios que tienen relación con los insumos el almacén y los procesos administrativos dentro de la empresa de manera que haya claridad sobre el tema financiero laboral e incluso tributario cómo son administradores economistas contadores abogados arquitectos ingenieros constructores.

Referencias Bibliográficas

Domínguez, J. (1993). *Propuesta para la Sistematización y Automatización del Control de Costos de Construcción*. Tesis inédita de Maestría, UADY, Mérida, México.

Escudero M. (2003). *Técnicas de almacén*. Paraninfo. pp. 132-143.

- González, J. y Tirado, I. (1998). Diagnóstico sobre la administración de materiales de empresas constructoras de viviendas de interés social. Ingeniería, En: *Revista Académica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán*. Vol. 2, Núm. 3. Mérida, México, pp. 21-32
- Ortega J, Benítez S, Pulido M. (2015). *Aproximación a la productividad de las empresas constructoras*. Diario de Campo, Tomo 1 pp. 107-128.
- Serpell, A. y. (2003). Planificación y Control de Proyectos. En: *Revista de la construcción*, pp. 17-25

El Constructor Colombiano: Antecedentes y Prospectiva

Diana Marcela Pulido Mateus*
Martín Armando Perea Duque**
James Alberto Ortega Morales***

Resumen

El sector de la construcción se ha caracterizado por ser uno de los protagonistas principales en la economía nacional, debido a la generación de empleo y toda la cadena productiva que depende de él y lo convierten en un mecanismo reactivador de la economía, de allí la importancia de este sector y la necesidad de formar constructores con competencias específicas y actualizadas que ocuparán escenarios de liderazgo en proyectos de edificación e infraestructura, hoy día ocupados en su mayoría por arquitectos e ingenieros civiles, dado que la construcción es la más reciente de estas tres profesiones protagonistas de la industria. Es el profesional de la construcción quien materializa el proyecto y es por ello que se identificarán esas competencias y habilidades que en

* Administradora y constructora arquitectónica de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, especialista en Gerencia Integral de Proyectos de la Universidad Militar Nueva Granada, con 17 años de experiencia profesional en el sector privado y público, docente de tiempo completo de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, se ha desempeñado como coordinadora de los Programas Tecnología en Administración y Ejecución de Construcciones, y Construcción y Gestión en Arquitectura, coinvestigadora de los grupos de investigación Grupo de Estudios en Gerencia de Proyectos de Construcción - GEGPC, y Ecoedificación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

** Ingeniero civil, con veinte años de experiencia profesional en el área de la gestión de proyectos. Especialista en Sistemas Gerenciales de Ingeniería y candidato a magister en Ingeniería Civil. Se ha desempeñado como docente de varias Universidades y en la actualidad se encuentra vinculado a la Especialización en Edificación Sostenible de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Es investigador de los grupos de investigación Ecoedificación y Grupo de Estudios en Gerencia de Proyectos de Construcción.

*** Arquitecto, especialista en Gestión Gerencial y Docencia Universitaria, magister en Mercadeo y Gestión de Organizaciones. Actualmente se encuentra vinculado a la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca donde se desempeña como Director de la Especialización en Edificación Sostenible. Es miembro de los grupos de investigación Ecoedificación y Grupo de Estudios en Gerencia de Proyectos de Construcción, con quienes ha desarrollado diversas investigaciones.

el futuro exigirá la industria que lleva su nombre, a partir de una retrospectiva histórica necesaria para comprender el origen del profesional de una carrera relativamente joven, se hará un recorrido por los conocimientos asociados a esta profesión y los cargos que demanda el sector productivo en la actualidad, así como la dinámica del sector de la construcción en Colombia y su caracterización, que incluye la contratación laboral en la industria, el impacto en el medio ambiente, los avances tecnológicos con respecto a materiales y técnicas para edificar de manera sostenible, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, las variadas metodologías para la gerencia de proyectos de construcción, la incursión de la industria para mejorar el sistema biológico humano, la relevancia de la ética en la formación profesional, los cambios y necesidades que vendrán en materia de contratación laboral, las habilidades que empiezan a ser protagonistas en los requerimientos de las empresas, y finalmente el panorama que se vislumbra para este profesional y la identificación de esas competencias que exigirá el mercado laboral al Constructor del futuro y que se convierten en el desafío presente para la Academia. El presente artículo es derivado de la investigación denominada “Aproximación al Perfil del Constructor Colombiano del 2030”, una propuesta académica, cuya finalidad fue determinar el campo disciplinar específico del Constructor.

Palabras clave: Constructor, competencias, Colombia, habilidades, tecnología, oferta laboral, futuro.

Abstract

The construction sector has been characterized by being one of the main protagonists in the national economy, due to the generation of employment and the entire productive chain that depends on it and make it a reactivating mechanism of the economy,

hence the importance of this sector and the need to train Builders with specific and updated skills that will occupy leadership scenarios in building and infrastructure projects, nowadays mostly occupied by Civil Engineers and Architects, given that Construction is the most recent of these three professions protagonists of the industry. It is the Construction professional who materializes the project and that is why those skills and abilities that the industry that bears his name will be identified in the future, from a historical retrospective necessary to understand the professional's origin of a relatively young career, there will be a tour of the knowledge associated with this profession and the positions demanded by the productive sector today, as well as the dynamics of the construction sector in Colombia and its characterization, which includes labor hiring in the industry, the impact on the environment, technological advances with respect to materials and techniques for building in a sustainable way, the use of information and communication technologies, the varied methodologies for the management of construction projects, the incursion of the industry to improve the human biological system, the relevance of ethics in teacher training, the changes and needs that will come in the matter of labor hiring, the skills that begin to be protagonists in the requirements of the companies, and finally the panorama that is envisioned for this professional and the identification of those competences that the labor market will demand Builder of the future and that become the present challenge for the Academy. This article is derived from the investigation called Approach to the Profile of the Colombian Builder of 2030, an Academic Proposal, whose purpose was to determine the specific disciplinary field of the Builder.

Keywords: Builder, competencies, Colombia, future, job offer, skills, technology.

Contexto Histórico

El profesional de la construcción existe desde la misma aparición del ser humano, con la necesidad básica del cobijo y protección por medio del resguardo en un lugar seguro, que le garantizara protección de los agentes climáticos, así como de otros seres vivos con los que comparte el hábitat. Es así como esta profesión se va desarrollando a través del tiempo, primero localizando cuevas o cavernas y adecuándolas por ejemplo con vegetación con la finalidad de camuflarlas, o bien con una roca para cerrarlas; también horadando el suelo para hacer un lugar habitable y utilizando los recursos del entorno para cumplir con los requerimientos de habitabilidad del momento histórico. La técnica mejoraría en el transcurrir del tiempo debido al paso del nomadismo al sedentarismo, con la construcción de albergues y el uso de recursos naturales como piedras calizas homogéneas, madera, barro en estado natural y tierra (Guiot De Granobles y Perilla Perilla, 2003), aparecen ciudades completas hechas sobre terraplenes, producto del movimiento de tierra que requirió además la coordinación de recursos, el uso de técnicas más especializadas para la nivelación de terrenos, trazado, medición y equilibrio de los elementos, y es con el crecimiento de las primeras ciudades que aparece la obra pública como una necesidad de la comunidad, sistemas de riego, presas, acueducto, puertos para la actividad comercial, puentes, túneles y otras obras que requirieron de un conocimiento superior al del ciudadano común y que incluso desde los tiempos de Mesopotamia (2000 a. de C.) contaba ya con una reglamentación consignada en el Código de Hammurabi que regulaba esta profesión mencionando las consecuencias que tendría el albañil o sus familiares, en caso del derrumbamiento parcial o total de una obra que hubiera construido (Wright, 2004).

Cabe resaltar que se hace referencia al albañil, dado que se considera como el que da origen a la profesión del constructor, la

palabra viene de *albanní* (árabe hispano) y este a su vez viene *banna* (árabe clásico) que significa ‘el constructor’, y *banna* deriva del verbo *bana* que, cuyo significado es ‘construir’ (RAE, 1999) y hace referencia a la persona que construye o edifica refiriéndose a actividades como la apertura de zanjas, armazón de encofrados y llenado con hormigón, preparación y dosificación de mezclas aglomerantes, lo relacionado con obra negra, gris y blanca, hasta la instalación de estructura de cubiertas y del tejado, incluyendo los trabajos de plomería, electricidad, soldadura y otros no especializados pero necesarios para lograr un resultado satisfactorio. Todo el conocimiento adquirido por un albañil se iba acumulando con la experiencia y se convertía en maestro, gozando de una consideración social importante como un ciudadano respetado por sus saberes y perteneciente al círculo social más alto, dado que era el responsable de la ejecución de las obras y una persona extraordinaria por sus conocimientos superiores al común de la gente, de hecho en Egipto, entre el año 2000 y 3300 a. de C., la persona con este título era un privilegiado consejero personal del Rey en lo referente a edificaciones (Tineo I Marquet, 1984).

Tineo I Marquet en su “Historia de la Construcción”, resalta habilidades importantes del Constructor como la intuición y capacidad para improvisar continuamente y sobre la marcha, tomar decisiones importantes por ejemplo frente al tratamiento superficial en función de la consistencia hallada en el terreno, los conocimientos del comportamiento de los materiales cuando aparecen estratos rocosos con diferente dureza que ocasionan la pérdida de cohesión interna amenazando la estabilidad de la estructura, el uso de topografía y la disposición de mampuestos en hiladas horizontales sobre plano inclinado presente en las pirámides de Egipto, el uso y acoplamiento de materiales disponibles en el entorno y la solución a otros problemas asociados, como el trasiego de los insumos, la coordinación del recurso humano para lograr lo previamente proyectado y la experticia para buscar siempre la

mayor eficiencia posible en los recursos según el momento histórico, como bien lo afirma Tineo (1984) concibiendo la construcción como arte y técnica, en donde existe una constante lucha por equilibrar las prestaciones con los costos del proyecto

Hoy en día existen diversos materiales, herramientas, equipos, técnicas y la tecnología asociada a la industria de la construcción, pero es importante tener en cuenta que la profesión ha estado presente siempre en la historia de la humanidad, a pesar de que como carrera universitaria existían o eran reconocidas solamente la Arquitectura y la Ingeniería Civil hasta hace poco, pues en la actualidad universidades privadas y públicas en el mundo, ofertan carreras profesionales específicas de la construcción dado que es el profesional de esta rama quien utiliza los diseños arquitectónicos y estructurales elaborados por Arquitectos e Ingenieros Civiles respectivamente para efectuar la materialización del proyecto constructivo, es de su resorte realizar análisis económicos y estimación de costos, prever el mantenimiento de sistemas asociados con las construcciones, producir documentos de operación, elegir las mejores prácticas de gestión de obras, utilizar técnica y eficientemente los recursos del proyecto, y resolver situaciones de diferente índole (ABET, 2015).

Actualmente, el abanico para el desarrollo profesional es amplio, son varios los cargos que requiere el sector productivo y que pueden ser ocupados por un constructor, algunos de estos son: Director de Construcción o Director de Obra, Gerente de Proyectos, Gerente Senior de Proyectos, Asistente de Gerencia de Proyectos, Superintendente General o del Proyecto, Ingeniero de Construcción o de Proyectos, Director de Licitaciones, Analista de Presupuesto o Estimador, Asistente de Licitaciones, Asistente Administrativo o Secretario Ejecutivo, Agente de Compras o Coordinador de Adquisiciones, Gerente de Marketing o de Mercadeo y Ventas, el Gerente del Recurso Humano, Reclutador del Recurso Hu-

mano, Residente de Obra o Administrativo, Superintendente de Obra o General, Asistente del Superintendente o Superintendente Auxiliar, Supervisor Técnico, Auxiliar de Presupuesto y/o Programación, Maestro General de Obra, Supervisor HSE o HSEQ y Capataz, entre otros, siendo estos los más destacados por las empresas que buscan vincular personal a sus Compañías.

Es indispensable para el buen desempeño profesional, que el Constructor domine temas como el comportamiento de las estructuras, los sistemas que conforman las edificaciones, de las características físico, químico, mecánicas de los materiales, la administración de recursos para lograr mayor eficiencia, de logística para garantizar la fluidez de las diversas operaciones y actividades en obra, disposición de la maquinaria, equipo y materiales, así como la coordinación de las cuadrillas de trabajo ejecutando una tarea específica en un área de trabajo común para la conformación del proyecto, de las medidas de protección personal y seguridad industrial, entre otros aspectos que son responsabilidad del constructor; es por ello que se menciona la pericia en esta profesión, pues son bastante los factores e imprevistos que se pueden presentar en la marcha durante la transformación del hábitat, situaciones que en lo posible se tratan de prever durante la planeación pero que no es posible cubrir en su totalidad, porque una característica de los proyectos es que son únicos y temporales (Project Management Institute 2017) y así mismo cada uno presentará en la ejecución situaciones propias derivadas de su localización, recursos asociados, tiempo disponible y momento histórico, lo cual implica una planeación y ejecución hecha a la medida, sin rutas preestablecidas o procedimientos genéricos que funcionen para todos por igual, y es por esta característica de los proyectos de construcción que se requiere habilidad en la toma de decisiones asertivas e inmediatas con fundamentación técnica, económica y ética, porque la materialización del hábitat (Benavides, et al., 2013)

y todos los imprevistos que se presentan en el proceso de ejecución, han de ser sorteados con ingenio por un experto, por ese Maestro en edificación y urbanismo consejero del Rey, y en una palabra que enmarca esta profesión, por un constructor.

Dinámica del Sector Construcción 2016-2018

Con la finalidad de identificar esas competencias importantes del profesional de la construcción del futuro, es necesario por una parte revisar la situación actual del sector e identificar las principales características de esta industria desde varios aspectos, y por otra parte identificar las habilidades que deberá tener el profesional de la construcción para encajar en el ambiente laboral y profesional que desde ya se viene forjando. De acuerdo con el histórico estadístico del DANE, el sector de la construcción en Colombia aporta entre el 5 y 10% del PIB nacional, el cual ha venido disminuyendo desde 2014 y en 2019 la construcción se contrajo 5,6%, especialmente por el estancamiento en las edificaciones residenciales a pesar de que en materia de infraestructura civil subió 8,5% (Cigüenza 2019) y dicha contracción influyó en el crecimiento en la tasa del desempleo; esta situación evidencia la influencia importante que tiene el sector de la construcción en la economía del país, bien lo dijo el entonces candidato presidencial y hoy presidente de Colombia Iván Duque, refiriéndose a la construcción: “es un sector que considero vital para el desarrollo de nuestro país”, y es por ello, que de manera recurrente, las políticas del gobierno vigente tienden a apuntar a estrategias que permitan jalonar esta industria.

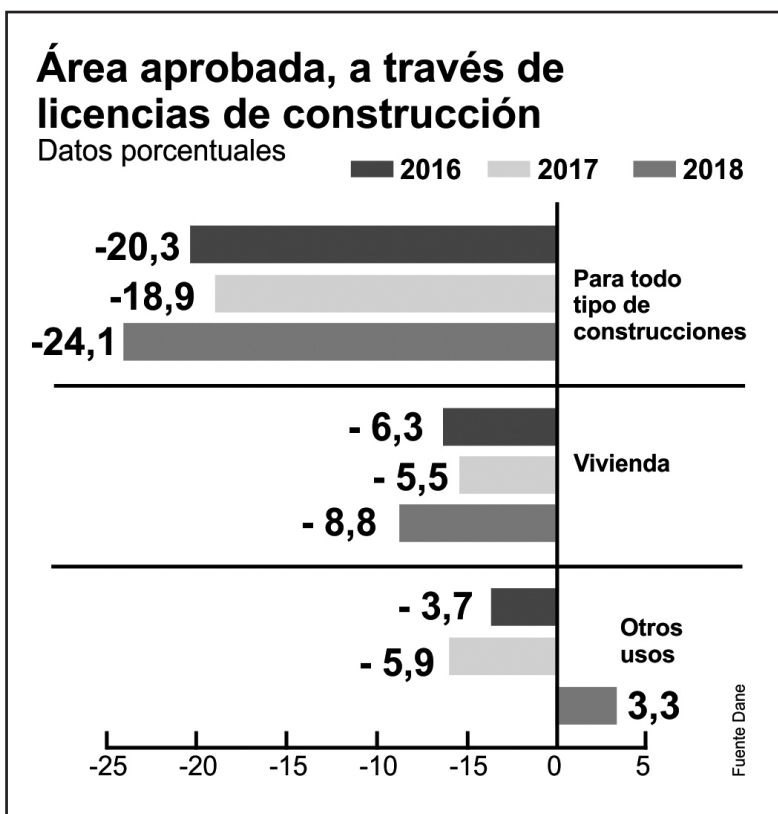


Figura 1. Dinámica del Sector Construcción 2016-2018. Fuente: DANE, 2019.

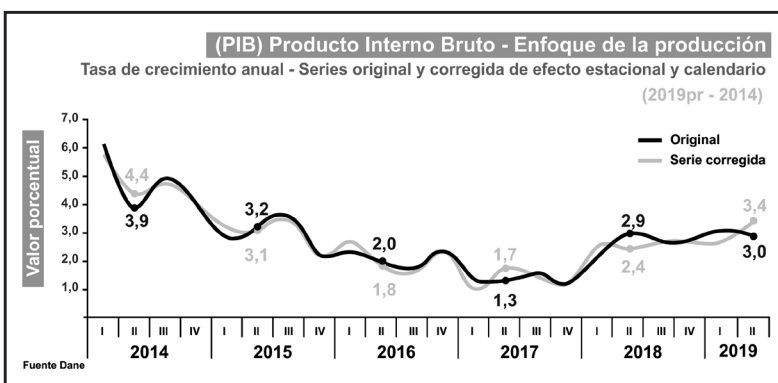


Figura 2. Variación Porcentual del PIB 2014-2019. Fuente: Portafolio, 2019.

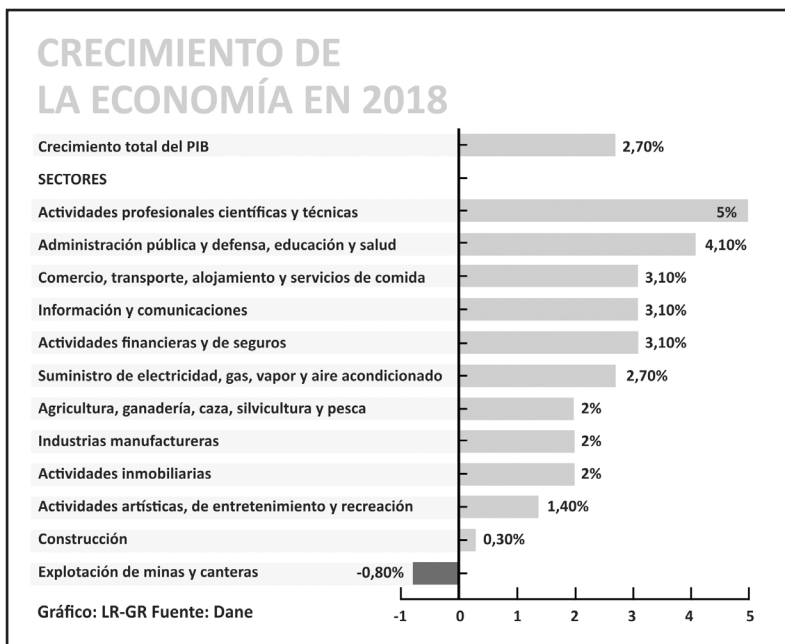


Figura 3. Crecimiento por sectores y participación en el PIB 2018. Fuente: La República, 2019

El sector construcción continuará siendo unos de los principales motores del crecimiento económico y de infraestructura del país como lo ha sido desde el año 2000, ya que, aunque exista estancamiento en las edificaciones, el subsector de obras civiles está en crecimiento como consecuencia de la gran cantidad de macroproyectos que se han venido desarrollando como las 4G y otros que se encuentran proyectados. Unido al crecimiento económico y de infraestructura, se resaltan también el aporte social de este sector, puesto que genera gran cantidad de empleos y toda una cadena productiva relacionada con esta actividad, y es por ello también que los impactos de la desaceleración de su crecimiento son tan fuertes, algunos de estos sectores conexos que se ven beneficiados o afectados por la dinámica del sector, son los productos metálicos como el hierro, acero y la producción de cemento

y concretos (los menos afectados), productos de vidrio, sector comercio como las ferreterías, explotación de canteras, industria de los muebles, pinturas y químicos para la construcción, PVC para este sector, industrias cerámicas, la industria eléctrica (cables y conductores), alquiler de maquinaria y equipo de construcción, los servicios inmobiliarios, el sector financiero que se beneficia con los créditos hipotecarios pero que a su vez también afecta a la industria constructora con la variación en las tasas de interés y condiciones para acceder a los créditos, por mencionar algunos de los sectores productivos relacionados e influenciados por el sector de la construcción.

Dada la relevancia del sector, otras características importantes son las relacionadas con la generación de empleo, especialmente para la población más vulnerable con la contratación de mano de obra generalmente no calificada y la temporalidad de dicha contratación, pues en esta industria son pocos los trabajadores de planta, quienes coinciden con los cargos directivos y gerenciales; los demás, entre profesionales, tecnólogos, técnicos y bachilleres son trabajadores ocasionales cuyos contratos están vigentes mientras dura una actividad específica y en el caso de algunos profesionales mientras dura el proyecto, utilizando el contrato por obra o labor y prestación de servicios, así como otros tipos de contratos para subcontratar actividades específicas de la ejecución de obra, lo que deriva en que esta industria tenga la rotación más alta de personal, ocasionando grandes desventajas en materia laboral sobre todo para el nivel operativo, presencia de informalidad laboral y falta de garantías laborales, que también están dadas porque el 80% de las sociedades de la Industria de la Construcción en Colombia, son pequeñas y medianas empresas (Revista Dinero, 2014). Por otra parte, las actividades laborales que enmarca el sector son de riesgo máximo o de Clase V, nivel de riesgo más alto en la “Tabla de Clasificación de las Actividades Económicas del Sistema General de Riesgos Profesionales en Colombia”, esto implica

que los trabajadores de obra están expuestos a accidentes como caídas, contacto eléctrico, cortes o pinchazos, fatigas, problemas pulmonares, auditivos, entre otros, que ponen en riesgo su integridad e incluso su vida.

Es indispensable referirse también al medio ambiente, puesto que esta industria transforma el hábitat y genera unos impactos positivos pero también negativos al ecosistema, según el “Foro Económico Mundial”, la industria de la construcción representa el 6% de PIB mundial y está relacionada con la vida diaria de todos, el crecimiento de la población en áreas urbanas que llega a 200 mil personas diariamente exigen para las nuevas familias viviendas, infraestructura de transporte, entre otros requerimientos que debe suplir esta industria tanto para las familias como para la creación de valor de otras industrias, ya que la transformación industrial ocurre dentro de un edificio y de otros bienes edificados, influyendo así en la calidad de vida de las personas. Por lo anterior, este sector se constituye como el mayor consumidor de materias primas y materiales que representan entre el 25 al 40% de las emisiones mundiales de carbono, generando el 30% del total de gases de efecto invernadero mundial (World Economic Forum (WEF), 2016, p. 9), de allí radica la importancia de sintonizar las prácticas, materiales y perfil profesional con la conservación del medio ambiente. De hecho, el asunto medioambiental, es tomado cada vez más en serio sobre todo entre las nuevas generaciones, que tienen una fuerte conciencia ambiental y de preocupación por el bienestar y salud humana, y el sector de la construcción no es ajeno a este sentimiento, ya que el mercado exige cada vez con más vehemencia que las edificaciones cuenten con certificaciones sostenibles, en Colombia las más conocidas son LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), EDGE (Excellence in Design for Great Efficiencies), HQE (Haute Qualité Environnementale), BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology), y CASA Colombia referencial para el

diseño y construcción de soluciones habitacionales sostenibles (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible 2016), en esta última participa además el sector bancario, pues esta iniciativa es apoyada por Bancolombia, con un producto denominado Línea Verde Bancolombia, que consiste en brindar crédito al constructor y al comprador con unas mejores tasas de interés cuando se trate de una edificación certificada (El Espectador 2017).

Derivado de esa preocupación por el entorno o revolución ambiental, el sector industrial está incursionando en el uso de nanotecnología, biotecnología y bionanotecnología, cuyos resultados influyen en otros sectores como el de la construcción, es así como surgen nuevos eco materiales y con ellos nuevos procesos técnicos y alternativas para lograr un resultado que integra eficazmente en un proyecto de construcción los aspectos ambientales, técnicos, económicos y estéticos, y la industria de la construcción no es ajena y está evolucionando de una manera acelerada, hoy día se ha ampliado la oferta de materiales novedosos, quedando atrás aquellos nocivos para la salud o para el ecosistema, algunos más conocidos que otros en nuestro medio, como el concreto reforzado con fibras, el cemento fosforescente, la madera traslúcida para ventanas, los paneles solares y pintura solar, la súper madera con desempeño superior al acero, los ladrillos que filtran el aire, las ventanas inteligentes que controlan temperatura e iluminación, las hidrocerámicas que reducen la temperatura interior de la edificación, la fabricación de ladrillos con colillas de cigarrillos, varillas termoplásticas de fibra de carbono, el bioplástico para fabricar mobiliario urbano y tejas, los paneles de madera contralaminada, las resinas autorreparables, las láminas de policarbonato con nanogel para el ahorro de energía; entre otros que muy probablemente estarán en etapa de investigación o prueba en alguna parte del mundo y que son el resultado del trabajo interdisciplinario y del avance de la ciencia en pro de la conservación ambiental.

Técnicas de la Gestión de Proyectos

Relacionado también con la tecnología, es el uso de las llamadas TIC's o tecnologías de la información y la comunicación en la industria, con la incorporación de sistemas integrados BIM, la realidad virtual y aumentada, el uso de drones, de sistemas de georefenciación, la impresión 3D, entre otros, que influyen en el modo y tiempo de ejecución de las actividades en la construcción, brindando posibilidades diferentes de gestionar los proyectos, es decir, que estas tecnologías ejercen o ejercerán cambios en los modelos administrativos utilizados como mejores prácticas en la gestión de proyectos de construcción. El modelo administrativo más conocido en gerencia de proyectos por ser el de más ofertado por parte de las instituciones de educación superior en Colombia, es la Gerencia de Proyectos del PMI (Project Management Institute), no obstante hay modelos específicos para la industria de la construcción, uno de ellos también derivado del PMI es Construction Extension to the PMBOK Guide, otro es Lean Construction derivado de Lean Manufacturing; son otros muchos los modelos de gestión derivados de autores o entidades que buscan lograr la efectividad en los proyectos como se muestra en la figura 4 , modelos disponibles para todas las industrias y directores de proyectos que buscan la mejora continua, la previsión e integración de actividades, recursos y talento con el fin de lograr proyectos exitosos en términos económicos, sociales y ambientales.

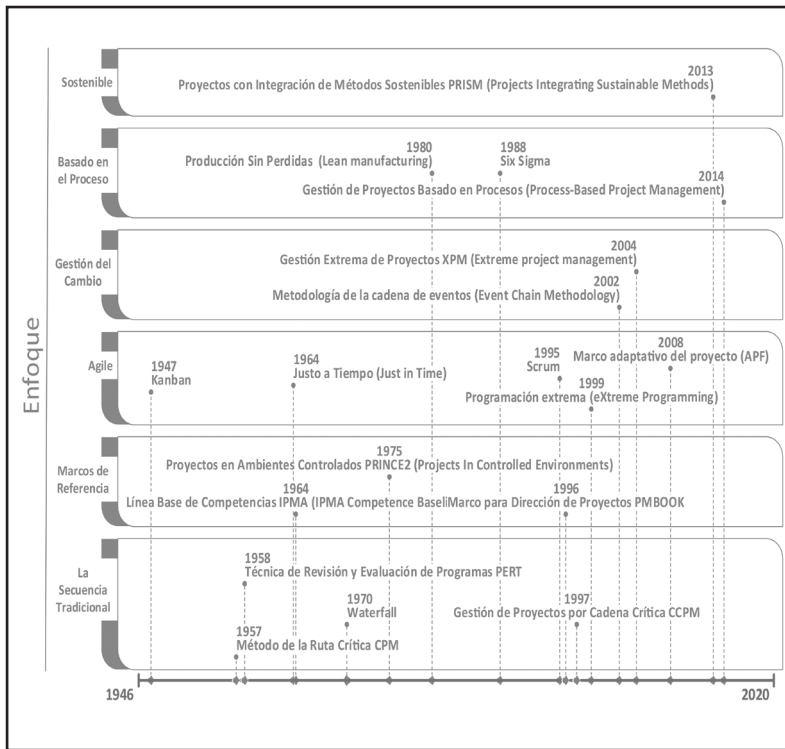


Figura No. 4. Técnicas de la Gestión de Proyectos. Adaptación propia basada en: Peter Morris (2008), citado por (Jiménez 2012).

Otro plano en el que también está incluida la industria de la construcción, aun cuando pueda percibirse que no es así, es en el de la espiritualidad y equilibrio emocional que puedan proporcionar las edificaciones a través de las formas y junto con estas los sonidos, colores e iluminación; se trata de la biogeometría, definida como la ciencia patentada o sistema multidimensional que busca integrar la ciencia con la espiritualidad humanizando la tecnología, al reconocer que entre los sistemas vivos e inertes hay una relación energética que es posible percibir mediante la geometría, y con ella lograr una armonía con el entorno por medio del equilibrio geométrico en las construcciones, con el fin de mejorar el sistema

biológico humano. Su campo de estudio se enfoca en la relación que tienen los materiales y formas geométricas de las edificaciones con las ondas cerebrales de los usuarios y su estado de conciencia, esta llamada ciencia busca aportar sobre todo en la elección del diseño y de los materiales de una edificación para encontrar la conexión entre el estado de conciencia que necesitan sus ocupantes y el uso de la edificación (Elbaiuomy, Hegazy y Sheta 2018).

Otro aspecto relevante en la caracterización de la industria es el tema ético, porque como se indicó antes, esta industria es responsable de la seguridad de las personas en los espacios que habitan, de modo que la calidad técnica es fundamental para garantizar el derecho fundamental más importante contemplado en la Constitución Política de Colombia, que es la vida, y así también la integridad física de las personas. Es por ello que el asunto ético es tan importante y cobra protagonismo, sobre todo porque en Colombia la capacidad y responsabilidad de los profesionales asociados al sector de la construcción está en entredicho debido al escándalo que se desató en 2013 con la caída del edificio Space en Medellín y que causó la muerte a 12 personas, debido a la deficiencia en el cálculo de los diseños de los elementos estructurales incumpliendo las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes (NSR-10), recayendo toda la responsabilidad en la ingeniería civil (El Tiempo 2014), además se detectaron otros edificios más en Medellín y en otras partes de Colombia que tampoco cumplen a cabalidad con la NSR-10, luego vino el desplome del puente Chirajara el 15 de enero de 2018, viaducto de Chiajara en la vía Bogotá – Villavicencio ocasionando la muerte de nueve personas (Revista Semana 2019), ahondando en la desdibujada reputación de la ingeniería colombiana, y poniendo sobre la mesa temas como la idoneidad, la corrupción y por supuestos el asunto ético.

Como último tema, pero no menos importante, se encuentra el cambio en la dinámica de contratación en la llamada cuarta

revolución industrial, la aparición de cargos nuevos derivados de servicios y productos innovadores, y otros que están destinados a desaparecer como consecuencia de la automatización y el desarrollo tecnológico, según los expertos en el tema la contratación es un reto para los reclutadores del talento así como para los candidatos, ya que los nuevos perfiles requeridos no están documentados, es decir que actualmente no existen y se irán creando en la marcha conforme se vaya contratando y ejerciendo el cargo, lo que sí está claro es que las compañías se siguen adhiriendo a los adelantos en materia de tecnología y ninguna industria pretende quedarse al margen, pues se trata de una estrategia fundamental para ser competitivos a nivel global y estar a la vanguardia en sus respectivos sectores, es así como se requieren personas capaces de generar conocimiento, de dominar los aspectos operativos y gerenciales de modo que comprendan a cabalidad el negocio, gente disciplinada que genere soluciones y pueda laborar a distancia ya que el enfoque tiende a ser completamente digital, así que los conocimientos tecnológicos son imprescindibles y el dominio de varios idiomas es una ventaja enorme entre los candidatos. De acuerdo con el Foro Económico Mundial en los resultados clave del informe sobre el futuro de los trabajos, se indica que entre los roles que se encuentran en demanda creciente están los analistas de datos científicos, desarrolladores de software y aplicaciones, especialistas en comercio electrónico e influenciadores que dominen las redes sociales para el *marketing*, gerentes de innovación y desarrollo, especialistas en inteligencia artificial, aprendizaje automático o en *big data*, expertos en automatización de procesos y desarrollo organizacional. En sintonía con esos roles requeridos, se encuentran las habilidades necesarias para ocupar esos cargos, entre las que se encuentra el pensamiento analítico y crítico, el aprendizaje activo autónomo, la creatividad, originalidad e iniciativa para innovar, la capacidad de persuasión y negociación, la atención al detalle, la resiliencia y flexibilidad, la resolución de problemas complejos, la

inteligencia emocional, el liderazgo y la influencia social, la orientación al servicio y mejora continua de forma autónoma (World Economic Forum 2018).

Según empresas cazatalentos como Hays Colombia y DNA Human Capital, en los nuevos procesos de contratación se tendrán presentes los conocimientos profesionales requeridos como un aspecto básico, pero lo principal será que el candidato evidencie que posee ingenio y creatividad para crecer profesionalmente en la empresa y habilidades para enriquecerse como persona, como lo indica Alejandro Arévalo, el Country Manager de DNA Human Capital: “Para estos nuevos perfiles no se pone como prioridad el conocimiento técnico o experiencia previa al cargo porque no la hay. Aquí nos enfocaremos más en las habilidades y el potencial que tenga la persona para aprender Revista Dinero 2018,1”.

Competencias del Constructor Colombiano del Futuro

De acuerdo con la información ya presentada, son varias las deducciones que se pueden efectuar, empezando por una actitud de empoderamiento de la profesión cuya industria es de gran importancia para el desarrollo del país, y continuando con las habilidades del constructor colombiano del futuro, que en definitiva deberán estar alineadas con la transformación tecnológica permanente, con la competencia intelectual asociada al trabajo interdisciplinario, con el autoaprendizaje y capacitación constante en temáticas más allá de la profesión, con el interés personal por reinventarse y continuar aprendiendo de por vida, con la acumulación de experiencia y capacidad para construir y deconstruir el conocimiento, con el compromiso personal de dejar huella por medio de la innovación y actitud propositiva en cualquiera de los cargos que ocupe en su vida laboral, con la visión sistémica de las implicaciones de un proyecto de construcción, con la asertividad

en la proyección del proyecto de vida en situaciones de crisis económica, con la autogestión para lograr el equilibrio en las dimensiones del ser humano, con el autocontrol para conservar un criterio ético fundamentado en argumentos sólidos y por supuesto con el dominio teórico y técnico de la disciplina en particular.

Con este panorama introductorio, cuya secuencia permite evidenciar que en el futuro será más importante la adquisición de conocimiento por cuenta propia y que desde ya la gente se está formando por medio de plataformas digitales, las cuales son económicas y de fácil acceso para adquirir las competencias necesarias para cubrir una vacante laboral que no da espera; así mismo cobra gran importancia la formación en habilidades fundacionales o habilidades blandas, relacionadas con la empatía, la tolerancia, el trabajo en equipo, la comunicación asertiva, la creatividad, el pensamiento crítico, el autoaprendizaje, la resolución de problemas y la resiliencia. De acuerdo con Manpower Group, en América Latina los sistemas educativos se están quedando cortos en dichas habilidades y es por ello que los egresados tienen un gran riesgo de quedar por fuera del mercado laboral, pues desde la academia no se ha inculcado de manera efectiva una cultura de continuar aprendiendo y hacerlo de manera autónoma y permanentemente. El sector productivo cada vez es más dinámico, se actualiza y se reinventa, y es por ello que necesita personal que también lo haga y que prácticamente sea parte de su cultura, porque a la hora de contratar, el diploma que lo acredita como alguien que posee el conocimiento está pasando a un segundo plano, ya que se buscan personas que sepan hacer aplicando técnicas y medios modernos, vigentes y actualizados, de modo que se pueda evidenciar ese dominio en un proceso de selección mediante pruebas prácticas.

En este orden, se considera que pesan tanto los conocimientos técnicos y de gestión propios de la disciplina, como las habilidades blandas, porque antes que formar un profesional en un área es-

pecífica se está formando un ciudadano, un ser humano que vive en sociedad, que es parte de un entorno cambiante pero que debe ser consciente que también es un sujeto que puede influir en su entorno, siempre y cuando esté a la par con las variaciones del mismo, es así como sumado con lo expuesto, se concreta en la Tabla No. 1, que recopila las habilidades del profesional de la construcción del futuro.

Tabla No. 1. Resumen de las Competencias del Constructor Colombiano del Futuro

Competencias del Constructor Colombiano del Futuro		
Aspectos	Habilidades Vigentes	Habilidades Futuras
Personal	Perspectiva histórica Actitud cooperativa Honestidad	Prospectiva Aprendizaje continuo Resiliencia y flexibilidad Inteligencia emocional
Social	Trabajo en equipo Comunicación y escucha Responsabilidad social corporativa Construir espacios dignos	Tolerancia y autocontrol Comunicación asertiva Resiliencia Construir espacios dignos y ambientalmente eficientes
Ético	Responsabilidad profesional Cumplimiento ético individual	Responsabilidad social y ambiental Comportamiento ético grupal, control social
Ambiental	Comprender el contexto Innovación con sostenibilidad Conocer las certificaciones sostenibles Dominio de técnicas y materiales convencionales	Evaluar los efectos Proponer alternativas Promover la certificación sostenible Dominio de técnicas y nuevos materiales
Tecnológico	Manejo de los sistemas de información Comprensión de la complejidad tecnológica Dominio de software	Generación de algoritmos y programación Gestionar la información Dominio de redes sociales Uso de realidad virtual y aumentada

Competencias del Constructor Colombiano del Futuro		
Aspectos	Habilidades Vigentes	Habilidades Futuras
Investigativo	Discernimiento de problemas actuales Experimentación Redacción y comprensión lectora	Aplicación de la ciencia Diseñar nuevos materiales Métodos sistemáticos para gestión de proyectos
Académico	Pensamiento sistémico Actualización periódica Resolución de problemas Conocimientos disciplinares	Pensamiento complejo Aprendizaje autónomo permanente Resolución de problemas complejos de la ingeniería Empoderamiento profesional con proyección
Administrativo	Gestión empresarial Liderazgo Toma de decisiones Proceso administrativo Aplicación de una metodología Visión empresarial	Gestionar proyectos Toma metódica de decisiones Creatividad para generar procesos Visión global de liderazgo Generación de la metodología apropiada con base en teorías vigentes
Económico	Globalización Estrategias comerciales Conocer el sector construcción local	Marketing digital Capacidad de persuasión Elaborar modelos económicos Psicología del consumidor Conocimiento del sector industrial global
Jurídico	Conocimiento de legislación actualizada y políticas públicas Legislación laboral	Participación ciudadana activa Capacitación periódica Legislación comercial e internacional
Laboral	Adaptación al cambio Conocimientos certificados Dominio del inglés	Generador del cambio Conocimientos comprobados Dominio del inglés y otros idiomas
Técnico	Aplicar soluciones técnicas Supervisión Calidad y control de riesgos Seguir los procesos establecidos	Solucionar aplicando técnica, ingenio y tecnología Calidad y control del riesgo con criterio propio Argumentación teórico-práctica y generación de procesos

Fuente: elaboración propia, 2019.

Dadas las características del sector, así como las habilidades que serán requeridas al constructor del futuro, el panorama para esta profesión es prometedor, pues su naturaleza desde sus inicios históricos ha sido práctica, ya que por medio de habilidades intelectuales para dirigir el proyecto de construcción, se logra la materialización y transformación del hábitat; si en el futuro se requieren profesionales más prácticos que teóricos, sin duda el constructor es uno de ellos debido al contacto directo con los materiales, los procesos y la mano de obra para lograr un resultado único, producto de diversos esfuerzos por un objetivo común.

Le queda entonces una gran responsabilidad a las IES (Instituciones de Educación Superior) -, como formadoras de los futuros profesionales, pues no pueden quedarse rezagadas o de espaldas a toda esta revolución tecnológica y laboral que se acerca, de hecho los expertos recomiendan “experimentar e invertir en nuevos tipos de educación, y la provisión de entrenamiento más útil para los individuos en este nuevo contexto del mercado laboral”, (Revista Semana Educación 2019, 1) y de acuerdo con Mercedes Mateo, especialista de la División de Educación del BID, el sistema de educación superior necesita aprender a gestionar su conocimiento y convertirse en una organización que aprende, necesita buscar las estrategias para garantizar una formación continua de sus egresados, debe aprovechar las TIC's para bajar los costos y facilitar el acceso a la educación, debe integrar prácticas efectivas que desarrollen las competencias del futuro, y finalmente es preciso que las IES busquen el mecanismo para acreditar las habilidades, ya que el título profesional se está quedando obsoleto (Olmos 2019), y en el sector industrial de la construcción la mano de obra calificada es de mucha importancia para las empresas constructoras, los conocimientos derivados de la actualización académica junto con la experiencia profesional son bastante bien valoradas en la industria, porque representan un ahorro en capacitación, y

además enriquece el conocimiento de la empresa en sus procesos administrativos y técnicos.

Conclusiones

El constructor colombiano del futuro debe prepararse no solamente en conocimientos técnicos disciplinares, sino sintonizarse con la tecnología y el big data, profundizar en temas de ingeniería relacionados con materiales y técnicas de construcción novedosas, adquirir una cultura de autoaprendizaje permanente y permanecer informado de los requerimientos del sector en materia de contratación laboral, empoderarse de la profesión como quiera que tiene las características de las carreras solicitadas por el mercado en el futuro. Por su parte, la Academia tiene una gran responsabilidad social y un reto frente a los cambios vertiginosos derivados de la tecnología, la biotecnología y las exigencias del sector productivo, así como de la adquisición de conocimientos a través de la red, por tanto, es evidente la necesidad de ampliar las posibilidades de acción de los profesionales que gradúa en sintonía con esos cambios, para que el diploma adquirido con tanto esfuerzo no pierda su vigencia.

Referencias Bibliográficas

- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. (2016). Comparativo sistemas de certificación en construcción sostenible en Colombia. Disponible en <https://www.cccs.org.co/wp/haga-parte-del-cccs/comparativo-sistemas-de-certificacion-en-construccion-sostenible-en-colombia/#Descripci%C3%B3n> Recuperado el 19 de junio de 2019.
- Cigüenza Riaño, N. (08 de 2019). *La República*. Recuperado el 5 de 08 de 2019, de: <https://www.larepublica.co/economia/el-pib-del-primer-trimestre-solo-crecio-28-por-freno-en-la-construccion-2862349>

- El Espectador. (09 de 11 de 2017). Elespectador.com. Recuperado el 19 de 06 de 2019, de: <https://www.elespectador.com/es-el-momento-de-los-que-transforman/economia/construccion-sostenible-edificaciones-responsables-con-el-medio-ambiente-articulo-722379>
- El Tiempo. (03 de 10 de 2014). Archivo El Tiempo. Recuperado el 03 de 08 de 2019, de: <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14634263>
- Elbailuomy, E., Hegazy, I., & Sheta, S. (03 de 2018). The impact of architectural spaces' geometric forms and construction materials on the users' brainwaves and consciousness status. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 13(1), 43-51.
- Jiménez, J. C. (03 de 2012). *Propuesta Metodológica para la Gestión Integral de Proyectos de Construcción de Edificaciones en Colombia*. Trabajo de grado Máster in Business Administration, 168. Medellín, Antioquia, Colombia: N.A.
- Kertzman, F. (2017). Construcción sigue postrada. Dinero.
- Olmos, J. D. (04 de 07 de 2019). Semana.com. Recuperado el 19 de 07 de 2019, de: <https://www.semana.com/educacion/articulo/entrevista-el-diploma-universitario-se-esta-quedando-obsoleto/621848>
- Ortega, J., Perea, M., & Pulido, D. (2018). *Aproximación al perfil del constructor colombiano del 2030, una propuesta académica*. Bogotá, D.C.: Informe de investigación.
- Project Management Institute. (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos* (PMBOK). Newtown Square, Pennsylvania, USA: FSC.
- Revista Dinero. (12 de 11 de 2018). Dinero.com. Recuperado el 19 de 07 de 2019, de: <https://www.dinero.com/economia/articulo/los-sectores-que-mas-empleos-generaran-en-colombia-en-2019/265191>
- Revista Enlace Arquitectura. (7 de abril de 2017). Enlace Arquitectura. Recuperado el 2 de abril de 2019, de <https://enlacearquitectura.com/el-futuro-de-bim-en-mexico/>
- Revista Semana. (15 de 01 de 2019). Semana.com. Recuperado el 15 de 07 de 2019, de: <https://www.semana.com/nacion/articulo/las-victimas-de-chirajara-esperan-a-un-responsable/597901>

Revista Semana Educación. (08 de 08 de 2019). Semana.com. Recuperado el 09 de 08 de 2019, de: <https://www.semana.com/educacion/articulo/profesor-de-lego-y-streamer-de-microsoft-oficios-mas-alla-de-una-carrera-profesional/623008>

World Economic Forum. (2018). World Economic Forum. Recuperado el 18 de 08 de 2019, de <http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2018/key-findings/>

LA CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA

CALIDAD, SOSTENIBILIDAD Y RECICLAJE

Este libro presenta una reflexión en torno al impacto medioambiental de las actividades del sector de la construcción en Colombia –uno de los más importantes de la economía nacional–. Los lectores encontrarán estrategias mediante las cuales se pueden reducir algunos de sus efectos, a través de herramientas de administración de los sobrantes de obra, del reciclaje de los materiales, entre otras, que propenden por construcciones sostenibles y de calidad.



UNIVERSIDAD COLEGIO
MAYOR DE CUNDINAMARCA

SELLO EDITORIAL