



Tomo **1**

Diario de campo Vol. 12

Experiencias en investigación

Diario de campo **Vol. 12 Tomo 1**

Experiencias en investigación



**UNIVERSIDAD COLEGIO
MAYOR DE CUNDINAMARCA**

SELLO EDITORIAL

© 2023, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Bogotá, Colombia

Diario de Campo Vol 12. Tomo 1. Experiencias en Investigación

ISBN: 978-958-5198-23-4

María Ruth Hernández Martínez

Rectora

Maicela Botero Grisales

Vicerrectora de Investigación, Innovación y Desarrollo

Martha Cecilia Torres López

Vicerrectora Académica

Sandra Julieth Moncada Casanova

Vicerrectora Administrativa y Financiera

Comité Editorial Institucional

Maricela Botero Grisales

Vicerrectora de Investigación, Innovación y Desarrollo

Dayanna Sánchez Rodríguez

Subdirectora de Investigación, Innovación y Desarrollo

Maricela Botero Grisales

Subdirectora de Promoción y Comunicaciones (e)

Lugo Manuel Barbosa Guerrero

Representante de los docentes ante el Consejo Superior Universitario

Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Corrección de estilo, diseño y diagramación: Xpress Studio Gráfico y Digital SAS - Kimpres, carrera 69H # 77-40.

Concepto de Diseño: Viviana del Pilar Torres Trespalcios

Contenido

Capítulo I

5

Prospectiva para la formación posgradual en diseño digital, estudio centrado en revisión documental

Capítulo II

77

Calculadora de residuos de demolición y construcción RCD para proyectos multifamiliares de vivienda nueva en Bogotá

Capítulo III

20

Sistema urbano de drenaje sostenible con flora nativa aplicado en la universidad colegio mayor de cundinamarca

Capítulo IV

45

Hacia una nueva experiencia hipermedia para la Catedral de Sal de Zipaquirá: caracterización de usuarios y definición de un brief de diseño

Capítulo V

90

¿Metáforas de la Arquitectura o Arquitectura de las Metáforas?

Capítulo VI

140

La construcción de edificaciones con elementos de guadua a la luz de la Norma Colombiana Sismorresistente NSR 2010 Capitulo G

Capítulo VII

210

Dinámicas urbanas por densificación en centros de ciudad. Análisis del Sector de Las Nieves en Bogotá

Capítulo



Prospectiva para la formación posgradual en diseño digital, estudio centrado en revisión documental*

Yenny Luján Correal**

Iliana José ina Fuenmayor***

Introducción

Unicolmayor y por consiguiente la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, conscientes de la importancia de adelantar investigaciones, desde el área del diseño y la multimedia se creó la Línea de Investigación Institucional No. 16: Diseño, Visualización y Multimedia, como estrategia para proponer proyectos de investigación en dicha área del saber dentro de la política institucional de convocatorias para presentar proyectos, en este caso de mínima cuantía, en donde uno de los objetivos esta relacionado con el “diseño o creación de programas de posgrado de Maestría o Doctorado, conforme a los desarrollos de las facultades; que conlleve a afianzar la actividad investigativa”.

Esta investigación se basa en una revisión y análisis documental que permita una aproximación a la elaboración de un posgrado derivado del Programa de Diseño Digital y Multimedia.

* **Prospectiva para la formación posgradual en diseño Digital, estudio centrado en la revisión conceptual. Grupo de investigación: Diseño, Visualización y Multimedia del Programa de Diseño Digital y Multimedia.**

** **Magister en Administración de Organizaciones. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Docente ocasional TC. yajuan@unicolamor.edu.co**

*** **Magister en Educación. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Docente de planta TC. ifuenmayor@unicolmayor.edu.co**

Tendencias de formación desde una visión conceptual

Las tendencias de formación en el siglo XXI están llamadas a fortalecer y caracterizarse por el uso y avance de los así llamados *nuevos medios de la era de la información*, que implica el esbozo de un proyecto de futuro, marcado por elementos como el creciente avance de la tecnología y, el lugar central que ocupan la lectura y escritura en inglés, que permite a los sujetos interconectarse con la *aldea global*. La carrera contemporánea por el manejo y la transmisión de información, a su vez, depende de una continua *optimización*. Esto implica elevar sensiblemente los niveles de calidad y atención tanto a los servicios como a los productos que se mueven en el mundo, lo cual genera competencias y resultados positivamente significativos, con mejores niveles de competitividad, de servicios y mejores resultados para los grandes saltos hacia la alta productividad.

El mundo de hoy, como una *pequeña aldea*, por las comunicaciones aceleradas y rápidas, así como por los avances científicos y tecnológicos, , visión que solo es posible en un mundo globalizado. El acercamiento de conciencias, los sistemas de comunicación vía satélite, la telefonía celular, las autopistas de la información vía Internet, la fibra óptica, los computadores: su interrelación no solo a cortas distancias físicas y temporales, está revolucionando los procesos del conocimiento, así como las maneras en las que los seres humanos forman organizaciones y gobiernos. La transformación que los nuevos medios trae consigo cambios, “en nuestra conducta, nuestra percepción, nuestra sensación, nuestro pensamiento, nuestra convivencia” (Han, II).

La creatividad se enmarca en los albores de nuevos espacios posibles dentro de la llamada era de la información o era del conocimiento. Las grandes empresas del mundo procederán de creación inteligente. La alta tecnología es esencial en el flujo del dinero en el siglo XXI. Los nuevos medios sirven, en este panorama, como ejes que direccionan los destinos económicos de la tierra, en donde el software se convierte en el modo de vivir y la esencia del futuro.

La capacidad de ser libre y creativo será lo que distinguirá a los hombres sobresalientes y a las organizaciones inteligentes. Estas últimas deberán desarrollar talentos individuales en los seres humanos que trabajan en ellas, para alcanzar su máximo potencial y entrar en procesos de desempeño y alta competencia, en los que predomina la potenciación de la inteligencia y la creatividad tecnológica. La creatividad, traducida en innovación tecnológica, se convierte así en el fundamento del éxito, de ella derivan habilidades que dotan nuevos espacios de negocios y servicios con habilidades para competir en un mundo globalizado.

Es necesario, para acercarse a este panorama, contar con bases conceptuales con el fin de cambiar el discurso sobre la formación en Diseño. Es posible seguir impartiendo los saberes desde una práctica tradicional, pero esta situación, más temprano que tarde, pondrá en evidencia las distancias y contradicciones entre el *decir*, el *saber* y el *hacer*. De esta manera, para no caer en contradicciones desde el Programa, se pretende a través de este documento, indagar sobre aquellas competencias que se deben mantener, las que se deben fortalecer y las que se deben transformar de acuerdo con las nuevas necesidades. Esto llevará a pensar en la creación de un posgrado que permita a los profesionales actualizar y profundizar en su área disciplinar, específicamente en las competencias base del Programa Diseño Digital y Multimedia.

Se inicia con un estudio preliminar en la indagación sobre los conceptos de *diseño*, *diseño digital* y *multimedia*. Este estudio es necesario porque será el punto de partida para obtener insumos que generen la creación de un posgrado en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, basado en la concepción y fundamentación del Programa de Diseño digital y multimedia. Se espera ofrecer a los futuros diseñadores en multimedia y profesionales con temáticas afines, concepciones y herramientas para que puedan profundizar en torno a esta área específica.

Reconceptualizar la relación entre Diseño Digital y Multimedia

Desde el campo educativo la confrontación de teoría y práctica, así como el estudio de nuevas concepciones y paradigmas, permiten la apropiación de los procesos de enseñanza de manera actualizada y de los retos que se deben enfrentar. Así se hace necesaria esta búsqueda del saber, para reconocer las competencias que hay que impartir en el aula a nivel de pregrado y posgrado. Por lo anterior, se iniciara indagación con la pregunta acerca de la definición de Diseño Digital.

Se hace necesario volver, entonces, a los conceptos fundamentales, que sirven de punto de origen: Diseño, Diseño Digital, Multimedia y Nuevos Medios.

El concepto de **diseño** es fundamentalmente histórico. Está asociado a la consolidación del Diseño como disciplina y de la delimitación de sus límites y objetos de estudio y, a las diferentes discusiones que han rodeado este proceso en el marco de los límites disciplinares. Participar en las discusiones que rodean este concepto, implica hacer una arqueología. Hay dos definiciones: una enciclopédica y estética, y la otra, arqueológica e histórica.

International Council of Societies of Industrial Design (ICSID)

El Diseño se encuentra en todos los contextos y toca muchas disciplinas, que desde la aparición de los nuevos medios, se unifican para desarrollar productos y servicios cada vez más complejos. Desde las disciplinas, el Diseño está presente en la arquitectura para proyectar espacios habitables y construcción de edificios y puentes. El Diseño Industrial proyecta objetos para la producción industrial. El Diseño Gráfico produce y reproduce imágenes y mensajes visuales. El Diseño de Interiores proyecta el uso y adecuación de espacios. El Diseño de Modas y Textil en la creación de vestuarios, de estampados en telas y patrones para la industria. El Diseño Digital se usa para la creación

visual de imágenes y mensajes. Y el Diseño Interactivo se usa para el diseño de interfaces digitales y software. El diseño se convierte bajo esta mirada en un crisol de prácticas, o para ser más precisos, en una disciplina con límites móviles, que se tocan y se superponen a otros saberes.

El concepto fijado por **International Council of Societies of Industrial Design (ICSID)**, establece:

El Diseño es una actividad creativa cuyo objetivo es establecer las cualidades multifacéticas de los objetos, procesos y servicios, así como sus sistemas y sus ciclos de vida vitales de forma total. Por lo tanto, el diseño es el factor central para la innovación y la humanización de las tecnologías y un factor crucial para el intercambio cultural y económico. Aspecto importante que en los conceptos de diseño cualquiera que sea la disciplina se incorpora la innovación y la humanización de las tecnologías al servicio de la sociedad (ICSID, 2013).

Esta definición hace de la tecnología y de la interacción, elementos claves en la búsqueda de aquello que el diseño es. En este sentido, el diseño es humanístico, porque depende de las estructuras sociales que le sustentan: es, sobre todo, práctica y mediación y por lo tanto es *necesariamente* un hecho social. Por otro lado, su existencia como mediación le hace, como el Consejo de Sociedades del Diseño Industrial afirma, dependiente de las tecnologías propias de su tiempo. El diseño y sus medios, en otras palabras, forman un mismo tejido, tecnologías y prácticas están entrelazadas en un continuo dialéctico. En consecuencia, no importa cuál sea el objeto, innovación y humanización hacen parte de toda disciplina asociada al Diseño (Figura 1).

En el otro lado del espectro, está la investigación de Sánchez Ramos, que traza las varias formas de definir el Diseño en diferentes situaciones históricas y geográficas. Es de notar que la autora estructura su artículo a partir de una pregunta que surge en su práctica docente. Es precisamente su necesidad de definir el diseño en el aula lo que genera la indagación. La autora inicia el artículo afirmando que una definición de diseño es más problemática que la definición de

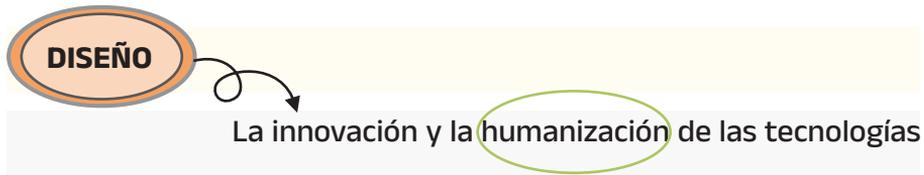


Figura 1. Marco tendencia del Diseño. Sánchez, E

una tarea específica, como lo es el diseño digital y multimedia (Sánchez, p. 3).

Cuatro de las definiciones que cita la autora aparecen como fundamentales. La primera, es la de Wucius Wong, quien se distancia de la idea del diseño como embellecimiento de la apariencia, y que, en cambio, el énfasis debería ponerse sobre la legibilidad de las formas. El diseño es entonces texto-forma (Sánchez, p. 4). Alan Swann, se distancia brevemente de esta aproximación semiótica, dice Sánchez, y define el diseño, en los años 90, como la resolución original de problemas propios de la comunicación humana (p. 4). En esta visión, el diseño está inmerso en el mundo: surge de una necesidad comunicativa. Yves Zimmermann, pone de relieve la realidad económica del diseño, este tiene como fin último crear productos, materiales e inmateriales (Sánchez, p. 6). Otro de los aspectos que está en el centro de la reflexión de Zimmermann, es el diseño como pensamiento, como camino y método de indagación.

Noberto Chaves, afirma que el diseño es hijo de una sociedad industrializada y que debe su existencia, precisamente, a la visión del mundo que conlleva a la producción en masa y el intercambio de bienes (Sánchez, p. 6).

Finalmente, dos conclusiones salen a la superficie: la concepción de diseño va ligada a las sociedades y a su desarrollo histórico, cultural y económico, lo que permite reconocer una serie de cualidades que generan cambios y transformaciones en los procesos, metodologías y conceptos. Y, en el aula de clases, esta polisemia exige actualizar saberes de manera continua en respuesta a los cambios de paradigma y a las nuevas tecnologías.

Diseño digital

Javier Royo, en el texto *Diseño Digital*, señala que “cada vez que surge un nuevo medio, aparece un nuevo espacio de acción, la disciplina del diseño se replantea en herramientas físicas y conceptuales” (p. 17). En este sentido, para el autor, el Diseño Digital nace de las necesidades que la aparición de la multimedia crea. Según el autor, existen cuatro condiciones propias del Diseño Digital: la primera, es la existencia de un espacio común de comunicación; la segunda, son los sujetos que interactúan en ese espacio; la tercera, es un código común; y la cuarta, es un medio, que abra un espacio para el diseño y la creación (p. 18). Estas condiciones han desembocado, con su propio conocimiento, en el ciberespacio, haciendo del Diseño Digital una disciplina que depende de adelantos tecnológicos.

Royo realizó esta clasificación, la cual se convirtió en un referente para pensar en la construcción de los fundamentos epistemológicos del Programa Diseño Digital y Multimedia en el año 2006. Sin embargo, los adelantos tecnológicos llevan a pensar que estas cuatro condiciones, si bien aún tienen vigencia, necesitarían una quinta, que es: la condición de conexión. En esta, la comunicación deja de ser lineal, todos como emisores y receptores a la vez. El hipertexto, como elemento que existe siempre en relación a otros textos, se convierte en expresión mínima de la interconectividad del mundo digital y de los nuevos dispositivos móviles.

Multimedia

El término proviene del inglés *multimedia*. Apareció por primera vez en 1962 para referirse a una: “technique (such as the combining of sound, video, and text) for expressing ideas (as in communication, entertainment, or art) in which several media are employed” o a “something (such as software) using or facilitating such a technique” (Merriam Webster). En español el término se transforma para agrupar, según la RAE, “aquello que utiliza conjuntamente diversos medios como imágenes, sonidos, textos, etc., en la transmisión de una

información”. Las discusiones que el concepto genera, desde el campo del Diseño, nacen precisamente de la forma en la que los autores se aproximan a los “diversos medios” que constituyen la multimedia.

Nadia Ojeda, en *Introducción a la multimedia*, la define como “la combinación de informaciones visuales y auditivas, imágenes, textos, animaciones, gráficos, sonido y video [...], coordinada por medio de la computadora u otros medios electrónicos” (p. 45). Esta perspectiva implica una relación de identidad entre la información transmitida y el medio de contacto (ambos coinciden en su cualidad de información). La palabra medio pasa entonces a designar la computadora o el medio electrónico que se encarga de reproducir estas informaciones.

Bartolomé se aproxima interacción entre lo uno y lo múltiple desde la semiótica: así audio, vídeo, etc., se convierten en códigos que están subordinados a un único sistema. Consuelo Belloch parte, a su vez, de este esquema para pensar la relación entre los diversos ‘medios de comunicación’ que están subordinados, dependen, de la computadora/medios digitales para su reproducción (p. 1).

Levis ve en estos esfuerzos, por conciliar lo que parece ser una presencia simultánea de medios-códigos-informaciones en el concepto de multimedia, un proyecto fallido. La multimedia, en su opinión, debería designar contenidos que son presentados en diferentes medios (la presencia conjunta de estos no implicaría, entonces, que todos coinciden en un mismo objeto, sino que una misma información es representada en distintos medios). En cambio, al enfrentarnos a objetos que dependen de la presencia simultánea sonido, vídeo, etc., requerimos de un nuevo concepto, al que Él le da “el nombre de Unimedio” (p. 50).

Consuelo Belloch en su libro *Aplicaciones Multimedia* cita a Bartolomé, A. (1994) quien señala que “Los sistemas Multimedia, en el sentido que hoy se da al término, son básicamente sistemas interactivos con múltiples códigos”. Según Fred Hoffstetter: “Multimedia es el uso del ordenador para presentar y combinar: texto, gráficos, audio y vídeo con enlaces que permitan al usuario navegar, interactuar, crear y comunicarse” (Belloch, p. 1).

Es claro, entonces, que las prácticas que el concepto ilumina están ligadas a la aparición simultánea de diferentes medios y códigos, siendo el cine el ejemplo paradigmático. La multimedia, entonces, aparece como consecuencia de una realidad histórica, y de tecnologías específicas y medios concretos (video, sonido, imagen, texto). El concepto no puede abarcar, entonces, las realidades del mundo virtual, como es el hipertexto (unidad mínima de las nuevas formas de comunicación) o, la realidad virtual o aumentada.



Nuevos Medios

Byung-Chul Han, en su escrito, *En el enjambre* afirma que la crisis contemporánea encuentra su origen en los nuevos medios o, si se escoge otra ruta, en la forma de estar en el mundo que estos hacen manifiesta. La escritura del filósofo se sitúa en los límites de la ruptura que el cambio histórico lleva consigo: su pensamiento sobre la era contemporánea emerge de entre las ruinas de aquello que los nuevos medios exilian. Aquello que es exiliado, y que aparece bajo distintas formas a lo largo del texto, es la negatividad, el Otro. Experiencias que requieren de lo negativo (misterio, distancia, dilatación/duración, poder, mortalidad, decisión, representación, etc.) desaparecen bajo la mirada transparente, inmediata y positiva de la era contemporánea. Aun así, en un gesto irónico, Byung-Chul Han enumera y nombra las maneras en las que los nuevos medios transforman “nuestra percepción, nuestra sensación, nuestro pensamiento, nuestra convivencia” (II).

La relevancia del libro para la investigación deriva, precisamente, de los elementos que el filósofo identifica como constitutivos de los nuevos medios (y por ende de la crisis contemporánea). Interesan los cambios al modelo comunicativo, la crisis de la representación/la presentación sin mediación y, el abandono de la narración por la enumeración.

La forma de expresión de los nuevos medios hace imposible diferenciar entre emisor y receptor. Todos somos, al mismo tiempo, receptores y productores de información (el filósofo enfatiza en que aquello que es comunicable en los nuevos medios es información).

Es imposible abordar imágenes digitales a partir de conceptos como representación. Su relación con el referente no solo está erosionada, sino que la imagen misma (debería estar en plural, debido a su exacerbada proliferación) hace algo diferente a representar, es proyección. Aún más, la representación implica otro tipo de temporalidad. En cambio, la imagen digital es y se presenta inmediata. Y, en tanto inmediata, es transparente.

Se concluye que los nuevos medios implican un nuevo paradigma mundial. Cambian las formas de comunicación tanto como la manera de ver, interactuar y ser en el mundo.

Otro autor central en la discusión es Manovich, quien busca contribuir al estudio de los nuevos medios. El autor señala que, así como la teoría literaria tiene capítulos sobre narración y voz, o el cine sobre fotografía y montaje, el nuevo medio requiere una definición y matización de las nuevas categorías que le son específicas. En otras palabras, ha devenir también como disciplina y debe definir sus límites y su objeto de estudio. Manovich describe cuatro tendencias principales dentro de los principios de los nuevos medios: modularidad, automatización, variabilidad y transcodificación.

Caracterización del Programa de Diseño Digital y Multimedia

Tendencias a nivel nacional e internacional

Ámbito nacional

Con el fin de determinar el estado actual de la formación de diseñadores digitales y multimediales en Colombia, en el programa Diseño Digital y Multimedia, desde el 2014, se ha hecho seguimiento a los programas afines en la Universidad Militar Nueva Granada de Bogotá, Universidad ICESI en Cali (Instituto Colombiano de Estudios Superio-

res de Incolda) y la Universidad de Caldas en Manizales. Estas fueron en su momento las principales instituciones colombianas de observación, por ser referentes de calidad en la línea temática enmarcada en el diseño digital y la multimedia, con altos estándares de calidad en el ámbito nacional e internacional. Además, han sido reconocidas por su permanencia en términos del tiempo; así como también, por su afinidad filosófica, científica e institucional con el Programa, se presentan que le son similares (Tabla 1).

Tabla 1. Principales programas de pregrado a nivel nacional (2018)

Denominación de carreras a nivel nacional	Universidades	Créditos
Ingeniería en Multimedia	Universidad Militar	(157 créditos)
Diseño de Medios Interactivos	Universidad ICESI-Cali	(165 créditos)
Diseño Visual	Universidad de Caldas-Manizales	(170 créditos)
Artes Visuales	Universidad Javeriana	(170 créditos)
Narrativas Digitales	Universidad de los Andes	(123 créditos)
Diseño Digital	Universidad Sergio Arboleda	(156 créditos)
Diseño Interactivo	Universidad Jorge Tadeo Lozano	(136 créditos)
Profesional En Producción y Comunicación Transmedia	Universidad Manuela Beltrán	(158 créditos)
Diseño Gráfico Multimedial	Universidad de Nariño	
Comunicación Audiovisual	Universidad de Antioquia	
Ingeniería y Multimedia	Universidad Autónoma de Occidente	
Cine y Comunicación Digital	Universidad Autónoma de Occidente	

Denominación de carreras a nivel nacional	Universidades	Créditos
Diseño Digital Visual	Esc. de Administración y Mercadotécnica del Quindío	
Ingeniería de Diseño De Entretenimiento Digital	Universidad Pontificia Bolivariana	
Diseño Gráfico Multimedial	Universidad buenaventura	
Comunicación Audiovisual y Multimedia	Universidad de Antioquia	
Ingeniería de las Artes Digitales	Corporación Escuela de Artes y Letras Bogotá	
Diseño y Realización de Medios Digitales	Fundación San Mateo-Bogotá	
Comunicación Digital	Universidad Antonio Nariño-Bogotá	
Comunicación Visual y Multimedia	Fundación Universitaria Cervantina San Agustín	
Tecnología el Realización de Audiovisuales y Multimedia	Universidad Jorge Tadeo Lozano	
Tecnología en Realización Audiovisual	Universidad Minuto de Dios	

En lo nacional se encontraron otros programas de nivel de formación universitaria, afines con la línea temática y, por lo tanto, complementan el panorama del país, creciente hacia la consolidación y el auge del área temática del diseño enfocado en lo digital y la multimedia. Estos son:

- *Universidad de San Buenaventura* con Sede en Antioquia y Valle del Cauca con el programa Ingeniería Multimedia.
- *Universidad de Nariño* con el programa de Diseño Gráfico-multimedial.
- *Universidad de Antioquia* con el programa Comunicación Audiovisual y Multimedia.
- *Universidad Autónoma de Occidente* con el programa Ingeniería Multimedia,

- *Universidad Pontificia Bolivariana-UPB* con el programa Ingeniería en Diseño de Entretenimiento Digital.
- *Universidad Autónoma de Occidente* con el programa de Cine y Comunicación Digital.
- *Escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío E.A.M* con el programa de Diseño Digital Visual.

Ámbito internacional

Desde el contexto internacional, se encontraron programas homólogos en países de América Latina, Europa y Estados Unidos en instituciones universitarias (Tabla 2) con el fin de reconocer su situación y tendencias actuales.

Tabla 2. Principales programas de pregrado a nivel internacional (2018)

Denominación de carreras a nivel internacional	Universidades	País
Design Digital-Brasil	Universida de Federal de Pelotas	Brasil
Tecnologia e MídiasDigitais	Pontifícia Univercida de Católica de São Paulo	
Tecnologia e MídiasDigitais	Pontifícia Univercida de Católica do Paraná	
Diseño Digital y Multimedia	Universidad Indoamericana	Ecuador
Diseñador de Imagen y Sonido	Universidad de Palermo	Argentina
Comunicador Web		
Diseñador para Internet		
Diseñador de Juegos Interactivos	Universidad de Palermo	Argentina

Denominación de carreras a nivel internacional	Universidades	País
Animación Digital y Multimedia	Univerisdad Santo Tomas	Chile
Pregrado-Artes en Medios Digitales	Universidad de Artes de Bremen	Alemania
Posgrado-Máster en Medios Digitales		
Pregrado-Diseño de Intefaz	Universidad Politécnica de Postdam	Alemania
Pregrado-Diseño de Intefaz	Universidad de Magdeburg Stendal	
Pregrado Diseño Industrial		
Pregrado-Multimedia y Artes Digitales	Universidad Católica de Valencia	España
Pregrado-Diseño	Escola Superior de Disseny i Enginyeria de Barcelona-ELISAVA	
Estudios del Juego y de la Interacción	HKU-Universidad de Artes de Utrecht	Holanda
	Real Academia de Artes de Hague (Koninklijke Academie van Beeldende Kunsten)	
Pregrado-Diseño, Comunicación Visual y Multimedia	Universidad La Sapienza de Roma	Italia
Pregrado trienal:	Universidad IUAV di Venecia, Italia	
<ul style="list-style-type: none"> · Diseño de la Moda y Artes Multimediales · Diseño Industrial y Multimedia 		
Pregrado-Comunicación Digital	Univeristá degli Studi di Milano-Milano, Italia	Italia

Denominación de carreras a nivel internacional	Universidades	País
Pregrado-Diseño Gráfico y de Multimedia	École nationale supérieure des Arts Décoratifs, Paris	Francia
Pregrado: líneas Diseño y Entornos	Université Paris 1-Panthéon Sorbona-París, Francia	
Artes y Medios Digitales		
Licenciatura em Design e Multimédia	Universidade de Coimbra	Portugal
DesignMultimédia	Universidade da Beira Interior	
Design Digital	Universidade Católica Portuguesa, Porto	

El Programa de Diseño Digital y Multimedia, desde el análisis realizado en semestres anteriores, permite visualizar las tendencias de formación y las que responden a las nuevas necesidades a partir del medio laboral y profesional y que se reflejan en los programas ofertados a nivel nacional e internacional, debido a que se identifican nuevas prácticas, nuevos campos de acción y los currículos se vuelven más flexibles, abiertos a otros campos del saber. Así mismo, se reinventa y se correlaciona los componentes temáticos en correspondencia con las electivas básicas y específicas y, estas con las líneas de énfasis, que se encuentran detalladas dentro de algunos planes curriculares, con el fin de lograr una mayor integración de los saberes, entre las diferentes disciplinas.

De esta forma, las tendencias se encaminan a requerir profesionales con competencias específicas para crear ambientes y escenarios donde la tecnología tiene un papel relevante, pero no desde el uso de la herramienta, sino desde la gestión y la apropiación del conocimiento. Esta es una necesidad debido a que la evolución de la tecnología y la diversificación propende por una demanda del sector.

La formación en posgrados

Contexto

De acuerdo con el estudio realizado en el artículo *La educación de posgrado y su repercusión en la formación del profesional iberoamericano*, (2006), la educación de posgrado tiene entre sus antecedentes más importantes los grados de Doctor, Maestro y Profesor que otorgaban las universidades medievales y que caracterizaban a un hombre culto y capaz en el ámbito de su profesión. Con posterioridad y como consecuencia del desarrollo tecnológico, en las universidades surgen necesidades educacionales cuyas respuestas se encontraron en la diversificación de estudios y la adopción de la investigación científica como actividad esencial para profundizar en estas. Para el caso, en Alemania, a comienzos del siglo XIX, se caracteriza a la universidad autónoma y científica, integrando investigación, docencia y estudios doctorales. Alemania, durante este siglo, fue modelo para la educación superior de algunos países como Estados Unidos, Rusia y Japón, entre otros (Rodríguez, 2006). Francia e Inglaterra, a diferencia del proyecto educativo de la universidad Alemana, separaron la investigación de la docencia y centralizaron los estudios universitarios. España ha tenido un crecimiento acelerado en la expansión de la educación de posgrado, en la segunda mitad de este siglo, su volumen de actividad se ha expresado en cifras, para 1994 de 4'100.000 profesionales o poseedores de un título universitario, se considera que el 4,9 % obtienen el más alto título de educación superior, doctor en ciencias, además como parte de su sistema de educación de posgrado han venido fortaleciendo maestrías y especialidades. Lisboa, en el año 2000, marcó las pautas de una nueva metodología en la formación permanente con estrategias coherentes, valiéndose de estructuras, procesos, programas e instrumentos existentes en los diferentes países de la Unión Europea.

En la mayoría de los países de América Latina se encuentran mezclas de los modelos con oleadas de grandes influencias, princi-

palmente de lo que se realiza en Estados Unidos y España (este último entendido como un híbrido entre el modelo francés y el alemán) (López, 2002). En consecuencia, la formación de postgrado en estos países está determinada por enfoques altamente academicistas y con un vínculo muy débil con los sectores productivos, además que las universidades no cuentan con las fortalezas económicas y de producción científica y tecnológica para adoptar los modelos de los pares norte americanos o europeos (Cuéllar *et al*, 2016). Por lo tanto, en América Latina, como en el resto del tercer mundo, el posgrado comienza siendo una actividad anexa y no sólidamente enlazada a la formación profesional. En la actualidad es un terreno fértil para lograr cada vez más el desarrollo profesional. La transferencia de la tecnología e ideología extranjeras, por lo general, se considera un factor esencial del desarrollo en los estudios avanzados, no obstante, este camino exige tener en cuenta las características y necesidades profesionales en el contexto latinoamericano. Ejemplo de ello, es la Pontificia Universidad Católica de Chile, cuyo desarrollo de la actividad académica de posgrado constituye un área de acción prioritaria. Esto se ha traducido en un aumento progresivo en el número de programas de posgrado, de manera que hoy se otorga el grado de Doctor en 24 disciplinas y el grado de Máster en 72 disciplinas, incluyendo las menciones (maestría profesional) y áreas de especialización. Mientras que en Venezuela la propuesta se fundamenta en dos conceptos esenciales, que sirven de principios básicos: el de producción intelectual (que incluye el de investigación científica) y, educación avanzada continua, cuyos principios son: integración, pertinencia social, calidad, cobertura, democratización e innovación.

La educación de posgrado constituye el conjunto de procesos de enseñanza-aprendizaje dirigidos a garantizar la preparación de los graduados universitarios, con el propósito de completar, actualizar y profundizar en los conocimientos y habilidades que poseen y, alcanzar un mayor nivel de ejercicio profesional o de conocimiento y habilidades científicas, en correspondencia con los avances científico-técnicos y las necesidades de las entidades en que laboran. Su objetivo esencial es contribuir a la elevación de la eficiencia, la calidad y la productividad en el trabajo.

Formación de posgrado en Colombia

Como se mencionó, se establecen parámetros dentro de la academia universitaria, ya no vista como forma epistemológica de educación en donde intervienen docencia, currículo e investigación, sino que está pensada como la formación para la demanda del mercado laboral, con la inclusión de investigación y docencia. Colombia ajusta políticas públicas donde interviene el Estado, la universidad y la empresa con miras no solo a investigación y educación, sino al desarrollo humano y laboral dentro del eje academicista de los posgrados. Ya no parte netamente de la formación de profesionales y la investigación científica (Martin & Etzkowitz, 2000), sino en la exigencia social que se hace a las universidades en la llamada “Tercera Misión”: Se basa en el aspecto social y el compromiso para atender las necesidades del entorno local y regional (Bueno & Fernández, 2007), la cual busca generar y aplicar el conocimiento fuera de los ambientes académicos (Howard, 2006).

Estos tres ejes realizan los resultados de sus procesos de docencia e investigación de una manera pertinente y contextualizada con su entorno (Bueno & Casani, 2007). Además, se constituyen en la interfaz entre el entorno productivo, la sociedad y la academia, lo que hace que sean dinámicos y flexibles para dar respuesta oportuna a los cambios permanentes de las demandas de conocimiento y especialización en el marco de la denominada educación permanente (*Life-long Learning*) (Cruz, 2014).

De acuerdo con *Tendencias emergentes de los postgrados en el Mundo*, se toman los datos más relevantes de este artículo, para identificar los principales factores que generan demanda de la formación avanzada de los recursos humanos nacionales; (ii) Identificar los principales factores que contribuyen a la oferta de formación avanzada. (iii) Identificar las grandes tendencias de la formación de alto nivel en Colombia y posteriormente compararlas con experiencias internacionales; (iv) Identificar políticas públicas e incentivos específicos que contribuyan al crecimiento de la demanda de formación avanzada en el país y a su fortalecimiento (Vélez, Castrillón y Arango) (Figura 2).

Evolución de la política de C&T y de formación avanzada en Colombia

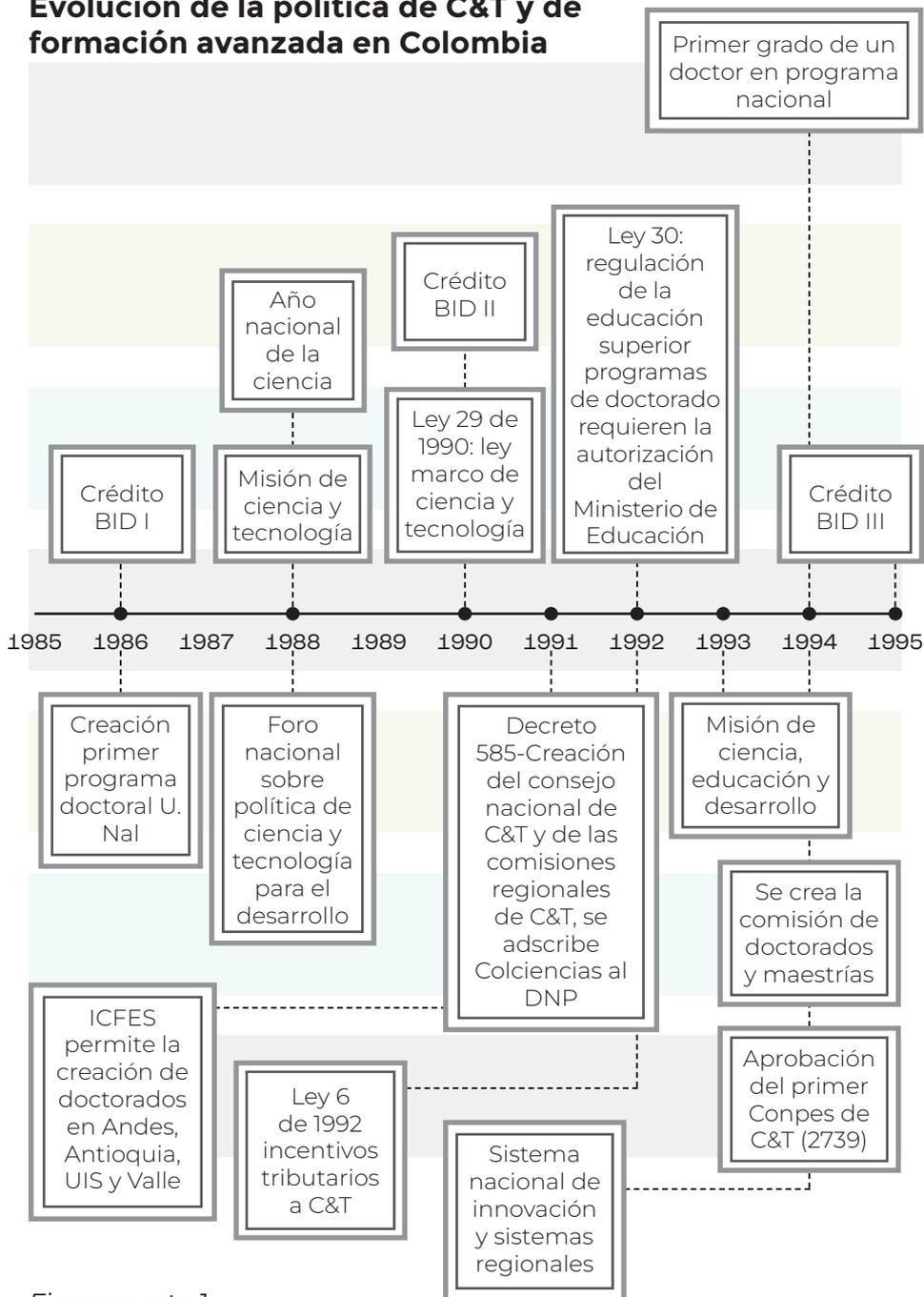


Figura parte 1.

Figura parte 2.

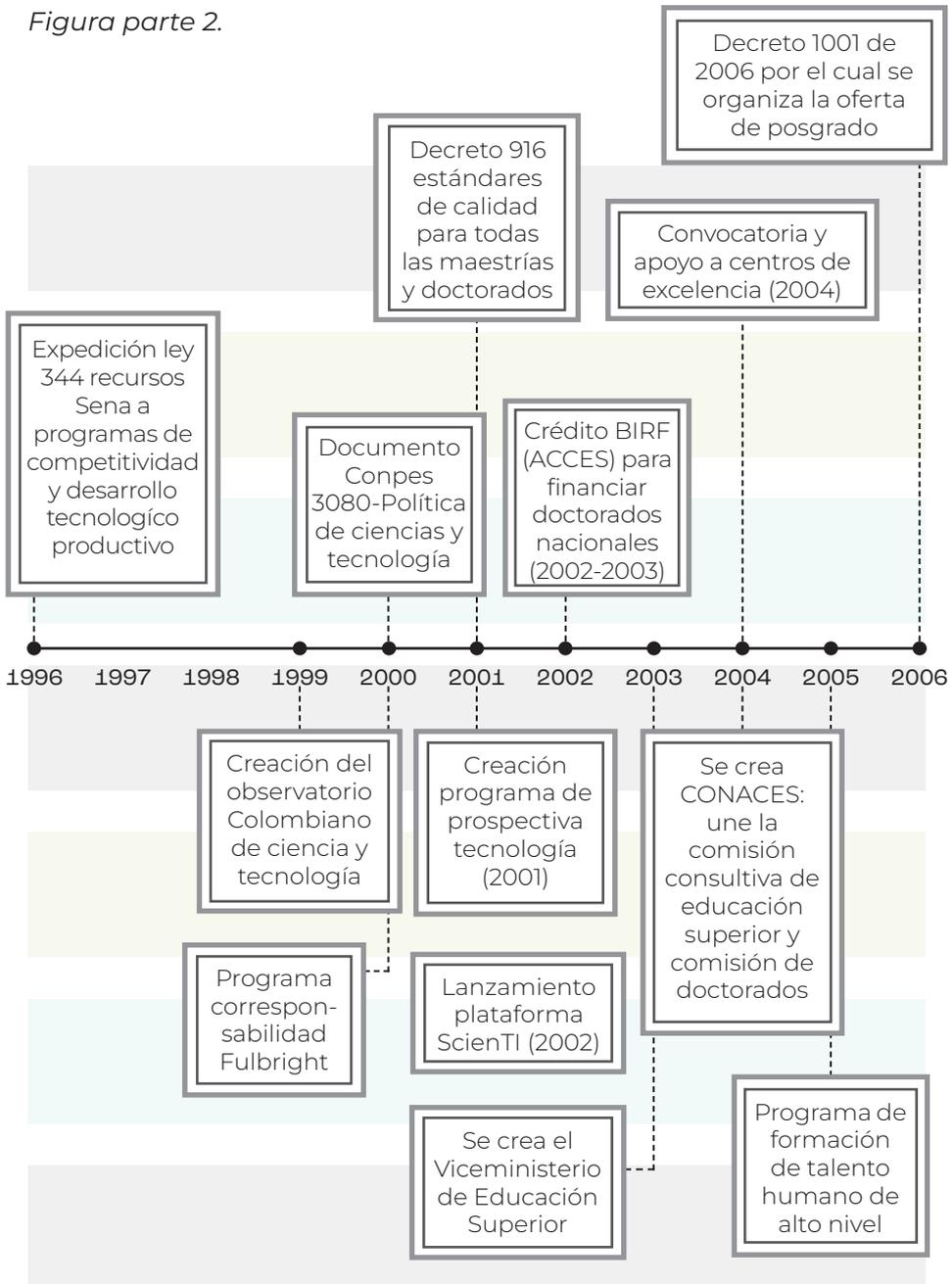


Figura 2. Adaptación y ampliación de oportunidad estratégica con base en P.O.T. Tomado de Colciencias

Especialización

Está orientada a la profundización en un campo del conocimiento, que permita el logro de competencias o capacidades para hacer aplicaciones en los procesos de las organizaciones, logrando una experticia en el área del conocimiento, objeto de su estudio. La finalidad de este tipo de programas es alcanzar un mayor nivel de profundización en los conocimientos propios de una disciplina y su aplicación al mundo laboral (Ramírez, 2011).

Maestría

Su finalidad es la de avanzar en el desarrollo de competencias investigativas que permitan al maestro alcanzar las habilidades necesarias, para contribuir al desarrollo del conocimiento, por medio de procesos investigativos orientados a la solución de problemas asociados con el desarrollo de las disciplinas o las profesiones. La experticia investigativa alcanzada por el estudiante en este nivel debe favorecer el desarrollo de procesos de investigación orientado a contribuir con la generación de conocimiento nuevo aplicable a la solución de problemas de las organizaciones por medio de la innovación (Ramírez, 2011).

Doctorado

Profundiza en el desarrollo de las competencias investigativas, de tal forma que los egresados de este nivel, puedan hacer aportes significativos al avance de la ciencia, la tecnología, las humanidades o las artes. En la perspectiva de Zapata (2008) uno de los logros que se persigue con los programas de doctorado es el de dar germen a un nuevo pensamiento, sin ataduras burocráticas que permitan atraer nuevas mentes a la solución de los problemas del mundo contemporáneo (Ramírez, 2011).

Por lo tanto, el Doctorado se considera como un programa sustentado en líneas, grupos, proyectos y resultados de investigación claramente identificados, que sirvan como soporte del proceso de formación de investigadores.

De acuerdo con datos de Colciencias (2015), el número de investigadores con maestría que registran productos de desarrollo tecnológico casi triplica el número de doctores (3.393 investigadores con maestría, 1.376 investigadores con doctorado).

Desafíos y tendencias para la construcción de un posgrado en Diseño digital

Para ampliar esta búsqueda documental y a través de la lectura de varios artículos y libros, sobre tendencias y desafíos de las universidades, de la formación de posgrados en la Educación Superior, se expone a continuación una conjugación de los dos términos, ya que a medida que avanza el progreso, se anteponen estas para lograr una síntesis. Se tienen unos antecedentes claros en cuanto a definiciones y, una recolección de lo que falta por hacer o que se ha dado hasta el momento. La tendencia por si solo conlleva a un desafío en la evolución.

Una tendencia es entendida como aquella fuerza que influye en el rumbo de un proceso, moldeando su futuro a corto, mediano y largo plazo. La existencia de tendencias en diferentes escalas (nacionales e internacionales) permite visualizar en el horizonte los posibles retos para las instituciones de educación superior y adelantar estrategias para afrontarlas o transformarlas a su favor. En la innovación tecnológica las tendencias suelen ser más previsibles que en el campo educativo, y por eso muchas de las previsiones de la transformación de la educación, jalonadas desde lo que se vislumbra en lo tecnológico, no se han cumplido. Según Sabogal (2015) las tendencias constituyen fenómenos no homogéneos, plurales y atravesados por matices.

El desafío de la Universidad es por tanto, situarse en el contexto de la comunidad en la que esta insertada, colaborando con la creación de un pensamiento capaz de ayudar en la construcción de una sociedad más justa. Eso exige una revisión del comportamiento de la unidad uni-

versitaria, reforzando más que nunca su compromiso social (Marcuzzo1996).

Las universidades buscan creatividad y flexibilidad curricular, junto con un avance en la producción intelectual y científica, en el conocimiento, y en la formación al servicio del contexto laboral; vinculándose no solo a la parte académica, sino con todos los sectores de la sociedad y, con los distintos contextos socio-culturales, desde el ámbito regional hasta el contexto internacional. Enfrentando cuatro retos fundamentales que según López (2005), son:

- Equidad, calidad y eficiencia.
- Flexibilidad curricular, pertinencia social e investigación profesoral y estudiantil.
- Inserción, interacción y compromiso social de la universidad con el país.
- Modernización y descentralización de los procesos académicos-administrativos.
- Internacionalización de la producción y globalización del conocimiento.
- Desarrollo tecnológico (cambios acelerados en las tecnologías).
- Nuevos paradigmas pedagógicos para la enseñanza.
- Nuevos paradigmas administrativos y productivos.

Políticas públicas de Ciencia, Tecnología e Innovación

“La política pública constituye un conjunto de iniciativas y respuestas, manifiestas o explícitas, que permiten inferir la posición predominante del Estado frente a una cuestión que atañe a sectores significativos de la sociedad” (Oszlak y O’Donnell 1995, p. 113). Al igual

que otros países de América Latina, Colombia comenzó desde el año 1960 a construir una política de Ciencia, Tecnología e Innovación, que ha atravesado por diversas etapas, marcadas por diferentes enfoques teóricos y modelos de gobernanza. Para 1990, en el contexto de un fuerte impulso a la descentralización que comprendió diversos campos, comenzó a incorporarse la dimensión regional en dicha política. Desde entonces, se ha ido constituyendo un corpus de marcos conceptuales, normativos e instrumentales de las políticas de CTI en el país. El CONPES 2875/96 introdujo el concepto de “Sistema Nacional de Innovación” como un componente del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, que responde a

“un modelo interactivo de creación y aplicación del conocimiento, en el que intervienen los diversos agentes ligados con el desarrollo tecnológico y con su vinculación a la producción, dentro de un proceso de búsqueda permanente de la competitividad sostenible y del mejoramiento en la calidad de vida de la población y que comprende la dimensión regional en la Ley 1286 de 200939, con la finalidad de articular las instituciones de orden nacional con las de orden regional (Moncayo, 2018).

Las políticas de CTI han formado parte de las diferentes estrategias de desarrollo de América Latina a lo largo de las últimas décadas; muestra de ello son la expansión de la planificación y las normativas, el interés por la medición de la I+D, la creación de instituciones, entre otras referencias. De este modo se ha reimpulsado una mirada hacia el valor e importancia dentro del proceso de modernización de los sistemas productivos de la región (Porta, *et al*, 2010). Influenciada por factores exógenos, determinados por la activa intervención de organismos internacionales (Naciones Unidas, UNESCO, OEA, IDRC) “el movimiento internacional para la aplicación de la ciencia y la tecnología a los problemas del desarrollo”. Sus objetivos se dirigían a promover el desarrollo de estructuras institucionales científicas y tecnológicas y, a generar nuevos conocimientos o, a aplicar las existentes para el análisis de problemas económicos y sociales. Estos factores exógenos sentaron las bases para la creación en 1968 del Fondo Colombia-

no de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales “Francisco José de Caldas”, Colciencias y, del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, como organismo consultivo y asesor del Gobierno Nacional en lo relacionado con la política científica y tecnológica. Como señala Becker (1996), las personas con un nivel de formación dado, son más productivas en ambientes de alto capital humano acumulado, que en un medio de bajo capital humano incorporado. De allí que la construcción, la consolidación institucional para la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación deban ser de excelencia y calidad y no simplemente de número. El reto es no solo apoyar y fortalecer el número de grupos de investigación y de centros de desarrollo tecnológico e innovación, sino fortalecerlos en su calidad y en su excelencia, máxime que son ellos quienes albergan los estudiantes de posgrado y por tanto pueden ofrecer un mayor valor agregado en el proceso de formación (Jaramillo, 2009, pp. 131-155).

Se advierte que la decisión sobre qué instrumentos son más acertados para cada tipo de situación tiene que estar mediada por las políticas públicas derivadas del modelo de desarrollo nacional. Sin embargo, se presenta otro conjunto de dimensiones por considerar, tales como el propio estado de las capacidades de Ctel, las características y evolución del entramado socio productivo y, el contexto económico, político y social (Loray, s.f., p. 68-80).

En un contexto propio de los actores que se exponen en el texto de Ciencia, Tecnología e Innovación, se determinan las líneas de acción de acuerdo con lo expuesto por Minciencias, focalizando la creación y fortalecimiento de capacidades en capital humano, infraestructura, financiación y cultura de la CTel.



Participación ciudadana en CTI

Se entiende la participación ciudadana en CTI como un proceso organizado que posibilita el intercambio de opiniones, visiones e informaciones entre diferentes grupos sociales y, asimismo, propicia diálogos sobre problemáticas en las cuales el conocimiento científico tecnológico desempeña un papel preponderante, con la intención que los grupos participantes contribuyan a la toma de decisiones.

Comunicación con enfoque en Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)

Propone construir contenidos y propiciar mediaciones en distintos formatos, con diferentes lenguajes, en diversos contextos, que involucren en su desarrollo la participación de varios actores (comunidad científica, sector productivo, gestores de política en CTI, ciudadanos) y, que inviten a conversar sobre la ciencia como una actividad social, evidenciando no solo sus ventajas y potencialidades, sino también sus riesgos y limitaciones; ello con el fin de brindarles herramientas a los ciudadanos para la reflexión crítica y el debate público acerca de la CTI.

Gestión del conocimiento

Supone por una parte, la formación de capacidades en la generación de mediaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, favorecer el desarrollo de nuevo conocimiento en estudios sociales de la ciencia y gestores de política pública y, el diseño de instrumentos de medición que permitan comprender las complejidades de la sociedad de forma amplia, periódica, diferenciada y sistemática.

Intercambio del conocimiento

Pretende apoyar el diseño y la implementación de estrategias de apropiación de la CTI, que muestren un diálogo efectivo entre expertos en ciencia y tecnología y comunidades en la generación y el uso del conocimiento para la solución de problemas específicos.

En el marco de prácticas como responsabilidad social empresarial, transferencia tecnológica y del conocimiento, diálogo de saberes, innovación social, compromiso y comprensión pública y extensión universitaria, distintos actores, tradiciones e instituciones advierten sobre la importancia de comprender el conocimiento en términos de co-producción, co-creación y colaboración.

Estos principios diferenciadores están enfocados en la articulación, la focalización, la regionalización y la gerencia, evaluación y monitoreo de los recursos invertidos. Es inminente que para alcanzar los objetivos generales de productividad, sofisticación y diversificación, es necesario contar con un sistema habilitante para la CTel, que permita la focalización del talento humano innovador y de la investigación para lograr el impacto y la transferencia de tecnología en áreas prioritarias.

Políticas

A nivel de las políticas nacionales de desarrollo, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos - OCDE (2012) observa que la generación y la aplicación de conocimientos globales es indispensable para innovar y aumentar la competitividad de las economías nacionales. Ningún país lo puede lograr si sus intelectuales no participan activamente en redes internacionales y no se involucran dinámicamente en la investigación colaborativa internacional.

Formación del Capital humano avanzado

El capital humano es el conjunto de capacidades productivas que un individuo adquiere por acumulación de conocimientos generales o específicos (Becker, 1967).

Ante el advenimiento de una nueva época, en donde se vive una evolución rápida y vertiginosa en el contexto social, cultural y tecnológico se modifican por ende los modelos empresariales. Los recursos humanos se preparan para una participación activa en el mercado laboral, de allí que ya no se denomina “trabajador” a la persona con una preparación universitaria, sino al talento humano avanzado.

La formación de capital humano avanzado permite que las organizaciones puedan competir en los mercados globales y que el país incremente su potencial de crecimiento, logrando a la vez reducir los niveles de desigualdad y promoviendo un desarrollo territorial sustentado en el conocimiento de su población.

Colombia debe analizar este ámbito desde la formación de pregrado y posgrado, ya que su literatura es poca, en cuanto a los desafíos y las políticas que se deben manejar en torno a este tema especialmente, no dentro una mirada de lo técnico y tecnológico, sino avanzar a la educación posgradual que se mantiene en un gran porcentaje desde lo académico y en función laboral del cuerpo docente sin detenerse a mirar la ampliación del rango en los demás sectores productivos. Dentro de las políticas de equidad y desarrollo territorial, fortalecimiento de la competitividad del país y las oportunidades laborales de las personas, uno de los desafíos más importantes para este país es la vinculación de la formación del capital humano avanzado

[...] Un sistema nacional de aprendizaje e innovación será eficiente siempre y cuando exista un capital humano capacitado que sirva de soporte a las iniciativas empresariales y que propicie el fortalecimiento tecnológico y productivo de las instituciones del país.

Las universidades tienen el deber de vincularse con su medio, con la identidad y la cultura local, favoreciendo el desarrollo integral de la sociedad en que la institución se encuentra inserta. Por lo tanto, la formación de capital humano avanzado es un imperativo estratégico para las universidades y para las naciones, en la sociedad del conocimiento y en la era de la globalización, ya que en la medida que se generen oportunidades de acceso a la educación superior, se verán beneficiadas las personas, las organizaciones y el país.

Es necesario contar con la infraestructura organizacional adecuada para generar ventajas competitivas y el capital humano necesario para marcar una diferencia en ámbitos específicos de desarrollo, y de esta manera participar decisivamente en la era de la globalización y en el fortalecimiento del capital humano avanzado.

Convergencia tecnológica

Está caracterizada por la integración de conocimientos y metodologías que provienen de la nanotecnología, la biotecnología, la in-

formática, las ciencias cognitivas y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (Gráca, 2009)

El punto central es que de la convergencia tecnológica surgirán impactos significativos en el desarrollo de la humanidad en campos diversos tales como: sensores y computadoras; interfaces cerebro – máquina; robots; procesos de enseñanza y aprendizaje; eliminación de barreras comunicacionales; mejora del cuerpo humano; tratamientos farmacológicos; control genético; etc. (Duch *et al*, 2005). Así, una mirada de futuro de la convergencia tecnológica muestra que se seguirá avanzando en lograr mejores índices de productividad en el trabajo; mejor desarrollo de las capacidades sensoriales y cognoscitivas; mejoramiento progresivo en el ámbito de la salud; incrementos en la creatividad; entre otros aspectos similares que permiten proyectar un mundo en el cual el conocimiento pasa a ser el elemento predominante y el centro neurálgico del desarrollo, en todos los niveles y ámbitos de la sociedad (Roco y Bainbridge, 2003; Roco y Montemagno, 2004).

Masificación y aumento de la demanda de la educación

Los costos de las matriculas de cada país dependen sustancialmente de las políticas públicas, de las demandas sociales y del acceso, fundamentalmente a instituciones públicas. La masificación ha presionado e incentivado un amplio debate y también cambios radicales en las concepciones académicas y en las formas de las organizaciones universitarias, al imponer la racionalización de los procedimientos de gestión a través de la informática y al estandarizar los procesos académicos.

A satisfacción de la demanda masiva ha impulsado muchas de las transformaciones fundamentales de los últimos decenios. Esta expansión ha estado motivada por el paso a las economías postindustriales, la ascensión de

los sectores de servicios y la economía del conocimiento (UNESCO, 2009, p. 4).

Se ha diversificado la financiación, dada la insuficiencia de ésta frente a la masificación y también a una inclinación política más extendida hacia una mayor privatización de servicios que anteriormente prestaba el Estado (UNESCO, 2009).

Internacionalización de la Educación superior

Relación con la movilidad académica, las relaciones interinstitucionales, las redes y el aumento en las publicaciones (Unesco, 2009, Atria, 2015, López, 2015, Suasnábar, 2015, Sabogal, 2015).

Las nuevas demandas del contexto en la educación superior

Esta tendencia tiene que ver con lo que López (2015a) señala como el nuevo énfasis que tienen los proyectos interdisciplinarios y transdisciplinarios, en un contexto donde cada vez más se diversifican cursos, carreras y estudios de postgrado, así como la descentralización en las mega-universidades.

Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación superior

Esta tendencia es relevante dado que el impacto de internet dentro de 15 años será más profundo que el impacto que tuvo la revolución industrial en 50 años (Pélissier du Rausas y cols, 2011, citados en Bitar, 2014). “Su utilización en la educación superior implica transformaciones profundas que afectarán, al menos, a los objetivos de aprendizaje, contenidos, desarrollo de competencias y a las estrategias de enseñanza-aprendizaje”, impulsando el aumento de pro-

gramas virtuales y semipresenciales y, la posibilidad de atender más población con mayor número de cursos en línea masivos y abiertos (MOOC), transformando el desarrollo académico de las Instituciones de Educación superior (IES).

Formación Docente

Influenciados por múltiple factores, entre los que se encuentra la exigencia y necesidad de una constante formación, actualización y diversificación de las formas de enseñanza a través de la inclusión de pedagogías de lo digital o ciber-pedagogías, los recursos educativos abiertos (REA), tecnologías audiovisuales, aplicaciones e internet en el aula de clase. "Actualmente el profesor universitario es considerado un profesional del conocimiento, con el mismo nivel y demanda que las grandes corporaciones tienen por este tipo de profesional (Hativa y Goodyear, 2002, citados en Guzmán, 2011, p. 1).

Pertinencia social y nacional

La Universidad debe ser reconocida y que su actuar responda pertinentemente a los contextos políticos, sociales y económicos nacionales, a las necesidades de las comunidades que se desenvuelve en ellos y sus problemáticas (Lozano, 2015a).

Calidad

La calidad se mide por los resultados que determinan el cumplimiento del conjunto de requisitos y estándares previamente concebidos, asociados con el éxito de sus egresados, la producción/formación de los mejores graduados, los mejores resultados académicos, la ubicación laboral en las mejores organizaciones en el entorno nacional e internacional; este conjunto de atributos son los que van determinando el prestigio de ciertas instituciones de educación superior (Ramírez, 2011). Diversos actores participan cada vez más en la elaboración, en la validación y en el fomento de tales sistemas: estudiantes, centros de educación superior, agencias de evaluación y

de acreditación, sociedades de profesionales, y organismos encargados de la elaboración de políticas estatales en el campo de la educación. Ramírez (2011), expone tres retos en la calidad en la educación posgradual: (i) Rapidez en la obsolescencia de los conocimientos: el profesional a egresar de las aulas universitarias tendrá que renovar, durante su vida laboral, más de una vez su arsenal de conocimiento y habilidades. (ii) Velocidad en la aparición de nuevos conocimientos y tecnologías: es necesario que el profesional haya aprendido a obtener nuevos conocimientos, y sea capaz de generar nuevas tecnologías. (iii) Globalización: por lo que se tiene que compatibilizar la visión local e internacional de los problemas a solucionar y desarrollar las metodologías que correspondan.

Para enfrentarlos se requiere de: información, intercambio y actividad investigativa. Hay que identificar a la investigación como un componente esencial de la calidad (Figura 3).

En este orden de ideas, Moreno *et al* (2001), entienden la calidad como: conformidad de unas especificaciones; satisfacción de las expectativas; creación de valor; excelencia en la prestación del servicio o fabricación del bien. Para avanzar en el logro de la calidad en estas formas de verla, se ha desarrollado modelos de gestión y normas internacionales de estandarización.

Gobernanza y mercado

La importancia de los postgrados y la necesidad de incrementar la producción científica y el desarrollo tecnológico de alto impacto es un asunto de gran relevancia para las universidades que en América Latina tienen una proyección de ser referentes en alta calidad (Abello *et al*, 2005) (Documento Conpes, 2015).

Según la Association of American Universities, los postgrados a nivel global presentan sus principales retos asociados a: i) disminución de su duración y aumento de la variedad; ii) incremento de las competencias de los egresados para lograr altos desempeños en entornos diversos y con visión global apoyados en las TIC; y, iii) tener la capacidad de trabajar interdisciplinariamente (Nyquist & Woodford, 2000). América Latina por su parte, no está exenta de estos desafíos,

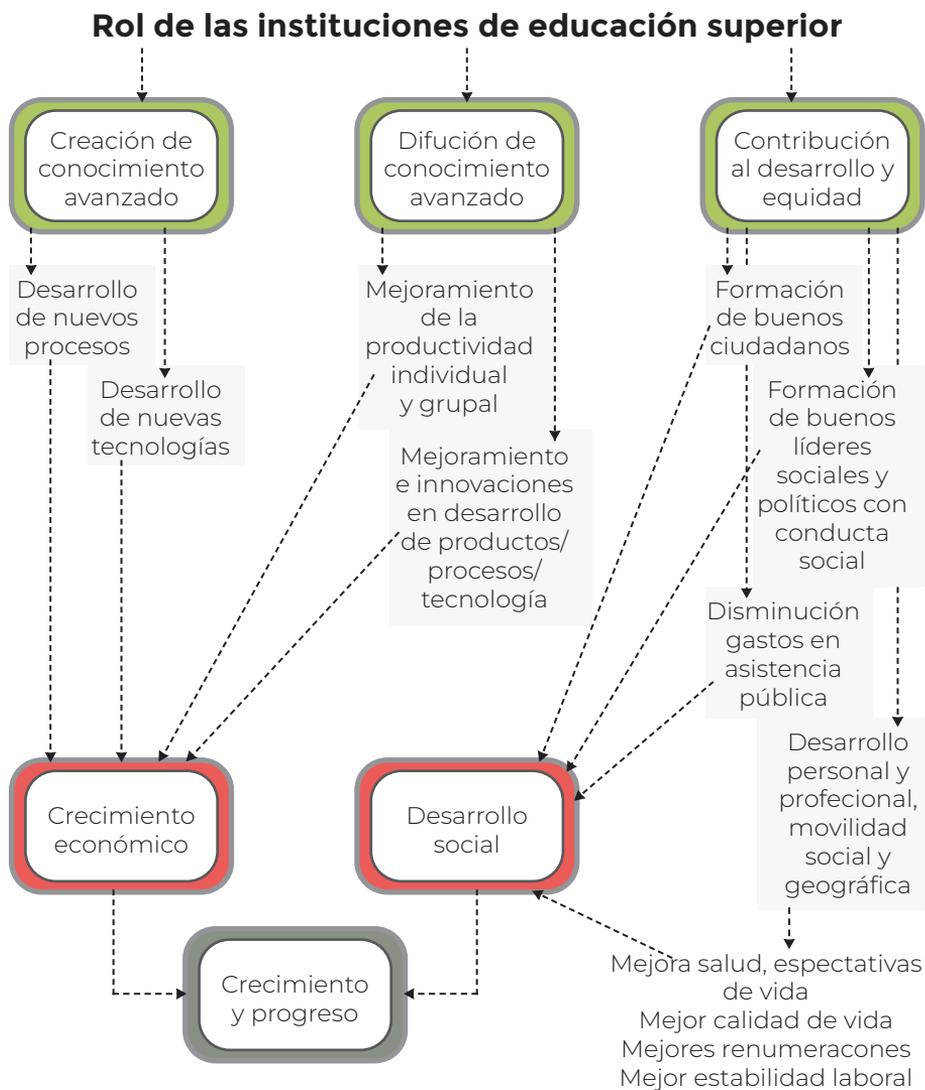


Figura. 3. Tomada de: (Elementos para asegurar la calidad en Programas de Posgrado. Por: Ramírez, (2011).

más aún con el crecimiento de los postgrados en el último cuarto del siglo XX (Cuéllar *et al*, 2016). La respuesta desde las universidades resulta en la aparición de diferentes tendencias que implican su identificación, caracterización y apropiación–adopción en el marco de unos contextos exigentes donde los procesos de acreditación y las dinámicas de la internacionalización empiezan a predominar.

Gestión del conocimiento

Es el proceso de captura, distribución y uso efectivo del conocimiento dentro de una organización (Davenport 1994). Es la disciplina que promueve un enfoque integral a la identificación, captura, evaluación, recuperación y el compartir todos los activos de información de una empresa, para generar valor y nuevas oportunidades (The Gartner Group).

Constituye la primera fase de la administración del conocimiento, en donde se definen las actividades y las ideas orientadas a incrementar el activo de conocimiento organizativo (Davenport & Prusak, 2001). Esencialmente, presenta tres actividades, a saber: la creación interna de conocimiento, el aprendizaje por acción, y la adquisición y el acceso del conocimiento externo (Grant, 2000). Definir a una universidad en base al conocimiento consiste en identificarla en términos de lo que ella “conoce” (Saracho). Esto es, las universidades deben conocer las necesidades del país, de la industria, como es la idiosincrasia de sus clientes internos y externos (estudiantes y empresas a las cuales se vincularán los egresados), también debe conocer sobre las metodologías de enseñanza-aprendizaje, tecnologías para la educación y las tendencias para generar conocimiento (Duran, Blanco y Nieto, 2017).

Sociedad y economía de conocimiento

La mayoría de las tendencias internacionales en educación se enmarcan hoy en la relación entre la sociedad y la economía del conocimiento (Margison, 2010; López Zárata, 2014), entendida esta como “economía basada en el uso intensivo del conocimiento (*knowledge*

economy) que redefine el entorno de tareas de las Instituciones de Educación Superior (IES) en términos de desafíos y demandas de competitividad, productividad, innovación, capital humano, emprendimiento, creatividad, flexibilidad laboral, destrezas y aprendizaje a lo largo de la vida” (Brunner y Villalobos, 2014, p. 107, citados por Sabogal, 2015, p. 53).

Economía del conocimiento

Se define como la producción y servicios basados en actividades propias del conocimiento que contribuyen a un ritmo acelerado de avance técnico y científico, así como a una rápida obsolescencia. Su componente clave es una mayor dependencia de las capacidades intelectuales que de los insumos físicos o los recursos naturales.

Uno de sus rasgos distintivos es que este se gestiona y se aplica de manera que genera decisiones o productos valiosos para la sociedad, que permiten a las organizaciones alcanzar y/o sustentar una ventaja competitiva.

La sociedad y las organizaciones pueden ir configurando una espiral de crecimiento que se construye, desarrolla y nutre de sucesivos flujos de conocimiento, los cuales conforman un stock creciente en cantidad y que debidamente gestionado permite saltos cualitativos en la capacidad de creación de valor social, económico u organizacional (Ponce, 2009).

La nueva economía opera en redes mancomunadas e integradas, capaces de gestionar información y conocimiento. Esta nueva sociedad del conocimiento ha logrado también grandes avances en su desarrollo científico y tecnológico, que cambiarán no solo la extensión, sino la forma de la vida humana y la sociedad en décadas próximas (Echeverría, ...).

La principal característica de esta tendencia es la transferencia de conocimiento en dos espacios: i) al interior entre los diferentes programas de maestrías y doctorados con los grupos e institutos de investigación que los soportan y ofrecen con otras universidades favoreciendo sinergias, optimización de recursos, creación de redes y la convergencia del mejor talento en nuevos procesos creativos, de

experimentación y discusión; y, ii) al exterior, entre las estructuras de conocimiento de las universidades (p. e. grupos, institutos, laboratorios, centros, etc.) con los departamentos de desarrollo y mercadeo del sector empresarial, con las agencias u oficinas de promoción de la competitividad de los gobiernos locales o nacionales y en algunos casos con la comunidad por medio de fundaciones y ONGs (Cruz, 2014). Esta tendencia ha empezado a denominarse Market University (universidad de mercado) (Berman, 2012) y se enmarca en las teorías de economía del conocimiento que tiene buena parte de su origen en Estados Unidos con la comercialización de los desarrollos tecnológicos de las grandes Universidades –con el MIT como principal referente– y la creación de empresas de base tecnológica o venta de secretos, invenciones y patentes (Aguirre, 2019).



Sociedad del conocimiento

No solo basta con mencionar la sociedad del conocimiento desde la denominación universidad, sino ampliar el rango adentrándose a su historia y significado para llegar así a un concepto universal que emerge a lo contemporáneo dándole una función intrínseca a lo social, es decir, una mirada desde lo político, cultural e industrial. Lo que implica un cambio conceptual de la información al conocimiento considerándolo como principio estructurador de la sociedad moderna y resaltando su importancia para la sociedad actual, los cambios en la estructura económica y en los mercados laborales, la educación y la formación.

La noción sociedad de conocimiento tiene sus orígenes en los años 60 cuando se analizaron los cambios en las sociedades industriales y se acuñó la noción de la sociedad post-industrial. Así, por ejemplo, el sociólogo Peter F. Drucker pronosticó la emergencia de una nueva capa social de trabajadores de conocimiento (1959) y la tendencia hacia una sociedad de conocimiento (1969). Este tipo de sociedad está caracterizada por una estructura económica y social, en la que el conocimiento ha substituido al trabajo, a las materias primas y al capital como fuente más importante de la productividad, crecimiento y desigualdades sociales (1994). Sin embargo, más conocido

es el trabajo de D. Bell (1973, 2001) sobre la sociedad post-industrial. Este concepto expresó la transición de una economía que produce productos a una economía basada en servicios y cuya estructura profesional está marcada por la preferencia a una clase de profesionales técnicamente cualificados. El conocimiento teórico se ha convertido, según este enfoque, en la fuente principal de innovación y el punto de partida de los programas políticos y sociales. Este tipo de sociedad está orientada hacia el progreso tecnológico y la evaluación de la tecnología y se caracteriza por la creación de una nueva tecnología intelectual como base de los procesos de decisión. En esta época, hasta el final de los años 70, el análisis de los cambios en la sociedad moderna resaltó tres aspectos, Karsten (2006). La expansión de las actividades de investigación estatales y privadas era la base principal de la ciencia en una serie de sectores industriales (Lane, 1996). Con la expansión de los sectores de servicios, se incrementaron las actividades económicas basadas en el conocimiento. Con la importancia creciente del conocimiento teórico creció también el peso económico de las actividades basadas en el conocimiento (Machlup, 1992 y Porat 1977). La estructura profesional estaba marcada por los trabajadores de conocimiento profesionalizado y con una cualificación académica. Bell (2001) estimó que alrededor de una cuarta parte de la población pertenecía a esta nueva clase de conocimiento, en la que se incluyó a los empleados con un diploma universitario o de un escuela superior, a los empleados y los funcionarios de altas categorías y a los empresarios. Estos análisis apuntaron, por lo tanto, a una sociedad científica, academizada y centrada en los servicios, diferenciada de la sociedad industrial que, a su vez, estaba caracterizada por el conocimiento experimental, el predominio de los sectores industriales, las actividades manuales y el conflicto entre capital y trabajo.

La noción resalta las nuevas formas de producir conocimiento. El conocimiento es considerado como uno de los principales causantes del crecimiento junto con los factores capital y trabajo. En este sentido, se concede una relevancia crucial a la producción de productos intensivos en conocimiento y a los servicios basados en el conocimiento (Krüger).

El término de sociedad del conocimiento surge con fuerza a finales del siglo pasado, a partir de la noción de Drucker (1969). La sociedad del conocimiento es considerada una alternativa y una evolución de la sociedad de la información, aunque en todo caso se considera que la sociedad de la información es la piedra angular de la sociedad del conocimiento (Credé y Mansell, 1998). Esta última ha permitido la construcción de una nueva economía, que se caracteriza por cuanto la fuente esencial de la creación de valor está en el conocimiento, de tal forma que la creación o generación de ideas e intangibles, tales como innovaciones, marcas, patentes, sistemas de organización, rutinas organizativas y *know how*, constituyen los principales determinantes del éxito en las organizaciones (Pedraja y Rodríguez, 2008). Similarmente, en la sociedad del conocimiento se está produciendo un proceso de convergencia tecnológica, en el cual se aúnan conocimientos y metodologías que provienen de la nanotecnología, la biotecnología, la informática y las ciencias cognitivas (Roco, 2003). Todos estos elementos configuran una nueva sociedad y nuevas exigencias a las instituciones que participan del desarrollo de las naciones, entre las cuales las universidades tienen un rol fundamental. Sin embargo, esta perspectiva es incompleta si no se considera los impactos de la globalización sobre el sistema social.

El conocimiento como factor de producción

El conocimiento ha sido desde siempre un factor de producción. No obstante, en la actualidad, la capacidad para administrar, almacenar y transmitir grandes cantidades de información a bajo precio es un elemento central, que caracteriza los procesos organizativos, productivos y las interacciones que en general constituyen a nuestra sociedad.

El conocimiento proporciona capacidad de acción y decisión, otorgando poder a quienes lo poseen. Así, la sociedad del conocimiento será cada vez más competitiva, dado que el conocimiento es

ahora universalmente accesible. De acuerdo con Drucker (1994), en el futuro próximo, no existirán países pobres, sino solo países incapaces de crear, adquirir y/o aplicar el conocimiento. En la misma línea, Salmi (2000) sostiene que el desarrollo económico, y por ende social, de los países depende más de la acumulación de conocimiento que de la acumulación de capital.

La sociedad del conocimiento, no se limita a la revolución en las tecnologías de la información y comunicación, ni al comercio electrónico o la posibilidad de transmitir información a cualquier parte del globo en cuestión de segundos. La economía del conocimiento demanda nuevas competencias vinculadas con las necesidades de la sociedad, involucra la capacidad de aprendizaje de las instituciones, el sector productivo y académico, así como la generación de redes interinstitucionales para la solución de problemas y el uso intensivo del conocimiento a nivel social (Ramírez, 2011).

Los inicios de un ejercicio prospectivo sobre la universidad colombiana muestran que en el nuevo entorno que puede recibir el título de “Sociedad del Conocimiento”, la universidad tiene un papel esencial que jugar, convirtiéndose así misma en Institución de Conocimiento.

Por un lado, la formación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, con todo lo que implica; y por el otro, el avance en la conceptualización que permite ir dejando atrás las discusiones bizantinas que tanto daño han hecho.

Las instituciones universitarias deben constituirse en un elemento básico para generar mayores niveles de competitividad en el país. En efecto, en la sociedad del conocimiento y en un ambiente globalizado, la formación de capital humano avanzado, así como la investigación, el desarrollo y la innovación, constituyen pilares fundamentales de la ventaja competitiva para la nación y sus organizaciones. Luego, las instituciones universitarias deben constituirse en una fuente esencial de oportunidades de formación continua y movilidad social.

Creación de conocimiento avanzado (producción científica y tecnológica de alto nivel)

La creación de conocimiento asociada a investigación, desarrollo e innovación permite la creación de nuevos productos y tecnologías y, por ende, tiene una alta rentabilidad privada y social. En complemento, la creación de conocimiento avanzado es fundamental para generar investigación, desarrollo e innovación que propenda al desarrollo del país, a través de la generación de nuevos procesos y tecnologías que habrán de impactar en el crecimiento económico del país. Los países deben invertir en investigación, desarrollo e innovación, si se dispone de una oferta de calidad y en cantidad suficiente de cuadros científicos e investigadores, entonces es posible que las empresas mejoren su potencial de innovación al igual que, su capacidad para competir en mercados globales. Empresas más competitivas, consolidan un país más competitivo y capaz de tender hacia la generación de procesos productivos que superan la simple extracción de materias primas (*Desafíos y perspectivas...*, 2009).

Diversos autores, Abreu, Flores, & Lozano (2014); y Abello *et al* (2005) indican que la producción científica y de alto nivel se caracteriza por la incorporación de prácticas de trabajo interdisciplinar, fortalecimiento y activación de convenios interinstitucionales, con empresas, gremios y comunidades organizadas, impulsando nuevas formas en que la investigación y el conocimiento de los estudiantes y egresados llegue a convertirse en innovación.

Así la creación de conocimiento avanzado busca favorecer la creación de emprendimientos, la gestación de nuevas empresas de base tecnológica y la contribución tangible al sector empresarial y a la sociedad convirtiendo a la universidad no solo en un apoyo al desarrollo, sino como un actor protagónico del mismo (Berman, 2012).

Competitividad y Globalización

El rasgo más determinante de la globalización es la interdependencia de los mercados, favorecida por las nuevas tecnologías de in-

formación y comunicación y la apertura de esos mercados, que facilita el libre flujo de capitales. Según Sachs (2005) la globalización puede conducir a un aumento tanto de la prosperidad económica como de las oportunidades, especialmente en los países en desarrollo. Argumenta que en una sociedad globalizada se debe esperar una mejor asignación de recursos, mejores precios, incremento del empleo, y mejor calidad de vida para las personas. Una primera consideración a establecer es que la globalización tiene como expresión empírica un crecimiento prácticamente exponencial del comercio internacional. La creación de un mundo de contacto digital y en donde la esfera social supera a la física, favorecida por las nuevas tecnologías de información y comunicación y la apertura de esos mercados, constituyen las características más relevantes de la globalización frente a los procesos de globalización, los estados necesitan nuevos enfoques y políticas lúcidas para fortalecer su capacidad de negociación, fomentar su competitividad y mejorar su inserción en la economía internacional. Este es un reto que las instituciones de la educación superior tienen también que asumir, como un imperativo de la época, y contribuir a la formulación de estas políticas (Cepal, 2002). Uno de los elementos claves para reinsertarse favorablemente en una economía mundial abierta, radica en el mejoramiento sustancial de la competitividad. Que implica conocimiento, tecnología, manejo de información y destrezas; significa elevar la calidad de los sistemas educativos y la preparación de los recursos humanos de alto nivel. Competitividad significa incorporar el progreso técnico a la actividad productiva y de los servicios (Cepal, 2002).

La universidad debe asumir, sobre todo, su función fundamental como productora de conocimientos, además de responsabilizada con la educación posgraduada; y como se encuentra ante una situación competitiva, se hace necesario responder con productividad, eficiencia y eficacia ante estos retos contemporáneos. En lo fundamental, la nueva economía no se sustenta en la producción de objetos o cosas, sino en la producción de ideas e intangibles, y en la capacidad de emplear el conocimiento para generar valor funcional y, sobre, todo para crear valor estratégico. En la nueva economía, si bien las industrias líderes son las de software y telecomunicaciones, es decir, las intensi-

vas en conocimiento, todas las organizaciones tienen posibilidad de crear valor estratégico y ser exitosas en la medida que sean capaces de gestionar el conocimiento. Más aún, hoy, el PIB de algunas naciones está generado en cerca del 80% por actividades basadas en conocimiento y el valor en libros de algunas organizaciones intensivas en conocimiento es menor al 10% de su valor de mercado, lo cual demuestra que la creación de valor económico en esta nueva economía se sustenta en capacidades intangibles más que en recursos físicos y financieros (Pedraja *et al*, 2009).

Conclusiones

Se busca que el posgrado para el Programa de Diseño Digital de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, responda no solo a la necesidad de ser multidisciplinar y transdisciplinar, sino también a los desafíos y tendencias que se exponen en esta investigación:

- Formación del Capital avanzado.
- Convergencia tecnológica.
- Internacionalización.

La Universidad Mayor de Cundinamarca en la formación posgradual debe ser un ejemplo de competitividad e innovación en cuanto a este campo se refiere, expuesta en la visión y misión como ejes estratégicos.

La Universidad debe concretar su actuación mediante la elaboración de su propia opción estratégica; debe conocer sus fortalezas y debilidades para potenciar aquellos puntos fuertes que le permitan cierta diferenciación respecto a las demás instituciones y entidades implicadas en los procesos de formación e investigación, con objeto de poder participar de modo competitivo en el concierto de la oferta de servicios y en la captación de demandas procedentes de los distintos entornos nacionales e internacionales (Bricall, 2000, p. 119).

Referencias bibliográficas

Byung-Chul H. (2018). En el enjambre. Herder Editorial.

Desafíos y perspectivas de la dirección estratégica de las instituciones universitarias. (2009). Ediciones Chile.

International Council of Societies of Industrial Design (ICSID). 2013. 1er Congreso de Diseño Industrial en Malaga. España. Disponible en <http://www.xn--diseadorindustrial-q0b.es/queeseldisenio/04-el-ic-sid-y-el-diseno-industrial/> Julian

Aguirre Vélez, J. (2019). *Tendencias emergentes de los posgrados en el mundo*

Krasten, K. (2006). El concepto de “sociedad de conocimiento”. *Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, XI.

Jaramillo, H. (...) La formación de posgrado en Colombia: maestrías y doctorados. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*

Manovich L. (2006). *El lenguaje de los nuevos medios de comunicación.* Ediciones Paidós.

Ministerio de Educación Nacional (3 de abril de 2006). Decreto No. 1001, “Por el cual se organiza la oferta de programas de posgrado y se dictan otras disposiciones”

Morales V.G.M. (1997). *Posgrado en el desarrollo de América Latina* (Vol. IV)

Ojeda D. (2012). *Introducción a la multimedia.* Red Tercer Milenio.

Royo, J. (2004), *Diseño Digital*, Paidós.

Sánchez, E. (2012). El concepto diseño en el taller de diseño: Reflexiones teóricas. *Revista Insigne*

Capítulo



Calculadora de residuos de demolición y construcción RCD para proyectos multifamiliares de vivienda nueva en Bogotá

Martín Perea Duque*
James Ortega Morales**
Marcela Pulido Mateus***

Introducción

Prevenir la generación de Residuos de Construcción y Demolición - RCD se constituye en el principio básico de las actividades en su gestión integral. Implica planear la construcción desde el diseño, hasta la reversión, para prevenirlos y en caso tal, reducirlos. Esta debe ser la actitud, práctica y el compromiso de los constructores, conscientes de asumir la ineludible responsabilidad social, económica y ambiental por generarlos. Usar tecnología para facilitar la reducción, el control y seguimiento de RCD ayuda a erradicar las malas prácticas de negación y ocultamiento, bajo la idea que son un ahorro. Justamente, la Política Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos (CONPES 3874, 2016), promueve el desarrollo de programas de reducción en origen,

* MSc(c) Pontificia Universidad Javeriana. Grupo de investigación Ecoedificación Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Docente Ocasional, mperea@unicolmayor.edu.co

** MSc, Universidad Central. Grupo de Investigación Ecoedificación Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Docente de Planta, james.ortega@unicolmayor.edu.co

*** Esp, Universidad Militar Nueva Granada. Grupo de estudios en gerencia de proyectos de construcción GEGPC Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Docente ocasional, dmpulidom@unicolmayor.edu.co

articulados con programas de producción más limpia. Así que, una Calculadora de RCD contribuye a ambos propósitos: ayuda en la reducción de RCD en el origen y, promueve una producción más limpia del sector constructor. Una herramienta así en manos de la autoridad ambiental permitirá, concertadamente, conectar de manera ágil los RCD generados con el circuito de economía circular que promueve la ciudad, transfiriéndolos responsablemente para su revalorización; en tanto que a la autoridad ambiental le permitirá controlar y aportar efectivamente, a la sostenibilidad de la ciudad.

Este trabajo se origina en la investigación “Aproximación a una metodología para el control en la generación de residuos de construcción y demolición RCD en Bogotá” (2019), financiada por la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Metodología

Figura 1, Resumen de la metodología adoptada para esta investigación.

Esta metodología, sumada a los registros de información solicitados a las personas o entidades que registran sus Planes para la Gestión de Residuos de Demolición y Construcción PGRCD, en la herramienta virtual de la SDA, (SCASP****), soportan los resultados de esta investigación.

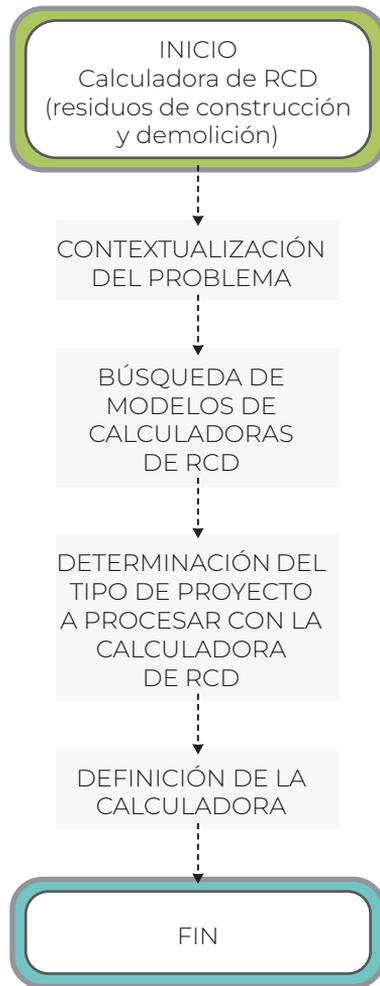
Contextualización del problema

Para contextualizar la investigación, se ofrecen las siguientes definiciones:

Residuos de Construcción y Demolición (RCD) (anteriormente conocidos como escombros): son los residuos sólidos, líquidos y gaseosos provenientes de las actividades de construcción, demolición, reparaciones o mejoras locativas de obras civiles o de otras actividades conexas (Resolución 472, 2017).

**** SCASP - Subdirección de Control Ambiental al Sector Público

Figura 1. Metodología general propuesta para el control en la generación de residuos de construcción y demolición RCD en Bogotá



Fuente: Elaboración propia.

Desde la perspectiva de Lean Construction: Pérdida (en este caso RCD), es “Todo lo que sea distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto” (Koskela, 1992). Los RCD pueden representar de 2.5% a 7% y más, del costo de construcción.

Con relación a los RCD, una de las prácticas más comunes es la inclusión del porcentaje de desperdicio de los materiales (o RCD) en el presupuesto de construcción. Este porcentaje es una declaración tácita, anticipada y a priori de los RCD a generar, que en muchos casos, al carecer de estadísticas que la respalden, oculta el verdadero nivel de industrialización con el que se ejecutará la construcción, diluyendo la responsabilidad y el compromiso de la organización y el proyecto con la sostenibilidad. Así, prácticas como estas, dificultan el seguimiento, la gestión y reducción del RCD, además de hacer impactante e insostenible la industria de la construcción. Por lo tanto, la cantidad de RCD por actividad, solo puede calcularse cuando existen estadísticas de ejecución real en obra, que reflejen la influencia de esa práctica en el diseño, supervisión y ejecución, que el constructor utiliza habitualmente (Consuegra, 2002), y que dan origen a los RCD.

Datos

Búsqueda de un modelo de Calculadora de RCD aplicable en Bogotá

Se identificaron varios enfoques a nivel mundial para la estimación de RCD aplicables a Bogotá, mediante la revisión de la bibliografía disponible, utilizando las bases de datos ScienceDirect (Elsevier), Scopus, Google Scholar y la biblioteca de la Unicolmayor. La búsqueda se centró en enfoques de cálculo de RCD, como se resume en la Tabla 1.

Tabla 1. Enfoques de los modelos para el cálculo de RCD en el mundo

Enfoque	Calcula el total de RCD, a partir de:	Etapa	Precisión	Costo cálculo	Tiempo de cálculo
GRC – Cálculo de la Tasa de generación	Un porcentaje fijo, por experiencia o monetario que al multiplicarlo por el área de construcción produce el total de RCD a generar (Wu, W. Yu, Shen, & Liu, 2014) (Parisi Kern, Ferreira Dias, Piva Kulakowski, & Paulo Gomes, 2015)	Diseño	Baja	Bajo	Corto
VM – Modelado de variables	Modelar variables económicas. P. ej.: El total de cemento despachado causa cierta cantidad de concreto que a su vez causa cierta cantidad de RCD. Este método es utilizado para grandes escalas de análisis. (Wu, W. Yu, Shen, & Liu, 2014)	Diseño	Baja	Medio	Medio
CSA – Sistema de clasificación por acumulación	Identifica la lista de materiales a utilizar de los que se puedan estimar los RCD con tasas de generación específicas que pueden reducir la variabilidad de los resultados. Este método es propicio para proyectos BIM. (Wu, W. Yu, Shen, & Liu, 2014)	Diseño	Alta	Medio	Medio
SV – Visita al sitio	Contabilizarlos en obra por medición en el acopio o conteo de vehículos que los retiran. (Wu, W. Yu, Shen, & Liu, 2014)	Ejecución	Alta	Alto	Duración del proyecto
LCA – Análisis del ciclo de vida.	Calcular bien sea el ciclo de vida del edificio o de ciertos materiales específicos. (Wu, W. Yu, Shen, & Liu, 2014)	Operación	Alta	Alto	Alto

Fuente: *Elaboración propia.*

Así mismo, se hizo una búsqueda de los factores que inciden en la gestión de RCD. Para la búsqueda se utilizaron palabras clave, tales como “Factores que reducen la gestión de residuos de construcción y demolición”, “Las mejores prácticas la gestión de residuos de construcción y demolición”, “Metodología para estimar las tasas de generación de la gestión de residuos de construcción y demolición”, “Instrumentos para el mejoramiento en la gestión de residuos de construcción y demolición”, “Actitud y factores de comportamiento en la gestión de residuos de construcción y demolición”, “Factores significativos que afectan la productividad de la construcción”. Cada publicación fue analizada para identificar sus contenidos y posteriormente, clasificarlos en una matriz, para identificar la frecuencia de los tópicos tratados como se muestra en la Tabla 2.

Para facilitar un análisis general de la anterior información, los tópicos fueron categorizados a priori en Recursos, Sistemas constructivos, Conocimientos, Habilidades, Técnicas, Herramientas y Otras.

Tasas típicas de generación de RCD

En la revisión bibliográfica se hallaron tasas locales y valores típicos para distintos lugares y escalas del enfoque más popular en el mundo: GRC -Cálculo de la Tasa de generación. Localmente, la información suministrada por la SDA, impidió determinar un tasa típica o paramétrica de generación de RCD. En la Tabla 3, se presentan algunos de los datos hallados que pueden servir de referencia.

Entre la diversidad, algunas cantidades registradas en unidades de volumen resultan incomparables por desconocer la masa unitaria a la que se refieren.

A nivel local, se hallaron datos de la UAESP producto del estudio “Caracterización de escombros por peso y por volumen en la ciudad” de Bogotá, D. C., y que se compararon con los datos de referencia, de los que se desconoce su origen; y, utilizados por una calculadora de RCD española, como se aprecia en la Tabla 4.

Criterio	TOTALES															
	(Kabirifar, Mojtabehi, Wang, & Tam, 2020)	(Clavez Martos, Styles, Zschmar-Lah, 2018)	(IDEA, 2017)	(PM Survey, 2015)	(Bakshan, Srouf, Chehab, & El-Fadel, 2015)	(Ramírez Tobón, 2014)	(Porras Díaz, Sánchez Rivera, & Galvis Guerra, 2014)	(Begum, Siwar, Pereira, & Jaafar, 2009)	(CII, 2009)	(Botero & Alvarez, 2006)	(Ying, 2004)	(Carzón Gordillo, 2000)	(Griffith & Sidwell, 1995)	(Ballard, 1994)	(Koskela, 1992)	(CIRIA, 1986)
* Gestión, prevención y reducción RCD en la fuente	1	1	1					1								4
Plan demolición	1	1														2
* Capacitación y educación	1		1		1	1		1								5
Eficiencia /maximización uso materiales / Reciclaje	1	1					1									3
Estimaciones precisas de materiales y RCD								1								1
* Diseño por residuos	1	1					1				1	1				5
Cambios diseño	1									1			1			3
Especificaciones	1															1
BIM	1															1
Cadena suministradores	1											1			1	3
Almacenamiento										1						1

Criterio	TOTALS															
	(Kabirifar, Mojtabehi, Wang, & Tam, 2020)	(Clavez Martos, Styles, Zschmar-Lah, 2018)	(IDEA, 2017)	(PM Survey, 2015)	(Bakshan, Srouf, Chehab, & El-Fadel, 2015)	(Ramírez Tobón, 2014)	(Porras Díaz, Sánchez Rivera, & Galvis Guerra, 2014)	(Begum, Sivar, Pereira, & Jaafar, 2009)	(CII, 2009)	(Botero & Alvarez, 2006)	(Ying, 2004)	(Carzón Gordillo, 2000)	(Griffith & Sidwell, 1995)	(Ballard, 1994)	(Koskela, 1992)	(CIRIA, 1986)
Diseño del sitio de obra	1											1				2
Gestor	4		1				1									2
Herramientas																0
Plan Gestión RCD PGRCD	1		1			1										3
Otras																0
Poca demanda			1													1
Contingencias													1			1

Fuente: las referidas y elaboración propia.

Tabla 3. Tasas de generación de RCD generado según país y origen.

Autor	País	Residuo	Origen del dato	% del Presupuesto	Comentario
Salazar Jaramillo, 2011	Colombia	20% (kg) todos los materiales	N.R.	10%	75% Agregados, 15% Cemento, arcillas, piedras, yeso, 10% metales, madera y plástico
Soibelman, s.f.	Brasil	-	Proyecto	5-12%	Presupuestos deficientes
Galarza Meza, 2011 (Picchi,1993)	Perú	13.63% (kg) todos los materiales	Proyecto	30%	Masa final del edificio de 0.85 t/m2 considerada
Galarza Meza, 2011 (Soibelman, 1993)	Perú	-	Proyecto	8.08%	N.R.
Galarza Meza, 2011 (Politécnico de Hong Kong, 1993)	Perú	0.10 m ³ /m ²	Proyecto	-	N.R.
Galarza Meza, 2011	Perú	0.10-0.13 m ³ /m ²	Proyecto	-	Disminución trabajo no contributivo de 23% a 12%
		122-133 HH/m ³	Proyecto	-	
Bakshan et al. (2015) Kofoworola y Cheewala (2009)	Tailandia	19-21 kg/m ²	País	N.R.	N.R.
Bakshan et al. (2015) Bergsdal et al. (2007)	Noruega	29-32 kg/m ²	País	N.R.	N.R.

Autor	País	Residuo	Origen del dato	% del Presupuesto	Comentario
Bakshan et al. (2015) Li et al. (2013)	Sur de China	41 kg /m ²	Proyecto	N.R.	N.R.
Bakshan et al. (2015) (Bakshan, Srouf, Chehab, & El-Fadel, 2015)					
Líbano	38-42 kg / m ²	País	N.R.	N.R.	
Bakshan et al. (2015) Karta et al. (2004)	Kuwait	45 kg /m ²	País	N.R.	N.R.
Bakshan et al. (2015) Ortiz et al. (2010)	España	46 kg /m ²	Proyecto	N.R.	N.R.
Bakshan et al. (2015) Cochran y col. (2007)	NOS	44-47 kg / m ²	Región (Florida)	N.R.	N.R.
Bakshan et al. (2015) Seo y Hwang (1999)	Corea	48 kg /m ²	Ciudad (Seúl)	N.R.	N.R.
Bakshan et al. (2015) Fatta et al. (2004)	Grecia	80 kg /m ²	País	N.R.	N.R.
Bakshan et al. (2015) Martínez-Lage et al. (2010)	España	80 kg /m ²	Región (Galicia)	N.R.	N.R.
Bakshan et al. (2015) Llatas (2011)	España	120 kg /m ²	País	N.R.	N.R.
Bakshan et al. (2015) Mallia et al. (2013)	Varios países	44-135 kg /m ²	Internacional	N.R.	N.R.

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 4. Caracterización de RCD por peso y por volumen en la ciudad de Bogotá, D. C.

Material	Bogotá % con tierra UAESP (2009)	Bogotá % sin tierra UAESP (2009)	España. Calculadora RCD 2008)
Concreto	27,2%	33,56%	14,00%
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	31,9%	39,31%	37,60%
Vidrio	2,0%	2,49%	0,25%
Papel	0,1%	0,10%	9,00%
Arena y grava	1,4%	1,70%	2,60%
Granito, mármol, piedra	3,1%	3,85%	2,50%
Plásticos	3,0%	3,74%	7,75%
Madera	2,7%	3,29%	4,00%
Metales	0,3%	0,31%	5,15%
Yeso	1,1%	1,30%	4,35%
Otros escombros	3,0%	3,71%	3,50%
Tierra	18,9%	-	-
Asfalto	1,2%	1,47%	1,50%
Asbesto y luminarias (RESPEL)	4,2%	5,15%	2,30%
Residuos orgánicos	0,0%	33,56%	-

Fuente: (UAESP, 2009)

Un mejor detalle de los RCD, se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Residuos generados por material en proyectos de construcción

Materiales	Brasil	Perú	Perú	España
	Soibelman, s.f.	Pinto (1999)	Picchi (1993)	Skoyles (1976)
Acero	7-27%	26,0%	-	5%
Concreto	0,75-25%	1,5%	-	3-18%
Cemento	30-150%	33,0%	-	-
Mortero	40-150%	86,5%	-	2-7%
Arena	20-110%	39,0%	-	-
Muros	26%		-	-
Madera	-	47,5%	-	12-22%
Cerámica pared	-	9,5%	-	3%
Cerámica piso	-	7,5%	-	3%
% Desperdicio de la estructura sobre (0,85t/m ²)	-	-	13,6%	-

Fuente: Elaboración propia.

SCASP tiene en cuenta un coeficiente de volumen de construcción de 0.60 m³/m² de materiales de obra requerido (SCASP, 2018). Esto significa que para una “tasa de generación de RCD de 0.10 m³/m² corresponde con una tasa de residuos general de 15% del volumen de los materiales empleados en la construcción, relacionado con el 20% al 30% del peso total del material durante la construcción que se reporta (Kabirifar, Mojtahedi, Wang & Tam, 2020).

Los datos anteriores parten de la idea que es posible establecer una tasa de generación de RCD típica para todo un proyecto, lo cual desconoce las diferencias de materialidad y prácticas constructivas

únicas de cada proyecto e, impide caracterizar distintos tipos de RCD generados, para su valorización y aprovechamiento.



Determinación del tipo de proyecto para la Calculadora de RCD

Para definir el tipo de proyecto objetivo para la Calculadora de RCD para Bogotá, de las bases de datos de la Secretaría Distrital del Ambiente —SDA—, se consultaron y agruparon los Planes de Gestión de RCD —PGRCD—, tanto de obras privadas como públicas y cuyo diligenciamiento estuviera completo, tal como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Base de datos de Generadores de RCD en Bogotá de 01 Julio de 1996 a 06 de Diciembre de 2019

Escala del proyecto	Número de planes	(m ²)	(m ³)	(Ton)	%
Otro	1.915,0	43.958.731,7	7.734.595.099,6	47.605,3	89%
Multifamiliar	1.579,0	739.265.657,4	6.193.395,5	18.814,9	9%
Obra de Infraestructura Vial	503,0	92.775.494,7	7.038.794,4	14.412,0	1%
Proyecto VIS	144,0	62.062.105,8	133.784,0	19,0	1%
Dotacionales	707,0	49.412.101,1	3.028.768,6	255.710,0	1%
Proyecto VIP	51,0	20.758.843,6	2.642,4	19.918,1	0%
Vivienda Individual	116,0	4.885.533,8	69.413,3	0,0	0%
Remodelación	416,0	3.350.661,3	40.879,8	1.984,5	0%

Fuente: Secretaría Distrital del Ambiente, 17 de Octubre de 2019.

A partir de los 5.431 números único de inscripción ante la SDA (PIN****) de las bases de datos de la SDA se seleccionaron las tipologías

**** PIN: número único de inscripción ante la Secretaría Distrital de Ambiente para generadores, transportadores, centros de aprovechamiento y sitios de disposición final

predominantes: Otros, Multifamiliar y Obra de Infraestructura Vial. De esa información, la clasificación “Otros” que representa el mayor volumen, incluye múltiples tipologías que infortunadamente, por la escasez de información no fue posible detallar, por lo cual se prescindió de esta. Así, el nuevo universo de datos disponibles se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Tipologías de Generadores de RCD en Bogotá desde el 01 Julio de 1996 a 06 de Diciembre de 2019

Escala del proyecto	Sector	Número de planes		Volúmenes de residuos	
		Cantidad	%	Cantidad	%
Multifamiliar	Privado	1.579	45%	750.278.088	75%
Obra de Infraestructura Vial	Público	503	14%	99.908.639	10%
Proyecto VIS	Privado	144	4%	62.235.160	6%
Dotacionales	Público	707	20%	52.810.106	5%
Proyecto VIP	Privado	51	1%	20.827.452	2%
Vivienda Individual	Privado	116	3%	4.954.953	0%
Remodelación	Múltiple	416	12%	3.393.932	0%
Total		3.516		994.408.330	

Fuente: Secretaría Distrital del Ambiente, 17 de Octubre de 2019.

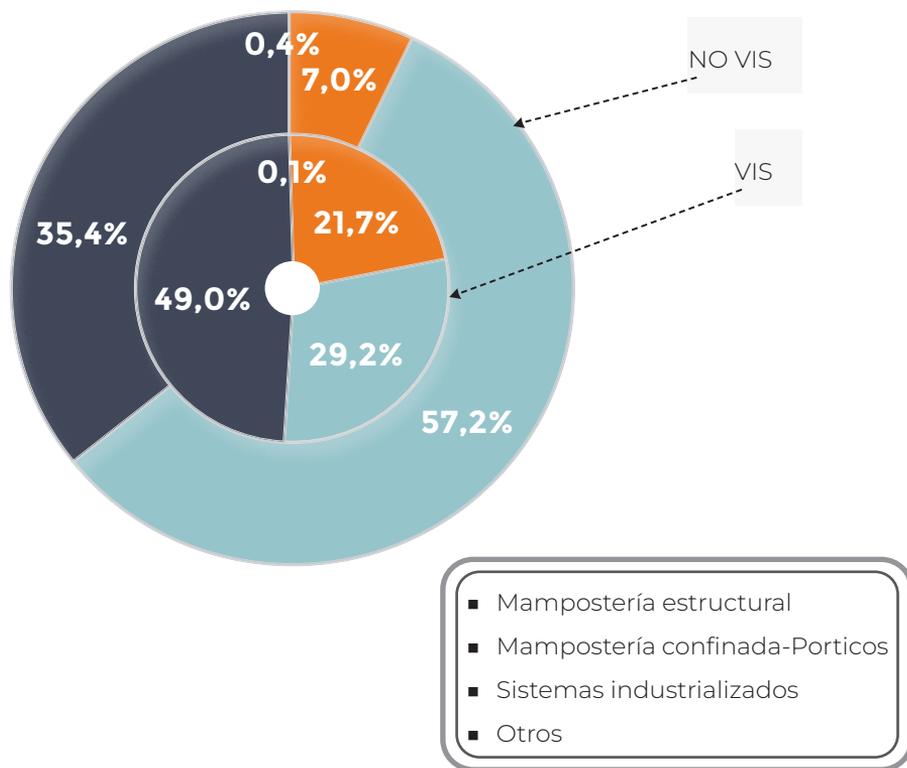
Del volumen de residuos se priorizó las tipologías “Multifamiliares” (Sector privado) y las “Obras de infraestructura Vial” (Sector público), por representar el 59% de los proyectos y 85% de los residuos generados. Estos datos se validaron con las proyecciones de CAMACOL***** y de la CCI*****. La confiabilidad de la información se fundamentó en el histórico de datos de 23 años, lo que permite suponer que la selección de las tipologías fue acertada por su relevancia.

***** CAMACOL, Cámara Colombiana de la Construcción.

***** CCI, Cámara Colombiana de la Infraestructura.

Respecto a los “Multifamiliares” son obras nuevas de edificios de apartamentos, mayoritariamente en el sistema constructivo “Mampostería confinada - Pórticos” (DANE, 2017), como se muestra en la Figura 2.

Figura 2 Distribución del área iniciada según sistema constructivo VIS y No VIS III trimestre 2017



Fuente: CEED Sistema constructivo: proceso mediante el cual se puede ejecutar o construir una obra desde sus capítulos preliminares teniendo en cuenta los materiales estructurales de cerramiento y acabados.

Respecto a los proyectos “Obras de Infraestructura Vial”, principalmente obras de instituciones públicas, que representan el 27% de los RCD en la base de datos de la SDA, son generados principalmente

por el Instituto de Desarrollo Urbano —IDU—. Sin embargo, la información solicitada al IDU para realizar este estudio nunca fue aportada. Por lo tanto, los proyectos objetivo de la Calculadora de RCD fueron:

- Multifamiliares – obra nueva. Representan 45% de los planes gestionados y 75% del área gestionada por la herramienta SCASP***** de la SDA entre los años 1996-2019.
- Dado que los planes no definen los sistemas constructivos, se seleccionaron para la calculadora, los siguientes sistemas (DANE, 2017):
 - **Mampostería estructural:** sistema constructivo que se realiza por medio de unidades de mampostería como lo son los ladrillos o bloques estructurales en arcilla o concreto. Posee elementos que actúan como complemento de la mampostería, entre los que se mencionan el mortero de pega o mortero de inyección, refuerzos que pueden ser varillas, grafiles o mallas, alambres, platinas, etc.; este sistema tiene la capacidad de poder ser modulado. Su cimentación se puede realizar por vigas con concreto reforzado, ciclópeo y placas flotantes, incrustadas o sobre el terreno. Las divisiones entre pisos se realizan por placas en concreto reforzado, prefabricadas o fundidas en el sitio de obra. Por lo general, este sistema constructivo se utiliza para edificaciones no mayores a tres pisos.
 - **Mampostería confinada pórticos:** se realiza por medio de elementos horizontales y verticales denominados vigas, viguetas y columnas, complementados también por elementos de mampostería (ladrillos o bloques en arcilla o concreto) que actúan como unidades de confinamiento y cerramiento de espacios. Las vigas, viguetas y columnas pueden ser construidas en concreto reforzado (triturado, cemento, arena y acero), metálicas, prefabricados, fundidos o ensamblados en obra; se conoce como siste-

***** SCASP Iniciales de Subdirección de Control Ambiental al Sector Público

ma tradicional con pórticos. Los elementos que actúan como complemento de este sistema son el mortero de pega, unidades de mampostería y concreto reforzado. Su cimentación se puede realizar por vigas con concreto reforzado, ciclópeo, pilotes o placas flotantes. Al igual que el anterior sistema, las divisiones entre pisos para obras mayores a dos pisos se realiza por placas en concreto reforzado, prefabricadas o fundidas en el sitio de obra.

- o **Prefabricados industrializados** (“in situ” o “no in situ”): son sistemas constructivos prediseñados por medio de formaletería, modulados según diseño arquitectónico y ensamblados por anclajes, pegantes o selladores, elementos de fijación, concreto, y demás elementos de unión estructural. Su fundición se puede realizar en la obra o en plantas de fabricación de paneles prefabricados. Poseen elementos complementarios de refuerzo como lo son, concreto, hierro, mallas electrosoldadas, formaletas. Su cimentación se puede realizar por vigas con concreto reforzado, ciclópeo y placas flotantes

Con el fin de contextualizar los “Multifamiliares” – obra nueva, la Tabla 8 muestra un conjunto de proyectos de construcciones recientes con sus características.

De la tabla, se evidencia la similitud tipológica de los proyectos multifamiliares.

Definición de los desempeños esperados de la Calculadora de RCD

Para definir los desempeños esperados de la Calculadora de RCD, se optó por un realizar análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas), de la gestión de PGRCD en la herramienta de la SDA (Resolución 932, 2015). Ver Tabla 9:

La intersección entre debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, generan las estrategias DOFA, que definen las características de desempeño de la Calculadora de RCD, así como la necesidad de establecer una nueva lista de RCD.

Tabla 8. Tipificación de Multifamiliares – obra nueva para la calculadora de RCD

Constructor	Nombre del Proyecto	N° pisos por edificación	N° Aptos por piso	Área de construcción por vivienda	N° Habitaciones	N° Baños
Amarilo	Astromelia	6	ND	55	3	2
Amarilo	Avellana	6	ND	58	3	2
Amarilo	Cayena	12	ND	53-60	2-3	2
Amarilo	Ponsetia	ND	ND	53	3	2
Amarilo	Rosal	6	ND	61	3	2
Amarilo	Reserva de Tierrablanca	6	ND	55	3	2
Amarilo	Reserva de Tierrablanca II	ND	ND	60	2-3	2
Colsubsidio	Torres del Camino	5	ND	41-57	3	2
Coninsa Ramon H	Abedul	ND	ND	48-63	3	1
Constructora Bolívar	Amapola	6	4	41-61	2-3	1-2
Constructora Bolívar	Huertas de Soacha	5-6	4	41-49	1-3	1-2

Constructor	Nombre del Proyecto	N° pisos por edificación	N° Aptos por piso	Área de construcción por vivienda	N° Habitaciones	N° Baños
Marval	Cala	6	4	45-54	2-3	2
Mendebel	Arrayán	6	4	ND	ND	ND
Mendebel	Abedul	6	4	47-63	3	2
Mendebel	Eucalipto	6	4	40-60	3	1
Ospinas	Nogal	6	4	57	2-3	2
Ospinas	Cedro	6	4	44-54	2-3	2
Ospinas	Azahar	6	4	44-53	2-3	2
Ospinas	Palmeto	6	ND	62-68	ND	ND
Ospinas	Pomarrosa	6	ND	62-68	ND	ND
Ospinas	Azucena	6	ND	44-53	2-3	1-2
Ospinas	Begonia	6	ND	52-60	2-3	1
Ospinas	Lavanda	6	ND	40	2	1
Ospinas	Roble	6	ND	31	3	1-2

Fuente: (García López, Stand Villareal, Gómez Cabrera & Núñez Moreno, 2016).

Tabla 9. Análisis DOFA Planes de Gestión de RCD presentados ante la SDA

		Oportunidades	Amenazas
Fortalezas			
Se cuenta con una herramienta digital para gestionar los PGRCD		Una mejor cuantificación de los RCD permitirá distribuir mejor la responsabilidad entre todos los involucrados y promoverá el mercado de RCD propio de economía circular	Una mejor cuantificación de los RCD reducirá los impactos ambientales de las obras en Bogotá
La SDA está abierta a adoptar recomendaciones que mejoren el cumplimiento misional y su gestión			
Debilidades			
El 17% no incluye la descripción del proyecto de manera suficiente		La herramienta aumentará la cantidad de variables que mejorará la descripción del proyecto	Impedirá la evasión y mal manejo de los RCD, incluida la responsabilidad de los constructores sobre los residuos peligrosos RESPELS.
El 33% no incluye los datos de tiempo de ejecución y terminación de los proyectos		La herramienta podrá ofrecer una estimación de tiempo, dada las tipificaciones hechas	
El 44% no incluye los datos de volúmenes de RCD estimados		La herramienta los cuantifica y estimulará el surgimiento de nuevas empresas dedicadas al negocio de la gestión de los RCD	Determinar una lista de residuos más ajustada a la realidad, que ojalá incluya RCD líquidos y gases, que no son tenidos en cuenta por la legislación ni la práctica

Debilidades	Oportunidades	Amenazas
<p>El 44% no incluye la estimación de costos de tratamiento de RCD.</p>	<p>Los constructores podrán ser más conscientes el impacto en los costos de los RCD en los proyectos (2,5% del presupuesto, casi un 15% de una utilidad normal) y tomar medidas para evitar generarlos o darles un mejor manejo.</p>	<p>Retirar de la lista de RCD el material de excavación por no ser un “subproducto” de las actividades de construcción, además de “encubrir” otras fracciones de RCD, por ejemplo, aprovechables o RESPEL.</p>
<p>Deficiencias en los contenidos del Plan de Gestión de RCD, así como en el diligenciamiento de las tablas de registro de cantidades de RCD generado en la ejecución, dificultan la labor de la SDA</p>	<p>La cuantificación de RCD más detallada especificará tanto los tipos como las cantidades de RCD generadas, que podrán irse acumulando a lo largo de la obra y facilitar su seguimiento</p>	
<p>El 100% no determina el volumen y/o peso total de material constructivo a usar en obra para identificar el porcentaje de aprovechamiento que debe cumplir según la Resolución 01115 de 2012.</p>	<p>La herramienta expresará, tanto en volumen, masa y tipo los RCD generados asociados al proyecto</p>	<p>La herramienta podrá en un futuro, mejorar las opciones de aprovechamiento desde el diseño</p>

Fuente: *Elaboración propia. Debilidades con base en la Resolución 932 (2015).*

Lista de residuos RCD generados en Bogotá

Para alimentar la Calculadora de RCD, fue necesario actualizar la lista de RCD existente (Resolución 472, 2017), para esto se contó con el “Consolidado de la caracterización por toneladas de escombros de Bogotá D. C. (UAESP, 2009)”; la Lista Europea de Residuos (Comisión Europea, 2018) y el aporte de 37.000 registros correspondientes a 9 años de experiencia como gestores de RCD de la empresa Maat Soluciones Ambientales SAS, lo que facilitó la creación de la lista de RCD para Bogotá que se presenta en la Tabla 10 y el Anexo 1.

Tabla 10. Lista de Residuos de construcción y demolición RCD generados en Bogotá (propuesta)

Grupo	Categoría	Clase	Componente
Tierras y pétreos de la excavación	APROVECHABLES	Pétreos de excavación	Tierra y piedras
		Orgánicos de excavación	Materiales orgánicos
	NO APROVECHABLES	Pétreos de excavación	Tierra y piedras
		Orgánicos de excavación	Materiales orgánicos
Residuos de demolición y construcción RCD	APROVECHABLES	RCD: Naturaleza pétreo	1. Arena Grava y otros áridos
			2. Concreto
			3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos
			4. Mezclados
			1. Asfalto
			2. Madera
			3. Metales

Grupo	Categoría	Clase	Componente
Residuos de demolición y construcción RCD	APROVECHABLES	RCD: Naturaleza no pétreo	4. Papel
			5. Plástico
			6. Vidrio
			7. Yeso
Residuos de demolición y construcción RCD	NO APROVECHABLES	RCD: Especiales	PS (Poliestireno. P. e.: aligeramientos, o vasos y platos desechables)
		RCD: Peligrosos Corrosivos, reactivos, explosivos, inflamables, infeccioso, radioactivos, tóxico, patógenos	1- Contaminados (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)
		Otros RCD	2- Químicos, Pinturas Combustibles, Disolventes, Refrigerantes, Envases (Incluidos en el Decreto 1076 de 2015)

Fuente: Orientaciones técnicas sobre la clasificación de los residuos. Comisión Europea (2018).

Lista Europea de Residuos (Comisión Europea, 2018). Diagnóstico del manejo integral de escombros en Bogotá (UAESP, 2009). Maat Soluciones Ambientales S.A.S (Maat SAS, 2019). Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición – RCD en la obra, (SDA, 2015). Elaboración propia.

Los RCD se dividieron en tierras y pétreos de la excavación y residuos de demolición y construcción RCD, cada uno de los cuales se dividió a su vez en las categorías aprovechables y no aprovechables. Para los RCD la categoría aprovechables, se subdividió en RCD de naturaleza pétreo y no pétreo, incluyendo el yeso como material aprovechable. Y la categoría no aprovechables, se subdividió en RCD especiales, peligrosos y otros RCD. Cada uno cuenta con un peso unitario específico. Los residuos líquidos y gaseosos no fueron incluidos en esta lista.

Definición de la Calculadora de RCD

Dado que la construcción no solo puede ser entendida desde la materialidad (geometría, material, etc.), sino desde las prácticas de gestión (relacionadas con la organización para la producción, etc.), por su estrecha relación, la Calculadora de RCD debe integrar ambos tipos de variables, con la perspectiva de ciclo de vida del proyecto.

Identificación de las variables para la Calculadora de RCD propuesta

Las variables de materialidad hacen referencia a las cantidades y materiales que se emplean en el sistema constructivo, de los cuales se generan los RCD. Para esta investigación, tanto la lista de materiales, así como las tasas de generación por componente, fueron obtenidas del análisis de 164.000 m² de edificación, en siete proyectos de vivienda en Bogotá y Soacha; tres de los cuales fueron un mismo proyecto (27.709,2 m² en 23 torres de 6 pisos de 24 apartamentos de 53.70 m² en promedio cada uno), diseñados para cada uno de los sistemas constructivos: Sistema industrializado (muros y entrepisos en concreto), Mampostería estructural (Muros en arcilla y entrepisos en concreto) y Mampostería confinada – pórticos (Estructura de concreto y muros en arcilla), con las correspondientes consideraciones de cimentación según el sistema (García López, Stand Villareal, Gómez Cabrera & Núñez Moreno, 2016) y cuyas cantidades fueron calculadas mediante BIM (Building Information Modelling) como se ve en la Tabla 11.

Tabla 11. Cantidades de materiales proyecto de referencia (1.434 m² / 24 Apartamentos)

Materiales	Sistema Industrializado (t)	Mampostería Estructural (t)	Mampostería Confinada - Pórticos (t)
Cemento	119,4	69,9	107,8
Grava	353,5	171,3	297,4
Arena	373,4	258,6	361,8
Agua	66,0	43,1	62,3
Acero	34,6	27,8	31,9
Ladrillos	85,9	273,7	214,8
Peso Total	1.032,7	844,3	1.075,9

Fuente: García López, Stand Villareal, Gómez Cabrera & Núñez Moreno, 2016.

Los otros cuatro proyectos contaban con PGRCD para proyectos de vivienda en Mampostería confinada – pórticos con áreas de construcción de 27.656.6 m², 39.343 m², 9.301 m², 5.105 m², dos de los cuales incluían sótanos.

Por otro lado, las variables de gestión referidas a las prácticas de gestión en el diseño, la producción y el nivel de productividad, entre otras, son causantes de RCD en los tres niveles de gestión de la organización: estratégico, táctico y operativo o de construcción, lo que les confiere atributos de ciclo de vida del proyecto. Para determinar estas variables, se analizó a priori el aplicativo de SDA y los “Tópicos y frecuencias relacionados con factores que inciden en la generación de RCD” (Tabla 6), como lo muestra la Tabla 12.

Mediante una encuesta inicial que define el nivel de productividad P_j , se pondera cada una de las subvariables de las prácticas de gestión de la Tabla 11, bajo el criterio que cada una participa de manera diferencial en cada componente de RCD. Por ejemplo: el compo-

Tabla 12. Prácticas de gestión consideradas para la Calculadora de RCD propuesta

Diseño	Construcción	Operación
¿Desarrolló el diseño por residuos?	¿Cuál es el nivel de capacitación del personal en prevención y reducción RCD en la fuente?	¿Tiene un plan de desmantelamiento y demolición adecuado?
¿Cuál es su nivel de industrialización y logística?	¿Cuenta con planes para el control de reprocesos y cambio en la ejecución?	
¿Qué tan precisas es la estimación de materiales y RCD?	¿Cuenta con un sistema eficiente de compras que incluya cantidades precisas, almacenamiento, criterios de selección sostenible, entrega, control existencias, sobre pedidos y rechazos?	
¿Los contratos incluyen las responsabilidades por reducción de residuos (multas/ reconocimientos por generación y clasificación)?	¿Hay un responsable por la inspección frecuente en la obra y suficiente personal asignado para la clasificación técnica del RCD en el sitio y fuera del sitio?	
¿Cuenta con un diseño eficiente del sitio de obra y Gestor de RCD?	¿Cuenta con el espacio necesario y acceso adecuado, para separación, reciclaje, almacenamiento de RCD y RESPELS durante todo el proyecto?	
¿Cuenta con un Plan de Gestión de RCD hecho concienzudamente?		

Fuente: *Elaboración propia.*

nente de RCD de concreto, es influido por el nivel de industrialización, la logística del proyecto, la estimación precisa de materiales, mientras que el componente madera, además de las anteriores subvariables, está influido por el plan para el control de reprocesos y cambios en la ejecución, el sistema eficiente de compras y el diseño eficiente del sitio de obra. Estas y las otras variables propuestas determinarán el porcentaje de RCD a generar.

Elección del Calculadora de RCD

Para soportar la Calculadora de RCD, se proponen siguientes tres referentes:

- La práctica internacional recomendada No. 18R-97 de la Asociación Americana de Ingeniería de Costos (AACE, 2019), referida al sistema de clasificación de costos estimados para un presupuesto Clase 4 o avalúo desarrollado con información de referencia, que pueden ser datos de referencia, ecuaciones paramétricas o modelos compuestos.
- El enfoque para el cálculo de cantidades de RCD a generar, CSA – Sistema de clasificación por acumulación, que calcula el total de RCD en la etapa de diseño, por la lista de materiales a utilizar en la construcción, (emparejada con la lista de RCD producida en esta investigación).
- “Buenas prácticas de gestión” significa que existe consenso general acerca de la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a los procesos de dirección de proyectos que pueden aumentar la posibilidad de éxito para entregar los resultados esperados (PMI, 2016).

Con base en los tres referentes, la Calculadora de RCD mezcla, la materialidad (Q_i) con la incidencia de la calidad de las prácticas de gestión del constructor (G), a partir de lo cual se estiman las tasas de generación para cada material. Asimismo, se introduce la variable del error o imprecisión humana h_j (Ruiz Moreno & Trujillo, 2012) que busca “suavizar” los cálculos, todo lo cual se indica en la Tabla 13:

Tabla 13. Variables para la Calculadora de RCD propuesta

Tipo	En la Calculadora de RCD	Variable	Definición	Símbolo	Ecuación	Fuente
Independiente	Datos demográficos del proyecto					Planes de Gestión de RCD -PGRCD
	Proyectos Multifamiliares nuevos		Unidad de observación			Planes de Gestión de RCD -PGRCD
	Extrañas/ ajenas		No se definieron			
	Material específico		Materiales de la lista base de RCD, del sistema constructivo j	$m_j =$	Constante	Planes y presupuesto de obra
	Cantidad actividad		Cantidad de obra del sistema constructivo j (Volumen, Área)	$a_j =$	Constante	Planes y presupuesto de obra
	Materialidad		Cantidad total del Material específico del sistema constructivo j	$Q_j =$	$Q_j = \sum a_j m_j$	

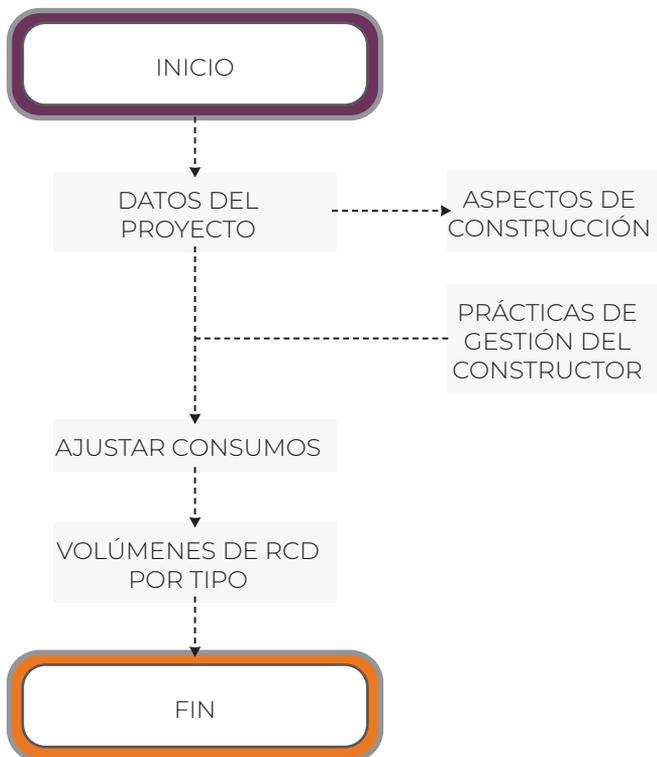
Tipo	En la Calculadora de RCD	Variable	Símbolo	Ecuación	Fuente
Tipo	En la Calculadora de RCD	Definición	Símbolo	Ecuación	Fuente
Independiente	Prácticas de gestión	Prácticas de gestión del constructor generadoras de RCD por cada tipo de material i.	$p_i =$	Combinación de constantes	Encuesta inicial prácticas de gestión del Constructor
	Tasa de generación de RCD	% RCD generado por las prácticas de gestión del constructor. Combinación de constantes para cada tipo de RCD i	$G_i =$	$G_i = \sum p_i$	
	Imprecisión humana	% RCD generado por el nivel de industrialización del constructor.	$h_j =$	Constante	Encuesta inicial prácticas de gestión del Constructor
Dependiente	Cantidad de RCD proyectados	RCD total generados por la imprecisión humana más las prácticas de gestión	T_{RCD}	$T_{RCD} = \sum Q_j (h_j + G_j)$	

Fuente: *Elaboración propia.*

Así, por ejemplo, se espera que, ante un mismo proyecto, un constructor experimentado genere menores cantidades de RCD comparado con un constructor novato, debido a las prácticas de gestión como a las diferencias en el nivel de industrialización de ambos.

El Calculadora de RCD propuesta se operacionalizó en una herramienta MS Excel cuyo esquema general operativo se muestra en la Figura 3.

Figura 3. Esquema general operativo del Calculadora de RCD propuesto



En la etapa inicial se capturan datos del proyecto, aspectos de la materialidad y las prácticas de gestión del constructor. A partir de lo anterior y con fundamento en la base de datos de referencia de materiales construida para cada tipología; en la segunda etapa, se es-

timan automáticamente las cantidades y de materiales y de RCD a generar, con la posibilidad de hacer ajustes específicos; en la tercera etapa, la Calculadora de RCD ofrece la facilidad de establecer un plan de gestión de RCD, valorizado económicamente por estrategia: reutilización, reciclaje, disposición y otros destinos; finalmente, en la cuarta etapa, la herramienta sintetiza los resultados gráficos y numéricos por volumen, masa de RCD y emisiones de CO₂ por cada estrategia de gestión planteada.

Discusión

Si bien, los RCD se producen cuando comienzan las actividades de construcción, son el resultado de las políticas y decisiones adoptadas previamente por la organización que ejecuta el proyecto, lo que refuerza la concepción que la construcción es un proceso de múltiples incidencias más que como un producto (EDISOS, 2018). En la jerarquía de actuaciones para la gestión de RCD, son precisamente esas incidencias o prácticas de gestión en los procesos de diseño y ejecución de proyectos constructivos de infraestructura y edificación, así como las acciones de control y mantenimiento a lo largo de su vida útil (Gordillo, Hernández & Ortega, 2010), las generadoras de RCD y sobre las cuales se puede actuar para prevenir o reducir, pues una parte considerable de RCD puede predecirse y eliminarse, de la misma manera que una gestión deficiente previa a la construcción puede explicar las causas más importantes de la producción excesiva de RCD en obra (Parisi Kern, Ferreira Dias, Piva Kulakowski & Paulo Gomes, 2015).

Si pérdida es todo lo distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto (Koskela, 1992) la realidad es que la construcción consume más que el mínimo necesario, con efectos relevantes en lo económico, ambiental y social, lo que justifica la reducción, reutilización, reciclaje, transformación y eliminación de RCD. Este último paso, el de la eliminación, no se considera una opción eficiente de gestión

de residuos, en tanto que la prioridad de prevención es el resultado preferible (Kabirifar, Mojtahedi, Wang & Tam, 2020). Sin embargo, el modelo de gestión de RCD prevalente en Bogotá promueve la eliminación debido a las pocas opciones que tienen los RCD, omitiendo el peso que pueden tener en el presupuesto total del proyecto (Begum, Siwar, Pereira & Jaafar, 2009).

Sobre los enfoques para el cálculo de RCD

Con referencia a los enfoques para el cálculo de RCD, se pudo observar que algunos parten de tasas de generación promedio por proyecto, hacia tasas particulares deducidas de otros proyectos o propias expresadas como fracciones de la tasa de generación general (GRC - Cálculo de la Tasa de generación, VM - Modelado de variables, SV - Visita al sitio), aumentando el riesgo de error en los PGRCD y la pérdida del control; y otros enfoques, van de cálculos particulares de RCD por material o componente específicos del proyecto, basados en estadísticas o experiencias, hasta obtener una tasa de generación media resultante por proyecto, aumentando la eficacia de los PGRCD (CSA - Sistema de clasificación por acumulación y LCA - Análisis del ciclo de vida). Es por esta razón que la Calculadora de RCD propuesta, adoptó este último enfoque. Así, se analizaron dos calculadoras de RCD diferentes (Residuos, 2011) (Cype, 2020) y disponibles; y, se observó que ambas para deducir la cantidad de RCD a generar, o bien utilizan el área total de construcción o cuantifican las cantidades totales de material a utilizar en la obra, con precisión, pero ambas utilizan tasas de generación arbitrarias particulares o por proyecto ($0.10 \text{ m}^3/\text{m}^2$) (Galarza Meza, 2011); (Li, Ding, Mi, & Wang, 2013); (Bakshan, Srour, Chehab, & El-Fadel, 2015); (Parisi Kern, Ferreira Dias, Piva Kulakowsky, & Paulo Gomez, 2015); (Villoria Sáez, Porras-Amores, & del Río Merino, 2015); (Wu, W. Yu, Shen, & Liu, 2014) que no consideran las prácticas de gestión.

Por otro lado, para todos los autores es claro que el origen de los RCD está asociado a las prácticas y no al producto de construcción propiamente dicho. Sin embargo, la popularidad del uso de la tasa de generación media hace escasos quienes, si quiera, mencionan

las prácticas de gestión (Ying, 2004); (Begum, Siwar, Pereira & Jaafar, 2009), obviando su influencia y necesidad de control, para poder justificar la variabilidad en los resultados de cualquier Calculadora de RCD de un proyecto a otro o de una empresa a otra. De no involucrarse las prácticas de gestión en la Calculadora de RCD, se restringe las investigaciones a casos específicos y no a Calculadoras de RCD estandarizadas. Por lo anterior, llama la atención que las prácticas de gestión, siendo tan relevantes para justificar los RCD generados, no se investiguen.



Sobre el desempeño de la Calculadora de RCD

Con relación a los desempeños, la Calculadora de RCD debe resolver la dificultad para determinar, con algún nivel de precisión y economía, antes que termine la etapa de diseño, las cantidades de materiales a emplear, así como las prácticas de gestión para facilitar el cálculo de RCD a generar, como base de un PGRCD razonable para el gestor y la autoridad ambiental, que facilite para ambos el seguimiento a la generación, al aprovechamiento y/o a la disposición (Glavez Martos, Styles, Schoenberger & Zeschmar-Lah, 2018). Así pues, la Calculadora de RCD no debe limitarse al identificar las cantidades de RCD. Debe ser lo suficientemente dinámica para proveer información al usuario, tal que le permita mejorar sus propias prácticas de gestión, aprender y hacerse consciente del costo de su nivel de industrialización y del cumplimiento de su Responsabilidad Social Empresarial. De esta manera, puede actuar efectivamente en la reducción de los RCD y sus impactos. Esto se logra mediante la “Generación presuntiva” que arroja la Calculadora de RCD, donde la carga de la prueba estará en cabeza del generador. De esta forma, el generador no podrá desconocer la generación de diversos tipos de RCD y podrá demostrar que no generó tales materiales o cantidades con base en los certificados de disposición que presente. Así, la SDA podrá expedir la paz y salvo y finalizar el PIN y además, tendrá la certeza de las cantidades y tipos de RCD generados, adecuadamente aprovechados y dispuestos, con lo cual promoverá la economía circular y la sostenibilidad de la construcción.

Sobre lista de RCD

Con referencia a la lista de residuos, se separó en dos grupos: RCD propiamente dichos y, excavaciones. Se propone para las excavaciones de suelos naturales, apartar su manejo de los RCD, debido a que la cantidad de masa que representan, minimizan los materiales aprovechables o altamente impactantes para el ambiente como los RESPELS. Cabe aclarar que, estas excavaciones de suelos naturales no son “subproductos” de ningún material de construcción, razón por la cual no deben ser considerados un RCD propiamente dicho.

De otra parte, quedará aún pendiente la consideración dentro de la lista de RCD y el manejo de gases y líquidos como por ejemplo, aguas de procesos de lavado.

Otras consideraciones para la Calculadora de RCD

Con relación a las variables características de la materialidad como la repetición de pisos (pisos de apartamentos), el área de planta regular y el apego a sistemas de construcción probados pueden incidir en alto porcentaje sobre la cantidad de RCD generados (Parisi Kern, Ferreira Dias, Piva Kulakowsky & Paulo Gomez, 2015), además de crear opciones de control mediante el pronóstico de generación con curva “S” (Lu, Peng, Chen, Skitmore & Xiaoling, 2016) en el ciclo de vida del proyecto. Asimismo, la introducción de prácticas de gestión en los tres niveles estratégicos de la organización, la perspectiva de ciclo de vida y, la introducción de la variable de imprecisión humana, le confieren a la Calculadora de RCD propuesta una característica diferencial respecto a otros modelos o calculadoras estudiadas y disponibles.

De otra parte, el nivel de precisión que puede lograr la calculadora de RCD propuesta respecto a la tasa media de generación, permitiría adquirir información que oriente políticas de aprovechamiento o informar anticipadamente a la oferta y la demanda de RCD disponibles en el mercado (Wu, y otros, 2016) para su revalorización. Para que esto sea posible, se debe evitar el aprovechamiento in situ o en su defecto debe ser controlado exigiendo el cumplimiento de especificaciones

técnicas (normalizadas) para erradicar las malas prácticas constructivas de negación y ocultamiento, con las respectivas consecuencias de impactos y contaminación, más la imposibilidad de cerrar el ciclo de los materiales (Ellen Macarthur Foundation, 2015).

Conclusiones

- Se definió una Calculadora de RCD para proyectos Multifamiliares de vivienda en Bogotá, para tres sistemas constructivos, que mejora la calidad de los Planes de Gestión de RCD, que se tramitan ante la autoridad ambiental (SDA), arbitrando las cantidades y los tipos de RCD a generar y sobre los cuales se debe demostrar la adecuada gestión. Esto reducirá los RCD en todo el ciclo de vida de los proyectos desde el diseño, permitiendo a los responsables cumplir con los compromisos ambientales, económicos y sociales, a la vez que introducen adecuadamente los RCD en circuitos de valorización y aprovechamiento.

Se identificó dos tipos de variables a controlar para prevenir la generación de RCD: variables de la materialidad, así como variables de gestión o prácticas de gestión de los ejecutores de proyectos de construcción multifamiliares, que mezcladas explican de mejor manera las cantidades de RCD a generar.

- La Calculadora de RCD propuesta, está operacionalizada en una herramienta Excel, para ser apropiada por la SDA y así evitar la evasión de RCD, RESPELS y la emisión de CO₂, contribuyendo a la sostenibilidad de la ciudad y la economía de la construcción.
- Se estableció una nueva lista de RCD para Bogotá, lo que implica un mejor detalle de los RCD disponibles para estimular la economía circular.

- La herramienta es un resultado de investigación aplicada de la Especialización en Edificación Sostenible y del conocimiento tecnológico, que aporta a la solución de un problema práctico y real de la sociedad: sostenibilidad del sector de la construcción.

Agradecimientos

Los grupos de investigación Ecoedificación y Grupo de Estudios en Gerencia de Proyectos de Construcción -GEGPC agradecen a:

Juan Sebastián Rodríguez Spell, Ingeniero Civil y Egresado de la Especialista en Edificación Sostenible, por sus aportes como Auxiliar de Investigación en este trabajo.

Maat Soluciones Ambientales SAS especialmente a la AdE. Gina Pongutá, líder estratégica y socia fundadora, por su generosidad y apertura para la investigación.

Secretaría Distrital del Ambiente SDA, en especial al Ingeniero Ambiental y Sanitario Carlos Jaime Orozco Gutiérrez por su motivación, apoyo y aporte de información.

Referencias bibliográficas

AACE. (16 de Marzo de 2019). *Asociación Americana de Ingeniería de Costos AACE*. Disponible en https://web.aacei.org/docs/default-source/toc/toc_18r-97.pdf?sfvrsn=4

Bakshan, A., Srour, I., Chehab, G., & El-Fadel, M. (Julio de 2015). A field based methodology for estimating waste generation rates at various stages of construction projects. *Resources, Conservation and Recycling*, 100, pp.70-80. doi: Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.04.002>

Ballard, G. (22 de Abril de 1994). *Lean Construction Institute*. (N. C. Monterrey, Ed.) Disponible en <https://leanconstruction.org.uk/wp-content/uploads/2018/09/LastPlanner.pdf>

Begum, R. A., Siwar, C., Pereira, J. J., & Jaafar, A. H. (17 de marzo de 2009). Attitude and behavioral factors in waste management in the construction industry of Malaysia. *Resources, Conservation and Recycling* (53), pp.321-328. doi:10.1016/j.resconrec.2009.01.005

CII, C. I. (09 de feb de 2009). Introduction to CII Practices. *Special Presentation to American Council for Construction Education*. (M. García, Ed.) Jacksonville, Florida. Disponible en <http://www.acce-hq.org/images/uploads/CIIIPFORACCE20Feb09I.pdf>

CIRIA. (1986). *CIRIA*. Disponible en https://www.ciria.org/CIRIA/Bookshop/Free_Publications/Books/Free_CIRIA_Publications.aspx?hkey=ca8794b8-b1b3-4742-880d-6c7a27719afb

Comisión Europea. (9 de abril de 2018). *Euro lex*. Disponible en <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:C:2018:124:-FULL&from=IT>

CONPES 3874. (2016). *Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos*. Disponible en <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>

Consuegra, J. G. (2002). *Presupuestos de construcción*. Bhandar editores.

Cype. (2020). *Cype.es*. Disponible en <http://gestion-de-residuos.cype.es/#funcionamiento>

DANE. (24 de noviembre de 2017). *Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas DANE*. Disponible en <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/vivienda-vis-y-no-vis/vivienda-vis-y-no-vis>

EDISOS (2018). *Condiciones de Calidad. Maestría en Construcción Sostenible*. Bogotá: Universidad Colegio mayor de Cundinamarca.

Ellen Macarthur Foundation. (2015). *Delivering the circular economy a toolkit for policymakers*. Ellen Macarthur Foundation. Ruth Sheppard. Disponible en https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/EllenMacArthurFoundation_Policy-makerToolkit.pdf

Galarza Meza, M. P. (2011). *Desperdicio de materiales en obras de construcción civil: Métodos de medición y control*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

García López, J. D., Stand Villareal, F., Gómez Cabrera, A., & Núñez Moreno, F. A. (2016). *Comparación de los principales sistemas constructivos de VIS en Colombia, desde una perspectiva de sostenibilidad, empleando BIM: caso estudio en Soacha*. Tesis de Maestría, Universidad Javeriana. Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/19639/GarciaLopezJuanDiego2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Garzón Gordillo, M. L. (2000). Políticas de productividad para compañías constructoras de vivienda de interés social. Disponible en <https://es.scribd.com/document/186222283/Politic-as-Productividad-Lean>

Glavez Martos, J. L., Styles, D., Schoenberger, H., & Zeschmar-Lah, B. (Septiembre de 2018). "Las mejores prácticas de gestión de residuos de construcción y demolición en Europa". *Recursos, conservación y reciclaje*, 136, pp. 166-178. doi: Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.res-conrec.2018.04.016>

Gordillo B, F., Hernández C, N., & Ortega M, J. A. (2010). *Pautas Para una Construcción Sostenible en Colombia*. Bogotá . Consejo Profesional Nacional de Arquitectura y sus Profesiones Auxiliares y La Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Griffith, A., & Sidwell, T. (1995). *Constructabilidad en la fase de construcción*. Londres: Palgrave. doi: Disponible en https://doi.org/10.1007/978-1-349-13137-2_5

IDEA, I. D. (2017). *Consultoría para el análisis y evaluación de la situación actual de la internalización de costos ambientales y en salud por la gestión de residuos sólidos en Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Estudios Ambientales IDEA. Disponible en http://www.idea.unal.edu.co/proy_idea/proy_residuos479/prod2/Producto_2-RCD_26-09-17.pdf

Kabirifar, K., Mojtahedi, M., Wang, C., & Tam, V. W. (09 de abril de 2020). Factores que contribuyen a la gestión de residuos de construcción y demolición junto con estrategias de reducción, reutilización y reciclaje para una gestión eficaz de residuos: una revisión. *Journal*

of Cleaner Production. doi: Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121265>

Koskela, L. (1992). *Application of the new philosophy to construction*. Finlandia: CIFE Center for Integrated Facility Engineering. Disponible en <http://www.leanconstruction.org/media/docs/Koskela-TR72.pdf>

Li, J., Ding, Z., Mi, X., & Wang, J. (Mayo de 2013). Un modelo para estimar el índice de generación de residuos de construcción para proyectos de construcción en China. *Recursos, conservación y reciclaje*, 74, pp. 20-26. doi: Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.02.015>

Lu, W., Peng, Y., Chen, X., Skitmore, M., & Xiaoling, Z. (Octubre de 2016). The S-curve for forecasting waste generation in construction projects. *Waste Management*, 56, pp. 23-34. doi: Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.07.039>

Parisi Kern, A., Ferreira Dias, M., Piva Kulakowski, M., & Paulo Gomes, L. (Mayo de 2015). Waste generated in high-rise buildings construction: A quantification model based on statistical multiple regression. *Waste Management*, 39, pp. 35-44. doi: Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.01.043>

PM Survey. (5 de noviembre de 2015). *pmsurvey.org*. (P. Builder, Ed.) Disponible en <http://201.49.223.58:8080/PBEnquete3/index-en.xhtml>

PMI, P. M. (2016). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)* (Sexta ed.). Pensilvania: PMI Publications.

Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, O. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. *AVANCES Investigación en Ingeniería*, 11(1), pp.32-53. doi:10.18041/1794-4953/avances.1.298

Ramírez Tobón, J. C. (2014). *Instrumentos para el mejoramiento en la gestión de la política de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en Bogotá D. C. a partir de las percepciones de los constructores de obras públicas*. Proyecto de grado para optar por el título de Magíster en Gestión Ambiental, Pontificia Universidad Javeriana. Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/13514/RamirezTobonJulioCesar2013.pdf?sequence=1>

Residuos. (2011). *residuos.webnode.es Nuestra casa común*. Disponible en <https://residuos.webnode.es/>

Resolución 472, 472 (Minambiente 28 de febrero de 2017). Disponible en <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=68359>

Resolución 932, 932 (SDA 14 de julio de 2015). Disponible en <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=62579>

Ruiz Moreno, J. M., & Trujillo, H. M. (Octubre de 2012). Modelos para la evaluación del error humano en estudios de fiabilidad de sistemas. *Anales de Psicología*, 28(3), pp. 963-977. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/167/16723774036.pdf>

SCASP, S. D. (2018). *Informe de gestión subdirección de control ambiental al sector público SCASP proyecto de inversión 1141 enero a diciembre 2017*. Bogotá D.C.

UAESP, U. A. (2009). *Diagnóstico del manejo integral de escombros en Bogotá Distrito Capital*. Bogotá: Secretaria Distrital del Habitat.

Villoria Sáez, P., Porras-Amores, C., & del Río Merino, M. (Septiembre de 2015). New quantification proposal for construction waste generation in new residential constructions. *Journal of Cleaner Production*, 102(1), pp. 58-65. doi: Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.029>

Wu, H., Duan, H., Zheng, L., Wang, J., Niu, Y., & Zhang, G. (Junio de 2016). Demolition waste generation and recycling potentials in a rapidly developing flagship megacity of South China: Prospective scenarios and implications. *Construction and Building Materials*, 113(15), pp.1007-1016. doi: Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.130>

Wu, Z., W. Yu, A., Shen, L., & Liu, G. (Septiembre de 2014). Quantifying construction and demolition waste: An analytical review. *Waste Management*, 34(9), pp. 1683-1692. doi: Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.05.010>

Ying, Z. (2004). *Significant factors affecting construction productivity*. National University of Singapore, Department of Civil Engineering, Singapore. <https://core.ac.uk/download/pdf/48632555.pdf>

Anexo 1 Lista Bogotana de Residuos de Construcción y Demolición RCD

Grupo	Categoría	Clase	Componente
Tierras y pétreos de la excavación	APROVECHABLES	Pétreos de excavación	Tierra y piedras
			Fino no expansivos. Arcillas (caolín), limos y residuos inertes, poco o no plástico y expansivos > tamiz #200
			Finos expansivos. Arcillas (mormorillonita), limos y residuos inertes, poco o no plástico y expansivos < tamiz #200
	NO APROVECHABLES	Pétreos de excavación	Lodos de drenaje no contaminados
			Gravas de vías férreas no contaminados
			Materiales orgánicos
NO APROVECHABLES	Pétreos	Capa Vegetal	
		Residuos de poda	
NO APROVECHABLES	Orgánicos	Tierra negra	
		Tierra y piedras	
			Materiales orgánicos

Grupo	Categoría	Clase	Componente
Residuos de demolición y construcción RCD	APROVECHABLES	RCD: Naturaleza pétreas	1. Arena Grava y otros áridos
			Residuos de grava y rocas, triturados, cantos, bloques o fragmentos de roca, materiales inertes
			Residuos de arenas o fragmentos de roca, materiales inertes >tamiz #200
			Residuos de mortero
			2. Concreto
			Concreto, bloques, ladrillos, adoquines, prefabricados
			3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos
			Ladrillos de arcilla
			Tejas, baldosines, materiales cerámicos y gres
			4. Mezclados

Grupo	Categoría	Clase	Componente
Residuos de demolición y construcción RCD	APROVECHABLES	RCD: Naturaleza pétreo	RCD Mezclas de Concreto, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en esta lista
		RCD: Naturaleza no pétreo	<p>1. Asfalto</p>
			Mezclas bituminosas que no contengan alquitrán de hulla
			<p>2. Madera</p>
			Madera maciza (Estiba, embalaje, muebles, carretes)
			Aglomerado
			Guadua
			<p>3. Metales</p>
			Hierro y Acero
			Aluminio
			Cobre
	Bronce		
	Latón		
	Estaño		

Grupo	Categoría	Clase	Componente
Residuos de demolición y construcción RCD	APROVECHABLES	RCD: Naturaleza no pétreo	Metales mezclados distintos de los anteriores
			4. Papel
			Papel
			Bolsas de Cemento
			Cartón
			5. Plástico
			PP (Polipropileno. P.e: Tapas de botella, geotextil)
			PVC (Cloruro de polivinilo. P.e: Tubería hidrosanitaria)
			PEAD (HDPE, Polietileno de alta densidad. P.e: Envases de aceite para motor
			PET (Polietileno tereftalato. P.e: Botellas para bebidas)
			PEBD (LDPE, Polietileno de baja densidad. P.e: Plástico transparente)
			6. Vidrio
			Vidrios y espejos
			Residuos de materiales de fibra de vidrio
7. Yesos			
Yeso-cartón, materiales de construcción a base de yeso			

Grupo	Categoría	Clase	Componente
			PS (Poliestireno. P.e: aligeramientos, o vasos y platos desechables)
		RCD: Especiales	Llantas, caucho
			Equipos o partes de equipos eléctricos o electrónicos desechados que no contienen componentes peligrosos
			Residuos Especiales Alto Volumen que no contienen componentes peligrosos
			Otros especiales
Residuos de demolición y construcción RCD	NO APROVECHABLES	RCD: Peligrosos Corrosivos, reactivos, explosivos, inflamables, infeccioso, radioactivos, tóxico, patógenos	<p>1. Contaminados (incluida la tierra excavada de zonas contaminadas)</p> <p>Concreto, ladrillo, tejas, cerámicas, mezclas, vidrio, plástico, madera, metales, tierra, lodos, gravas, yesos, otros RCDS que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas</p> <p>Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla, productos alquitranados, cables</p> <p>Materiales o residuos de construcción o de aislamiento con Fibrocemento, Amianto o Asbesto cemento [I]</p> <p>Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio, PCB's</p> <p>Luminarias convencionales o tubos fluorescentes</p> <p>2. Químicos, Pinturas Combustibles, Disolventes, Refrigerantes, Envases (Incluidos en el Decreto 1076 de 2015)</p>

Grupo	Categoría	Clase	Componente
Residuos de demolición y construcción RCD	NO APROVECHABLES	RCD: Peligrosos Corrosivos, reactivos, explosivos, inflamables, infeccioso, radioactivos, tóxico, patógenos	Sobrantes de desencofrantes, pintura o barnices, aceites, hidrocarburos, disolventes
			Residuos de metales peligrosos como Plomo, Zinc Antimonio, Mercurio
			Envases vacíos de metal o plástico contaminados
			Absorbentes contaminados (trapos, estopas...)
			3. Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos RAEE Equipos o partes de equipos eléctricos o electrónicos desechados que contienen componentes peligrosos, PCB, HCFC, HFC o que están contaminados por ellos
			4. Residuos No Especificados en otro capítulo de la lista
			Pelusas - fragmentos ligeros resultantes del desmenuzamiento.
			Filtros de aceite
			Baterías de plomo, pilas que contienen mercurio (pilas de botón), alcalinas y salinas
			NO APROVECHABLES

Grupo	Categoría	Clase	Componente
Residuos de demolición y construcción RCD	NO APROVECHABLES	Otros RCD	Material no perteneciente a los grupos anteriores

Convenciones: PCB = Policlorobifenilos

Amianto = Asbesto cemento = Fibrocemento

HCFC, HFC = Clorofluorocarburos

[7] La consideración de estos residuos como peligrosos requiere medidas apropiadas para su eliminación.

Fuente: Orientaciones técnicas sobre la clasificación de los residuos. Comisión Europea (2018).

Lista Europea de Residuos (Comisión Europea, 2018). Diagnóstico del manejo integral de escombros en Bogotá (UAESP, 2009). Maat Soluciones Ambientales S.A.S (Maat SAS, 2019). Guía para la elaboración del plan de gestión de residuos de construcción y demolición
 – RCD en la obra, (SDA, 2015). Elaboración propia.

Capitulo



Sistema urbano de drenaje sostenible con flora nativa aplicado en la universidad colegio mayor de cundinamarca

Francisco Javier Lagos Bayona*
José Fernando Higuera Osorio**
Florinda Sánchez Moreno***
Edna Patricia Gutiérrez****
Jaime Alberto Navarro*****

Resumen

De acuerdo con la Resolución Conjunta 01 de abril 23 de 2019 de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Planeación

-
- * Francisco Javier Lagos Bayona, Mg en Diseño Sostenible, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá - Colombia, docente de planta flagos@unicolmayor.edu.co, Orcid 0000-0001-8764-1510
- ** José Fernando Higuera Osorio, MSc en, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá - Colombia, [docente ocasional_jhiguera@unicolmayor.edu.co](mailto:docente_ocasional_jhiguera@unicolmayor.edu.co), Orcid 0000-0003-2007-1896.
- *** Florinda Sánchez Moreno, Ing. Dra. Nuevos recurso y sustentabilidad en turismo, Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Bogotá - Colombia, docente ocasional florinda.sanchez@unicolmayor.edu.co, Orcid 0000-0001-5813-6929
- **** Edna Patricia Gutiérrez, Mg. en Ingeniería Ambiental, Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá - Colombia, docente tiempo completo edna.gutierrezl@campusucc.edu.co, Orcid 0000-0001-7939-5604
- ***** Jaime Alberto Navarro, Dr. En Ciencias-Biología, Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI, Bogotá - Colombia, docente tiempo completo jnavarro@ecc.edu.co, Orcid 0000-0002-5727-9626

de Bogotá D. C. “Por medio de la cual se establecen los lineamientos y procedimientos para la Compensación por endurecimiento de zonas verdes por desarrollo de obras de infraestructura, en cumplimiento del Acuerdo Distrital 327 de 2008” se busca garantizar el sostenimiento ecosistémico de la ciudad, mediante compensaciones a las que deben acogerse las obras construidas para destinación pública, que generen superficies pavimentadas como parte del desarrollo de planes parciales, planes de implantación y planes de regularización y manejo, entre otros.

En estas compensaciones, se hace necesario el uso de SUDS -Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible-. Para cumplir con dicho acuerdo existe la necesidad de propender por un sistema urbano de drenaje que busque la adecuada calidad del agua de la escorrentía que drena hacia ríos, quebradas, humedales y redes de aguas lluvias, que promueva el aprovechamiento de esta agua lluvia para usos no potables y paisajísticos y, que propicie las condiciones pre-urbanas del ciclo hidrológico para prevenir y/o mitigar inundaciones.

Así mismo, se busca plantear posibles usos de flora nativa en los SUDS de tipo o para áreas o zonas de Biorretención o Biofiltros como estrategia de conservación de esta. Actualmente, el uso y desempeño de los SUDS aún falta por aplicarse con más certeza por los actores involucrados en el desarrollo urbano para reconocer los beneficios ambientales que pueden prestar para la construcción y el desarrollo de una ciudad más sostenible.

Por otro lado, existe la necesidad de propender por un sistema urbano que busque reconstruir el ciclo hidrológico de la ciudad, para prevenir o mitigar las inundaciones, que promueva el aprovechamiento del agua lluvia para usos no potables y paisajísticos. La investigación es de carácter exploratoria y descriptiva, trabaja desde ámbitos cualitativos y cuantitativos.

Palabras clave: Drenaje, Área Urbana, Flora nativa, Agua superficial.

Introducción

El objetivo de la investigación es evaluar la eficiencia de un Sistema Urbano de Drenaje Sostenible - SUDS en un área de biorretención usando especies menores de flora nativa de la Sabana de Bogotá, por medio de la medición de variables ambientales como atenuación del pico de escorrentía, calidad del agua de salida, y evotranspiración para la implementación de la Resolución Conjunta 01 de abril 23 de 2019 en Bogotá D.C.

La metodología de la investigación se realiza mediante la preselección de especies nativas de la Sabana de Bogotá, como la *Peperomia*, aplicado en un diseño conceptual del SUDS, se selecciona el lugar de aplicación al interior de los predios de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca -UNICOLMAYOR, se hace el predimensionamiento del SUDS, se realiza la aprobación de permisos internos, se elaboran los planes de diseño y de detalles, se lleva a cabo la selección de la especie a plantar, junto con el cronograma, se elabora el diseño del sistema piloto, se realiza teóricamente el monitoreo biológico de la especie seleccionada, el monitoreo teórico hidrológico de los eventos de precipitación, evaluación de calidad de escorrentía intervenida y análisis de resultados.

El presente proyecto se origina como estrategia de implementación de las políticas de sostenibilidad en el sector de la construcción, para el espacio público específicamente, en la construcción de la ciudad, de las cuales se espera generen espacio público de calidad, aplicando la Resolución Conjunta 001 del 23 de abril de 2019 de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá D.C.

Por otro lado, existe la necesidad de propender por un sistema urbano de drenaje del agua de escorrentía que drene hacia ríos, quebradas y humedales, que promueva el aprovechamiento del agua lluvia para usos no potables y paisajísticos, que tienda a condiciones pre-urbanas del ciclo hidrológico para prevenir y/o mitigar inundaciones; esto se enmarca dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible promovido por la ONU Organización Internacional de las Naciones

Unidad a saber: Salud y bienestar (3), Agua limpia y saneamiento (6), Industria, innovación e infraestructura (9), Ciudades y comunidades sostenibles (11), Acción por el clima (13), Vida submarina (14) y Vida de ecosistemas terrestres (15). (p. 15).

La temática relacionada con la sostenibilidad en el sector de la construcción del espacio público, aunque es relativamente nueva dentro del mercado, empieza a ser indispensable al interior de los procesos de diseño, construcción y gestión del entorno construido. Por lo anterior, se pretende evaluar la eficiencia de un SUDS de tipo de bio-retención, mediante el diseño de un prototipo en la sede 1 de UNICOLMAYOR, utilizando flora menor nativa de la Sabana de Bogotá como la *Peperomia* (Figura 1), el presente proyecto presenta la metodología que se puede aplicar en el sector de la construcción, con la publicación y aplicación de la Resolución Conjunta 01 del 23 de abril de 2019 de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá D.C. “Por medio de la cual se establecen los lineamientos y procedimientos para la Compensación por endurecimiento de zonas verdes por desarrollo de obras de infraestructura, en cumplimiento del Acuerdo Distrital 327 de 2008” (2019) (Figura 1).

Este documento busca garantizar el sostenimiento ecosistémico de la ciudad, mediante compensaciones que debe acoger las obras construidas para destinación pública que generen superficies pavimentadas como parte del desarrollo de planes parciales, planes de implantación y planes de regularización y manejo, entre otros. En estas compensaciones se hace necesario el uso de SUDS para poder cumplir con dicho acuerdo.

Al plantear el uso de la flora nativa *Peperomia* en los SUDS de tipo de biorretención como estrategia de conservación de la misma (Chaves, Santamaría & Sánchez, 2007) y al analizar las variables ambientales asociadas, se obtiene: capacidad de retención, absorción de agua de escorrentía, calidad de agua resultante, tasas de supervivencia, crecimiento de la flora utilizada, eficiencia de piloto en control hidrológico, eficiencia de piloto en mejoramiento de calidad de escorrentía intervenida y comportamiento de las especies nativas como vegetación de SUDS. Actualmente, el uso y desempeño de los SUDS están en etapa de aprendizaje e implementación, aún existen

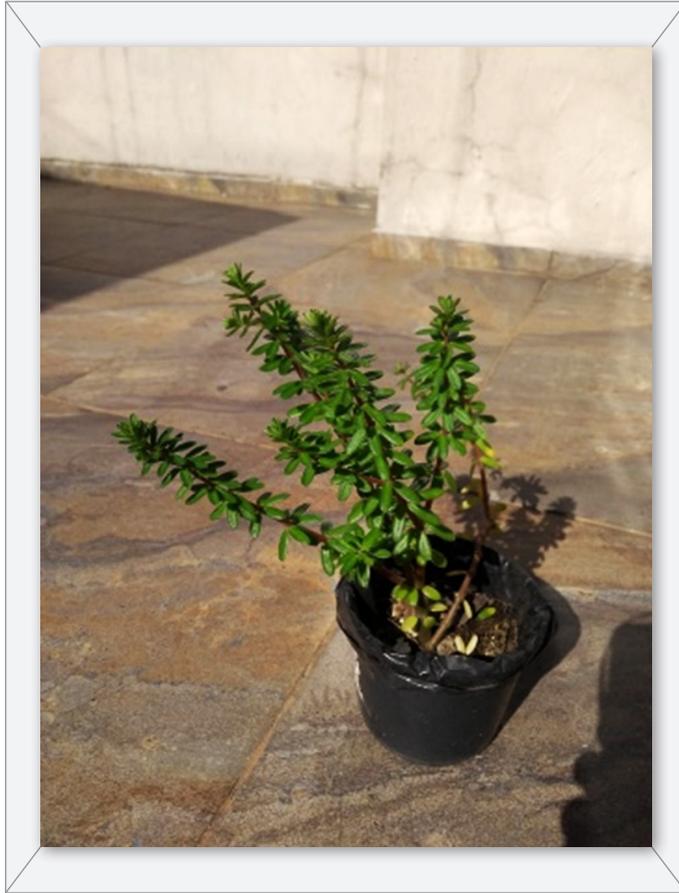


Figura 1. Peperomia sp. Autor Navarro. 2020.

deficiencias en su comprensión por parte de los actores involucrados en el desarrollo urbano y su eficacia es todavía cuestionada. Aunque, existe variedad de material de referencia para realizar los diseños según las condiciones, las investigaciones sobre el rendimiento hidráulico y eficiencias de eliminación de estos son escasos como lo expresan Al-Rubaei, Viklander & Blecken (2015). En virtud de lo anterior, se elige diseñar el prototipo de zona de bio-retención, en terrenos de UNICOL-MAYOR, pues tiene mayor potencial como proyecto estratégico para ser aplicado en las ciudades (Arto, Kujala, Dietrich & Martinsuo, 2008).

Las conclusiones pretenden llegar a propuestas y nuevos conocimientos que surjan bajo el análisis, mediante una observación estructurada y, eventualmente nuevos interrogantes de investigación. Dando respuesta a ¿Cuál es el grado de eficiencia de un Sistema Urbano de Drenaje Sostenible SUDS de tipo Zona de Biorretención mediante el uso de especies menores de flora nativa como la *Peperomia* sp?

El presente proyecto se adelanta con los recursos humanos y técnicos de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, en la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, programa Construcción y Gestión de Arquitectura; la Universidad Escuela Colombiana de Carreras Industriales - ECCL, programa de Ingeniería Ambiental y, la Universidad Cooperativa de Colombia, programa de Ingeniería Ambiental.

Marco normativo de los SUDS en Colombia

En la constitución Política de Colombia, artículos 79 y 80, se identifican los aspectos para la protección del Ambiente, en el año 2009 se crea la Subdirección Distrital de Ecurbanismo y Gestión Ambiental Empresarial, el Plan de Desarrollo 2010 a 2014 estipula gestionar el recurso hídrico, el CONPES implementa el diseño y la construcción sostenible, la arquitectura y el urbanismo sustentable (Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental CIIA, 2015) evolucionan en el marco normativo el Ministerio de Ciudad, Territorio y Vivienda junto con las Alcaldías de Medellín y Bogotá.

El Decreto 043 de 2010 plantea como estrategia la implementación de SUDS para cumplir los objetivos de sostenibilidad urbana, en el artículo 17 solicita la reglamentación de los SUDS en la ciudad de Bogotá, en el año 2012 se expide la Resolución 6523 que reglamenta los SUDS y se plantean los reglamentos técnicos, se minimizan los volúmenes de agua contaminada en elementos de recepción natural de agua para reducir el riesgo de inundaciones; en su artículo 5 plantea las zonas óptimas para la instalación de SUDS como: franjas de control ambiental, andenes, alamedas, separadores laterales y centrales; el artículo sexto incluye los parques distritales; el artículo 9 establece

el 50% de superficies permeables del área total de las áreas libres y el 50% del área total de cubierta corresponde a cubiertas verdes; en el año 2014 se expide el Decreto 528 que reglamenta los SUDS en todo el Distrito Capital (CIIA, 2015). El uso es paisajístico, mejorar la calidad de la escorrentía, buscar reestablecer la condición pre urbana del ciclo hidrológico, que drene hacia ríos, quebradas y humedales, ¿no a la red de aguas lluvias.? Evitar inundaciones y canales de escorrentía rápida (Figura 2).

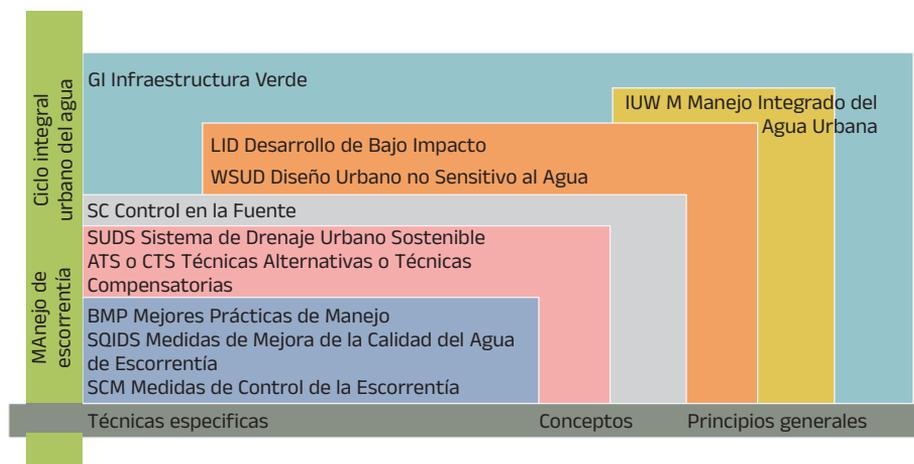


Figura. 2 campo de impacto de cada sistema. Fletcher, T. D. 2014 Citado por CIIA (2005)

Evolución de los conceptos

Mitigar inundaciones, Recreación y estética, Calidad del agua, Contaminación, Restauración del régimen hídrico, Ecología cuerpos receptores, Escorrentía como recurso, Microclima y Resiliencia ambiental (Figura 3).



Figura 3. Flujo de escorrentía en predios de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Foto Lagos, F. (2020).

Metodología

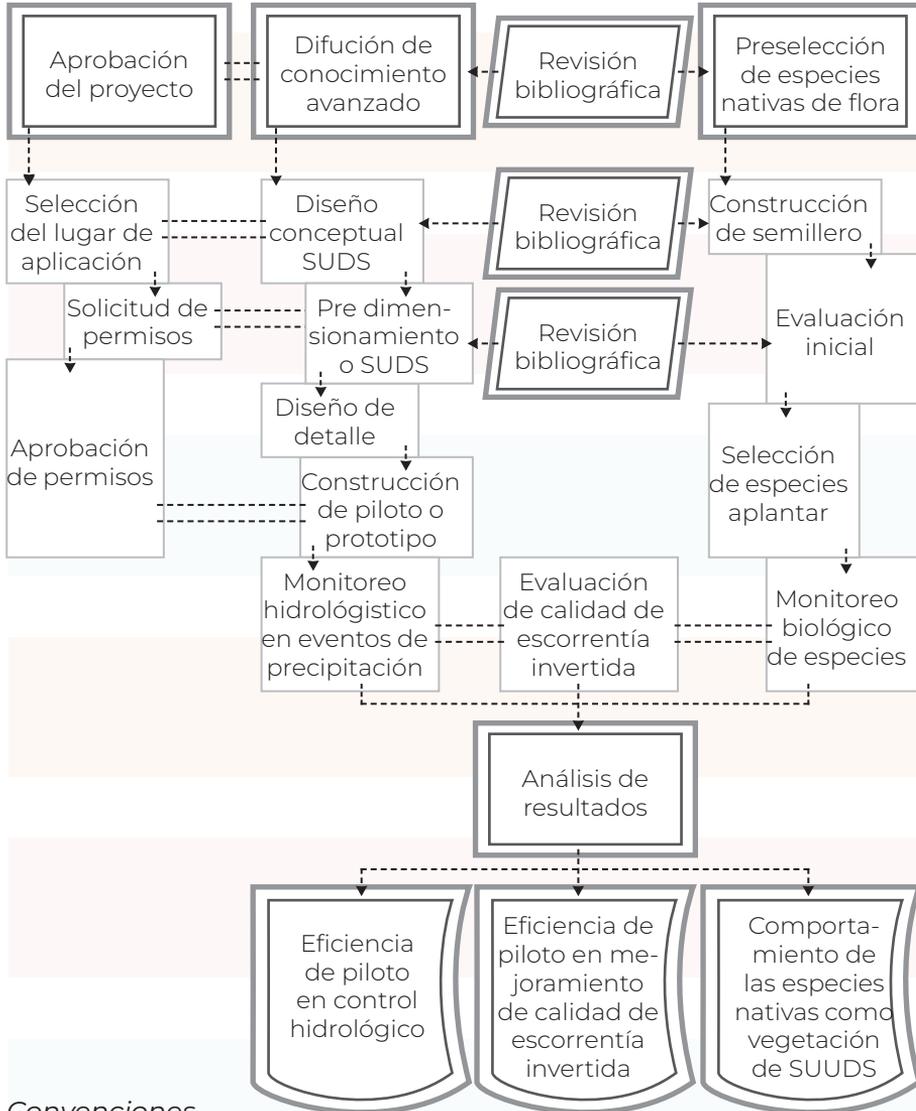
Luego de la revisión bibliográfica, el establecimiento de los objetivos y la aprobación para el desarrollo del proyecto, en convocatoria interna por parte de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, se realiza el proceso de gestión de los permisos y el diseño conceptual de los SUDS, junto con la selección del lugar de implementación del prototipo (Figuras 4 y 5).

Los siguientes son los pasos metodológicos aplicados: cálculo del volumen de escorrentía a controlar, cálculo del caudal máximo, medición de la calidad del agua, control ecológico, propuesta paisajística, recolección de los registros de lluvia y temperatura, información hidrológica de los cuerpos receptores más cercanos, análisis topográfico y sistema de drenaje existente, tipo de suelo, uso de suelo, agua subterránea, información socioeconómica, potencial fuente de contaminación, delimitación de la cuenca de drenaje, selección de alternativas SUDS y LID (Low Impact Development), delimitación de la cuenca de drenaje, planeación y modelación de escenarios, optimizar el esquema de implementación SUDS (Figura 6).

Se selecciona, por experiencia, la especie *Peperomia* y paralelamente, se trabaja con el registro estadístico de la información climática para llevar los registros históricos pertinentes y el monitoreo hidrológico, la evaluación de la escorrentía y el monitoreo biológico de la especie seleccionada.

Los resultados del control hidrológico a nivel teórico se obtienen y analizan, al igual que la eficiencia de mejoramiento de la escorrentía intervenida, junto con la especie *Peperomia* seleccionada para el diseño. En este caso no existe intervención por pastoreo excesivo ni moderado, ni sin pastoreo, pues la ocupación está dada para la socialización de los estudiantes de la universidad, cuando salen a tomar el sol sobre las áreas verdes, de tal manera que se considera sin pérdida de tierra y por lo tanto una gran eficiencia en el control hidrológico (Figura 7).

Metodología proyecto sistema urbano drenaje sostenible



Convenciones

Rectángulo	Proceso
Rombo	Ingreso de información
Borde curvo	Resultados

Figura 4. Proceso metodológico SUDS. Autor: Gutiérrez (2020)

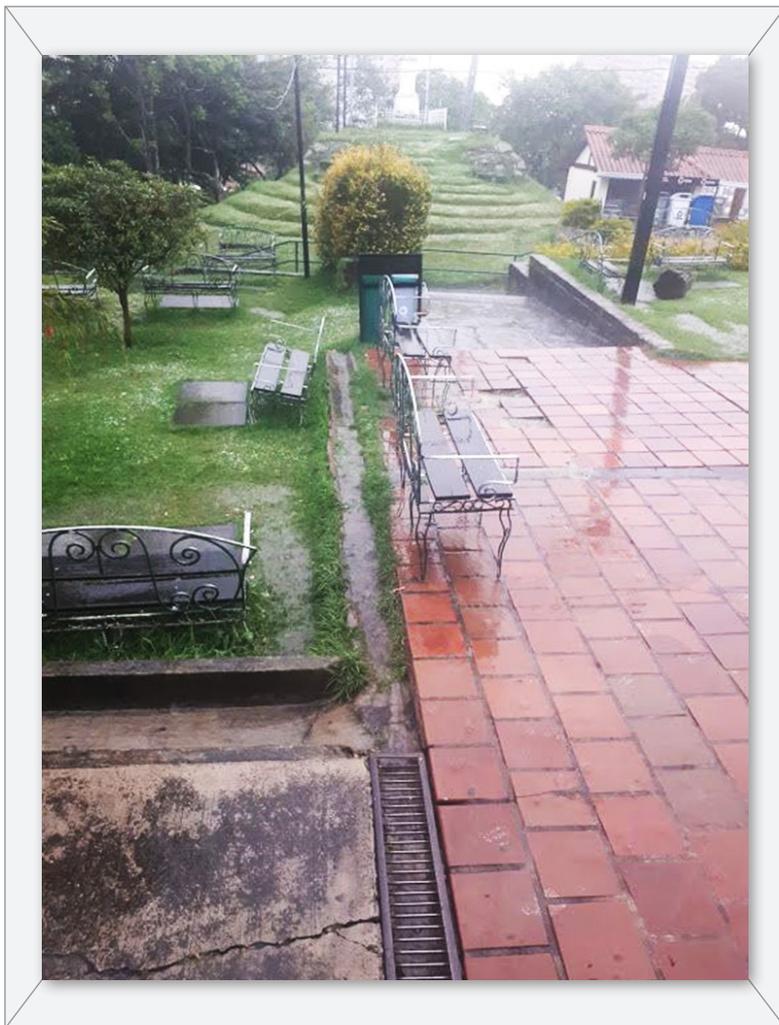


Figura 5. Canales para esorrentía en predios de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Autor: Lagos, F. (2020)

Figura 6. Esquema del Sistema de Urbano de Drenaje. Aplicable al interior del predio de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca y en los espacios urbanos. Autor: Higuera (2020)





Figura 7. Eficiencia en la escorrentia en la especie Peperomia. Se aplica agua, 100% se almacena un porcentaje 1%, se filtra otro porcentaje 5% y continua el 94% de agua como escorrentia.

Tipología definida de SUDS, según la zona de la ciudad en Bogotá

- Subsistema vial.
- Espacio público y parques.
- Espacio público, red andenes, malla vial local e intermedia.
- Estructura ecológica principal: hace referencia a las zonas con descargas directas a quebradas y humedales.
- Estructura socioeconómica y espacial: hace referencia a edificaciones públicas y privadas.

Diseño hidrológico

El dimensionamiento de los sistemas de drenaje urbano se realiza a partir de un análisis hidrológico. Hay dos tipos de diseños hidrológicos: el primero, basado en un caudal con cierto periodo de retorno; y el segundo, basado en lo que se denominará volumen de calidad. La selección del diseño se realiza dependiendo de la tipología de SUDS. En el caso de las zonas de bio-retención, los alcorques, las cuencas de drenaje y pavimentos porosos, entre otros, el diseño hidrológico parte de la suposición de un volumen de calidad (Figura 8).

La metodología busca un punto de equilibrio para el tamaño de la zona de bio-retención, balanceando la capacidad de volumen que puede ser tratado por la estructura y el porcentaje de eventos que puede capturar. Si la capacidad de almacenamiento del SUDS es muy baja, será fácilmente excedida por eventos de lluvia frecuentes; así mismo, podría colmatarse aún con eventos de baja magnitud, responsables del lavado de sedimentos y contaminantes. Por el contrario, si las dimensiones del SUDS resultan excesivas, es probable que soporte eventos con periodos de retorno de varios años, no obstante, se puede incurrir en altos costos, invasión de espacios para otros usos



Figura 8. Manzana de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, Colegio Distrital Policarpa Salavarrieta y Museo Nacional.

e incluso la incapacidad para retener la escorrentía podría reducir la humedad a un punto inadecuado para las plantas, o bien requerir riego adicional. Diseñar a partir del volumen de calidad implica, por lo tanto, que el tamaño es apropiado para capturar y tratar un buen número de eventos con unos costos de construcción y operación balanceados.

Existen múltiples metodologías para hallar el volumen de calidad (V_c). Por un lado, se puede hallar a partir de la estimación de una profundidad de escorrentía para el volumen de calidad denominado h_{wqc} por su nombre en inglés (*Water Quality Capture Volumen*) por medio de la Ecuación 1.

$$V_c = 10\alpha C' h_{wqc} A$$

Ecuación 1

Donde V_c [m³], volumen de tratamiento o de calidad; α y C' son coeficientes adimensionales, 0.8 y 1.0 respectivamente, para zonas de bio-retención y alcorques; h_{wqcv} [mm] es la profundidad del volumen de control de calidad y A [ha] es el área de drenaje.

Para el cálculo del valor de h_{wqcv} se han registrado múltiples metodologías directas, basadas en el análisis de series de escorrentía, e indirectas, basados en el cálculo de una profundidad de lluvia h_p (Ecuación 2) que puede describirse como un valor profundidad para el que un alto porcentaje (85%-90%) de eventos de tormenta se encuentra igual o por debajo. Esta profundidad, a su vez, cuenta con variedad de métodos para su obtención.

$$h_{wqcv} = K_i h_p$$

Ecuación 2

En áreas pequeñas de drenaje, como en este caso de estudio, se considera apropiado utilizar un método racional para el cálculo del volumen de escorrentía, de esta manera se calcula h_{wqcv} de forma indirecta, a partir de h_p por medio de la Ecuación 2, y se hacen compatibles los coeficientes K con los coeficientes de escorrentía C (Norma Técnica NS 085 de la EAAB) de tal manera que el volumen de calidad se halla a través de la Ecuación 3.

$$V_c = Ch_p A$$

Ecuación 3

Donde V_c [m³], volumen de tratamiento o de calidad; C es un coeficiente adimensional que representa la cantidad de precipitación de se convierte en escorrentía de acuerdo con el tipo de superficie; h_p [mm] es la profundidad de lluvia de diseño y A [m²] es el área de drenaje.

La estimación del valor de h_p se puede hallar a partir del análisis de tormentas basados en información horaria histórica de 12 estaciones de calidad del aire, y posteriormente, su comparación con el análisis de lluvias diarias a partir de información diaria histórica de estaciones pluviométricas y pluviográficas de Bogotá. De la aplicación y comparación entre múltiples métodos de estimación selecciona la profundidad h_p que tiene una mayor correlación entre el análisis horario y el diario. Este resultado convertido a un mapa de profundidad de lluvia e información geográfica inmersa en hojas de pre-dimensionamiento hace parte de los productos de la Investigación de las tipologías y/o tecnologías de SUDS que más se adapten a las condiciones de la ciudad de Bogotá (CIIA, 2017).

Resultados

Con el propósito de aplicar la Resolución Conjunta 01 del 23 de abril de 2019 de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá D.C. "Por medio de la cual se establecen los lineamientos y procedimientos para la Compensación por endurecimiento de zonas verdes por desarrollo de obras de infraestructura, en cumplimiento del Acuerdo Distrital 327 de 2008" (2019), este documento busca garantizar el sostenimiento ecosistémico de la ciudad, mediante compensaciones a las que deben acogerse las obras construidas para destinación pública que generen superficies pavimentadas como parte del desarrollo de planes parciales, planes de implantación y planes de regularización y manejo, entre otros. En estas compensaciones se hace necesario el uso de SUDS para poder cumplir con dicho Acuerdo junto con el documento de Anexo Técnico.

La ciudad ha venido sufriendo un deterioro constante a nivel ambiental, la Resolución Conjunta 01 y el Acuerdo Técnico, pretenden revertir el problema ambiental causado por la menor presencia de agua en el subsuelo de la ciudad de Bogotá desde hace muchas décadas, con el firme propósito de la preservación del patrimonio natural (Secretaría Distrital de Ambiente, 2019).

Resultados del diseño de SUDS

1. Mejoramiento del paisaje, con la implementación de elementos naturales verdes resistentes al clima de máximo calor o verano y máxima lluvia o invierno en un periodo mayor a un año y que permiten mejorar el paisaje urbano.
2. Producción de oxígeno. Mediante la implementación de los elementos naturales que funcionan como pulmón verde en la ciudad.
3. Retención de las aguas lluvias de escorrentía.
4. Filtración del agua lluvia al subsuelo de la ciudad. Los elementos propuestos permiten la infiltración y el paso del fluido hacia un medio de captación o suelo natural. Se restaura la permeabilidad del espacio público mediante materiales porosos y resistentes.
5. Inicio de la restauración del ecosistema hidrológico de la ciudad, a una condición similar al ecosistema inicial de hace más de 100 años.
6. Generación de zonas permeables en la ciudad.

Tabla 1. Resumen de características de la zona de bio-retención

Característica	Valor	Detalles
Área tributaria (A)	88 m ²	Área correspondiente a una cubierta de asbesto cemento
Profundidad de lluvia de diseño (hp)	21,53 mm	Obtenida de los resultados de la investigación de las tipologías y/o tecnologías de SUDS que más se adapten a las condiciones de la ciudad de Bogotá (CIIA, 2017).
Volumen de tratamiento (Vc)	1,61 m ³	De acuerdo con el área tributaria, el coeficiente de escorrentía y la profundidad de lluvia de diseño basada en el estudio hidrológico (CIIA, 2017).

Característica	Valor	Detalles
Coefficiente de escorrentía (C)	0,85	De acuerdo con la Norma Técnica NS 085 de la EAAB
Área mínima sup (A min)	1,5 m ²	De acuerdo con el Manual técnico de diseño de drenaje pluvial (UDFCD, v. 2015, Vol. III)
Área superficial de la zona de bio-retención (As = Af)	8,05 m ²	Asumiendo que las paredes son verticales para el piloto del sistema de drenaje
Lámina inundable (d)	0,2 m	Máximo 0,3 m de acuerdo con el Manual técnico de diseño de drenaje pluvial (UDFCD, v. 2015, Vol. III)
Profundidad del sustrato	0,5 m	Mínimo 0,46 m. Se utiliza 0,5 para contener el volumen de calidad
Sustrato	Suelo y 3-5% del peso materia orgánica	Suelo: 80%-90%: Arena 3%-17%: Limo 3%-17%: Arcilla
Capa de separación	5 cm espesor	Gravilla fina
Tubería de drenaje	4" – 6" De diámetro	Orificio de tubería de 3/8"
Capa de drenaje	20 cm	De acuerdo con las recomendaciones de la Norma Técnica – Criterios para diseño y construcción de SUDS

Discusión

¿Por qué se necesita implementar los SUDS?

El aumento de la superficie impermeable de una manera notable en las ciudades, reemplazando la cobertura natural permeable es el inicio del daño,

1. los caudales de aguas lluvias en las ciudades son la principal contaminación de los cuerpos naturales de agua.
2. Aumentando su magnitud y volumen,
3. se reduce la infiltración,
4. se reduce la evaporación debido a la pérdida de capa vegetal,
5. se reduce la carga de acuíferos,
6. se reduce la magnitud de los caudales base en los cuerpos de aguas superficiales,
7. se incrementa la velocidad en la escorrentía superficial,
8. se reduce el tiempo de concentración,
9. se incrementa el riesgo de inundación,
10. se desmejora la calidad del agua debido a las cargas contaminantes.

Las estructuras de detención o retención no necesariamente promueven la infiltración o recarga de aguas freáticas o subterráneas. (CIIA, 2015).

En las ciudades existe la red de tubería del acueducto que lleva el agua potable, la red de alcantarillado que drena las aguas residuales y pluviales, estas previenen las inundaciones, mantienen las viviendas libres de riesgos para la salud, pero contaminan los cuerpos de agua receptores: quebradas, ríos y humedales.

El urbanismo en las ciudades se ha acelerado tanto que el aumento de cobertura impermeable dado por vías, edificios, parquea-

deros, etc., causa la pérdida de especies sensibles y el incremento de especies tolerantes a los contaminantes como nutrientes, bacterias, metales, tóxicos (Bedan y Clausen, 2009, citado por CIIA, 2015). A tal punto que hoy en día las aguas lluvias o las aguas de escorrentía se perciben como un problema y han dejado de ser la fuente de inspiración.

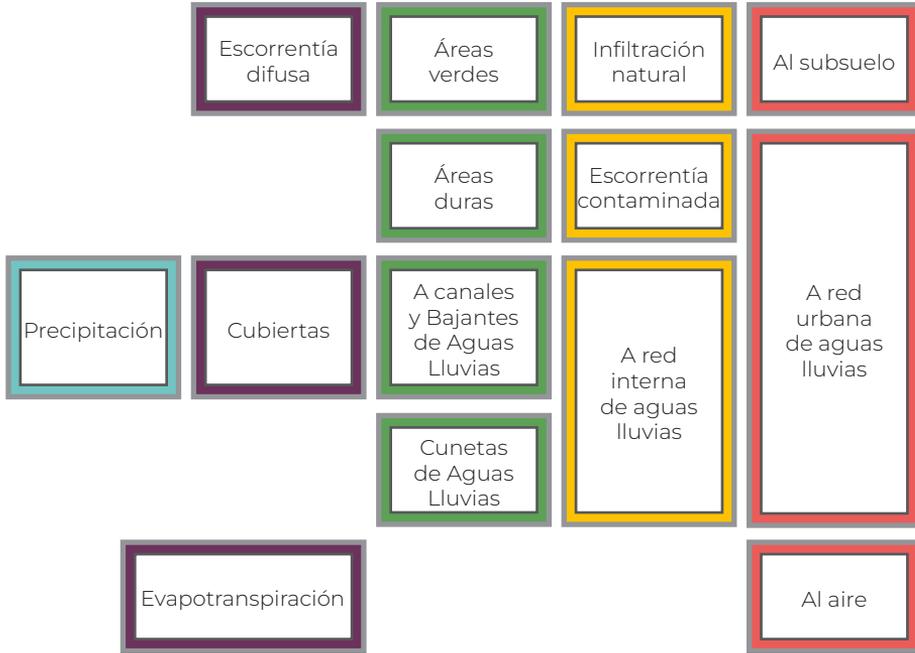
Los sistemas de drenaje actuales de las aguas lluvias son tan eficientes que van hacia los cuerpos receptores reduciendo la cantidad de agua que se infiltra en el suelo y en las aguas subterráneas causando inconvenientes como los siguientes (Dietz, 2007, citado por CIIA, 2015):

- a. Incremento del volumen, frecuencia y magnitud de la escorrentía superficial.
- b. Reducción de la infiltración.
- c. Reducción de la evaporación.
- d. Reducción de la recarga de acuíferos.
- e. Reducción de la magnitud de los caudales base de los cuerpos de agua superficiales.
- f. Incremento en la velocidad de la escorrentía superficial.
- g. Reducción de los tiempos de concentración.
- h. Incremento en los riesgos de inundación.
- i. Desmejora en la calidad del agua por las cargas contaminantes.

Se deben proponer sistemas de drenaje que promuevan la detención, con infiltración y con recargas de aguas subterráneas (Ahiablame, 2012, citado por CIIA, 2015), manteniendo la protección de las inundaciones, que no fallen en condiciones hidrológicas críticas (Kerbs & Larsen 1997).

Las aguas residuales son las que más contaminan e impactan los cuerpos receptores, en este tema debe centrarse la investigación hoy en día para reducir los tiempos de tratamiento y purificación (Arias, 2010) (Figura 9).

Figura 9. Flujo de las aguas lluvias en unicolmayor.



Planeación sensible al agua en UNICOLMAYOR

Planeación del desarrollo de bajo impacto en UNICOLMAYOR

Los anteriores temas se realizan mediante la recolección, almacenamiento, redistribución y reciclaje de aguas lluvias.

Implementar SUDS que ayudan a reducir el impacto de la contaminación de quebradas o ríos urbanos mediante procesos pasivos de sedimentación, filtración, adsorción y degradación biológica.

SUDS Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible

SCM Stormwater Control Measurements Medidas de Control de Agua Lluvia

BMP Best Management Practices Mejores Prácticas de Manejo.

Tipos de SUDS

- a. Sistema de Reutilización de agua lluvia.
- b. Bio retención.
- c. Zonas de amortiguación con vegetación.
- d. Sistemas de infiltración o percolación.
- e. Filtros de arena.
- f. Pavimentos porosos o permeables.
- g. Cunetas verdes.
- h. Techos verdes.
- i. Pondajes secos o de retención.
- j. Pondajes húmedos.

El mejor SUDS es el que intercepta contaminantes, reduce caudales, reduce el volumen, permite la infiltración, permite la evaporación, encuentra un uso o re uso, replica un cuerpo de agua, crea paisajismo urbano, mejoran o crean el hábitat para la flora y la fauna, permiten la biodiversidad, admiten un diseño a micro escala y por lo tanto un micro manejo, lo complicado es cuantificar económicamente este tipo de SUDS LID Low Impact Development Planning Planeación del Desarrollo de Bajo Impacto. En conclusión, integrar el ambiente local, la salud pública, las áreas verdes, el paisaje nativo, las funciones hidrológicas naturales generan menos escorrentía y permite un ahorro en sistemas complejos para el transporte y manejo de la escorrentía (CIIA, 2015).

Planeación de la implementación de los SUDS en los diferentes corredores ecológicos de ronda hidráulica y manejo de preservación ambiental.

La selección de parques, plazas y plazoletas

Selección de corredor ecológico vial en separadores y glorietas de V-0, V-1, V-2 y V-3.

Aplicación en antejardines de obras de utilidad pública.

Conclusiones

Promover la flora y la fauna

Comportamiento de la Peperomia en los SUDS. Son acciones de bajo impacto disminuye 9,2 veces el volumen anual de escorrentía (CIIA, 2015).

- a. Jardines de lluvia.
- b. Jardines en techos.
- c. Preservación de los árboles.
- d. Cunetas con vegetación o cunetas verdes o bio cunetas.
- e. Zonas de amortiguación o biofiltros o bio retención.
- f. Humedales de escorrentía.

Control hidrológico o Almacenar el agua lluvia para su re-uso.

Instalar estanques escalonados disminuye de 48% a 74 % el volumen de escorrentía.

- a. Almacenamiento de agua bajo los andenes.
- b. Cisternas y barriles de agua lluvia.
- c. Alcorques inundables.
- d. Tanque o cuenca de detención seca o efímera.
- e. Tanque de almacenamiento de agua lluvia.
- f. Pondajes húmedos o Espejos de agua- favorece la evaporación.

Mejoramiento de la calidad de escorrentía

Para favorecer que el agua lluvia se filtre en el subsuelo: con solo disminuir un 11% de superficie impermeable, puede disminuir un 99% de volumen de escorrentía (CIIA, 2015).

- a. Desconexión de las bajantes de aguas lluvias.
- b. Pavimentos porosos.
- c. Reemplazar el suelo impermeable.
- d. Desconectar los sifones de agua lluvia.
- e. Estanque de retención de para infiltración.
- f. Sumideros de infiltración.
- g. Zanjas de infiltración.
- h. Filtros o tuberías perforadas o drenajes filtrantes.
- i. Bandas vegetadas o filtro.

Se establecen los costos de operación y mantenimiento.

Se calcula estadísticamente el desempeño durante el ciclo de vida útil.

Se establecen los criterios de diseño.

No es apropiado instalar SUDS LID en áreas de reciclaje, estaciones de servicio y zonas industriales pues aumenta la descarga de contaminantes como nitratos, nitritos, amonio, nitrógeno, fósforo, sólidos totales, cobre y zinc.

En espacio privado de la institución pública como la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca debe proponerse la construcción de:

- Alcorque inundable al interior de la Universidad.
- Cunetas verdes para biorretención.
- Zanjas de infiltración.

Actores gubernamentales para los SUDS

1. IDIGER Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático: Promover la investigación, evitar la erosión.
2. SDA Secretaria Distrital de Ambiente: Define los criterios técnicos.
3. Jardín Botánico: Encargado de la cobertura vegetal.
4. EAAB ESP Responsable de diseñar y construir obras.
5. Alcaldías Locales: Protege la ocupación de usos indebidos.
6. IDU Instituto de Desarrollo Urbano: Actividades relacionadas con los Sistemas de Drenaje Pluvial Sostenible SDPS.
7. Instituto Distrital de Recreación y Deporte IDRDR: Actividades relacionadas con los Sistemas de Drenaje Pluvial Sostenible SDPS.
8. Secretaria Distrital de Planeación SDP: Actividades relacionadas con los Sistemas de Drenaje Pluvial Sostenible SDPS.
9. Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP: Actividades relacionadas con los Sistemas de Drenaje Pluvial Sostenible SDPS.
10. Secretaria Distrital del Hábitat SDHT.

Terminos usados internacionalmente

LID Desarrollo de Bajo Impacto.
 LIUDD Diseño y Desarrollo Urbano de Bajo Impacto.
 WSUD Diseño Urbano Sensitivo al Agua.
 IUWM Manejo Integrado del Agua Urbana.
 SUDS Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible.
 BMP Mejores Prácticas de Manejo.
 SCM Medidas de Control de la Escorrentía.
 ATS o CTS Técnicas Alternativas o Técnicas Compensatorias.
 SC Control en la Fuente.
 GI Infraestructura Verde.

SQIDS Medidas de Mejora de la Calidad del Agua de Escorrentía.

Los resultados muestran que para el área tributaria escogida el SUDS, tipo Zona de Biorretención debe tener un área de 8,05 m² con las siguientes características: 0,5 m de sustrato en donde deben sembrarse los individuos de *Peperomia galioides*. La capa inferior de 0,05 m es de arena, para evitar la pérdida de sustrato y separar la capa de drenaje que ha de tener una altura de 0,2 m y en donde estará la tubería de drenaje del sistema.

Referencias bibliográficas

Ahiablame, L. M. Engel, B. A. & Chaubey, I. (2012). *Effectiveness of Low Impact Development Practices Literatura Review and Suggestions for future Research. Contaminación del aire, el agua y el suelo*. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s11270-012-1189-2>

Al- Rubaei, A., Viklander, M., & Blecken, G. (2015). Long-term hydraulic performance of stormwater infiltration systems. *Urban Water Journal*, 12(8), pp. 660- 671. doi:10.1080/1573062X.2014.949796

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2004). *Plan de Ordenamiento de Bogotá POT. Decreto 190*.

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2006). *Plan Maestro de Espacio Público PMEP*.

Arias Martínez, S. A., Betancur, T. F., Gómez, R. G., Salazar Giraldo, J. P., & Hernández Ángel, M. L. (2010). Fitorremediación con humedales artificiales para el tratamiento de aguas residuales porcinas. *Informador Técnico*, pp. 12-22.

Artto, K., Kujala, J., Dietrich, P., & Martinsuo, M. (2008). What is project strategy? *International Journal of Project Management* (26), pp. 4-12. doi:10.1016/j.ijproman.2007.07.006

Acuerdo Distrital 327 (2008). Por medio del cual se dictan normas para la planeación, generación y sostenimiento de zonas verdes denominadas pulmones verdes en el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones.

Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental CIIA. (2015). *Investigación de las tipologías y/o tecnologías de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible SUDS que más se adapten a las condiciones de la ciudad de Bogotá D. C.* Alcaldía Mayor de Bogotá D. C. Secretaria Distrital de Ambiente y Acueducto de Bogotá Universidad de los Andes.

Centro de Investigaciones en Ingeniería Ambiental- CIIA. (2017). *Investigación de las tipologías y/o tecnologías de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) que más se adapten a las condiciones de la ciudad de Bogotá D.C.* Bogotá: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.

Chaves, M. E., Santamaría, M., & Sánchez, E. (2007). *Alternativas para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad en los Andes de Colombia.* Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Constitución Política de Colombia. (1991). Actos legislativos promulgados desde 1993 a 2016. Artículos 79 y 80.

De Miguel Beascoechea, E., de Miguel Muñoz, J., & Curt Fernandez de la Mora, M. D. (2010). *Manual de Depuración. Filtros de Macrófitas en Flotación.* Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Decreto 043 de (2010). Por el cual se adopta el Plan de Ordenamiento Zonal del Norte y se dictan otras disposiciones por el cual se adopta el plan de ordenamiento zonal del norte y se dictan otras disposiciones como la Implementación de SUDS en la ciudad de Bogotá.

Decreto 528 de (2014). Por medio del cual se establece el sistema de drenaje pluvial sostenible del Distrito Capital, se organizan sus instancias de dirección, coordinación y administración, se definen lineamientos para su funcionamiento y se dictan otras disposiciones.

Krebs Larsen, Finn (1997) Cursos de formación sobre aplicaciones de la radiación sincrotron de rayos x en química, física, biología y medicina. Universidad de Aarhus.

Ministerio de Ciudad, Territorio y Vivienda (2013). Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 2181 de 2006. Compilado por el decreto único reglamentario 1077 de 2015.

Plan de desarrollo 2010 a 2014 Prosperidad para todos. Gestión del recurso hídrico del CONPES.

Resolución 6523 Reglamentación de los SUDS (2011). Por la cual se reglamentan y adoptan los sistemas urbanos de drenajes sostenibles SUDS para el plan de ordenamiento zonal norte POZN. Secretaría Distrital de Ambiente, Bogotá.

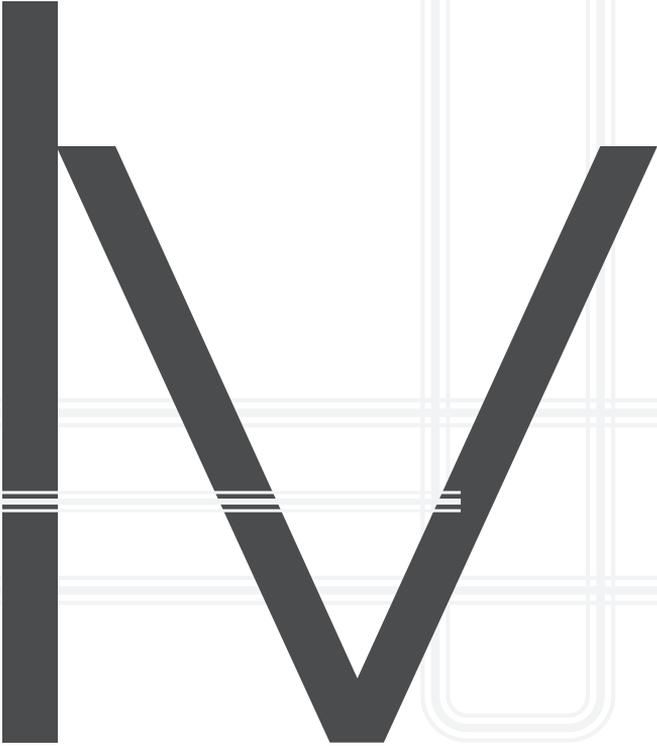
Secretaría Distrital de Ambiente, S. D. (23 de Abril de 2019). *Resolución conjunta 001 del 23 de abril de 2019*.

Secretaría Distrital de Ambiente, Secretaría Distrital de Planeación. (2019). Resolución Conjunta 001.

Subdirección de Ecorbanismo y Gestión Ambiental Empresarial de la Secretaría de Ambiente de la Alcaldía Mayor de Bogotá (23 de Abril de 2019). Anexo Técnico de la Resolución Conjunta 001 del 23 de abril de 2019. *Lineamientos y procedimiento para la compensación por endurecimiento de zonas verdes por desarrollo de obras de infraestructura en cumplimiento del Acuerdo Distrital 327 de 2008*. Bogotá, D. C.

Organization United Nations- ONU. (2019 de Julio de 15). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Disponible en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Capítulo



Hacia una nueva experiencia hipermedia para la Catedral de Sal de Zipaquirá: caracterización de usuarios y definición de un brief de diseño*

Andrés Felipe Parra Vela
Freddy Chacón Chacón
Julio César Orjuela Peña
Sandra Uribe Pérez

Resumen

Este capítulo describe resultados originales de la etapa más operativa de la investigación “Diseño digital y multimedia aplicado a la difusión y comunicación del patrimonio: la Catedral de Sal de Zipa-

* Trabajo producto del proyecto “Diseño digital y multimedia aplicado a la difusión y comunicación del patrimonio: la Catedral de Sal de Zipaquirá - Fase de Indagación”, a cargo del Grupo de investigación “Diseño, Visualización y Multimedia.

** Andrés Felipe Parra Vela, magíster en Diseño de la Universidad Nacional de Colombia, docente ocasional de tiempo completo de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca - afparra@unicolmayor.edu.co

Freddy Chacón Chacón, máster en Diseño Urbano: Arte, Ciudad y Sociedad de la Universidad de Barcelona, docente de planta de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca) - freddychacon@unicolmayor.edu.co

Julio César Orjuela Peña, magíster en Docencia de la Universidad de La Salle, docente de planta de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca - jcorjuela@unicolmayor.edu.co

Sandra Uribe Pérez, magíster en Estudios de la Cultura de la Universidad Andina Simón Bolívar (Ecuador), docente ocasional de tiempo completo de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca - suribep@unicolmayor.edu.co

quirá – Fase de Indagación”, cuyo objetivo general es caracterizar, en contexto, el patrimonio cultural representado en la Catedral de Sal de Zipaquirá y sus elementos constitutivos, enfatizando en sus valores estéticos y simbólicos, y en la configuración del mundo indígena. Esta se apoya metodológicamente en el paradigma *for - about - through* (*para, sobre y a través* del diseño) y se define como una investigación creación o proyectual, realizada en dos fases. La primera (Indagación), a la cual corresponde el presente capítulo, se elabora a la manera de un estudio descriptivo (mediante pensamiento integrador); y la segunda (Ideación), se realizará mediante *Design Thinking* y Diseño de experiencia de usuario (UX). Se realiza una descripción y análisis detallado para atender a las cuestiones: ¿Cuáles son las características de la experiencia que vive en la actualidad un visitante en la Catedral de Sal de Zipaquirá, en especial en cuanto a la forma en que se presenta el patrimonio cultural que representa?, y ¿Cuáles son las características de esos visitantes (usuarios), especialmente en cuanto a su grado de conocimiento sobre los valores estéticos y simbólicos, y la configuración del mundo indígena? A partir de ahí, se establecen algunos criterios (*brief* de diseño) que, en la etapa de ideación, servirán como lineamientos proyectuales para el diseño de una renovada estrategia comunicativa hipermedia enfocada en la difusión y comunicación del patrimonio cultural de la Catedral de Sal de Zipaquirá.

Palabras clave: Zipaquirá, Catedral de Sal, diseño, experiencia, servicio, hipermedia.

A manera de introducción

La Catedral de Sal de Zipaquirá es reconocida como uno de los más importantes hitos turísticos de Colombia. No en vano, en los portales especializados coinciden en señalarla como “visita obligada” en la Sabana de Bogotá, tanto para nacionales como para extranjeros***,

*** En esta idea coinciden los portales web del Instituto Distrital de Turismo (2017) de la Alcaldía Mayor de Bogotá y del Instituto Departamental de Cultura y Turismo de Cundinamarca (IDECUT, s.f.).

aludiendo a importantes reconocimientos, como el otorgado en 2007 cuando fue seleccionada, en un concurso promovido entre sus lectores por el periódico *El Tiempo*, como la primera maravilla arquitectónica de Colombia.

El presente capítulo, y la investigación a la cual corresponde, parten del reconocimiento de la destacada importancia de la Catedral, no solo como hito turístico nacional e internacional, sino especialmente como patrimonio cultural configurado y representado en el conjunto arquitectónico y escultórico que lo conforman. Sin embargo, como se evidenciará, también se reconoce en este importante lugar una significativa oportunidad de mejora, en aras de fortalecer no solo su potencial turístico, sino también su relevancia en términos culturales. En este sentido, se plantea este proyecto en dos etapas (Fase de Indagación y Fase de Ideación) con el objetivo de contribuir con la difusión y comunicación del patrimonio cultural de la Catedral de Sal de Zipaquirá, en cuanto a sus valores artísticos, estéticos y simbólicos, y la representación del mundo indígena, mediante el diseño de una estrategia comunicativa que lo presente de forma innovadora, por medio de las herramientas propias del diseño digital y multimedia, enriqueciendo la experiencia de los turistas que la visitan.

En este contexto, el capítulo corresponde específicamente a la primera fase del proyecto (de Indagación), en la cual se traza como objetivo general **caracterizar**, en contexto, el patrimonio cultural representado en la Catedral de Sal de Zipaquirá y sus elementos constitutivos, enfatizando en sus valores estéticos y simbólicos, y en la configuración del mundo indígena. El desarrollo de esta fase del proyecto se realizó mediante cuatro objetivos específicos que, en síntesis, permitieron inicialmente, elaborar una **conceptualización** (1) que hace las veces de marco referencial del proyecto, a lo que siguió la elaboración de una **identificación** (2) de las obras ahí presentes, realizada a partir de fichas de un catálogo informativo, que cual permitió documentar, además de los datos básicos, sus valores artísticos, estéticos y simbólicos presentes en cada obra del conjunto arquitectónico y escultórico. Posteriormente, se realizan los que puede entenderse como los objetivos más operativos del proyecto, en términos del trabajo de campo realizado; esto es, en tercer lugar, la realización de una

descripción y análisis (3) detallado de la forma en que actualmente se presenta al visitante el patrimonio cultural allí presente para, finalmente, **definir criterios** (4) **de diseño** que, en la posterior fase del proyecto (de Ideación), servirán como lineamientos proyectuales para el desarrollo de la propuesta de una renovada estrategia comunicativa hipermedia enfocada en la difusión y comunicación del patrimonio cultural de la Catedral.

En su desarrollo, este capítulo presenta concretamente la metodología, los resultados, la discusión y las conclusiones de la etapa más operativa del proyecto, es decir, la **descripción y análisis** (3) y la **definición básica de criterios de diseño** (4), establecidos en un **brief de diseño******, atendiendo a las siguientes cuestiones: ¿Cuáles son las características de la experiencia que vive actualmente un visitante en la Catedral de Sal de Zipaquirá, especialmente en cuanto a la forma en que se presenta el patrimonio cultural que representa? ¿Cuáles son las características de esos visitantes (usuarios), en particular en cuanto a su grado de conocimiento sobre los valores estéticos y simbólicos, y la configuración del mundo indígena?, y ¿Cuáles serían los criterios básicos (*brief* de diseño) a tener en cuenta en el momento de formular una propuesta de estrategia comunicativa hipermedia renovada, enfocada en la difusión y comunicación del patrimonio cultural de la Catedral?

El contexto: potencial, necesidad, oportunidad

En Colombia la industria del turismo ha crecido significativamente en los últimos años y, la Catedral de Sal de Zipaquirá ha tenido una importante participación en ello. La Consultora Euromonitor Internacional (Euroconsulting, 2019) publicó su estudio “Megatendencias que dan forma al futuro de los viajes: edición de 2019”, en el cual se estimaba que para el cierre de ese año el tamaño del mercado turístico en Colombia sería de 11.921 millones de dólares; al tiempo,

**** Puede traducirse como “Instrucciones de diseño”.

realizaba una proyección de 14.785 millones de dólares para el año 2024, es decir, un crecimiento anual de aproximadamente un 5% en los siguientes cinco años. Estas cifras resultan aún más significativas si se observa que para el año 2015 el tamaño de este mercado era de 8.023 millones de dólares.

Coherente con esa dinámica, el Plan de Desarrollo Municipal de Zipaquirá Cundinamarca denominado “Zipaquirá, Ciudad de Servicios y las Oportunidades 2020-2023” (Consejo Municipal de Zipaquirá, 2020) define el eje transversal y cinco temáticos que buscan hacer “de Zipaquirá un territorio con Calidad de Vida”. Dentro de estos ejes temáticos es pertinente subrayar el Eje 2, denominado “Zipaquirá Competitiva” en el cual se plantea el tema **Turismo y desarrollo económico urbano** como aspecto relevante en el desarrollo del Municipio, siendo la Catedral de Sal de Zipaquirá pilar fundamental de esta iniciativa. Esto obedece al hecho que este escenario es, a nivel nacional e internacional, uno de los más importantes atractivos turísticos del país, como lo evidencia el alto número de visitantes que registra año a año; por ejemplo, para el año 2017 se reportaron cerca de 600.000 visitantes (Administración Catedral de Sal de Zipaquirá) y se proyectaba como meta que para el año 2019 esta cifra llegara a un millón de visitantes.

Como se expondrá luego con mayor amplitud, el atractivo que la Catedral tiene para los turistas obedece, en primer término, al hecho que resulta interesante visitar una “Catedral”, única en el mundo, excavada en el subsuelo (a casi 180 m de la superficie), y tallada al interior de una mina de sal, que incluso en la actualidad puede seguir operando. De igual forma, es llamativo, desde el punto de vista religioso católico, que este singular espacio se haya concebido como un santuario dedicado al Viacrucis de Jesucristo y a la Virgen de Guasá, patrona de los mineros, razón por la cual, es además, un lugar de peregrinación.

Por otro lado, para los turistas que no profesan la religión católica resulta interesante conocer todo lo relacionado con la minería de la sal, actividad que ofrece la posibilidad de “vivir la experiencia de ser minero por un día” (Catedral de Sal de Zipaquirá, 2017), además de profundizar en el proceso industrial de la producción de sal y de

la construcción de la Catedral misma; todo ello, con las transformaciones que ha tenido la mina desde la extracción artesanal indígena, pasando por el proceso de la Conquista Española, los inicios de la minería industrial de la mano del científico Alejandro von Humboldt y la conformación de la antigua catedral y de la actual. Otro asunto que motiva la visita de los turistas, es la representativa muestra de arte abstracto que conforman las 14 estaciones del Viacrucis de Jesucristo, el “Espejo de agua”, El Nártex, La Cúpula, El Coro y las tres naves de La Catedral; todos ellos tallados en sal e incluso algunos complementados con obras de arte figurativo religioso talladas en piedra, en su mayoría provenientes de la antigua catedral.

Se debe reconocer que la Sociedad de Economía Mixta Catedral de Sal de Zipaquirá, entidad que gerencia la Catedral, ha hecho un importante trabajo para posicionarla como uno de los más importantes atractivos turísticos del país, ampliando y diversificando su oferta de servicios, lo cual se evidencia, por ejemplo, en la reciente apertura de actividades asociadas al turismo ecológico y de aventura y, de la Licitación Pública para el “Diseño, Adecuación y Construcción del Museo Internacional 180 Metros Bajo Tierra y Desarrollo del Primer Simposio Internacional de Escultura Monumental en el Parque de la Sal en Zipaquirá, Cundinamarca”. Este evento busca reunir

a 22 destacados escultores de todo el mundo quienes, durante más 30 días de creación artística escultórica estarán en el Parque de la Sal – Catedral de Sal, haciendo vibrar la tierra con el golpe de sus martillos y el sonar de sus cincles, esculpiendo 22 esculturas monumentales en mármol y roca salina, que dejarán en firme la base fundamental del que será el *Primer Museo Subterráneo de Escultura Monumental del Mundo*. (Extrategiamedios.com, 2019).

De ahí que, atendiendo a su visión, misión y objetivos, la Entidad se ha preocupado por recibir al turista con “orgullo, amabilidad y profesionalismo” para que la experiencia de visitar la Catedral y el Municipio de Zipaquirá sea “realmente mágica” y “única” (Catedral de Sal de Zipaquirá, 2017). Como parte de la misión de la Catedral, se plantea que “desarrolla acciones integrales focalizadas al turismo temático a

partir de la innovación, tecnología y diversificación, para garantizar el crecimiento y la sostenibilidad empresarial”, a la vez que señala en su objetivo que busca “desarrollar una sólida ventaja competitiva del turismo temático, posicionándolo como la experiencia única dentro de los atractivos globales, a través de un diseño creativo de productos y servicios con excelencia e innovación” (Administración Catedral de Sal de Zipaquirá, 2017).

Sin embargo, cabe indagar si es posible concebir una experiencia distinta para el visitante, acorde con la necesidad de innovar y diversificar permanentemente, orientada a fortalecer la difusión y comunicación del patrimonio cultural de la Catedral, en especial desde la tecnología digital.

La presente propuesta parte, justamente, de evidenciar que, en relación con el valor como patrimonio artístico que tiene la Catedral en sí misma, “considerada como uno de los logros arquitectónicos y artísticos más notables de la arquitectura colombiana, otorgándosele incluso el título de joya arquitectónica de la modernidad” (Instituto Distrital de Turismo, 2017), adicional a la representativa muestra de arte abstracto que contiene y las invaluable piezas de arte figurativo religioso provenientes de la antigua catedral, actualmente no se está aprovechando lo suficiente.

Lo anterior, en tanto que el visitante no tiene la posibilidad de conocer de una forma autónoma, sencilla e innovadora, y por tanto pregnante, el simbolismo y significado de cada pieza o escenario, razón por la cual pierde la posibilidad de vivir una experiencia mucho más enriquecedora, desde la perspectiva cultural, si se tiene en cuenta el valor artístico que posee en conjunto. Esto, ya que no hay acceso a información que dé cuenta tanto de su proceso de elaboración como del contenido que quiso plasmar el artista al realizarla, excepto por la ofrecida, con comprensibles limitaciones, por parte del guía turístico, cuando se tiene la oportunidad de contar con uno de ellos durante el recorrido o, por la audioguía que se puede adquirir por un valor adicional en la entrada. Se ahonda en este aspecto más adelante como parte de las conclusiones.

Por otro lado, también se evidencia cómo, al ser un escenario en el cual la religiosidad católica es protagonista, se ha restado importancia al papel que jugó, desde antes de la Conquista Española, la población indígena Muisca de esta región en el proceso que hoy se ha decantado en la conformación de la Catedral misma, justamente debido a que esta comunidad tuvo como elemento esencial un estrecho vínculo ancestral con la mina de sal y su explotación y comercialización. En este sentido, actualmente la Catedral ofrece un servicio denominado “Nucuma****, el territorio de la sal”, que básicamente consiste en la proyección de un cortometraje animado 3D de 16 minutos de duración, producido por Signos Studio Ltda., que inicialmente se denominó Guasa (2008-2012) y que evolucionó hasta la producción que desde el 2012 presenta la Catedral entre sus atractivos. En esta producción, se narra la historia de la Catedral desde la antigüedad hasta la época contemporánea, concediendo un par de minutos a aspecto sustancial del papel del pueblo Muisca en el proceso, sin llegar en ningún caso a mostrar la importancia que realmente tiene en términos de memoria histórica y valoración de las raíces indígenas colombianas.

En esta misma línea, en 2019 se incorporó la oferta de un nuevo servicio, que está incluido en todos los pasaportes de ingreso, denominado “Diorama de la Sal”, el cual consiste en un Teatro de Realidad Virtual (VR) ubicado en la zona comercial, a ejecutarse en tres fases, y del cual la empresa Signos Studio S.A.S., exalta que “dicho proyecto es el primero en incorporarse en Colombia, vigilado por el Grupo de Innovación y Tecnología de País, que le aporta a la economía naranja”. En este nuevo servicio “los visitantes pueden conocer la historia del Domo Salino y el antiguo concepto del ‘Diorama’, usando tecnología de realidad virtual”. En la segunda fase, “se busca contar con realidad aumentada y la producción titulada “Zipaquirá Turística”, una experiencia interactiva, a través de la historia y los principales sitios turísticos de la ciudad”, mientras que la tercera fase, que espera completarse hacia 2022, pone en operación el Teatro propiamente con “30 sillas

**** “Nucuma” es una palabra ancestral Muisca que significa “El territorio de la Sal”.

que permitan brindar la experiencia entre realidad virtual, realidad aumentada y combinada, con producciones originales en animación digital 3D, cada una de ellas de 10 minutos de duración” y en las cuales se “incorporarán dispositivos de realidad virtual autónomos, proyectores láser de *videomapping*, carteles digitales 4K y controladores de iluminación” (Catedral de Sal, 2019).

Con respecto a este nuevo servicio, se debe destacar el interés de la entidad por ampliar los servicios, con el fin de enriquecer la experiencia del turista, acudiendo a las últimas tecnologías disponibles; sin embargo, en cuanto al contenido ofrecido, en esencia se reitera lo presentado en “Nucuma, el territorio de la sal”. Por tanto, sigue sin ser puesto en relieve el importante papel del pueblo Muisca en el proceso, ni el patrimonio cultural representado en la Catedral de Sal de Zipaquirá y sus elementos constitutivos en cuanto a sus valores estéticos y simbólicos.

Se reconoce una gran oportunidad de diseño para hacer un aporte desde el diseño digital y multimedia, dado que es posible potenciar sustancialmente la experiencia del visitante en cada uno de los espacios que conforman la Catedral, exaltando el valor artístico que tiene como conjunto e incluso otorgando mayor valor e importancia al legado indígena, mediante el uso de nuevas tecnologías y modos de comunicar y narrar, con el fin de propiciar que el visitante viva una experiencia enriquecida desde los recursos digitales y que estos le permitan conocer de forma sencilla, clara y didáctica, el significado y la historia de cada escenario y pieza de arte.

Se trataría de un aporte significativo si se tiene en cuenta que se refiere a un invaluable patrimonio artístico y que, por tanto, más allá del tema turístico, el tema patrimonio ha tomado en la actualidad gran relevancia, de manera que es clave potenciar su valoración, a la vez que se promueve su disfrute y aprovechamiento sustentables, tanto en términos medioambientales como en otras dimensiones, por ejemplo, la económica y cultural.

En este sentido, se debe subrayar la importancia que en los últimos años a nivel mundial ha tomado la preservación del patrimonio cultural material e inmaterial, en atención a las serias amenazas que enfrenta en diversos contextos. Como parte de los esfuerzos por su

preservación es necesario propiciar su apropiación social por parte de las comunidades, los visitantes (turistas) y de la población en general, para lo cual resulta vital fortalecer su difusión y comunicación para que genere empatía, y por tanto apropiación, entre quienes lo disfrutan, mediante recursos creativos e innovadores que los expliquen de manera significativa, atractiva, didáctica y sencilla, y, por tanto, pregnante. En el contexto de la pandemia generada por la COVID-19 ello cobra aún mayor relevancia, pues es clave pensar y generar herramientas que faciliten el “acceso” al patrimonio también por medios virtuales, en caso de un cierre temporal como el que se presentó en 2020.

Como consecuencia de este ejercicio, naturalmente también se fortalece la comunidad local a partir del desarrollo de las distintas maneras de su economía, no solo la asociada al turismo, sino también desde el potenciamiento del vínculo cultura-sociedad, de la identidad que genera, y del aumento de los niveles de apropiación entre esta población.

Una mirada desde el concepto de turismo creativo

Siendo la Catedral de Sal de Zipaquirá la primera maravilla de Colombia (Revista Semana, 2017), concebida y configurada como una megaobra de ingeniería en la que la extracción de la sal ha sido eje para el crecimiento económico de la población y sus alrededores, trae consigo un potencial enorme en términos de experiencia turística al posicionarse dentro de los destinos favoritos a visitar en el país, tanto por nacionales como por extranjeros. A esto se vincula el concepto de turismo creativo, un intercambio de capital social^{*****}, relacional e

******* Este se compone de 4 factores cualitativos: 1) el creciente interés en la cultura popular, o en la “cultura cotidiana” del destino; 2) el consumo progresivo del patrimonio inmaterial del lugar, como las manifestaciones culturales que van más allá de museos y monumentos; 3) el papel de las artes en el turismo cultural; y, 4) el aumento de la relación entre el turismo y la creatividad.**

intelectual entre diversos actores alrededor de lugares específicos. En ese sentido, surge una relación entre los factores mencionados y los procesos de co-creación alrededor de la economía de la experiencia (Pereira & Dantas, 2016).

Es así, como la devoción de los mineros alrededor de la fe católica dio paso hacia 1950 a lo que sería la primera construcción alrededor de los túneles, un diseño que abarcaría el periodo entre “1951 y 1954 en un área de 8.000 metros cuadrados, a una profundidad de 80 metros bajo la superficie” (Revista Semana, 2017). En la actualidad, como se ha comentado, esta experiencia turística contempla una audioguía de la Catedral, una película 3D y un teatro de realidad virtual; elementos interactivos que propenden por potenciar de forma positiva un recorrido por 8.500 m² de extensión y una afluencia anual de cerca de 600.000 personas de todas partes del mundo (Catedral de Sal de Zipaquirá, 2017).

En consideración a lo anterior, esta investigación proyectual busca, a través del diseño digital y multimedia, visualizar e idear una experiencia turística de mayor complejidad, al involucrar desde el diseño participativo a los diversos actores vinculados con los procesos de diseño e implementación de la actual Catedral, potenciando de forma prospectiva la activación de los niveles restantes de explotación de la mina y los posibles proyectos de inversión alrededor de este patrimonio de todos.

Por otro lado, la proyección de un clúster turístico alrededor de la ruta de la Sal en Cundinamarca, plantea la posibilidad de potenciar el recorrido comprendido entre Zipaquirá y Nemocón, poblaciones mineras por excelencia y de las cuales la actividad social y económica derivada de la extracción del mineral, que conectó en su momento el Instituto de Fomento Industrial (IFI). Con el pasar del tiempo, esta iniciativa eminentemente orientada desde la fe, se ha derivado en los recorridos actuales de la Catedral, a una expresión propia de los espacios museísticos y las exposiciones.

Al respecto, la potencialidad de los medios digitales como canales de comunicación apropiados para la ideación y visualización del espacio, representa un reto disciplinar desde la investigación-creación como punto de partida para idear productos hipermedia; de

este modo, las tecnologías de la información y la comunicación (en adelante TIC), vinculadas a proyectos museísticos contribuyen a alejar al museo del santuario y acercarlo al público, generando metarrelatos orientados a plataformas de red fija y móvil (Barinaga, Sánchez, & Newball, 2017). Al respecto, Dávila Urrutia (2015) comenta:

Los sistemas hipermedia se caracterizan por tres aspectos: en primer lugar son interactivos, es decir, abren sus posibilidades participativas a la acción del lector; como segunda característica hay que mencionar la variedad combinatoria que el sistema ejecuta sobre el conjunto medios y que integra en una sola exposición de acuerdo a la participación del usuario; finalmente es imprescindible su particular carácter no lineal, de manera que los sistemas hipermedia estructuran la información contenida en sistemas complejos basados en las estructura de almacenamiento y decodificación que emplea nuestro cerebro, accionando y desactivando accesos como si fuesen impulsos eléctricos de redes neuronales (p. 50).

Esta definición, tendiente a caracterizar productos hipermediales, da cuenta de una postura en la que la interacción vincula las posibilidades de participación de los actores y deja claro cómo la no linealidad construye un rizoma que se abre a relatos interconectados desde diversos campos del conocimiento.

Este proceso, eminentemente participativo, supone un reto para diseñadores desde la construcción colectiva e invita a la apropiación social, que, para efectos de la presente invitación, se vincula más que todo desde un devenir histórico asociado al patrimonio material. Se formula así la pregunta de investigación: ¿Cómo potenciar la visibilización de los valores artísticos, estéticos y simbólicos del conjunto arquitectónico y escultórico de la Catedral de Sal de Zipaquirá, y la representación de la cultura indígena en relación con el tema de la sal, a través de las herramientas propias del diseño digital y multimedia?

Desarrollo metodológico de las etapas Describir y Definir

Como se mencionó, esta investigación-creación de carácter proyectual se apoya en el paradigma *for - about - through* (para, sobre y a través del diseño) (Frayling, 1993; Findeli *et al*, 2008), propio del campo disciplinar del diseño, para abordar sus dos fases (Indagación e Ideación). En la fase que se refiere en este capítulo (Indagación) se elabora un estudio descriptivo mediante el pensamiento integrador y se emplean algunas herramientas propias del *Design Thinking*; en la segunda fase, además de estas herramientas, se inspira en el Diseño de experiencia de usuario (UX)*****.

Dado el carácter descriptivo de la Fase de Indagación, se busca caracterizar de manera amplia y suficiente, en contexto, el patrimonio cultural representado en la Catedral de Sal de Zipaquirá y sus elementos artísticos constitutivos, enfatizando en sus valores estéticos y simbólicos, y en la configuración de la cultura indígena, así como la experticia que actualmente viven los usuarios, lo cual supone enfatizar en la exploración, descripción y explicación. Esto, para dar una visión general aproximada del tema y, además, registrar y documentar en detalle las características y singularidades de este hecho llegando incluso a avanzar en la comprensión e interpretación de los aspectos sustanciales referidos al origen y la construcción de la Catedral, sus valores arquitectónicos, históricos y culturales, que pueden constituir acervo patrimonial.

En cuanto a la idea de emplear el pensamiento integrador en esta primera fase, se aborda la temática desde una mirada integradora y holística, cercana al pensamiento complejo, de manera que tienen cabida tanto elementos y herramientas del paradigma cuali-

***** Se toma como referencia la metodología para el desarrollo proyectual denominada Diseño de experiencia UX, planteada, entre otros, por D'Hertefelt (2000) y Arhipainen y Tähti (2003), en la cual se otorga importancia sustancial a los usuarios en el camino de enriquecer su experiencia al momento de vivenciar un evento o proceso, tal como el que se lleva a cabo en la Catedral de Sal de Zipaquirá.

tativo como del paradigma cuantitativo, siendo más importantes las relaciones entre los elementos que los elementos mismos. Por otro lado, en cuanto al uso de herramientas propias del *Design Thinking* se emplean como se describirá, con el fin de dar cuenta de las características de la experiencia y del usuario de la Catedral desde la perspectiva del diseño.

Desarrollo de la etapa Describir (método)

En tanto estudio descriptivo con enfoque integrador, se emparenta con la etapa denominada “Empatizar” del *Design Thinking*, en particular en cuanto a la idea de iniciar un proceso de diseño con “una profunda comprensión de las necesidades de los usuarios implicados en la solución”, según lo que se esté desarrollando y, de acuerdo con “su entorno”. La idea es “ser capaces de ponernos en la piel de dichas personas para ser capaces de generar soluciones consecuentes con sus realidades” (Designthinking en Español, 2020). En ese sentido, se busca responder a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las características de la experiencia que vive actualmente un visitante en la Catedral de Sal de Zipaquirá, especialmente en cuanto a la forma en que se presenta el patrimonio cultural que representa? y, ¿Cuáles son las características de esos visitantes (usuarios), en particular en cuanto a su grado de conocimiento sobre los valores estéticos y simbólicos, y la configuración del mundo indígena?

Este objetivo se alcanza, en esencia, acudiendo a fuentes primarias, representadas en distintos actores relacionados con el tema, abordadas en su mayoría de forma directa, mediante la realización de seis visitas de campo, llevadas a cabo por parte de los investigadores, empleando diversas herramientas (como la revisión bibliográfica, la observación encubierta, la entrevista semiestructurada con expertos, la observación participante y las encuestas), para recopilar datos que posteriormente se plasman como resultados, mediante las herramientas que luego se describen (Resultados) y analizan por medio de la categorización y la triangulación con el fin de extraer las conclusiones.

Desarrollo de la etapa Describir (resultados)

A continuación, se presentan, de manera sintética, los productos que plasman los principales resultados alcanzados en el desarrollo del trabajo realizado, para lo cual se emplean los siguientes recursos: Síntesis de la encuesta realizada, *Customer Journey Map*, Perspectiva 360, *Stekholders Map*, Mapa de Empatía y Tarjetas persona.

Síntesis de la encuesta realizada

Mediante la encuesta realizada (noviembre 22 y 23 de 2019), se logró recopilar información, en su mayoría cuantitativa, referida al perfil de los visitantes a la Catedral y sus percepciones con respecto a las diversas atracciones turísticas que componen el Parque de Sal, especialmente en la Catedral de Sal de Zipaquirá (de ahora en adelante CdS) propiamente dicha. Los datos recopilados se contrastan con los contenidos en el Informe de Gestión de la Administración de la Catedral de Sal (2017).

Se aplicó a 40 visitantes (21 hombres y 19 mujeres en un rango entre 21 y 40 años), seleccionados de modo aleatorio, durante un día entre semana (viernes) y un día de fin de semana (sábado). Se intentó que la muestra fuera representativa en cuanto a los dos tipos de usuarios que típicamente visitan la CdS en días hábiles entre semana (extranjeros) y en fines de semana (turistas nacionales), y aunque se abarcaron diversos rangos de edad, no se incluyeron menores de 13 años, lo que se explica porque fueron los padres quienes prefirieron responder, en algunos casos con ayuda de sus hijos.

En cuanto al tipo de dispositivos tecnológicos con acceso a internet que usan con más frecuencia, predominó el celular, seguido del PC y el TV. Al respecto, llama la atención que el grueso de los usuarios, y un número cada vez más grande de personas, cuentan con acceso a datos móviles.

Con respecto al lugar de origen, la muestra evidenció amplia variedad, con una mayoría de personas extranjeras provenientes de muy diversos países (esto, según registros de la Administración de

la Catedral de Sal para 2017, corresponde a un 46% anual). También se hizo patente que el mayor porcentaje de visitantes lo hacen por primera vez. Quienes ya habían venido en alguna ocasión destacan, como el cambio más significativo, la incorporación de las nuevas tecnologías mediante la película 3D (Nucuma) y el teatro RV. Aunque resultan llamativos, no son los más relevantes del recorrido. También destacan que ha mejorado el servicio, en particular, en la zona comercial y el área de comidas. Con relación al nivel de satisfacción general en su visita a la CdS, es significativo que el 75% lo hayan valorado con 5/5, mientras que el 25% restante lo hizo con 4/5.

Al consultar qué aspecto destacan del recorrido por resultar llamativo, se enuncian la Ruta del Minero, las Naves de la Catedral, el Recorrido del Viacrucis y la Cúpula; sin embargo, no se destacan especialmente, las atracciones relacionadas con las nuevas tecnologías (película 3D y teatro VR) ni las de deporte de aventura, es decir, siguen predominando los atractivos más tradicionales. No obstante, la película 3D y el teatro VR resultan especialmente interesantes para los visitantes más jóvenes, incluyendo los niños; en general son bien valoradas pese a que para la mayoría el contenido presentado resulta redundante.

Al consultar acerca de aquellos temas sobre los cuales les gustaría recibir más información en el recorrido, se destaca el tema religioso, seguido del artístico y del minero. Es muy dicente, respecto al interés que genera en los visitantes el tema indígena, que el nivel de conocimiento al respecto es muy bajo. En contraste, sobre el nivel de importancia que tienen estos temas en la actualidad durante el recorrido, se tiende a reconocer en primer lugar el tema artístico, seguido del minero y del indígena, quedando en último lugar el religioso.

En referencia específicamente a las obras de arte, incluyendo las estaciones del Viacrucis, el Nártex, la Cúpula y las demás obras localizadas en las Naves de la Catedral, se destaca que los visitantes desean recibir información respecto a la historia de las obras, su significado y la técnica de elaboración. En último lugar, se refiere el autor de cada obra.

Al pedirles evaluar, si el uso de recursos tecnológicos digitales y multimedia, tales como proyecciones, sonido, hologramas, animaciones, etc., podría ser interesante y útil para enriquecer su experiencia en el recorrido por la CdS, la mayoría (60%) lo considera de alto interés, mientras que un grupo menor (22,5%) lo considera de interés y, solo un grupo menor (17,5%) lo consideran con bajo interés.

Se resaltan algunos temas puntuales, como el hecho que en su mayoría, los visitantes no tienen mayor conocimiento con respecto a la muestra de arte y el patrimonio cultural que representa y, menos aún, en cuanto a la importancia del universo indígena para la CdS. Sin embargo, sí se identifica importante conocimiento, previo a la visita, del tema religioso, lo cual pone en evidencia que la denominación de Catedral es relevante a la hora de escoger este lugar como destino turístico. Se reconoce, además, que la experiencia resulta rica en espiritualidad y recogimiento interior, y que se vuelca en el tema religioso.

Se destaca el buen servicio y trato del personal de la CdS, en particular el de los guías, salvo algunas críticas a la velocidad en el recorrido (muy rápido) y que eventualmente, no se entiende todo lo que se comenta, en especial para grupos grandes. En contraste, con respecto a las audioguías se perciben notorias críticas referentes a la comodidad de los equipos y lo “impersonal” que resulta su uso versus el trato amable de los guías.

Para finalizar, vale la pena destacar que para los visitantes no resulta muy significativa ni se ha destacado en su visita, la presencia de las obras de arte, ni las piezas abstractas (en particular en el Viacrucis), ni lo figurativo (esculturas de mármol provenientes de la antigua catedral).



Customer Journey Map

Para Gasca y Zaragoza (2014), la herramienta *Customer Journey Map* (o mapa de interacción de usuarios) plasma el recorrido de un usuario alrededor de la experiencia, poniendo en evidencia los puntos de contacto que caracterizan su interacción con el producto o servicio. Este sería el *Customer Journey Map* del proyecto: Figura 1.

Figura 1. Customer Journey Map del proyecto



Nota. De este ejercicio de diseño se concluye que: 1) Los puntos de contacto a lo largo del recorrido se derivan de la audioguía, la cual vincula un número que debe oprimirse en el dispositivo para tener la descripción de una serie de recursos de señalética ubicados a lo largo de la Catedral. 2) Dado que la señal de los teléfonos móviles no es óptima, un recurso fuera de línea puede ser apropiado para el prototipado de la hipermedia.

Fuente: Elaboración propia a partir de Gasca y Zaragozá (2014).

Perspectiva 360

Esta herramienta del *Design Thinking* recoge y categoriza información para analizar cómo interactúan los usuarios con el objeto de estudio a tratar. Su enfoque se direcciona a entender su contexto para poder concretar la búsqueda en aquello que realmente aporte a la conceptualización de producto (Gasca y Zaragoza, 2014) (Figura 2).

Stakeholders Map

Para Gasca y Zaragoza (2014) esta herramienta busca irradiar desde su núcleo aquellos actores que tengan más relevancia para el proyecto. Así, el mapa de actores da cuenta de todos los posibles que afectan el producto o servicio (Figura 3).

Mapa de empatía

En *Designpedia* el mapa de empatía es “como una herramienta que plasma los actos y sentimientos del usuario, con el fin de visualizar aspectos emocionales y racionales sobre 6 cuadrantes orientados a un punto de vista respecto a una necesidad/problema/producto/servicio” (Gasca y Zaragoza, 2014). Desde este referente, se plantea para el presente proyecto el siguiente mapa de empatía: Figura 4.

Tarjetas persona

Derivado de la herramienta Persona, creada por Cooper y Reimann (2003), Gasca y Zaragoza proponen crear un modelo de usuario del producto o servicio, con el fin de tener una visión más profunda y personal a la hora de analizar las motivaciones y empatizar con las personas en la fase de ideación (Gasca y Zaragoza, 2014). Este arquetipo de usuario se orienta a partir de los factores establecidos por Cooper y Reimann (2003), cuyo análisis es:

- ¿Qué tenemos y qué es común? La mayoría de los visitantes asistieron a la CdS con amigos (42,5%) y familiares (35%),

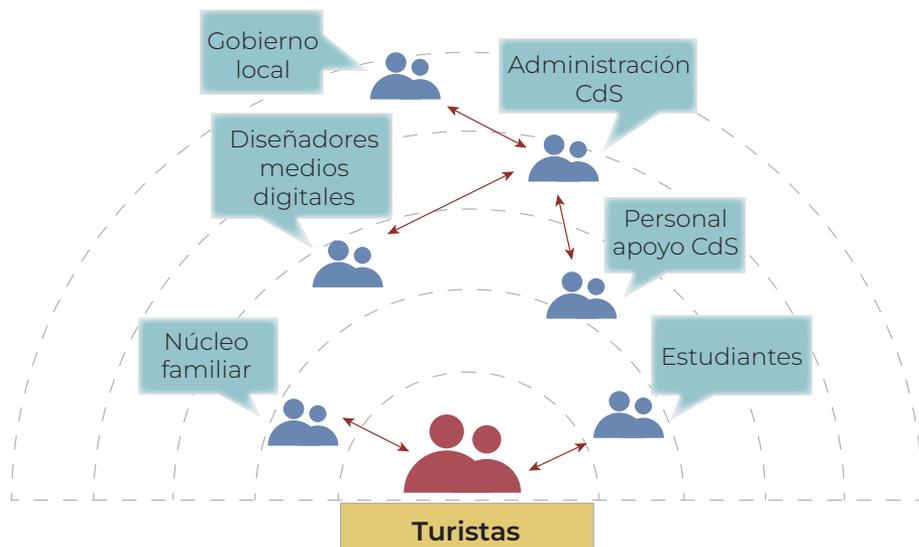
Figura 2. Perspectiva 360 del proyecto



Nota. La aplicación de la herramienta aportó lo siguiente: 1) En los territorios sociales y culturales debe ser explícita la relación entre la fe católica y la minería; esto en consideración a las diversas lecturas de los turistas alrededor de una serie de recorridos temáticos, a lo largo de la catedral que desdibujan su objetivo. 2) Se presenta una inquietud alrededor de la experiencia frente a la temática indígena vinculada a la extracción de sal. Este insight puede ser potenciado como criterio de diseño para robustecer la experiencia turística vinculada al patrimonio desde la parte artística y cultural.

Fuente: Elaboración propia a partir de Gasca y Zaragozá (2014).

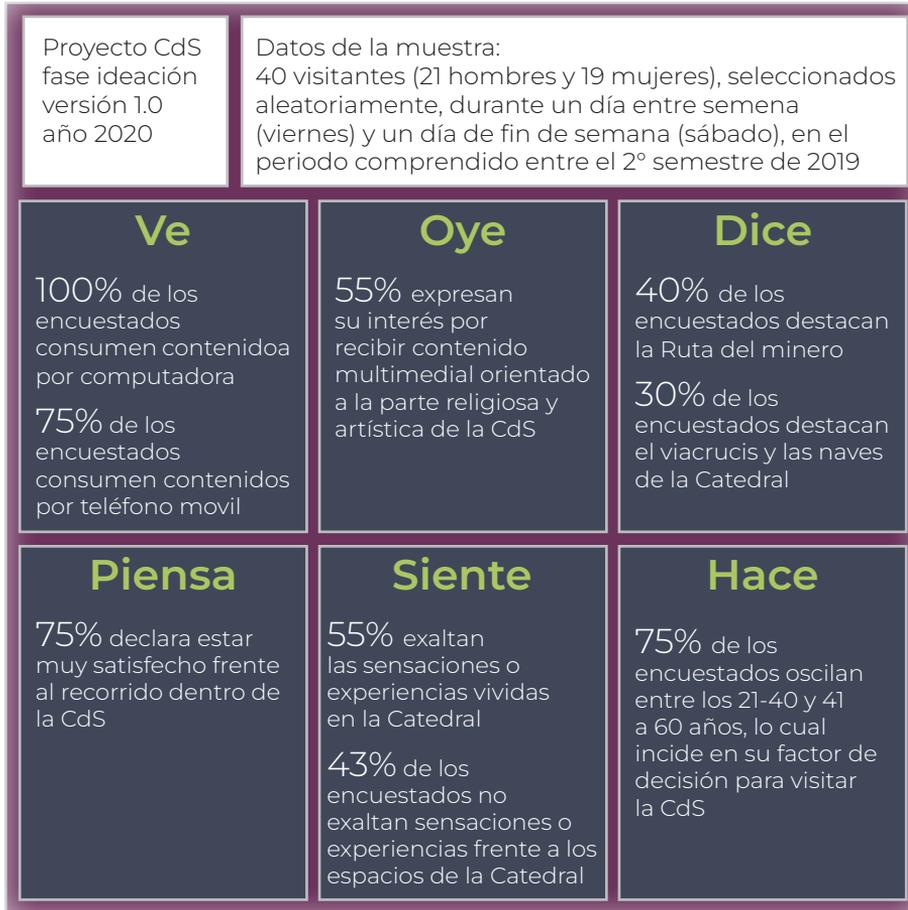
Figura 3. Mapa de actores del proyecto



Nota. Al aplicar este instrumento, se concluye: 1) La construcción del clúster turístico se articula desde 4 actores: Gobierno local de Zipaquirá, Administración CdS, creadores de contenidos digitales vinculados a los proyectos de la Catedral y, personal de apoyo a lo largo de la experiencia turística. 2) Hay una influencia o una relación indirecta entre creadores de contenidos, personal de apoyo y núcleo familiar en la medida que los contenidos digitales divulgados a través de diversas plataformas llegan a las familias y eventualmente soportan actividades propias de la experiencia mediada por el personal.

Fuente: Elaboración propia a partir de Gasca y Zaragoza (2014)

Figura 4. Mapa de empatía del proyecto



Nota. Se concluye que: 1) 43% de los encuestados no tienen una experiencia turística significativa de su recorrido de la CdS, ni exaltan alguna zona en particular. 2) Se perfilan 2 grupos etarios (entre 21 y 40 o 41 y, 60 años), de los cuales se cree que hay preferencia por este tipo de experiencias turísticas en grupos familiares y de mayoría de edad, predominantemente. 3) Aparece una opinión dividida entre la experiencia propia de la minería (ruta del minero) y la parte religiosa implícita en el recorrido. Esto sugiere 2 segmentos de mercado sobre los cuales es viable la implementación de la experiencia.

Fuente: Elaboración propia a partir de Gasca y Zaragozá (2014)

lo que evidencia que es un destino turístico predilecto para grupos y familias. Predominan los visitantes profesionales y con estudios de posgrado, lo cual significa que se trata de un público con alto perfil académico.

- ¿Qué rangos de comportamiento y ambientes debemos explorar? Se reportan visitantes de prácticamente todo el mundo, con importante presencia de visitantes europeos (en particular, alemanes, franceses, italianos y españoles), norteamericanos e incluso asiáticos (en especial japoneses, chinos y coreanos) (Figura 5).

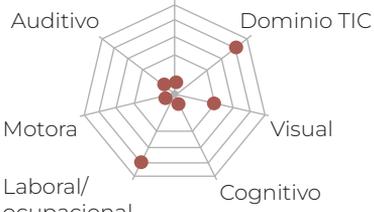
Desarrollo de la etapa Definir (discusión de resultados)

Con el ánimo de realizar un análisis de los resultados alcanzados que lleve a ideas concluyentes de esta etapa, en la tabla 1 se presentan aspectos relevantes que surgen de la triangulación entre las herramientas aplicadas y el material producido (Tabla 1).

Desarrollo de la etapa de definición (método)

Esta etapa supone el punto de inicio de la concepción de propuestas innovadoras y creativas que aprovechen la oportunidad de mejora identificada. En este sentido, la fase aquí denominada de definición está emparentada con la etapa denominada “Definición” del *Design Thinking*, en particular, en cuanto a la idea de “cribar la información recopilada durante la fase de Empatía y quedarnos con lo que realmente aporta valor y nos lleva al alcance de nuevas perspectivas interesantes”, e identificar “problemas cuyas soluciones serán clave para la obtención de un resultado innovador” (Designthinking en Español, 2020).

Figura 5. Tarjeta persona del proyecto.

	Proyecto <input type="text"/> Versión <input type="text"/> Diseñador <input type="text"/> Fecha <input type="text"/>
	<p>Jhon - turista - norteamericano Él e sun hombre casado y padre de un hijo en edad escolar. Su edad se ubica entre 21 y 40 años de edad, usa predominantemente la computadora de mesa desde los años 90 y mantiene un negocio propio el cual le dá estabilidad económica y la posibilidad de viajar. En esta oportunidad visita la CdS en familia y por invitación de amigos radicados en Colombia.</p> <p>Características demográficas</p>
<p>Aunque Jhon frecuenta portales como TriAdvisor o Lonely Planet; disfruta de tener experiencias turísticas en compañía de familia y amigos. Destaca el buen servicio y trato del personal de la CdS, especialmente el de los guías, salvo por la premura en el recorrido y que eventualmente no se entendía todo lo que se comentaba, por la concurrencia de grupos grandes para la atención de los guías.</p> <p>Necesidades/motivaciones/creencias</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Es clave la conexión con dispositivos tecnológicos que ofrezcan la información reuquerida. ◦ Busca comodidad para su familia a lo largo del recorrido. ◦ Selecciona la CdS porque quiere una experiencia rica en espiritualidad y recogimiento interior, volcándose claramente al tema religioso. ◦ Desea recibir información respecto a la historia d elas obras, su significado y la técnica de elaboración. <p>Objetivos/metás</p>	
<p>Enfermedad(es) Crónicas</p>  <p>Capacidades humanas</p>	<p>Escenario</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Hogar. ◦ Oficina. ◦ Visitas a clientes. ◦ Eventos a los que es invitado.

Nota. A partir de esta herramienta se comprende mejor a los usuarios. Fuente: Elaboración propia a partir de Cooper y Reimann (2003), y Gasca y Zaragoza (2014).

Tabla 1. Síntesis (discusión de resultados)

Síntesis (discusión de resultados)	
Categoría	Resultados
Usuario	Se identifica que, al tratarse de un atractor turístico posicionado a nivel nacional e internacional, se debe asumir varios tipos de potenciales usuarios: 1) Según lugar de origen (50% extranjeros y 50% nacionales); esto implica concebir productos que se adapten a la diversidad idiomática. 2) Visita por parte de grupos de amigos, familiares e instituciones. 3) Prevalencia de población adulta, aunque al ser un plan familiar siempre están presentes adolescentes y niños; si bien para esta población la experiencia resulta atractiva, exige generar contenidos especializados según sus intereses y maneras de entender particulares.
	El tema que mayor motivación genera en los visitantes es el religioso; sin embargo, el prestigio de la CdS como “maravilla” que se debe visitar, indistintamente de las creencias religiosas, es muy relevante, en especial para los turistas extranjeros, y de forma particular para europeos, norteamericanos y orientales.
	Se evidencia gran desconocimiento por parte de los visitantes con respecto a la valoración del patrimonio cultural, presente en la arquitectura y las obras artísticas de la CdS, incluso tras concluir la visita. Con respecto al tema “mundo indígena”, se identifica un relativo interés. Se concluye que estos dos temas constituyen una oportunidad para fortalecer la experiencia del turista, con énfasis en aquellos sin interés en el tema religioso católico, diversificando la experiencia hacia lo cultural.
Experiencia	La experiencia de visitar la CdS es muy bien valorada por parte de los turistas, no solo por ser un lugar sorprendente por su configuración (mina convertida en catedral y otros elementos constitutivos), sino también gracias a los servicios turísticos que presta.
	Los atractivos más valorados son los más tradicionales, en especial el Viacrucis, la Cúpula, el Nártex, el Coro y la Nave Central. También se valora de forma muy positiva la Ruta del Minero y las nuevas áreas de SPA y relajación, que sugieren un tema interesante para seguir potenciando la experiencia.

Síntesis (discusión de resultados)	
Categoría	Resultados
Experiencia	<p>Resulta llamativo que, aunque las actividades turísticas relacionadas con las nuevas tecnologías (película 3D y teatro VR), son bien valoradas, no resultan especialmente destacadas para la mayoría de turistas, e incluso se perciben reiterativas en cuanto a su contenido; los niños y adolescentes sí las consideran muy atractivas e interesantes. Este hecho sugiere, a priori, que se trata de lenguajes muy bien recibidos por parte de la población más joven; por tanto, podrían aprovecharse al difundir contenidos sobre patrimonio cultural orientados para esa franja poblacional.</p>
	<p>Otros atractivos del Parque de la Sal, como el muro de escalada, no resultan significativos para la experiencia turística en conjunto, ya que se perciben como elementos aislados y ajenos a la temática de la sal y de la CdS.</p>
	<p>Llama la atención que la experiencia se valora bien cuando es acompañada por los guías turísticos, ya que se percibe un trato personalizado, amable y singular, lo cual indica que hay un trabajo de preparación y gestión como talento humano. Sin embargo, se tiende a no encontrar esa misma valoración positiva con respecto a la audioguía, que se percibe como un recurso válido y necesario, pero impersonal.</p>
	<p>Aspectos como la musicalización son mencionados de modo recurrente como aspectos a mejorar, pues, aunque la usada en la actualidad resulta pertinente, acompaña repetitivamente todos los espacios de la Catedral, generando sensación de monotonía.</p>
	<p>Dentro de la experiencia para los turistas, llama la atención el trabajo de talla sobre roca salina que, a la manera de muestras artísticas (cuya temática central es el mundo indígena asociado a la explotación histórica de la sal en la región), está presente en la galería comercial de la CdS; al igual que el delicado trabajo expuesto de manera singular mediante el trabajo de luces que lo acompaña; sin embargo, resulta aislado e incluso se tienen dificultades para comprender su sentido y significado cuando no se cuenta con el acompañamiento del guía turístico.</p>

Síntesis (discusión de resultados)	
Categoría	Resultados
Prospectiva y expectativas Administración de la Catedral	Se identifica que el trabajo que ha realizado la Administración de la CdS, se destaca por haber mejorado de manera progresiva la prestación de sus servicios turísticos, fruto de lo cual este escenario especial se ha posicionado y ganado el reconocimiento a nivel nacional e internacional. Se trata de un trabajo laborioso y constante por ampliar, diversificar y perfeccionar en su oferta, que sigue realizándose, como lo evidencia la reciente apertura para la licitación del Museo de la talla en sal, denominado Museo Internacional 180 Metros Bajo Tierra (Catedral de Sal, noviembre de 2019).
	Se identifica sintonía e interés por parte de la Administración de la Catedral con respecto al tipo de propuestas que se planean en este proyecto; sin embargo, al tratarse de una entidad de carácter mixto, debe someterse a la posibilidad que las ideas y los proyectos no necesariamente tengan continuidad al ocurrir cambios en sus líderes y gestores.
Participación comunidad y artesanos de la región	Mediante el aporte del artesano Carlos Penagos y del ingeniero Jorge Castelblanco, los dos habitantes de Zipaquirá y estrechamente vinculados con la Catedral, se percibe que la CdS está muy bien valorada, pues se entiende como una fuente de trabajo, mediante la actividad turística. No obstante, es deseable un mayor nivel de participación por parte de la comunidad zipaquireña.
	Es clave fortalecer la alianza Municipio-Catedral para apalancar procesos culturales que permitan el concurso activo de la comunidad en la configuración de la Catedral, tales como el trabajo de los artesanos en la talla de sectores específicos de la Galería Comercial de la Catedral, y en particular desde la perspectiva de la futura conformación del Museo de la Talla en Sal.

Síntesis (discusión de resultados)	
Categoría	Resultados
Participación comunidad y artesanos de la región	En el Plan de Desarrollo Municipal se entiende la Catedral como motor de desarrollo del Municipio mediante la actividad turística; sin embargo, la dimensión cultural reclama mayor relevancia. Se podrían generar actividades asociadas a las dinámicas de la Catedral que permitan ampliar y fortalecer este aspecto; por ejemplo, mediante las escuelas, colegios y bibliotecas municipales, y mediante las universidades presentes en la región para llegar a la población joven. Este aspecto resulta significativo para el proyecto, en particular, si se tiene en cuenta el bajo porcentaje de visitantes a la CdS provenientes del mismo municipio o de la región.

Nota. Aquí se presenta la discusión de resultados.

Fuente: Elaboración propia.

De igual forma, esta fase supone un avance en la siguiente etapa del *Design Thinking*, denominada “Ideación”, en la cual se tiene como objetivo “la generación de un sinfín de opciones”. Esto quiere decir que es clave no quedarse con la primera idea que surja, pues en esta fase, “las actividades favorecen el pensamiento expansivo y debemos eliminar los juicios de valor. A veces, las ideas más estrambóticas son las que generan soluciones visionarias” (Designthinking en Español, 2020).

En ese sentido, la idea aquí es responder a la siguiente cuestión: ¿Cuáles serían los criterios (*brief* de diseño), a tener en cuenta al momento de formular una propuesta de estrategia comunicativa hipermedia renovada, enfocada en la difusión y comunicación del patrimonio cultural de la Catedral?

Este objetivo se alcanza gracias al hecho de capitalizar la información recogida y analizada en la etapa anterior (Describir). A partir de ahí, surgen los resultados de esta nueva etapa; esto es, la respuesta al objetivo mismo, a la manera de criterios y lineamientos de diseño que, mediante las herramientas seleccionadas que se describirán luego, guiarán la creación del producto en la siguiente fase del proyecto (Ideación). Para presentar los resultados, en este capítulo se elabora

un *brief* de diseño. A partir de este, se proyecta desarrollar el desafío de diseño, el árbol de objetivos de diseño y la matriz de determinantes y requerimientos, con el fin de consolidar la caracterización.

Desarrollo de la de la etapa de definición (resultados *brief* de diseño)

El desarrollo del *brief* de diseño, como una conclusión importante de la fase de Indagación, contribuye a la definición de criterios que servirán para dar continuidad al proyecto, en la siguiente fase (Ideación). Así, se constituye en un insumo para el inicio de las etapas de prototipado y testeo, en las cuales las ideas se vuelven realidad, en tanto que “construir prototipos hace las ideas palpables” y, ayuda a “visualizar las posibles soluciones”, poniendo de manifiesto elementos que se deben “mejorar o refinar antes de llegar al resultado final”. Ya, durante la fase de Testeo, se tendrá la posibilidad de “probar los prototipos con los usuarios implicados en la solución” que se encuentre en desarrollo. Cabe mencionar que esta fase es crucial, ya que “ayudará a identificar mejoras significativas, fallos a resolver y posibles carencias”. Durante esta fase, se llegará a evolucionar la idea “hasta convertirla en la solución” que se estaba buscando (Designthinking en Español, 2020).

Es importante advertir que se trata de una primera versión del *brief* de diseño y, por tanto, de los criterios definidos; sin embargo, sirve como insumo para el inicio de la fase de Ideación, pero no puede ser considerado definitivos, pues la metodología bajo la cual se desarrolla el proyecto justamente, permite rehacerlos de modo recurrente en tanto sea necesario, como parte del ejercicio de prototipado y testeo hasta el producto final, debido a su carácter iterativo.

Brief de diseño

La idea del *brief* de diseño es que sea un documento síntesis, muy concreto y breve, en el cual se plasman, de manera detallada, los

aspectos clave del proyecto. En ese sentido, surge del reconocimiento en profundidad del problema de diseño a resolver (contexto, usuario, proceso, experiencia y, cliente), a partir de lo cual surgen los *insights* que dan pie a los principios y acuerdos que se han realizado con el cliente y que, se deben respetar, en tanto que establecen las necesidades reales, los recursos disponibles y objetivos a alcanzar.

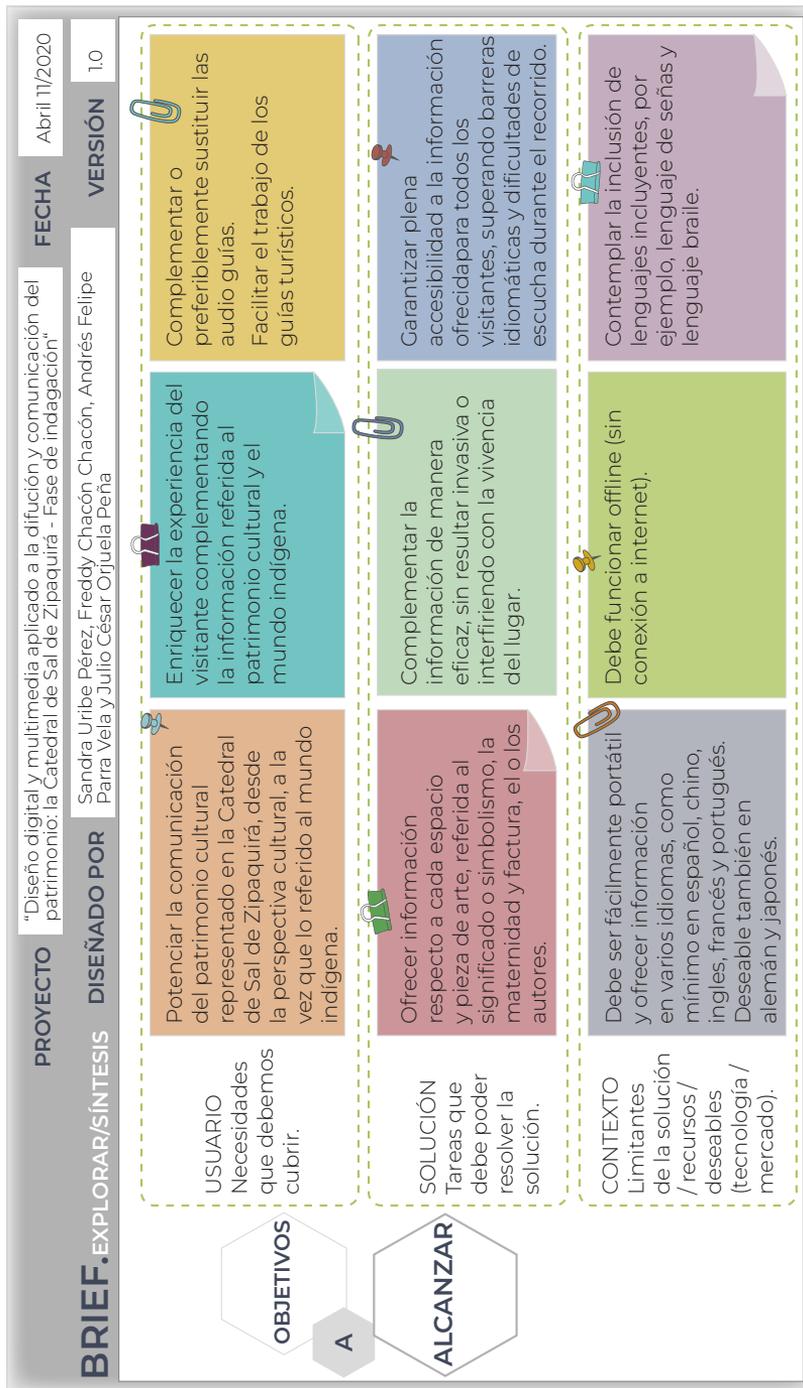
En relación con la Catedral de Sal de Zipaquirá, esta primera versión (ver Figura 6) refleja, más que acuerdos con el cliente, en este caso la Administración de la Catedral en representación de la Sociedad de Economía Mixta Catedral de Sal de Zipaquirá, las expectativas que han manifestado en las distintas oportunidades en que el equipo de investigadores tuvo contacto con ellos. Un aspecto sustancial, es que se define como idea estructurante, que aborda un proyecto en el cual el usuario (en este caso, el visitante a la Catedral), es el centro de todo, es decir, que se trata de un diseño centrado en el usuario (Figura 6).

Conclusiones

Se presentan algunas consideraciones con respecto a los resultados presentados de forma previa, que suponen el principal logro del trabajo realizado en esta fase del proyecto (Indagación) y, por tanto, el principal aporte desde la investigación proyectual realizada, a la construcción de conocimiento y en el camino por lograr el objetivo planteado. En este sentido, hasta aquí se han presentado los productos o resultados que atienden a la cuestión “¿Cuáles serían los criterios básicos a tener en cuenta al momento de formular una propuesta de estrategia comunicativa hipermedia renovada, enfocada en la difusión y comunicación del patrimonio cultural de la Catedral?”.

Estos resultados, sintetizados mediante la herramienta presentada (*Brief* de diseño), establecen los criterios de diseño iniciales a tener en cuenta en la etapa posterior del proyecto (Ideación), sirviendo como lineamientos proyectuales de base para el diseño de la estrategia comunicativa, enfocada en la difusión y comunicación del patrimonio cultural de la Catedral de Sal de Zipaquirá, que podría implementarse desde el diseño digital y multimedia.

Figura 6. Brief de diseño del proyecto versión 1.0



Nota. Esta es la primera versión del brief de diseño. Fuente: Elaboración propia a partir de Gasca y Zaragoza (2014).

En cuanto a los aportes a la construcción de conocimiento y en el camino por lograr el objetivo planteado, desde la investigación proyectual realizada, se considera aquí, por parte de los investigadores, que se debe destacar también la caracterización de la experiencia y del usuario, realizadas en el contexto particular de la Catedral de Sal de Zipaquirá, cuyos resultados ya fueron presentados y discutidos, dado que permiten entender de manera suficiente las singularidades de esta vivencia en su conjunto, así como identificar las fortalezas y oportunidades, con miras al desarrollo de propuestas proyectuales que contribuyan a lograr responder al reto o desafío de diseño planteado, esto es: enriquecer la experiencia del visitante a la Catedral de Sal de Zipaquirá, potenciando la difusión y comunicación del patrimonio cultural en lo referido a su valor artístico, además de lo concerniente al mundo indígena y el mundo minero.

Al respecto, un significativo aporte del presente proyecto lo supone el verificar la hipótesis inicial que establecía que, en cuanto al patrimonio cultural de la Catedral de Sal, (representado en la arquitectura y las obras de arte abstracto y figurativo allí presentes) y la temática indígena, no estaban siendo valoradas lo suficiente, ni aprovechadas en todo su potencial, si se ve este asunto desde un enfoque cultural, orientado hacia el fortalecimiento del turismo temático y creativo.

En todo caso, se parte del reconocimiento de la alta calidad de la experiencia que ofrece hoy la Catedral de Zipaquirá, en particular en cuanto a lo religioso, debido fundamentalmente a la sobrecogedora y espiritual sensación que estar allí produce en los visitantes, y a que la buena gestión de la Administración de la Catedral ha llevado a elevar de forma continua la calidad de su servicio, a perfeccionar productos y a buscar diversificarse.

En respuesta, a manera de hipótesis propositiva se planteó que, a través del saber del diseño orientado a la creación de contenidos mediante entornos digitales, cuya influencia, amplia difusión y pregnancia son determinantes en la actualidad, es posible, pertinente y oportuno contribuir a convertir esta aparente deficiencia o debilidad, o más bien oportunidad de mejora (subvaloración de los temas artístico e indígena en la actual experiencia), en un reto de diseño que pue-

de atenderse desde la difusión y comunicación de este patrimonio, acentuando el factor diferenciador que posiciona la Catedral de Sal a nivel nacional e internacional. Esta hipótesis, a la luz de los resultados alcanzados hasta ahora, está igualmente verificada, lo cual constituye otro valioso aporte de la presente investigación; sin embargo, es necesario concluir la fase de ideación realizando un producto de diseño, operativo y testeado de manera previa, que al implementarse demuestre definitivamente su potencial para contribuir a resolver esta oportunidad de mejora y reto de diseño.

Es evidente que, en la actualidad, aún no existen certezas con respecto a la posibilidad o no de implementar este producto, hasta no concluir la siguiente fase del proyecto (Ideación); sin embargo, una gran fortaleza que ofrecen los resultados alcanzados, hasta ahora, es que permite un amplio rango de posibilidades de hipótesis de productos, de manera que se abre todo un abanico de potenciales productos a concebir y desarrollar con miras a seguir enriqueciendo la experiencia de los turistas en la Catedral de Sal de Zipaquirá, a partir de los cuales se otorgue cada vez más relevancia al tema patrimonio cultural de la CdS (representado en la arquitectura y las obras de arte abstracto y figurativo allí presentes) y la temática indígena.

En este sentido, se abren a su vez interesantes posibilidades para establecer convenios de trabajo colaborativo entre la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca (Unicolmayor) y la Administración de la Catedral en representación de la Sociedad de Economía Mixta Catedral de Sal de Zipaquirá, que a la manera de alianza Empresa-Estado-Universidad, pueden generar potentes resultados, tanto en términos de seguir fortaleciendo la Catedral, como atractivo turístico y motor de desarrollo del Municipio, como de contribuir a mejorar la calidad de vida de los zipaquireños, a la vez que se potencia el aporte de la academia a la sociedad, mediante sus funciones misionales (formación, investigación y proyección social).

Referencias bibliográfica

Administración Catedral de Sal de Zipaquirá. (2017). *Informe de Gestión*. Disponible en <https://www.catedraldesal.gov.co/publicaciones/INFRME%20DE%20GESTION%202017.pdf>

Arhippainen, L. & Tähti, M. (2003, del 10 al 12 de diciembre). Empirical Evaluation of User Experience in Two Adaptative Mobile Application Prototypes. *Proceedings of the 2nd International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, Norrköping, Sweden. Disponible en <http://www.ep.liu.se/ecp/011/007/ecp011007.pdf>

Barinaga, B., Sánchez, I. M. & Newball, A. A. (2017). La narrativa hipermedia en el museo. El presente del futuro. *Obra digital: revista de comunicación*, (12), pp.101-121. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/319972257_La_narrativa_hipermedia_en_el_museo_El_presente_del_futuro

Catedral de Sal de Zipaquirá. (2017, 25 de marzo). *Parque de la Sal Zipaquirá*. Disponible en <https://www.catedraldesal.gov.co/>

Catedral de Sal de Zipaquirá, la primera maravilla de Colombia. (2017, 9 de octubre). *Revista Semana*. Disponible en <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/cundinamarca-por-la-ruta-correcta/articulo/historia-de-la-catedral-de-zipaquirá/540150>

Consejo Municipal de Zipaquirá. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal de Zipaquirá Cundinamarca "Zipaquirá, Ciudad de Servicios y las Oportunidades 2020-2023"*. Disponible en <http://www.zipaquirá-cundinamarca.gov.co/>

Convocatoria para la construcción del Museo Internacional de Escultura 180 metros bajo tierra. (2019, 16 de noviembre). *Extrategia-medios*. Disponible en <http://www.extrategiamedios.com/institucional/catedral-de-sal/5494-convocatoria-para-la-construccion-del-museo-internacional-de-escultura-180-metros-bajo-tierra>

Cooper, A. & Reimann, R. M. (2003). *About face 2.0: The essentials of interaction design*. John Wiley & Sons, Inc.

Dávila Urrutia, J. R. (2015). *Fundamentos de diseño gráfico hipermedia: principios teóricos y aportaciones metodológicas*. [Tesis

doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. Disponible en <https://eprints.ucm.es/33359/>

Designthinking en Español. (2020, 8 de abril). *Designthinking en Español*. Disponible en <http://www.designthinking.es/inicio/index.php>

D'Hertefelt, S. (2000). Emerging and future usability challenges: designing user experiences and user communities. Disponible en <http://www.interactionarchitect.com/future/vision20000202shd.htm>

Euroconsulting. (2019, 1 de noviembre). *Megatendencias que dan forma al futuro de los viajes: edición de 2019*. Disponible en <https://www.euromonitor.com/>

Findeli, A., Brouillet, D., Martin, S., Moineau, C. y Tarrago, R. (2008). Research Through Design and Transdisciplinarity: A Tentative Contribution to the Methodology of Design Research. Disponible en https://www.academia.edu/14939794/Research_through_design_and_transdisciplinarity_A_tentative_contribution_to_the_methodology_of_design_research

Gasca, J. y Zaragoza, R. (2014). *Designpedia. 80 herramientas para construir tus ideas*. LID Editorial.

Instituto Departamental de Cultura y Turismo de Cundinamarca (IDECUT). (s.f.). Catedral de Sal de Zipaquirá estará en los libros Ripley y en la publicación para viajeros Condé Nast Traveler. Disponible en <http://www.idecut.gov.co/index.php/mas-noticias/345-catedral-de-sal-de-zipaquirá-estará-en-los-libros-ripley-y-en-la-publicación-para-viajeros-conde-nast-traveler>

Instituto Distrital de Turismo. (2017, 25 de marzo). Catedral de Sal de Zipaquirá. Disponible en <http://bogotaturismo.gov.co/catedral-de-sal-de-zipaquirá>

Pereira, M. V., & Dantas, N. B. (2016). O design para a experiência na construção do lugar turístico: possibilidades e limitações. *Blucher Design Proceedings*, 2(9), 3738-3748. Anais 12º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design.

Capítulo



¿Metáforas de la Arquitectura o Arquitectura de las Metáforas?*

Clarena Muñoz Dagua**
Sandra Uribe Pérez***

*Para el arquitecto, metáfora no solo es una palabra:
también puede ser un edificio.
Mercedes Sánchez y Marco Sancho (2017)*

Resumen

El uso de representaciones metafóricas en el discurso de la arquitectura se constituye en un tema de estudio relevante por las posibilidades que ofrece como herramienta retórica para facilitar la comprensión de contenidos científicos. Tradicionalmente, la metáfora se asocia con una variación en el uso de las palabras —metáfora léxica—. No obstante, Halliday (2004) la considera no por el modo de emplear una palabra, sino por el modo de expresar un significado, lo cual implica una variación en las categorías gramaticales —metáfora gramatical—. En este contexto y en correspondencia con estu-

* Trabajo producto del proyecto *Metáforas de la arquitectura o arquitectura de las metáforas. Efectos de los mecanismos discursivos en la divulgación de las disciplinas*, desarrollado durante 2019 por los grupos *Diseño, Visualización y Multimedia - Estudios del Lenguaje y la Educación*.

** Doctora en Lingüística, Universidad de Buenos Aires (Argentina). Docente Investigadora Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. clarenamunoz@unicolmayor.edu.co

*** Magíster en Estudios de la Cultura con mención en Literatura Hispanoamericana, Universidad Andina Simón Bolívar (Quito. Ecuador). Nacional de Colombia. Docente Investigadora Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. suribep@unicolmayor.edu.co

dios previos acerca de textos divulgativos en los que se visualiza la doble combinación entre metáfora léxica y metáfora gramatical, aquí se retoma el concepto de *Metáfora Interpersonal Léxico-gramatical* (MIL). El interés se centra en ahondar en la potencialidad de este tipo de metáforas para construir entornos discursivos más informales, que favorecen la comprensión de contenidos disciplinares. El *corpus* se compone de 15 artículos de arquitectura, urbanismo y hábitat publicados en el año 2018, en cinco revistas indexadas de carácter nacional e internacional. En los ejemplos es posible observar la dinámica de las metáforas interpersonales léxico-gramaticales que actúan en dos representaciones: a la vez que, introducen términos más conocidos y concretos orientados a la explicación que está en juego en el discurso, facilitan el acercamiento al destinatario con la apelación a elementos discursivos que logran crear un ambiente más familiar.

Palabras clave: arquitectura, metáfora, Metáfora Interpersonal Léxico-gramatical, divulgación de las disciplinas, discurso.

Introducción

En el desarrollo de los marcos conceptuales de la disciplina arquitectónica, al igual que en los postulados que respaldan los criterios involucrados en su estudio, las representaciones metafóricas son recurrentes. Al recorrer los cimientos de la ciencia, se advierte que esta herramienta discursiva y cognitiva ha servido para facilitar la comprensión de los saberes propios del ámbito de la construcción, mediante el establecimiento de relaciones entre las formas y funciones de la naturaleza; las alusiones al hombre, sus hábitos, los objetos que le rodean; o la referencia a los animales, las plantas y las figuras geométricas.

De este modo, es posible encontrar un sinnúmero de voces metafóricas que demuestran cómo la Arquitectura se ha abierto paso con un léxico procedente, unas veces, de préstamos grecolatinos; y otras, de la génesis de nuevos términos del castellano o del presta-

mo de voces romances en donde términos como caballo, cangrejo, caracol, carpa, cucaracha, cabeza, cara, ceja, hombro, nariz, tambor, cuchillo o tijera garantizan la comprensión de los conceptos. A la vez, algunos autores destacan el papel que cumple la metáfora en el proceso del proyecto, como recurso útil para identificar similitudes y diferencias con otros modelos y facilitar la decisión o comprensión de nuevas realidades y razonamientos.

Los estudios hechos sobre las representaciones metafóricas en la divulgación de las disciplinas, en este caso en la arquitectura, se asocian básicamente con la metáfora léxica; en términos generales, se dice que hay una metáfora cuando un término se emplea con un significado transferido, lo que implica una variación en el uso de las palabras. No obstante, en otros trabajos que se sustentan en la Lingüística Sistemico Funcional, de Halliday (2004) se considera la metáfora no por el modo de emplear una palabra, sino por el de expresar un significado, lo cual implica una variación en las categorías gramaticales —metáfora gramatical—.

En este contexto y en correspondencia con estudios previos acerca de textos divulgativos en los que se visualiza la doble combinación entre metáfora léxica y metáfora gramatical (Muñoz Dagua, 2014), en este capítulo se retoma el concepto de *Metáfora Interpersonal Léxico-gramatical* (MIL) y se presentan los resultados de las formas en que las MIL son empleadas en 15 artículos de arquitectura, urbanismo y hábitat publicados en el año 2018, en cinco revistas indexadas de amplia circulación académica. El interés se centra en ahondar en la funcionalidad de este tipo de metáforas en la divulgación de las disciplinas, las cuales, en su conjunción, permiten la construcción de textos más cercanos a los destinatarios, con lo que se favorece la comprensión de contenidos disciplinares.

Fundamentos teóricos

El *Diccionario usual* de la Real Academia Española (RAE), señala que la palabra “metáfora” proviene del latín *metaphōra*, y este del

griego **μεταφορά** (traslación), y presenta tres definiciones que implican sentidos diferentes:

- 1.f. *Ret.* Tropo que consiste en trasladar el sentido recto de las voces a otro figurado, en virtud de una comparación tácita; p. ej., *Las perlas del rocío. La primavera de la vida. Refrenar las pasiones.*
- 2.f. Aplicación de una palabra o de una expresión a un objeto o a un concepto, al cual no denota literalmente, con el fin de sugerir una comparación (con otro objeto o concepto) y facilitar su comprensión; p. ej., *el átomo es un sistema solar en miniatura.*
- 3.f. *Ret.* Alegoría en que unas palabras se toman en sentido recto y otras en sentido figurado.

De hecho, la explicación de la metáfora como una figura retórica, que implica el empleo de las palabras en un sentido distinto del que el sistema léxico les asigna, en virtud de una semejanza, tiene sus bases en una extensa tradición que se funda en las definiciones de Aristóteles, referente esencial para el desarrollo de teorías y enfoques posteriores. Para el filósofo, la metáfora consiste en trasladar a una cosa un “nombre que designa otra, en una traslación de género a especie, o de especie a género, o de especie a especie, o según una analogía” (2006, p. 158).

En el siglo XX, desde la teoría de la interacción, Max Black (1966), por ejemplo, señala que con la presencia de la metáfora se establecen relaciones entre objetos y dominios que antes parecían alejados. Según este planteamiento, en la metáfora se produce una interacción entre la expresión empleada en forma metafórica (el foco) y el contexto que la rodea (el marco). Así, al trasladar inferencias desde el término metafórico al concepto primario al que se aplica la metáfora, a la vez que se crean semejanzas, se aporta información al dar paso a la construcción de otros referentes entre los hablantes y nuevas perspectivas para pensar la realidad. Lo anterior da sentido al concepto de creatividad que está en el origen de la teoría planteada inicialmente por Richards (1936), en el contexto de la filosofía de la retórica.

En la perspectiva de la lingüística cognitiva, Lakoff y Johnson (1986) destacan el papel de la metáfora como mecanismo mediante el cual es posible comprender conceptos de un dominio de la experiencia sobre la base de conceptos de otro más familiar y concreto. De allí que la importancia de la metáfora va más allá del hecho de ser una figura retórica, pues se trata de un elemento cultural que no puede desligarse del pensamiento, ni del lenguaje, ni de las acciones que permean en la vida cotidiana de los seres humanos.

En el marco de la Lingüística Sistémico Funcional (LSF), Goatly (1997) señala que la metáfora se produce cuando una unidad del discurso se utiliza “para referirse de manera no convencional a un objeto, a un proceso o a un concepto, o para unir hechos sueltos bajo un concepto general” (p. 8). Los componentes de esa relación son el vehículo (término empleado en forma no convencional); el tópic (referente al que se aplica el término metafórico); y el fundamento, que reúne las características que sustentan la relación.

Ahora bien, desde la LSF, la metáfora ha sido estudiada no solo en el sentido tradicional de transferencia de significados —metáfora léxica—, sino como una variación en las categorías gramaticales utilizadas para la expresión de los significados —metáfora gramatical—. Así, una proposición puede expresarse mediante diversas estructuras gramaticales: una se considera congruente, mientras que las demás son metafóricas. De acuerdo con Halliday (1994), la metáfora gramatical ocurre cuando una configuración semántica que sería representada de manera congruente por un tipo de cláusula, es representada de metafóricamente por otra. Básicamente, en los textos se pueden distinguir dos tipos principales de metáforas gramaticales: ideacionales e interpersonales.

Las primeras involucran significados para representar la experiencia en cierto contexto y son características de los escritos muy formales, generalmente asociados con la noción de abstracción, desagenticación y distancia entre el escritor y los lectores. La nominalización es el mecanismo que mejor ilustra este caso. Mediante este mecanismo, los procesos o acciones (típicamente expresados como verbos) y las propiedades (expresadas de modo congruente como adjetivos) son reformulados de manera metafórica como sustantivos; en lugar de

funcionar como acción o atributo funcionan como cosa en el grupo nominal. En el *corpus*, la expresión “el abandono de las casas ha obligado...” indica que el verbo “abandonar” ha sido nominalizado. Una parte de la cláusula (el sustantivo) se utiliza para nombrar un fenómeno que sería representado más naturalmente por otra (un verbo, un adjetivo). Este desplazamiento de unas categorías por otras puede crear, por ejemplo, una mayor distancia entre el evento y los participantes al omitir a los agentes de la acción.

Las segundas, metáforas gramaticales interpersonales, hacen referencia a la forma como el hablante-escritor expresa los significados en relación con los interlocutores y los vínculos que establece con estos. Estas metáforas pueden ser de modo y de modalidad. Las de modo implican las cuatro funciones discursivas básicas: declarativa, interrogativa, exclamativa e imperativa. Estas ocurren cuando el significado se expresa con una alternativa diferente a los tipos de construcción correspondientes a la función discursiva involucrada. Por ejemplo, una orden en español se expresa con formas imperativas: *Pásame el diccionario*. Una construcción metafórica alternativa, como una pregunta del tipo *¿Podrías pasarme el diccionario?*, convierte la orden en una recomendación, una fórmula disuasiva que cambia la relación con el interlocutor.

En los textos de divulgación, según se presenta en Muñoz Dagua y Vigoya (2020), en un estudio sobre el uso de las MIL vinculadas con el modo en textos de economía, estas aparecen cuando, al explicar los conceptos propios de la disciplina económica, el especialista, en lugar de recurrir directamente a las definiciones —modo declarativo—, acude a una solicitud de información que en ese contexto de situación, es funcional —modo interrogativo—:

En el ejemplo de Bichler y Nitzan **¿Qué quieren decir los economistas cuando hablan de “acumulación de capital?”** [...], en lugar de la definición declarativa *La acumulación de capital es...*, el experto abre la explicación con una *metáfora interpersonal léxico-gramatical* vinculada al modo, con una interrogación (adicionada con un marcador paratextual en el concepto por definir) “acumulación

de capital'. [...]. Estas metáforas interpersonales léxico-gramaticales vinculadas al modo establecen un contacto emotivo, de estimación y aprecio hacia el interlocutor. Dicho contacto se logra con la introducción del lector en el texto, con lo cual se crea la ilusión de una situación de diálogo y, al mismo tiempo, se conduce al nuevo personaje hacia los puntos de interés más generales, ofreciendo las aclaraciones que, desde la perspectiva del experto, son necesarias en su exposición (pp. 239-240).

De allí que las preguntas involucradas en la explicación son diferentes a las interpelaciones, donde hay interés por parte del hablante-escritor por recibir una respuesta. Son preguntas retóricas orientadas a lograr el propósito que está en juego en el discurso: explicar con claridad un tema y hacerlo más cercano al destinatario.

Ahora bien, las metáforas gramaticales interpersonales de modalidad se fundamentan en la relación semántica de proyección. En estos casos, la opinión del hablante, respecto de la probabilidad que su observación sea válida, está codificada, no mediante un elemento modal dentro de la cláusula —realización congruente—, sino como una cláusula proyectada, separada. A propósito de las reflexiones de los arquitectos en respuesta a las necesidades creadas por las repercusiones de la COVID-19, en todas las áreas de la vida social, se encuentra el siguiente ejemplo: “Es muy probable que el diseño de atención médica se actualice” (Giacobbe, 2020). Aquí se presenta una metáfora gramatical interpersonal porque el grado de probabilidad —un cierto grado de seguridad— se expresa mediante una cláusula independiente, a través de la relación sintáctica que Halliday (1994) llama “de proyección”. En la versión no metafórica, o congruente, el grado de probabilidad se expresaría mediante un adjunto modal, perteneciente a la estructura de la cláusula: “Probablemente el diseño de atención médica se actualice”.

Por otra parte, en estudios sobre los mecanismos expresivos en el discurso de divulgación de las disciplinas (Muñoz Dagua, 2014 y 2018) se han identificado metáforas que a la vez que explican conceptos a partir de la semejanza (metáfora léxica), proyectan actitud o juicio del

divulgador sobre la validez de su mensaje o, simplemente, apelan al modo interrogativo, en lugar del descriptivo —que sería el congruente para la exposición—. A este tipo de metáforas que conjugan los recursos de la metáfora léxica y la metáfora gramatical interpersonal, se les ha llamado Metáforas Interpersonales Léxico-gramaticales (MIL) y en su estudio en contextos específicos se ha destacado su potencialidad para construir textos más interactivos, con un tono más informal y cercano al lector. En esta línea de estudio, en el marco de la economía, por ejemplo, se han destacado las funciones de representaciones metafóricas que aparte de cumplir una función explicativa, producen una serie de efectos útiles para garantizar la comprensión y el diálogo disciplinar con el interlocutor. Más aún, estos trabajos han llevado a reflexionar sobre la importancia de desarrollar estudios acerca de los mecanismos discursivos en la divulgación que ayuden a superar las dificultades que se presentan en la elaboración de textos que pretendan transmitir aspectos determinados de una disciplina específica a pares académicos y al público en general (Muñoz Dagua, 2018).

Metáforas en la arquitectura

En el caso de los estudios de la arquitectura, la metáfora está presente en el único manual de la antigüedad clásica, según Callebat (1995; como se citó en Freixas, 2009, p. 33), *De architectura* de Vitruvio. En su trabajo resalta cómo la mayoría de términos —generalmente préstamos del griego— establecen relaciones visuales entre un concepto arquitectónico y una forma conocida, ya sea una parte del cuerpo humano (*ancon, calx, corpus, femur, frons, humerus, mentum, supercilium, oculus*), un elemento vegetal (*caliculus, flos, folium, helix*), o una forma geométrica (*unda*). Estas voces, a su vez, generan nuevas relaciones metafóricas como ocurre en el ámbito de lo antropomórfico, con los objetos relacionados con el hombre, como el vestuario (*uestidura, balteus*) o el equipamiento militar (*lorica*) (Callebat, 1995, pp. 635-636).

Por su parte, Phillippe Bonnin (2013), en su texto “Qu’est-ce qu’un «Vocabulaire encyclopédique de la spatialité japonaise?»” se refiere a la metáfora de la espacialidad, definiéndola como las nociones y los dispositivos que estructuran la ciudad, el hábitat y el paisaje, al ser puesta en escena por la sociedad para realizarse y afirmarse. Bonnin (2013) también afirma que allí se halla presente un “lenguaje no verbal” que expresa la relación particular que una cultura tiene con el espacio, dependiendo de la forma en que lo utiliza y lo que lo organiza; es por esto que la espacialidad sin ser “arquitectura, ni urbanismo, ni paisaje, ni diseño, ni mobiliario, ni gesto” remite a todos los acontecimientos que las sociedades inscriben en el espacio, y está presente en cada uno de ellos porque cuentan con una dimensión y un lenguaje comunes.

Es así como se podría “abordar simultáneamente la morfología de los dispositivos y los objetos concretos que estructuran y marcan los espacios habitados” partiendo de la raíz de estos fenómenos culturales, lo cual sentaría las bases para “ubicarlos como elementos de una espacialidad global, compleja, evolutiva y sistémica” (Bonnin, 2013).

De hecho, incluso, durante el siglo XX surgió un movimiento arquitectónico denominado “Arquitectura metafórica”. Según Sánchez y Sancho (2017), la relevancia del estudio de la metáfora para el ámbito arquitectónico radica en la posibilidad que ofrece para representar y hacerse entender, a partir de establecer relaciones entre el edificio y la naturaleza. Al ser un arte visual, la arquitectura recurre a la metáfora para describir “la forma o la función de unos elementos inertes morfológicamente, similares a formas de la naturaleza”, con lo cual se establece “una relación visual entre una imagen conocida y un concepto arquitectónico”.

Desde otra perspectiva, Rojas Mayer (1994; como se citó en Sal Paz, 2009) explica que en la medida que la metáfora implica un proceso de elaboración mental, a través del cual existe una sustitución de un elemento por otro, el emisor utiliza de modo inconsciente este mecanismo, pues reconoce que es una forma de “resumir varias cualidades en un solo nombre”, lo cual le evita entrar en detalle al exteriorizar verbalmente lo que piensa, “con un recurso casi pictórico”. Esto

implica, a su vez, que tanto el contexto como su interlocutor se conviertan en “cómplices en la identificación del objeto que se propone, ya que las valoraciones culturales resultan fundamentales para una interpretación acertada”.

Por su parte, para Sal Paz (2009), la metáfora constituye un modo de pensar el mundo y organizar en forma coherente un concepto, a través de un vínculo analógico con un objeto de otro orden. Por tanto, no es sólo un recurso retórico característico de un registro literario.

Por lo anterior, tiene toda lógica que desde otras disciplinas se aplique el uso de la metáfora para facilitar la traslación del sentido y la comprensión de algunos conceptos que, de otra manera, serían demasiado complejos para ir del discurso científico a la vida cotidiana.

Un referente muy importante para reflexionar sobre la metáfora en el mundo de la arquitectura es Philip David Plowright, quien aborda desde una perspectiva interdisciplinaria el género discursivo de la teoría arquitectónica partiendo de la Teoría de la Metáfora Conceptual de Lakoff y Johnson. En su estudio, Plowright (2017), examina metáforas en textos que evidencian diferentes puntos de vista, cuyo eje en común aborda el edificio situado en el espacio físico. En los resultados de su análisis revela que buena parte de dichos textos se enfocan en “entender el entorno construido” y que para ello recurren a conceptos de acciones, interacciones y capacidades humanas. De otro lado, comenta que hay un énfasis en metáforas centradas en “la agencia, la personificación, la identidad y el control”.

No obstante la relevancia de la metáfora, Plowright (2017) se refiere al hecho que la comunidad de investigadores en arquitectura no ha explorado de manera sustancial el papel de la metáfora en su discurso profesional y tampoco ha considerado la metáfora como un aspecto serio del conocimiento arquitectónico. Incluso, señala el autor, algunos teóricos consideran la acción de introducir esta terminología metafórica como una amenaza.

Ello parece paradójico, teniendo en cuenta que “gran parte del conocimiento utilizado en la discusión y el diseño de la arquitectura

no es un conocimiento que provenga del ámbito de la arquitectura, sino que se toma prestado de otros ámbitos de experiencia”, y es un hecho que este cruce entre varias disciplinas es “una operación central en la construcción del conocimiento y significado arquitectónico”. Entre las disciplinas que entran en juego en estas transferencias léxicas están la “física, matemáticas, biología, antropología, psicología, sociología, genética, literatura y electrónica” (Johnson, 1994, p. 44; como se citó en Plowright, 2017), o lo que Plowright denomina “importación de lenguaje y conceptos de otros campos del conocimiento”, lo que constituye, de por sí, una característica del discurso arquitectónico. También hay términos nuevos que han ingresado, no hace mucho tiempo, “en la teoría arquitectónica basada en el dominio de la fuente de la evolución biológica” y palabras como “especie, iteración, generación, variación, mutación y autopoiesis se han convertido en algo habitual en el lenguaje de la arquitectura” (O’Donnell, 2015, p. 13; como se citó en Plowright, 2017).

Por otra parte, en la tesis de Ángela Rodríguez Fernández (2014), se analiza el rol de la metáfora “como instrumento arquitectónico en el debate y las propuestas para superar la ortodoxia de la arquitectura moderna a partir de mediados del siglo XX”. Cabe decir que la autora toma en cuenta que, en este campo del conocimiento al emplear el procedimiento que configura la metáfora, esta debe apoyarse en “una consideración semántica de la arquitectura” (Rodríguez, 2014) que facilita el desarrollo de nuevas propuestas al retomar algunos modelos existentes y elaborar comparaciones.

Si bien, su trabajo está impregnado del “debate sobre la continuidad y vigencia de los postulados de la arquitectura moderna”, su postura se amplía al presentar a otros arquitectos que, desde una actitud crítica frente a este movimiento arquitectónico, hacen referencia “a las relaciones metafóricas en sus propuestas alternativas”; esto es, cómo se logra la inclusión de la metáfora, consiguiendo que haga parte “de los mecanismos de cambio de la arquitectura en este periodo” (Rodríguez, 2014).

Por otro lado, Rodríguez (2014) indaga sobre la utilización de la metáfora como herramienta arquitectónica, tanto de forma general como particular. Así, desde la perspectiva de la autora, algunos archi-

tectos del Team 10, la utilizan como un instrumento de ampliación y renovación semántica de la arquitectura moderna, que propone una síntesis de lo viejo y lo nuevo. Para Robert Venturi (s.f.; como se citó en Rodríguez, 2014), se trata de un recurso con capacidad de persuadir y recrear, renovando semánticamente la arquitectura. Charles Jencks (s.f.; como se citó en Rodríguez, 2014) considera que es un procedimiento semántico esencial de la arquitectura, olvidado por los arquitectos modernos, cuya recuperación supone un rasgo diferencial de la arquitectura posmoderna respecto a la moderna. Para Aldo Rossi (s.f.; como se citó en Rodríguez, 2014), es una manera de materializar las relaciones analógicas que constituyen su propuesta para proyectar una arquitectura de racionalismo exaltado frente a un racionalismo convencional. Peter Eisenman (s.f.; como se citó en Rodríguez, 2014) la valora porque inventa otras arquitecturas diferentes a las ya preconcebidas, a pesar que rechaza su capacidad representativa y expresiva. Rafael Moneo (s.f.; como se citó en Rodríguez, 2014) la utiliza para contraponerse al determinismo, como instrumento de innovación de la forma arquitectónica que construye una dinámica entre la contingencia y la necesidad. Finalmente, para Frank Gehry (s.f.; como se citó en Rodríguez, 2014) supone un procedimiento creativo y subjetivo con el que enfrentarse tanto a la arquitectura moderna como a la posmoderna con una arquitectura nueva y abierta a referencias inusuales.

Como se observa, en este breve abanico de estudios, la metáfora ha sido innegable protagonista en el discurso arquitectónico y ha incidido no solo en la divulgación de esta disciplina, sino también en el quehacer del arquitecto y en sus posturas frente al hecho arquitectónico a lo largo de la historia.

En el caso de las investigaciones relacionadas con la metáfora gramatical, en arquitectura son escasos los trabajos en esta línea de análisis. De allí el interés para mostrar, en un *corpus* detallado de artículos de arquitectura escritos por expertos en la disciplina, las representaciones metafóricas que implican a la metáfora léxica y a la metáfora gramatical interpersonal. Esta metáfora, por partida doble, se constituye en un recurso indispensable para la explicación de conceptos, cuando se tratan temas alusivos a la arquitectura. Las mo-

dalizaciones de los autores en el discurso y las secuencias pregunta-respuesta utilizadas para explicar un término abstracto con base en objetos cercanos al mundo del lector, además de darle una alta carga emotiva al texto, le permite negociar un espacio para iniciar o continuar el diálogo y, de esa manera, acercarse al objetivo planteado para la divulgación.

En consecuencia, aquí se considerarán, específicamente, las MIL vinculadas a la modalidad, con lo que se podrá atender, además de las metáforas léxicas, al entorno discursivo donde estas se producen; esto es, los procedimientos por los cuales se acentúa la función interpersonal que coadyuva a facilitar en el destinatario la comprensión de los contenidos relacionados con la arquitectura, el diseño urbano y el hábitat.

Corpus y método

Una vez esbozadas las particularidades de las metáforas de carácter interpersonal léxico-gramatical, se realiza un análisis de algunos usos de estos recursos en artículos que comunican temas referidos a la arquitectura. Específicamente, para la identificación de las MIL se utilizará la propuesta de Muñoz Dagua (2014) y con el propósito de avanzar en el estudio de este tipo de metáforas en textos propios de una disciplina, se considerarán, en especial, las MIL vinculadas a la modalidad. Así mismo, es necesario aclarar que en el análisis se acude a los lineamientos de la Teoría de la Valoración (Martin y White, 2005), la cual se ocupa de los recursos lingüísticos utilizados para expresar la evaluación y actitud en el lenguaje.

El *corpus* está constituido por 15 artículos de Arquitectura, urbanismo y hábitat publicados en el año 2018, en cinco revistas indexadas de carácter nacional e internacional: *Bitácora Urbano Territorial* (Universidad Nacional de Colombia), *Ciudad y territorio: Estudios territoriales* (España), *Ra. Revista de Arquitectura* (Universidad de Navarra), *Proyecto, Progreso, Arquitectura* (Universidad de Sevilla) y *ESTOA* (Universidad de Cuenca), como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Corpus de trabajo

Institución	Publicación 2018		Título del artículo	Autor(es)	Volumen/ páginas
Universidad Nacional de Colombia	<i>Bitácora Urbano Territorial</i>	1	Edificación de gran altura y paisaje metropolitano.	Germán Montenegro-Miranda	Vol. 28, pp. 443- 474
		2	Los pasos perdidos y las casas abandonadas: La vendedora de rosas	Diego Echeverry-Rengifo	Vol. 28, pp. 25-31
		3	Planes de Ordenamiento Territorial (POT), urbanismo y Arquitectura. Producir espacio público en tejido urbano	Rafael Achury-Briceño	Vol. 28, pp. 133-140
Gobierno de España: Ministerio del Fomento	<i>Ciudad y territorio: Estudios territoriales</i>	1	Stepping Stones, nuevo paradigma de territorio y urbanización: la ciudad desde afuera	Ruben Pesci	Primavera, núm. 195, pp. 21-32
		2	Crisis griega: financiarización de la vivienda y nuevas geografías en una metrópolis mediterránea, Atenas	Eleni Patatouka Guy Burgel	Invierno, núm. 198, pp.719-730
		3	Grandes proyectos urbanos y desarrollos residenciales: del urbanismo de mercado a un nuevo modelo para Madrid	Dolores Brandis García	Invierno, núm. 198, pp.731-747

Institución	Publicación 2018		Título del artículo	Autor(es)	Volumen/ Páginas
		1	Welbeck Estate. Desde las entrañas de la tierra John Cavendish - Scott - Bentinck, 5th Duque de Portland (1800-1879)	Tomás García Francisco Montero-Fernandez	Núm. 20, pp. 152-161
Universidad de Navarra	<i>Ra. Revista de Arquitectura</i>	3	Las terrazas jardín de la Casa Figini en Milán. Una reconstrucción del paraíso perdido	Anna Martínez Fabiola Meignen	Núm. 20, pp. 176-191
		3	Naturalización del espacio arquitectónico. Tres posiciones críticas alejadas del naturalismo	Javier de Esteban	Núm. 20, pp. 228-241
		1	Entrelazamientos de los cuerpos y las formas	Alejandra Estrada Galeano	Vol. 7, núm. 14, pp. 31-42
Universidad de Cuenca	<i>Estoa</i>	4	La crianza de los paisajes vivos como detonantes de sus transformaciones. El caso de Cotogchoa	María Dolores Montaño	Vol. 7, núm. 12., pp. 33-46
		3	La ruina como proyecto. Estrategia en la obra de Sou Fujimoto	Pedro Luis Gallego Fernández	Vol. 7, núm. 12, pp. 105-111
Universidad de Sevilla	<i>PPA - Proyecto Progreso Arquitectura</i>	5	Gradas, domos y casitas: Arquitectos activadores del espacio común en la plaza cultural, New York	Natalia Matesanz Ventura	Núm. 18, pp. 88-108

Institución	Publicación 2018	Título del artículo	Autor(es)	Volumen/ páginas
Universidad de Sevilla	PPA - Proyecto Progreso Arquitectura	2	Fernando Díaz-Pines Mateo	Núm. 18, pp.102-132
		3	José Luis Uribe Ortiz	Núm. 18, pp. 16-32
		5		

Nota. Aquí se presenta el corpus de trabajo a partir del cual se realizó el análisis de las Metáforas Interpersonales Léxico-gramaticales (MIL); esto es: Achury (2018); Brandís (2018); Díaz-Pinés (2018); Echeverry (2018); Esteban (2018); Estrada (2018); Gallego (2018); García y Montero (2018); Martínez y Meignen (2018); Matesanz (2018); Montaña (2018); Montenegro (2018); Patatouka y Burgel (2018); Pesci (2018); Uribe (2018).

¿Arquitectura de las metáforas? Hacia un análisis de las MIL

Los textos de divulgación están destinados a difundir la ciencia en lenguaje sencillo y comprensible para los no iniciados en la complejidad del quehacer de una disciplina, de tal manera que, para lograr extender los conocimientos más allá de la comunidad de expertos, los autores deben acudir a una serie de recursos discursivos para garantizar que su mensaje llegue al público. Las Metáforas Interpersonales Léxico-gramaticales hacen parte de este conjunto de herramientas discursivas orientadas a la aclaración de contenidos disciplinares, en un entorno menos formal, más amigable con el destinatario.

En los textos del *corpus* se encuentran, de manera recurrente, Metáforas Interpersonales Léxico-gramaticales (MIL), vinculadas al modo y a la modalidad. Sin embargo, en esta oportunidad para avanzar en el estudio de las funciones de este mecanismo, el análisis se centrará en las MIL vinculadas a la modalidad y sus variantes. En otros trabajos (Muñoz Dagua y Vigoya, 2020 y Muñoz Dagua y Sylva Sánchez, 2020) se han destacado las MIL vinculadas al modo del discurso.

No obstante, es necesario señalar que, con frecuencia, las MIL vinculadas con el modo aparecen cuando el autor, en lugar de realizar directamente las definiciones de los conceptos especializados —modo declarativo—, que es la construcción típica para la caracterización de un concepto técnico, plantea una pregunta; esto es, solicita información que es funcional en dicho contexto de situación: modo interrogativo. De esta manera, se simula una especie de diálogo que implica al destinatario; como puede apreciarse en el siguiente ejemplo:

[1] ¿Cómo se vincula gradualmente la vivienda con la deuda, al deconstruir el papel de la vivienda de posguerra como un “ascensor social”? ¿Cómo es que la deuda por comprar una casa / apartamento ha llevado a una importante “precariedad” con respecto al acceso a la vivienda para personas de ingresos bajos y medios, así como para los grupos vulnerables y, a menudo, invisibles para los “grandes inversores”? El sistema de vivienda ateniense de

la posguerra fue como un “ascensor social”. Atenas, una ciudad periférica del sudeste de Europa... (Patotouka y Burgel, 2018, p. 719).

Como puede observarse, los interrogantes aparecen como supuestamente asumidos por un lector deseoso de informarse; con ello, se crean condiciones más apropiadas para establecer el diálogo. La respuesta a la pregunta acerca de “¿Cómo se vincula gradualmente la vivienda con la deuda, al deconstruir el papel de la vivienda de posguerra como un «ascensor social»?” (Patotouka y Burgel, 2018, p. 719) incluye una metáfora léxica que se destaca con elementos paralingüísticos como las comillas, que fortalecen el llamado de atención para el lector sobre la importancia del concepto objeto de explicación. Aquí, el ascensor, ese sistema de transporte diseñado para mover personas u objetos entre los diferentes niveles de un edificio o estructura es tomado como un instrumento de medida que se asocia a la oportunidad de “tener” vivienda; así, quien accede a la vivienda puede subir en ese “ascensor social”.

En cuanto a las metáforas gramaticales interpersonales de modalidad, como se explicó en el ítem de fundamentos teóricos, tienen que ver con la forma que adopta el enunciado en relación con la manifestación de objetividad-subjetividad de quien lo emite. Estas se basan en la relación semántica de proyección. En este caso, ocurre una metáfora cuando la opinión del hablante se codifica con una cláusula proyectada, independiente, en lugar de un elemento modal dentro del enunciado —realización congruente—. En el siguiente ejemplo:

[2] No cabe duda que este apretadísimo diagnóstico es fruto de decenios, más de una centuria en realidad, de investigaciones y diagnósticos que ya han echado mucha luz sobre la cuestión (Hall, 1996). Sin embargo, son mucho más escasos los vaticinios de futuro – a veces sólo fantasía – y sobre todo de ideas prácticas para cambiar la forma de actuar sobre las ciudades (Pesci, 2018, p. 22).

“No cabe duda que este apretadísimo diagnóstico es “fruto de decenios...” se considera una metáfora gramatical porque el significado modal, un cierto grado de seguridad, se expresa de manera sepa-

rada y no con la expresión más típica de modalización, que sería *indudablemente*. En seguida, se presentan tres metáforas léxicas: “fruto de decenios”, en alusión a la madurez de los diagnósticos hechos al tema de la ciudad; luego, el autor señala que todos estos trabajos “ya han echado mucha luz sobre la cuestión”, para referirse a la importancia de la investigación y el conocimiento científico en la reflexión sobre las ciudades; y, luego, aparece el comentario “Sin embargo, son mucho más escasos los vaticinios de futuro —a veces sólo fantacien- cia—”, para aludir de manera irónica a las ideas fundadas en la fantasía y en la opinión (Pesci, 2018).

De igual modo, en el ejemplo [3], se corrobora un adjunto modal “Evidentemente”, mediante la metáfora gramatical, “hay que *tener claro que*”, que como cláusula independiente implica un llamado de atención al destinatario. Véase la oración completa: “[3] Evidentemente, hay que tener claro que el ordenamiento territorial no es un asunto meramente técnico de diseño. Es, en esencia, un acto político, pero sus “tuercas y tornillos” (del inglés, *nuts and bolts*) suenan seductoramente familiares para un arquitecto” (Achury, 2018, p. 135).

Luego, en [3], la metáfora léxica resaltada con comillas “tuercas y tornillos” (Achury, 2018, p. 135) complementa el concepto objeto de aclaración. El ordenamiento territorial es asumido como un proceso político y administrativo de toma de decisiones concertadas con actores sociales para la ocupación ordenada y uso sostenible del territorio, en el que, a la manera de un artefacto, todas las piezas que lo sostienen deben encajar y ajustar exactamente.

Ahora bien, en la medida que la modalización se relaciona con las maneras de expresión de la subjetividad y la objetividad en el discurso, esto es, las formas que adopta el enunciado en relación con la manifestación de objetividad-subjetividad del emisor, a continuación se señalan las formas recurrentes en la construcción de la Metáfora Interpersonal Léxico-gramatical. Por tanto, es oportuno aludir a las categorías de la modalidad explícita subjetiva y modalidad explícita objetiva, ya que permiten mostrar de qué manera la variación gramatical que se produce con las alternativas metafóricas se constituye en recurso válido para abrir el diálogo y negociar un espacio de mayor o menor cercanía con los lectores.

Las MIL con modalidad explícita subjetiva

En este caso, el autor se hace claramente responsable por la evaluación de la proposición o la propuesta que está dada en los términos de la metáfora léxica. Ello le permite fortalecer la explicación y ganar espacio para crear relaciones de simpatía con su interlocutor. En los textos de divulgación examinados se aprecian varias realizaciones metafóricas para la modalidad, que expanden el rango de significados. En esta perspectiva, en lo que se refiere a la Probabilidad, las realizaciones metafóricas involucran la primera persona y procesos de cognición mental en tiempo presente, por ejemplo, *pienso, calculo, sospecho, entiendo*, o procesos de estado cognitivo relacionales: *estoy seguro, no estoy convencido, no estoy seguro*. Aquí, la evaluación modal de Probabilidad se construye como una cláusula, una proposición por derecho propio.

Es el caso de [4], en el que el autor introduce su definición, a partir de las reflexiones realizadas por una artista plástica sobre la arquitectura, con un proceso en tiempo presente: *creemos que*, la cual le da cierta relatividad a la proposición y a la apreciación. Explica, de esa forma, a partir de la metáfora léxica cómo se debe comprender la arquitectura desde la estructura del cuerpo, en tanto materialidad que implica funciones y posibilita la interacción con el medio. “[4] Tomando las reflexiones de la artista colombiana Valentina Botero, creemos que los arquitectos debemos tomar forma y tratar de comprenderla desde las acciones de nuestros cuerpos, no por imposiciones de estilo o tipología” (Estrada, 2018, p. 33).

Por su parte, en [5], aparece el experto con un proceso mental en primera persona del plural, “De esto deducimos que”, y saca conclusiones derivadas de la argumentación acerca de la financiación del “tejido urbano en Grecia” (Patotouka y Burgel, 2018, p. 726). La imagen del tejido que hace relación al material resultante de entrelazar hilos es utilizada para referir la estructura morfológica de la ciudad; es decir, su particular forma de agruparse y las relaciones de dependencia que caracterizan el comportamiento de sus elementos constitutivos: edificaciones, espacios públicos y actividades que la determinan.

He aquí el fragmento: “[5] De esto deducimos que la financiación del tejido urbano en Grecia presenta unas características propias, y toma la forma de una financiarización familiar” (Patotouka y Burgel, 2018, p. 726).

En [6], la voz autoral uniéndose a los planteamientos de otro autor: “Nos sumaremos a lo planteado por Juhani Pallasmaa respecto a que...” (Uribe, 2018, p. 18), determina su posición con respecto al trabajo creativo y la necesaria acción conjunta, “sinergia”, que debe existir entre artesano y arquitecto, de qué manera unir sus competencias en pro de la realización de una función, que no es otra que la del trabajo creativo.

[6] Nos sumaremos a lo planteado por Juhani Pallasmaa respecto a que en un trabajo creativo, tanto el artista como el artesano se involucran directamente con sus cuerpos y experiencias existenciales, más que centrarse en un problema externo y objetivado. Es así como la figura del artesano sale del anonimato y se realza en una sinergia con el arquitecto (Uribe, 2018, p. 18).

Igual ocurre en: “Ya es obvio a esta altura del artículo que”, en la cual el autor a partir de un verbo de estado, manifiesta su posición sobre la necesidad de cooperar para construir. En seguida, la metáfora léxica le permite explicar las consecuencias de esa actitud cooperativa: multiplicar los logros y producir más frutos, porque “la escala humana de nuestro accionar es mucho más fértil”. Obsérvese la oración completa: “[7] *Ya es obvio a esta altura del artículo que para construir debemos cooperar, y para ello la escala humana de nuestro accionar es mucho más fértil*” (Pesci, 2018, p. 29).

Por su parte, el ejemplo [8] permite detectar la inclinación del escritor hacia su propuesta. Introduce su enunciado con una construcción que denota su evaluación sobre el lugar: “Bien podríamos considerar que...” en primera persona plural. Luego, en la propuesta, las piedras de granito de la fuente de la plaza de Kalmar son descritas bellamente como portadoras de energía y memoria que “se disuelven entre destellos fugaces y ruidos de agua”. Aquí está el fragmento: “[8] Bien podríamos considerar que la plaza de Kalmar es como ese lugar

instantáneo cuyas piedras de granito portadoras de energía y de memoria se disuelven entre destellos fugaces y ruidos de agua” (Esteban, 2018, p. 234).

MIL con modalidad explícita objetiva

En las metáforas con modalidad explícita objetiva, el escritor utiliza recursos gramaticales que le posibilitan involucrar otros puntos de vista, con lo cual negocia un espacio para sus propias posiciones. En este caso, la modalidad es codificada mediante adjetivos, sustantivos y otras opciones, como el Rumor o Habladuría, la Apariencia y el uso de verbos de Afecto que proyectan el enunciado.

En el *corpus* también se presenta la alternativa de la modalización explícitamente objetiva, a través de la codificación de la Probabilidad y la Frecuencia como cualidad (adjetivo) o como una cosa (sustantivo). En las distintas ocurrencias se despliegan los recursos ideacionales para construir participantes con el fin de distanciar la evaluación del hablante e iniciar la negociación. Así, adjetivos tales como *posible, probable, cierto, usual, típico* son empleados con frecuencia para construir modalizaciones objetivamente como cualidades.

En [9], los autores optan por la forma *Es probable* que en su propuesta. Para hacer más enfática su valoración sobre los espacios, estos son calificados como insólitos, con imágenes que llevan a la visualización del lugar en una conjugación entre sustantivos y verbos, que coadyuvan a recrear y colocarle emoción —afecto— a las puertas que se abren hacia otros ámbitos, el de los túneles. He aquí el ejemplo: “[9] Es probable que sean puertas que nos conducen a espacios insólitos, túneles para la nobleza y sus sirvientes, mecanismos y artilugios escénicos capaces de albergar, sorprender y entretener a la propia monarquía” (García y Montero, 2018, p. 156).

En los artículos de arquitectura, urbanismo y hábitat también se usan sustantivos para construir modalizaciones objetivamente como cosas, para el caso: duda, evidencia, posibilidad, probabilidad y certeza. En el ejemplo [10], el autor evalúa su proposición con el uso de la expresión “No cabe duda que”, confirmando la validez de su descripción acerca del diagnóstico hecho al uso de los espacios en la ciudad,

el cual es “fruto”, como sucede con las plantas, del trabajo hecho por años. Puede observarse aquí: “[10] No cabe duda que este apretadísimo diagnóstico es fruto de decenios, más de una centuria en realidad, de investigaciones y diagnósticos que ya han echado mucha luz sobre la cuestión (Hall, 1996)” (Pesci, 2018, p. 22).

En el *corpus* de referencia también se encuentran cláusulas proyectadas mediante verbos y otros elementos que implican una valoración del escritor acerca de sus proposiciones. En estos casos también se advierte la doble variación léxica y gramatical de la Metáfora Interpersonal Léxico-gramatical. En el ejemplo [11] (Achury, 2018, p.136) se proyecta la proposición mediante el uso del verbo suponer. Aquí se advierte la construcción “Es de suponer que”, más la proposición evaluada que se representa con una metáfora léxica.

[11] Es de suponer que esos relictos agrícolas serán el postre después del plato fuerte que es el “desarrollo” de la Reserva. Pero también es posible que se encuentren dentro del cauce de inundación del río, en cuyo caso formarían parte de la Estructura Ecológica Principal. (Achury, 2018, p.136).

En este caso, la imagen del postre, plato que se sirve al finalizar una comida, significa el broche de oro que se aspira alcanzar con el proyecto ecológico; actúa como el momento en el cual se evidencian los frutos de la construcción de la Reserva Ecológica.

En el marco de la Teoría de la Valoración, a propósito del Sistema de Compromiso, Martin y White (2005) proponen, en esta modalidad, otros recursos como la Apariencia y el Rumor o Habladuría. Con estos recursos el escritor introduce otras voces, con lo cual el texto se torna dialógico, en el sentido de Bajtin (2005). El intercambio discursivo es un continuo diálogo en que el primer enunciado lleva ecos y enunciados de voces anteriores y se organiza pensando en la respuesta que va a tener, previéndola y adecuándose a ella mediante la elección de enunciados apropiados para la interacción.

En el ejemplo [12] se hace presente el mecanismo de la Apariencia, cuando el autor introduce su opinión con “Lo cierto es que...”. Luego, la metáfora léxica se despliega cuando se refiere al “inventario de

apropiación del espacio”, esas listas ordenadas de viviendas que legitiman la propiedad de quienes continúan construyendo. Obsérvese el fragmento completo: “[12] Lo cierto es que con o sin domo, los usuarios han seguido construyendo pequeñas y óptimas construcciones, que conforman un inventario de apropiación del espacio”.

En relación con el Rumor o Habladuría, como se describió, es otro recurso utilizado por los autores para proyectar sus proposiciones. Mediante este mecanismo se atribuye a otros la responsabilidad de las opiniones o creencias involucradas en las definiciones, como sucede en el ejemplo [13]:

[13] [Las investigaciones] aluden a que si los paisajes son vivos, están en un proceso de cocrianza y son parte de los que los habitan, trabajan y descansan en ellos. Son hechos convivenciales, simbólicos e inseparables del runa (ser humano) (Borja, 2016). (Estrada, 2018, p. 35).

Con el recurso “Aluden a que...”, se introducen en el texto opiniones de otros, con la voz del autor. Dado el peso del contenido proposicional, no se especifica una persona responsable del enunciado. Estas formas de modalizar y proyectar la opinión del autor logran que el texto se haga menos formal, pero más dialógico. A la vez, se hace referencia a una metáfora que se extiende a lo largo del artículo relacionada con los paisajes vivos que involucran características de la población, su memoria, su historia, su patrimonio tangible e intangible, sus festejos, ritos y celebraciones. Estos paisajes que pueden apoyar el mejoramiento de la comunidad implican una convivencia sana, por esta razón, al igual que las personas que los habitan, en su proceso de crecimiento requieren cuidado, alimentación, educación, es decir, una “cocrianza”. En la tabla 2 se aprecia la importancia de este recurso en el corpus, el cual aparece con recurrencia:

Tabla 2. Metáforas gramaticales de Rumor o Habladuría

Metáfora gramatical de modalización	Metáfora léxica
[14] Si alguien dice que,	a una densidad de 100 habitantes por hectárea, eso ocuparía solo un 1 % más de superficie del globo terráqueo, pareciera que el problema de ocupación de Gaia es irrelevante (Pesci, 2018, p. 22).
[15] Concejales de Ahora Madrid consideran que	en manos del partido popular cambiará ahora de aptitud habida cuenta que de ella deben salir la mayor parte de los informes vinculantes que requiere la operación (Patotouka y Burgel, 2018, p. 738).
[16] Se dice que	los cuerpos, biológicos o formales, no pre-existen a sus interacciones mejor: emergen a través y como parte de sus entrelazamientos intra-relacionales (Barad, 2007). (Estrada, 2018, p. 32).
[17] Dicen que	su amor juvenil nunca fue correspondido, llevándolo a un estado de rechazo de la mujer y por extensión de la humanidad que prolongó hasta el final de su vida (García y Montero, 2018, p. 154).
[18] Cuentan que	este ingenioso laberinto, permitía satisfacer algunas de sus extravagantes solicitudes, entre las que estaban, dicen, viajar a Londres sin ser visto, usando el pasadizo que se extendía hasta la estación de Worksop, a decenas de kilómetros de la Abadía; o que si una criada se cruzaba con él tenía prohibido mirarle a los ojos, y debía alejarse de inmediato volviendo su cara contra la pared (García y Montero, 2018, p. 154).
[19] Cuentan que	rara vez paseaba en público, cuando lo hacía, siempre de noche, nunca correspondía un saludo y a menudo recriminaba a la persona por la intrusión en sus dominios (García y Montero, 2018, p. 156).
[20] Se dice que	pasó la mayor parte de su vida dentro de su casa, oculto en una suite de cinco habitaciones conectado con el resto del mundo mediante un sistema de corredores y grutas que se extendían bajo el subsuelo de su finca (García y Montero, 2018, p. 154).

Nota. Metáforas tomadas de Estrada (2018); García y Montero (2018); Patotouka y Burgel (2018); y Pesci (2018).

Para cada una de las explicaciones correspondientes a las temáticas propias de los artículos de arquitectura, que son introducidas con otras voces: hábitat, entornos contruidos, naturaleza, paisaje, entre otros, los autores acuden a la metáfora léxica, como se observa en la tabla.

Ahora bien, en el *corpus* se encuentra también la modulación de propuestas. Dicha modulación se hace explícitamente objetiva a través de las nominalizaciones de orientación del lector. En los siguientes ejemplos, los autores manifiestan su inclinación hacia las situaciones y procesos que describen. En estos modos de expresión metafóricos, se incluyen también otras opciones, como algunos casos en los que la proposición se proyecta con un verbo que indica, por su propio significado, una evaluación del autor acerca de la importancia del objeto o situación que describe. Verbos como merecer, destacar y, notar, colocan de relieve la valoración por parte del escritor de lo que estima conveniente para su explicación. Y luego aparecen las comparaciones mediante la metáfora léxica, como se aprecia en la tabla 3:

Tabla 3. Metáforas gramaticales de Rumor o Habladuría

Metáfora gramatical de modalización	Metáfora léxica
[21] Cabe destacar	el hecho de que la expresión plástica del edificio viene definida por un proceso de ensayo y error desarrollado en terreno, direccionado a partir de una serie de pruebas materiales y posteriores decisiones de proyecto en las cuales participaron el arquitecto y el artesano, otorgándole a esos ladrillos de descarte una mayor dignidad, aproximándonos a la idea del defecto como expresión arquitectónica (Uribe, 2018, p. 22).
[22] Cabe señalar que	metáfora procede del término griego 'mataphora', que viene a decir 'traslación' o 'transferencia', y que se basa en la articulación de relaciones de una cosa con algo distinto de ella misma para definir un campo de reconocimientos y asociación al tiempo que transmisión de significado (Esteban, 2018, p. 232).

Metáfora gramatical de modalización	Metáfora léxica
[23] Cabe añadir que	la libertad que encontramos en el 'sistema dominó' de Le Corbusier o en el 'espacio universal' de Mies, en este caso se introduce cierto carácter azaroso (fig. 05) (Esteban, 2018, p. 234).
[24] En segunda medida, cabe notar que	este esquema de acciones diferenciadas por las conveniencias de edificación ha producido una verticalización del paisaje, con una tendencia de extensión territorial sobre la mejor y más reciente urbanización planificada (Montenegro, 2018, p. 82).

Nota: Metáforas tomadas de Estrada (2018); García y Montero (2018); Patotouka y Burgel (2018); y Pesci (2018).

Con lo anterior, al analizar las representaciones metafóricas en los artículos de arquitectura, se encuentra un discurso bastante modalizado, en el cual se manifiesta la actitud y el compromiso en las explicaciones por parte del escritor, quien adopta una determinada posición frente al conocimiento y ofrece una orientación sobre los conceptos que expone. Puede observarse cómo el vocabulario afectivo cumple una función decisiva en el establecimiento del poder, el contacto y el afecto entre escritor y lector. Sin embargo, para este trabajo no se considera pertinente el análisis específico del léxico evaluativo presente en las metáforas analizadas, ya que se precisa una disertación más extensa, con el apoyo de la Teoría de la Valoración (Martin y White, 2005).

Para finalizar

Hasta aquí, la indagación acerca del uso de las MIL en artículos de arquitectura, urbanismo y hábitat. Le Corbusier, decía que: “Una casa es una máquina para vivir [...]. La casa debe ser el estuche de la vida, la máquina de felicidad”.

Con esta imagen breve, el autor logró contestar la pregunta de muchos arquitectos, ingenieros, diseñadores y profesionales acerca de qué debe tener una casa para ser habitable. Seguro, muchos argumentos vendrán para la explicación de cuánto se puede imaginar, crear, argumentar y teorizar a partir de esta imagen, que de manera breve, permite hacer ver y comprender un concepto.

En el análisis se ha evidenciado que las metáforas constituyen en el discurso de la arquitectura un mecanismo poderoso y flexible de conceptualización y formulación, que se adapta al destinatario y al contexto discursivo específico debido a su potencial epistemológico y expresivo. Sin embargo, tal como se ha caracterizado, en el género textual de artículos científicos, en las revistas especializadas sobre arquitectura las representaciones metafóricas aparecen de forma destacada, pero se avanza en una particularidad: ellas introducen de manera conjunta, los rasgos de la metáfora léxica y la metáfora gramatical interpersonal. En este contexto, a partir de variados ejemplos se ha descrito la potencialidad de esta herramienta discursiva para aclarar los conceptos objeto de explicación y, a la vez, crear un ambiente propicio para el acercamiento al destinatario. Con las MIL, vinculadas al modo y a la modalización, principalmente, se han expuesto los aspectos comunicativos que rodean el uso de este doble movimiento metafórico en el entorno arquitectónico: la elección por parte de los especialistas de elementos como la pregunta retórica o la proyección del enunciado (creo que, es posible que, dicen que) para explicar con imágenes concretas y familiares los conceptos. Así, no solo se consigue minimizar las distancias entre experto y no experto, sino que se da apertura al diálogo entre escritor-lector.

En el ejemplo [1], en lugar de la cláusula declarativa, que sería la opción regular en la gramática de la lengua, hay un interrogante que inicia el diálogo con el destinatario y luego se incluye, en términos de la metáfora léxica, una respuesta para aclarar y satisfacer dicha pregunta. En tal construcción se identifica una representación metafórica del modo, más una metáfora léxica.

En los casos siguientes, las MIL vinculadas a la modalización constan de una cláusula principal que ofrece la evaluación, actitud u opinión del escritor respecto del mensaje, más la explicación del

concepto con la metáfora léxica. En esta parte se distinguieron las MIL con modalidad explícita subjetiva, en las cuales la voz textual se hace responsable del contenido de su proposición mediante un proceso mental en presente y en primera persona. Después se ejemplificaron MIL con modalidad explícita objetiva, a partir de opciones como la Apariencia, la Probabilidad, el Rumor o Habladuría y otros recursos que incluyen verbos de afecto que sirven para orientar al lector.

De este modo se explicó la forma en que se presentan las MIL en los textos de arquitectura: por un lado, con el uso de procesos mentales en primera persona (*creo que*), un sustantivo (*la probabilidad de que*), un adjetivo (*es probable que*) y los recursos del Rumor o Habladuría (*dicen que*), la Apariencia (*parece que*) y verbos de Afecto (*deseo aclarar que*) más la proposición o explicación en términos de la metáfora léxica.

Ahora bien, en dichas metáforas léxicas, en las cuales se hace presente la analogía y la comparación, el lenguaje arquitectónico se decanta en elementos, formas y estructuras que evidencian la imaginación y la creatividad de los autores para explicar su manera de entender la realidad a partir de su campo de conocimiento, la construcción de la obra y, las consecuencias derivadas del habitar en un espacio.

Las MIL, en este sentido, sirven para negociar la relación social que se pone en juego entre divulgador y lector, además de generar empatía e interés por la explicación que se trasmite a continuación, como respuesta, en términos de la metáfora léxica. Este tipo de contacto que puede generarse con la presencia de las MIL en los textos especializados en arquitectura lleva a reflexionar sobre la importancia del uso de esta herramienta discursiva en textos, en los cuales el autor puede, desde los primeros borradores, prever y facilitar la comprensión por parte del potencial lector.

Por supuesto, este trabajo solo intenta ser una aproximación al tema de las representaciones metafóricas y la variedad de posibilidades que representan para el escritor. Para ahondar en la potencialidad de las MIL en la divulgación, será necesario realizar futuros estudios en otras disciplinas con el fin de determinar, con mayor precisión, sus funciones en contextos específicos; en particular, habría que ampliar su papel fundamental en la cohesión textual.

Referencias bibliográficas

- Aristóteles. (2006). *Poética*. Colihue.
- Bajtín, M. (2005). *Estética de la creación verbal*. Siglo XXI.
- Black, M. (1966). *Modelos y Metáforas*. Tecnos.
- Bonnin, P. (2013). Qu'est-ce qu'un "Vocabulaire encyclopédique de la spatialité japonaise"? En P. Bonnín, N. Masatsugu e I. Shigemi (Eds.). *Pour un Vocabulaire de la spatialité japonaise*. Disponible en <http://publications.nichibun.ac.jp/region/d/NSH/series/kosh/2013-03-28/s001/s001/pdf/article.pdf>
- Callebat, L. (1995, del 2 al 5 de septiembre). Dénominations métaphoriques dans le vocabulaire de l'architecture. En L. Callebat (coord.). *Actes du 4^e colloque international sur le latin vulgaire et tardif*, (Caen, Francia).
- Freixas, M. (2009). Una aportación a un diccionario histórico de lenguajes de especialidad: el léxico metafórico de tres tratados arquitectónicos del Renacimiento español (1526-1582). *Revista de Lexicografía*, 15, 31-57. Disponible en <https://doi.org/10.17979/rlex.2009.15.0.3817>
- Giacobbe, A. (2020, marzo 24). Así cambiará nuestro entorno tras el COVID-19, según los arquitectos. En: *Architectural Digest*. Disponible en <https://www.revistaad.es/arquitectura/articulos/asi-cambiara-nuestro-entorno-tras-covid19-segun-arquitectos/25426>
- Goatly, A. (1997). *The language of metaphors*. Routledge.
- Halliday, M. A. K. (2004). *An introduction to functional grammar*. Edward Arnold Publisher.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (1986). *Metáforas de la vida cotidiana*. Cátedra.
- Martin, J. R. & White, P. (2005). *The Language of Evaluation. Appraisal in English*. Palgrave Macmillan.
- Muñoz Dagua, C. (2014). *La Metáfora Interpersonal Léxico-gramatical y la divulgación científica*. Sello Editorial Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.
- Muñoz Dagua, C. (2018). ¿Metáforas de la Economía o economía de las metáforas? En J. A. Blanco (Ed.). *Diario de Campo. La experiencia: requisito para la visibilidad, la divulgación y el impacto de la*

investigación. Tomo II. (pp. 131-148). Sello Editorial Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Muñoz Dagua, C. y Vigoya, J. (2020). De metáforas interpersonales en el ámbito económico. En J. A. Blanco (Ed.). *Diario de Campo. Resultados del desarrollo de métodos y técnicas de investigación*. Tomo I, Vol. 10. (pp. 228-250). Sello Editorial Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

Muñoz Dagua, C. y Sylva Sánchez, G. (2020). *Metáforas virales en tiempos de cuarentena. En Homenaje a Ann Borsinger*. Universidad Nacional de Río Negro.

Plowright, P. D. (2017). *Qualitative Embodiment in English Architectural Discourse: Conceptual Metaphors and the Value Judgement of Space*. [Tesis doctoral, Lawrence Technological University]. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/321886501_Qualitative_Embodiment_in_English_Architectural_Discourse_Conceptual_Metaphors_and_the_Value_Judgement_of_Space

Real Academia Española. (s.f.). Metáfora. *Diccionario usual de la RAE*. Disponible en <http://lema.rae.es/drae2001/srv/search?id=ONHtV-8vf3DXX2FCwKLog>

Richards, I. A. (1936). *The Philosophy of Rhetoric*. Oxford University Press.

Rodríguez Fernández, Á. T. (2014). *La metáfora. Herramienta característica de renovación arquitectónica tras el movimiento moderno*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. UPM. Disponible en <http://oa.upm.es/32223/>

Sal Paz, J. C. (2009). Acerca de la metáfora como recurso de creación léxica en el contexto digital. Algunas reflexiones. *Tonos. Revista Electrónica de Estudios Filológicos*, 18. Disponible en <https://www.um.es/tonosdigital/znum18/secciones/estudio-20-metфора.htm>

Sánchez, M. y Sancho, M. (2017, septiembre 18). La metáfora en arquitectura. Disponible en <http://www.architrad.com/?p=991>

Capítulo



La construcción de edificaciones con elementos de guadua a la luz de la Norma Colombiana Sismorresistente NSR 2010 Capítulo G*

Florinda Sánchez Moreno**

Antony Morales Trujillo***

Blanca Esthela Aguilar Herrada****

Contexto socio cultural de la guadua en Colombia

La importancia sociocultural de la guadua en Colombia es innegable. Los guaduales están íntimamente ligados al paisaje cafetero, donde han sido empleados en la construcción de viviendas, canaletas, cercas, instrumentos musicales y utensilios de cocina, con lo cual hace parte de la cotidianidad, historia y memoria viva de esa porción del territorio nacional que ha dejado su huella descrita en sus paisajes durante más de dos siglos. Pasada la época republicana, en Colombia se generaron regiones que abordaron de forma diversa la construcción

* Proyecto de investigación: "Construcción de posada rural en guadua-bambú como aproximación a modelo productivo y sostenible. Transferencia de conocimiento de Colombia a México". Grupos de investigación: Patrimonio Construido Texto y Contexto, y Grupo Administración de Empresas Comerciales.

** Doctora en Nuevos Recursos y sustentabilidad en Turismo, Universidad de Salamanca. Docente investigadora Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. florinda.sanchez@unicolmayor.edu.co

*** Especialista en Gerencia Financiera. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. amoralest@unicolmayor.edu.co

**** Magister en Administración. Universidad Politécnica de Puebla. blanca.aguilar@uppuebla.edu.mx

de sus edificaciones, dependiendo del clima, la idiosincrasia y los materiales presentes en cada zona (Villegas, 2005).

De esta forma, la costas atlántica y pacífica fueron influenciadas por los países caribeños en lo relacionado con la construcción en madera, las zonas del interior tomaron como material principal la piedra y el ladrillo, y en la región de la colonización antioqueña, se desarrolló la arquitectura rural construida en guadua, bajo los estándares volumétricos de la arquitectura andaluz cuyos espacios giraban en torno al patio como elemento integrador, las cubiertas con estructura de par y nudillo, o par e hilera, y la presencia de balcones al interior y exterior, a manera de sistema de ventilación natural. En este sentido se logró la combinación de técnicas de la herencia prehispánica que aportaron el uso de la guadua en muros y techos, y la herencia hispánica con la tipología de las edificaciones.

La guadua ha sido un símbolo para los pobladores, no solo como materia prima para artefactos artesanales, muebles y utensilios caseiros, sino como material esencial de construcción, tanto para la estructura como para los elementos de fachadas, divisiones y cubiertas de las viviendas.

Como material de construcción, la guadua presenta características mecánicas del orden de los aceros y los concretos, muy favorable en la relación resistencia-peso. En Colombia se encuentra la especie *angustifolia kunth* que se caracteriza por su resistencia y durabilidad, siendo una de las pocas especies de bambú certificada para uso estructural, y la única aceptada en la norma colombiana NSR 2010. Este *acero vegetal* es además, un material liviano y flexible que puede ser utilizado en construcciones sismo-resistentes de bajo costo. A nivel arquitectónico se pueden lograr acabados sin mayores requerimientos para crear ambientes acogedores, y su apariencia rústica se adapta al hábitat rural, ya sea en muros, techos o elementos estructurales a la vista. En el ámbito nacional, se encuentran importantes investigaciones sobre el uso de la guadua, entre ellas la presentada por Dicken Castro, quien en la década de los 60 puso en valor la guadua como material de construcción y como fuente de creatividad popular en la región que hoy se conoce como el eje cafetero (Credencial, 2019). De otra parte, en la época contemporánea se destaca Simón Vélez por

los diseños innovadores en construcciones de diversos usos, inclusive en obras civiles. De otra parte, Juan Manuel Sarmiento, de la Universidad Nacional de Manizales, ha indagado sobre la importancia de vincular los múltiples estudios técnicos que existen de la guadua con los saberes cotidianos de la población, y a su vez difundir este recurso sostenible en el colectivo social local (Sarmiento, 2014). Pero, tal vez, el referente más importante a nivel de detalles constructivos es Oscar Hidalgo López quien publicó el *Manual de construcción con bambú*, que hoy en día es referente nacional e internacional (Hidalgo, 1981).

Condiciones óptimas para el cultivo de la guadua

La guadua es una planta gramínea parecida al maíz o a la caña de azúcar. Tiene un tallo arbóreo, espinoso y lleno de agua, sus tejidos se endurecen adquiriendo resistencia de madera, pero más flexible y liviana.

En relación con su producción, las zonas óptimas para cultivar las especies de guadua-bambú son las zonas templadas en pisos térmicos desde los 900 msnm hasta los 1700 msnm, aunque por encima de los 2000 msnm también es cultivada, pero con rendimientos más bajos. La guadua *angustifolia kunth* tiene un crecimiento de hasta 30 metros de altura a los seis meses de sembrada, con un diámetro de tallo de hasta 20 centímetros. se puede utilizar a los 4 años de sembrada, cuando ya está madura y es apta para su uso en construcción (Añazco, 2013, p. 49).

Los cultivos de guadua-bambú se desarrollan de manera óptima en las zonas templadas de 20°C a 26 26°C , humedad relativa del 80 % y precipitación anual entre 2000 msnm y 2500 msnm. Los suelos que favorecen el cultivo de la guadua son los clasificados como arenos limosos y, arcillosos con buen drenaje, por lo cual es ideal el cultivo a orilla de ríos, quebradas y en general, en terrenos con buena pendiente que faciliten el drenaje. Según Guadua Bambú Colombia (2019) otras las condiciones para su cultivo corresponden a vientos entre 15.8

km/hora, brillo solar de 1800 a 2000 horas/luz/año, y Ph del suelo entre 5.5 y 5.8 (Acido).

Tabla 1. Condiciones óptimas para el cultivo de la guadua. Basada en Añazco (2013) y Guadua Bambú Colombia (2019)

Característica	Condiciones óptimas
Temperatura	20°C-26°C
ASNM	900 m -1700 m
Precipitación	2.000-2.500 mm/año
Brillo solar	1.800-2.000 horas/luz/año
Vientos	15.8 km/hora. Brisas débiles
P.H	5.5-5.8 / Acido
Humedad	75- 85%
Suelos	Franco arenosos, textura suelta, húmedos con nutrientes como nitrógeno, hierro, fosforo, potasio y boro.

Fuente: (García López, Stand Villareal, Gómez Cabrera & Núñez Moreno, 2016).

En relación con el cultivo de la guadua, es imprescindible tratar el tema de la silvicultura, que como actividad integral abarca todas las técnicas de manejo de bosques naturales o plantas con múltiples propósitos, e incluye su propagación, cultivo, uso y aprovechamiento, con el fin de incrementar la productividad y beneficios que genera. En términos de producción de guadua, en una hectárea de terreno se pueden sembrar aproximadamente 500 plantas. Adicionalmente, las plantaciones de guadua, denominados guaduales, han mostrado sus beneficios ambientales y se tiene documentado su potencial como captadora de dióxido de carbono (McCormick y Morales, 2007; pp. 40-

41) que oscila entre 50 a 60 toneladas de carbono por hectárea, y por su crecimiento acelerado capta más CO₂ que un árbol. Por el efecto de evaporación del agua mediante sus hojas, los bosques de guadua reducen la temperatura aportando en la regulación natural del clima. Los culmos o tallos del bambú tiene gran capacidad para retener agua, que utiliza en su beneficio en épocas de sequía, reteniendo hasta 30.000 litros por hectárea. De otra parte, las raíces de la guadua ayudan a proteger el suelo, generando una red de rizomas que evita la erosión y los deslizamientos en zonas del guadua. El rizoma tiene dos grandes funciones de gran importancia: la primera, que es el órgano en el cual se almacenan los nutrientes que distribuye a las otras partes de la guadua; y la segunda, que actúa como un elemento básico para propagación de la guadua, la cual se efectúa asexualmente por ramificación de los rizomas (Figura 1).



Figura 1. Aspecto de un rizoma de guadua, parte de la exposición permanente en el Centro nacional para el estudio del Bambú Guadua, de la Corporación Autónoma Regional del Quindío. F. Sánchez, 2019

Los procesos silviculturales aplicados en la guadua se basan en dos sistemas (Figura 2):

- El que se sustenta en el manejo de regeneración natural, el cual se basa en la forma de crecimiento de culmos nuevos llamados renuevos.
- El segundo es un sistema que consiste en la plantación de nuevos tallos provenientes de un brote basal de rizoma, a partir de material producido de manera masiva en viveros.



Figura 2. Chusquines que se obtienen de los tallos para el cultivo masivo en vivero. F. Sanchez, 2019

En Colombia se cuenta con el Centro Nacional para el Estudio de Bambú Guadua, como centro experimental para el fomento y sostenibilidad del recurso guadua, con el cual se busca fortalecer el esquema de conservación y protección del medioambiente, especialmente en la región del eje cafetero. A lo largo de 30 años se han desarrollado

una serie de investigaciones y proyectos en torno al cultivo de la guadua entre los que se encuentran: la formulación y ejecución de la investigación sobre las maneras de acelerar la propagación vegetativa de la guadua. Se ha trabajado en el tema de reproducción por semilla (germinación) con el acondicionamiento de un vivero para la adaptación de las plántulas de guadua y bambú para finalmente, sembrarlas en campo. De otra parte, se trabaja en la investigación de fertilización en bancos de propagación y técnicas de cultivo con raíces independientes para la exportación de chusquines a México, Panamá y El Salvador (CNEBG, 2019) (Figura 3).



Figura 3. Investigadora del Centro Nacional para el Estudio del Bambú, demostrando la forma en que cortan las plántulas para su posterior siembre en el terreno. F. Sánchez, 2019

Fases de crecimiento

Esta planta gramínea, del género bambusa, de auto-reproducción, retoña incluso después de ser cortada su caña. Adquiere su máximo desarrollo en menos de un año, después de haber brotado del suelo. Tiene un periodo de maduración entre los 3 y 6 años, luego de los cuales llega a un periodo de sobremaduración hasta los 8 años en donde empieza a perder sus propiedades de resistencia físico-mecánicas.

La guadua bambú es la planta de más rápido crecimiento en el mundo, con promedios de crecimiento diario de 10 a 20 centímetros, llegando a obtener alturas hasta de 30 metros.

Rebrote o Renuevo: Edad: de 0 a 6 meses

Esta primera fase de desarrollo de la planta va desde la aparición del rebrote hasta cuando llega a su máxima altura, sin presencia de ramas en la punta; algunas veces, aparecen ramas en la base. En esta fase el tallo siempre está cubierto por hojas caulinares o “capachos” en la base y en la punta. Los entrenudos son de color verde intenso y presentan dos bandas blancas en cada nudo, llamadas bandas nodales, compuestas de pelusa. En esta etapa solo se cortan si se requiere para usos diferentes a la construcción (Figura 4).

Guadua Juvenil o “Biche”: Edad: de 6 a 5 años

La planta presenta desprendimiento total del recubrimiento y nacimiento de espinas. En esta fase, el tallo elimina todas las hojas caulinares de su parte superior y conserva las basales. Hay presencia de ramas apicales y crece gradualmente el follaje de la planta. Los entrenudos son de color verde intenso y las bandas nodales se siguen apreciando claramente. Los tallos en esta fase tampoco se deben cortar (Figura 5).



Figura 4. Planta en etapa de Rebrote. F. Sánchez, 2019

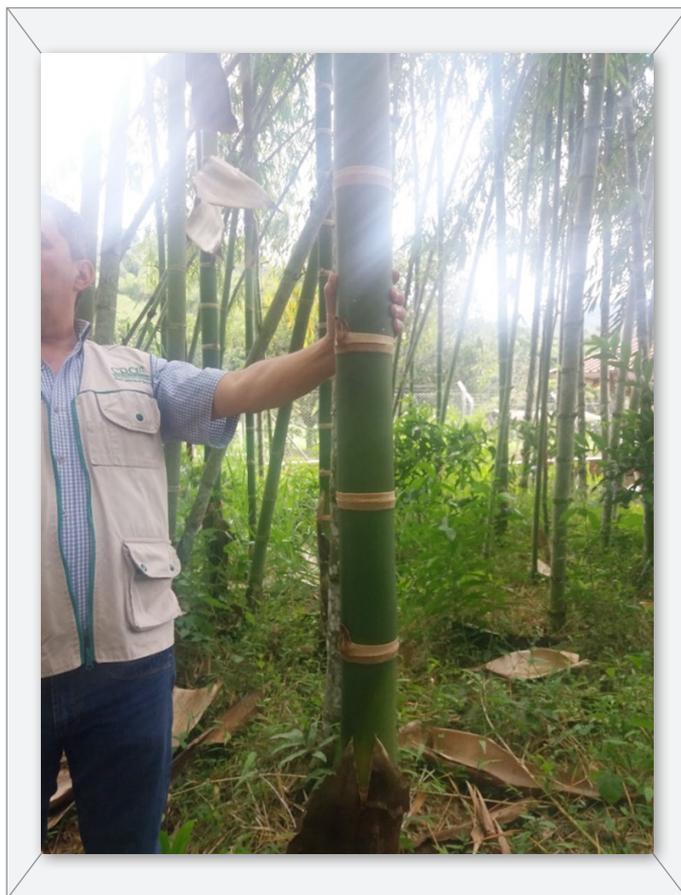


Figura 5. Guadua Juvenil o “Biche”, se aprecian perfectamente las bandas en los nudos que separan cada entrenudo, presentando un color verde intenso. F. Sánchez, 2019

Guadua Adulta, Madura, o “hecha”: Edad: de 5 a 6 años.

Diámetro aprox.: 20 cm. Long: entre 15 y 20 mts. La planta presenta signos de madurez que indican que ya es apta para ser utilizada como elemento en construcciones. El tallo se cubre de manchas blancas de líquenes, los nudos o tabiques se visualizan más claramente, y estos son cubiertos eventualmente, con algunos musgos, no hay

hojas caulinares en ninguna parte del tallo y la guadua adquiere su mayor grado de resistencia. Por el color blanquecino se les denominan “Guaduas Rucias” y, generalmente se encuentran en el interior del guadual, aptas para corte y uso en la construcción (Figura 6).



Figura 6. Guadua Adulta, Madura, o “hecha. F. Sánchez, 2019

Sobremadurada: Edad: de 6 a 8 años

En estado de sobremaduración la planta tiene una apariencia seca, con líquenes y manchas rojas que indican daño en la estructura, por lo cual no se recomienda para utilizar como material de construcción, ya que no cuenta con propiedades mecánicas de resistencia a la compresión ni a la flexión. La guadua seca no presenta follaje y los tallos son de color ocre o amarillo pálido. En este punto los tallos pierden su resistencia, y además se está impidiendo la generación de chusquines o rebrotes (Figura 7).



Figura 7. Guadua en estado seco o sobremadurado. F. Sanchez, 2019

Para realizar una construcción con guadua se deben identificar aspectos de silvicultura, reconocer sus propiedades, características y proceso de crecimiento para su correcta recolección. La Cooperación Colombo Alemana (2005) recomienda dejar la guadua de 15 a 20 días en sus guaduales, para el vinagrado o deshidratación en ambiente de penumbra y manteniéndola vertical con el fin de que la savia baje y evitar así, que las plagas la ataquen. La siguiente tabla muestra valores de propiedades mecánicas de la guadua angustifolia en estado maduro, apta para uso en la construcción:

Tabla 2. Valores de propiedades mecánicas de la guadua angustifolia. Con base en datos de Cely, Hernández & Gutierrez, 2012. Guadua-Bambú Colombia, 2019

Tipo de guadua	Compresión		Flexión		Tracción	
	PSI	Kg/cm ²	PSI	Kg/cm ²	PSI	Kg/cm ²
Angustifolia	8000-12000	560-840	11000-40000	770-2800	26000-50000	1800-3500

Técnicas constructivas

La calidad de las construcciones en guadua depende tanto del proceso de cosecha y corte previo, como del mantenimiento, una vez usada como material de construcción. El corte de los tallos se recomienda entre los 3 y 5 años, periodo suficiente para su uso en la construcción. Una vez determinados los tallos maduros, se procede a cortarlos entresacados, a una altura aproximada de 15 cm a 30 cm del suelo, por la parte inmediatamente superior del nudo, de forma que el agua no forme depósito y así evitar que el rizoma se pudra (Salazar y Diaz, p. 15) (Figura 8).



Figura 8. Altura óptima para corte del tallo de guadua. Proceso de corte en Centro Nacional de la guadua. Cordoba Quindio. F. Sanchez, 2019

En Colombia existe gran variedad de guaduas, entre las que se destaca la variedad *Angustifolia kunt* que se diferencia de las otras por la ausencia de rayas longitudinales en su culmo. Es la variedad que más abunda en los guaduales colombianos y la que ha reportado un alto valor comercial por las características físicas y mecánicas que ofrecen sus tallos a la flexión (García, 2018). El tronco de esta guadua es una caña hueca conformada por nudos o tabiques que forman recintos cada 20 cm, los cuales actúan como anillos que aportan una altísima resistencia a la flexión, por lo cual son especialmente utilizados como vigas, en la construcción de edificaciones o puentes, así lo afirman Moreno & Cendales “La guadua en su sección transversal posee membranas intermedias muy fibrosas, lo que hace que tenga una gran capacidad de resistencia a la compresión y mucha flexibilidad” (2018, p. 30) (Figuras 9 y 10) (Tabla 3).



Figura 9. Caña de Guadua Angustifolia seleccionada como elemento estructural. Centro de la construcción Sena. Quindío. F. Sánchez, 2019



Figura 10. Proceso de laminado de la guadua. Centro de la construcción SENA. F Sánchez, 2019

Tabla 3. Valores promedio comparativos de la guadua y el pino. Se evidencia que la guadua supera al pino en todas las propiedades físico mecánicas como material constructivo. Con base en datos de Guadua-Bambú Colombia. 2019

Propiedad físico mecánica	Guadua	Pino
Comprensión	710 kg/cm ²	522 kg/cm ²
Flexión	1810 kg/cm ²	879 kg/cm ²
Tracción	3100 kg/cm ²	2350 kg/cm ²

Las diversas edificaciones encontradas en la zona cafetera de Colombia evidencian el avance de las técnicas constructivas en guadua angustifolia, que es, según la NSR 2010 la especie que cumple con los requerimientos para edificaciones sismoresistentes. Se destaca especialmente, edificios de hasta cuatro pisos construidos en su totalidad en guadua a partir de porticos con elementos transversales para control sísmico.

Los ensambles que caracterizan todas las construcciones son realizados de forma manual adaptando el material a las necesidades para empalmar con columnas o vigas sin afectar la resistencia del elemento. Las conexiones en todos los casos se realizan con el par tornillo tuerca siempre cerca de los nudos del tallo (Figura 11).

La guadua al natural no es recomendada para construir, debe estar inmunizada y contar con un porcentaje de secado entre el 60 % y el 70%.

Respecto a las dimensiones óptimas, se recomienda que tenga un diámetro entre 9 cm y 12 cm, con una pared interna de mínimo 15 mm = 1,5 cm. Por ser un elemento natural presenta variaciones en sus dimensiones que oscilan entre 2 y 3 centímetros en una longitud de 6 metros (Figura 12).



Figura 11. Detalles de conexiones y ensambles de elementos en las estructuras de guadua. F. Sánchez, 2019



Figura 12. Hotel de cuatro pisos construido en su totalidad en guadua a partir de pórticos con elementos transversales para control sísmico. Vereda La Cuchilla, Km 6,5 desde Alcalá vía Finlandia Quindío. Foto: F. Sánchez, 2019

Aspectos normativos

A continuación, se presentan los temas relacionados con la construcción en guadua, a la luz de la normativa colombiana título G de la Norma Sismo Resistente NSR 2010. En este sentido se da un recorrido por todos los aspectos que son relevantes para la implementación de construcciones en guadua y a partir de los cuales se pueden obtener edificaciones de hasta dos pisos de altura, de alta calidad y con la seguridad requerida para quienes las habitan.

Materiales y recomendaciones según la NSR 2010 (G.12.12.3)

Las guaduas que serán utilizadas como elementos estructurales:

- Debe ser certificada de la especie *Angustifolia Kunth*.
- Deben estar libres de insectos y hongos.
- No deben presentar rajaduras que puedan llegar a disminuir su resistencia (Figura 13).



Figura 13. Aspectos nocivos para elementos de guadua. Se evidencia rajadura del elemento en su eje longitudinal (izquierda), y presencia de hongos (derecha). Fuente: F. Sánchez, 2019

- Los culmos usados en la construcción de estructuras deben corresponder a guaduas maduras, es decir, que no deben tener una edad inferior de 4 años ni superior a 6 años.
- El contenido de humedad de las guaduas usadas para construcción de estructuras no debe sobrepasar el 19% del contenido de humedad (CH) ni estar por debajo del 10% CH. Su valor debe ser cercano a la humedad de equilibrio ambiental de la zona donde será instalada (CHE).
- Para el lavado de la guadua deben usarse materiales poco abrasivos así como procesos adecuados que no deterioren la superficie del material.
- Los elementos metálicos usados en uniones que estarán expuestos a condiciones ambientales desfavorables deben ser resistentes a la corrosión o tener algún tipo de tratamiento anticorrosivo (Figura 14).



Figura 14. Presencia de oxido en pernos y tuercas, lo cual disminuye la resistencia de la unión. Fuente: F. Sánchez, 2019

- En sus dimensiones, todas las piezas de guadua deben cumplir con las especificaciones de longitudes y secciones mínimas de los planos de diseño, y las imperfecciones en el corte, ensamblaje y secciones transversales de piezas de guadua no deben ser mayores al 2% del valor especificado en los planos de los diseños.
- Respecto a la identificación en los elementos constructivos, todos los elementos estructurales deben llevar una identificación visible y permanente que coincida con la señalada en los planos de los diseños.
- Debe evitarse sobrecargar los miembros estructurales durante el transporte y almacenamiento. El número máximo de culmos apilados uno sobre el otro será de 7.
- Preferiblemente deben ser almacenados en posición vertical, aislados del piso sin estar en contacto con material orgánico (Figura 15).



Figura 15. Correcta disposición en almacenamiento de la guadua. Apilamiento con 5 culmos. (izquierda), almacenamiento vertical para evitar la humedad (derecha). Fuente: Sánchez, 2019

- La guadua es un material higroscópico y poroso que absorbe el agua presente en el ambiente, en forma de vapor o de líquido. Si la humedad de la guadua se incrementa se hará más vulnerable al ataque biológico, por lo tanto, el almacenamiento de las piezas de guadua debe hacerse en un lugar seco, bajo cubierta, con buena ventilación, y buen drenaje.

Protección contra hongos e insectos según lo recomendado por la NSR 2010 (G.12.12.4.5)

La guadua en general es susceptible al ataque de hongos e insectos; los primeros, atacan guaduas con altos contenidos de humedad, comenzando su acción desde el interior del culmo debido al alto contenido de parénquima; y los insectos, especialmente las termitas, gorgojos y comejenes atacan guaduas desde el momento del corte en el gradual, en busca de nutrientes contenidos en el material. La protección del material contra el ataque de hongos e insectos debe comenzar desde el momento del aprovechamiento en el gradual.

- Debe garantizarse que la guadua se almacene en condiciones de humedad mínima y que ha sido tratada con fumigantes durante el apilado.
- Bajo ningún motivo deben ser usadas guaduas que presenten muestras de áreas atacadas por hongos ni insectos.
- Para evitar el ataque de hongos, el contenido máximo de humedad de las guaduas usadas como elementos estructurales debe ser de 20%.

Protección contra el fuego, según lo recomendado por la NSR 2010 (G.12.12.4.6)

Para el diseño debe tenerse en cuenta que la guadua es un material combustible y que se inflama con facilidad, aunque algunas sustancias impregnantes o de recubrimiento pueden acelerar o re-

tardar el proceso. Las siguientes medidas contribuyen a proteger las estructuras de guadua contra el fuego:

- Deben evitarse elementos de calefacción que aumenten peligrosamente la temperatura de los ambientes.
- Las paredes y elementos estructurales próximos a fuentes de calor como chimeneas, hornos, estufas, etc., deben aislarse con materiales incombustibles.
- En ningún caso se deben utilizar estructuras en guadua cuando la temperatura a la que estarán sometidas durante toda su vida útil exceda los 65°C.
- Los depósitos destinados para el almacenamiento de combustibles deben localizarse fuera de las edificaciones de guadua y estar rodeados de materiales incombustibles.
- Es recomendable limitar el uso de acabados como barnices, lacas, pinturas oleosolubles y cualquier otra sustancia que acelere el desarrollo del fuego.
- Las estructuras adyacentes de guadua deben estar separadas como mínimo 1.20 m; caso contrario, los elementos deben contar con coberturas de materiales incombustibles con resistencia mínima de una hora de exposición. En el caso que dos estructuras estén unidas, el paramento común debe estar separado con un muro cortafuego que debe sobresalir en la parte superior como mínimo 0.50 m y en los extremos 1.00 m, medidos a partir de la parte más sobresaliente de las estructuras colindantes. Este muro debe estar diseñado para continuar estable aun con el colapso de la estructura incendiada.
- En las edificaciones de uso comunitario como escuelas, centros de salud, comercio, etc., se debe considerar la siguientes recomendación: debe existir un acceso rápido y señalizado a las fuentes más probables de incendio.

Aspectos a tener en cuenta en el secado de la guadua

- Toda madera destinada a la construcción deberá secarse hasta un porcentaje de contenido de humedad lo más próximo posible al contenido de humedad de equilibrio con el medio ambiente en el cual va a quedar instalada.
- Para usos específicos en contacto permanente con el suelo o bajo agua, no habrá necesidad de secar la madera, a menos que deba ser previamente inmunizada. De la misma forma, madera estructural para vigas de sección transversal superior a 0.04 m² podrá instalarse en estado verde o simplemente semiseca.
- Aquellas maderas destinadas a productos machihembrados, moldurados, pisos de parqué, puertas, ventanas y similares deberán secarse con 1% a 2% por debajo de la humedad de equilibrio del lugar de uso.
- Las demás maderas para uso estructural o aplicaciones interiores en la construcción, deberán secarse hasta un porcentaje de contenido de humedad próximo a la humedad de equilibrio del medio ambiente de su destino final. Como regla general, las maderas para uso estructural deberán estar secas al momento de fabricación por debajo del 19% del contenido de humedad. Las maderas empleadas en los procesos de laminado deberán secarse hasta un contenido de humedad del 12%.
- Las maderas destinadas a la construcción podrán secarse por dos sistemas comunes en la industria: secado natural y secado por medios artificiales.
- El secado al aire se desarrollará mediante la exposición de la madera a la acción del medio ambiente. Este proceso se deberá realizar en patios cubiertos con buena ventilación, con prácticas de apilado apropiadas y bajo medidas de seguridad que eviten el deterioro por la acción del clima, agentes biológicos u otras causas.

- Cuando el contenido de humedad deseado sea inferior al contenido de humedad de equilibrio con el medio ambiente del lugar o cuando se requiera madera seca en el menor tiempo posible, se deberán utilizar métodos artificiales de secado.
- El método artificial más aconsejable será en hornos o cámaras de secado mediante la aplicación de temperatura, humedad y ventilación diferentes a las naturales.
- La comprobación del contenido de humedad en el comercio de madera para construcción se podrá hacer mediante el uso del xilohigómetro o medidor eléctrico de humedad.

Recomendaciones en el proceso constructivo (NSR.2010. g 12.12.4)

Para que el material conserve las propiedades físico mecánicas adecuadas para el buen funcionamiento en la construcción, la NSR Título G.12.8.6 recomienda:

- El proceso constructivo debe estar bajo la supervisión de un profesional, que según lo descrito en la Ley 1229 de 2008, art. 1. corresponde a “ingeniero civil, arquitecto o constructor en arquitectura e ingeniería”.
- El terreno debe limpiarse de todo material vegetal y deben realizarse todas las obras de drenaje necesarias para asegurar la menor incidencia de la humedad. Cuando se construyan edificaciones con entepiso elevado, se deben tomar las medidas necesarias que impidan el crecimiento de vegetación y anidamiento de animales bajo el piso.
- Las obras de cimentación deben realizarse de acuerdo con las pautas estructurales y según las características de resistencia del suelo que deben estar establecidas en el estudio de suelos.

- La guadua es un material higroscópico y poroso que absorbe el agua presente en el ambiente en forma de vapor o de líquido. Si la humedad de la guadua se incrementa sus propiedades mecánicas se disminuirán, comenzará a hincharse, transmitirá con mayor facilidad el calor, la electricidad y se hará más vulnerable al ataque biológico, por tanto se debe garantizar la protección contra la humedad.
- Se recomienda que los elementos de guadua nunca estén en contacto directo con el suelo, se deben construir zócalos o pedestales que alejen la guadua del suelo.
- No se permiten elementos de guadua expuestos a la intemperie, se recomienda el uso de aleros que actúen como protección de elementos de fachada.
- Para prevenir el fenómeno de condensación del agua, deben evitarse los espacios poco ventilados. En ambientes que por su uso estén expuestos a vapor, como cocinas y baños, además de buena ventilación, deben protegerse las superficies expuestas con recubrimientos impermeables.
- Debe evitarse practicar perforaciones en las vigas; de requerirse, deben encontrarse consignadas en los planos.
- No son permitidas perforaciones a la altura del eje neutro en secciones donde se tengan cargas puntuales o cerca de los apoyos.
- El tamaño máximo de la perforación será de 3.81 mm.
- En los apoyos y los puntos de aplicación de cargas puntuales se permiten las perforaciones, siempre y cuando estas sean para poder rellenar los entrenudos con mortero de cemento.

Quando se utilizan vigas que requieren la unión de varios tallos, los elementos “deben estar unidos entre sí con pernos o varilla rosca da y cintas metálicas (zunchos), que garanticen el trabajo en conjunto. Estos conectores deben diseñarse para resistir las fuerzas que se generan en la unión” (NSR. G.12.8.5).

A manera de conclusiones, se presentan algunos aspectos positivos y otros desfavorables en el uso de la guadua como material de construcción, a la luz de la normativa colombiana establecida para tal fin:

Tabla 3. Ventajas y desventajas de la guadua en la construcción. Elaboración propia con base en Rodríguez. 2001 y AIS. 2010

Ventajas	Desventajas
En Colombia su uso se encuentra normatizado para uso estructural.	La norma colombiana restringe el uso de la guadua a la variedad <i>angustifolia Kunt</i> lo cual limita el uso de otras variedades con características similares.
Extraordinarias características físicas que superan a otras maderas.	El diámetro y el espesor de pared no es igual en toda su longitud.
Disminuye las cargas por peso propio de la edificación lo cual favorece las condiciones sismorresistentes.	Debe someterse a un tratamiento de curado y secado inmediatamente después de cortado para evitar que sea atacado por insectos.
La opción de diversos diámetros de tallo genera posibilidades para uso como columnas vigas, o elementos no estructurales (marcos para puertas, ventanas)	Los tratamientos de curado y secado pueden resultar costosos para proceso de autoconstrucción.
Su rápido crecimiento asegura la cadena de producción a nivel local, con aprovechamiento del material en cada etapa de desarrollo.	Se fisura fácilmente en el sentido paralelo a las fibras.
Facilita los procesos de autoconstrucción, al ser un material liviano y fácil de transportar.	Es altamente combustible cuando está seco. Debe recubrirse con sustancia a prueba de fuego.
Los empalmes y cortes para ensamble pueden realizarse de forma manual para procesos de autoconstrucción.	Al secarse se contrae y su diámetro se reduce.

Ventajas	Desventajas
No requiere ser pintado, raspado o pulido. Usado en su estado natural genera un aspecto decorativo.	Cuando envejece pierde su resistencia, si no se trata apropiadamente.
No tienen corteza o partes que puedan considerarse como desperdicio.	Se pudre y es atacado por termitas y otros insectos en contacto con la humedad del suelo.
Puede usarse en tuberías para transportar agua, y en secciones para drenaje.	Debido a su tendencia a rajarse no debe clavarse con puntillas o clavos.
Se emplea en combinación con todo tipo de materiales de construcción.	En zonas rurales aún se tiene el estigma que es un material para vivienda precaria.
Es competitivo en costos frente a materiales convencionales.	Su construcción está aprobada por norma en construcciones de dos pisos, por lo cual requiere mayor investigación.

Referencias bibliográficas

Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). *Título G-Estructuras de Madera y Estructuras de Guadua*. En V. y. Ministerio de Ambiente, Nsr-10 (pp. 1-158). Bogotá.

Congreso de la República (Ley 400 de 1997) Por la cual se adoptan normas sobre Construcciones Sismo Resistentes. *Diario Oficial* No. 43.113, 25 de agosto de 1997.

Congreso de la Republica (Ley 1229 de 2008). Por la cual se modifica y adiciona la Ley 400 del 19 de agosto de 1997. *Diario Oficial* No. 47.052, 16 de julio de 2008.

Cely, L.; Hernández W., y Gutiérrez O. (2012). Caracterización de la guadua *Angustifolia* cultivada en Miraflores (Boyacá) de acuerdo con la NSR-2010. *CEDEC Revista Facultad de Ingeniería Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia*. 21 (33):. 53-71.

CNEBG Centro Nacional para el estudio del bambú guadua (2019). Disponible en <https://www.crq.gov.co/index.php/2016-04-06-13-35-04/portafolio-de-servicios>

Cooperación Colombo Alemana. (2005). *Guía para autoconstrucción utilizando la Guadua como elemento principal* Pereira.

Historia Credencial (2019) *Un arquitecto, una obra, Diken Castro Duque y la guadua.*

García, M. F. (2018). *Caracterización de las constantes mecánicas de la guadua angustifolia kunth.* Pontificia Universidad Javeriana. Cali.

Guadua Bambú Colombia (2019). *Propiedades de la guadua.* Disponible en <https://guaduabambucolombia.com/guadua-inmunizada-2/plantas-guadua-bambu/>. Consultado julio 30 de 2019.

Hidalgo López, O. (1981). *Manual de construcción con bambú.* Universidad Nacional de Colombia. Centro de investigación de Bambú y Madera CIBAM.

McCormick, D., Morales Ledesma, P. (2007). La Construcción de una Visión de Futuro para la guadua: desde la cadena productiva hacia el cluster de la guadua en el eje cafetero. *Revista Gestión y Región.* (Junio-noviembre de 2007).

Moreno, J., Cendales, M. (2018). *Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la Guadua angustifolia kunth originaria de armenia Quindío.* Tesis de pregrado Ingeniería civil. Universidad Católica de Colombia.

Rodríguez, J. R. (2001). *Diseño de una máquina para fabricar lantillas de caña guadua.* Tesis de grado. Escuela superior politécnica del Litoral. Guayaquil. Ecuador.

Salazar, J., Díaz, G. (s.f.). Inmunización de la guadua. *Revista ingeniería e investigación.*

Sarmiento, J. M., y Bermúdez, F. (2014). Patrimonio arquitectónico y sociedad en el paisaje cultural cafetero. Análisis de la percepción social y relación de saberes. *Revista Designia 3* (1), pp.75-91.

Villegas, M (2005). *Guadua arquitectura y diseño.* Villegas Editores y Corporación autónoma regional del Valle del Cauca.

Capítulo



Dinámicas urbanas por densificación en centros de ciudad. Análisis del Sector de Las Nieves en Bogotá*

Florinda Sánchez Moreno**

Francisco Javier Lagos Bayona***

Yolanda Andrea Gómez Uribe****

Introducción

Los proyectos urbanos en centro de ciudad, considerados como instrumentos clave en la planeación y el desarrollo urbano, generan diversos procesos de transformación del territorio, con impactos que deben ser revisados transversalmente de forma interdisciplinar, identificando y priorizando los aspectos más sensibles en zonas que nacieron con edificaciones para uso doméstico, y que por su tradición e historia, han sido consideradas sectores de interés cultural.

* Proyecto de investigación: Impacto en el paisaje urbano por proyectos de densificación desarrollados durante el siglo XXI, en centro tradicional de ciudad. Sector de las Nieves". Grupos de investigación: Patrimonio Construido Texto y Contexto, y Grupo Construcción y Gestión en Arquitectura.

** Doctora en Nuevos Recursos y sustentabilidad en Turismo, Universidad de Salamanca (España). Docente investigadora Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Email: florinda.sanchez@unicolmayor.edu.co

*** Magister en Diseño sostenible. Universidad Católica de Colombia, Docente investigador Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Email: flagos@uniicolmayor.edu.co

**** Magister en Administración y Dirección de Empresas, Universidad Camilo José Cela (España), Docente investigadora Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Email: yagomez@unicolmayor.edu.co

Según estudios recientes (Sánchez, 2016, p.115), uno de los impactos más relevante, es el aumento de densidad por intervenciones específicas en las se evidencia un alto índice de construcción por cambio de norma urbana, acompañado de la aparición de nuevos usos, modificando la vocación doméstica original por usos mixtos, a saber: comercial, hotelero, cultural, educativo e institucional; asimismo, se identifica una fuerte tendencia al reemplazo de edificaciones de baja altura por torres de más de diez pisos, que eventualmente, pueden generar indicadores negativos en temas como paisaje urbano, densidad poblacional, movilidad, disposición de servicios públicos eficientes, cambio de uso, gentrificación y pérdida de Bienes de Interés Cultural. El crecimiento de las ciudades implica grandes impactos en términos urbanos y de desarrollos constructivos. Según datos del BID, a mediados del siglo XX, aproximadamente una tercera parte de la población vivía en ciudades, seis décadas después, más de la mitad de la población mundial vive en ciudades, y las proyecciones indican que para el 2030 será el 60% de la población que habitará en ciudades.

En respuesta a este acelerado crecimiento poblacional y de ocupación de ciudades, desde la ONU se plantea la Agenda 2030 de desarrollo sostenible, y en uno de sus objetivos se hace un llamado a ciudades y comunidades sostenibles, inclusivas seguras y resilientes, entonces, todos los actores inmersos en procesos de ciudad: academia, empresa y Estado, deben repensar las estrategias de planificación y gestión mediante el uso eficiente de los recursos, y para el caso de sectores de interés cultural, la gestión eficiente del centro de ciudad de manera armónica y responsable con el patrimonio cultural y natural.

En este sentido, es conveniente analizar los actuales procesos de densificación de centros de ciudad, por cuanto puede ser un referente para organizar de manera adecuada y equilibrada la propuesta de nuevos proyectos en sectores consolidados, entendiendo la densidad como “uno de los componentes del debate teórico sobre la ciudad dispersa versus la ciudad compacta en el mundo y, particularmente, en América Latina” (Hermida, Cabrera & Calle, 2015). Desde el punto de vista teórico, se indaga la aplicación de estudios previos internacionales, con definición de variables intrínsecas y externalidades, desde

el ámbito de análisis de impactos por nuevos proyectos en territorios de la ciudad consolidada.

El estudio de caso se desarrolló con métodos de carácter exploratorio histórico y documental aplicado. Se inició con una revisión documental de aspectos teóricos y normativos. Luego, se realizó trabajo de campo con acopio de información en el sector, para concluir con la organización, cotejo y análisis de la información y, la generación de resultados de carácter cualitativo y cuantitativo que permitieron concluir sobre la calidad urbana de la zona, y el impacto generado en el paisaje urbano y en la arquitectura patrimonial.

Dinámicas en centros de ciudad

El centro es el inicio, donde surge la ciudad que comienza a expandirse a su alrededor y guarda la historia en cada una de sus edificaciones, vías y espacios de encuentro social. El centro no permanece estático, por el contrario, se encuentra en constante cambio, es evidencia del paso del tiempo desde el pasado hasta el presente, en sus construcciones, su trama y sus relaciones espaciales (Carrión, 2004, p. 36). Sin embargo, el centro como espacio histórico ha sufrido grandes deterioros, ocasionados por los cambios de los que ha sido objeto, su vocación residencial ha mutado para albergar mezclas de usos y los habitantes, con pocos recursos para garantizar el mantenimiento apropiado de sus viviendas, deben salir de allí; además, se han generado comercios desorganizados e informales, producto de la subdivisión de los inmuebles; y, deterioro social por las pocas oportunidades laborales, entre otros factores.

Lo anterior ha generado un cambio en el paisaje, reflejado en un centro desorganizado, incoherente, desordenado y desligado de los asentamientos tradicionales, con arquitectura de baja calidad estética y elementos insensibles debido a la falta de conciencia del paisaje (Nogué, 2010, p. 416).

La situación descrita no es exclusiva del centro de Bogotá, es un escenario que se presenta en muchas ciudades latinoamericanas, por

lo cual en las últimas décadas se han generado planes para los centros tradicionales e históricos, a partir de acciones como la renovación, conservación, rehabilitación y, reciclaje, términos que tienen diferentes significados que se presentan a continuación para dar claridad frente al tema.

El tratamiento de renovación urbana busca recuperar o dinamizar áreas urbanas deterioradas o con un alto índice de construcciones en mal estado, dentro del marco regulado por los planes de ordenamiento territorial (POT-2000, citado por Martínez, 2004, p.18), a partir de diversas acciones como la conservación, la rehabilitación y el reciclaje de edificaciones puntuales en el área a intervenir. Los términos anteriores se refieren a los tratamientos que pueden realizarse en los centros de ciudad para darles vitalidad, dinamismo, heterogeneidad social, vocación cultural, desarrollo económico y continuidad en sus funciones urbanas.

La conservación, como parte de la renovación “busca preservar edificaciones patrimoniales para posibilitar su disfrute como cultural” (Martínez, 2004, p.18). El estado de conservación se mide por el estado físico del bien frente al paso del tiempo.

Entre las condiciones que lo determinan se encuentran el uso, cuidado y mantenimiento que se le ha brindado al bien. El buen estado de conservación puede sumarle valores culturales, más aún, si el bien pertenece a una época pasada y está asociado a un hecho histórico importante (Mincultura, 2005; p. 40).

De otro lado, la rehabilitación tiene como fin restituir el inmueble en términos del uso original, independientemente de las labores a que haya lugar, pudiendo enfocarse en acondicionamiento de redes o reemplazo de las existentes, cuyo deterioro imposibilite su reparación; reestructuración puntual, sea por deterioro (patologías presentes) o por adecuación de elementos como ascensores o escaleras de seguridad; rehabilitación exterior, cuando se requiere reemplazar elementos de fachada que amenacen desprendimiento o demanden su modificación para mejorar las condiciones de salubridad del edificio,

como puede ser, el reemplazo de cubiertas o del sistema empleado dada su obsolescencia.

El reciclaje dista un poco de las acciones mencionadas, ya que está al servicio de cualquier edificación, en busca de la optimización de los recursos materiales y constructivos para darle una nueva oportunidad a lo que alguna vez tuvo un brillante pasado. El reciclaje de edificaciones es actualmente una novedosa alternativa que, desde ópticas como la sostenibilidad, economía inmobiliaria y recuperación de sectores urbanos, representa claras ventajas para amortiguar la expansión urbana y la densificación poblacional en la actual crisis social, estimulada por las corrientes migratorias.

Gracias al reciclaje, edificaciones que se concibieron como fábricas o iglesias, pueden reutilizarse para fungir como complejos residenciales, centros culturales o demás soluciones de espacio, iniciando de esta forma, una nueva etapa de existencia. Si bien como actividad se ha presentado a través de la historia, sobre todo en los periodos de posguerra, es el nuevo milenio el que reclama otras formas de habitación que se adapten a las nuevas necesidades de la ciudad. Como lo señala Martínez Monedero (2012) “el reciclaje es sin duda una estrategia de sostenibilidad, pues aminora el impacto de la arquitectura en nuestro entorno al buscar la reutilización de las infraestructuras existentes y preservar la posible ocupación de nuevos territorios” (p. 27).

De otra parte, los centros de las ciudades en todo el planeta están nuevamente siendo objeto de lo que Carrión (2010) denomina *el deseo*, por cuanto, a partir de la concentración en su territorio de gran potencial en términos de memoria cultural y patrimonio, es capaz de generar oferta de servicios de diferente índole y accesibilidad. Así, los planes y proyectos se han relacionado con otorgar al centro un nuevo dinamismo, con inclusión de nuevos espacios públicos, alamedas y recorridos peatonales, mobiliario urbano, acceso a wi-fi, como atractores para los ciudadanos y visitantes. Esta mirada contrasta con la visión capitalista de generar nuevos proyectos que no consideran aspectos esenciales del paisaje construido, escalas volumétricas equilibradas, relación espacial adecuada para el viandante y, claro está, el subsiguiente impacto en términos de aglomeración urbana, caos ve-

hicular, servicios públicos poco eficientes y, generación de un paisaje desordenado, heterogéneo y globalizado.

La densificación y su impacto en la calidad urbana

El termino densificación refiere al incremento o cambio de una actividad habitual a una situación nueva, que se presume optimiza del uso del suelo por cuanto se construye de forma horizontal en espacios pensados con eficiencia, de lo que se considera básico y necesario para el hábitat del individuo, tanto en la vivienda como en la empresa; y eso conlleva la transformación de la condición natural del entorno, los servicios, comercios y, requerimientos del desarrollo humano; asumiendo nuevos retos de formación de vida, familia, organizaciones y sociedad.

Es una situación que se presenta en las grandes urbes, que a partir de los Planes de Ordenamiento Territorial y, por efectos del alto precio del suelo, es directamente proporcional a la disminución de terrenos no construidos en las zonas urbanas.

Según Hermida, Cabrera & Calle (2015) la densificación en el siglo XXI se ha convertido en una herramienta de cohesión de ciudad, desde aspectos sustentables que atienden objetivos como conectividad, proximidad, transporte alternativo, cohesión social, población y actividad, habitabilidad del espacio público, complejidad urbana, dotación de espacios verdes, autosuficiencia energética, autosuficiencia hídrica y mitigación al cambio climático, entre otros factores, que generan el debate actual entre ciudad dispersa y ciudad compacta, especialmente en países de América latina.

La densificación de las ciudades está ligada a mayor competitividad en las urbes debido al aprovechamiento de espacios que han sido relegados por la población habitual de la zona, la cual ha sido desplazada por los fenómenos de recuperación y revitalización, convirtiéndose en centros de comercio, habitacionales y de negocios de

nuevos pobladores, con mayor capacidad económica y financiera. Se escogen los centros de ciudad en la actualidad como los nuevos sectores de posicionamiento, porque a partir de su historia ha sido el lugar por el cual se creó la ciudad y cuenta con mejor accesibilidad, servicios públicos, seguridad pública y alta representatividad de gobernanza local, sin olvidar la ubicación de hitos y símbolos de la memoria, constituyéndose en territorios de alta valorización y desarrollo social (Figura 1).

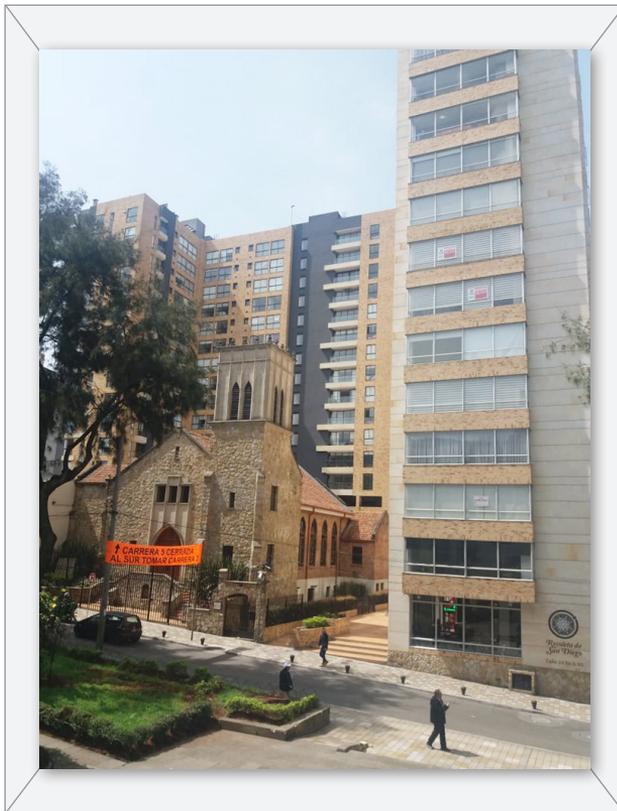


Figura 1. Sector de Las Nieves. Edificios que sobresalen en el perfil urbano tradicional del barrio, generando proceso de densificación por altura

Fuente: F. Sánchez (2019)

De otra parte, no se puede desconocer que la densidad no siempre coincide con los referentes de un modelo de calidad urbana, tal como afirma Richard Florida (2012) citado por Romero (2018, p. 20):

No necesariamente los desarrollos en altura o rascacielos, generan innovación, alta tecnología y calidad urbana; estos pueden convertirse en “suburbios verticales, estériles, que aíslan e inhabilitan la dispersión”. Por el contrario, concluyo que los barrios mixtos de mediana altura que estimulan desde sus modelos edificatorios y espacios públicos, la constante interacción social e intensidad de uso del espacio urbano, pueden generar una mayor densidad sobre el suelo y que por consiguiente una mejor calidad urbana.

Es en este sentido que Jacobs (1961, p. 80) plantea cuatro condiciones que se deben cumplir para otorgar calidad al espacio urbano:

- La combinación de usos compatibles al residencial, y también la incorporación de un uso distinto que se pueda convertir también en primario. Esto generaría un flujo poblacional constante a distintas horas sobre la calle, además de la eficiente utilización y aprovechamiento del espacio urbano.
- Manzanas cortas, que permitan aumentar la oportunidad de encuentro en cada una de las esquinas generadas, aumentando así el número de áreas animadas la interior de la configuración habitacional.
- La configuración urbana ha de mezclar edificaciones con edades edilicias variadas y configuraciones morfológicas diferentes, con el fin de alentar al peatón a vivir distintas experiencias sobre una misma área urbana.
- Alta concentración poblacional, residente y flotante, las cuales generen flujos constantes sobre la calle, contribuyendo así a la creación de espacios urbanos animados continuos durante el día y la noche.

De esta forma, es claro que la condensación de diferentes usos y actividades reactiva el paisaje urbano y, otorga un mayor grado de intensidad por unidad de espacio y de tiempo, tal como lo menciona Varela (2014) “la presencia de gente y actividad en las calles aporta sensación de seguridad y calidez al individuo, y son las que generan identidad comunitaria” (p. 49).

Recogiendo los planteamientos anteriores, Romero (2018) presenta un análisis cuantitativo de estos aspectos en la tesis *Densidad urbana y su relación con la calidad del espacio público*, teniendo como base los tres modelos típicos de densidad que se pueden encontrar en las ciudades latinoamericanas, a nivel residencial: los condominios de baja densidad, los conjuntos cerrados de mediana densidad y, los rascacielos de alta densidad; y siendo de diferente densidad, pueden a la vez generar problemáticas urbanas comunes: falta de identidad, de seguridad y de vitalidad urbana, con lo cual se abre la puerta a un gran interrogante: ¿ existe una relación entre la densidad y la calidad del espacio urbano?

Sabiendo que los índices de densidad vienen dados como el número de habitantes o el número de viviendas por hectárea, se requiere que el suelo cuente con diversidad de usos y una mezcla adecuada de las escalas y los usos urbanos, lo cual es posible mediante la implementación de paramentos activos con mixtura de usos, espacios urbanos activos y vitales y, la identidad edificatoria en los modelos constructivos.

Otros aspectos relacionados con la calidad de la densidad en el espacio urbano vienen dados por el confort peatonal, la eficiencia solar al interior de las edificaciones y, la posibilidad de implementar fachadas y cubiertas bajo el concepto de energía renovables (Romero, 2018, p.31). A partir de lo anterior, Romero Sánchez plantea la *matriz de densidad* y la *matriz de calidad* en áreas residenciales que serán la base cuantitativa para el estudio de caso del sector de Las Nieves en Bogotá (Tabla 1).

Tabla 1. Cálculo de la calidad urbana. Metodología Romero Sánchez 2018

Matriz de calidad urbana em areas residenciales				
Seguridad urbana	Relación público privada directa en primer piso			12
	1	2	3	
	Más del 70% a través de barrera	Entre el 30 y el 50% a través de uso mixto	Entre el 50 y el 90% a través de uso mixto	
	Acceso peatonales a edificaciones residenciales sobre espacio público			
	1	2	3	
	Menos de 1 por hectarea	1 - 5 por hectarea	Más de 5 por hectarea	
	Acceso peatonales a edificaciones residenciales sobre espacio público			
	1	2	3	
	Menor a 100 personas	Entre 100 y 250 personas	Más de 250 personas	
	% de población flotante/No residente en el espacio público			
1	2	3		
Baja	Media	Alta		
Escala peatonal	Longtud promedio de los lados de las manzanas			12
	1	2	3	
	Más de 100m	Entre 100m y 80m	Entre 80m y 50m	
	Longtud promedio de espacio público efectivo (plaza, parque o corredor peatonal)			
	1	2	3	
Más de 80m	Entre 80m y 30m	Menos a 30m	12	

Matriz de calidad urbana en áreas residenciales				
Escala peatonal	m ² de espacio público efectivo por habitante			12
	1	2	3	
	0 a 4m ²	De 5 a 10m ²	Más de 10m ²	
	Apertura visual peatonal vs edificaciones en perfil de vía más recurrente			
	1	2	3	
	Ángulo entre 70 y 90 grados	Ángulo entre 70 y 50 grados	Ángulo menor a 50 grados	
Diversidad urbana	# de usos urbanos (comercio - recreativo - servicios - institucional)			6
	1	2	3	
	Vivienda	Vivienda + 2 usos	Vivienda + 4 usos	
	Número de edificaciones con características formales diferenciadas			
	1	2	3	
	1/2 Tipos	3 - 4 Tipos	Más de 5 tipos	

Sistemas de evaluación general de calidad	10 - 15	16 - 23	24 - 30
	Baja calidad	Media calidad	Alta calidad

Estudio de Caso. Sector de Las Nieves

Contexto histórico

Se eligió el tradicional barrio Las Nieves en Bogotá como zona de estudio por cuanto forma parte del centro tradicional de Bogotá

y como tal, constituye un valioso referente para la memoria de la ciudad, por ser en este momento una zona de contrastes que divaga entre renovación y conservación, en el territorio comprendido entre las calles 19 y 26 y las carreras 3ª y 7ª (Figura 2).

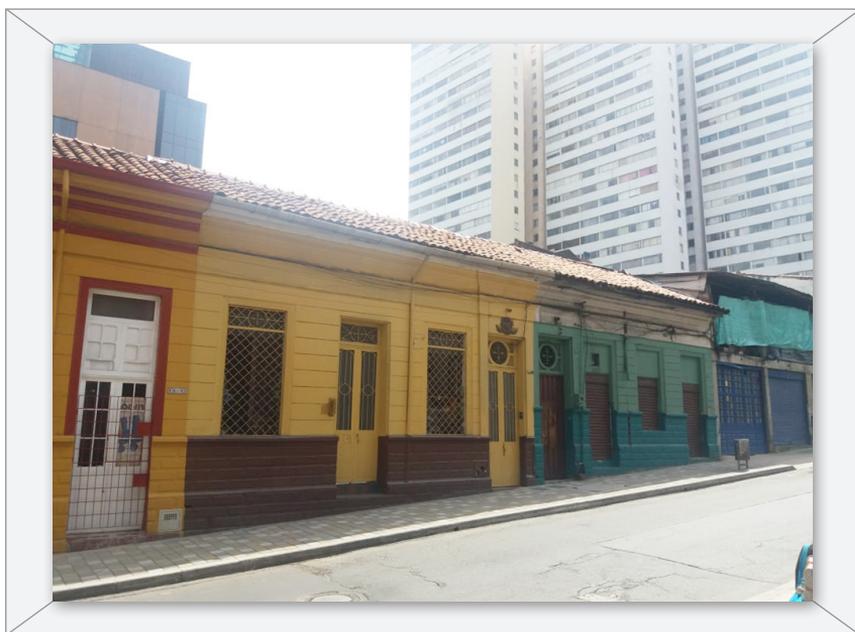


Figura 2. Sector de Las Nieves. Contraste entre las edificaciones patrimoniales y las nuevas construcciones en altura como señal de densificación urbana

Fuente: F. Sánchez (2019)

El barrio Las Nieves ha sufrido diversas transformaciones a través de la evolución histórica que se ha dado en la ciudad de Bogotá y desde sus inicios como parroquia en el año 1538, ya se vislumbraba la importancia que iba a tener por sus antecedentes históricos, culturales, sociales, políticos, religiosos, jurídicos y coyunturales del habitar en la ciudad durante cinco siglos, al constituirse en el segundo barrio fundado por el adelantado abogado Gonzalo Jiménez de Quesada.

En la actualidad este barrio está catalogado como sector de interés cultural, con presencia de edificaciones representativas de la arquitectura doméstica, civil y religiosa, catalogadas con categoría de conservación integral y contextual según el Decreto 606 de 2001 expedido por la Alcaldía Mayor de Bogotá. Sobre el corredor de la carrera 7ª se localizan inmuebles que forman parte del listado de Bienes de Interés Cultural BIC, protegidos por la normativa. Asimismo, en el territorio de análisis permanecen valiosos exponentes de la arquitectura doméstica de tendencias republicana y moderna, teatros y edificaciones de carácter educativo y comercial.

En el ámbito urbano, la zona cuenta con vías peatonalizadas que brindan la posibilidad de transitar a pie o en bicicleta sobre la carrera séptima a la población flotante que supera el 1.700.000 en el día, pero que en horas de la noche se disminuye a 230.000 residentes. El barrio Las Nieves es un referente de transformación histórica, ubicado estratégicamente como conector entre La Candelaria y el Centro Internacional. Cuenta con entornos patrimoniales, culturales, naturales e institucionales, donde se encuentran centros de negocio y culturales, cerros tutelares, instituciones académicas, zonas gastronómicas, áreas de comercio y hoteleras. Es un barrio que cuenta con múltiples usos en su suelo y, fácil acceso vehicular por las vías que la circundan, las carreras 10ª, 7ª, 3ª y las calles 19 y 26.

Es de resaltar que los centros educativos como la Universidad Jorge Tadeo Lozano y Universidad Central han recuperado sectores del barrio que estaban en decadencia, logrando un espacio amable para usos académicos. Dentro de los planes de renovación urbana del barrio, se busca el retorno de la población residente, afluencia de personas que vivan, requieran servicios, educación y turismo dentro del área. El sector de Las Nieves puede ser un ejemplo como dinamizador de la cultura urbana a futuro donde se interrelacionen los diferentes escenarios en el centro de la ciudad.

BIC Bienes de Interés Cultural en el sector de análisis



Figura 3. Biblioteca Nacional ubicada sobre el corredor vial Calle 26

Fuente: F. Sánchez (2019)

La Biblioteca Nacional de Colombia, ubicada en la Cl. 24 No. 5 - 60, B, fue la primera biblioteca pública fundada en América. El edificio actual fue diseñado por el arquitecto Alberto Wills Ferro en 1933 y fue declarado Monumento Nacional de Colombia, mediante el decreto 287 del 24 de febrero de 1975.

La parroquia de Las Nieves, ubicada en la carrera 7ª con calle 20, en la plazoleta de Las Nieves, fue fundada en 1582, es el segundo templo más antiguo de la ciudad de Bogotá. Hoy en día es ícono del barrio y representa la memoria de la génesis de la época colonial (Figura 4).



Figura 4. Perfil urbano con muestras de arquitectura doméstica de época republicana presente en el sector de las Nieves

Fuente: F. Sánchez (2019)

Las edificaciones de diversas épocas edilicias han permanecido gracias a que se encuentran en una zona declarada de interés cultural, y adicionalmente se han realizado por parte del Instituto Distrital de Patrimonio y del Ministerio de Cultura, procesos de valoración que han generado declaratorias independientes, que ponen en valor los atributos tangibles e intangibles y el significado cultural de los BIC.

Con estas declaratorias se pretende preservar los valores propios de cada inmueble, respetando las características morfológicas de los mismos, permitiendo intervenciones bajo criterios y normativas establecidas, con el propósito de que puedan mejorar sus condiciones de habitabilidad, sin perder sus valores patrimoniales principales y, establecer incentivos para el mantenimiento y conservación de estos.

Igualmente se considera la relación de los inmuebles con su entorno y la ciudad, considerando su historia y papel protagónico en la génesis urbana.

De forma paralela se ha logrado estimular la inversión privada, valorizando los entornos y revitalizando los inmuebles y sectores aledaños. De otra parte, al dotar a los sectores de interés cultural, de las condiciones de funcionamiento vial, de servicios públicos, equipamientos y calidad espacial del entorno entre otras, se logra que sean lugares de alta actividad urbana.

Proyectos de densificación en el sector

El sector se ha venido densificando desde el año 2000 con 14 nuevos proyectos en la zona, aumentando su edificabilidad en altura, pasando de 2 y 5 pisos a 25 pisos y, de manera singular, la Torre Bacatá, con 66 pisos, se ha convertido en el mayor exponente de densidad urbana en el sector y en la ciudad, atrayendo proyectos de menor envergadura, pero que igualmente, generan impactos urbanos y sociales. Este proyecto se caracteriza por sus usos mixtos de vivienda, hotel, oficinas, centro comercial y parqueaderos públicos. Se puede considerar como la manzana de mayor densidad edificable en Bogotá, cuya calidad urbana se podrá analizar de manera cuantitativa a partir de las matrices de Romero (2018).

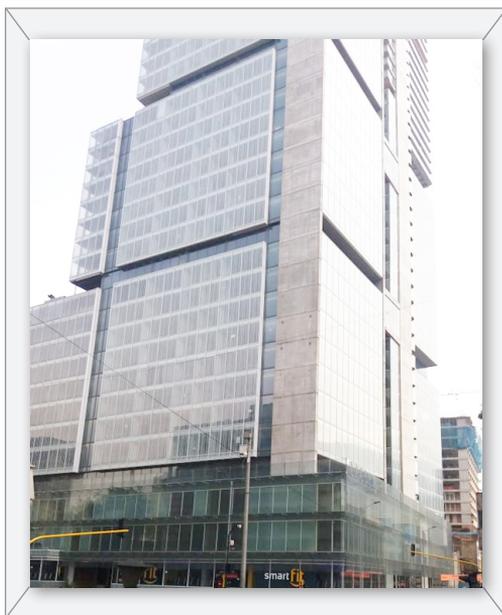


Figura 5. Edificio Bacatá, Barrio Las Nieves Bogotá, ejemplo del proceso de densificación en altura en sectores centrales de ciudad

Fuente: F. Sánchez (2019)

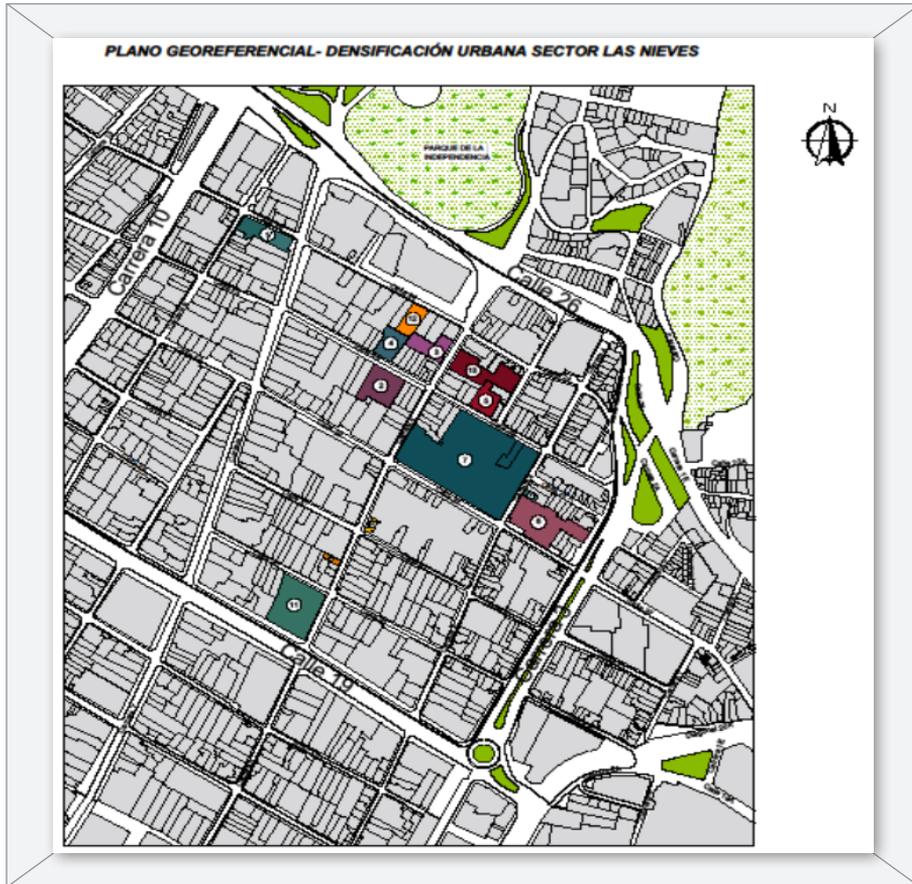


Figura 6. Plano del sector de análisis. Sector patrimonial Las Nieves, ubicación de las nuevas edificaciones en altura desarrolladas a partir del año 2000

Fuente: Propia (2019)

La siguiente tabla (Tabla2) presenta datos cuantitativos del estudio de caso, que se utilizarán en la matriz de calidad urbana planteada por Romero Sánchez (2018) (Tablas 3, 4 y 5) (Figuras 7, 8 y 9).

Tabla 2. Datos cualitativos del sector de las Nieves. Fuente propia. 2019

Diversidad de usos mixtos escala de usos urbanos	
Vivienda	Vecinal
Hotel	Zonal
Oficinas	Metropolitana
Comercio minorista	Urbana
Parqueaderos públicos	Metropolitana
Datos estadísticos cualitativos	
Cantidad de luz día	600 a 800 luxes
Duración de luz día	12 Horas
Morfología urbana	Cuadrícula
Manzanas	18
Número de accesos	Más de 1 por cuadra
Número de tipologías en la manzana	Varias
Número de épocas edilicias	4
Actividad en la calle por usos mixtos	Varias
Covisibilidad	Si
Sensación de seguridad	Si

Fuente: Elaboración propia (2019)

Tabla 3. Cálculo de calidad urbana en el sector Las Nieves, Seguridad Urbana. Aplicando la metodología Romero (2018)

Variable	Relación pública privada directa en primer piso. Covisibilidad			Resultado
1	1	2	3	3
	Más del 70% a través de barrera	Entre el 30% y 50% a través de uso mixto	Entre el 50% y el 90% a través de uso mixto	
Variable	Número de accesos peatonales a edificaciones residenciales sobre espacio público			3
2	1	2	3	
	1 por hectárea	1 a 5 por hectárea	Más de 5 por hectárea	
Variable	Número de población residente por hectárea			12
3	1	2	3	
	Menor a 100 personas	Entre 100 y 250 personas	Más de 250 personas	
Variable	Porcentaje de población flotante/Número de residentes en el espacio público			3
4	1	2	3	
	Baja	Media	Alta	

Tabla 4. Cálculo de la calidad urbana a partir de la escala peatonal. Aplicando la metodología Romero (2018)

Variable	Longitud promedio de los lados de las manzanas			Resultado
1	1	2	3	2
	Más de 100 metros	Entre 100 y 80 metros	Entre 80 y 50 metros	
2	Longitud promedio del espacio público efectivo: plaza, parque o vía peatonal			2
	1	2	3	
	Más de 80 metros	Entre 80 y 30 metros	Menor a 30 metros	
3	M ² de espacio público efectivo por habitante			1
	1	2	3	
	0 a 4 m ²	De 5 a 10 m ²	Más de 10 m ²	
4	Apertura visual peatonal vs edificaciones en perfil de vía más recurrente			2
	1	2	3	
	Ángulo entre 90° y 70°	Ángulo entre 70° y 50°	Ángulo menor a 50°	
				7

Tabla 5. Cálculo de la calidad urbana a partir de la diversidad urbana. Aplicando la metodología Romero (2018)

Variable	Número de usos urbanos: comercio, recreación, servicios, institucional		Resultado
1	1	2	3
	Vivienda	Vivienda más 2 usos	
2	Número de edificaciones con características formales diferenciadas		6
	1	2	
	1 a 2 tipos	3 a 4 Tipos	3
		Más de 5 Tipos	3



Figura 7. Proyecto de vivienda Torre K en el sector Las Nieves, sin la presencia de barreras en primer piso que impidan el contacto directo con el peatón

Fuente: F. Lagos (2019)



Figura 8. Plazoleta de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Uno de las pocas áreas de espacio público en el sector de Las Nieves

Fuente: F. Sánchez (2019)



Figura 9. Diversidad de usos y de tipologías edificatorias a lo largo de una de las calles del sector de Las Nieves

Fuente: F. Lagos (2019)

Análisis de resultados

A la luz de los resultados arrojados en las tablas 4, 5 y 6 sobre calidad urbana en territorios, el densificado en altura del estudio de caso, se evidencia que la seguridad urbana en la zona es satisfactoria, ya que logró 12/12 en la metodología propuesta por Romero (2018), destacándose la seguridad que ofrece la inexistencia de barreras o rejas entre las edificaciones y el peatón, generando contacto directo con los usos mixtos en primeros pisos.

Respecto a la escala peatonal, el resultado fue de 7/12, debido a las largas distancias que debe recorrer el peatón para conectarse con el espacio público disponible, por tanto, la experiencia visual del peatón ante el perfil urbano de la zona no es la más grata.

En cuanto a la tabla 6, *calidad a partir de la diversidad urbana*, se logró un puntaje de 6/6 debido al número de usos mixtos y a las dinámicas que estos generan en conjunto con las edificaciones de

carácter patrimonial, que a manera de acupuntura urbana, se destacan entre las elevadas edificaciones que densifican el sector (Tabla 6).

Tabla 6. Sistema de evaluación general de calidad

Sistemas de evaluación general de calidad	10 - 15	16 - 23	24 - 30
	Baja calidad	Media calidad	Alta calidad

En términos cuantitativos, desde el sistema general de evaluación de la calidad, el análisis arroja un valor $(12 + 7 + 6) = 25$, valor que está en el rango de 24 a 30, lo cual corresponde a Alta calidad según la metodología de Romero Sánchez (2018), con lo cual se evidencia, que no siempre la alta densidad va ligada a la baja calidad urbana, y en este caso para el edificio considerado el más alto del país, y por el cual se han generado opiniones encontradas con defensores y detractores desde el imaginario personal, la metodología cuantitativa genera una mirada neutral que analiza variables indetectables a simple vista. Por tanto, la metodología utilizada es replicable en otros sectores de la ciudad y en general en zonas densificadas que requieran el análisis cuantitativo de la calidad urbana.

Aspectos conclusivos

Impactos en el paisaje urbano

Es conveniente recordar que el espacio de la calle en la Colonia es uno de los dos tipos espaciales característicos, siendo el otro la plaza. Asimismo, la calle es producto del trazado de damero con cuadras cerradas por las fachadas de las edificaciones aledañas. Es importante tener en cuenta que en los centros fundacionales latinoamericanos

donde se aplicaron las Leyes de Indias, el territorio original natural o aborigen se desconoció y la ciudad dio la espalda a sus entornos naturales, partiendo de una tabula rasa y aprovechando vías comunicacionales existentes, así como enclaves estratégicos. Esta característica se evidencia en el sector de Las Nieves, en el centro de la ciudad colonial, la cual se configura por las extensiones de espacios que se prolongan en perspectivas con pequeñas variaciones determinadas por la topografía y se interceptan en los vértices, configurando las esquinas urbanas. Así, el tramo que va de esquina a esquina y que constituye la longitud de la cuadra es el espacio por excelencia de la calle originada en la Colonia y que después, en la ciudad expandida de la República se mantuvo en la prolongación del trazado. Así, denominaciones del lenguaje popular como cuadra se aplican a la calle con una connotación de pertenencia y expansión al espacio público del ámbito íntimo y privado de la casa, siendo un primer eslabón escalar de la relación con el mundo.

Durante el siglo XIX, el sector de Las Nieves se reconoció por la unidad en sus calles en determinadas zonas lograda por identidad en materiales y perfiles, así como elementos que hacían parte del escenario urbano propios de la edificación o del mobiliario urbano. Esta unidad ante todo era parte de las acciones constructoras generadas en el tiempo que se tradujo en una caracterización tipológica identificativa que configuró el paisaje. Considerando la lenta consolidación de la ciudad planeada es conveniente tener en cuenta algunos crecimientos espontáneos o no planeados, lo cual incidió en un paisaje no uniforme, ecléctico y poco definido en relación con una época específica. Asimismo, el fraccionamiento de lotes impactó el paisaje por cuanto las acciones individuales transformaron las fachadas con el correr del tiempo. En este sentido, el paisaje se presentó como la aglomeración de hechos arquitectónicos que, en un ámbito doméstico, se levantaron señalando identidad bien sea por identificación con el vecino en aparente unidad, o por el contrario marcando contrastes.

Corrido el siglo XX, debido al acelerado crecimiento demográfico y del área urbana, se generaron una serie de planes de ordenamiento en la ciudad, basados en los requerimientos viales que demandaban las presiones de crecimiento, y a los cuales la morfología colonial no

lograba responder por las dimensiones escasa de sus vías, que generaban congestión del tráfico para el acceso al centro de la ciudad. Para el sector de Las Nieves, se planteó la ampliación de las calles 18 y 29, 22 y 26 y las carreras 4ª y 10ª, de las que, finalmente se realizó la apertura de la avenida 10ª, entre 1945 y 1960, el viaducto de la calle 26 en 1957, la calle 19 en 1967, y la carrera 3ª en 1968. Dicha infraestructura vial impactó en el trazado urbano original de la Colonia que fragmentó el territorio con la generación de los actuales límites viales (Niño, Reina. 2014). De la mano de este nuevo trazado, se trasladaron del lugar original los monumentos que hasta entonces fueron hitos del paisaje urbano como el Templete del Libertador. Igualmente se demolieron la plaza de mercado, parte del Conjunto Habitacional Ciudad Restrepo y la Escuela Militar de San Diego, desmembrando parques y algunos espacios públicos que fueron logrados a finales del siglo XIX. En relación con el perfil urbano sobre las avenidas 10ª, 7ª y 19, fueron apareciendo paulatinamente, en las últimas décadas del siglo XX, edificios de arquitectura moderna, fruto de la introducción de la denominada arquitectura internacional con estructuras en altura que respondían a las necesidades de oficinas, viviendas y servicios de la ciudad moderna, generando los primeros indicios de la densificación del suelo en Las Nieves con la paulatina pérdida de la arquitectura doméstica de uno o dos pisos. Entre los proyectos que más impactaron se pueden mencionar las Torres de Fenicia, el Edificio Sabana, las Torres Blancas, el Edificio Barichara, el edificio del IDU, diversos edificios para hoteles y algunos centros comerciales. Para la última década del siglo XX todo el desarrollo constructivo se volcó hacia las instituciones de carácter universitario que ya contaba con la Universidad Jorge Tadeo Lozano desde el año 1954, renovando los espacios urbanos aledaños y dando valor al patrimonio arquitectónico aun existente. De esta forma, la vida universitaria tomó posesión del sector con la aparición de la población flotante y la demanda de nuevos servicios urbanos y culturales que propiciaron la restauración de los teatros México, Faenza y Bogotá en la calle 22, y la construcción de auditorios y el Museo de Arte Moderno de Bogotá. Los nuevos usos del suelo generados al finales del siglo XX en el sector propiciaron nuevas dinámicas sociales que trajeron consigo una enorme población flotante con poca apro-

piación por el territorio, por lo cual se dio inicio a los planteamientos urbanos de cara al siglo XXI con soluciones que se orientan hacia la búsqueda de elementos de arraigo, sensación de seguridad y apropiación del patrimonio de este sector, que se ha convertido en la conexión estratégica del centro histórico de la ciudad y el centro internacional, y es un enclave dinamizador por los múltiples usos que presenta y que hoy día deben ser analizados como motores de desarrollo y sostenibilidad. De esta forma, se encuentra el panorama de cara al año 2020 con la presencia de más de una docena de edificios de 18 pisos de altura y dos sótanos en promedio, con usos de vivienda multifamiliar, que han generado un proceso de densificación en la zona, ofertando servicios de vivienda que eran requeridos para revitalizar el sector y fortalecer la apropiación por el territorio, ya que ahora han aumentado significativamente, los índices de residentes versus la población flotante, que años antes habitaba el sector en el día, pero lo abandonaba abruptamente en la noche, generando soledad e inseguridad. Respecto al impacto en el paisaje, se cuenta con un perfil urbano marcado por las diferencias de altura, dinámico y colorido, al ritmo de las diversas edades edilicias presentes desde la Colonia, con un espacio público que ha venido en mejora, favoreciendo la movilidad peatonal y en bicicleta, con elementos de equipamiento urbano de calidad en materiales y diseño, con lo cual la zona se ha convertido en atractor de jóvenes que optan por tener allí su lugar de residencia, ya que además, les favorece por la cercanía al lugar de estudio y de trabajo.

Impacto en la arquitectura patrimonial

A la luz de la arquitectura patrimonial identificada en la zona, se puede evidenciar el respeto por la permeancia del legado cultural, lo cual genera una configuración urbana con una amplia gama de edades edilicias y diversas configuraciones morfológicas, que permiten al viandante el disfrute de distintas experiencias a lo largo y ancho de un mismo territorio, otorgando identidad con estilos de la época republicana y moderna que resaltan vistosamente entre los modernos y elevados edificios con fachadas planas y colores homogéneos,

generando un paisaje lleno de matices contrastantes, que revitalizan el ambiente urbano.

En este sentido, se puede concluir que la densificación por edificaciones en altura, no ha sido detonante de la desaparición del patrimonio arquitectónico de la zona, considerando que para el año 2000 el perfil urbano de la zona era de carácter mixto, si se quiere ecléctico, por las diversas tendencias arquitectónicas que con el correr del tiempo se habían desarrollado en la ciudad. Con el paso de la ciudad republicana a la modernidad a mediados del siglo XX, llegó la reivindicación del patrimonio con la intervención de académicos y personal de la sociedad civil, quienes lideraron el tema para iniciar los procesos de valoración evitando la ruina de algunos inmuebles que para la época ya se encontraban cerca del colapso, obteniendo importantes declaratorias a nivel integral y a nivel contextual para la salvaguarda de perfiles de arquitectura doméstica republicana, como los que actualmente se encuentran.

Referencias bibliográficas

Carrión, F. (2004). *La dimensión temática de los centros históricos en América Latina, en El Centro histórico, objeto de estudio e intervención*. Pontificia Universidad Javeriana.

Carrión, F. (2010). *El centro histórico como proyecto y objeto de deseo*. En Memorias: X Congreso internacional, rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación. Perspectivas Contemporáneas y Nuevas Dimensiones del Patrimonio. CICOP.

Hermida, A.; Cabrera, N., y Calle, C. (2015). *La densidad urbana como variable de análisis de la ciudad. El caso de Cuenca, Ecuador*. EURE (Santiago) 41 (124).

Jacobs, J. (1961). *Muerte y Vida de las Grandes Ciudades*. Editorial Graficas Lizarra.

Ministerio de Cultura (2005). *Manual para inventario de bienes culturales inmuebles*. Bogotá.

Martínez, M. E. (2004). *La rehabilitación y recualificación de los centros históricos: tercera vía entre la destrucción y el museo*. En M. E. Delgado, & M. E. Delgado (Ed.). *El centro histórico. Objeto de estudio e intervención*. Bogotá.

Martínez Monedero, M. (2012). Reciclaje de arquitectura vs restauración arquitectónica, ¿herramientas contrapuestas? *Hábitat y sociedad*. No. 5. pp. 23-33.

Niño Murcia, C., y Reina, S. (2014). *La Carrera de la Modernidad. Construcción de la Carrera Decima Bogotá 1945 1960*. Instituto Distrital de Patrimonio Cultural.

Nogué, J. (2010). El paisaje en la ordenación del territorio. La experiencia del observatorio del paisaje de Cataluña. *Estudios Geográficos*, 71, pp. 415-448.

Romero Sánchez, A. F. (2018). *La densidad urbana y su relación con la calidad del espacio urbano*. [Trabajo de Maestría en Diseño Urbano]. Universidad Nacional.

Sánchez F. (2016) *La revitalización urbana como base de la planificación turística en el centro histórico de Bogotá Sector de la Candelaria*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Salamanca.

Varela, T. D. (2014). *Compacidad, Flexibilidad y Diversidad en Proyector Urbanos Residenciales*. Cuaderno Urbano - Universidad Politécnica de Cataluña.

