

ISSN: 1657-0308 (Impresa)  
E ISSN: 2357-626X (En línea)

22

Vol.

Nro. 1 REVISTA DE ARQUITECTURA

Arquitecto



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

- Revista de Arquitectura (Bogotá)
- Vol. 22 Nro. 1 2020 enero-junio
- pp. 1-188 • ISSN: 1657-0308 • E-ISSN: 2357-626X
- Bogotá, Colombia

## A Orientación editorial

### Enfoque y alcance

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* (ISSN 1657-0308 Impresa y E-ISSN 2357-626X en línea) es una publicación científica seriada de acceso abierto, arbitrada mediante revisión por pares (doble ciego) e indexada, en donde se publican resultados de investigación originales e inéditos.

Está dirigida a la comunidad académica y profesional de las áreas afines a la disciplina. Es editada por la Facultad de Diseño y el Centro de Investigaciones (CIFAR) de la Universidad Católica de Colombia en Bogotá (Colombia).

La principal área científica a la que se adscribe la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* según la OCDE es:

Gran área: 6. Humanidades

Área: 6.D. Arte

Disciplina: 6D07. Arquitectura y Urbanismo

También se publican artículos de las disciplinas como 2A02, Ingeniería arquitectónica; 5G03, Estudios urbanos (planificación y desarrollo); 6D07, Diseño.

Los objetivos de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* son:

- Promover la divulgación y difusión del conocimiento generado a nivel local, nacional e internacional
- Conformar un espacio para la construcción de comunidades académicas y la discusión en torno a las secciones definidas.
- Fomentar la diversidad institucional y geográfica de los autores que participan en la publicación.
- Potenciar la discusión de experiencias e intercambios científicos entre investigadores y profesionales.
- Contribuir a la visión integral de la arquitectura, por medio de la concurrencia y articulación de las secciones mediante la publicación de artículos de calidad.
- Publicar artículos originales e inéditos que han pasado por revisión de pares, para asegurar que se cumplen las normas éticas, de calidad, validez científica, editorial e investigativa.
- Fomentar la divulgación de las investigaciones y actividades desarrolladas en la Universidad Católica de Colombia.

Palabras clave de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*: arquitectura, diseño, educación arquitectónica, proyecto y construcción, urbanismo.

Idiomas de publicación: español, inglés, portugués y francés.

**Título abreviado:** Rev. Arq.

**Título corto:** RevArq

### Políticas de sección

La revista se estructura en tres secciones correspondientes a las líneas de investigación activas y aprobadas por la institución, y dos complementarias, que presentan dinámicas propias de la Facultad de Diseño y las publicaciones relacionadas con la disciplina.

**Cultura y espacio urbano.** En esta sección se publican los artículos que se refieren a fenómenos sociales en relación con el espacio urbano, atendiendo aspectos de la historia, el patrimonio cultural y físico, y la estructura formal de las ciudades y el territorio.

**Proyecto arquitectónico y urbano.** En esta sección se presentan artículos sobre el concepto de proyecto, entendido como elemento que define y orienta las condiciones proyectuales que devienen en los hechos arquitectónicos o urbanos, y la forma como estos se convierten en un proceso de investigación y nuevo de conocimiento. También se presentan proyectos que sean resultados de investigación, los cuales se validan por medio de la ejecución y transformación en obra construida del proceso investigativo. También se contempla la publicación de investigaciones relacionadas con la pedagogía y didáctica de la arquitectura, el urbanismo y el diseño.

**Tecnología, medioambiente y sostenibilidad.** En esta sección se presentan artículos acerca de sistemas estructurales, materiales y procesos constructivos, medioambiente y gestión, relacionados con los entornos social-cultural, ecológico y económico.

**Desde la Facultad.** En esta sección se publican artículos generados en la Facultad de Diseño, relacionados con las actividades de docencia, extensión, formación en investigación o internacionalización, las cuales son reflejo de la dinámica y de las actividades realizadas por docentes, estudiantes y egresados; esta sección no puede superar el 20% del contenido.

**Textos.** En esta sección se publican reseñas, traducciones y memorias de eventos relacionados con las publicaciones en Arquitectura y Urbanismo.

Portada: Sede de la Unesco en París, vista desde la Avenue de Ségur. Visitantes ingresando al Espace de méditation (estructura cilíndrica en concreto realizada por Tadao Ando)

Fotografía: © Andrés Ávila (2018, agosto)



## A Frecuencia de publicación

Desde 1999 y hasta el 2015, la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* publicó un volumen al año, a partir del 2016 se publicarán dos números por año en periodo anticipado, enero-junio y julio-diciembre, pero también maneja la publicación anticipada en línea de los artículos aceptados (versión Post-print del autor).

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* se divulga mediante versiones digitales (PDF, HTML, EPUB, XML) e impresas con un tiraje de 700 ejemplares, los tiempos de

producción de estas versiones dependerán de los cronogramas establecidos por la editorial.

Los tiempos de recepción-revisión-aceptación pueden tardar entre seis y doce meses dependiendo del flujo editorial de cada sección y del proceso de revisión y edición adelantado.

Con el usuario y contraseña asignados, los autores pueden ingresar a la plataforma de gestión editorial y verificar el estado de revisión, edición o publicación del artículo.

## A Canje

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* está interesada en establecer canje con publicaciones académicas, profesionales o científicas del área de Arquitectura y Urbanismo, como medio de reconocimiento y discusión de la producción científica en el campo de acción de la publicación.

### Mecanismo

Para establecer canje por favor descargar, diligenciar y enviar el formato: RevArq FP20 Canjes

Universidad Católica de Colombia  
(2020, enero-junio). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 1-188. Doi: 10.14718

ISSN: 1657-0308  
E-ISSN: 2357-626X

Especificaciones:  
Formato: 34 x 24 cm  
Papel: Mate 115 g  
Tintas: Negro y policromía

## A Contacto

Dirección postal:  
Avenida Caracas No. 46-72.  
Universidad Católica de Colombia  
Bogotá D.C.(Colombia)  
Código postal: 111311

Facultad de Diseño  
Centro de Investigaciones (CIFAR).  
Sede El Claustro. Bloque "L", 4 piso  
Diag. 46A No. 15b-10  
Editor, Arq. César Eligio-Triana

Teléfonos:  
+57 (1) 327 73 00 – 327 73 33  
Ext. 3109; 3112 o 5146  
Fax: +57 (1) 285 88 95

Correo electrónico:  
revistadearquitectura@ucatolica.edu.co  
cifar@ucatolica.edu.co

Página WEB:  
www.ucatolica.edu.co  
vínculo Revistas científicas  
<http://publicaciones.ucatolica.edu.co/revistas-cientificas>  
[http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucatolica/revistas\\_ucatolica/index.php/RevArq](http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucatolica/revistas_ucatolica/index.php/RevArq)





**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

## Universidad Católica de Colombia

Presidente  
Édgar Gómez Betancourt

Vicepresidente - Rector  
Francisco José Gómez Ortiz

Vicerrector Jurídico  
Edwin de Jesús Horta Vásquez

Vicerrector Administrativo  
Édgar Gómez Ortiz

Vicerrector Académico  
Elvers Medellín Lozano

Vicerrector de Talento Humano  
Ricardo López Blum

Director de Investigaciones  
Edwin Daniel Durán Gaviria

Directora Editorial  
Stella Valbuena García

## Facultad de Diseño

Decano  
Werner Gómez Benítez

Director de docencia  
Jorge Gutiérrez Martínez

Directora de extensión  
Mayerly Rosa Villar Lozano

Director de investigación  
César Eligio-Triana

Director de gestión de calidad  
Augusto Forero La Rotta

Comité asesor externo  
Facultad de Diseño  
Édgar Camacho Camacho  
Martha Luz Salcedo Barrera  
Samuel Ricardo Vélez  
Giovanni Ferroni del Valle

## Facultad de Diseño

Centro de Investigaciones - CIFAR

REVISTA DE ARQUITECTURA

# Arquitectura

Revista de acceso abierto,  
arbitrada e indexada

Publindex: Categoría B. Índice Bibliográfico Nacional IBN.

Esci: Emerging Source Citation Index.

Doaj: Directory of Open Access Journals.

Redalyc: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.

SciELO: Scientific Electronic Library Online - Colombia

Redib: Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico.

Ebsco: EBSCOhost Research Databases.

Clase: Base de datos bibliográfica de revistas de ciencias sociales y humanidades.

Latindex: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (Directorio y catálogo).

Dialnet: Fundación Dialnet - Biblioteca de la Universidad de La Rioja.

LatinRev: Red Latinoamericana de Revistas Académicas en Ciencias Sociales y Humanidades.

Proquest: ProQuest Research Library.

Miar: Matrix for the Analysis of Journals.

Sapiens Research: *Ranking* de las mejores revistas colombianas según visibilidad internacional.

Actualidad Iberoamericana: (Índice de Revistas) Centro de Información Tecnológica (CIT).

Google Scholar

Arla: Asociación de Revistas latinoamericanas de Arquitectura.

### Editorial

Av. Caracas N° 46-72, piso 5

Teléfono: 3277300 Ext. 5145

editorial@ucatolica.edu.co

www.ucatolica.edu.co

http://publicaciones.ucatolica.edu.co/

### Impresión:

JAVEGRAF

Calle 46A N°82-54 Int. 2

Bogotá, D. C., Colombia

http://www.javegraf.com.co/index.php

Enero de 2020

## Revista de Arquitectura (Bogotá)

Director  
Werner Gómez Benítez

Editor  
César Eligio-Triana

Editores de sección  
A Myriam Stella Díaz-Osorio  
A Carolina Rodríguez-Ahumada  
A Anna Maria Cereghino-Fedrigo

### Equipo editorial

Coordinadora editorial  
María Paula Godoy Casabuenas  
mpgodoy@ucatolica.edu.co

Diseño y montaje  
Juanita Isaza  
juanaisaza@gmail.com

Traductoras  
Inglés  
Erika Tanacs  
etanacs25@gmail.com

Corrector de estilo  
Gustavo Patiño Díaz  
correctordeestilo@gmail.com

Página Web  
Centro de investigaciones (CIFAR)

Distribución y canjes  
Claudia Álvarez Duquino  
calvarez@ucatolica.edu.co

Comité editorial y científico

### Cultura y espacio urbano

A Clara E. Irazábal-Zurita, Ph.D.  
University of Missouri. Kansas City, Estados Unidos

Margarita Greene Z., Ph.D.  
CEDEUS - Centro de Desarrollo Urbano Sustentable. Santiago, Chile  
Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile

Beatriz García Moreno, Ph.D.  
Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia

Juan Carlos Pérgolis, M.Sc.  
Universidad Piloto de Colombia. Bogotá, Colombia

### Proyecto arquitectónico y urbano

A Jean-Philippe Garric, Ph.D., HDR  
Université Paris I Panthéon-Sorbonne. Paris, Francia

Débora Domingo Calabuig, Ph.D.  
Universidad Politécnica de Valencia, España

Fernando Vela-Cossío, Ph.D.  
Universidad Politécnica de Madrid, España

Dania González Couret, Ph.D.  
Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba

Juan Pablo Duque Cañas, Ph.D.  
Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia

### Tecnología, medioambiente y sostenibilidad

A Maureen Trebilcock-Kelly, Ph.D.  
Universidad del Bío-Bío (Chile), Chile

Mariano Vázquez Espí, Ph.D.  
Universidad Politécnica de Madrid, España

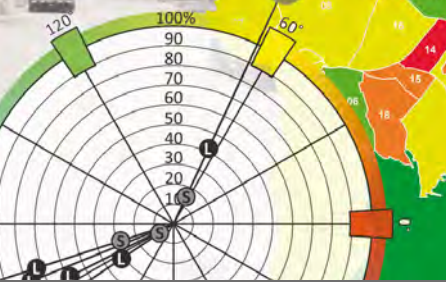
Denise Helena Silva Duarte, Ph.D.  
Universidade de São Paulo (USP), Brasil

Luis Gabriel Gómez Azpeitia, Ph.D.  
Universidad de Colima. Colima, México

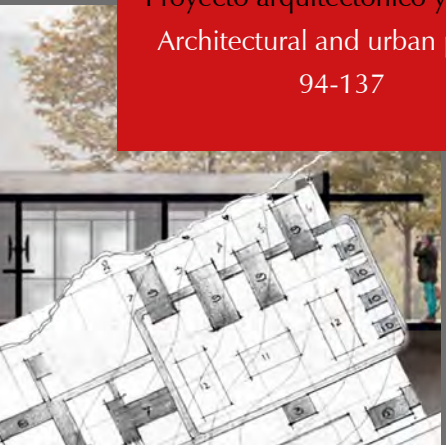
# CONTENIDO

Contextos  
Contexts  
3-17

Cultura y espacio urbano  
Culture and urban space  
18-93



Proyecto arquitectónico y urbano  
Architectural and urban project  
94-137



Tecnología, medioambiente y  
sostenibilidad  
Technology, environment and  
sustainability  
138-186



ES Producción, consumo de información e impacto de la Revista de Arquitectura (Bogotá). Análisis bibliométrico 2016-2019.....3  
César Eligio-Triana

ES ¿Equidad en la dotación de espacio público en Bogotá?.....18  
Julián Alberto Gutiérrez-López, Lina Fernanda Quenguan-López, Mario Andrés Betancourt-Carvajal

ES Caracterización de las tramas urbanas de la ciudad de Manizales, Colombia (1849-2017) .....30  
Tania Giraldo-Ospina, Luis-Ricardo Vásquez-Varela

ES Comprensión del territorio para la construcción de apropiación e identidad en el municipio de Soacha .....44  
Andrea Bibiana Reyes-Guarnizo

ES El color como componente paisajístico en los catálogos de paisaje urbano.....58  
Lucas Períes, María Cecilia Kesman, Silvana de Lourdes Barraud

ES El capital de la movilidad urbana cotidiana: motilidad en la periferia de Lima Metropolitana.....67  
Gerardo D. Regalado-Regalado

ES Experiencias y retos del uso de datos de aplicaciones móviles para la movilidad urbana.....82  
Anna-Beatriz Sabino, Pedro Reis-Martins, Mauricio Carranza-Infante

ES De componer la fachada a diseñar la envolvente. El ejemplo del arquitecto Juvenal Moya en Cali.....94  
Jorge Galindo-Díaz, Iván Osuna-Motta, Andrea Marulanda-Montes

ES El dibujo manual y digital como generador de ideas en el proyecto arquitectónico contemporáneo .....107  
Javier Alonso Bohórquez-Rueda, Magda Paola Montañez-Moreno, Wilmer Leonardo Sánchez-Ávila

ES Dos bienales, dos hemisferios, dos tendencias. Las Bienales de Venecia como pretexto para una reflexión .....118  
Alessandro Masoni

ES Diseño y artesanado: una mirada contemporánea.....130  
Pedro Arturo Martínez-Osorio, Luis Carlos Paschoarelli, Paula Da-Cruz-Landim

ES EN Análisis comparativo de aspectos térmicos y resistencias mecánicas de los materiales y los elementos de la construcción con tierra.....138  
María Guadalupe Cuitiño-Rosales, Rodolfo Rotondaro, Alfredo Esteves

ES Evaluación del desempeño térmico del sillar (ignimbrita) de Arequipa, Perú..... 152  
Luis Carlos Herrera-Sosa, Édgar Elías Villena-Montalvo, Karin Rosario Rodríguez-Neira

ES Desempeño térmico de cerramientos de tierra alivianada. Posibilidades de aplicación en el territorio peruano .....164  
Martin F. Wieser Rey, Silvia Onnis, Giuseppina Meli

ES EN Análisis de redes para la transferencia de tecnologías sostenibles entre firmas de construcción internacional .....175  
Rolando-Arturo Cubillos-González



## Producción, consumo de información e impacto de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. Análisis bibliométrico 2016-2019

Production, consumption of information and impact in the *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.  
Bibliometric Analysis 2016-2019

**César Eligio-Triana**

Universidad Católica de Colombia. Bogotá (Colombia)  
Facultad de Diseño, Programa de Arquitectura  
Centro de investigaciones CIFAR

**César Eligio-Triana**

Arquitecto, Universidad Católica de Colombia.  
Magíster en Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia.  
Par evaluador e investigador Asociado reconocido por Colciencias (2015-2020).  
Representante, Andes Norte, Asociación de Revistas Latinoamericanas de Arquitectura (ARLA).  
Director, Centro de investigaciones CIFAR, Facultad de Diseño, Universidad Católica de Colombia.  
[http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod\\_rh=0000155322](http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000155322)  
 <https://scholar.google.es/citations?user=CNQtorwAAAAJ&hl=es>  
 <http://orcid.org/0000-0001-6620-6392>  
[celigio@ucatolica.edu.co](mailto:celigio@ucatolica.edu.co); [cesareligioarq@gmail.com](mailto:cesareligioarq@gmail.com)

Eligio-Triana C. (2020). Producción, consumo de información e impacto de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. Análisis bibliométrico 2016-2019. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 3-17. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.3029>



[doi.org/10.14718/RevArq.2020.3029](https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.3029)

### Resumen

La arquitectura tiene un amplio campo de acción disciplinar, que abarca las ciencias sociales, el arte, las humanidades y la ingeniería, por lo cual se busca caracterizar las prácticas de producción editorial, consumo de información e impacto presentes en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. Para lograrlo, se hizo un estudio de carácter descriptivo y retrospectivo, a partir de indicadores bibliométricos, tomado artículos originales, revisados por pares y publicados en las tres secciones principales de la publicación. Como resultado, se identificó una publicación constante y homogénea en las tres secciones, pero con diferencias en la dinámica de producción y el consumo de información; es en la sección TMS donde hay mayor número de referencias bibliográficas y un mejor índice de Price; también se destaca el uso de revistas y de literatura en inglés. En la sección CUE se observó concentración de la literatura en español, así como un equilibrio entre las fechas de las referencias cada cinco años. Para el caso de PAU, se observaron mayor internacionalización y una preferencia por el libro y el uso de referencias de fechas con más de quince años. En general, fueron observables un impacto positivo por citación y métricas alternativas.

**Palabras clave:** *Altmetrics*; análisis de revistas; bibliometría; evaluación de revistas; factor de impacto; indicadores bibliométricos; investigación en arquitectura; producción científica

### Abstract

Architecture has a wide range of disciplinary action that encompasses social sciences, art and humanities, and engineering. Thus, this paper aims to characterize the practices of editorial production, information consumption and impact present in the *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. To achieve this end, a descriptive and retrospective study was carried out, based on bibliometric indicators and founded on original articles, peer reviewed and published in the three main sections of the journal. As a result of this, a constant and homogeneous publication was identified in the three sections, but with differences in the dynamics of production and consumption of information, being in the TMS section where there is a greater number of bibliographic references and a better Price index; also, the use of journals and literature in English stands out. In the CUE section, a concentration of literature in Spanish was observed, and a balance between the dates of the references every five years. In the case of PAU, a greater internationalization and a preference for books and use of references dated over 15 years was observed. In general, a positive impact was observed by citation and alternative metrics.

**Keywords:** *altmetrics*; journals analysis; bibliometrics; journal evaluation; impact factor; bibliometric indicators; architecture research; scientific production

Recibido: noviembre 20 / 2019

Evaluado: diciembre 1 / 2019

Aceptado: diciembre 20 / 2019

## Introducción

La arquitectura como disciplina tiene diferentes formas de comprensión y ámbitos de acción. La clasificación nacional de Colciencias-Pubindex (en concordancia con los planteamientos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE]), la incluye dentro de las Humanidades/artes. El SCImago Journal Rank/ Journal Citation Report (SJR/JCR) y Web of Science (WOS) la clasifica como parte de la ingeniería. Adicionalmente, el campo de acción profesional del arquitecto implica un quehacer multidisciplinar e interdisciplinar (Moreno-Toledano, 2015, p. 92) que combina los estudios urbanos (ciencias sociales), el proyecto arquitectónico y urbano (humanidades/artes/diseño) y el componente constructivo y tecnológico (ingeniería). Por ello, se hace necesario, desde estudios bibliométricos, reconocer cómo es la dinámica investigativa de cada uno de estos campos y cómo, a partir del material publicado en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, se puede llegar a representar las prácticas investigativas disciplinares, y, adicionalmente, cómo este material puede aportar a la construcción del *corpus* disciplinar.

Para lo planteado, se hace importante identificar el comportamiento y la caracterización de cada una de las principales secciones que componen la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*: Cultura y espacio urbano (CEU); Proyecto arquitectónico y urbano (PAU), y Tecnología, medioambiente y

sostenibilidad (TMS); ello, mediante el estudio de la composición, la relevancia, el impacto y la calidad de los artículos publicados. Este tipo de análisis permitirá comparar el comportamiento de *Revista de Arquitectura (Bogotá)* con revistas regionales (en español) o de corriente principal, con el fin de generar acciones de mejora y orientaciones editoriales que permitan seguir consolidando la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* como un referente en su campo disciplinar.

En este escenario, y al cumplirse 20 años de la primera edición de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, se justifica hacer un balance de lo que esta publicación ha representado en los procesos de comunicación del conocimiento en la disciplina y cómo ha aportado al urbanismo, la arquitectura y la construcción de edificios.

### Las revistas de arquitectura, urbanismo y construcción de edificios en la producción y el consumo de conocimiento

La producción de conocimiento se construye y se soporta en trabajos previamente desarrollados, que van aportado interpretaciones, métodos y resultados. Para comprender las dinámicas de una disciplina se hace importante, en primer lugar, reconocer los trabajos previos que, a su vez, reconocen los problemas de los cuales se ocupan las comunidades académicas, así como qué interpretaciones y respuestas se han dado. En segundo lugar, se necesita reconocer las dinámicas de producción de conocimiento y cuáles son los aportes y el impacto que generan los nuevos conocimientos publicados. En tercer lugar, reconocer cómo esta nueva producción se vuelve base y soporte para nuevos desarrollos, para así cerrar un ciclo entre la generación, el uso/consumo y la producción de nuevo conocimiento.

De esta manera, “la producción científica no puede avanzar sino apoyándose en los trabajos precedentes, siendo los trabajos actuales la base de futuras investigaciones y publicaciones” (Álvarez, Lorenzo, Andrés, & Rodríguez, 2007, p. 248). Es así como algunos de los criterios de selección de las referencias están condicionados por la afinidad conceptual y el entorno geográfico.

Por lo anterior, en un artículo de investigación original, el tipo de referencias, la cantidad y el origen ponen de manifiesto cómo los autores buscan evidenciar, justificar y discutir los resultados obtenidos. Y aunque no existe un mínimo o un máximo de referencias, es importante que un autor tenga en cuenta algunas preguntas que puedan orientar la selección y la inclusión del material de referencia y citación: ¿qué comunidad académica o científica está publicando sobre el mismo tema (a favor o en contra)? ¿En qué teorías, conceptos y alternativas estudio

y soluciones existentes se basará la interpretación de los resultados? ¿Qué discusión (comparativa, crítica o analítica) se establece con el conocimiento actual en el artículo?

A fin de comprender estas dinámicas, no obstante, al hacer una revisión bibliográfica de los análisis bibliométricos llevados a cabo para revistas de arquitectura, urbanismo o construcción de edificios<sup>1</sup>, los resultados son escasos. A la fecha se identifican algunos trabajos realizados para *Informes de la Construcción* (Sorli-Rojo & Mochón-Bezarez, 2014), *Materiales de construcción* (Sorli-Rojo & Mochón-Bezarez, 2013a) y como diagnóstico de las *Revistas españolas de arquitectura, ciencias de la construcción y urbanismo: visibilidad e internacionalidad* (Sorli Rojo & Mochón Bezarez, 2013b). Más reciente y en el contexto latinoamericano está el artículo *Características de la producción científica de la Revista INVI en la era SciELO, 2009-2016* (Medina, Mejías & Pérez, 2017); también hay estudios ya sobre conceptos particulares, como *La gentrificación en los estudios urbanos: una exploración sobre la producción académica de las ciudades* (Mendoza, 2016). Por el contrario, en diversas disciplinas se han identificado las características de su producción, y para varias revistas se hicieron estudios bibliométricos, entre los que se destaca el realizado a la *Revista Española de Salud Pública*, el cual se dividió en tres partes: la primera correspondió a indicadores generales (Pérez Andrés, Estrada Lorenzo, Villar Álvarez, & Rebollo Rodríguez, 2002). La segunda correspondió a la productividad de los autores y la procedencia institucional y geográfica (Estrada Lorenzo, Villar Álvarez, Pérez Andrés, & Rebollo Rodríguez, 2003). La tercera analiza las referencias bibliográficas (Álvarez et al., 2007). Estos documentos servirán de insumo para la construcción conceptual, el diseño metodológico y la estructuración e interpretación de resultados.

En tal sentido, cobra importancia la realización de estudios bibliométricos que permitan obtener instrumentos de gestión, seguimiento y evaluación adicionales y alternativos a los ya establecidos, con el fin de tener una radiografía más amplia que permita caracterizar los diferentes campos de conocimiento.

### Metodología

Se hace un estudio de carácter descriptivo y retrospectivo, a partir de indicadores bibliométricos (Ardanuy, 2012; Herrán-Páez, 2019; Peralta González, Maylín, & Gregorio Chaviano, 2015), tomado los artículos originales, revisados por pares

1 Las ecuaciones de búsqueda fueron: Analysis AND Bibliome\* AND journals OR architecture OR Urban planning OR construction OR buildings y Bibliometric AND information consumption. Se consultaron los resultados en español disponibles en Scopus, Scielo Redalyc y Google escolar.

y publicados en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* en las tres secciones principales: Cultura y espacio urbano (CEU); Proyecto arquitectónico y urbano (PAU), y Tecnología, medioambiente y sostenibilidad (TMS). El periodo de estudio es el periodo 2016-2019 (los cuatro últimos años, y el año desde el cual se publica semestralmente la revista). Las fuentes información de artículos, autores, país, filiación y referencias se tomaron de la plataforma de gestión editorial (OJS)<sup>2</sup>, donde están cada uno de los volúmenes, los números y los artículos publicados. Los datos de impacto asociados a citación y métricas alternativas se recuperaron de bases de datos citacionales, como Scopus, Redib y diferentes *rankings*, y de agregadores como Google Scholar, mediante el uso de Publish or Perish (POP)<sup>3</sup>.

Los indicadores por reconocer fueron:

- **Producción:** Número de artículos publicados; Procedencia de los artículos publicados (País, Filiación); Coautorías: Cohesión/colaboración y género de los autores.
- **Consumo de información:** Tomado como referencia la obra de Álvarez et al.: “El análisis del consumo de la información se realiza a partir de las referencias bibliográficas de los trabajos publicados, entendiendo que éstas representan la información científica que han utilizado quienes han realizado una investigación” (2007); por ello, de las referencias bibliográficas de los artículos originales se extrajo la información relativa al año y a la fuente de publicación, al tipo de documento y al idioma, y se calcularon los correspondientes índices de Price (Price, 1963), así como el de obsolescencia. Previendo las dinámicas propias de la disciplina frente al consumo de información, se definió en una ventana más amplia, por lo cual el índice de Price fue complementado con intervalos de cada cinco años. Índice de Price: < 5 años, entre 6 y 10 años, entre 11 y 15 años y > 16 años.

2 <https://editorial.ucatolica.edu.co/index.php/RevArq>  
3 <https://harzing.com/resources/publish-or-perish>

- **Impacto:** Posicionamiento en los sistemas de indexación y resumen (SIR), niveles de citación abiertos y en revistas de “corriente principal” e Índice H (Grupo Scimago, 2006). En el ámbito nacional, se tomó la información disponible en Publindex y SIIMER; a escala regional se tomaron dos SIR clasificados como bases bibliográficas con comité científico de selección (BBCS) REDIB y REDALYC<sup>4</sup>, y a escala internacional se hizo la identificación de citas en Scopus mediante dos mecanismos: uno, por medio de la opción Advanced Search-REFSRCTITLE, depurando manualmente el resultado, y la segunda, mediante la consulta de Google Scholar (Torres-Salinas, Ruiz-Pérez & Delgado-López-Cózar, 2009) mediante POP y las alertas de citación de artículos generadas en el perfil de GS<sup>5</sup>.

Para cada uno de los artículos publicados, la información se tabuló en hojas de cálculo de Excel®, y el análisis de la información se consolidó por año y sección, a fin de poder determinar diferencias en el comportamiento de cada una de las secciones.

## Resultados

### Indicadores de producción

#### Artículos publicados entre 2016 y 2019

Desde 2016 se modificó la periodicidad de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* a semestral; adicionalmente, se trabajó por mantener el equilibrio entre el número de artículos de las secciones CEU, PAU y TMS; estas fueron el centro de la publicación. Las otras secciones (Contextos/Editorial, Desde la Facultad, y Textos) solo publicaron, como máximo, un artículo por número. De acuerdo con ello, para el periodo 2016-2019 se publicaron en total 81 artículos, y en las 3 secciones principales, 58, como se describe en la figura 1.

4 No se incluyó Scielo, ya que la publicación fue aceptada en agosto de 2018 y a la fecha las métricas para la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* son muy incompletas. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_serial&pid=1657-0308](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_serial&pid=1657-0308)  
5 <https://scholar.google.es/citations?user=NhZkGVkAAAAJ&hl=es&oi=ao>

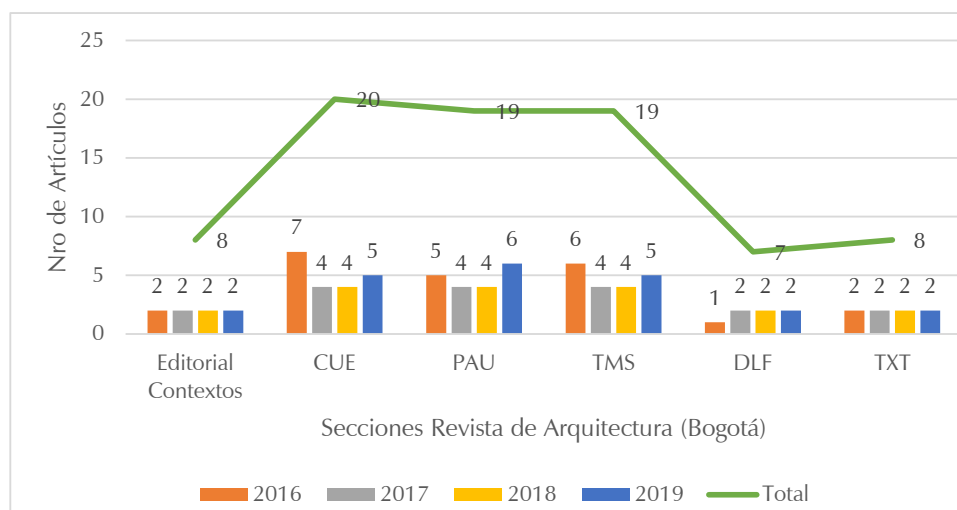


Figura 1. Número de artículos publicados por sección y año.

Fuente: elaboración propia (2019), según datos disponibles en OJS, de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.

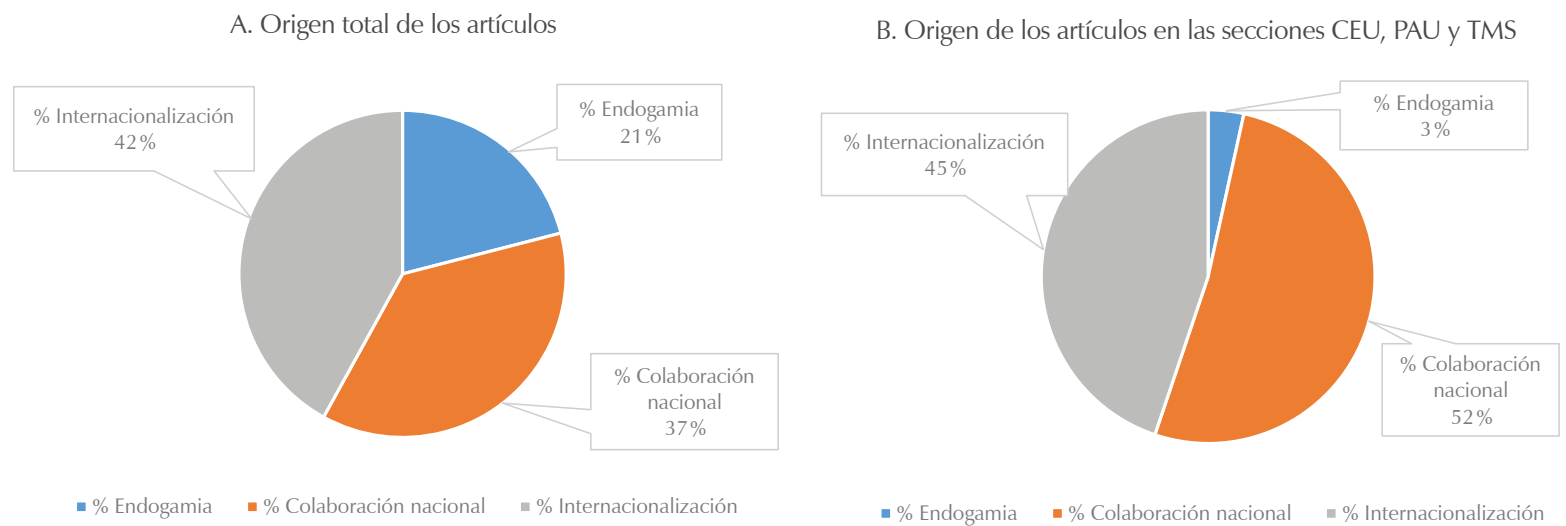


Figura 2. Origen de los artículos publicados (A) Total, incluyendo todas las secciones (B) solo en las tres secciones principales (CEU, PAU, TMS)  
Fuente: elaboración propia (2019).

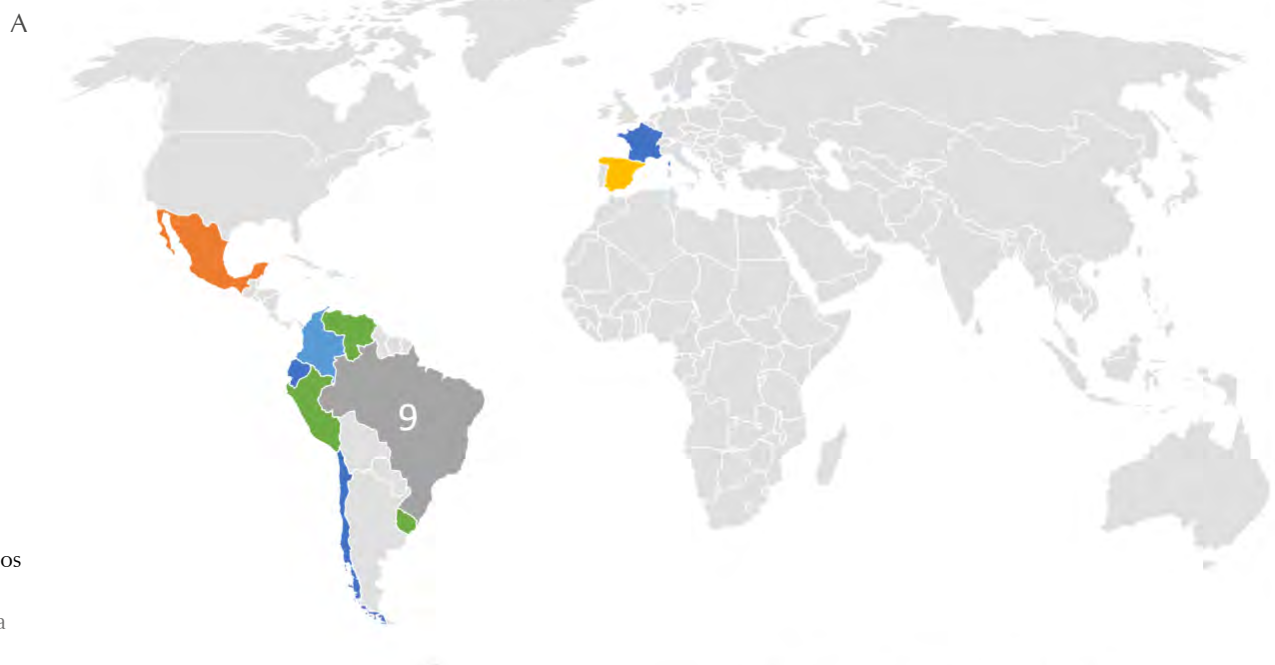
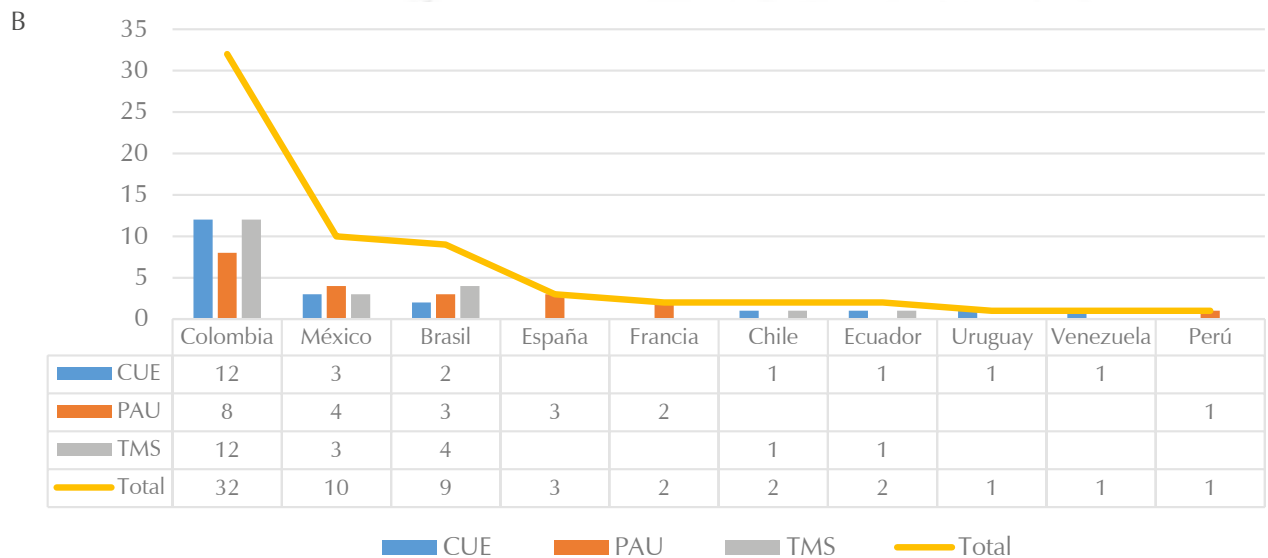


Figura 3 A y B. Origen (país) de los autores de los artículos publicados.  
Fuente: elaboración propia (2019).



Respecto a la producción publicada en la revista, a esta siempre se la consideró un espacio de discusión que fuera un punto de encuentro de diferentes saberes, por lo cual, se buscó que existiese un equilibrio entre la producción interna, la nacional y la internacional; por tal motivo, y como se observa en la figura 2, de los 58 artículos

publicados, 26 (45%) corresponden a autores internacionales; 30 (52%) son de instituciones colombianas y otras 2 (3%) son internos, debido a las restricciones de endogamia. En cuanto al nivel de internacionalización de cada una de las secciones, PAU lidera con el 58%, seguida de TMS, con el 42%, y, finalmente, CEU con el 35%.



Año	Sección	Coautoría de los artículos				Número de autores por artículo				
		Sin coautoría	Institucional	Nacional	Internacional	1	2	3	4	5
2019	CEU		3	2			3	2		
2018	CEU	2	1		1	2		2		
2017	CEU	3	1			3	1			
2016	CEU	4	2	1		4	1	2		
<b>Total sección CEU</b>		<b>9</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Porcentaje		45%	35%	15%	5%	45%	25%	30%	0%	0%
2019	PAU	5	1			5	1			
2018	PAU	3			1	3		1		
2017	PAU	2	1		1	2	1	1		
2016	PAU	3	2			3	1		1	
<b>Total sección PAU</b>		<b>13</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
Porcentaje		68%	21%	0%	11%	68%	16%	11%	5%	0%
2019	TMS	1	2		2	1		2	1	1
2018	TMS	2	2			2	1	1		
2017	TMS		3	1			2	1	1	
2016	TMS	3	3			3	2	1		
<b>Total sección TMS</b>		<b>6</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Porcentaje		32%	53%	5%	11%	32%	26%	26%	11%	5%
<b>Total Revista de Arquitectura (Bogotá)</b>		<b>28</b>	<b>21</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>28</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
Porcentaje		48%	36%	7%	9%	48%	22%	22%	5%	2%

Como se puede observar en la figura 3A, los autores de los artículos publicados tienen origen en diez países; México y Brasil son con los que mayor colaboración se presenta. En segundo orden de recurrencia se destacan Chile y Ecuador, en América del Sur, y España y Francia, en Europa. Con colaboración esporádica se puede observar a Uruguay, Venezuela y Perú, por lo cual, en la figura 3B se diferencia la sección de PAU, que tiene participación de países europeos y la menor participación de autores locales (nacionales).

### Tipos de autoría

En cuanto a los indicadores de colaboración generados por la producción en coautoría, se identificó que el 48% de los artículos no tienen coautoría, pues corresponden a artículos publicados por un solo autor; la sección de PAU es la que tiene el indicador más alto al respecto, con el 68%. La siguiente tendencia corresponde a la coautoría institucional, con el 36%, que pone de manifiesto la cohesión entre investigadores de una misma institución, y donde TMS es la que más contribu-

ciones de este tipo presenta, con el 53%, y PAU, la que menos, con el 21%. El grado de coautoría nacional e internacional es muy similar, con el 7% y el 9%, respectivamente, lo que pone en evidencia la poca apertura hacia otras instituciones del país de origen o fuera de este (tabla 1).

Con base en lo expuesto, se observa cómo el número de autores que firman el artículo tiene un alto porcentaje en la autoría unipersonal, con el 48%; el 44%, con 2 o 3 autores, y muy pocos casos, con 4 o 5 autores (5% y 2%). Estos resultados también marcan una tendencia muy particular en la disciplina, ya que cada día se espera la consolidación de equipos de investigación en los cuales haya cohesión interna y colaboración externa (tabla 1).

En cuanto al género de los autores (tabla 2), se identificó un porcentaje mayoritariamente masculino, con el 64% versus el 36% de participación femenina; la sección de PAU fue donde más participación masculina se evidenció, con el 76%, y la CEU, donde hubo mayor autoría femenina.

Tabla 1. Coautoría y número de autores de los artículos publicados en las tres secciones principales.

Fuente: elaboración propia (2019).

► Tabla 2. Género de los autores y promedio de autores por artículo.

Fuente: elaboración propia (2019).

Año	Sección	Género		Total de autores	Promedio de autores por artículo
		Masculino	Femenino		
2019	CEU	8	4	12	
2018	CEU	7	1	8	
2017	CEU	3	2	5	
2016	CEU	3	9	12	
<b>Total sección CEU</b>		<b>21</b>	<b>16</b>	<b>37</b>	<b>1,85</b>
Porcentaje		57%	43%		
2019	PAU	7	0	7	
2018	PAU	4	2	6	
2017	PAU	5	2	7	
2016	PAU	6	3	9	
<b>Total sección PAU</b>		<b>22</b>	<b>7</b>	<b>29</b>	<b>1,53</b>
Porcentaje		76%	24%		
2019	TMS	7	9	16	
2018	TMS	5	2	7	
2017	TMS	8	3	11	
2016	TMS	7	3	10	
<b>Total sección TMS</b>		<b>27</b>	<b>17</b>	<b>44</b>	<b>2,32</b>
Porcentaje		61%	39%		
<b>Total Revistade Arquitectura (Bogotá)</b>		<b>70</b>	<b>40</b>	<b>110</b>	<b>1,90</b>
Porcentaje		64%	36%		

	Promedio 2016	Máximo	Mínimo	Promedio 2017	Máximo	Mínimo	Promedio 2018	Máximo	Mínimo	Promedio 2019	Máximo	Mínimo	Total
CUE	39	80	25	21	27	13	26	35	14	30	36	24	29
PAU	26	36	20	26	37	15	28	42	19	28	54	15	27
TMS	34	80	11	41	52	26	26	38	16	37	72	18	34
<b>Promedio de referencias</b>	33	65	19	29	39	18	27	38	16	32	54	19	30

▲ Tabla 3. Máximos, mínimos y promedio de referencias por artículo.

Fuente: elaboración propia (2019).

En cuanto al promedio de autores por artículo, a pesar del alto número de autorías individuales, el promedio es de 1,9, con un promedio superior en TMS (2,32), y el mayor número de autores por artículo, con 5.

### Consumo de información

A partir de los 58 de artículos publicados en las secciones principales (CEU, PAU y TMS), se estableció el consumo de información a partir de las 1773 referencias bibliográficas empleadas en los artículos de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. En la figura 4 se observa cómo la sección de TMS es

la que ostenta el número mayor de referencias, seguida por CEU, y, por último, por PAU.

Si se revisa el número de las referencias dentro de cada sección y por cada año, se puede evidenciar un comportamiento homogéneo, con un promedio de 30 referencias por artículo; la sección TMS tuvo los promedios más altos en 2017, con 41; en 2019, con 37, y en 2016, con 34. Por su parte, CEU tuvo 39 en 2016, y el valor más bajo en 2017, con 21. La sección PAU se mantuvo muy cerca del promedio de la misma sección, con valores entre 26 y 28 (tabla 3).

En cuanto a los umbrales máximos y mínimos del número de referencias (tabla 3), el máximo se ubicó en 80, durante 2016, en las secciones de CEU, en el artículo “Propuesta de un sistema de indicadores para evaluar la calidad visual del paisaje urbano en asentamientos informales”<sup>6</sup>, al igual que en la sección TMS, con el artículo “Resiliencia a inundaciones: nuevo paradigma para el diseño urbano”<sup>7</sup>, seguido por 72 en 2019, con “Bucle multidisciplinar para la sustentabilidad urbana”. Cabe resaltar que estos dos artículos son de la misma autoría: Luis Fernando Molina-Prieto<sup>8</sup> et al. En cuanto a los mínimos, se encuentran valores de 11, 13, 15. En el caso del valor más bajo (11), este corresponde a un artículo de TMS que da cuenta de la construcción experimental de un sistema transformable tensado plegable<sup>9</sup>.

Los resultados también tienen que ver con el carácter de algunos de los artículos, por cuanto estos cubren desde revisiones, pasando por resultados de investigación básica y aplicada, hasta desarrollos experimentales, lo cual es consecuente con la tipología de proyectos de carácter científico, tecnológico o de innovación definidos por Colciencias (2017a, pp. 11-15, citando a OCDE, 2002, p. 30).

### Índice de Price y obsolescencia

Posteriormente se hizo el análisis de obsolescencia y del Índice de Price para las referencias empleadas en los artículos, y se encontró que, en general, para la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* el Índice de Price es del 21,3%; adicionalmente, si se revisa la inmediatez del consumo de información, solo 16 referencias de 1773 —y que equivalen al 0,9%— fueron referencias del mismo año de publicación<sup>10</sup>. Las referencias del año inme-

diatamente anterior a la fecha de publicación fueron 83, equivalentes al 4,7%, y para el segundo año, 78, equivalentes al 4,4%, con un acumulado de solo el 15,7% para los 3 primeros años y concentrando el consumo entre el tercer y el sexto años. Por ende, se puede afirmar que estos datos son, en gran medida, un reflejo del comportamiento disciplinar frente a las prácticas investigativas, el acceso y el uso de publicaciones seriadas y la difícil adopción para la disciplina de métricas relacionadas con el factor de impacto.

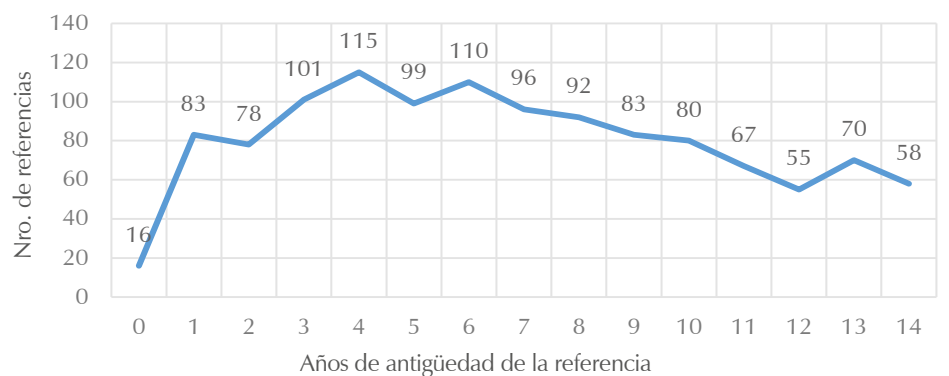
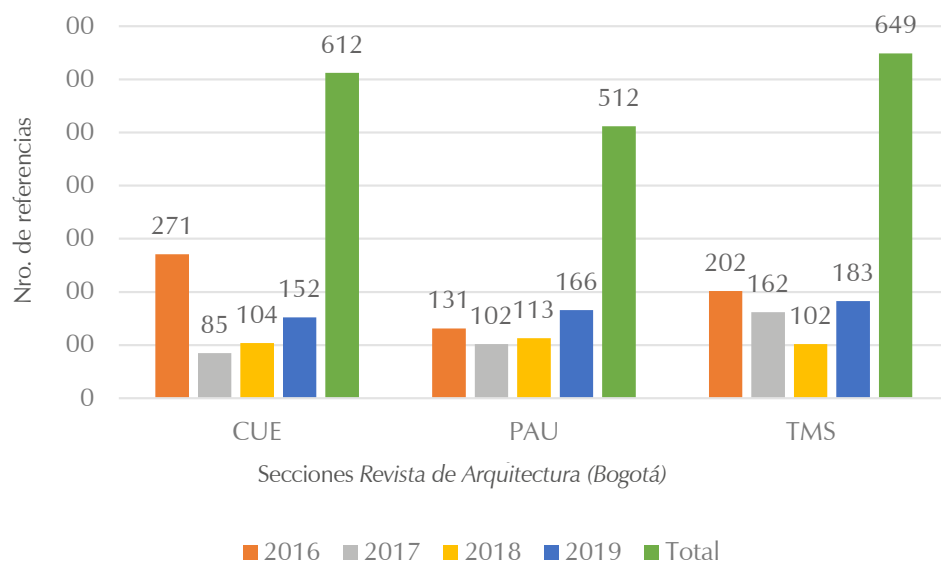
Por lo anterior, se consideró importante detallar más a fondo cómo es el comportamiento de cada sección. En el caso de CEU, el consumo se puede considerar homogéneo para todos los periodos, oscilando entre el 20,2% y el 29,7% y concentrando el 46,6% en los 10 primeros años (tabla 4).

Figura 4. Número de referencias bibliográficas empleadas en los artículos de las tres secciones principales.

Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 5. Distribución del número de referencias por año de antigüedad respecto al artículo publicado.

Fuente: elaboración propia (2019).



6 doi: <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.1.4>  
 7 doi: <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.2.8>  
 8 <https://scholar.google.es/citations?user=IKOZgSEAAAAJ&hl=es&oi=ao>  
 9 doi: <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.1.9>  
 10 Aunque esto también tiene que ver con los tiempos relacionados con el proceso de revisión, edición y publicación, y no solo como responsabilidad de los autores. Por ello, la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* adoptó desde 2018 el sistema de publicación anticipada, y a corto plazo se está evaluando la posibilidad de pasar a flujo continuo.

		I. Price (< 5 años)	Entre 6 y 10 años	Entre 11 y 15 años	> 16 años
2019	CEU	21,8%	21,3%	26,6%	30,3%
2018	CEU	16,3%	23,9%	32,1%	27,7%
2017	CEU	17,2%	34,1%	16,0%	32,7%
2016	CEU	25,5%	26,2%	20,1%	28,2%
Porcentaje		20,2%	26,4%	23,7%	29,7%
Porcentaje acumulado		20,2%	46,6%	70,3%	100,0%

Tabla 4. Consumo de información de la sección CEU por años. Fuente: elaboración propia (2019).

		I. Price (< 5 años)	Entre 6 y 10 años	Entre 11 y 15 años	> 16 años
2019	PAU	11,5%	30,5%	9,5%	48,5%
2018	PAU	20,5%	19,1%	10,2%	50,3%
2017	PAU	17,3%	27,7%	17,7%	37,4%
2016	PAU	10,0%	24,3%	20,2%	45,6%
Porcentaje		14,8%	25,4%	14,4%	45,4%
Porcentaje acumulado		14,8%	40,2%	54,6%	100,0%

Tabla 5. Consumo de información de la sección PAU por años.  
Fuente: elaboración propia (2019).

		I. Price (< 5 años)	Entre 6 y 10 años	Entre 11 y 15 años	> 16 años
2019	TMS	25,1%	36,2%	16,7%	22,0%
2018	TMS	27,4%	28,7%	18,9%	25,0%
2017	TMS	33,4%	33,0%	16,8%	16,9%
2016	TMS	29,4%	29,0%	17,5%	24,0%
Porcentaje		28,8%	31,7%	17,5%	21,9%
Porcentaje acumulado		28,8%	60,6%	78,1%	100,0%

Tabla 6. Consumo de información de la sección TMS por años.  
Fuente: elaboración propia (2019).

Tipo de documento	Número de referencias	Porcentaje total	Porcentaje CUE	Porcentaje PAU	Porcentaje TMS
Libro	749	43,3%	42,2%	50,6%	37,2%
Revista	528	28,8%	28,8%	17,4%	40,2%
Cap. libro	97	6,1%	5,9%	9,5%	2,8%
Documento institucional	83	4,5%	6,3%	2,4%	4,8%
Página web	76	3,7%	3,4%	4,2%	3,6%
Normas/doc. legal/ley	67	3,6%	6,6%	1,1%	3,3%
Página web institucional	47	2,3%	2,1%	1,8%	2,9%
Tesis maestría	26	1,4%	1,1%	1,6%	1,7%
Figura/ilustración	22	1,6%	1,2%	1,8%	2,0%
Tesis doctorado	19	1,1%	0,3%	2,3%	0,6%
Memorias, congreso evento	16	0,8%	0,8%	1,5%	0,0%
Fotografía	16	1,1%	0,3%	2,7%	0,1%
Archivo	10	0,7%	0,0%	2,0%	0,0%
Software	7	0,4%	0,3%	0,2%	0,7%
Tesis pregrado	4	0,3%	0,3%	0,4%	0,2%
Entrevista	3	0,1%	0,2%	0,2%	0,0%
Otro	2	0,1%	0,1%	0,2%	0,0%
Proyecto arq./urbano	1	0,1%	0,2%	0,0%	0,0%

Tabla 7. Tipos de documento identificados en las listas de referencias.  
Fuente: elaboración propia (2019).

Para el caso de la sección PAU, esta tiene los valores más bajos para el Índice de Price, con solo el 14,8%; además, llama la atención que el 45,4% de las referencias tienen más de 16 años (tabla 5).

En la sección TMS, se observa el Índice de Price más alto (28,8%), y que concentra el 60,6% de las referencias entre los 10 primeros años (tabla 6).

### Tipos de documentos presentes en las referencias

En la distribución de las referencias por tipo de documento, como se muestra en la tabla 7, se identificaron diversas tipologías y su grado de recurrencia. El libro resultó ser la fuente más consultada, con el 43,3%; y si a este se suman los capítulos de libro, el promedio llega al 49,4%. En segundo lugar se encuentran las revistas, con el 28,8%<sup>11</sup>. Los documentos instituciones disponibles en sitios *web* o como normas representan el 10,4%. Las tesis de pregrado y de posgrado, por su parte, corresponden al 2,8%.

De acuerdo con las dinámicas actuales de circulación del conocimiento, que privilegian a la revista por sobre el libro, también se hizo un análisis dentro de cada sección, el cual evidenció una tendencia ascendente de CUE en el uso de revistas, el cual pasó del 28% en 2016 al 42,8% en 2019. En el caso de PAU, el promedio de uso de revistas durante el periodo objeto de estudio fue del 17,4%, con un máximo del 22,9% en 2016 y un mínimo del 13,3% en el 2019; dichos valores estuvieron muy por debajo del promedio de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* (28,8%), lo cual refleja un uso bajo de revistas y una tendencia a la baja. La sección TMS, a diferencia de las otras 2 secciones, mantuvo un promedio del 40,2%, el cual fue relativamente estable durante el periodo en mención y obtuvo un máximo del 45,7% en 2017.

11 Cabe aclarar que en dicho valor no se distinguió entre revistas de investigación (indexadas o no) y revistas de divulgación.

En cuanto al idioma de las referencias consultadas, se confirmó que el español es el idioma dominante, con el 55,9% seguido por el 31,8% en inglés, y el portugués, con el 8,6%. En este punto es importante resaltar que la sección TMS tiene un comportamiento diferente, pues el 54,8% de las referencias son en inglés, lo que ratifica una dinámica diferente de la de las otras 2 secciones; tal vez, por la transversalidad entre lo local, lo regional y lo internacional de los temas abordados, lo cual también podría explicar por qué CEU es la que usa mayoritariamente referencias en español (75,2%), ya que, por lo general, su objeto de estudio aborda temas principalmente de las ciudades en el contexto latinoamericano (tabla 8).

### Impacto

Una vez identificados el perfil de la producción y el consumo de información de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, se analizó cómo fueron recibidos los contenidos publicados por las comunidades académicas. Para esto, lo primero fue analizar el número y el tipo de sistemas de indexación y resumen (SIR)<sup>12</sup> (tabla 9) en los cuales se halla presente la publicación, ya que aportan a la divulgación y a la visibilidad, y hacen que la revista sea reconocida por su calidad editorial y científica atendiendo los estándares actuales de publicación del conocimiento científico.

En el listado de la tabla 9 y en el ámbito local, se destaca la indexación en Publindex en Categoría B, ya que, como resultado de la convocatoria 768 de 2016 y del cambio de modelo que ahora valora el impacto (medido en citación), salieron el 79% de las revistas de arquitectura y urbanismo (Eligio-Triana, 2018, p. 7). Frente a los resultados de la Convocatoria 830 de 2018<sup>13</sup>, se mantiene la

12 Según la clasificación emitida por Colciencias (2017b) en el Documento de actualización de los sistemas de indexación y resumen-SIR.

13 <https://minciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatoria-para-indexacion-revistas-cientificas-colombianas-0>

Tabla 8. Idioma de las referencias.

Fuente: elaboración propia (2019).

Sección	Español	Inglés	Portugués	Francés	Italiano	Otro	No. de referencias
CEU	469 75,2%	100 17,7%	40 6,7%	2 0,3%	0 0,0%	1 0,2%	612
PAU	290 55,1%	109 22,9%	59 13,2%	45 7,1%	7 1,3%	2 0,3%	512
TMS	238 37,5%	354 54,8%	43 5,9%	13 1,6%	0 0,0%	1 0,1%	649
Total Revista de Arquitectura (Bogotá)	997 55,9%	563 31,8%	142 8,6%	60 3,0%	7 0,4%	4 0,2%	1773

Año	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018-2019
<b>Nacional</b>											
	Publindex Cat C	Publindex Cat C	Publindex Cat C	Publindex Cat C	Publindex Cat C	Publindex Cat C	Publindex Cat B	Publindex Cat B	Publindex Cat B	Publindex Cat B	Publindex Cat B
<b>Regional</b>											
BBCS											SciELO
BBCS									Redib	Redib	Redib
BBCS			Redalyc	Redalyc	Redalyc	Redalyc	Redalyc	Redalyc	Redalyc	Redalyc	Redalyc
BBCS			Clase	Clase	Clase	Clase	Clase	Clase	Clase	Clase	Clase
BBCS		Dialnet	Dialnet	Dialnet	Dialnet	Dialnet	Dialnet	Dialnet	Dialnet	Dialnet	Dialnet
N/A	Latindex-C	Latindex-C	Latindex-C	Latindex-C	Latindex-C	Latindex-C	Latindex-C	Latindex-C	Latindex-C	Latindex-C	Latindex-C
N/A		ARLA	ARLA	ARLA	ARLA	ARLA	ARLA	ARLA	ARLA	ARLA	ARLA
N/A										LatinREV	LatinREV
<b>Internacional</b>											
IB										ECSI	ECSI
BBCS										DOAJ	DOAJ
BBCS					EBSCO	EBSCO	EBSCO	EBSCO	EBSCO	EBSCO	EBSCO
N/A								MIAR	MIAR	MIAR	MIAR

Tabla 9. Histórico de clasificación en Sistemas de Indexación y Resumen (SIR) de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, y tendencia ascendente de inclusión.

Fuente: Plataforma Publindex y cada uno de los SIR..

Figura 6. Resultados del ranking bibliométrico de revistas colombianas.

Fuente: SIIMER (2019).

Ranking bibliométrico de revistas colombianas, según SIIMER

Institución	Revista	Índice de Osk	Nivel	Tiempo promedio de aceptación (días)	Ítem Preferencial
Universidad Católica de Colombia	Revista de arquitectura	168.63	O1	n/d	n/d

Figura 7. Resultados generales de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* en el ranking de revistas Redib.

Fuente: Redib (2018).

Ranking de Revistas REDIB

Powered by Clarivate Analytics

Edición	Clasificación	Cobertura completa	Percentil del Factor de Impacto Normalizado	Procentaje de artículos citados	Procentaje ajusta-do de citas en la materia	Procentaje de artículos más citados	Percentil medio	Calificador global
2018	78	SI	96.387	8.421	3.343	6.315	7.932	24.48
2017	63	SI	97.624	6.667	4.959	6.667	6.278	24.439

posición en categoría B, y se destaca el retorno al índice Bibliográfico Nacional de la revista *Apuntes*.

En el ámbito internacional, en la consulta de MIAR<sup>14</sup> y al filtrar por campo de conocimiento ARQUITECTURA, a esta se la clasifica entre el grupo de mayor puntaje (9<11), con una valoración de 9,8 a escala internacional, y está en primer lugar entre las revistas colombianas incluidas. En el caso

del Emerging Sources Citation Index (ESCI)<sup>15</sup>, solo están presentes 44 revistas (2017) en el campo de la arquitectura, cifra que aumentó a 46 en 2018, y donde solo participan 2 colombianas.

En segundo lugar, se reconocieron diversos rankings y métricas donde la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* participa, con el fin de determinar el impacto de la publicación frente a revistas del

<sup>14</sup> El sistema crea una matriz de correspondencia entre las revistas, identificadas por su ISSN, y las bases de datos y repertorios que las indizan o las incluyen.

<sup>15</sup> Ver: <http://mjl.clarivate.com/cgi-bin/jrnlst/jlresults.cgi?PC=EX&SC=BK>

(A)	Clasificación global	Revista	País	Percentil del Factor de Impacto Normalizado	Porcentaje de artículos citados	Porcentaje ajustado de citas en la materia	Porcentaje de artículos mas citados	Percentil medio	Calificador Global
1	78	Revista de Arquitectura	Colombia	93.38728324	8.421052632	3.343811408	6.15789414	7.932489362	24.48008522
2	92	ACE: architecture. city and environment	España	92.91907514	8.823529412	5.350098253	3.529411765	7.983282353	23.72107939
3	107	VLC arquitectura. Research Journal*	España	97.15799615	6	1.003143422	6	5.79552	23.19133191
4	125	EGA. Revista de expresión gráfica arquitectónica	España	91.1849711	5.262100084	8.693909661	3.361344538	4.811098874	22.66068498
5	222	Proyecto. Progreso. Arquitectura	España	88.48747592	2.941176471	1.337524563	2.941176471	2.726022059	19.6866751

(B)	Clasificación global	Revista	País	Percentil del Factor de Impacto Normalizado	Porcentaje de artículos citados	Porcentaje ajustado de citas en la materia	Porcentaje de artículos mas citados	Percentil medio	Calificador Global
1	78	Revista de Arquitectura	Colombia	96.38728324	8.421052632	3.343811408	6.315789474	7.932489362	24.48008522
2	263	Dearq	Colombia	86.84971098	1.657458564	1.003143422	1.104972376	1.532906077	18.42963828
3	274	Arquiteturarevista	Brasil	80.97302505	3.448275862	1.337524563	2.298850575	3.189195402	18.24937429
4	371	Territorios	Colombia	60.26011561	10.92436975	0.392931983	0	5.489435593	15.41331059
5	459	Revista de Direito da Cidade	Brasil	52.74566474	7.575757576	0.936991652	0	4.184142424	13.08851128

(C)	Clasificación global	Revista	País	Percentil del Factor de Impacto Normalizado	Porcentaje de artículos citados	Porcentaje ajustado de citas en la materia	Porcentaje de artículos mas citados	Percentil medio	Calificador Global
1	40	Materiales de Construcción	España	77.7938343	37.08333333	0.786712881	0	18.28588333	26.78995277
2	78	Revista de Arquitectura	Colombia	96.38728324	8.421052632	3.343811408	6.315789474	7.932489362	24.48008522
3	274	Arquiteturarevista	Brasil	80.97302505	3.448275862	1.337524563	2.298850575	3.189195402	18.24937429
4	299	Informes de Construcción	España	60.45279383	18.31325301	0.898853219	0.240963855	7.410961446	17.46336507

mismo campo de conocimiento y áreas similares; para esto se tomó como referencia el grado de citación.

La primera fuente de consulta corresponde a Google Scholar (GS)<sup>16</sup>, en el cual la revista se consultó por 2 vías. La primera en el listado de publicaciones TOP en español, donde, por su índice de citación, en 2018 y 2019 fue incluida en las posiciones 77 y 81, respectivamente, junto con revistas de todos los campos de conocimiento. Para 2019, el valor del Índice h5 fue de 17, y la Mediana h5, de 34. En segundo lugar, según la consulta por POP<sup>17</sup>, el h5 pasó de 7 en 2016 a 18 en 2018, y en 2019 el resultado fue de 14. Como ya se indicó, los resultados de GS requieren un proceso de lectura e interpretación más detallado. Debido a ello, se pueden observar diferentes tendencias: por una parte, se observó la citación de *preprint* (tesis de pregrado y de posgrado y documentos institucionales) a artículo y consolidados a escala de repositorios institucionales de carácter interno, nacional e internacional; por otro, se evidenciaron citas de artículo a artículo y consolidados a escala de revista, sin diferenciar el nivel de indexación de estas.

En segundo lugar, se revisaron los resultados obtenidos en GS frente a otros *rankings* y SIR. En el ámbito nacional, se consultó Sistema Integral de Medición de Revistas Científicas (SIIMER)<sup>18</sup>, en el cual se destacan los siguientes aspectos de la metodología al hacer ciertas precisiones, que ayudan a interpretar de mejor manera los resultados de GS. Las revistas con valor  $\geq 20\%$  en autocitaciones en relación con el total de las citas obtenidas fueron excluidas, en aras de reducir el sesgo de los resultados del índice. En la fórmula de cálculo final, las citas internas y las autocitas tienen una ponderación baja frente a las citas externas (x4); como indicador de calidad y visibilidad y en síntesis el Índice de Osk se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Índice de Osk} = (\text{Inv} * 1 + \text{Ai} + \text{An} + \text{Ae}) + (\text{Rev} * 0,5 + \text{Ai} + \text{An} + \text{Ae}) + (\text{Ref} * 0,25 + \text{Ai} + \text{An} + \text{Ae}) + \text{ediciones} + (\text{ciex} * 4) + (\text{Ac} * 1)^{19}$$

Como resultado de este cálculo, la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* ocupó para 2018 el primer lugar en el área de humanidades (figura 7).

En el ámbito regional, los resultados obtenidos en Redib y Redalyc son los siguientes: en el caso de Redib, se consideran relevantes los datos, ya que

Figura 8. Resultados de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* en las materias de arquitectura (A), urbanismo (B) y construcción y tecnología de los edificios (C).

Fuente: Redib (2018).

16 Frente a la exactitud y la presión de GS, se afirma que no hace ningún filtro de la información e incluye todos los documentos accesibles en la web y que están disponibles en dominios académicos; por lo tanto, se afirma que el índice H de GS no es selectivo ni exhaustivo, pero de igual manera mide las publicaciones en igualdad de condiciones, pero se hace necesario un proceso más detallado de lectura e interpretación de los resultados.

17 Según los cálculos realizados para 2016 y 2018 por Colciencias/Publindex, usando el *software* Publish or Perish. [https://harzing.com/resources/publish-or-perish?source=pop\\_7.15.2643.7260](https://harzing.com/resources/publish-or-perish?source=pop_7.15.2643.7260)

18 Es un producto financiado por la Universidad del Magdalena, a través del programa Fonciencias (2017), de la Vicerrectoría de Investigación. El *ranking* se basó en la medición de las revistas indexadas en el Índice Bibliográfico Nacional Publindex-Convocatoria 768 de 2016, y a la fecha no hay resultados de la Convocatoria 830 de 2018. <https://siimer.com/>

19 Donde: el número total de artículos de investigación (Inv); de revisión (Rev); de reflexión (Ref); reportes de casos (Rec); ediciones (Ed); citas externas (Ciex); citas internas o autocitas (Ac) y los autores, centrándose especialmente en su afiliación; es decir, autores locales o internos (Ai), autores nacionales (An) y autores extranjeros o internacionales (Ae).

Figura 9. Citas recibidas en Scopus.

Fuente: elaboración propia (2019), con datos de GS y de Scopus.

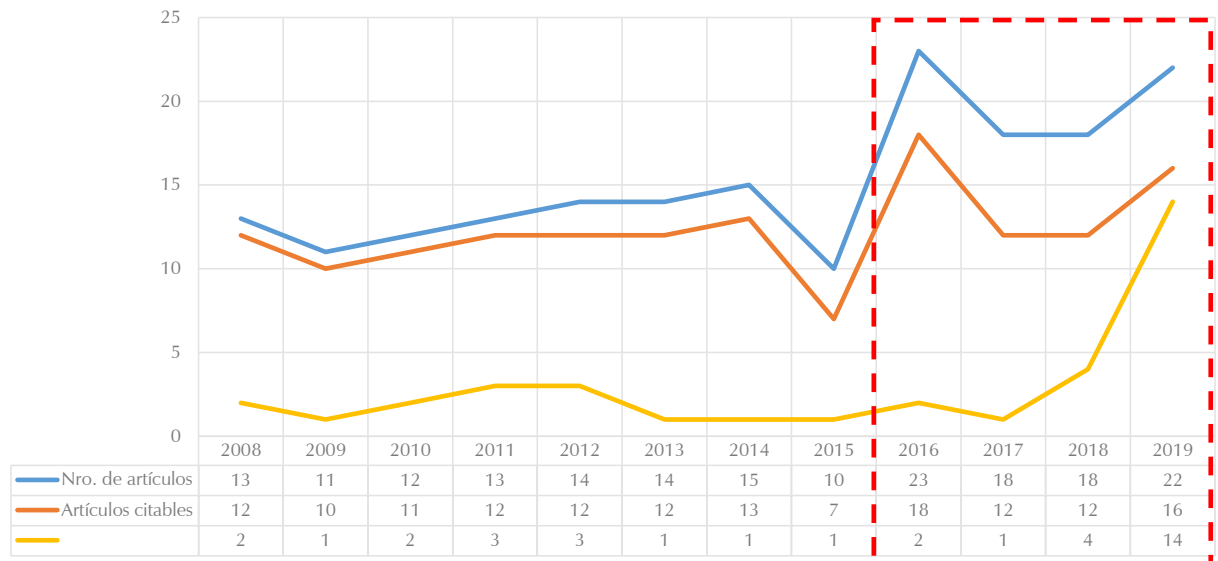
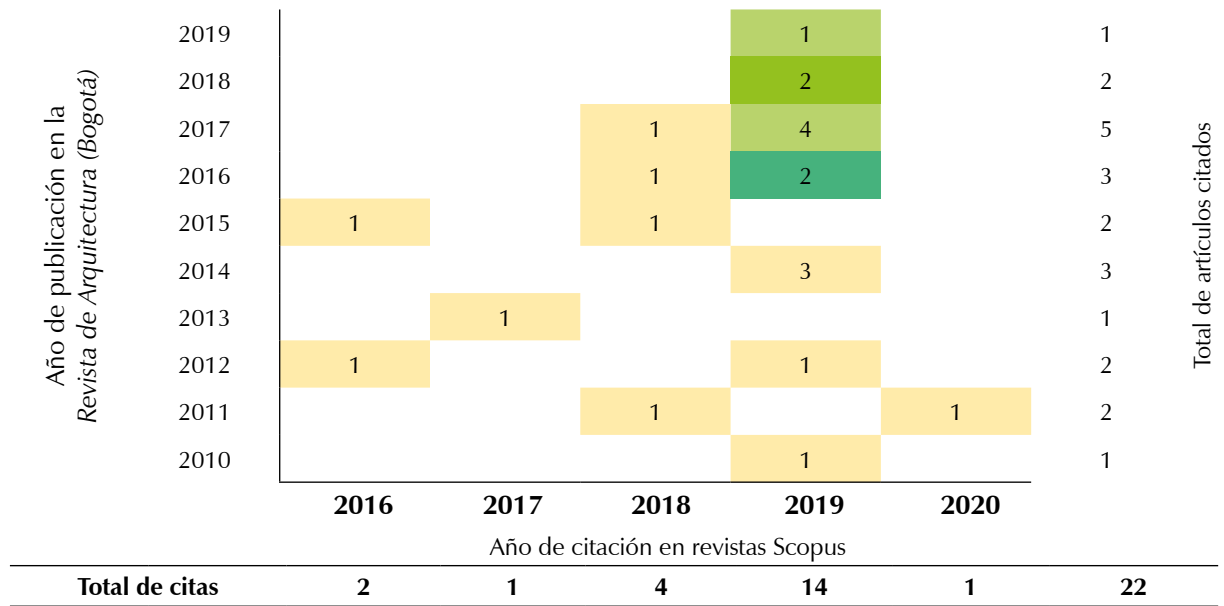


Figura 10. Distribución de citas por fechas, recibidas en Scopus.

Fuente: elaboración propia (2019), con datos de GS y de Scopus.



Revista	País	Artículos externos	Artículos en coautoría externa	Internacionalización	Índice de esfuerzo editorial	Semanas recepción - aceptación	Descargas	Países que descargan	Decil de descarga
Revista de Arquitectura (Bogotá) <sup>1</sup>	Colombia	37%	33,1%	G3	0,54	33,42	417 k	63	4
Arquiteturarevista	Brasil	53,5%	39%	G2	0,56	38,68	175 k	77	7
Dearq	Colombia	51,2%	28,1%	G2	0,72	25,54	156 k	58	7
Oculum Ensaíos	Brasil	10,1%	43,8%	G3	0,63	28,56	41 k	42	9
Arquitectura y Urbanismo	Cuba	21,9%	38,2%	G3	1,21	20,31	200 k	59	6
Revista Legado de Arquitectura y Diseño	México	8,2%	62,7%	G4	0,39	13,73	135 k	51	7

<sup>1</sup> <https://www.redalyc.org/revista.oa?id=1251&tipo=coleccion>

Tabla 10. Comportamiento de las revistas de arquitectura presentes en Redalyc.

Fuente: Redalyc (2019).

[...] se incluyen aquellas revistas indexadas simultáneamente en REDIB y en los diferentes índices de la Web of Science Core Collection: Science Citation Index (SCI), Social Sciences Citation Index (SSCI), Arts & Humanities Citation Index (A&HCI) y Emerging Sources Citation Index (ESCI).<sup>20</sup>

<sup>20</sup> Powered b y Clarivate Analytics <https://redib.org/recursos/Ranking/Revistas?lng=es>

Los datos se basan en las citas de artículos indexados a artículos indexados, agregando las citas artículo-artículo a escala de revista. El resultado final se calcula por el Percentil del Factor de Impacto Normalizado (NCI Percentile) y normalizadas como porcentaje dentro de la materia o las materias en que estén incluidas; en tal sentido, el resultado para la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*



fue: el global ocupó la posición 63 (2017) y la 78 (2018), junto con revistas de todas las áreas (figura 8), y en el ámbito disciplinar ocupó la *primera posición* (2017 y 2018) en las materias de arquitectura, al igual que en urbanismo, y la segunda posición en construcción y tecnología de los edificios (figura 9).

En el caso de Redalyc, con la nueva versión del modelo (AmeliCa, 2019) y del portal, la implementación de XML y la revaluación de revistas, a futuro se espera tener indicadores alternativos y más detallados. En este nuevo escenario, se resalta que de la colección de Artes y Humanidades/Arquitectura solo hacen parte seis publicaciones, y, por el momento, uno de los datos más representativos, para la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* son las descargas recibidas durante el periodo 2013-2018 del acervo 2005-2017 (tabla 10); y aunque no están relacionadas con los índices de citación ya expuestos, sí reflejan el posible vínculo entre descargas y citación y la implementación de métricas alternativas (*Altmetrics*), que permiten hacer una valoración más integral de las publicaciones.

El resultado de estos indicadores ubica a la publicación en el primer lugar, con 417k descargas, lo cual representa más del doble de la revista siguiente, *Arquitectura y Urbanismo*, con 200k, y casi el triple (2,7) frente a la otra revista colombiana presente: *DeArq*, con 156k. El otro indicador para tener en cuenta corresponde al índice de esfuerzo editorial<sup>21</sup>, con un resultado de 0,54, el cual se puede considerar bajo; pero, si se lo mira frente a los otros resultados, se podría afirmar que existe un mayor impacto, pues con menos artículos, pero con mayor selectividad, se han logrado mayor descarga y mayor citación. A partir de estos resultados también se considera importante incrementar el número de artículos, la participación externa (internacional) y los niveles de coautoría.

Finalmente, se hizo un análisis de las citas provenientes de revistas de “corriente principal”

tomando como base la información de Scopus, lo cual puso en evidencia una tendencia ascendente para 2019, a la par con el número de artículos publicados a lo largo de los últimos años (figura 9).

Los resultados arrojan un incremento del número de citas para 2019.

Al revisar cómo se distribuyen estas citas, se observó que la inmediatez con la cual se están citando los contenidos publicados en la revista se va reduciendo, pues para 2019 ya se había citado un artículo del mismo año de publicación y con el mayor número de citas para el material publicado en 2017, lo que puede ayudar a mejorar el factor de impacto. Por otra parte, se observa cómo siguen vigentes los contenidos publicados de 2010 a 2013, que mantienen una citación constante (figura 10).

Al desglosar estos datos, también se puede identificar el tipo de revistas que están citando a la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* y, de esta manera, reconocer cómo están siendo aceptados los contenidos entre las comunidades académicas. Si bien es cierto que la mayoría de citas provienen de revistas Q4, lo cual es atribuible al idioma español, también se observa una concentración entre el Q3 y el Q2, y en los últimos años, unas citas en revista del núcleo principal Q1.

## Discusión

Como se evidenció en la revisión inicial y como afirman Medina et al. (2017, p. 51), estos estudios son de gran valor y relevancia, ya que “no se conoce un análisis pormenorizado de indicadores de actividad de revistas especializadas” en este campo, pero, “al mismo tiempo, hace que dicho valor sea relativo por cuanto se carece de referencias para establecer puntos de comparación y criterios de evaluación pertinentes”, por lo cual es difícil hacer un diagnóstico certero de los indicadores expuestos; mucho más, llegar a generalizaciones sobre el comportamiento disciplinar. En tal sentido, el estudio bibliométrico hecho a la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* se aproxima a reconocer y caracterizar algunos patrones asociados a la producción del conocimiento científico publicado en la revista y

21 El índice expresa el promedio de trabajos que genera la revista, tomando como base el promedio de la disciplina a que se adscribe. Así, un índice de 1 indica que genera el mismo promedio de artículos que las revistas de su disciplina; 0,5 indicaría que genera la mitad.

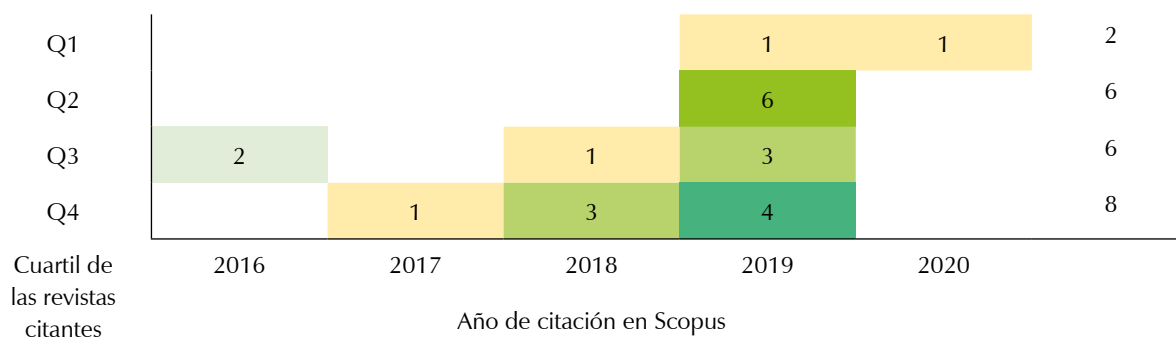


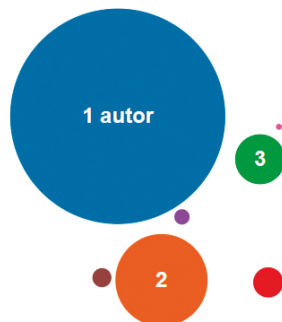
Figura 11. Distribución de citas por año y por cuartil de las revistas citantes.

Fuente: elaboración propia (2019), con datos de GS y de Scopus.

## Arquitectura

Año	Tipo de revista	Moda	Media	Mediana	Máximo	Nº de artículos
2015	Nacional	1	1.7	1	12	77
	Internacional	1	2.4	2	8	59

Distribución de número de autores por artículo  
 ● Burbujas ● Donut ● Columnas



Media de autores por artículo en el periodo 1999-2015  
 ● Media ● Moda ● Máximo

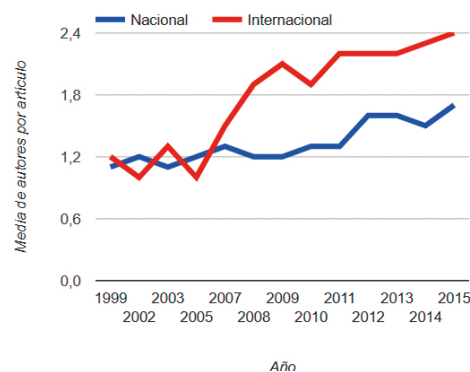


Figura 12. Co-author index para arquitectura.

Fuente: Grupo de Evaluación de la Ciencia y la Comunicación Científica (EC3), (2015).

en cada una de sus secciones, a partir de lo cual se pueden establecer algunas particularidades.

La producción consignada en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* refleja una concentración en la autoría unipersonal, con el 48%, y un promedio de 1,9, lo cual se corresponde con el estudio realizado por el Grupo de Evaluación de la Ciencia y la Comunicación Científica (EC3) en 2015, donde la moda corresponde a 1 y la media oscila entre 1,7 y 2,4 (figura 12). Esto también se corresponde con lo detectado en el estudio de la revista *INVI*<sup>22</sup> (Medina et al., 2017, p. 44), que arrojó el mismo valor (48%) de autoría individual y un promedio de 1,83.

En cuanto a la colaboración, siguen existiendo una participación y una publicación local (nacional) marcadas, pero con una tendencia a ir reduciendo la brecha hacia porcentajes más equilibrados con participación regional; sin embargo, también se hace necesario migrar hacia participaciones más internacionales. Esto se debería lograr manteniendo el abordaje de los problemas locales.

En relación con el género de los autores, si se comparan los resultados frente al estudio de Medina et al., en el que el “60% de los autores es de género masculino (142 autores), mientras que tan solo un 40% de las autoras es mujer” (2017, p. 46), el comportamiento de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* es ligeramente similar, con el 64% de hombres y el 36% de mujeres; si se lo compara con la *Revista Española de Salud Pública*, el resultado varía un poco, pero con la misma tendencia: el 56,5%, hombres, y el 43,5%, mujeres (Estrada Lorenzo et al., 2003, p. 339). En relación con el consumo de información, los resultados muestran

que en las tres secciones se usa un número de referencias que puede considerarse similar; pero se encontraron grandes diferencias al momento de caracterizar cómo están compuestas, y en particular, en lo relacionado con el Índice de Price, ya que este permitió reconocer de mejor manera las diferencias que hay entre los procesos de investigación asociados a cada una de las secciones. La sección TMS se adscribe mejor a la ingeniería, y dicho campo se asocia al componente tecnológico y ambiental, que, a su vez, tiene una gran producción académica, por lo cual se usan más referencias de actualidad publicadas en revistas y en inglés. En el otro extremo, la sección PAU se asocia más al arte y las humanidades, lo cual guarda más relación con el proceso creativo; en este sentido, se observó que hay una tendencia a usar textos clásicos y de más de 16 años, con fuente principal en el libro y en español. En el medio se encuentra la sección CEU, ligada más a las ciencias sociales, y en cuyo caso, por lo general, se observó una relativa homogeneidad en los indicadores estudiados.

En cuanto al número de referencias empleadas por artículo, el valor de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* fue de 30; dicho valor es superior al promedio de las revistas en español presentes en Scopus, que es de 25, y donde se observa una singularidad en la revista *ARQ* (Santiago-Chile), la cual solo tiene un promedio de 4,88 Ref./Doc, que corresponde a una práctica muy singular en un sistema que tiene como base la citación.

En cuanto al impacto de la publicación, en las citaciones obtenidas se destaca que los contenidos están siendo usados en muchos documentos disponibles en el ámbito de repositorios, gracias a lo cual asume una contribución a los procesos de investigación formativa y de formación en investigación (Parra, 2004); adicionalmente, se hace notorio el impacto entre las comunidades académicas e investigativas al figurar entre los primeros

<sup>22</sup> También se considera oportuno hacer comparaciones con la revista *INVI*, por cuanto es de las pocas publicaciones que tienen estudios bibliométricos, y, adicionalmente, para 2017, en el SJR era Q1 en arquitectura y Q2 en estudios urbanos.

puestos en los *rankings* regionales. Por otra parte, con el estudio del comportamiento entre revistas de corriente principal se pone en evidencia que la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* está en igualdad de condiciones con revistas presentes en Scopus, y en algunos casos, por encima de ellas.

## Conclusiones

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* es reconocida como una de las pioneras y líderes en los procesos de indexación en publicaciones en el campo de arquitectura y urbanismo en el ámbito nacional.

Los resultados del impacto, la citación y el Índice H son producto de una trayectoria consolidada de 20 años, a lo largo de la cual la publicación es reconocida por su calidad editorial y científica en su campo disciplinar y ante los distintos públicos objetivo, lo cual se evidencia al aplicar diferen-

tes indicadores cualitativos y cuantitativos y métricas alternativas, frente a los cuales la revista lidera constantemente como muestra del reconocimiento y de su posicionamiento en los medios investigativo y académico.

Dentro del marco de las publicaciones de arquitectura y urbanismo, se hace necesario seguir adelantado estudios más detallados de cada publicación, a escala nacional e internacional, con el fin de seguir caracterizando las prácticas investigativas y de producción de conocimiento, a fin de lograr un equilibrio entre las dinámicas internacionales y las realidades del contexto local en el que consume la información publicada en las revistas de la región. Dichos estudios deben valorar aspectos más allá de lo cuantitativo y valorar el significado de los resultados, para así lograr mejores orientaciones en los procesos de investigación, y, de esta manera, fortalecer los procesos de publicación que aporten al nuevo conocimiento.

## Referencias

- Álvarez, F. V., Lorenzo, J. M. E., Andrés, C. P., & Rodríguez, M. J. R. (2007). Estudio bibliométrico de los artículos originales de la revista Española de Salud Pública (1991-2000). Parte tercera: Análisis de las referencias bibliográficas. *Revista Española de Salud Pública*, 81(3), 247-259. <https://doi.org/10.1590/S1135-57272007000300002>
- AmeliCa. (2019). Métricas Responsables: Reflexión y análisis en torno a la comunicación de la ciencia. Recuperado de: <http://amelica.org/index.php/metricas-responsables/>
- Ardanuy, J. (2012). *Breve introducción a la bibliometría*. <https://doi.org/10.1038/nmat3485>
- Colciencias. (2017a). *Tipología de proyectos calificados como de carácter científico* (N.º 5). Recuperado de: <http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/documento-sires-abril-2017.pdf>
- Colciencias. (2017b). *Documento de actualización de los sistemas de indexación y resumen-SJR*. Recuperado de: <http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/documento-sires-abril-2017.pdf>
- Eligio-Triana, C. (2018). El rol de las revistas de arquitectura y urbanismo en la divulgación del conocimiento. Participación e impacto de los SIR. *Revista de Arquitectura*, 20(1), 3-13. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2018.20.1.2005>
- Estrada Lorenzo, J. M., Villar Álvarez, F., Pérez Andrés, C., & Rebollo Rodríguez, M. J. (2003). Estudio bibliométrico de los artículos originales de la Revista Española de Salud Pública (1991-2000). Parte segunda: Productividad de los autores y procedencia institucional y geográfica. *Revista Española de Salud Pública*, 77(3), 333-346. <https://doi.org/10.1590/s1135-57272003000300004>
- Grupo de Evaluación de la Ciencia y la Comunicación Científica (EC3). (2015). Co-author index. Recuperado de: [http://www.coauthorindex.info/layout.php?subject=Arquitectura&chart\\_type=bubbles&stat=mean](http://www.coauthorindex.info/layout.php?subject=Arquitectura&chart_type=bubbles&stat=mean)
- Grupo Scimago. (2006). El índice h de Hirsch: aportaciones a un debate. *El profesional de la información*, 15(4), 304-306. Recuperado de: <http://www.elprofesionaldelainformacion.com/contenidos/2006/julio/8.pdf>
- Herrán-Páez, E. (2019). *Análisis bibliométrico de la producción científica colombiana (2003-2015)*. [https://doi.org/10.3145/colombia\\_scimago](https://doi.org/10.3145/colombia_scimago)
- Medina, L. C., Mejías, C. O., & Pérez, G. C. (2017). Características de la producción científica de la Revista INVI en la era SciELO, 2009-2016. *Biblios*, 67(67), 42-55. <https://doi.org/10.5195/biblios.2017.348>
- Mendoza, F. R. (2016). La gentrificación en los estudios urbanos: una exploración sobre la producción académica de las ciudades. *Cadernos Metrópole*, 18(37), 697-719. <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2016-3704>
- Moreno-Toledano, L. A. (2015). *Complejidad, transdisciplinariedad y proyecto: Alcances y estrategias para el diseño en el siglo XXI* (Universidad de las Américas Puebla). Recuperado de: [http://caterina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/dct/moreno\\_t\\_la/](http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/dct/moreno_t_la/)
- OCDE. (2002). *Manual de Frascati. Medición de las actividades científicas y tecnológicas. Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental*. Paris: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- Parra, C. (2004). Apuntes sobre la investigación formativa. *Educación y Educadores*, 7, 57-77. Recuperado de: <http://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/54>
- Peralta González, M. J., Maylín, G. F., & Gregorio Chaviano, O. (2015). Criterios, clasificaciones y tendencias de los indicadores bibliométricos en la evaluación de la ciencia. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 26(3), 290-309. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/ics/v26n3/rci09315.pdf>
- Pérez Andrés, C., Estrada Lorenzo, J. M., Villar Álvarez, F., & Rebollo Rodríguez, M. J. (2002). Estudio bibliométrico de los artículos originales de la Revista Española de Salud Pública (1991-2000). Parte primera: Indicadores generales. *Revista Española de Salud Pública*, 76(6), 659-672. <https://doi.org/10.1590/S1135-57272002000600003>
- Price, D. J. de S. (1963). *Little science, big science*. New York: Columbia University Press.
- Sorli-Rojo, A., & Mochón-Bezares, G. (2013a). La revista "Materiales de Construcción", 2003-2012: Un análisis bibliométrico. *Materiales de Construcción*, 63(312), 613-621. <https://doi.org/10.3989/mc.2013.07513>
- Sorli-Rojo, Á., & Mochón-Bezares, G. (2014). Informes de la Construcción: un análisis bibliométrico (2007-2013). *Informes de la Construcción*, 66(536), e041. <https://doi.org/10.3989/ic.14.108>
- Sorli Rojo, Á., & Mochón Bezares, G. (2013b). Revistas españolas de arquitectura, ciencias de la construcción y urbanismo: visibilidad e internacionalidad. *BiD: textos universitarios de biblioteconomía i documentació*. <https://doi.org/10.1344/BiD2013.30.19>
- Torres-Salinas, D., Ruiz-Pérez, R., & Delgado-López-Cózar, E. (2009). Google Scholar como herramienta para la evaluación científica. *Profesional de la Información*, 18(5), 501-510. <https://doi.org/10.3145/epi.2009.sep.03>

## ¿Equidad en la dotación de espacio público en Bogotá?

### Public Space endowment equity in Bogotá?

**Julián Alberto Gutiérrez-López**

Universidad El Bosque, Bogotá (Colombia)

Grupo de investigación

Dinámicas Económicas y Administrativas

**Lina Fernanda Quenguan-López**

Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público, Bogotá (Colombia)

Grupo de investigación Análisis en Espacio Público

**Mario Andrés Betancourt-Carvajal**

Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público, Bogotá (Colombia)

Grupo de investigación Análisis en Espacio Público

**Julián Alberto Gutiérrez-López**

Economista, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá (Colombia).

Magíster en ciencias económicas, Universidad Santo Tomás, Bogotá (Colombia).

 <http://orcid.org/0000-0001-5296-0853>

julkeled@hotmail.com

**Lina Fernanda Quenguan-López**

Geógrafa, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).

Tecnóloga en gestión ambiental y servicios públicos.

Especialista en mercado y política de suelo en América Latina, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).

Estudiante, Maestría en Ordenamiento Urbano Regional, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).

 <https://orcid.org/0000-0001-8280-5782>

lfquenguanl@unal.edu.co

**Mario Andrés Betancourt-Carvajal**

Internacionalista, Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario, Bogotá (Colombia).

 <https://orcid.org/0000-0002-1812-6803>

mbetancourt@dadep.gov.co

Gutiérrez-López, J. A., Quenguan-López, L. F., & Betancourt-Carvajal, M. A. (2020). ¿Equidad en la dotación de espacio público en Bogotá? *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 18-29. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2606>



[doi.org/10.14718/RevArq.2020.2606](https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2606)

### Resumen

El acelerado crecimiento urbano genera mayor demanda en infraestructura de servicios y dotaciones. También ha modificado el espacio público de las ciudades, y en tal sentido, se espera que se distribuya de manera equitativa en la ciudad garantizando una óptima cobertura; en especial, para las poblaciones más vulnerables. El presente trabajo tiene como objetivo analizar la equidad en la distribución de espacio público en Bogotá, a partir de una caracterización, a escala local, de la pobreza (pobreza monetaria, pobreza extrema, índice de pobreza multidimensional, índice de calidad de vida y necesidades básicas insatisfechas). Adicionalmente, se analizan los indicadores de espacio público (espacio público efectivo, espacio público total y espacio público verde). Este análisis comparativo, a la luz de los conceptos de focalización, igualdad y progresividad, determina cuáles localidades presentan mayores niveles de pobreza en la ciudad, y si son las mismas que presentan mayores dotaciones en términos de inversión pública. Se establece un escenario de discusión frente a la implicación focalizada de las inversiones del gobierno local.

**Palabras clave:** calidad de vida; capital social; hábitat urbano; indicadores de pobreza; indicadores urbanos; política pública; segregación socioespacial; vulnerabilidad

### Abstract

Accelerated urban growth generates greater demand of infrastructural services and endowments. It has also modified open, public space of cities, and in this regard, it is expected to be distributed in an equitable manner within the city, thus guaranteeing optimum coverage, especially for the most vulnerable populations. This work aims to analyze equity in the distribution of open public in Bogotá, based on a characterization of poverty, by districts, and its relationship with the quality indicators of public space. This analysis determines which locations have the highest levels of poverty in the city and if those are corresponding to the biggest allocation of amenities with the highest endowments, in terms of public investment. A discussion scenario is established in the face of the focused involvement of local government investments.

**Keywords:** quality of life; social capital; urban habitat; poverty indicators; urban indicators; public politics; socio-spatial segregation; vulnerability

Recibido: febrero 14 / 2019

Evaluado: mayo 27 / 2019

Aceptado: diciembre 9 / 2019

## Introducción

El presente artículo es el resultado de la investigación *¿Equidad en la distribución del espacio público en Bogotá?*, que adelantó el Observatorio de Espacio Público de Bogotá, y la cual tiene como objetivo determinar si existe equidad en la distribución del espacio público en la ciudad, teniendo como base el principio de focalización, desarrollado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP).

El presente estudio se realiza con el fin de evidenciar si Bogotá presenta equidad en cuanto a la localización de sus espacios públicos, tomando como base el concepto de equidad desde los estudios realizados por Rawls (1971) sobre justicia e imparcialidad, partiendo, a su vez, de dos premisas de una sociedad justa: a) *el principio de igual de derecho a un esquema de libertades básicas iguales* (que requieren unos bienes sociales primarios básicos) y b) *el principio de diferencia*, el cual establece que las desigualdades económicas y sociales deben permitir la igualdad de oportunidades y el mayor beneficio de los miembros menos favorecidos de la sociedad (Rawls, 1971).

Con base en lo anterior, se puede decir que la equidad en la distribución de facilidades públicas debería conducir no a una igual provisión del servicio, pero sí, a un patrón de distribución que promueve la mayor igualdad de condiciones de acceso (Kirby, 1983). De esa forma, el presente estudio se concentra en la equidad espacial de la localización de espacios públicos, teniendo como premisa que las dotaciones deberán hacerse donde se concentra la mayor cantidad de población y donde se tengan los niveles de pobreza más altos en la ciudad.

Se toma como base el *principio de focalización*, que hace referencia a un conjunto de reglas o parámetros que permiten identificar a la población en condición de pobreza o con algún nivel de vulnerabilidad, como potenciales beneficiarios de inversiones públicas. Para este estudio se contrastan los indicadores de espacio público en la ciudad realizados por el Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público (DADEP, 2017) con los índices que normalmente son utilizados para desarrollar la focalización, a fin de verificar si la dotación de espacio público en la ciudad corresponde al desarrollo de este principio.

### La pobreza y el espacio público

El crecimiento urbano, junto con las dinámicas del proceso de globalización, ha traído consigo cambios sustanciales en los espacios urbanos, debido a transformaciones sociales, culturales y económicas. La población urbana mundial pasó de 2300 millones de personas en 1994 a 3900 millones en 2014, según cifras de Naciones Unidas (2014); esto significa que a más población, deben aumentar los servicios y las dotaciones en la ciudad, para garantizar el bienestar de los ciudadanos; además, deben estar distribuidos de la

mejor forma posible en el espacio urbano, para garantizar una óptima cobertura; en especial, la de la población más pobre. Según las Naciones Unidas (2016), hay más de 2200 millones de personas pobres en el mundo; en América Latina y el Caribe, cerca del 6% de la población vive en pobreza extrema.

Este escenario nos permite abrir diferentes interrogantes, tales como: ¿los espacios urbanos adoptan dentro de sus políticas territoriales acciones para minimizar las brechas entre ricos y pobres? Al ser un espacio que es de todos los ciudadanos, ¿qué papel juega el espacio público en el bienestar social? ¿El espacio público es un elemento que brinda equidad a los ciudadanos dentro de la ciudad? ¿Existe en la actualidad una mayor segmentación espacial dentro de las ciudades?

Para dar respuesta a los interrogantes planteados, es fundamental revisar el concepto de espacio público, al igual que su importancia para la ciudad y para el bienestar de los ciudadanos.

Existen varias visiones respecto a este concepto, y desde diferentes enfoques epistemológicos. Siguiendo a Carrión (2004), se encuentran cuatro formas de ver el espacio público: i) *la concepción del urbanismo operacional*, que lo simplifica a un remanente de las construcción privada, y cuya funcionalidad queda adscrita a la vinculación comercial y recreacional de los agentes; ii) *la concepción jurídica*, en la cual se entiende el espacio público como lo que no es privado, que es de todos y es adjudicado por el Estado; iii) *la concepción filosófica radical*, cuyo argumento al respecto es que el espacio público es donde confluyen los individuos a fin de satisfacer necesidades colectivas que van por encima de los intereses particulares, y iv) *la concepción alternativa*, que lo entiende históricamente como una parte inalienable de la ciudad y que muta en relación con ella.

Con estos enfoques, podemos decir que el espacio público es la ciudad. Siguiendo a Habermas (1993) y a Borja (2003), es el espacio donde se refleja o se materializa el poder y donde se concentra la ciudadanía. Es el espacio donde se ve reflejada gran parte de las políticas de la ciudad, mediante la conformación de las calles, los parques, las plazas y las zonas verdes. Es un espacio público entendido como un sistema, una red o un conjunto de elementos, de infraestructura, de equipamientos, de zonas comerciales que ordenan o configuran la ciudad plasmando en el espacio físico la expresión colectiva de los diferentes actores que intervienen la ciudad, y así se convierten en ese espacio principal del urbanismo (Borja & Muxi, 2001).

El espacio público, de esta forma, se convierte en un indicador de calidad urbana y de política urbanística que califica los diferentes lugares de la ciudad, tanto centralidades como periferias, para dar paso a nuevos proyectos urbanos, para renovar o suturar espacios de la ciudad.

Entendida dicha relación, es más sencillo imaginar cómo la dinámica urbana contribuye al aumento de las desigualdades sociales mediante la disminución del acceso real a las ofertas urbanas de la población más vulnerable, que queda marginada a las periferias, situación que levanta así muros reales o ficticios en la concepción de iguales como ciudadanos.

Este aislamiento influye en la calidad de vida de los individuos, debido al incremento en los costos de transporte, la disminución de las ofertas de bienes públicos y a la pérdida de identidad generada por el detrimento de la representación institucional, puesto que las “ciudades hoy son menos transitables, más inabarcables, más desconocidas, menos legibles y, por tanto, se han vuelto fuente de miedos y diferencias insuperables” (Segovia & Jordán, 2005, p. 7). Este aislamiento urbano, adicionalmente, imposibilita que los ciudadanos con menos ingresos puedan acceder a los beneficios de movilización de recursos diferentes de los que se movilizan en su entorno (Mayorga Henao & García, 2018).

Este panorama, aunque desalentador, abre un reto significativo a la política pública desde distintos frentes, pero es labor de este trabajo abarcarla desde la óptica del espacio público, ya que este juega un papel fundamental en la concepción y en el desarrollo de la calidad de vida de forma

general restableciendo identidad y generando cohesión entre los ciudadanos y su territorio.

En las ciudades donde la inversión en espacios públicos es limitada, se generan espacios públicos de baja calidad que se tornan vulnerables a aspectos como la inseguridad, lo cual genera en la ciudadanía una percepción de amenaza. Adicionalmente, los espacios públicos son los lugares donde se evidencian problemas de injusticia económica y social que generan una agorafobia urbana producida por la degradación o la desaparición de los espacios públicos integradores y protectores, a la vez que abiertos para todos (Borja & Muxi, 2001).

Como lo resalta Davis (2001), citado por Segovia y Jordán (2005), esa percepción del espacio público genera

(...) una reacción “natural” en respuesta a dicha amenaza —que eleva la cifra del temor y el miedo— es no salir, no exponerse, refugiarse en lugares privados: el auto bien cerrado, la casa bien enrejada, el barrio cerrado y vigilado, el suburbio bien alejado. (p. 10)

Esta concepción desencadena, así mismo, un círculo vicioso entre el espacio público y su concepción, que pierde así su naturaleza articuladora, integradora y generadora de identidad colectiva.

Esta percepción del espacio público también hace que las actividades de esparcimiento, diversión, consumo y socialización sean relocalizadas

Localidad	Pobreza monetaria	Pobreza extrema	Incidencia, pobreza multidimensional	Intensidad, pobreza multidimensional	ICV	Personas pobres por NBI	% de personas pobres por NBI	Personas en miseria por NBI	% de Personas en miseria por NBI
Antonio Nariño	9,5	2,4	8,8	39,6	91,8	2.845	2,6	216	0,2
Barrios Unidos	10,2	3,7	6,4	40,6	95,0	6.127	2,5	0	0,0
Bosa	23,5	5,2	18,2	40,1	89,2	37.636	6,0	0	0,0
Chapinero	9,1	6,1	4,0	39,2	96,9	3.351	2,4	0	0,0
Ciudad Bolívar	29,3	6,3	13,4	39,6	87,6	47.033	7,0	2.147	0,3
Engativá	9,0	3,2	7,6	39,7	93,8	15.273	1,7	0	0,0
Fontibón	9,1	3,4	8,3	38,9	93,2	10.842	2,9	415	0,1
Kennedy	17,4	4,9	12,0	39,8	91,8	46.457	4,4	0	0,0
La Candelaria	15,9	5,0	8,7	40,5	91,1	989	4,0	66	0,3
Los Mártires	15,6	4,6	12,6	39,7	91,9	4.285	4,3	492	0,5
Puente Aranda	12,5	5,8	8,2	41,2	93,6	6.475	2,5	508	0,2
Rafael Uribe	17,8	3,5	16,4	41,6	90,0	26.805	7,0	3.562	0,9
San Cristóbal	23,1	4,7	15,1	41,6	89,3	25.127	6,1	2.879	0,7
Santa Fe	23,2	4,6	17,4	41,3	89,1	12.169	11,6	1.457	1,4
Suba	8,1	2,3	9,5	39,3	93,2	32.610	2,8	0	0,0
Teusaquillo	4,3	3,5	1,5	38,3	97,1	815	0,5	0	0,0
Tunjuelito	15,0	2,3	10,5	39,5	90,7	7.750	3,8	625	0,3
Usaquén	9,4	3,7	5,2	38,8	95,3	14.039	2,9	584	0,1
Usme	29,1	5,3	19,1	39,0	88,3	28.217	6,7	2.360	0,6

ICV: Índice de calidad de vida; NBI: necesidades básicas insatisfechas.

Tabla 1. Indicadores de pobreza a escala de localidad.

Fuente: elaboración propia, con base en datos de la Secretaría Distrital de Planeación y la Encuesta Multipropósito 2017.

en diferentes escenarios privados, como parques, centros comerciales y gimnasios, lo cual se debe a que dichos espacios reflejan seguridad, limpieza, tranquilidad y modernismo, frente a los espacios públicos que, ya se mencionó, son catalogados como inseguros, indeseados y peligrosos.

Esta concepción genera mayores inequidades sociales, ya que el goce y el disfrute de actividades que se podían realizar en bienes de uso público son privatizadas, o su utilización ya depende de un desembolso de dinero. Actividades como jugar, trotar o caminar ya se desarrollan en entornos privados, a los cuales solo tienen acceso las personas que por su condición económica y social pueden generar el correspondiente tipo de pagos, y ello genera un sesgo en el uso y la percepción del espacio público, ligado ahora a una función comercial.

Ante los escenarios descritos, el espacio público debe ser repensado, debe plantearse como una solución, y no como un problema; debe adecuarse a las nuevas concepciones de los individuos, se debe entender la tendencia a la individualización generada por la segregación espacial y a la comunalización generada por la inclusión en redes. En palabras de Castells (2003), citado por Segovia & Jordán (2005): “somos cada día más conscientes de nuestra individualidad, pero al mismo tiempo creamos nuestras propias redes de relación que nos permiten seguir conectados y compartir intereses aunque estemos aislados socialmente” (p. 11).

En suma, el espacio público debe convertirse en un generador de capital social en los planos individual y colectivo, ya que este se alimenta de círculos virtuosos donde las vivencias positivas reafirman la cooperación, dado que en dichos espacios se presentan eventos, experiencias y circunstancias que contribuyen a generar capital social mediante la creación o el refuerzo de los sentidos simbólicos de lo que es ser ciudadano, tales como jugar fútbol con los vecinos, asistir a un concierto en una plaza o, simplemente, tomarse un café al aire libre. El espacio público es un desafío y una oportunidad para la justicia urbana, desde el ámbito local hasta el ámbito global, donde se reflejan las necesidades y los gustos de los ciudadanos.

## Metodología

Para verificar si Bogotá aplica de forma efectiva el principio de focalización para la dotación de espacio público en la ciudad, en primer momento se realizó un análisis de diferentes indicadores que dan cuenta de la pobreza y del nivel de calidad de vida de la ciudad en el ámbito de localidad (pobreza monetaria, pobreza extrema, índice de pobreza multidimensional, índice de calidad de vida y necesidades básicas insatisfechas) partiendo de la encuesta multipropósito<sup>1</sup> realizada para

<sup>1</sup> Dicha encuesta es elaborada conjuntamente por la Secretaría Distrital de Planeación (SDP) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), y su objetivo principal es obtener información estadística sobre aspectos sociales, económicos y del entorno urbano de los hogares y habitantes de Bogotá (SDP, 2015; DANE, 2014).

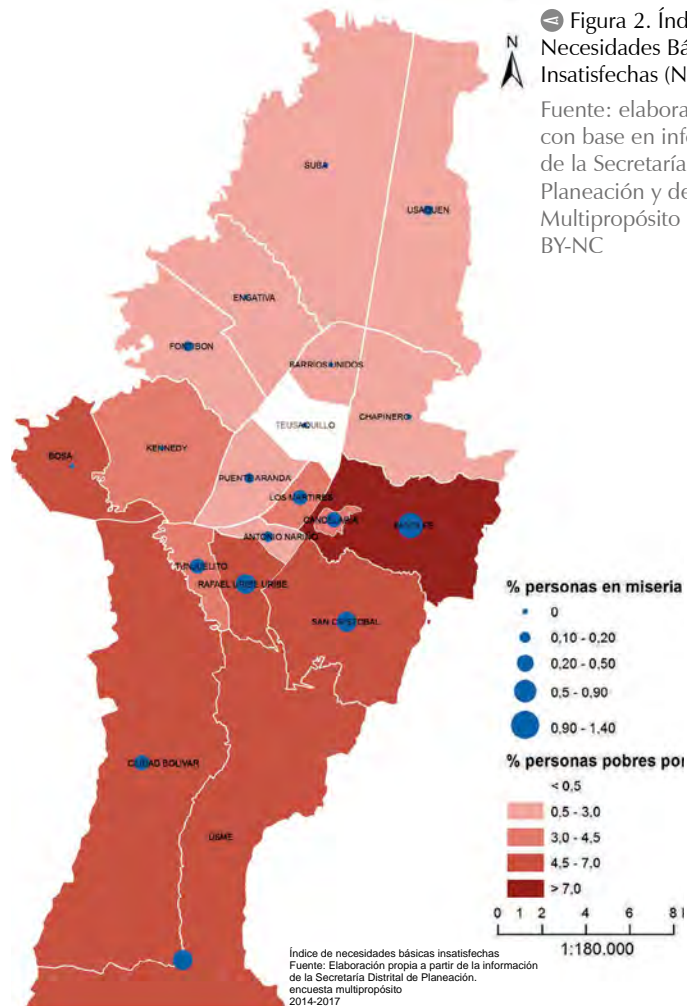
Figura 1. Pobreza monetaria y pobreza extrema por localidad.

Fuente: elaboración propia, a partir de información de la Secretaría Distrital de Planeación y la Encuesta Multipropósito 2017. CC BY-NC.



Figura 2. Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI).

Fuente: elaboración propia, con base en información de la Secretaría Distrital de Planeación y de la Encuesta Multipropósito 2017. CC BY-NC



2014. En el segundo momento se analizan los indicadores base de espacio público para la ciudad de Bogotá, espacio público efectivo, espacio público total y espacio público verde a escala de localidad, hechos por el DADEP para 2017, con el fin de evidenciar qué localidades tienen una mejor dotación de espacio público en relación con sus habitantes. De esta forma, se hace un ordenamiento a escala de localidad de los diferentes indicadores, con el fin de identificar las localidades más pobres según cada una de las diferentes medidas de pobreza; de igual forma, se genera el ordenamiento en términos de dotación de espacio público, a fin de realizar análisis de orden comparativo.

Para evaluar de forma estadística los resultados obtenidos, se desarrollaron dos métodos que permiten dar cuenta de si se aplica el principio de focalización en la dotación de espacio público en la ciudad: se desarrolló el coeficiente de correlación, donde se analizó la relación lineal entre dos variables independientes, y se hicieron diagramas de distribución; específicamente, la Curva de Lorenz, la cual es utilizada con frecuencia para plasmar la distribución relativa de una variable en un dominio determinado. Para este caso, la variable dotación de espacio público de cada localidad, en relación con el porcentaje acumulado del espacio público de la ciudad. Igualmente, se calcula de forma numérica el coeficiente de Gini, el cual es un indicador de desigualdad que mide la concentración; en este caso, la del espacio público, donde 1 es una desigualdad perfecta en la dotación, y 0, una igualdad perfecta en ella.

## Resultados

### La pobreza en Bogotá a escala de localidad

Para caracterizar la pobreza a escala de localidad, se utilizó la información de la Encuesta Multipropósito 2014<sup>2</sup>, con el grado de desagregación necesario. Para ello, se tomaron los datos por localidad de los siguientes indicadores: pobreza monetaria, pobreza extrema, índice de pobreza multidimensional, índice de calidad de vida y necesidades básicas insatisfechas. Se analizaron dichos indicadores entre sí para cada localidad, y por medio de mapas se evidenció la localización de los diferentes tipos de pobreza en la ciudad.

Los resultados de la pobreza a escala de localidad, en términos de pobreza monetaria, índice de pobreza multidimensional, índice de calidad de vida y necesidades básicas insatisfechas se registran en la tabla 1.

Es así como para la pobreza monetaria a escala de localidad, se encuentran diferencias significativas, (tabla 1, figura 1): localidades como Ciudad Bolívar y Usme presentaron porcentajes del 29,3% y el 29,1%, respectivamente; dicho porcentaje indica que de cada 10 habitantes de la localidad, aproximadamente 3 son pobres. Esta cifra representa casi 7 veces el porcentaje de la localidad de Teusaquillo, que cuenta solo con el 4,3% de pobreza monetaria, y más de 3 veces el porcentaje de Suba, que cuenta con el 8,1%.

<sup>2</sup> Dicha encuesta es la investigación más reciente en el tema para el momento de desarrollo de la presente investigación.

Figura 3. Índice de Condiciones de Vida (ICV).

Fuente: elaboración propia, con base en información de la Secretaría Distrital de Planeación y de la Encuesta Multipropósito 2017. CC BY-NC

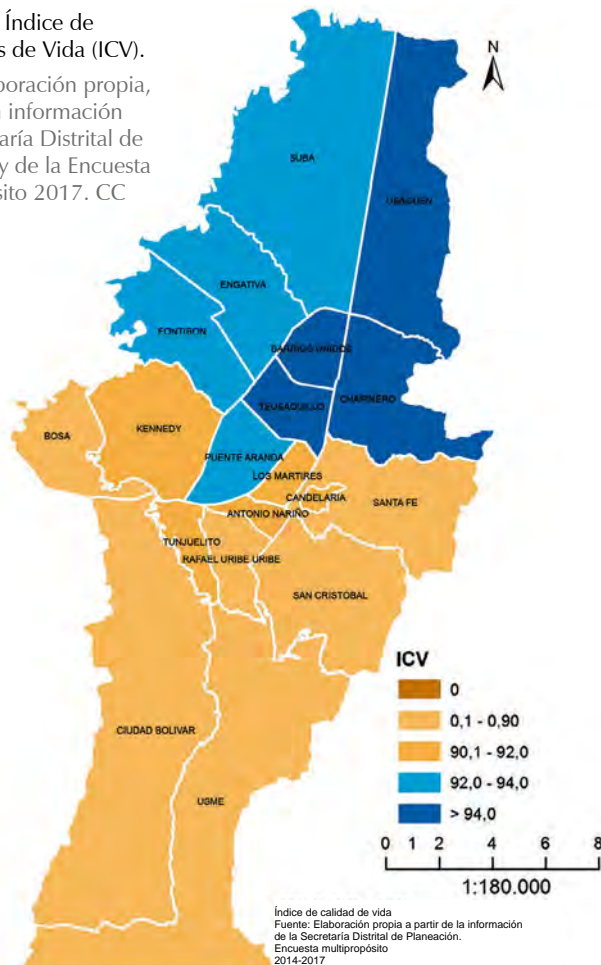
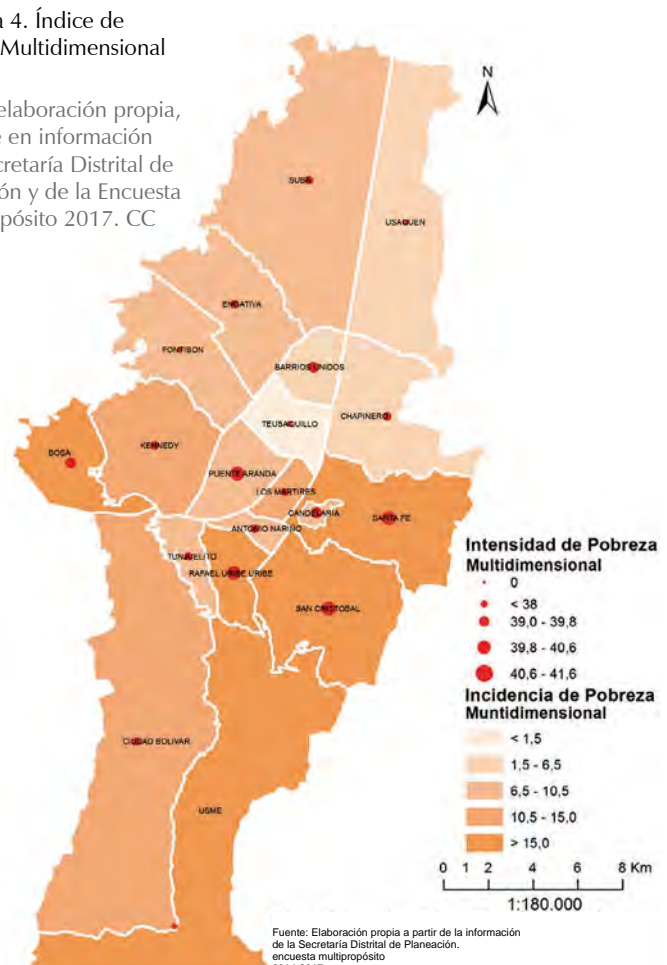


Figura 4. Índice de Pobreza Multidimensional (IPM).

Fuente: elaboración propia, con base en información de la Secretaría Distrital de Planeación y de la Encuesta Multipropósito 2017. CC BY-NC





En cuanto al análisis de pobreza extrema, según la tabla 1, se encontró que en la localidad de Teusaquillo, aunque esta presentaba el menor porcentaje de pobreza en general, dicha distinción no se da para el caso específico de la pobreza extrema, pues la localidad se encuentra en la sexta posición, con un porcentaje del 3,5%. Las localidades con menor porcentaje de pobreza extrema son Suba y Tunjuelito, con el 2,3% para ambos casos. Así mismo, las localidades con los porcentajes más altos fueron Ciudad Bolívar y Chapinero, con el 6,3% y el 6,1%, respectivamente; esto es, casi 3 veces las cifras de Suba y de Tunjuelito.

En cuanto al Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas —NBI—, (tabla 1, figura 2) las brechas entre las localidades son más pronunciadas respecto a los porcentajes de pobreza monetaria. Las localidades con menor cantidad de personas pobres por NBI fueron Teusaquillo y Engativá, con porcentajes del 0,5% y el 1,7%, respectivamente; en contraste, las localidades de Santa Fe y de Rafael Uribe presentan tasas del 1,6% y el 7%, respectivamente; o sea, 23 y 14 veces, respectivamente, el porcentaje de Teusaquillo.

Las condiciones de la localidad de Santa Fe se hacen más críticas si se analizan las cifras de las personas en condición de miseria por NBI, pues presenta un porcentaje del 1,4%, lo cual es dos veces más que la antepenúltima localidad con peor indicador: San Cristóbal.

En relación con el Índice de Condiciones de Vida (ICV), (tabla 1, figura 3) desagregado por

localidad, se pudo determinar que el promedio de las localidades es de 92 puntos. Aquellas con el peor índice fueron Ciudad Bolívar y Usme, con puntajes de 87,6 y 88,3, respectivamente (aproximadamente, 4 puntos porcentuales por debajo, en comparación con el promedio). Cabe agregar que, si bien el índice determina condiciones diferentes de los ingresos, dichas localidades también eran las que tenían los porcentajes más altos respecto al indicador de pobreza monetaria; así mismo, las localidades que se encontraron por debajo del promedio son: Santa Fe, Bosa, San Cristóbal, Rafael Uribe, Tunjuelito, La Candelaria, Antonio Nariño, Kennedy y Los Mártires.

Al comparar los resultados del ICV respecto a los resultados de la encuesta Multipropósito de 2011, se pudo evidenciar que las localidades de San Cristóbal, Usme, Tunjuelito, Bosa, Kennedy, Engativá, Suba, Barrios Unidos, Teusaquillo y Los Mártires incrementaron los puntajes de capital social básico, acumulación colectiva de bienes y acumulación individual de bienes materiales (Secretaría Distrital de Planeación [SDP], 2015, p. 200).

Por otra parte, el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM), (figura 4), arrojó un promedio de las localidades del 10,67%; aunque este índice es alto, la cifra cobró importancia al analizar detalladamente los datos, pues las dos localidades con los índices más bajos, Usme y Bosa, presentan un porcentaje doce veces más alto que la localidad de Teusaquillo.

Entre otras cosas, al analizar la intensidad de la pobreza, entendiendo esta como la cantidad

Tabla 2. Indicadores de espacio público por localidad. Fuente: elaboración propia, a partir de los datos del Observatorio de Espacio Público. Reporte técnico de indicadores de espacio público. DADEP, 2017.

Localidad	Área-EPE m <sup>2</sup>	Área-EPV m <sup>2</sup>	Área-EPT m <sup>2</sup>	EPE m <sup>2</sup> /hab	EPV m <sup>2</sup> /hab	EPT m <sup>2</sup> /hab
Usaquén	2.523.433,3	5.963.928,1	13.221.932,3	5,3	12,6	28,0
Chapinero	1.046.387,4	2.157.345,7	5.258.412,6	8,2	17,0	41,4
Santafé	864.421,3	1.091.649,7	2.795.556,9	9,0	11,3	29,0
San Cristóbal	1.405.600,4	2.820.628,6	6.450.768,3	3,5	7,1	16,3
Usme	2.113.152,5	12.684.287,8	16.080.970,5	6,3	37,6	47,7
Tunjuelito	960.097,1	2.836.099,0	4.783.946,0	5,1	15,0	25,2
Bosa	1.522.802,6	6.108.424,0	10.514.736,1	2,1	8,6	14,8
Kennedy	3.664.817,7	6.925.001,9	16.437.610,8	3,1	5,8	13,8
Fontibón	1.813.564,4	5.124.213,5	10.689.907,5	4,5	12,7	26,5
Engativá	4.945.277,5	9.393.411,0	17.618.825,9	5,7	10,8	20,2
Suba	5.117.915,6	10.630.187,6	21.348.185,6	4,1	8,5	17,1
Barrios Unidos	1.745.436,3	2.083.587,7	5.730.984,7	6,6	7,9	21,7
Teusaquillo	1.805.182,9	2.112.215,2	6.298.920,4	12,8	15,0	44,7
Los Mártires	190.908,4	203.174,5	2.382.597,4	2,0	2,2	25,3
Antonio Nariño	310.454,0	471.109,8	2.009.530,9	2,8	4,3	18,4
Puente Aranda	1.213.925,9	1.592.456,7	7.094.387,8	5,4	7,1	31,5
La Candelaria	68.373,1	103.709,1	569.659,4	3,0	4,6	25,2
Rafael Uribe	1.147.944,6	1.529.530,6	4.874.963,3	3,2	4,3	13,8
Ciudad Bolívar	2.284.928,6	6.642.789,9	11.948.089,5	3,2	9,2	16,6

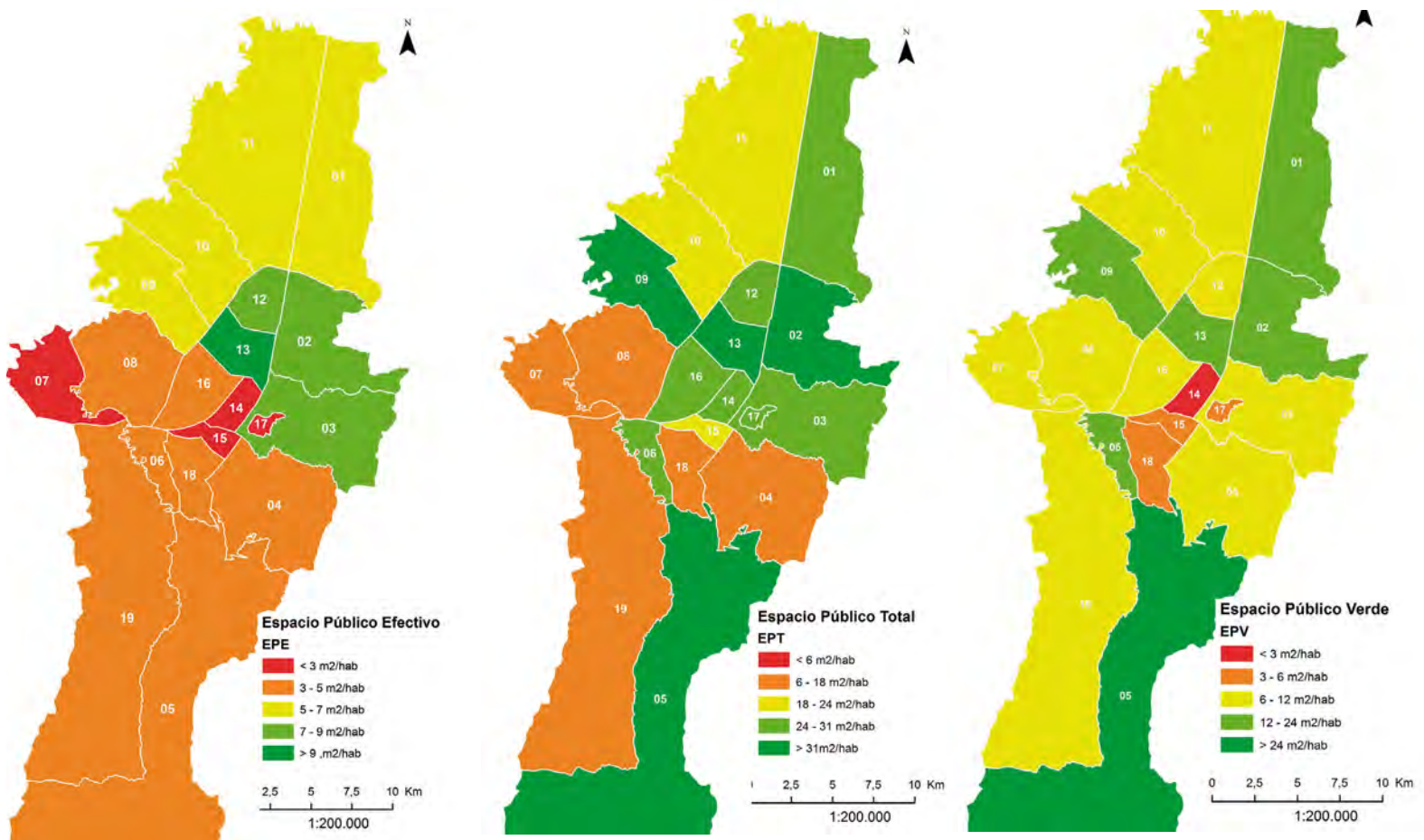


Figura 5. Indicadores de espacio público por localidad. Fuente: elaboración propia, con base en datos del Observatorio del Espacio Público de Bogotá. Reporte técnico de indicadores de espacio público (2017). CC BY-NC

promedio de carencias simultáneas que sufren las personas pobres (Morales, 2000), se encontró que dentro de las localidades, incluyendo las de menor incidencia, la intensidad es preocupante, pues la localidad de Teusaquillo mostró un puntaje de 38,3 frente a Usme, con 39, lo cual indica que las políticas de disminución de la pobreza deberían estar redistribuidas para toda la ciudad, en las diferentes escalas.

### La inequidad en la distribución del espacio público

Para analizar la distribución del espacio público a la luz del proceso de la focalización, entendiendo este como el “proceso mediante el cual se garantiza que el gasto social se asigne a los grupos de población más pobre y vulnerable” (Ley 715, 2001, art. 94; Ley 1176, 2007 art. 24), es fundamental analizar si la distribución del espacio público tiene en cuenta en su proceso de planificación dicho instrumento. Para ello, el punto de partida fue la distribución del espacio público en las localidades de la ciudad, por lo que se hizo el análisis de los indicadores base de espacio público a escala de localidad, realizados por el DADEP (2017).

El primer indicador base fue el de espacio público efectivo (EPE), y se lo define por:

$$EPE = \frac{A_p + A_{pp} + A_{zv}}{\text{habitantes}} \left( \frac{m^2}{\text{habitantes}} \right) \quad (1)$$

Donde  $A_p$  corresponde al área de parques;  $A_{pp}$ , al área de plazas y plazoletas, y  $A_{zv}$ , al área de zonas verdes.

El indicador de espacio público verde (EPV) se define por:

$$EPV = \frac{A_p + A_{zv} + A_{esp}}{\text{habitantes}} \left( \frac{m^2}{\text{habitantes}} \right) \quad (2)$$

Donde  $A_p$  corresponde al área de parques;  $A_{zv}$ , al área de zonas verdes, y  $A_{esp}$ , al área de los elementos que componen la estructura ecológica principal.

El indicador de espacio público total (EPT) se define por:

$$EPT = \frac{A_{epe} + A_{cv} + A_{esp}}{\text{habitantes}} \left( \frac{m^2}{\text{habitantes}} \right) \quad (3)$$

Donde  $A_{epe}$  corresponde al área de espacio público efectivo;  $A_{esp}$ , al área de los elementos que componen la estructura ecológica principal, y  $A_{cv}$ , al área de los componentes viales (andén, calzada, ciclorruta, separador, control ambiental y vías peatonales).

Determinadas las condiciones de cálculo de cada indicador, se presentaron los resultados a escala de localidad:

Al revisar los resultados de los indicadores de espacio público (EPE, EPV, EPT), se encontró que las localidades con menor disponibilidad de espacio público efectivo (que hace alusión a plazas, plazoletas y parques) por habitante son Bosa, Los Mártires y Antonio Nariño. Adicionalmente, de forma visual, como lo constatan los mapas de indicadores de espacio público, (figura 5, tabla 2), la zona sur cuenta con los peores indicadores

frente a la zona nororiental, que presenta indicadores ostensiblemente mejores: se destaca la localidad de Teusaquillo como un hito dentro de las localidades, ya que en ella se encuentra localizado el Parque Metropolitano Simón Bolívar. Frente al indicador de espacio público verde, se encontró que la ciudad, en general, presenta un déficit; se destacan la localidad de Los Mártires, por presentar el indicador más bajo (2,2 m<sup>2</sup>/hab), y la localidad de Usme, por tener el indicador más alto (37,6 m<sup>2</sup>/hab).

### Pobreza vs. espacio público

Al analizar las cifras mencionadas, junto con los mapas que describen las dotaciones del espacio público de la ciudad, y comparando todo ello con las cifras de pobreza, se encontraron datos interesantes en términos de desigualdad.

Al disponer las localidades en orden descendente frente al EPE, y donde 1 es la localidad que se encuentra con el mejor indicador de espacio público, y 19, la localidad con el peor indicador de espacio público, se resalta que:

- Al analizar las 3 localidades con mayor nivel de pobreza por ingresos (Ciudad Bolívar, Usme y Bosa), estas presentaron, en términos de EPE, los puestos 5, 6 y 10, respectivamente, en cuanto al indicador por área de espacio, y los puestos 14, 7 y 18, respectivamente, si se analiza por habitante. En el caso del EPV, las mismas localidades ocuparon los puestos 5, 1 y 6, respectivamente, en cuanto a dotación por área, y los puestos 9, 1 y 10, respectivamente, por habitante. En términos de EPT, finalmente, ocuparon los puestos 6, 4 y 8, respectivamente, en dotación por área, y los puestos 16, 1 y 17, respectivamente, por habitante.
- Al hacer el análisis de las 3 localidades con mayor nivel del IPM (Usme, Bosa y Santa Fe), se encontró que, en términos de EPE, dichas localidades ocuparon los puestos 6, 10 y 16, respectivamente, en dotación por área, y los puestos 5, 18 y 2, respectivamente, si se analiza por habitante. En el caso del EPV, ocuparon los puestos 1, 6 y 16, respectivamente, en dotación por área, y los puestos 1, 10 y 7, respectivamente, por habitante. En términos de EPT, ocuparon los puestos 4, 8 y 16, respectivamente, en dotación por área, y los puestos 1, 17 y 5, respectivamente, por habitante.
- Así mismo, al analizar las 3 localidades con mayor nivel de pobreza por NBI (Santa Fe, Ciudad Bolívar y Rafael Uribe), se evidenció que, en términos de EPE, dichas localidades ocuparon los puestos 16, 5 y 13, respectivamente, en dotación por área, y los puestos 2, 14 y 13, respectivamente, si se analiza por habitante. En términos de EPV, ocuparon los puestos 16, 5 y 15, respectivamente, en dotación por área, y los puestos 7, 9 y 17, respectivamente, si se analiza por habitante.

En términos de EPT, ocuparon los puestos 16, 6 y 14, respectivamente, en dotación por área, y los puestos 5, 16 y 18, respectivamente, si se analiza por habitante.

En términos generales, se observó que las dotaciones de espacio público no están cumpliendo con los principios de focalización ni con el criterio de equidad, pues dicho principio indicaría que las localidades más pobres deberían presentar mejores indicadores de espacio público, o que, en promedio, todas las localidades deberían presentar indicadores similares por habitante.

Así mismo, es fundamental resaltar que las localidades más pobres bajan de posición en el ranking cuando los indicadores son analizados en términos por habitante, caso contrario al de las localidades con mejores indicadores de pobreza, que, al ser menos densas (figura 6), presentan mayores dotaciones si se analiza por habitante.

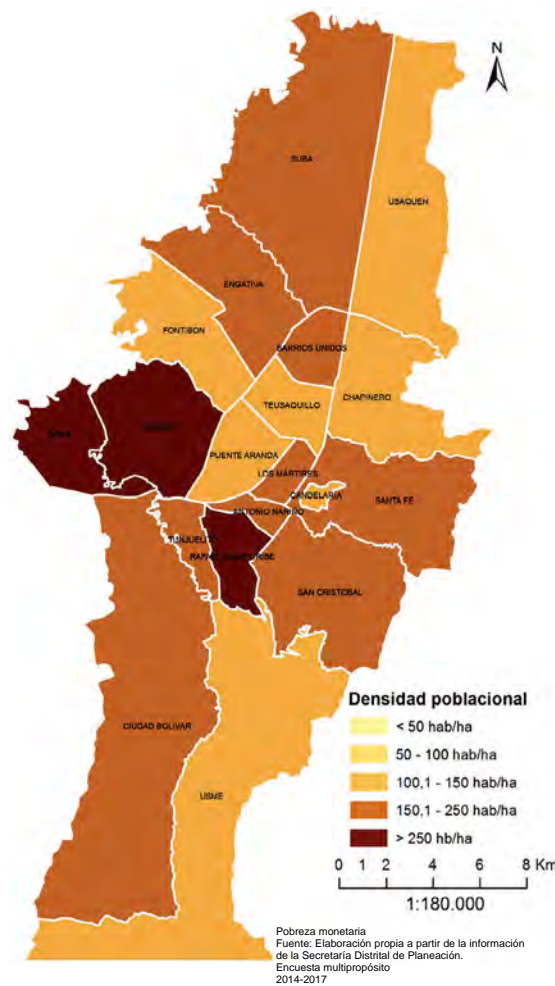


Figura 6. Densidad poblacional.

Fuente: elaboración propia, con base en información de la Secretaría de Planeación de Bogotá (2017). CC BY-NC

Tabla 3. Correlaciones pobreza y espacio público.

Fuente: elaboración propia, con información del Observatorio del Espacio Público de Bogotá. (2017) CC BY-NC

Tabla 4. Correlaciones pobreza y espacio público por habitante.

Fuente: elaboración propia, con base en información del Observatorio del Espacio Público de Bogotá. (2017) CC BY-NC

Índice	Pobreza monetaria	Incidencia, pobreza multidimensional	ICV	% de personas pobres por NBI
EPE	-0,178	-0,1187	0,1753	-0,2374
EPV	0,2181	0,2236	-0,1629	-0,0015
EPT	0,024	0,0569	0,0163	-0,1394

Índice	Pobreza monetaria	Incidencia, pobreza multidimensional	ICV	% de personas pobres por NBI
EPE m <sup>2</sup> /hab	-0,34	-0,45	0,52	-0,16
EPV m <sup>2</sup> /hab	0,24	0,12	-0,04	0,08
EPTm <sup>2</sup> /hab	-0,15	-0,30	0,38	-0,18

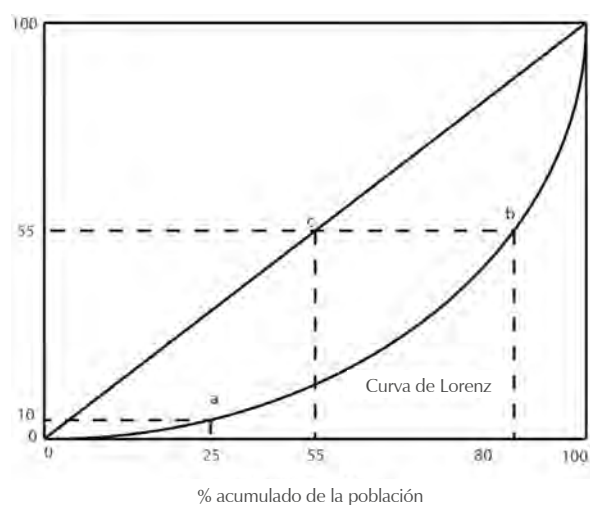


Figura 7. Curva de Lorenz.  
Fuente: elaboración propia, a partir de Medina (2001).

### Coefficiente de correlación

Con el fin de analizar con mayor profundidad el comportamiento de la dotación de espacio público en términos de  $m^2$  y de  $m^2/hab$  respecto a las cifras de pobreza, se estimó el coeficiente de correlación. Este permite analizar la relación lineal entre las dos variables independientemente de las escalas de la medida de las variables.

Si el coeficiente de correlación es cercano a 1, existe una relación positiva, lo cual indicaría que a mayor nivel de pobreza, mayor dotación de espacio público. Por su parte, si el coeficiente de correlación es de cero, no existe relación lineal entre las variables, lo que podría indicar, de manera débil, una "igualdad en la dotación de espacio público". Y si el índice de correlación es negativo, existe una relación inversa entre las variables, lo cual indica que a menor nivel de pobreza, mayor dotación de espacio público, y se podría hablar de "inequidad" en la dotación de espacio público.

Al analizar las correlaciones de las diferentes medidas de pobreza respecto a las dotaciones de espacio público (tabla 3), se encontró que para todos los índices de pobreza el índice de correlación respecto al espacio público efectivo es negativo, excluyendo el caso del índice de condiciones de vida, por cuanto este, a diferencia de los demás, es menor cuando la población es más pobre.

Al hacer nuevamente la correlación, pero ya no respecto al total de  $m^2$  de la localidad, sino a los  $m^2/hab$  (tabla 4), los índices de correlación fueron mayores en términos absolutos, aspecto que resalta lo que ya se mencionó: en las localidades pobres, al ser más densas, su déficit de espacio público se ve reforzado en términos per cápita. Respecto al indicador de EPV, este presentó resultados más alentadores en términos de focalización, pues presenta una relación débil, pero positiva, aunque muestra la misma tendencia en términos por habitante.

### La desigualdad en la distribución del espacio público

Para evaluar la desigualdad en la distribución del espacio público, se utilizaron diagramas de distribución, que permiten un análisis más detallado de la desigualdad, pues identifican unos

aspectos de forma propios de dicha desigualdad que el análisis estadístico no consigue. A partir de 1905, una de las formas más habituales para representar la desigualdad es la curva de Lorenz. En términos prácticos, esta gráfica representa el porcentaje acumulado de la variable ( $\%Y_i$ ) que es percibido o que posee un determinado porcentaje de la población ( $\%P_i$ ); este es ordenado de forma ascendente, acorde con la cantidad que dicho individuo posea de la variable (Medina, 2001).

La elaboración de la curva de Lorenz se da partiendo de  $n$  individuos ordenados de manera ascendente respecto al valor que estos posean de la variable  $Y$ . De este ordenamiento se conforman grupos de igual tamaño, llamados percentiles (los grupos más usados son: con el 10% de la población, que se llaman deciles; con el 20%, quintiles, y con el 25%, cuartiles). Por tanto, la curva de Lorenz (figura 8) muestra la relación que existe entre los porcentajes de la población y las proporciones acumuladas de la variable (Medina, 2001).

La forma como la curva muestra gráficamente la distribución está dada por la línea de equidad perfecta. Dicha curva, de  $45^\circ$ , se formaría intuitivamente si a cada uno de los individuos le correspondiera el mismo porcentaje de la variable, lo cual denotaría ausencia de desigualdad. Esta línea sirve como referente para delimitar (conforme a la distribución que tenga la variable) lo que se llamará área de concentración, la cual permitirá evidenciar la desigualdad y servirá como base para el cálculo de los diferentes índices.

De igual manera, indagando en la literatura en términos de desigualdad, se encuentra que la medida por excelencia para cuantificar este fenómeno es el denominado coeficiente de concentración de Gini (Medina, 2001). Dicho indicador es usado comúnmente para medir la concentración en los ingresos o en la tenencia de tierras. Por eso, mediante ponderaciones en términos de área, se tratará de medir la concentración de los espacios públicos en determinadas zonas de la ciudad.

En las figuras 9 y 10 se presentan la curva de Lorenz y los coeficientes de desigualdad, y en las tablas 5, 6 y 7, las resultantes para la ciudad de Bogotá, en términos de espacio público efectivo, EPE, espacio público verde, EPV y espacio público total, EPT.

Los anteriores indicadores evidenciaron que para los tres casos (EPE, EPV y EPT), su distribución muestra inequidades bastante altas. Para el caso del EPV, el índice de Gini es de 0,84, lo cual muestra una fuerte acumulación en el último decil. Así mismo, se encontró que las medidas de dispersión de los datos son bastante amplias; dicho fenómeno es explicable, principalmente, por la composición del indicador, pues al estar formado en el 57% por la Estructura Ecológica Principal se hace muy difícil modificar las condiciones geográficas que generan dicha desigualdad.

Respecto a los indicadores del EPE, se encontró que, si bien las medidas de desigualdad indican

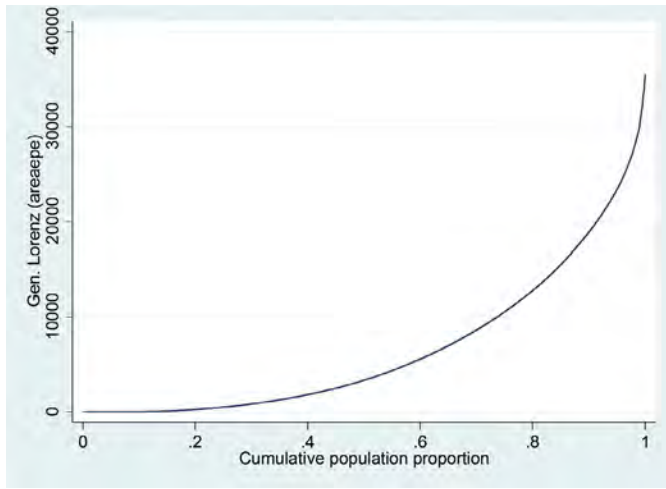


Figura 8. Curva de Lorenz de espacio público efectivo, EPE. Fuente: elaboración propia (2017). CC BY-NC

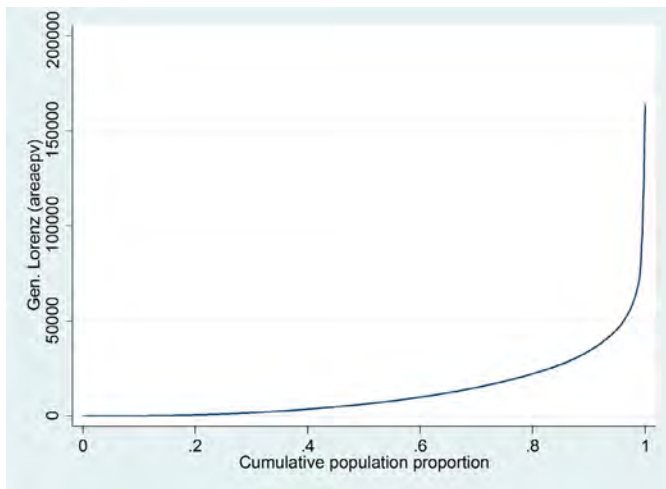


Figura 9. Curva de Lorenz del espacio público verde, EPV. Fuente: elaboración propia (2017). CC BY-NC

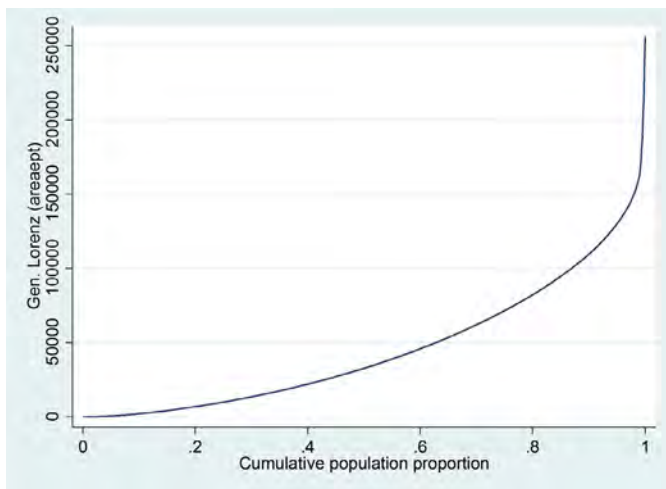


Figura 10. Curva de Lorenz del espacio público total, EPT. Fuente: Elaboración propia (2017). CC BY-NC

una alta concentración en la distribución, este es el tipo de espacio público que presenta el menor grado de desigualdad. Es importante entender que, en términos generales, las tipologías que componen dicha categoría son fundamentales para el desarrollo de las personas como ciudadanos (parques, zonas verdes, plazas y plazoletas).

En relación con el EPT, se encontró que, si bien este presenta un coeficiente de Gini más alto que el referente al EPE, al incluir en la distribución el sistema vial, presente en toda la ciudad, la desigualdad, aunque alta, es menor que

la que se presentaba debido a la Estructura Ecológica Principal. De igual manera, al evidenciar gráficamente la curva de Lorenz, se logró determinar que el sistema vial se encuentra mejor distribuido frente a los otros elementos del espacio público evaluados en el indicador de EPT a lo largo de la ciudad.

Desviación media relativa	
Coeficiente de variación	1,8537893
Desviación estándar de los registros	1,6994243
Coeficiente de Gini	0,6260355
Índice de desigualdad de Mehran	0,7788294
Índice de desigualdad de Piesch	0,5496386
Índice de desigualdad de Kakwani	0,317407
Índice de entropía de Theil	0,7923174
Desviación media del índice de Theil	0,7636223

Tabla 5. Medidas de desigualdad de área de espacio público efectivo, EPE. Fuente: elaboración propia (2017).

Desviación media relativa	0,691098
Coeficiente de variación	6,6188068
Desviación estándar de los registros	1,7033493
Coeficiente de Gini	0,8450449
Índice de desigualdad de Mehran	0,9131407
Índice de desigualdad de Piesch	0,810997
Índice de desigualdad de Kakwani	0,5848931
Índice de entropía de Theil	2,4105297
Desviación media del índice de Theil	1,6016064

Tabla 6. Medidas de desigualdad de espacio público verde, EPV. Fuente: elaboración propia (2017).

Desviación media relativa	0,4809139
Coeficiente de variación	4,2916258
Desviación estándar de los registros	1,1840011
Coeficiente de Gini	0,6445744
Índice de desigualdad de Mehran	0,7379593
Índice de desigualdad de Piesch	0,5978819
Índice de desigualdad de Kakwani	0,3475154
Índice de entropía de Theil	1,3438856
Desviación media del índice de Theil	0,8301252

Tabla 7. Medidas de desigualdad de espacio público total, EPT. Fuente: elaboración propia (2017).

## Discusión

El crecimiento urbano de Bogotá ha contribuido al aumento de las desigualdades sociales, por cuanto la dinámica urbanística ha estado formada

por procesos que han dificultado las dotaciones de espacio público. Aspectos como la ubicación geográfica en la periferia, los desarrollos no legalizados y las lógicas inmobiliarias generan asimetrías en las dotaciones de espacio público, al violar los principios de igualdad y de progresividad que estipula la Constitución.

El estudio, por medio de los análisis realizados y de los mapas, demuestra que en los principales componentes del espacio público de una ciudad (los parques, las plazas y las plazoletas, como lugares de encuentro y como lugares que van a brindar condiciones favorables para aumentar la calidad de la vida de los habitantes) no se encuentran distribuidos de forma equitativa en la ciudad, y al analizar dicho fenómeno a la luz del principio de la focalización, se encuentra que los indicadores más bajos de espacio público se encuentran en las localidades donde los indicadores de pobreza son altos.

A través de este análisis, se buscó determinar si existía equidad en la dotación de espacio público, lo cual se tornó complejo, debido a la heterogeneidad de las localidades (en términos físicos, sociales y económicos), entendiendo estas últimas como las unidades más desagregadas de las que se encontró información relevante sobre pobreza.

Al analizar la correlación entre pobreza y espacio público, se encontró que, en términos generales, estas dos magnitudes eran mayormente débiles y negativas, lo cual indica que a menor nivel de pobreza, mayor dotación de espacio público, lo cual viola la hipótesis planteada de equidad.

Igualmente, al analizar las tres localidades más pobres en términos de ingresos, IPM y NBI, para evaluar qué posición ocupan en un *ranking* ordenado de mayor a menor, en términos de la dotación de espacio público, se evidenció que estas se encuentran, en su mayoría, en posiciones donde el déficit de espacio público predomina.

Dichos resultados revelan que las dotaciones de espacio público no se encuentran focalizadas, lo cual se torna preocupante, pues prende las alarmas frente a los programas, los proyectos y las inversiones que realiza el gobierno de la ciudad para dotar el espacio urbano con equidad.

Localidades como Ciudad Bolívar, Bosa y Los Mártires cuentan con indicadores de pobreza monetaria de 29,3, 23,5 y 15,6, respectivamente, y de pobreza extrema de 6,3, 5,2 y 4,6, frente a indicadores de espacio público efectivo de 3,2 m<sup>2</sup>/hab, de 2,1 m<sup>2</sup>/hab y de 2,0 m<sup>2</sup>/hab, respectivamente. Siguiendo el principio de focalización, estas localidades deberían contar con indicadores similares a los de localidades que presentan mejores condiciones de pobreza, como la de Chapinero, que cuenta con indicadores de espacio público efectivo de 8,2m<sup>2</sup>/hab, o la de Barrios Unidos, con 6,6 m<sup>2</sup>/hab.

Las anteriores mediciones implican un reto importante para modificar las condiciones en las cua-

les se generan espacios públicos. Aunque dicha dinámica es tendencia en América Latina, en países como Colombia y en ciudades como Bogotá, donde la desigualdad de ingresos es tan notoria, se hace necesario tomar cartas en el asunto generando mecanismos para la creación de nuevos espacios, ya sea mediante una destinación de gasto que cumpla el principio de la focalización o creando mecanismos de transferencia de las zonas de cesión de zonas que se encuentran bien dotadas a las zonas más deficitarias de espacio público.

El gobierno debe, entonces, generar políticas contundentes, que garanticen la construcción de más espacio público en la ciudad, bajo el principio de la focalización, que no solo van a aumentar los niveles de calidad de vida de todos sus habitantes, sino que va a poner en marcha políticas de largo plazo que van a hacerlo posible cumpliendo con los postulados expuestos por Sen (2002) sobre la igualdad basal, de acuerdo con las creencias de nuestra sociedad, buscando una igual posibilidad de acceso y disfrute de los servicios sociales (dotaciones), y no una igual cantidad de servicios (Matallana, 2010).

Los hallazgos del estudio son consistentes con estudios realizados por la CEPAL (2010) en otras ciudades de América Latina, sobre calidad de vida y acceso a servicios públicos, en una región donde, debido a los procesos de urbanización informal, no se toman en cuenta los espacios públicos como elementos esenciales para el desarrollo urbano y la calidad de vida de los ciudadanos, lo que genera grandes brechas frente a zonas de la ciudad urbanizados de manera formal y los desarrollos informales. De igual manera, con el presente estudio se puede concluir que el espacio público en las zonas de mayor pobreza no representa una inversión para los promotores urbanos (sean formales o informales), mientras que para niveles de ingresos altos puede llegar a ser un plusvalor.

Para estudios realizados por Mayorga y García (2018), la proximidad física de los espacios de ocio cobra importancia en los contextos de expansión de la ciudad funcional, donde se deben recorrer grandes distancias para el desarrollo de actividades laborales, al igual que, en algunos contextos, para el acceso a servicios de salud, recreación y deporte. La equidad, entonces, tiene injerencia y juega un papel decisivo al momento de analizar la proximidad física, la cantidad y la accesibilidad de los espacios.

De esta forma, el presente estudio da la pauta para realizar otras investigaciones donde se pueda relacionar otras variables, además de la pobreza, frente a la equidad en la distribución de los espacios públicos en la ciudad, como las rentas generadas por la cercanía a un parque o una zona verde, o bien, estudios de origen-destino frente al acceso de actividades recreativas-deportivas.

## Conclusiones

El presente estudio permite evidenciar la necesidad de vincular, y de manera contundente, en las agendas de las políticas de la planificación de la ciudad el principio de la focalización, con el fin de garantizar el acceso a los espacios públicos a todos los habitantes de la ciudad, sin importar su nivel de ingreso, su estrato socioeconómico o su localización en la ciudad.

El ejercicio realizado por medio de la correlación y la curva de Lorenz permitió evidenciar las inequidades presentes en Bogotá respecto a la distribución del espacio público en relación con los niveles de pobreza en las diferentes localidades.

Estos resultados llevan a confirmar que la producción de espacio público ha sido mayor en las localidades donde priman las lógicas inmobiliarias de carácter privado, respondiendo a la norma impuesta por la ciudad, y que cuentan con los menores niveles de pobreza de la ciudad, lo

que genera una ciudad con condiciones de inequidad en el acceso al espacio público.

Este tipo de análisis en torno al espacio público, a la calidad de vida y a los diferentes niveles de pobreza en la ciudad resulta de interés, al evidenciar que las relaciones y las condiciones territoriales entran a jugar un papel de importancia en el bienestar de los ciudadanos, y que se han convertido en un eje de estudio importante para distintas disciplinas al realizar estudios transdisciplinarios.

Para futuras investigaciones, son necesarios análisis a una escala más detallada, debido a las particularidades que presentan las localidades de la ciudad en su interior, en todos los aspectos (sociales, económicos, ambientales). Con la nueva producción de instrumentos y la democratización de la información por medio de plataformas de libre acceso, se pueden desarrollar análisis con más detalle para la ciudad, que permitan focalizar de una mejor forma las inversiones y conocer la dinámica urbana de forma más cercana.

## Referencias

- Borja, J. (2003). *La ciudad conquistada*. Madrid: Alianza.
- Borja, J., & Muxi, Z. (2001). *El espacio público: ciudad y ciudadanía*. Barcelona: Sociedad Editorial Electa España, S. A.
- Carrión, F. (2004). Espacio público: punto de partida para la alteridad. Fabio Velásquez Carrollo. (comp.) *Ciudad e inclusión: Por el derecho a la ciudad* (pp. 55-79). Bogotá: Fundación Foro Nacional por Colombia. Fedevivienda. Corporación región. Recuperado de: [https://works.bepress.com/fernando\\_carrion/110/](https://works.bepress.com/fernando_carrion/110/)
- Castell, M. (2003 abril). *Ciudades y urbanismo en la sociedad en red*. Segunda jornada de la 5 Bienal de ciudades y urbanistas europeos, Barcelona: Generalitat de Cataluña y el Ayuntamiento de Barcelona.
- CEPAL (2010). *La hora de la igualdad: Brechas por cerrar, caminos por abrir*. Brasilia: Naciones Unidas. Recuperado de: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/13309/S2010986\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/13309/S2010986_es.pdf)
- Davis, M. (2001). *Control Urbano: la ecología del miedo*. Barcelona: La Llevir Virus Editorial.
- Departamento Administrativo de Espacio Público (DADEP) (2017). *Reporte técnico de indicadores de espacio público 2017*. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá. Recuperado de: <http://observatorio.dadep.gov.co/sites/default/files/2018/Reporte-tecnico-2-2017.pdf>
- Departamento Nacional de Estadística (DANE). (2014). *Metodología índice de pobreza multidimensional (IPM), Dirección Técnica de Metodología y Producción Estadística (DIMPE)*. Recuperado de: [http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/330/related\\_materials](http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/330/related_materials)
- Habermas, J. (1993). *The structural transformation of the public sphere. An inquiry into category of a bourgeois society*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press. Recuperado de [http://courses.ischool.berkeley.edu/i218/s15/Habermas\\_STBPS\\_1.Intro.pdf](http://courses.ischool.berkeley.edu/i218/s15/Habermas_STBPS_1.Intro.pdf)
- Kirby, A. (1983). Neglected factors in public services research: A Comment on 'Urban Structure and Geographical Access to Public Services'. *Annals of the Association of American Geographers*, 73(2), 285-295.
- Ley 1176 de 2007. *Por la cual se desarrollan los artículos 356 y 357 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones*. (27 de diciembre de 2007). DO 46.854. Recuperado de: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=28306>
- Ley 715 de 2001. *Por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias de conformidad con los artículos 151, 288, 356 y 357 (Acto Legislativo 01 de 2001) de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones para organizar la prestación de los servicios de educación y salud, entre otros*. (21 de diciembre de 2001). DO 44654. Recuperado de: [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0715\\_2001.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0715_2001.html)
- Matallana, J. (2010). *Equidad espacial en el acceso a la educación inicial en Bogotá*. Bogotá: Universidad de los Andes. Centro Interdisciplinario de Estudios sobre Desarrollo.
- Mayorga Henao, J., & García, D. (2018). Calidad de vida y acceso inequitativo al espacio público en Bogotá. *Documents D'Anàlisi Geogràfica*, 65(1), 69-92. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.436>
- Medina, F. (2001). *Consideraciones sobre el índice de Gini para medir la concentración del ingreso*. Serie estudios estadísticos y prospectivos. Santiago de Chile. CEPAL. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/4788>
- Morales R. (2000). *Métodos para medir la pobreza*. La Paz: Universidad Andina Simón Bolívar. Recuperado de: <http://www.ciess-econometrica.com.bo/index.php/publicaciones/libros/13-metodos-para-medir-la-pobreza>
- Naciones Unidas. (2014). *La situación demográfica en el mundo. Informe conciso. Serie Asuntos económicos y sociales*. New York: Naciones Unidas. Recuperado de <https://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/trends/Concise%20Report%20on%20the%20World%20Population%20Situation%202014/es.pdf>
- Naciones Unidas. (2016). *Informe de los objetivos de desarrollo sostenible 2016*. New York: Naciones Unidas. Recuperado de: [https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/the%20sustainable%20development%20goals%20report%202016\\_spanish.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/the%20sustainable%20development%20goals%20report%202016_spanish.pdf)
- Rawls, J. (1971). *Teoría de la Justicia*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Secretaría Distrital de Planeación SDP. (2015). Encuesta Multipropósito 2014: principales resultados en Bogotá y la Región. *Boletín 70*. Serie Bogotá Ciudad de Estadísticas. Bogotá. Recuperado de: [http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/boletin\\_resultados\\_encuesta\\_multiproposito\\_2014.pdf](http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/boletin_resultados_encuesta_multiproposito_2014.pdf)
- Secretaría Distrital de Planeación (SDP). (2017). *Encuesta Multipropósito 2017*. Bogotá. Recuperado de: <http://www.sdp.gov.co/gestion-estudios-estrategicos/estudios-macro/encuesta-multiproposito/encuesta-multiproposito-2017>
- Segovia, O., Jordán, R. (2005). *Espacios públicos urbanos, pobreza y construcción social*. Serie Medio Ambiente y Desarrollo 122. 52p. Santiago de Chile: CEPAL.
- Sen, A. (2002). *Economía de bienestar y dos aproximaciones a los derechos*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia, Facultad de Derecho.

# Caracterización de las tramas urbanas de la ciudad de Manizales, Colombia (1849-2017)

Characterization of urban morphology of the city of Manizales, Colombia (1849-2017)

**Tania Giraldo-Ospina**

Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales (Colombia)  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

**Luis-Ricardo Vásquez-Varela**

Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales (Colombia)  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

**Tania Giraldo-Ospina**

Arquitecta, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

Especialista en planeación urbano-regional, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

Magíster en medio ambiente y desarrollo, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

<https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=xRfauUAAAAJ>

<https://orcid.org/0000-0002-7643-8565>

tgiraldoo@unal.edu.co

**Luis-Ricardo Vásquez-Varela**

Ingeniero civil, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

Especialista en vías y transporte, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

Magíster en geotecnia, Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá.

Candidato a doctor en ingeniería automática, Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

<https://orcid.org/0000-0003-2293-7294>

<https://scholar.google.com/co/citations?user=GPo84EoAAAAJ&hl=en>

lrvasquezv@unal.edu.co

Giraldo-Ospina, T., & Vásquez-Varela, L. R. (2020). Caracterización de las tramas urbanas de la ciudad de Manizales, Colombia (1849-2017). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1). 30-43. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2669>



[dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2669](https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2669)

## Resumen

Las investigaciones sobre la evolución morfológica de las ciudades colombianas se concentran en ciudades fundadas durante la época colonial española. El objetivo de la presente investigación fue caracterizar las formas urbanas y su relación con los espacios públicos, a partir de la topografía, la transformación ambiental, los procesos de gestión urbana y los desarrollos urbanísticos entre 1849 y 2017. Mediante el uso de un sistema de información geográfica (SIG), se hizo el análisis de superposición de capas, así como el mapa de pendientes y la caracterización de laderas. Se seleccionaron 24 barrios de los 114 que tiene en total Manizales. Como resultado se identificaron 8 tipologías de tramas urbanas, diferenciadas en 5 fases de crecimiento urbano. La trama de damero y los grandes movimientos de tierra se dejaron de emplear desde mediados del siglo XX. Las tramas posteriores tratan de adaptarse a las laderas con menos modificación del terreno, pero sin reducir el riesgo geotécnico. En cuanto al espacio público, muchas de las zonas verdes son laderas con espacios residuales que no cuentan con diseño de espacio público y no permiten el uso recreativo, al contrario de áreas localizadas en topografías planas, que favorecen el uso recreativo y sin tratamientos geotécnicos.

**Palabras clave:** desarrollo urbano; ecología urbana; espacio público; gestión del riesgo; morfología urbana; ordenamiento territorial; sistema de información geográfica (SIG); transformación ambiental

## Abstract

Research on the morphological evolution of Colombian cities has focused on cities established in the Spanish colonial era. This article addresses the characterization of urban forms in Manizales and their relationship with urban spaces as of the topography, environmental transformation, urban management processes and urban development between 1849 and 2017. Through the use of a Geographic Information System (GIS), an analysis of layer overlay was carried out, as well as a slope map and a slope characterization. Twenty-four out of the 114 neighborhoods of the city were selected, identifying eight typologies of urban networks differentiated in five phases of urban growth. The checkerboard plot and the significant earthwork were discontinued since the mid-twentieth century. Subsequent urban networks try to adapt to the slopes with less terrain modification but without a reduction of the geotechnical risk. As for the public space, many of the green areas are slopes with residual spaces that do not have a public space design and do not allow recreational use, unlike areas located on flat topographies, which favor recreational use without geotechnical treatments. This interdisciplinary research becomes relevant for urban management insofar as no studies were found that integrate urban networks with slope characterization.

**Keywords:** urban development; urban ecology; public space; risk management; urban morphology; territorial ordering; geographic information system (GIS); environmental transformation

Recibido: marzo 18 / 2019

Evaluado: octubre 11 / 2019

Aceptado: noviembre 25 / 2019

## Introducción

Este artículo se deriva del proyecto de investigación URBI-SIG, vinculado al grupo de investigación Arquitectura, Medios de Expresión y Comunicación, de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales y del proyecto de investigación Indicadores de la calidad del espacio público efectivo, vinculado al grupo de investigación Gestión de la Infraestructura de Transporte y del Espacio Público. Adicionalmente, el punto de partida de la presente investigación se soportó en los resultados del trabajo con el semillero de investigación URBI-SIG.

Los estudios de investigación sobre la evolución morfológica de las ciudades colombianas se han centrado en ciudades con historias urbanas de la época colonial española, como el caso del análisis morfológico mediante superposición cartográfica de la ciudad de Ibagué, Tolima (Francel, 2017); el estudio de las formas de crecimiento urbano por periodos de estudio de Tunja, Boyacá (Hidalgo-Guerrero, 2008); la configuración de la estructura socioespacial de Ambalema, Tolima (Páez Trujillo, 2017); el caso de los cambios en la morfología urbana de Yolombó, Antioquia (Ochoa Villa, 2009), y el estudio de tramas y morfología urbanística en Cali, Valle del Cauca (Bonilla Sandoval, 1999).

En el presente artículo se explora una lectura de la ciudad de Manizales (Colombia), fundada por la migración y la colonización antioqueñas en la primera mitad del siglo XIX (1849), y la cual fue plaza fuerte y frontera en los conflictos



económicos, culturales y religiosos entre los antiguos estados de Antioquia y Cauca (Pardo Rueda, 2004; Giraldo Mejía & Mertins, 2000).

Manizales es la capital del departamento de Caldas y se localiza en el centro-occidente de Colombia, sobre la vertiente occidental de la Cordillera Central, a 2150 metros de altitud. Sus coordenadas geográficas son 5° 04' 15,3" latitud norte y 75° 30' 52,1" longitud oeste del meridiano de Greenwich (Ochoa Botero et al., 2013). La ciudad hace parte de un sistema urbano de carácter policéntrico conocido como Eje Cafetero colombiano (figura 1), integrado, además, por las ciudades de Pereira y Armenia, las cuales ejercen un dominio compartido en términos funcionales y económicos sobre centros urbanos circunvecinos de menor jerarquía (Gaviria Ríos, 2017).

El objetivo de este artículo es identificar y caracterizar las formas urbanas y la relación con los espacios públicos tomando en cuenta la topografía, la transformación ambiental y los procesos de gestión urbana vinculados a los desarrollos urbanísticos de los barrios y a las fases de crecimiento de la ciudad desde su fundación, en 1849, hasta la actualidad. Este propósito requirió el uso de un sistema de información geográfica (SIG), el cual facilitó la comprensión de la incidencia de las formas urbanas en la producción de espacios públicos y permitió la cuantificación y la caracterización de los espacios públicos según las áreas con tratamiento geotécnico (ATG).

Las formas urbanas han sido estudiadas desde diferentes enfoques y áreas del conocimiento. Alexander (2009 [1965]) planteó dos modelos de pensamiento: *malla* y *árbol*, para explicar los procesos de gestión urbana. Estos conceptos permitieron diferenciar entre *ciudades naturales*, que han sido desarrolladas de manera espontánea, y *ciudades artificiales*, concebidas desde la planificación urbana. El planteamiento de Alexander es explicado por Munizaga (1992), así: la malla es un sistema interdependiente, no jerárquico, con interconexión múltiple, y el árbol es el sistema opuesto, basado en una estructura jerárquica. Solá-Morales (1997) vinculó las formas de crecimiento urbano de los barrios, las calles, las manzanas y los edificios con los procesos de parcelación, urbanización y edificación, entendidos, en el caso colombiano, de acuerdo con la Ley 388 de 1997 (Congreso de Colombia), como actuaciones urbanísticas, o *procesos de gestión* necesarios para el desarrollo urbano.

Kropf (2017) determinó que las formas urbanas se estudian según cuatro enfoques: 1) de tipo morfológico, 2) de configuración, 3) histórico-geográfico y 4) de análisis espacial. Los dos primeros tienen su origen en los campos de la arquitectura y el urbanismo, mientras que los otros han surgido en el campo de la geografía. Las aproximaciones al tipo morfológico y al de



configuración buscan informar propósitos arquitectónicos y urbanos; principalmente, los relacionados con estructuras jerárquicas, procesos tipológicos y relación con el entorno.

En el enfoque morfológico, por su parte, se distinguen jerarquías compositivas, niveles de complejidad y formas según su posición dentro de la configuración urbana. Es posible identificar relaciones entre estos elementos, pues su capacidad de articularse y conectarse en diversas escalas define diferentes organizaciones (Alexander, 1980). Estos aspectos son expuestos por Munizaga (1992) en términos de jerarquías de organización: de control, de tecnología y de obsolescencia, las cuales se complementan con un sistema de interdependencia que permite integrar sistemas y subsistemas según el grado de complejidad de los núcleos urbanos.

En el enfoque de configuración, la forma urbana se estudia en términos de patrones geométricos, los cuales son el producto de un proceso que involucra la relación entre los habitantes y su entorno. En general, las ciudades están conformadas por los mismos elementos: calles, predios, manzanas y construcciones; sin embargo, la diversidad morfológica no se halla en los elementos, sino en la forma como se combinan generando diferentes tramas, algunas de las cuales son claramente identificables porque son tejidos urbanos singulares. Salazar Ferro (2017) considera que cuando las ciudades son organizadas con un patrón geométrico coherente de densidades, permiten orientar las decisiones de planeamiento, mientras que un carácter aleatorio confunde, no genera legibilidad y crea un caos en el patrón de uso del suelo.

Figura 1. Localización de la ciudad de Manizales en el Eje Cafetero colombiano.

Fuente: Elaboración propia (2019).

Enfoque	Conceptos	Categorías	Variables
Morfológico	Estructuras jerárquicas	Control	Tamaño de los elementos
		Jerarquías de tecnología	Escala funcional de un elemento
Configuración	Atributos o patrones geométricos	Jerarquías de obsolescencia	Ciclos de uso y durabilidad de los elementos
		Calles, predios, manzanas y construcciones	Configuraciones espaciales Combinaciones de los elementos Nivel de detalle
Histórico-geográfico	Estructura geográfica	Secuencias cronológicas de planos de la ciudad	Tiempo
		Carácter de los asentamientos Cambios del proceso de desarrollo urbano	Tipos de asentamiento
Analítico espacial	Interacciones espaciales	Niveles de resolución o escala de visualización	Algoritmos digitales para el procesamiento de imágenes Fractales Redes

Tabla 1. Síntesis de los enfoques morfológicos.

Fuente: elaboración propia, con base en Alexander (1980), Munizaga (1992) y Kropf (2017).

Los estudios histórico-geográficos buscan explicar la estructura geográfica, las secuencias cronológicas de planos de la ciudad, los patrones y el carácter de los asentamientos humanos; es decir, en ellos se estudian los cambios del proceso de desarrollo urbano a través del tiempo. Cada uno de estos aspectos difiere por el factor tiempo, porque las ciudades son el resultado de un largo proceso donde se superponen capas. La noción de palimpsesto es a menudo utilizada, porque en la ciudad se reescribe sobre lo ya escrito (Oliveira, 2016).

El enfoque analítico espacial se centra, sobre todo, en un conjunto de interacciones espaciales utilizando métodos principalmente cuantitativos, como los fractales, el procesamiento de imágenes o los análisis de redes (Kropf, 2017). Cada ciudad posee características individuales y únicas, comúnmente denominadas tipos de estructura urbana determinados por factores físicos y funcionales, lo que permite investigaciones ambientales y socioeconómicas asociadas (Voltersen, Berger, Hese & Schmuilius, 2014). Cuanto mayor sea el nivel de resolución, mayores serán el detalle de lo que se muestra y el nivel de especificidad de la descripción morfológica. En un nivel alto de resolución, el tejido puede incluir detalles como los materiales de construcción de un espacio público, y en un nivel bajo de resolución, por ejemplo, el tejido urbano solamente incluye las calles y las manzanas (Oliveira, 2016). La síntesis de estos enfoques y las variables propuestas se presentan en la tabla 1.

El enfoque de análisis espacial se caracteriza por integrar otras disciplinas mediante el uso de SIG. Algunas investigaciones que abordaron este enfoque incluyeron la ecología urbana y utilizaron técnicas basadas en el análisis de conjuntos de atributos derivados de imágenes satelitales y fotografías aéreas, para clasificar tipos de estructuras urbanas según datos de teledetección y analizar los vínculos entre los asentamientos y los proble-

mas ambientales en la ciudad de Berlín, Alemania (Voltersen, Berger, Hese & Schmuilius, 2014). Otras investigaciones incluyeron la medición de la forma urbana a escala de barrio de Dublín, Irlanda (Nedovic-Budic et al., 2016), la superposición cartográfica para la ciudad de Ibagué, Colombia (Francel, 2017) y la identificación y la clasificación de las formas urbanas de las ciudades capitales provinciales de Castilla-La Mancha, España (Prieto Medina et al., 2018).

La morfología de la ciudad es un tema de estudio complejo, porque incluye un vasto inventario de formas, que, a la vez, constituyen un todo y cambian según su aproximación desde los tejidos urbanos de una ciudad, pasando por los espacios públicos, los espacios de circulación y permanencia, hasta llegar a las manzanas, los bloques y los predios. Las formas urbanas son el resultado de políticas públicas, factores de crecimiento urbano y procesos de gestión, las cuales varían según los momentos históricos y las particularidades de cada ciudad.

En los desarrollos urbanísticos planificados, las formas pertenecientes a los procesos de parcelación y urbanización tienden a ser constantes en el tiempo; por ejemplo, el espacio público —exceptuando los casos de invasión del espacio público—, los equipamientos de transporte y las vías, los cuales forman parte de la totalidad de la ciudad, son suelos públicos, abarcan más área y requieren más tiempo para su desarrollo, mientras que las relacionadas con la edificación —es decir, los suelos privados— son más susceptibles al cambio de formas o de usos, porque dependen de las decisiones de sus habitantes, de proyectos de vida o de necesidades de inversión, como es el caso de las viviendas, y, generalmente, son unidades más pequeñas de carácter temporal.

La legibilidad urbana (Smith et al., 1999) permite comprender el lugar tanto en su forma física como en las actividades que se desarrollan en él.

Oliveira (2016) plantea que en la actualidad se elogia la diversidad de formas urbanas; sin embargo, se alerta de una tendencia a la homogenización de los paisajes urbanos. Por ejemplo, el desarrollo de los suelos suburbanos se vuelve repetitivo por la falta de mezcla de usos del suelo: uso residencial de baja densidad, espacios para estacionamientos y hogares dependientes del vehículo (Bellet Sanfeliu, 2007). En cambio, la legibilidad es notoria en tramas reticulares, porque en ellas hay puntos de referencia y están pensadas para el peatón.

En el presente artículo se utilizaron los conceptos de estructuras jerárquicas y patrones geométricos de calles, predios, manzanas y construcciones. Las interacciones espaciales se realizaron mediante análisis de superposición de capas, mapa de pendientes y caracterización de las laderas.

### **Lectura de Manizales a partir de sus formas urbanas**

La implantación de la ciudad de Manizales se caracteriza por estar en diferentes sectores de la montaña, como cimas, laderas intermedias, rellenos y vegas encañonadas, lo que ha generado un paisaje urbano con diversos patrones de ocupación y una restricción en la continuidad del tejido urbano (González-Plazas, 2009).

Los estudios en cuanto a las formas urbanas de Manizales han sido abordados desde diferentes escalas de aproximación y unidades de análisis, como los tipos de barrios representados en planos esquemáticos (Giraldo Mejía & Mertins, 2000) y las formas urbanas que surgen del paisaje periurbano montañoso (González-Plazas, 2009). Otros enfoques incluyen el de la sostenibilidad —donde las estructuras construidas hacen parte de un sistema urbano integral— (Velásquez Barrero, 2010) y el de los periodos específicos, como la historia urbana durante el siglo XX (Satzábal Villegas, 2012) y factores de crecimiento urbano usando SIG (Cifuentes Ruiz & Londoño Linares, 2010).

Se abarca la totalidad de los barrios de la ciudad según sus tramas urbanas y se definen criterios de selección para destacar algunos barrios que representan las tipologías identificadas, incluyendo los espacios públicos y las características de las laderas.

### **Metodología**

El SIG utilizado fue el programa QGIS (Quantum GIS Development Team, 2017), para lo cual se utilizaron archivos en formato *shape* (.shp) de barrios, manzanas, espacios públicos, curvas de nivel y áreas de tratamiento geotécnico, obtenidos del SIG de la ciudad. Se vinculó una base de datos realizada por Márquez Duque (2010), con información de los barrios sobre su morfología urbana, su fecha de construcción y sus procesos de gestión urbana, con variables adicionales sobre espacios

públicos y áreas de tratamiento geotécnico. Las características de estos elementos se combinaron mediante un análisis de superposición y se integraron a la base de datos.

A partir de las curvas de nivel, se realizó un modelo digital de elevación de terreno, y luego, un mapa de pendientes, para entender las formas urbanas según la topografía y la transformación ambiental sobre esta ocupación del territorio. La base de datos se actualizó, se depuró y se complementó con la información obtenida en el mapa de pendientes, lo que facilitó identificar patrones de ocupación del territorio, así como la clasificación y la caracterización de los barrios.

El inventario de espacios públicos se obtuvo del Acuerdo Municipal 958 de 2017 (Concejo de Manizales), y se consultó la cartografía oficial sobre espacios públicos (planos U-10 “Espacio Público” y U-11 “Sistema de Espacio Público”), la cual incluye las laderas ambientales urbanas. Se utilizó la base de datos relacional para describir, caracterizar y cuantificar los barrios y se intersecaron los espacios públicos con las áreas con tratamiento geotécnico (ATG).

Una vez organizada la información cartográfica, se seleccionaron las tramas que caracterizan la ciudad, las cuales se basaron en patrones según las formas urbanas, los tipos de manzanas, la distribución de sus predios y la estructura vial. También se consultó la cartografía oficial adoptada en el Acuerdo Municipal 663 de 2007 (Concejo Municipal de Manizales) sobre el suelo de protección urbana en los planos BU-63-1 “Laderas de protección”, BU-62-1 “Áreas con tratamiento geotécnico”, y AU-16-1 “Riesgo preliminar por deslizamiento urbano”, y en el Acuerdo Municipal 958 de 2017 (Concejo Municipal de Manizales), los planos D-1 “Áreas de tratamiento geotécnico” y D-2B “Pendientes naturales del terreno urbanas”.

La lectura urbana propuesta en este artículo aborda la identificación, la clasificación y la cuantificación de las tramas urbanas en la ciudad. Se identificaron tipologías de formas urbanas, como resultado de las adaptaciones topográficas, de las necesidades de sus habitantes, de las fases de crecimiento urbano y, en algunos casos, de las políticas de ordenamiento territorial, cuando fueron procesos planificados. Se agruparon los barrios según las tramas encontradas, con el fin de permitir un análisis detallado y comparativo del crecimiento urbano, la ocupación y la transformación ambiental del territorio.

En este artículo se presentan conceptos relacionados con la morfología urbana utilizada como herramienta para comprender y analizar las formas de crecimiento de Manizales según la transformación ambiental y su relación con los espacios públicos.

Trama	Barrios
Cuadrícula	Centro, Los Agustinos, San Antonio
Retícula regular	La Enea, La Sultana, Solferino
Retícula irregular	San Cayetano, El Caribe, Las Colinas
Irregular	Fátima, La Argentina, Chipre
Orgánica	El Carmen, El Nevado, Pío XII
Radial	Sancancio, La Estrella, Aranjuez
Cul-de-sac y conjuntos cerrados	Cerros de la Alhambra, San Marcel, El Trébol
Lineal	Sacatín, Villapilar, Vivienda Popular

Tabla 2. Barrios seleccionados por tramas.

Fuente: elaboración propia (2019).

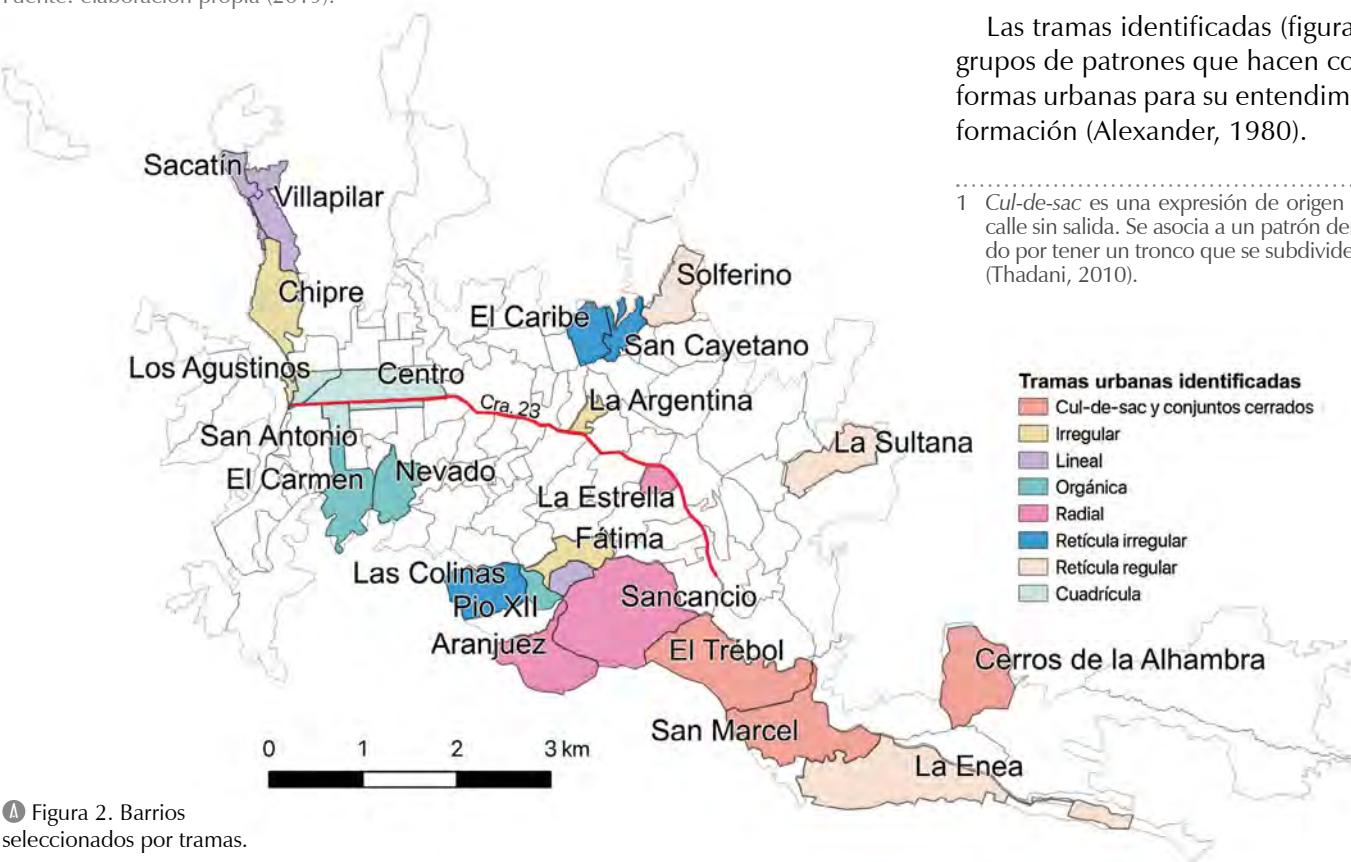


Figura 2. Barrios seleccionados por tramas.

Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 3. Trama de cuadrícula en los barrios Los Agustinos, Centro y San Antonio.

Fuente: elaboración propia (2019).

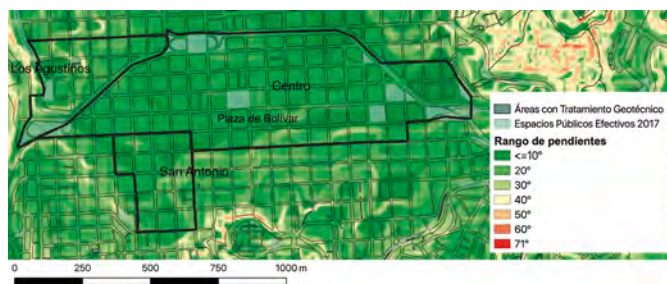
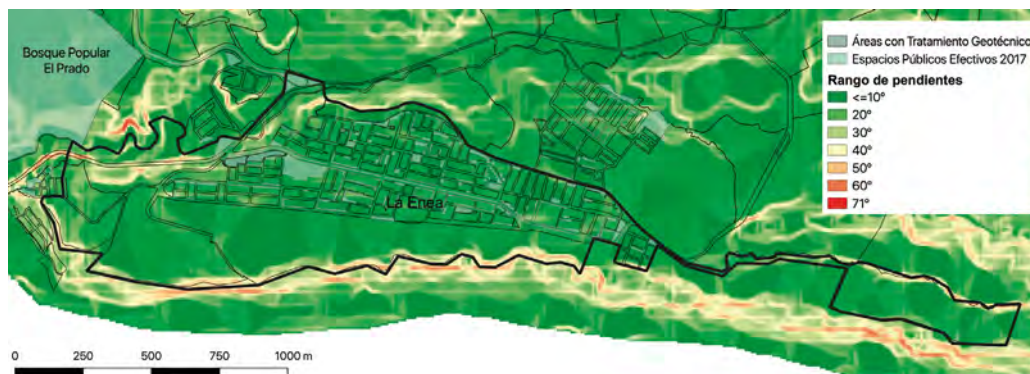


Figura 4. Trama de retícula regular en el barrio La Enea.

Fuente: elaboración propia (2019).



## Resultados

Se identificaron ocho tramas urbanas y se seleccionaron tres barrios según el tipo de trama, la relación con sus espacios públicos y la disposición de sus vías (tabla 2; figura 2). Las tramas se agruparon en tres grupos: 1) las que configuran retículas (figura 3) y se caracterizan por tener un sistema vial de interconexión múltiple sin una estructura jerárquica: *cuadrícula*, *regular* e *irregular*; 2) las tramas que no configuran retículas (figuras 4 y 5) y tienen una mayor diversidad de formas: *irregular*, *orgánica*, *lineal* y *radial*, y 3) las que no configuran manzanas (figura 4) y poseen un sistema vial jerárquico, una vía principal de la cual se despliegan vías menores: *cul-de-sac*<sup>1</sup> y *conjuntos cerrados*. Los barrios seleccionados se escogieron porque sus características morfológicas representaban mejor las tipologías encontradas.

Las tramas identificadas (figura 2) representan grupos de patrones que hacen comprensibles las formas urbanas para su entendimiento y su transformación (Alexander, 1980).

<sup>1</sup> *Cul-de-sac* es una expresión de origen francés que traduce calle sin salida. Se asocia a un patrón dendrítico, caracterizado por tener un tronco que se subdivide en pequeñas ramas (Thadani, 2010).

## Tramas que configuran retículas

### Cuadrícula

Es una retícula también conocida como *trama de damero*, y la cual usa cuadrados que varían entre 60 y 65 m en la configuración de manzanas. La primera cuadrícula corresponde al inicio de la ciudad, y es reconocida como *el Centro*. Se la localizó en el lugar menos pendiente de la cima de la montaña, mediante el corte y el relleno de la parte alta de los drenajes naturales, y en ella se reservó suelo para algunos de sus espacios públicos principales en cuadrantes completos, que en la actualidad representan los espacios públicos de carácter cívico de la urbe. La mayoría de estas manzanas cuadradas se construyeron en pendientes inferiores a 30°. Con este mismo patrón geométrico, se construyeron los barrios *San Antonio* y *Los Agustinos*, a mediados del siglo XIX, sobre una topografía moderada, lo cual obligó a la construcción de viviendas adaptadas a la ladera. Como se observa en la figura 3, el barrio *San Antonio* no posee ningún espacio público. En la ciudad solo se encuentra dicha trama en el centro fundacional.

### Retícula regular

Es una trama que usa formas regulares en la configuración de sus manzanas. Incluye formas ortogonales, triangulares y trapezoidales. Algunos de sus desarrollos urbanísticos están ligados a políticas de desarrollo urbano del Gobierno nacional para la construcción de vivienda de interés social. Los barrios seleccionados para explicar esta tipología son *La Enea*, *La Sultana* y *Solferino*, construidos durante la década de 1970.

Esta tipología es más flexible para implantarse en pendientes inferiores a 40°. La Enea (figura 4) y La Sultana (figura 5) se desarrollaron con procesos de urbanización donde se evidencia una uniformidad morfológica, mientras que en Solferino fue un proceso de agregación de viviendas diversas (figura 6). Los tres barrios configuran secciones del perímetro urbano de la ciudad. En La Enea se observa el control topográfico de la ladera norte de la quebrada Manizales.

Los barrios La Enea y La Sultana fueron concebidos como procesos expansivos de vivienda de interés social y primeras áreas de expansión urbana alejadas del centro fundacional por fuera de la estructura urbana principal (Satizábal Villegas, 2012), y aún corresponden a la periferia de la ciudad. Se destaca La Enea por la cantidad de zonas verdes, que constituyen también espacios públicos.

### Retícula irregular

Esta tipología de trama crea continuidad en sus calles a pesar de la irregularidad en la forma de sus manzanas. Ha sido utilizada en pendientes inferiores a 50°; por lo tanto, sus formas urbanas

varían de orientación según como se adecuan a las condiciones topográficas. Los barrios seleccionados para ejemplificar esta tipología son *El Caribe*, *San Cayetano* y *Las Colinas*, los cuales se caracterizan por estar delimitados por áreas de terreno con pendientes fuertes.

Los nuevos suelos destinados al uso residencial construidos en la década de 1990, como el barrio El Caribe (figura 7), cuentan con zonas verdes residuales sin diseño, en contraste con los espacios públicos concebidos para el desarrollo urbanístico de La Enea (figura 4). San Cayetano (figura 7) se caracteriza por tener un crecimiento

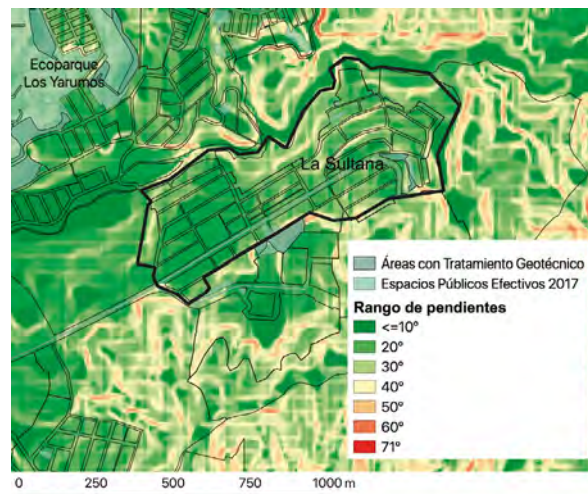


Figura 5. Trama de retícula regular en el barrio La Sultana. Fuente: elaboración propia (2019).

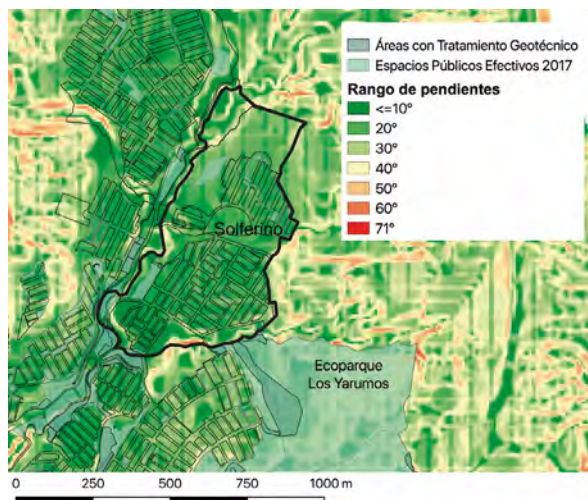


Figura 6. Trama reticular en el barrio Solferino. Fuente: elaboración propia (2019).

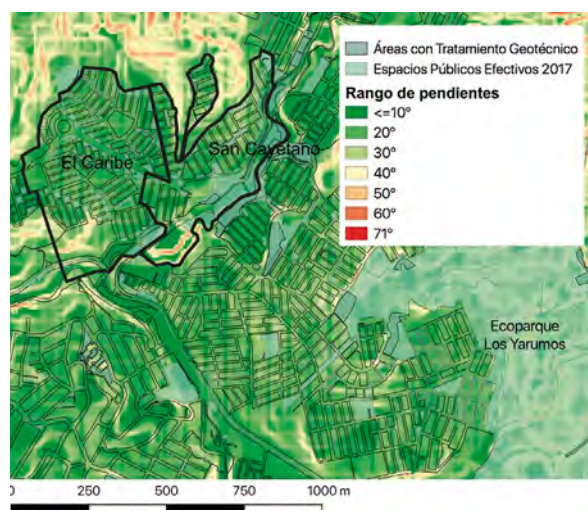


Figura 7. Trama de retícula irregular en los barrios El Caribe y San Cayetano. Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 8. Trama de retícula irregular en el barrio Las Colinas.

Fuente: elaboración propia (2019).

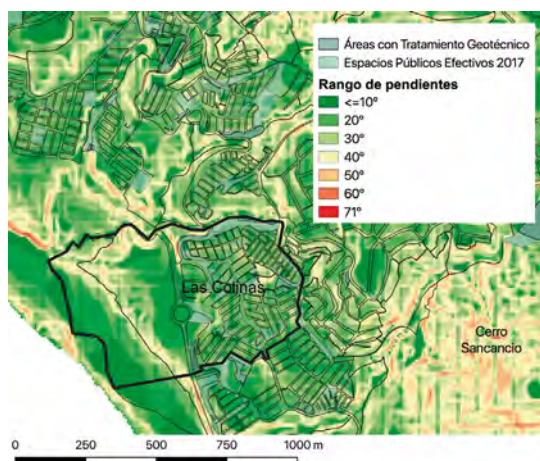


Figura 9. Trama irregular en el barrio Chipre.

Fuente: elaboración propia (2019).

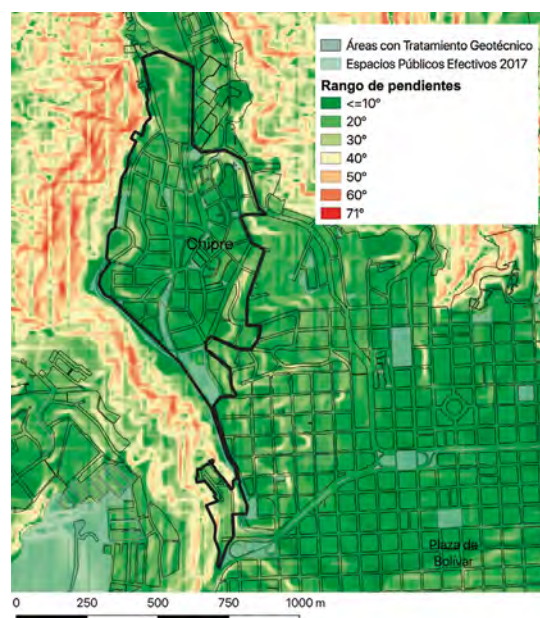


Figura 10. Trama irregular en el barrio La Argentina.

Fuente: elaboración propia (2019).

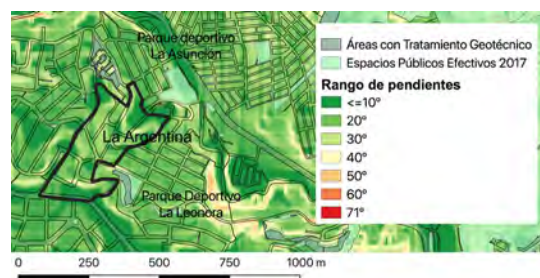


Figura 11. Trama irregular en el barrio Fátima.

Fuente: elaboración propia (2019).

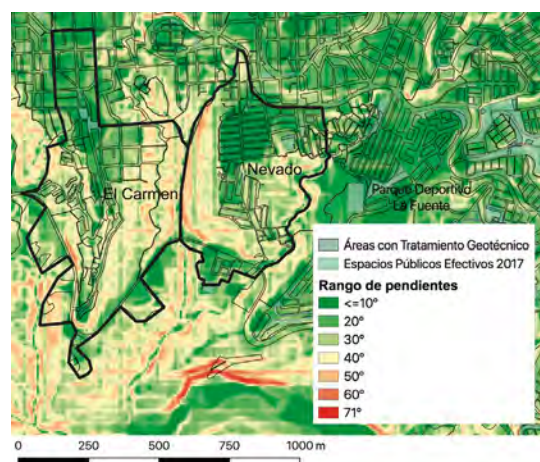


Figura 12. Trama orgánica en los barrios El Carmen y El Nevado.

Fuente: elaboración propia (2019).

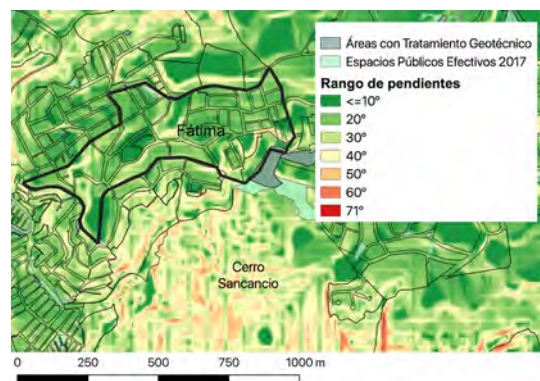


Figura 13. Trama orgánica en el barrio Pío XII.

Fuente: elaboración propia (2019).

ramificado, como un sistema dactilar, debido a las diferencias topográficas entre cada polígono urbanizado, que no permiten la integración del desarrollo urbanístico. Las Colinas (figura 8) se caracteriza por una diversidad de formas y disposición de sus manzanas con la intención de adaptarse a la ladera, con el riesgo de construir infraestructura superficialmente cimentada sobre un terreno sin preparación para recibir las nuevas cargas estructurales.

## Tramas que no configuran retículas

### Irregular

Es una trama caracterizada por una mezcla de formas y tamaños con manzanas heterogéneas. Esta trama no configura una retícula, porque sus calles son discontinuas, con diversas conexiones viales y múltiples orientaciones, las cuales generan sinuosidad en el recorrido y dificultad en la búsqueda de un lugar. Los barrios seleccionados para explicar esta tipología son *Fátima*, *La Argentina* y *Chipre*.

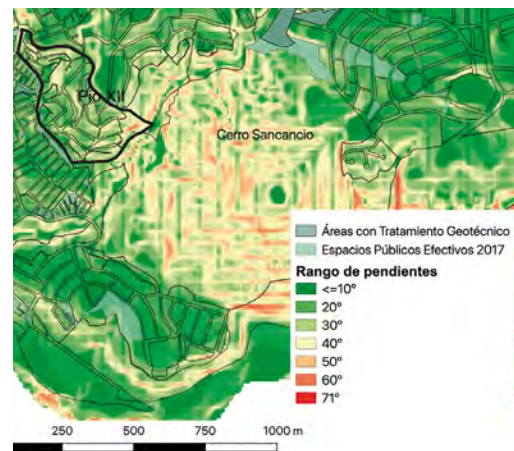
Estos barrios se caracterizan por tener visuales sobre el paisaje, debido a su implantación en la montaña o en el borde de una ladera, como es el caso de Chipre, donde se observa el cambio de pendientes en el costado oriental junto a la ladera perimetral al casco urbano (figura 9). El origen del barrio coincide con el agotamiento de suelos urbanizables con pendientes inferiores a  $20^\circ$  a lo largo de la década de 1950.

La Argentina es un barrio conformado por diez manzanas (figura 10). Aunque no posee espacios públicos, está localizado junto a dos parques deportivos: La Asunción y La Leonora.

Fátima se localiza junto al cerro Sancancio, el cual es un referente del paisaje de Manizales. Su irregularidad morfológica se debe a la adaptación al terreno. Sus manzanas se encuentran a diferentes alturas y sus calles tienen pendientes de hasta  $40^\circ$  (figura 11).

### Orgánica

Esta trama se caracteriza por tener un desarrollo urbano aleatorio, carente de simetría y sin un orden aparente, propio de las formas de crecimiento urbano espontáneo. Prevalcen las



formas cóncavas y convexas adaptadas a las condiciones de la topografía. Los barrios *El Nevado*, *El Carmen* y *Pío XII* se configuraron a través de agregación de manzanas y viviendas con un proceso de autogestión.

El Nevado y El Carmen (figura 12) revelan diferentes etapas de desarrollo urbanístico, con formas de crecimiento regulares ortogonales e irregulares y tamaños variables de viviendas. Su proximidad al centro de la ciudad evidencia algunas manzanas cuadradas y rectangulares, producto de la intervención municipal.

El barrio Pío XII se destaca por la heterogeneidad de sus formas urbanas; posee escaleras urbanas para superar la fuerte pendiente y calles estrechas, con dificultades para la movilidad vehicular. Las condiciones escenográficas del paisaje son aprovechadas para la distribución de viviendas escalonadas y desaprovechadas para la configuración de espacio público. Lo poco que hay son espacios residuales sin ningún atractivo visual, a pesar de su proximidad al cerro Sancancio, como se observa en la figura 13. La configuración de sus calles permite identificar una trama en forma de espina de pescado, adaptada a la ladera, que les genera organicidad a sus manzanas, entendida como una diversidad morfológica con formas sinuosas.

### Radial

Es una trama radiocéntrica conformada por un amplio círculo con vías radiales que emanan desde el centro, facilitan la circulación y generan

diversidad visual. Los barrios seleccionados para explicar esta tipología fueron *La Estrella*, *Aranjuez* y *Sancancio*. El barrio La Estrella (figura 14) es de fácil legibilidad, dada por la forma singular de su trazado y la diversidad de usos del suelo. Sus puntos de fuga rematan en el parque central, el cual es un nodo e hito urbano. La trama radial se caracteriza por tener variedad, al permitir opciones de ruta para el recorrido. Los elementos circundantes en los segmentos viales en forma de arco producen efecto sorpresa por la envolvente visual limitada por la curva, así como en la trama orgánica. Se resalta la configuración del barrio La Estrella, porque sus espacios públicos fueron incluidos desde el proceso de parcelación como pauta orientadora del diseño urbano.

El crecimiento del barrio Sancancio está limitado por el cerro del mismo nombre (figura 15), el cual es un punto de referencia desde cualquier lugar de la ciudad. La manzana central circular, que configura la trama radial de Sancancio, no fue destinada para espacio público: se desarrollaron edificios en altura y perdió su esencia urbana de punto central y atractivo visual. En el barrio Aranjuez no se configuró una manzana central

Figura 14. Trama radial en el barrio La Estrella.  
Fuente: elaboración propia (2019).

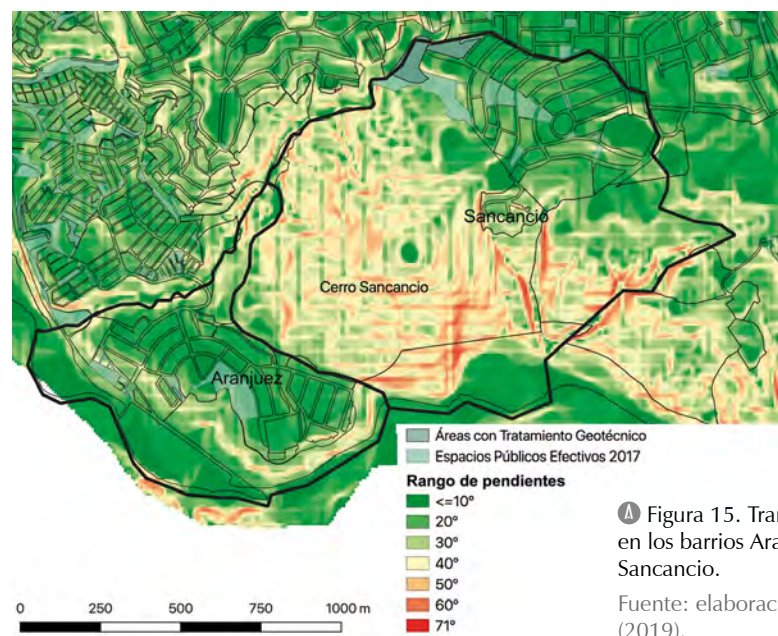
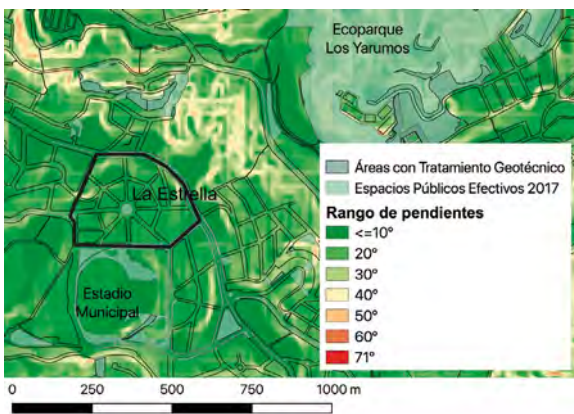


Figura 15. Trama radial en los barrios Aranjuez y Sancancio.  
Fuente: elaboración propia (2019).

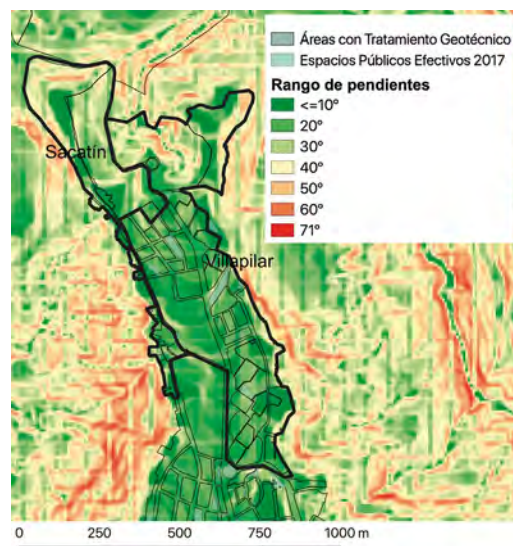
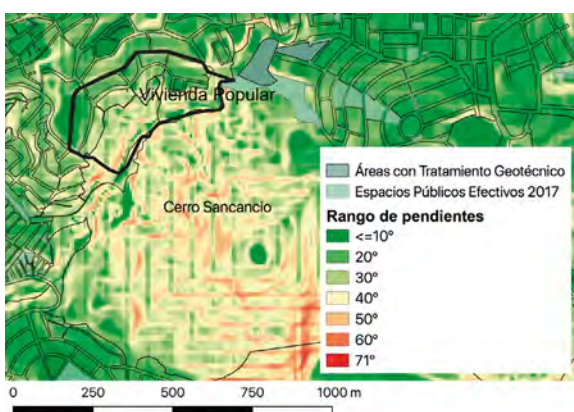


Figura 16. Trama lineal en el barrio Vivienda Popular.  
Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 17. Trama lineal en los barrios Sacatín y Vivienda Popular.  
Fuente: elaboración propia (2019).

circular ni una calle alrededor (figura 15), pero se cuenta con el parque deportivo, atractivo para toda la ciudad en cuanto a la organización de torneos de fútbol.

### Lineal

Esta trama está configurada a lo largo de los costados de una vía principal, donde se diferencian un origen y un destino, y no configura un centro. Se presenta en la cima de la continuidad del área que ocupa el Centro y se encuentra ligada a un desarrollo urbanístico a lo largo del camino. Por lo general, es el resultado de las condiciones topográficas que limitan su crecimiento; se encuentra en forma de espina de pescado, con ramificaciones o como un enrejado. Los barrios seleccionados para explicar esta tipología fueron *Vivienda Popular*, *Sacatín* y *Villapilar*, los cuales se desarrollaron en áreas distantes del centro de la ciudad y de la carrera 23. El barrio *Vivienda Popular* (figura 16) se caracteriza por tener manzanas en distintas pendientes. La configuración de las manzanas no tuvo en cuenta el valor paisajístico que representa el cerro Sancancio; dicho valor solo puede ser disfrutado desde los patios de las viviendas localizadas de espaldas al cerro.

Aunque el primer proceso de expansión urbana de Manizales, en 1944, inició de forma lineal en la cima de la actual carrera 23, también conocida como Avenida Santander, sobre esta vía no se construyeron barrios de trama lineal. De forma semejante, en la continuidad de la cima de la

ladera perimetral de Chipre se construyeron los barrios *Sacatín* y *Villapilar* (figura 17).

### Tramas que no configuran manzanas

#### *Cul-de-sac* y conjuntos cerrados

Esta trama es común en asentamientos periurbanos y suburbanos, y se asocia a dendritas o ramas de un árbol que conforman una estructura jerárquica, con calles no interconectadas. En el tejido urbano se genera discontinuidad y fraccionamientos en el territorio, porque se configuran como enclaves urbanos. El acceso a estos se ramifica en el interior en vías menores o en *cul-de-sac* (calles sin salida), que conforman polígonos amorfos, y no manzanas. La configuración de los barrios *Cerros de La Alhambra*, *San Marcel* y *El Trébol* corresponde a urbanizaciones con conjuntos cerrados destinados a viviendas de alto valor comercial.

Este tipo de trama no ofrece espacios públicos. Los lugares de encuentro están en el interior de los conjuntos cerrados y son de uso exclusivo para sus habitantes. Se desarrollan bolsas de terreno insulares que agrupan conjuntos cerrados para viviendas, y algunos, sin considerar el acceso peatonal. "Su enclavamiento físico refuerza el aislamiento y separación con el entorno, generando un territorio socialmente fragmentado" (Capron & Esquivel Hernandez, 2016, p. 147).

Los barrios *El Trébol* y *San Marcel* (figura 18) están localizados junto al Parque Bicentenario, también conocido como el Bosque Popular, que es un gran espacio público construido en la segunda mitad del siglo XX, a partir de la transformación de un club campestre privado, y antecede a la construcción de estos barrios. La disposición de los predios en el barrio *Cerros de La Alhambra*, (figura 19) obedece al diseño de la vía sinuosa que se desarrolla a lo largo de la pendiente. Las viviendas de este barrio se localizan en distintos rangos de pendientes que oscilan entre 10° y 30°.

### Tramas según fases de crecimiento urbano

Los factores que influyeron en la conformación de las diferentes tramas y su producción de espacio público varían según la topografía, la implantación urbana y el tipo de ciudad propuesta, acorde con los momentos históricos de la ciudad. Se pueden definir cinco fases de crecimiento, según Rivera Pabón (2013), para la ciudad de Manizales, por analogía con las ciudades vecinas de Pereira y Armenia, con las cuales conforma un sistema que surgió del proceso de colonización agraria, relacionado con la caficultura, de la zona central andina de Colombia durante el siglo XIX:

- **Colonización agraria e instauración del modelo de desarrollo cafetero (1849-1930):** durante este periodo se promueve el poblado urbano producto de la colonización agraria, y, a su vez, la implementación del modelo de desarrollo agroexportador cafetero.

Figura 18. Trama *cul-de-sac* y conjuntos cerrados en los barrios *El Trébol* y *San Marcel*. **Nota:** se presentan los predios, en ausencia de manzanas definidas en esta trama. Fuente: elaboración propia (2019).

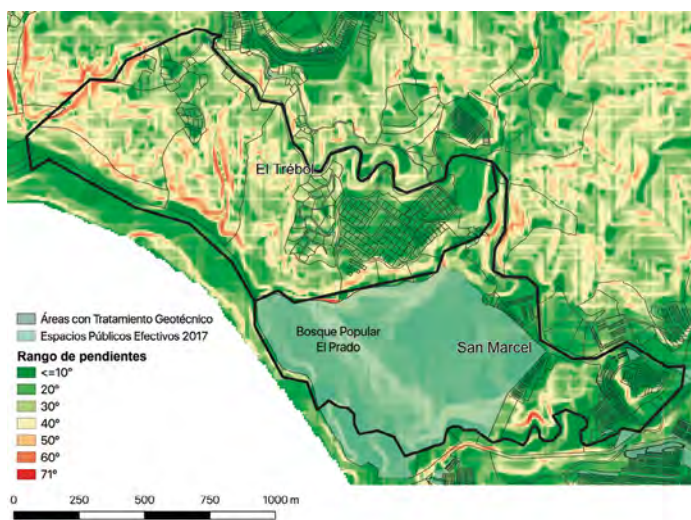
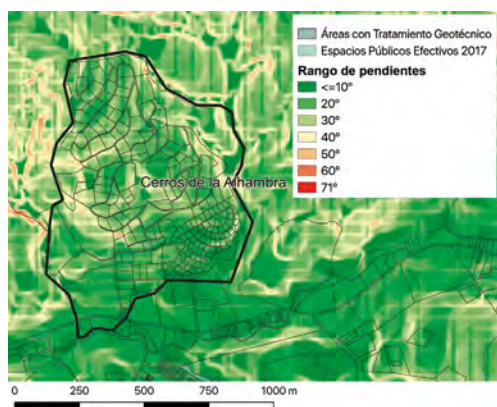


Figura 19. Trama *cul-de-sac* y conjuntos cerrados en el barrio *Cerros de La Alhambra*. **Nota:** se presentan los predios, en ausencia de manzanas definidas en esta trama. Fuente: elaboración propia (2019).





Fases de crecimiento	Cuadrícula	Retícula regular	Retícula irregular	Irregular	Orgánica	Radial	Cul-de-sac y conjuntos cerrados	Lineal	Subtotal	%
Anteriores a 1930	5	0	0	0	0	0	0	0	5	4%
	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	
1930-1950	3	1	3	1	2	0	0	2	12	11%
	25%	8%	25%	8%	17%	0%	0%	17%	100%	
1951-1970	0	4	8	7	8	1	0	3	31	27%
	0%	13%	26%	23%	26%	3%	0%	10%	100%	
1971-1993	0	9	14	9	0	1	0	1	34	30%
	0%	26%	41%	26%	0%	3%	0%	3%	100%	
1994-2018	0	9	7	8	0	1	4	3	32	28%
	0%	28%	22%	24%	0%	3%	13%	9%	98%	
Total	8	23	32	25	10	3	4	9	114	100%
	7%	20%	28%	22%	9%	3%	4%	8%	100%	

Tabla 3. Número de barrios por tramas y fases de crecimiento.

Fuente: elaboración propia (2019), con base en información obtenida de Márquez Duque (2010).

Fases de crecimiento	Cuadrícula	Retícula regular	Retícula irregular	Irregular	Orgánica	Radial	Cul-de-sac y conjuntos cerrados	Lineal
Anteriores a 1930	Centro Los Agustinos							
1930-1950	San Antonio		Las Colinas		El Carmen			Sacatín
1951-1970				Chipre Fátima	El Nevado Pío XII	La Estrella		Vivienda Popular
1971-1993		La Enea La Sultana Solferino	San Cayetano	La Argentina		Aranjuez		Villapilar
1994-2018			El Caribe			Sancancio	Cerros de la Alhambra El Trébol San Marcel	

Tabla 4. Barrios seleccionados en el estudio, organizados por fase de crecimiento y por tipo de trama.

Fuente: elaboración propia (2019).

- **Modernización local (1930-1950):** consolidación del sector agrario e incursión de emprendimientos industriales. Se inicia un proceso de diferenciación socioespacial: por un lado, un crecimiento espontáneo con tramas orgánicas, y, por otro, “el desarrollo de un sector de élite, que presenta innovaciones en su división parcelaria, morfología urbana y diseño arquitectónico” (Rivera Pabón, 2013, p. 255).
- **Periodo de La Violencia y migración campo-ciudad (1950-1970):** el crecimiento urbano de esta época estuvo acompañado de un aumento poblacional de origen campesino, lo que incrementó la diferenciación socioespacial.
- **Bonanza cafetera y desarrollismo (1970-1990):** el crecimiento de la ciudad está acompañado de “altos niveles de productividad del sector agroindustrial cafetero” (Rivera Pabón, 2013, p. 300). También hubo atracción de nuevos pobladores y desarrollos urbanos en la periferia de la ciudad.
- **Apertura económica (1990-2018):** el crecimiento urbano de esta época se caracteriza por un proceso de desconcentración y

relocalización suburbana de usos residenciales, industriales y equipamientos colectivos, lo que generó un carácter disperso de funciones urbanas. También se incrementa el desarrollo de conjuntos residenciales cerrados y de centros comerciales.

Los 114 barrios de la ciudad se caracterizan según las 5 fases de crecimiento y las 8 tramas urbanas identificadas (tabla 2). La sumatoria de las tramas en cada periodo corresponde a la forma de presentación de resultados propuesta por Bonilla Sandoval (1999) para el estudio de la morfología de la ciudad de Cali (Colombia).

A partir de 1950, el proceso de ocupación del suelo se intensificó, el área urbanizada aumentó y surgieron las formas espontáneas correspondientes a tramas orgánicas. El crecimiento urbano a partir de la fase de apertura económica, en 1990, produjo un aumento del 28% del total de barrios, 4 de los cuales pertenecen a urbanizaciones cerradas localizadas en la periferia.

En la segunda mitad del siglo XX no se volvieron a utilizar las manzanas de forma cuadrada propias de la cuadrícula, tal como se evidencia

en las fases de crecimiento (tabla 3). Debido a la total ocupación de los suelos menos pendientes del territorio, la expansión urbana posterior se realizó en diferentes sectores de la montaña, como lo establece González-Plazas (2009). A partir de 1970 no se volvió a utilizar la trama orgánica; el aumento poblacional de origen campesino sucedió entre 1950 y 1970, correspondiente ello con el periodo de La Violencia y de la migración campo-ciudad (Rivera Pabón, 2013), donde se establecieron los nuevos habitantes de origen campesino, quienes definieron espacialmente las áreas que luego configuraron barrios como El Carmen, El Nevado y Pío XII. Los 24 barrios seleccionados se organizaron según las fases de crecimiento y las tramas identificadas, lo que permite observar la aparición de los barrios a lo largo de la historia urbana de la ciudad (tabla 4).

### Ocupación y transformación ambiental del territorio

El mayor número de espacios públicos y de áreas con tratamiento geotécnico de la ciudad se concentra en los barrios con tramas irregular, de retícula regular y de retícula irregular, los cuales suman el 70% de los 114 barrios de Manizales (figura 20).

Se resalta cómo la trama que tiene menos áreas con tratamiento geotécnico es la cuadrícula, pero debe tenerse en cuenta que los tratamientos geotécnicos reportados en la documentación oficial corresponden a obras de estabilidad de laderas, mientras que el área fundacional de la ciudad se hizo mediante el lleno y la intercep-

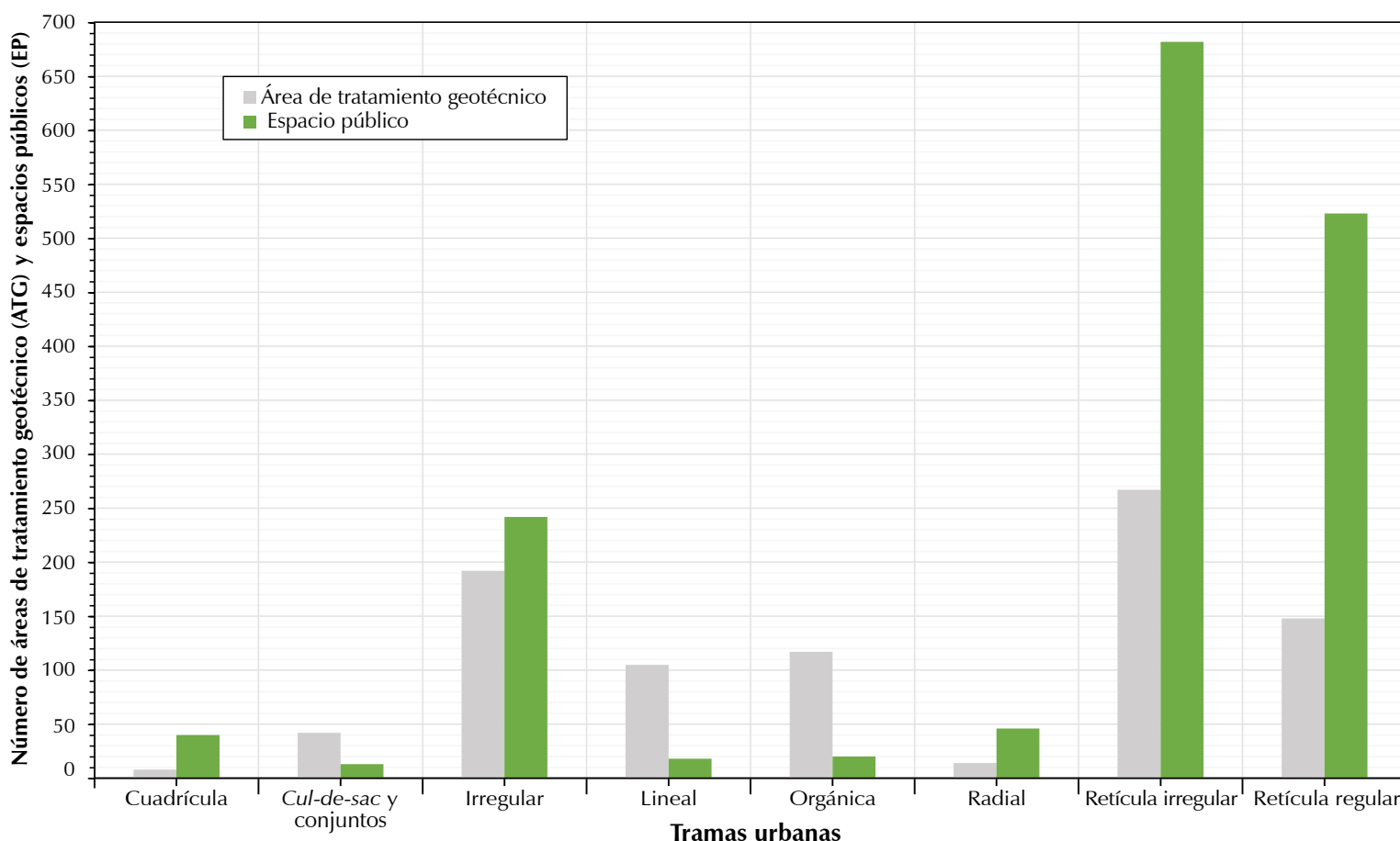
ción de drenajes naturales. El estado de dichos rellenos al cabo de las décadas amerita una valoración tanto o más rigurosa que la de las laderas en la cuales se enfoca la gestión del riesgo de la ciudad.

Muchas de las zonas verdes de la ciudad son laderas, incluyen arborización en franjas de amoblamiento, islas de vegetación y taludes con y sin tratamientos geotécnicos y separadores viales. Además, son espacios residuales, no cuentan con diseño de espacio público y no permiten el uso recreativo por sus pendientes; al contrario de ciudades localizadas en topografías planas, donde se favorece el uso recreativo y no hay tratamientos geotécnicos.

Según el Acuerdo Municipal 958 de 2017 (Concejo de Manizales), las *laderas urbanas* cumplen funciones de conectividad y paisajísticas, incluyen relictos boscosos y pendientes superiores a los 40°, que permiten moderar movimientos en masa, inundación o avenidas correccionales. En 2017, algunas laderas urbanas ya incluían áreas con tratamiento geotécnico para la estabilización de taludes y otras correspondían a espacios públicos. Además, en el mencionado acuerdo se propuso aumentar el espacio público recuperando laderas urbanas mediante obras de bioingeniería y reforestación, las cuales se clasifican actualmente como suelo de protección y prestan servicios ambientales colectivos, y pasarían a ser elementos constitutivos naturales del espacio público. Si bien las zonas verdes y las laderas urbanas recuperadas contribuyen a aumentar el espacio público, no permiten el uso recreativo ni la permanencia en el lugar por su pendiente.

Figura 20. Número de Áreas de Tratamiento Geotécnico (ATG) o espacios públicos por trama para 2017.

Fuente: elaboración propia, con base en la información obtenida de los archivos *shapes (.shp)* de áreas con tratamiento geotécnico y espacio público a 2017 de la Alcaldía Municipal de Manizales.



Laderas urbanizadas	Laderas perimetrales al casco urbano (áreas de interés ambiental)	Laderas de protección ambiental
Centro, La Estrella, San Antonio	Chipre, Los Agustinos, Sacatín, Sancancio	Cerros de la Alhambra, Aranjuez, El Caribe, El Trébol, Fátima, La Argentina, La Enea, La Sultana, Las Colinas, El Nevado, Pío XII, Vivienda Popular, San Cayetano, San Marcel, Solferino

Por lo general, en las condiciones predominantes del terreno en la ciudad de Manizales las áreas de tratamiento geotécnico corresponden a elementos para la estabilización de taludes y laderas, tales como sistemas de drenaje superficial y subterráneo, elementos de ingeniería tradicional como muros de contención, anclajes y pantallas, y elementos de bioingeniería como cercos vivos, trinchos y otras medidas de recuperación de la cobertura vegetal. En consecuencia, las áreas de tratamiento geotécnico tienen muy poca flexibilidad para adaptarse a otros usos tanto por su morfología, incompatible con los requerimientos de los usuarios en términos de accesibilidad y confort, como por el riesgo implícito, que ha sido mitigado, pero no eliminado, con la construcción de las obras.

En algunos casos, las áreas con tratamiento geotécnico aportan al beneficio general de todos los habitantes de la ciudad, como es contribuir a la estabilización de una vía, mientras que otras solo benefician a los habitantes de un sector específico. El riesgo geotécnico afecta por igual a los desarrollos de bajo valor económico, como los asentamientos informales, pero también a los conjuntos cerrados de alto valor.

Los 24 barrios seleccionados se analizaron según el mapa de pendientes realizado por los autores y las características de las laderas determinadas en la cartografía oficial sobre el ordenamiento territorial (tabla 5). De forma general, se pueden clasificar las laderas como: 1) *urbanizadas* (sin suelos de protección), 2) *perimetrales al casco urbano* (limitantes de la expansión urbana y áreas de interés ambiental) y 3) *de protección ambiental*. El concepto de *ladera urbanizada* es propuesto por los autores, pues el ordenamiento territorial solo trata explícitamente de las laderas correspondientes a suelos de protección.

Las laderas de protección ambiental presentan características geológicas y geotécnicas de interés como alta pendiente, presencia de agua, evidencia de movimientos antiguos o activos de diferente tipo y antecedentes de inestabilidad con pérdidas humanas y materiales; en consecuencia, no se permite ningún tipo de intervención antrópica en dichas laderas, salvo las enfocadas en garantizar su estabilidad y la preservación del recurso biótico, paisajístico y cultural.

Los barrios Sacatín, Las Colinas, Vivienda Popular, Pío XII, El Nevado y Solferino presentan riesgo alto por deslizamiento, tal como aparece

en el plano AU-16-1 del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de 2007. Según los planos consultados, el Centro no ha tenido necesidad de tratamiento geotécnico, y en los barrios La Estrella y San Antonio se han realizado obras específicas de estabilidad, según plano 07-BU-62-1 del POT de 2017. Solo en el barrio San Antonio hay un registro de un proceso erosivo conforme al plano D-2E del POT de 2017.

En el caso del Centro, es necesario reiterar que el riesgo geotécnico del sector y algunas áreas aledañas está asociado a la estabilidad de los rellenos sobre los cuales fueron construidos cubriendo los drenajes naturales y eliminando las laderas y su cobertura natural. Otros barrios, como Villapilar, La Sultana y Palermo (no considerado en el presente estudio), también se construyeron sobre modificaciones similares del terreno (Correa Calle, 2015).

Manizales es una ciudad planificada con diferentes contribuciones, y algunas son producto de la espontaneidad propia de asentamientos informales, lo que ha generado un equilibrio entre unidad y diversidad que brinda características atractivas en términos morfológicos. A pesar de los esfuerzos institucionales por aumentar espacios públicos, aún existen 15 barrios carentes de estos: 20 de Julio, Arenillo, Bella Montaña, Cerros de La Alhambra, Colón, Estrada, Galán, La Argentina, Maltería, Morrogacho, Sacatín, San Antonio, San Ignacio, Sierra Morena y Zona Industrial.

Los barrios de origen público o mixto fueron desarrollados por urbanizaciones, con tramas reticulares principalmente; la práctica planificadora privilegió el uso de la retícula, mientras que los barrios de autogestión fueron desarrollados por agregación de manzanas y viviendas con tramas orgánicas e irregulares, principalmente. La aparición de nuevas tramas, como los *cul-de-sac* y los conjuntos cerrados, son una respuesta a los cambios que ha tenido la ciudad: la generalización del modo privado de transporte, el aumento de la densidad urbana y el incremento de áreas urbanizadas de uso residencial.

## Discusión

La investigación sobre morfología urbana con sistemas de información geográfica y variables cuantitativas permite diferenciar las formas urbanas a través de métodos objetivos y concisos basados en resultados numéricos (Prieto Medina et al., 2018; Nedovic-Budic et al., 2016; Volterzen et al., 2014). El procesamiento de imágenes

Tabla 5. Barrios seleccionados agrupados según las características de las laderas.

Fuente: elaboración propia (2019).

Nota: elaboración con base en la tabla 1. Laderas de protección ambiental del Plan de Ordenamiento Territorial Componente Urbano y en el Cuadro 2. Laderas perimetrales al casco urbano (Acuerdo Municipal 663 de 2007. Artículo 144.

digitales y los métodos automatizados de cálculo de densidad, la mezcla de usos del suelo y la distribución espacial permiten desarrollar investigaciones interdisciplinarias donde se vinculan áreas del conocimiento como la ecología urbana, la geotecnia y la gestión de riesgos, entre otras. Las contribuciones clave de estos métodos consisten en la inclusión de la vegetación, de las pendientes, del confort térmico y de otras características naturales. Una limitación de este tipo de enfoques morfológicos es la baja resolución de los resultados, porque esta no es adecuada para toda una ciudad y requiere pequeñas unidades de análisis; sin embargo, puede ser una ventaja para visualizar detalles como calles, manzanas y predios. El método desarrollado por los autores, basado en la superposición de tramas, pendientes y caracterización de laderas, permitió entender la ocupación del territorio con su diversidad de formas urbanas. La aplicación de este tipo de métodos requiere disponibilidad de información confiable y depurada; si es posible, de carácter oficial. Es de particular importancia desarrollar bases de datos detalladas sobre eventos (deslizamientos) o características geotécnicas del terreno (rellenos), que son de interés como determinantes del desarrollo de los diferentes tipos de tramas urbanas. Las tramas de tipo *cul-de-sac* y conjuntos cerrados son susceptibles de procesos geotécnicos que se desarrollan dentro de espacios privados, lo cual impide la oportuna intervención de recursos públicos antes de que los procesos alcancen dimensiones suficientes para afectar infraestructura de interés general.

Los resultados obtenidos en cuanto a la caracterización de la ciudad según sus tramas urbanas y el mapa de pendientes y laderas proporcionan una base para revisar la gestión urbana a escala de barrio, determinar los lugares potencialmente adecuados para espacios públicos y comprender cómo la forma y las condiciones físicas de la ciudad deben ser consideradas en la configuración de las futuras tramas; de hecho, el resultado de este ejercicio ilustra el potencial del análisis multicriterio sobre sistemas de información geográfica en estudios a pequeña escala, cercanos al análisis puntual, contrario al postulado acerca de su conveniencia en estudios regionales (Chowdhury, Flentje & Bhattacharya, 2010).

Los estudios sobre caracterización morfológica de ciudades colombianas son escasos, y no se hallaron investigaciones que integraran las formas urbanas con la caracterización de pendientes. Por esto, cobran relevancia las investigaciones interdisciplinarias, pues contribuyen a la comprensión y la gestión de los procesos de desarrollo urbano. Los diferentes enfoques morfológicos concuerdan en que la ciudad se puede leer y analizar a través de sus formas urbanas; lo que cambia son los conceptos, las categorías y las variables por tener en cuenta.

## Conclusiones

La caracterización urbana propuesta en este artículo privilegia la comprensión por unidades o fragmentos urbanos como un ámbito ideal para un análisis, contrario a la concebida desde un plan urbanístico general, que aborda la totalidad de una ciudad. La unidad espacial del barrio es una alternativa para destacar las particularidades de las ciudades.

Los autores consideran relevante el estudio simultáneo de la transformación ambiental del suelo con simulaciones según los proyectos de desarrollos urbanísticos. Este tipo de estudios es subvalorado, y, en consecuencia, se generan problemas ambientales tanto en los desarrollos urbanísticos planificados como en los no planificados. En el caso de Manizales, se plantea la dicotomía entre la intersección de drenajes y laderas, para urbanizar formas reticulares y regulares, o adaptarse al terreno generando formas discontinuas con problemas de conectividad y espacios públicos residuales.

La relación entre la trama y la condición económica es evidente en las formas de crecimiento espontáneo con procesos de autogestión correspondientes a tramas orgánicas, con procesos de autogestión y configuraciones a partir de agregaciones de manzanas y viviendas, mientras que las formas de crecimiento planificado corresponden a procesos de urbanización y están principalmente ligadas a las tramas reticulares. La tendencia a aislar los barrios de altos ingresos en conjuntos cerrados es notoria en las zonas periféricas de la ciudad; además, aumenta los efectos de la segregación socioespacial y de la fragmentación urbana.

La diversidad del paisaje de Manizales se ve reflejada en la variedad de formas urbanas, que van desde una trama de damero de origen hispanoamericano hasta tramas radiales. El damero y los grandes movimientos de tierra asociados se dejaron de emplear desde mediados del siglo XX. Las tramas posteriores tratan de adaptarse al terreno existente, lo cual no implica la reducción del riesgo geotécnico que reemplaza la incertidumbre en la estabilidad a largo plazo de grandes rellenos sobre líneas de drenaje, por el corte de laderas naturales susceptibles a la erosión y a la inestabilidad por factores naturales (sismo, lluvia) y antrópicos. La propuesta del concepto de ladera urbanizada amplía el espectro de opciones de investigación sobre las condiciones actuales o pasadas de la ciudad y la transformación ambiental del territorio.

## Agradecimientos

Se agradece la colaboración de los estudiantes del Semillero de Investigación URBI-SIG, de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.

## Referencias

- Acuerdo Municipal 663 de 2007 (Concejo Municipal de Manizales). Por medio del cual se revisa el Plan de Ordenamiento Territorial de Manizales. (13 de septiembre de 2007).
- Acuerdo Municipal 958 de 2017 (Concejo Municipal de Manizales). Por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial. Documento Técnico de Soporte. Componente Urbano. (2 de agosto de 2017).
- Alcaldía de Manizales. (10 de noviembre de 2019). *Shape de barrios, manzanas, predios, espacios públicos, curvas de nivel y áreas de tratamiento geotécnico*. Manizales, Caldas, Colombia.
- Alexander, C. ([1965] 2009). La ciudad no es un árbol. Ciudades para un futuro más sostenible. *Architectural Forum*, 122(1), 58-62 (Part I); 122(2), 58-62 (Part II). Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n40/acale.es.html>
- Alexander, C., Ishikawa, S., & Silverstein, M. et al. (1980). *Un lenguaje de patrones. Ciudades. Edificios. Construcciones*. Colección Arquitectura/Perspectivas. Editorial Gustavo Gili S.A.
- Bellet Sanfeliu, C. (2007, agosto 1). Los espacios residenciales de tipo privativo y la construcción de la nueva ciudad: visiones de privativa. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, XI(245 [08]). Recuperado de: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-24508.htm>
- Bonilla Sandoval, R. (1999). Tramas viales y morfología urbanística en Cali. *Cuadernos CITCE*. Serie Investigaciones No. 1. Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- Capron, G., & Esquivel Hernández, M. (2016). El enclave urbano, lógica socioespacial de la periferia urbanizada y sus efectos sobre la segregación residencial y la fragmentación urbana. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 25(2), 125-149. <http://dx.doi.org/10.15446/rcdg.v25n2.54720>
- Chowdhury, R., Flentje, P., & Bhattacharya, G. (2010). *Geotechnical Slope Analysis*. The Netherlands: CRC Press/Balkema.
- Cifuentes Ruiz, P., & Londoño Linares, J. (2010). Análisis del crecimiento urbano. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Colombia. *Gestión y Ambiente*, 13(1), 53-66. <http://www.bdigital.unal.edu.co/27526/1/25384-89307-1-PB.pdf>
- Correa Calle, O. (25, 26 y 27 de mayo de 2015). Investigación Geotécnica, Geología Urbana y Mapa de Rellenos. *Simposio Interdisciplinar sobre Adaptación y Gestión Local del Riesgo de Desastres. El Estado del Arte, la práctica de la gestión y la experiencia de Manizales*. Manizales: Gestión del Riesgo Manizales - Colombia. Recuperado de [http://www.gestiondelriesgomanzales.com/Documentos/Presentaciones/19\\_Invest\\_Geotecnica\\_OscarCorrea.pdf](http://www.gestiondelriesgomanzales.com/Documentos/Presentaciones/19_Invest_Geotecnica_OscarCorrea.pdf)
- Francel, A. (2017). La superposición de cartografía histórica como método de análisis morfológico y toma de decisiones urbanísticas. Ibagué, Colombia, 1935-2016. *URBE. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 9(2), 293-313. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-3369.009.002.a010>
- Gaviria Ríos, M. (2017). Configuración espacial de la formación urbana regional del Eje Cafetero colombiano. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 26, 155-170. <http://dx.doi.org/10.15446/rcdg.v26n1.56666>
- Giraldo Mejía, H., & Mertins, G. (2000). Manizales/ Colombia: Una típica ciudad mediana andina. *Espacio y Desarrollo*, (12), 143-156. Recuperado de: <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/8093/8387>
- González-Plazas, J. L. (2009). Estado actual de la periurbanización y el hábitat periurbano en Manizales (Colombia). *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 2(3), 92-123. Recuperado de <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cvyu/article/view/28104>
- Hidalgo-Guerrero, A. (2008). El papel de la vivienda en la configuración urbana de las periferias: caso de Tunja-Colombia 1907-2007. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 1(1), 12-43. Recuperado de: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cvyu/article/view/5481>
- Kropf, K. (2017). *The Handbook of Urban Morphology*. Italia: Wiley.
- Ley 388 de 1997 (Congreso de Colombia). *Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones* (18 de julio de 1997). Diario Oficial No. 43.091. Recuperado de: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=339>
- Márquez Duque, L. F. (2010). Hábitat y planificación urbana: instrumentos para la planificación del hábitat a la escala del barrio: ciudades intermedias - caso Manizales (tesis de Maestría en Hábitat. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales). Recuperado de <http://bdigital.unal.edu.co/1809/1/luisfelipemarquezduque.2010.pdf>
- Munizaga, G. (1992). *Diseño urbano. Teoría y método*. Santiago, Chile: Universidad Católica de Chile.
- Nedovic-Budic, Z., Jan Knaap, G., Shahumyan, H., Williams, B., & Slaev, A. (2016). Measuring urban form at community scale: Case study of Dublin, Ireland. *Cities*, 55, 148-164. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2016.02.014>
- Ochoa Villa, C. (2009). Cambios en la morfología urbana de Yolombó, un pequeño asentamiento en las montañas de Antioquia, Colombia. *Cuadernos de Geografía. Revista Colombiana de Geografía*, (18), 143-162. <https://doi.org/10.15446/rcdg.n18.13034>
- Ochoa Botero, M. I., Patiño Zabala, J. C., López Rivera L. F., Arroyave Arrubla, S., Vásquez Muñoz, J. L., & Rueda Franco, O. A. (2013). Estructura Ecológica Principal de Manizales. Grupo HTM, Alcaldía de Manizales, CORPOCALDAS.
- Oliveira, V. (2016). *Urban morphology. An introduction to the study of the physical form of cities*. Portugal: The Urban Book Series. Springer.
- Páez Trujillo, D. (2017). Evolución geohistórica de la morfología urbana de Ambalema, Tolima, Colombia. *Revista Perspectiva Geográfica*, 22(2), 137-158. <https://doi.org/10.19053/01233769.5956>
- Pardo Rueda, R. (2004). *La historia de las guerras*. Bogotá, Colombia: Vergara.
- Prieto Medina, P., Romero de Ávila Serrano, V., Moyano Enríquez de Salamanca, A., Solís Traperó, E., & Coronado Tordesillas, J. (2018). Identificación, clasificación y análisis de las formas urbanas en ciudades medias: aplicación a las capitales provinciales de Castilla-La Mancha. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 38(1), 87-112. <http://dx.doi.org/10.5209/AGUC.60470>
- Quantum GIS Development Team. (2017). *Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project*. Recuperado de: <http://qgis.osgeo.org>
- Rivera Pabón, J. A. (2013). *Proceso de urbanización y agentes urbanos en Pereira, Colombia*. Tesis Doctoral. Doctorado en Geografía, Planificación Territorial y Gestión Ambiental. Barcelona: Universidad de Barcelona. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10803/132907>
- Salazar Ferro, C. (2017). Comprender para incidir: análisis y proyecto en la ciudad durante la segunda mitad del siglo XX. Colección Construcción de lo público 03. Bogotá, Colombia: Universidad de Los Andes.
- Satizábal Villegas, A. E. (2012). *Armenia, Pereira y Manizales: Reseña histórica de su desarrollo urbano durante el siglo XX*. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/63239/7/9789587613049.pdf>
- Smith, G., Alcock, A., Paul, M., Bentley, I., & McGlynn, S. (1999). *Entornos vitales: Hacia un diseño urbano y arquitectónico más humano. Manual práctico*. Barcelona: Gustavo Gili S.A.
- Solá-Morales, M. (1997). *Las formas de crecimiento urbano*. Barcelona: Ediciones UPC.
- Thadani, D. (2010). *The language of towns & cities. A visual dictionary*. New York: Rizzoli.
- Velásquez Barrero, L. S. (2010). *El BioManizales. Manual de Bioarquitectura y Biourbanismo*. Manizales, Colombia: Blanecolor Ltda. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5191/>
- Voltersen, M., Berger, C., Hese, S., & Schullius, C. (2014). Object-based land covermapping and comprehensive feature calculation for an automated derivation of urban structure types at block level. *Remote Sensing of Environment*, 154, 192-201. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2014.08.024>



# Comprensión del territorio para la construcción de apropiación e identidad en el municipio de Soacha

Understanding the territory for the construction of appropriation and identity in the Municipality of Soacha

Andrea Bibiana Reyes-Guarnizo

Universidad La Gran Colombia. Bogotá (Colombia)

Facultad de Arquitectura, Programa de Arquitectura

Reyes-Guarnizo, A. (2020). Comprensión del territorio para la construcción de apropiación e identidad en el Municipio de Soacha. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1). 44-57. <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2651>

Arquitecta, Universidad Piloto de Colombia. Bogotá (Colombia).

Especialista en gestión ambiental urbana, Universidad Piloto de Colombia. Bogotá (Colombia). Magíster en educación, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá (Colombia).

<https://scholar.google.com/citations?user=Tmco2hMAAAJ&hl=es>

<https://orcid.org/0000-0002-0434-8464>

[andrea.reyes@ugc.edu.c](mailto:andrea.reyes@ugc.edu.c)



[dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2651](http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2651)

## Resumen

El crecimiento demográfico del municipio de Soacha (Colombia) genera un impacto urbano y ecológico que propicia la disminución del sentido de pertenencia y de arraigo entre sus habitantes; por ello, se busca reconocer cuáles son las experiencias que los diferentes actores involucrados tienen sobre el municipio. La presente investigación tiene un enfoque cualitativo, donde se analizan los Planes Nacionales de Desarrollo (PND) entre 1970 y 2012, a la luz del crecimiento urbano, las características históricas y las políticas de gobierno. Se aplicaron encuestas y ejercicios de cartografía social, con lo que se evidenciaron los contrastes entre las percepciones del municipio por parte de sus habitantes, caracterizadas por la indiferencia hacia lo público y la agresividad hacia el medio ambiente. Se trabajó con un grupo focal a través de una estrategia de reconocimiento del territorio. El resultado permitió analizar cómo la construcción del territorio depende de la interacción de los grupos sociales con el entorno físico; de esta manera, se construyen relaciones de apropiación que realzan rasgos identitarios, y ello es fundamental para fomentar un cambio en la percepción de dichos grupos sobre el municipio y suscitar interés en continuar reconociendo el territorio.

**Palabras clave:** crecimiento urbano; desarrollo urbano; imaginarios urbanos; percepción urbana; políticas públicas; segregación urbana.

## Abstract

The demographic growth of the municipality of Soacha (Colombia) generates an urban and ecological impact that leads to a decrease in the sense of belonging and roots among its inhabitants. Therefore, it was sought to identify the perceptions that the different actors involved had about the municipality. This research had a qualitative approach, where the National Development Plans (PND, for its Spanish acronym) between 1970 and 2012 were analyzed, in the light of urban growth, historical characteristics and government policies. Surveys and social mapping exercises were applied, which evidenced the contrasts between the perceptions of the inhabitants about the municipality, characterized by indifference towards the public sphere and aggressiveness towards the environment. The project worked with a focus group through a territory recognition strategy. The result allowed to analyze how the construction of the territory depends on the interaction of social groups with the physical environment. In this way, appropriation relationships that enhance identity traits are built, and this is essential to foster a change in the perception of those groups about the municipality and arouse interest in continuing to recognize the territory.

**Keywords:** Urban growth; urban development; urban imaginary; urban perception; public politics; urban segregation.

Recibido: marzo 6 / 2019

Evaluado: mayo 7 / 2019

Aceptado: agosto 15 / 2019

## Introducción

El presente artículo hace parte de los resultados de la investigación *Valoración e influencia del proceso de urbanización en Soacha entre 1970-2012*. El marco conceptual de este proyecto considera tanto los imaginarios colectivos como la apropiación del territorio dentro del recorrido que se hace sobre las transformaciones urbanas del municipio de Soacha, del departamento de Cundinamarca, en Colombia. El proyecto de investigación, trabajo que se desarrolló desde 2012, se inscribe en el grupo de Diseño y Gestión del Hábitat Territorial, de la Universidad La Gran Colombia. Este proceso investigativo contó con la asesoría técnica de la Corporación Ambiental Caminando el Territorio, con quienes se desarrollaron talleres comunitarios.

Soacha es uno de los municipios con mayor densidad poblacional en el departamento de Cundinamarca, con un crecimiento demográfico acelerado.

[...] la tasa de crecimiento poblacional intercensal fue de 9,77% entre 1973-1985; 8,58% entre 1985 - 1993 y de 3,7% entre 1993 - 2003. El crecimiento de la cabecera en los respectivos períodos fue 13,1%, 9,4% y 3,9% [...] El crecimiento de Soacha ha llevado a una urbanización caótica en la que la provisión de servicios públicos y la planificación urbana se dificultan. Esta situación se agrava debido a la proliferación de urbanizadores piratas y al bajo desarrollo político del municipio. (Cámara de Comercio de Bogotá, 2005)

Tanto el crecimiento demográfico como el urbano afectan el sentido de pertenencia, por cuanto no existen una cultura ciudadana ni una política que lo incentiven. Soacha tiene una

población nativa de solo el 14,6%<sup>1</sup>. La falta de arraigo cultural de la población del municipio se refleja en el comportamiento ciudadano, el cual se caracteriza por la indiferencia hacia lo público, la agresividad hacia el medio ambiente y el desarrollo de actividades principalmente sociales, laborales y formativas fuera del municipio (Reyes Guarnizo, 2011).

Así mismo, el diagnóstico que presenta Plan de Desarrollo Municipal-Soacha para vivir mejor (Acuerdo 18 de 2008) señala que:

[...] la desinstitucionalización del municipio explicado por la baja presencia del Estado y de los actores privados y comunitarios en todo el territorio, sumado a las dinámicas históricas de ocupación y alto crecimiento poblacional desordenado han configurado a Soacha como un municipio que aún no se consolida como una verdadera ciudad que cubra las demandas de sus ciudadanos y ciudadanas. (p. 9)

Por otra parte, el escenario urbano es complejo, y tal situación no solo se alimenta con la publicidad que presentan los medios de comunicación en lo que respecta a los nuevos proyectos de vivienda, y que desvirtúan el lugar real en el que estos se desarrollan, pues

[...] la vecindad con el Distrito Capital, asociado a la enorme presión que se ejerce en el territorio por la demanda de suelos, ha generado un proceso de conurbación en donde el límite o lindero político-administrativo, está reflejado en los planos, ya que físicamente no existe ninguna separación de infraestructura de servicios y mucho menos aun en uso y ocupación del suelo fronterizo. (Acuerdo 46 de 2000, p. 1)

### Los imaginarios urbanos y la apropiación del territorio. Un recorrido conceptual

Los dos conceptos clave dentro de la investigación son los imaginarios urbanos y la apropiación del territorio. El concepto de imaginarios colectivos se contempla, principalmente, desde las construcciones que sobre él han hecho diferentes autores; entre ellos, Néstor García Canclini (2005), Abilio Vergara Figueroa (2001), Gilbert Durand (1964; 1994) y Daniel Hiernaux (2007), entre otros.

Para comenzar, Torres (2010) plantea que la idea central de los imaginarios radica, sobre todo, en la fabricación de una imagen visible y en la abstracción de un símbolo (significado-significante) de los actores sociales urbanos que se encuentran en un espacio determinado. A su vez, Gilbert Durand (1994), citado por Hiernaux (2007), define el imaginario como:

[...] la inevitable representación, la facultad de la simbolización de la cual emergen continuamente todos los miedos, todas las esperanzas y sus frutos culturales desde hace aproximadamente un millón y medio de años, cuando el homo erecto se levantó sobre la tierra. (p. 77)

Así mismo, tanto Vergara Figueroa (2001) como Torres (2010), arquitectos mexicanos, consideran que la construcción conceptual de lo *imaginario* se contempla desde todo lo que se estructura a partir de lo real y de las prácticas sociales. Lo imaginario es la construcción de la representación social y cultural, tanto individual como colectiva, de una práctica sociocultural en un determinado espacio, donde lo simbólico se relaciona con la producción social de un tipo de cultura, y que, a partir de la interacción, los significados y los símbolos, permean una territorialidad dada. Por tanto, las imágenes mentales que cada persona produce se hacen colectivas en tanto estas se comunican en un grupo social.

Además, Torres (2010) plantea que la idea central de los imaginarios radica, principalmente, en la fabricación de una imagen visible y la abstracción de un símbolo (significado-significante) de los actores sociales urbanos que se encuentran en un espacio determinado.

Gilbert Durand (1964), citado por Hiernaux (2007), destaca la importancia del tema de los imaginarios y lo simbólico, con la perspectiva de generar una nueva pedagogía del conocimiento particularmente útil para los estudios urbanos. Al respecto, expresa que,

[El] conocimiento simbólico definido de manera triple como pensamiento por siempre indirecto, como presencia figurada de la trascendencia y como comprensión epifánica, parece estar en las antípodas de la pedagogía del saber tal como se ha ido instituyendo en occidente desde hace diez siglos. (p. 22)

Por su parte, Néstor García Canclini (2005) plantea que:

[...] muchos presupuestos que guían la acción y las omisiones de los ciudadanos derivan de cómo percibimos los usos del espacio urbano, los problemas de consumo, tránsito y comunicación, y también de cómo imaginamos las explicaciones a estas cuestiones. (p. 47)

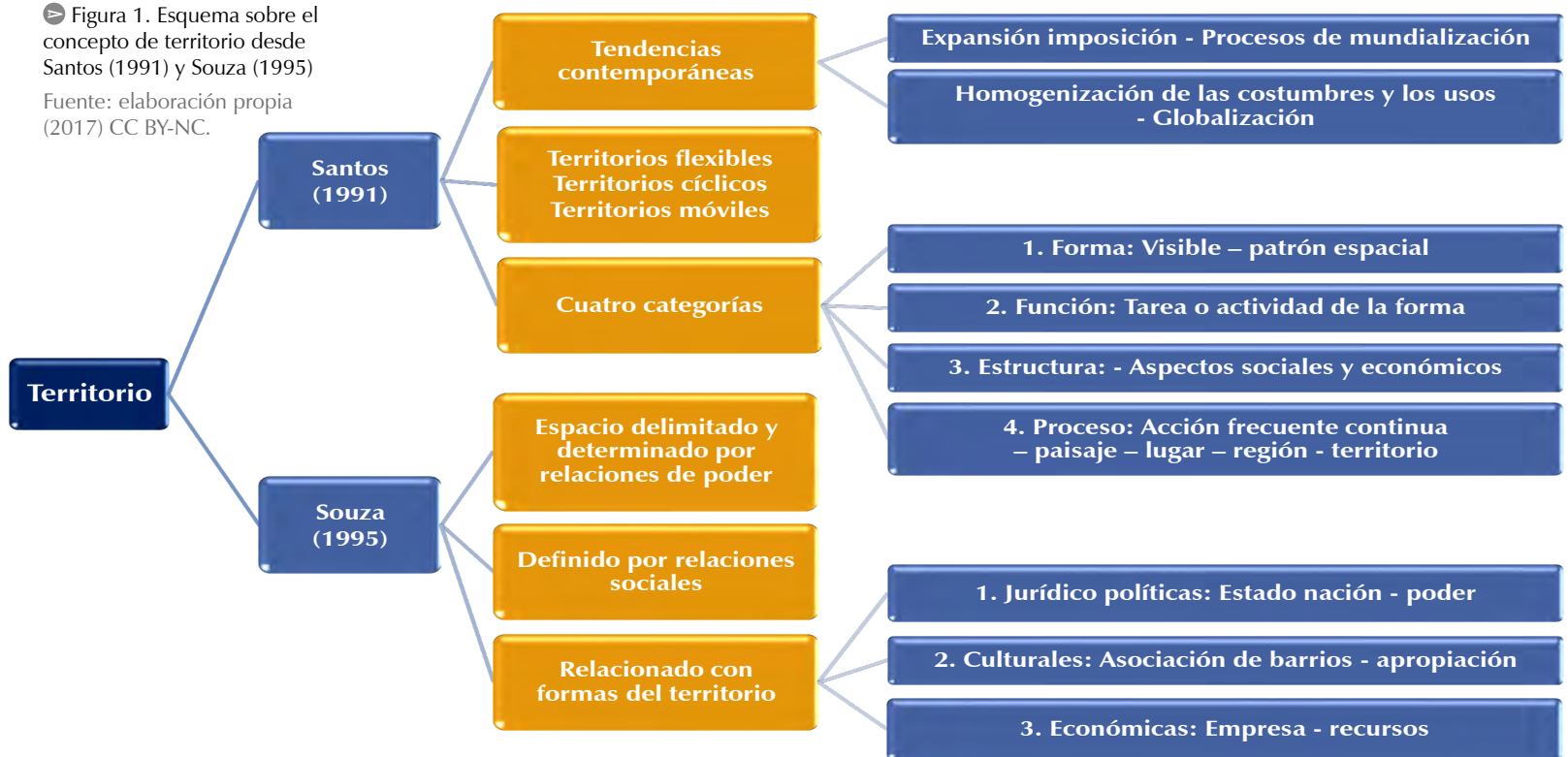
Se puede decir que en la formación del imaginario se ubica la percepción transformada en representaciones a través de la imaginación; así mismo, aporta un elemento de sentido a las representaciones y las transformaciones simbólicas. Siguiendo a Hiernaux (2007), la imaginación trabaja intensamente en ese andar que va de la percepción original del entorno visual a la construcción de un imaginario que se enfrenta a la existencia de imágenes anteriores que tejen, por complementariedad o bien por oposición, el imaginario del espacio de referencia.

En relación con el concepto de *apropiación del territorio*, se parte de la conceptualización de territorio dentro de su construcción social, para lo cual también se abordarán los temas de espacio simbólico, identidad y apego al lugar.

La palabra territorio se deriva del latín *territorium*, y significa extensión de tierra dividida políticamente. Sus componentes léxicos son *térra*

<sup>1</sup> Según datos del censo experimental del Soacha, realizado en 2003, citado por la Cámara de Comercio de Bogotá (2005).

Figura 1. Esquema sobre el concepto de territorio desde Santos (1991) y Souza (1995)  
Fuente: elaboración propia (2017) CC BY-NC.



(tierra) más el sufijo *orio* (pertenencia, lugar), que conjuntamente significan, según Lobato Correa, (1997) citado por Montañez (2001), *la tierra que pertenece*.

Es así como el concepto de territorio denota aspectos relacionales que proponen vínculos de dominio, de poder, de pertenencia o de apropiación entre una porción o la totalidad del espacio geográfico con un determinado sujeto individual o colectivo. De igual manera, Schneider y Peyre (2006) hacen un recorrido conceptual desde los enfoques de diferentes autores, quienes presentan varios aportes al concepto de territorio e introducen el concepto de *desterritorialización*<sup>2</sup>. En la figura 1 se presenta un esquema con los aportes que hacen Santos (1991) y Souza (1995).

También se puede definir el territorio como el *espacio geográfico*<sup>3</sup> revestido de las dimensiones política, identitaria y afectiva. Santos (1997), citado por Montañez (2001), define el espacio geográfico como conjunto indisoluble, solidario y contradictorio, donde operan dos sistemas: el *sistema objeto* y el *sistema acciones* (figura 2).

El *lugar* como concepto (figura 3), se constituye en punto de referencia para la comprensión del territorio desde el espacio apropiado, ya que desde aquí posibilita la referencia simbólica y de identidad; por otra parte, el concepto de lugar

como espacio dominado, se relaciona con el poder donde se configuran relaciones cerradas en la mayoría de los casos.

Ahora bien, el concepto de apropiación se considera a partir su dualidad; es decir: por un lado, desde la acción–transformación, la cual entronca con la territorialidad y el espacio personal, como lo anotan Vidal Montana y Pol Urrutia (2005) sobre el texto de Irvin Altman (1975); por otro, desde la identificación simbólica, la cual se vincula con los procesos afectivos, cognitivos e interactivos.

Frente a la acción-transformación, el análisis histórico que presenta Néstor García Canclini (1995) permite comprender cómo los procesos de territorialidad hoy en día son propiciados, generalmente, por el Estado, que, en alianza con algunos grupos y en aras del desarrollo, orienta las dinámicas de las ciudades, aunque bien partieron de una apuesta por la ciudadanía al decir que “la ciudadanía estuvo asociada a la capacidad de apropiarse de los bienes y al modo de usarlos” (p. 13).

Desde perspectivas políticas que relacionan a las comunidades, no necesariamente se consideraron desde la *identificación simbólica* los procesos de territorialidad que involucran el fenómeno de la apropiación del espacio que admiten una forma de comprender y explicar la manera como se generan las relaciones que las personas mantienen con los espacios desde tres posibilidades de vínculo: consigo mismo, con los otros y con el entorno.

Es importante rescatar que los autores citados hasta ahora coinciden en la necesidad de trascender del *espacio* al *lugar*, a fin de lograr la identidad, el apego, el reconocimiento simbólico de los espacios en el transcurrir de la historia y la apropiación del espacio urbano desde una propuesta teórica que permita abordar temas como la construcción social del espacio público,

2 Desde los aportes de Rogelio Haesbaert (1997, 2002, 2004a, 2004b), se plantean la desterritorialización y la desculturación como una dinámica en paralelo con el proceso de territorialización, a pesar de la lucha de identidad que se da en algunos lugares. De igual manera, esta dinámica se relaciona con la comprensión del territorio desde las redes de información, que presentan Sposito, Saquet y Ribas (2004). Cabe anotar que estos autores son, igualmente, citados en el trabajo de Schneider y Peyre (2006).

3 Montañez (2001) define el espacio geográfico como categoría social e histórica, categoría de procesos y resultados, las cuales son entendidas como: producción, apropiación, integración, apropiación social y relaciones espaciales.



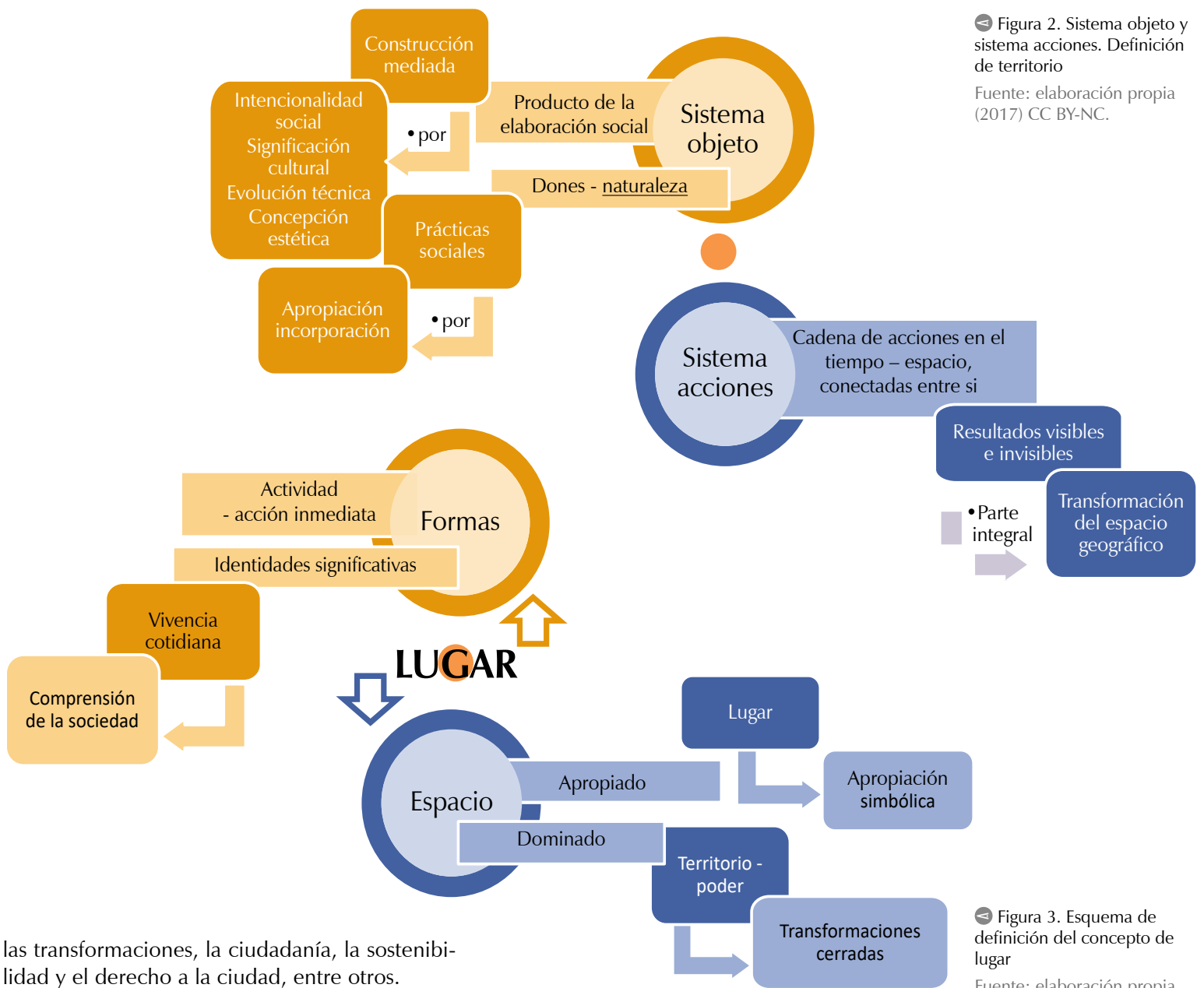


Figura 2. Sistema objeto y sistema acciones. Definición de territorio  
Fuente: elaboración propia (2017) CC BY-NC.

Figura 3. Esquema de definición del concepto de lugar  
Fuente: elaboración propia (2017) CC BY-NC.

las transformaciones, la ciudadanía, la sostenibilidad y el derecho a la ciudad, entre otros.

Así pues, la relación entre las experiencias cotidianas y las acciones, las emociones, las pautas y las nociones que se tienen del lugar cambian, se construyen y se reconstruyen constantemente.

### Metodología

El enfoque de la presente investigación es cualitativo, dado que este método

[...] busca conceptualizar sobre la realidad teniendo presente comportamientos, conocimientos, actitudes y valores que guían la conducta de las personas estudiadas. El proceso de investigación cualitativa explora de manera sistemática los conocimientos y valores que comparten los individuos en un determinado contexto espacial y temporal. (Bonilla Castro & Rodríguez Sehk, 1997)

Para esta investigación se utilizaron las siguientes técnicas de recolección de información: revisión documental, entrevistas, encuestas y un ejercicio básico de cartografía social. Todas ellas fueron organizadas en dos fases. La primera, relacionada con la revisión documental, considera los PND<sup>4</sup> entre 1970 y 2012 de cara al pro-

ceso de crecimiento y transformación urbana del municipio. En la variable *Apropiación del territorio* se abordan las características históricas y las políticas de gobierno desde los PND relacionadas con la identidad simbólica.

La segunda fase versa sobre la aplicación de instrumentos que se analizan desde la categoría de los imaginarios urbanos y los procesos de apropiación y apego al lugar. La variable *Imaginarios urbanos* se presenta desde una mirada territorial señalando las transformaciones tanto de lo urbano como de lo ambiental en el municipio de Soacha.

Al indagar sobre los imaginarios del municipio, previamente se buscó en fuentes tanto primarias como secundarias sobre las principales palabras que pudieran dar cuenta del imaginario que tienen las personas sobre el municipio.

La encuesta estuvo estructurada en cinco partes. En la primera se relacionó información general de la persona encuestada. En la segunda se preguntó por la situación habitacional refiriéndose a la tenencia del inmueble, para considerar si la vivienda es propia y las razones que llevaron a

<sup>4</sup> Los PND son instrumentos de gestión que plantean los lineamientos para la promoción de un territorio. Son elaborados por las autoridades estatales y determinan las políticas, las estrategias y las acciones frente al tiempo de mandato.

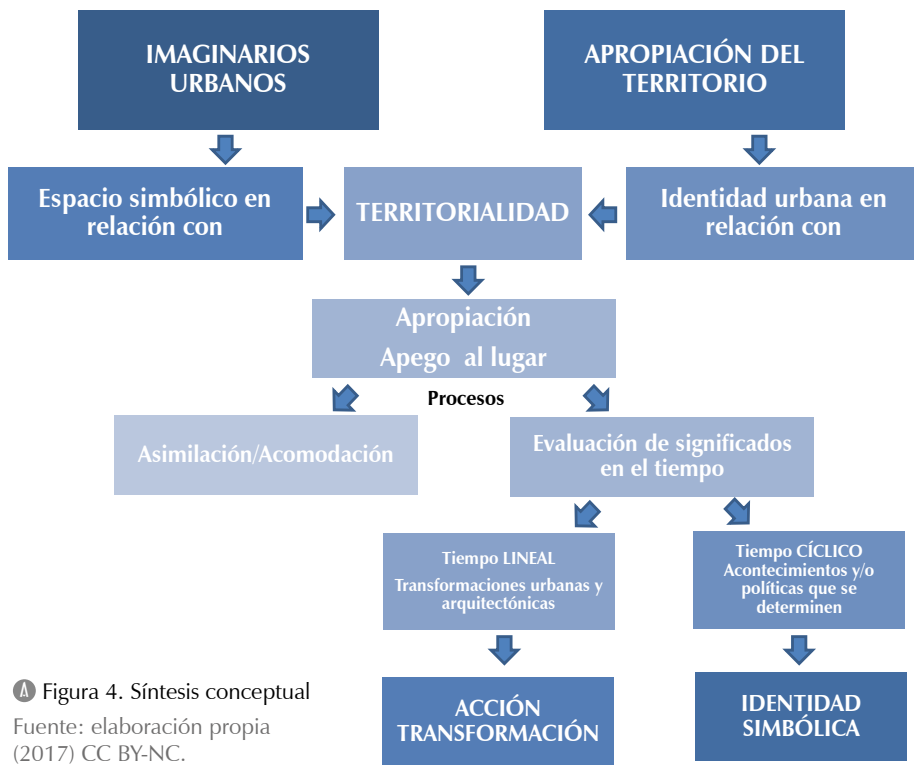


Figura 4. Síntesis conceptual  
Fuente: elaboración propia (2017) CC BY-NC.

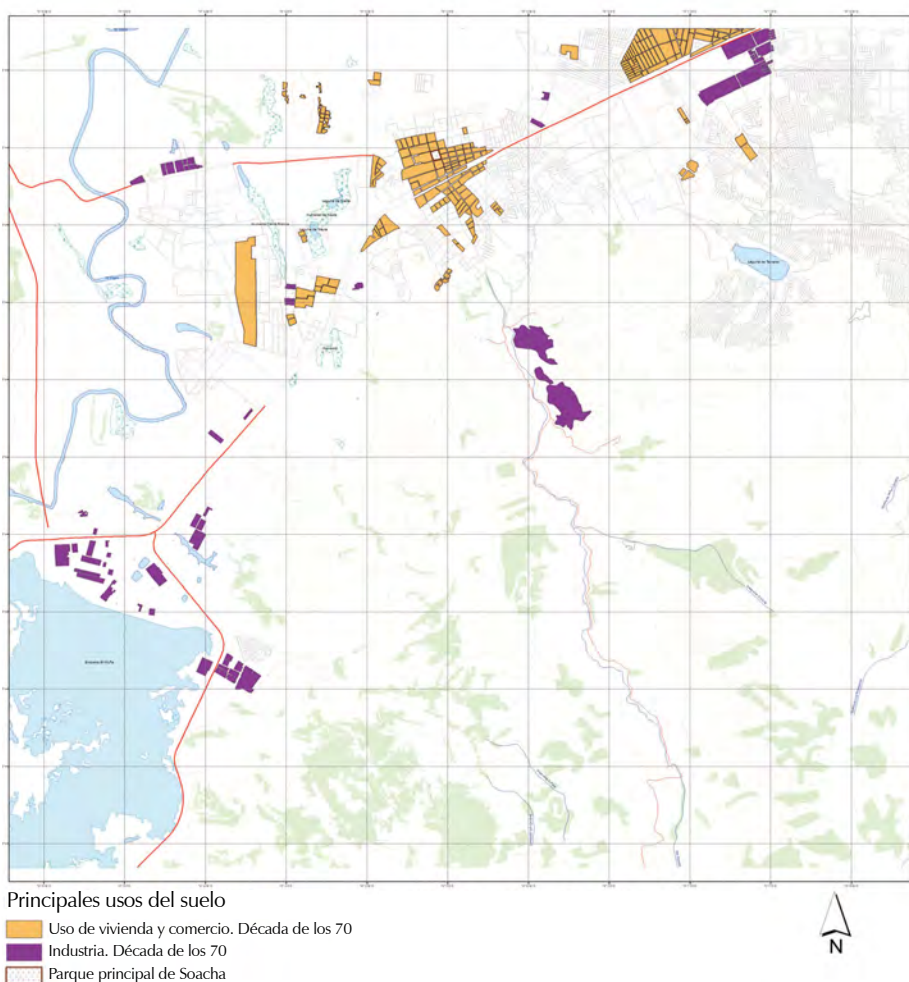


Figura 5. Mapa de crecimiento de Soacha en relación con la industria durante la década de 1970

Fuente: elaboración propia, tomando como referencia la base geográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), (2016) CC BY-NC

la persona a comprar en el municipio; por otro lado, si la vivienda está en alquiler, se profundiza al indagar sobre el lugar en el que le gustaría vivir y la razones para tomar la decisión de vivir en el municipio. También se establecen preguntas que buscan identificar en qué comuna se encuentra y cuánto tiempo lleva viviendo en el municipio. En la tercera se preguntó sobre el grado de conocimiento frente a las características arqueológicas, ambientales, culturales y turísticas del municipio.

En la cuarta se identificaron los medios por los cuales las personas conocen aspectos del municipio y, finalmente, en la quinta parte se indaga por la percepción que tienen sobre los cambios en el crecimiento urbano del municipio.

El ejercicio de las encuestas contó con un grupo focal de contraste, el cual participó de una formación en agricultura urbana y apropiación del municipio a través de la Escuela de Agricultura Urbana<sup>5</sup>, ya que, justamente, la encuesta se aplicó al finalizar los módulos de formación. Es importante tomar en cuenta que dentro del aspecto metodológico era necesario identificar actores dentro del municipio que estuvieran propiciando estrategias de apropiación del territorio, para revisarlas y analizarlas a la luz de los objetivos de la investigación.

El trabajo de cartografía social se realizó con dos grupos poblacionales: el primero, con padres de familia de una institución educativa de preescolar, en el contexto de la celebración de la semana cultural. Con esta población se desarrolló como tema el conocimiento sobre el municipio de Soacha. El segundo grupo, con algunas familias que tuviesen una trayectoria de más de 30 años en el municipio. La actividad se realiza en diferentes momentos, y en cada grupo se organizaron mesas de trabajo con cuatro y cinco personas a cada una, y a quienes se les entregó el mapa del municipio: en él debían señalar los sitios de recordación o significativos, junto con la fecha (categoría identidad) y si dicho lugar aún existía o había sido transformado dentro del marco del crecimiento urbano del municipio (categoría territorio).

En la figura 4 se presentan tanto el esquema de síntesis conceptual como el esquema de análisis con los aspectos y las categorías que propone la investigación.

## Resultados

### Soacha a la luz de los Planes Nacionales de Desarrollo (PND)

Durante el gobierno de Misael Pastrana (1970-1974), en su PND, llamado *Las cuatro estrategias*, se invita a planear de forma inmediata el proceso de urbanización acelerando la industrialización. Se orienta el desarrollo para que las ciudades aumenten la capacidad de asimilación de emigrantes. Junto con el planteamiento de propuestas de desarrollo urbano regional, se da impulso a la actividad industrial en centros urbanos intermedios, lo cual lleva a un crecimiento menos acelerado (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 1972).

<sup>5</sup> La Escuela de Agricultura Urbana es un proyecto de dos corporaciones del municipio de Soacha, Jardines de Sion y Caminando el Territorio. Estas capacitaron, aproximadamente, a 50 personas de diferentes edades frente a temas de agricultura urbana y realizaron tres caminatas de reconocimiento del territorio. También lograron una vinculación con el Colegio María Auxiliadora y la capacitación de 40 estudiantes.

Es, justamente, la actividad industrial que se desarrolla en el municipio de Soacha la que hace que el fenómeno de migraciones campesinas sea fuerte durante los años setenta del siglo XX. El desarrollo urbano se comienza a gestar con fuerza a partir de los asentamientos de los llamados *picapedreros*, en la Comuna 6, en los barrios que hoy se conocen como Cagua, San Marcos y San Humberto. Además, Soacha presenta una oferta de industria textil e industrial, con ejemplos como Stanton S. A., creada en 1974; Espumados S. A., en 1975, y Textiles KonKor S. A., en 1977, entre otros. Se puede observar en la figura 5 cómo la localización de dicha industria genera dos focos en los extremos de la parte urbana del municipio y un hito importante es la construcción de la urbanización Compartir, hacia 1974.

### Soacha, industrial y superpoblada

La década de 1980 se caracteriza por el flujo de población campesina a las ciudades<sup>6</sup>, por lo que la apuesta en los PND durante los mandatos de Belisario Betancur Cuartas (1982-1986) y de Virgilio Barco Vargas (1986-1990) se orientan fuertemente al ordenamiento territorial de las diversas regiones del país tomando como base las cuencas hidrográficas (DNP, 1983).

Según el plan de desarrollo (DNP, 1987) presentado durante el gobierno de Virgilio Barco (1986-1990) se buscó privilegiar la gestión municipal, y los principales frentes de acción se orientaron a:

1. Desarrollar el crecimiento urbano ordenado
2. Garantizar una adecuada provisión de la infraestructura urbana
3. Promover la investigación y la transferencia tecnológica
4. Consolidar los instrumentos de planeación

Soacha es un municipio donde el crecimiento poblacional aumenta considerablemente (figura 6); así mismo, vive el primer momento de auge de las urbanizaciones de vivienda unifamiliar y bifamiliar, junto con edificaciones de multifamiliares, financiadas, principalmente, por las corporaciones de ahorro y vivienda (CAV) y el Fondo Nacional del Ahorro (FNA); el sistema colombiano de ahorro y vivienda se consolida como uno de los principales intermediarios financieros de la economía nacional.

Para 1986, el PND (DNP, 1987) consolida programas y proyectos sectoriales, así como el desarrollo de planes regionales y municipales; las oficinas de planeación de los institutos de orden nacional o las de carácter municipal orientan la re-densificación y la consolidación de las ciudades, con el apoyo de entidades estatales como el Instituto de Crédito Territorial (Inscredial), el Banco Central Hipotecario (BCH) y el FNA.

Como se muestra en la figura 7, en 1989 el proceso de urbanización se va consolidando y se van identificando dinámicas claras de sectores de vivienda alrededor de los sectores industriales y hacia la periferia del casco urbano del municipio, en Altos de Cazucá, donde se construye Ciudadela Sucre; es decir, tanto en los límites con Bogotá hacia el oriente, y en especial hacia ciudad Bolívar, como con el borde del río Bogotá, al occidente del municipio.

Figura 6. Tendencia de crecimiento poblacional entre 1938 y 1985 en el municipio de Soacha

Fuente: elaboración propia. Datos tomados del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2015).

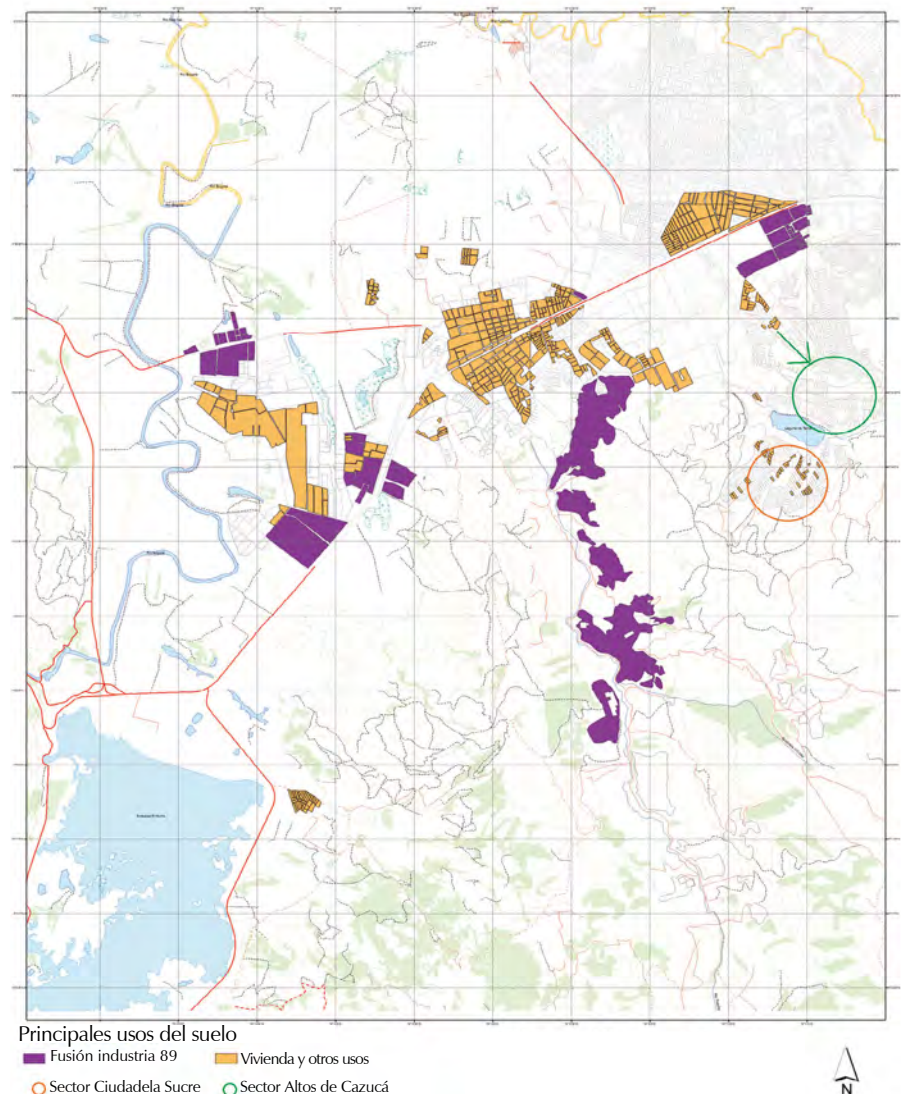
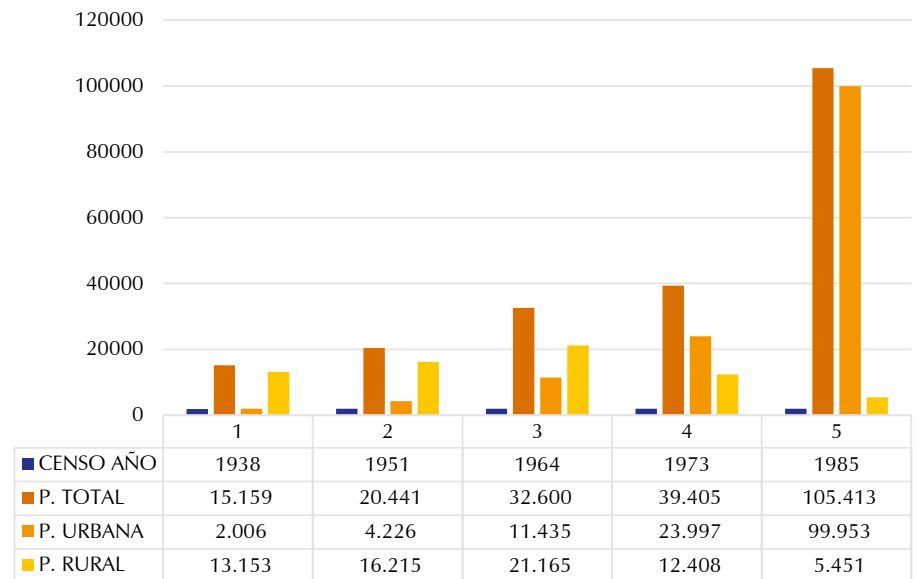


Figura 7. Mapa de localización de industria y vivienda en Soacha para 1989

Fuente: elaboración propia. Referencia tomada de la base geográfica del IGAC (2016) CC BY-NC.

<sup>6</sup> Situación que se plantea tanto en el capítulo de política social del plan de desarrollo del presidente Betancur Cuartas (DNP, 1983) como en el diagnóstico del plan de desarrollo del presidente Barco Vargas (DNP, 1987).

### Soacha: la esperanza de un lugar económico y propio

Durante el inicio del gobierno de César Gaviria (1990-1994), en su plan de desarrollo (DNP, 1991) se orienta a los municipios para que asuman la responsabilidad de sus propios procesos de urbanización en relación con: saneamiento básico; construcción, mantenimiento y dotación de la infraestructura del primer nivel de atención médica, y construcción, dotación y mantenimiento de planteles escolares e instalaciones deportivas.

Posteriormente, en el plan de desarrollo (DNP, 1995) durante el gobierno de Ernesto Samper Pizano (1994-1998) se propone el Programa de Vivienda Nueva, el cual, en su propuesta, incluye viviendas mínimas o unidades básicas; además, se plantea la política de adecuación de tierras con la participación activa de los usuarios desde la identificación del proyecto hasta la administración de este.

Para el caso del municipio de Soacha, uno de los procesos de ocupación del territorio se genera a partir de los pactos de paz con el movimiento guerrillero Movimiento 19 de Abril (M-19) (Pérez, 2004). A raíz del proceso de reinserción, en 6 años (entre 1993 y 1999) la población del municipio aumenta en el 51,52%, aproximadamente, como se puede observar en la figura 8.

De igual manera, durante la misma época el tema de la prevención y la atención de desastres se asume con mayor fuerza: se elaboran mapas de riesgos y se impulsa la aplicación de medidas de control, protección y ordenamiento físico, al promover la incorporación de estos componentes en los planes de desarrollo territorial y de ordenamiento urbano, de acuerdo con lo estipulado en la Ley 9 de 1989.

Figura 8. Tendencia de crecimiento población en Soacha entre 1970 y la década de 1990

Fuente: elaboración propia. Datos tomados del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

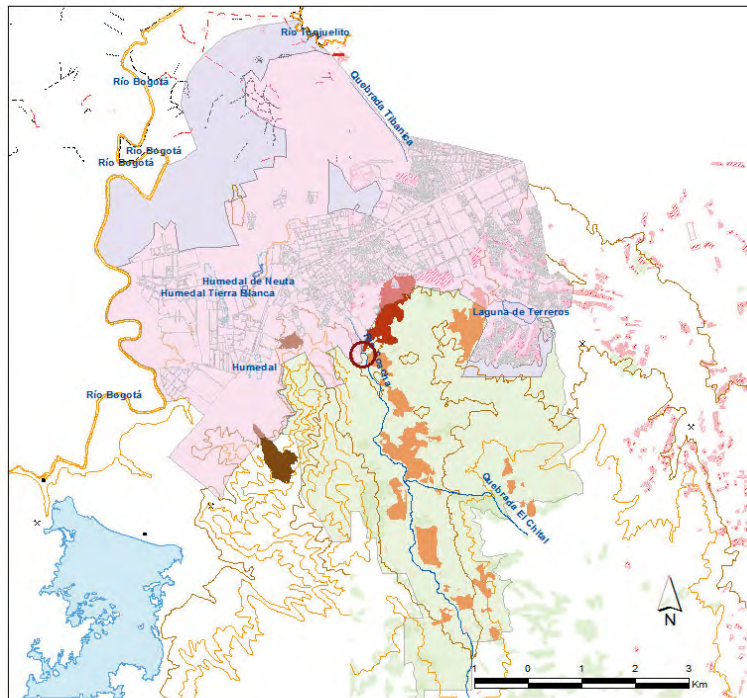
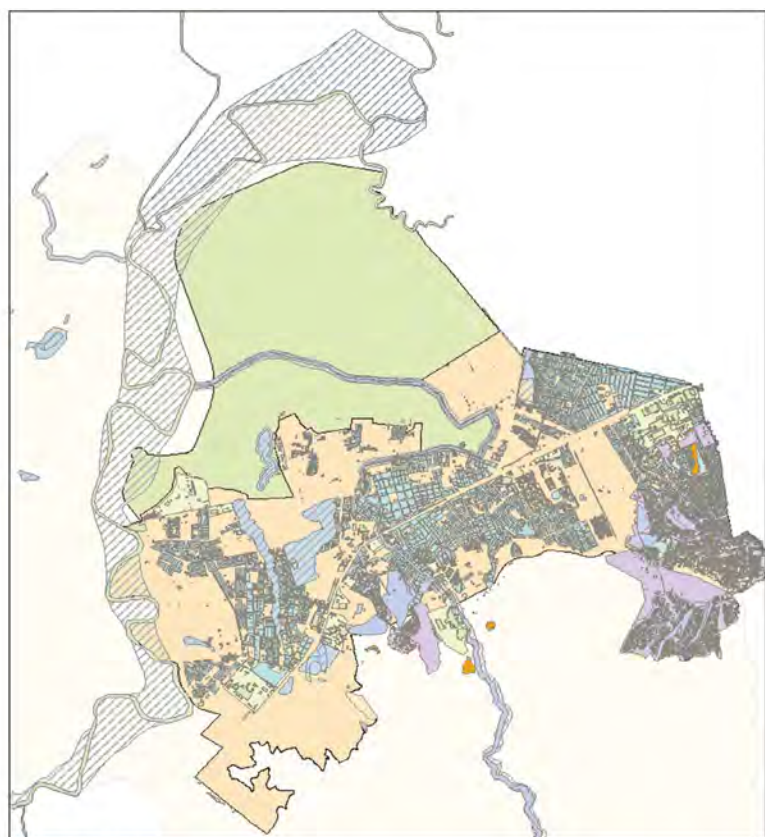
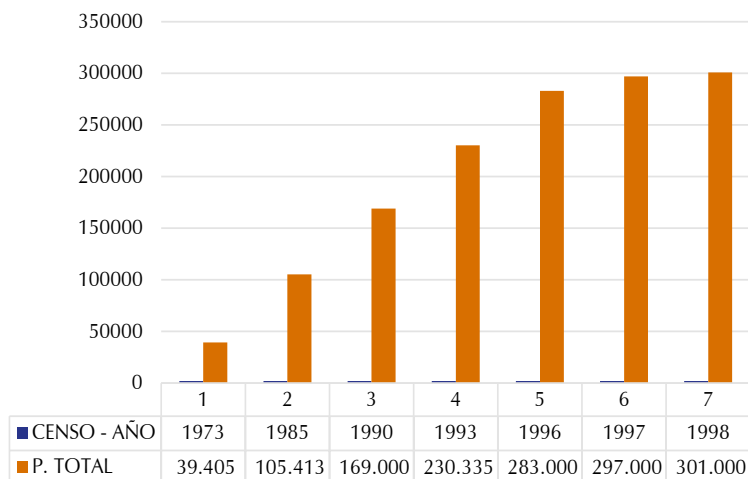


Figura 9. Zonas de riesgo del municipio de Soacha (1990)  
Fuente: elaboración propia, con datos de la base geográfica del IGAC. CC BY-NC.

Figura 10. Localización de los principales sitios de explotación minera a cielo abierto en la comuna 6 (Altos de la Florida)  
Fuente: elaboración propia, con datos de la base geográfica del IGAC (2016). CC BY-NC.

En la figura 9 se muestra, en el plano del municipio, la localización de las zonas de riesgo dentro del casco urbano. Es importante anotar que un gran número de barrios de origen informal, justamente, se asientan en estos sectores de las comunas 4 y 6 del municipio, con lo cual la imagen del desplazamiento forzado y la informalidad se empiezan a relacionar con las zonas de riesgo.

Por su parte, el Ministerio de Medio Ambiente realiza los estudios necesarios para identificar áreas compatibles con la actividad minera en la Sabana de Bogotá, a fin de formular el Plan de Ordenamiento Minero<sup>7</sup>. Frente a este aspecto, es importante tomar en cuenta que en Soacha, durante la década de 1990, aumenta de forma considerable la explotación minera a cielo abierto, y su impacto ambiental es evidente<sup>8</sup>, como se puede apreciar en la figura 10 para las comunas 4, 5 y 6, aunque la situación también es crítica en las comunas 4 y 5, aspectos que comienzan a fortalecer un imaginario del municipio, relacionado, justamente, con el deterioro del paisaje natural.

### Soacha: tierra de migrantes por el conflicto armado

El diagnóstico que se presenta en el PND del gobierno de Andrés Pastrana (1998-2002) señala la debilidad del modelo de ordenamiento territorial vigente por entonces en Colombia, lo cual se refleja en la baja gobernabilidad (ilegitimidad y ausencia del Estado en algunos puntos de la geografía nacional; violencia regional y local), entre otros aspectos:

[...] uso inadecuado de los recursos; deterioro ambiental; marginalidad de los territorios y sectores sociales; confusión y duplicidad de funciones entre entidades y clases del Estado; falta de reconocimiento de la diversidad cultural, étnica de las regiones, así como de los territorios indígenas. (Departamento Nacional de Planeación, 1998, p. 169)

Entre 2001 y 2005 llegan a Bogotá y a Soacha 235.126 personas provenientes de 29 de los 33 departamentos del país. Para el periodo 2006-2008 se incrementa el número de personas en situación de desplazamiento. Se producen 66 desplazamientos masivos, cuyas víctimas se ubican, en su gran mayoría, en la localidad de Ciudad Bolívar (Bogotá) y en Cazucá (Soacha). El censo de 2005 revela un incremento poblacional de 402.007 habitantes, de los cuales hay 396.555 en la zona urbana, y 5.452, en la zona rural; un dato que para un buen número de pobladores es mayor que el revelado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística<sup>9</sup> (DANE, 2010).

<sup>7</sup> Este plan fue propuesto en el plan de desarrollo del presidente Ernesto Samper (DNP, 1994), en el capítulo 7, sobre el medio ambiente y las extracciones limpias.

<sup>8</sup> Para 2007 se tiene un registro de 52 explotaciones mineras a cielo abierto, según el estudio para el ordenamiento de la minería de materiales de construcción y arcillas (Cámara de Comercio de Bogotá, 2005).

<sup>9</sup> Posteriormente se contrastarán las cifras que presenta el

Los planes de gobierno de este inicio de siglo plantean estrategias orientadas a fortalecer los procesos de planificación y gestión estratégica con una mirada de ciudad-región. En relación con la dinámica de asentamientos humanos y entorno urbano, el Gobierno nacional apoya a las entidades territoriales que organicen programas de regularización y rehabilitación integral de barrios, se vinculen a programas de prevención y mitigación de riesgos, logren la recuperación del espacio público y contemplen la dotación de equipamiento público comunitario.<sup>10</sup> (DNP, 2014).

No obstante lo anterior, en Soacha se acogen macroproyectos de interés social nacional antes de atender el mejoramiento de los barrios y la mitigación de riesgo en algunos sectores. Entre dichos macroproyectos se reconoce Ciudad Verde (Resolución 1687 de 2009<sup>11</sup>), adjudicada a varias constructoras, además de Hogares Soacha y Maiporé, entre otros, que ponen en riesgo la estructura ecológica del municipio (incluyendo los humedales), así como la seguridad alimentaria, al ampliar la zona de expansión urbana a esos sectores (figura 11).

<sup>10</sup> DANE con los estudios realizados por el CODHES, ACNUR y CINEP.

<sup>10</sup> El Gobierno nacional otorgará incentivos tributarios para promover programas y proyectos de renovación urbana en las principales ciudades del país. En este sentido, se apoyará la participación privada en la financiación de proyectos y se darán incentivos para la vinculación de inmuebles en zonas que, si bien presentan un alto grado de deterioro social y físico, cuentan con potencial para la renovación.

<sup>11</sup> Modificada por las resoluciones 1434 del 27 de julio de 2010, 1355 del 6 de julio de 2011 y 0182 del 20 de marzo de 2015.



Megaproyecto
1. Ciudad Verde (Constructoras)
2. Parque Campestem (C. Bolívar)
3. Ciudadela Colsubsidio Maiporé
4. Proyectos de vivienda de menor escala (C. Bolívar)

Figura 11. Localización de los megaproyectos y otras soluciones de vivienda en Soacha

Fuente: elaboración propia, sobre plano de Corredores de Vida Ambiental POT 2008-2011 (2017). CC BY-NC.

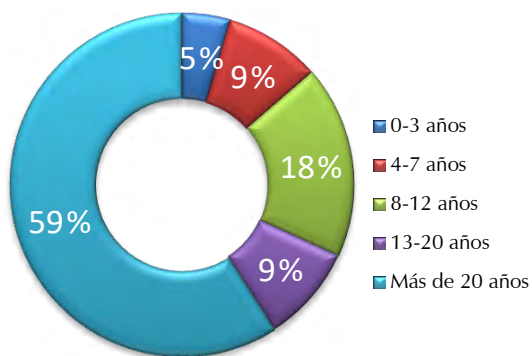


Figura 12. Tiempo de permanencia en el municipio de Soacha  
Fuente: elaboración propia (2017).

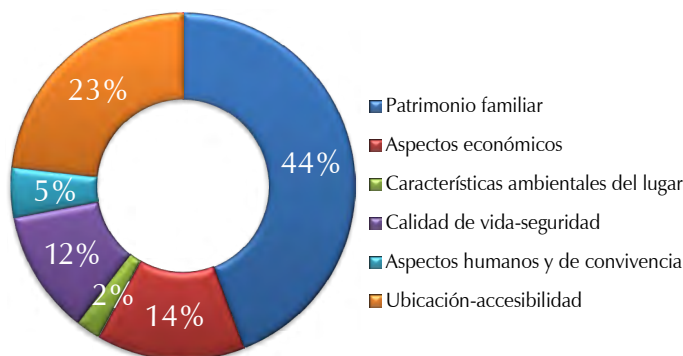


Figura 13. Resultados generales de todos los encuestados en relación con el imaginario en general  
Fuente: elaboración propia (2017).

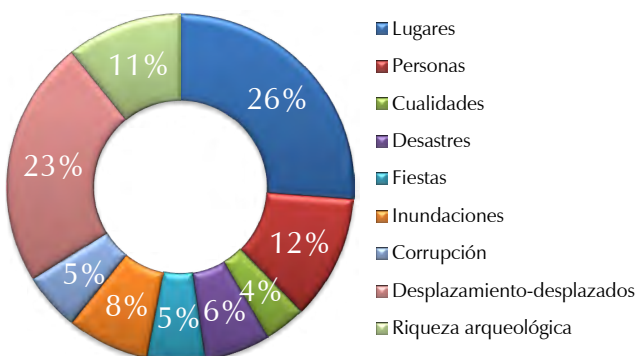


Figura 14. Imaginarios sobre el municipio de Soacha por parte de quienes viven en Bogotá  
Fuente: elaboración propia (2017).

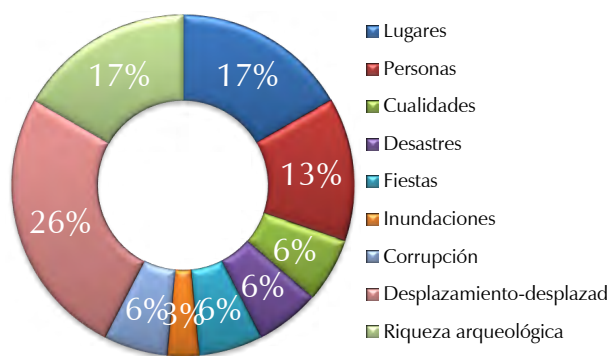


Figura 15. Imaginarios sobre el municipio de Soacha por parte de quienes viven en este municipio  
Fuente: elaboración propia (2017).

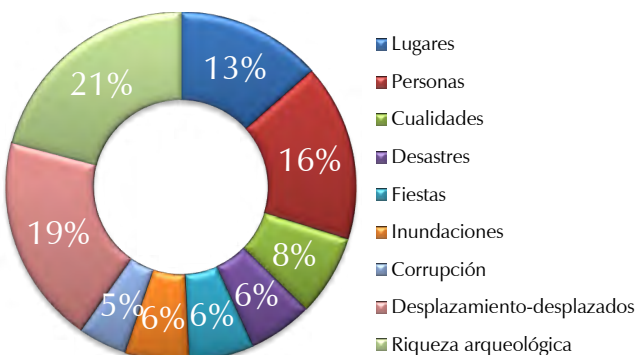


Figura 16. Imaginarios sobre el municipio de Soacha por parte del grupo focal  
Fuente: elaboración propia (2017).

### Soacha a la luz de los encuestados

En relación con las encuestas<sup>12</sup>, se encontró que si bien hay un grupo significativo de personas que llevan más de 20 años viviendo en el municipio (figura 12), muchos de ellos manifestaron conocerlo muy poco, y señalaron que el espacio de formación sobre Soacha les permitió conocer más de su municipio y valorar su riqueza.

Para analizar los resultados en relación con los imaginarios sobre el municipio, se elaboraron cuatro tipos de gráficas (figuras 13 a 15): una con los datos totales, otra con las respuestas de quienes viven en Soacha, la siguiente con las respuestas de quienes viven en Bogotá y una final con las respuestas del grupo focal.

Los dos aspectos más fuertes se relacionan con una remembranza o una imagen de lugares significativos y de personas como los desplazados; es decir, el imaginario del municipio como lugar de desplazados (figura 13).

Por su parte, quienes viven en Bogotá perciben al municipio como carente de cualidades, no lo reconocen por sus características históricas o ambientales (figura 14).

No obstante lo anterior, para quienes viven en Soacha las características arqueológicas y lugares como el Parque Principal, la Iglesia de Soacha, las canchas de fútbol de Norte (único sector amplio que tenían los habitantes del municipio

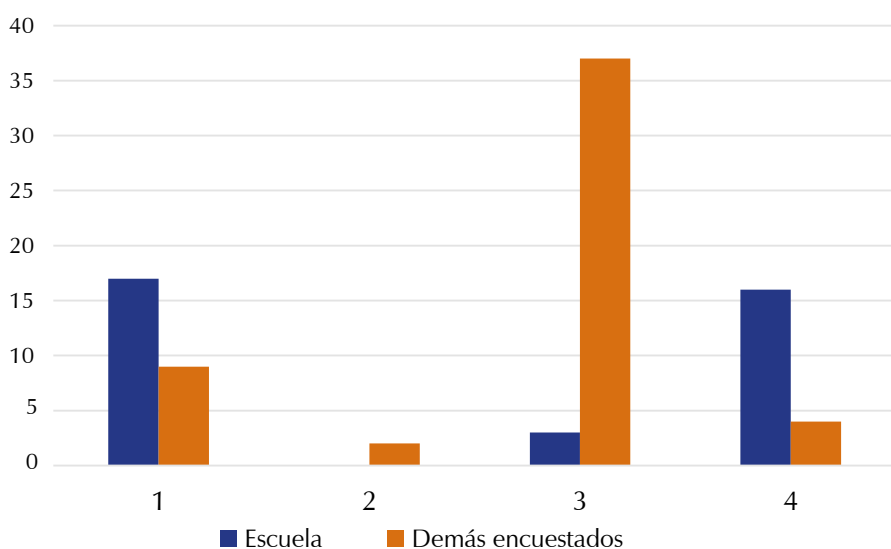


Figura 17. Respuestas a la pregunta: "¿Soacha tiene sitios de valor arqueológico?"  
Fuente: elaboración propia (2017).

<sup>12</sup> Solo se relacionan los resultados pertinentes a la temática del artículo.

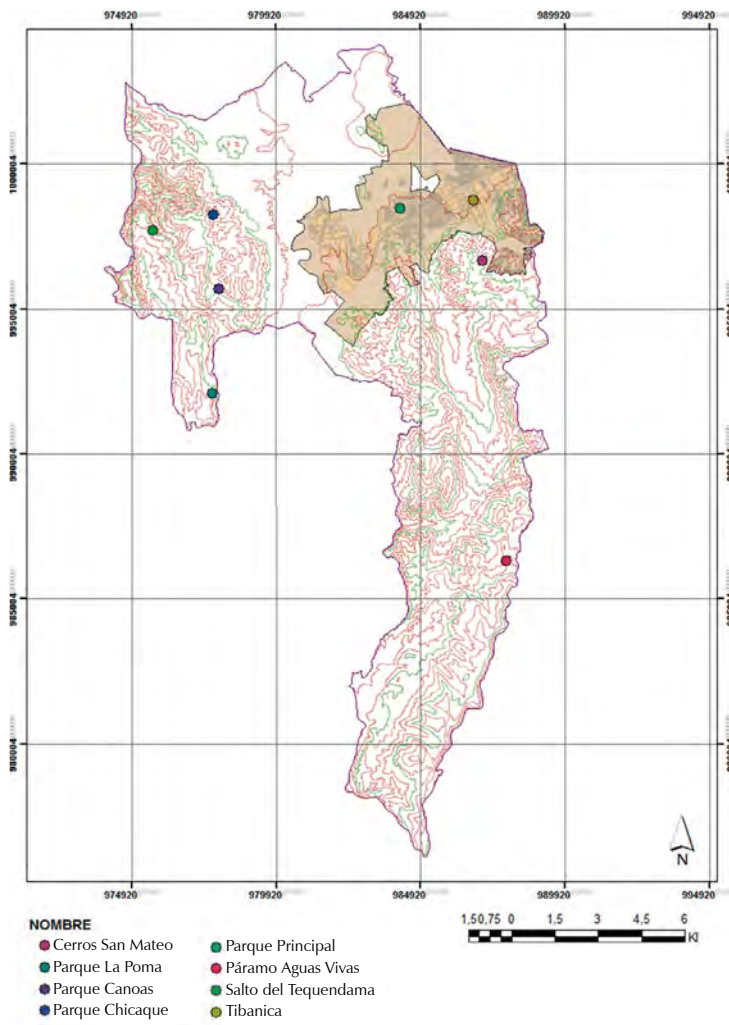


Figura 18. Plano de localización de los lugares con valor arqueológico reconocido por los encuestados  
Fuente: elaboración propia (2017) CC BY-NC.

para el deporte, y que actualmente está en gran parte urbanizado) y algunos teatros que ya no existen sí son significativos<sup>13</sup>, como se puede observar en la figura 15.

Por otra parte, también contrastan los resultados del grupo focal, quienes ponderan con el valor más alto la riqueza arqueológica del municipio (figura 16), sin desconocer la realidad del desplazamiento forzado, al configurarse Soacha como uno de los lugares de mayor recepción de esta clase de población.

A continuación, se presentan resultados comparativos entre el grupo focal y los demás encuestados en relación con el conocimiento del territorio sobre los aspectos arqueológico, cultural, ambiental y turístico, junto con la georreferenciación (figura 17) de los lugares según el aspecto que se esté tratando.

En relación con el aspecto arqueológico, es claro que quienes participaron en el grupo focal (figura 18) manifiestan tener un alto conocimiento de los sitios de valor arqueológico del municipio y una clara recordación de dichos sitios, como aparece en la figura 18.

<sup>13</sup> Esto se detectó en el trabajo realizado con cartografía social, en el cual cada grupo señalaba los lugares más significativos sin tener presente su transformación actual.

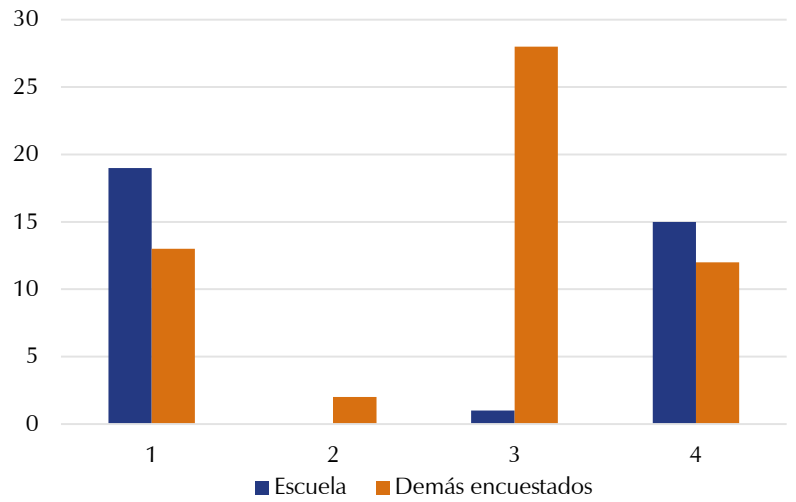


Figura 19. Respuestas a la pregunta: "¿En Soacha se realizan actividades culturales?"  
Fuente: elaboración propia (2017).

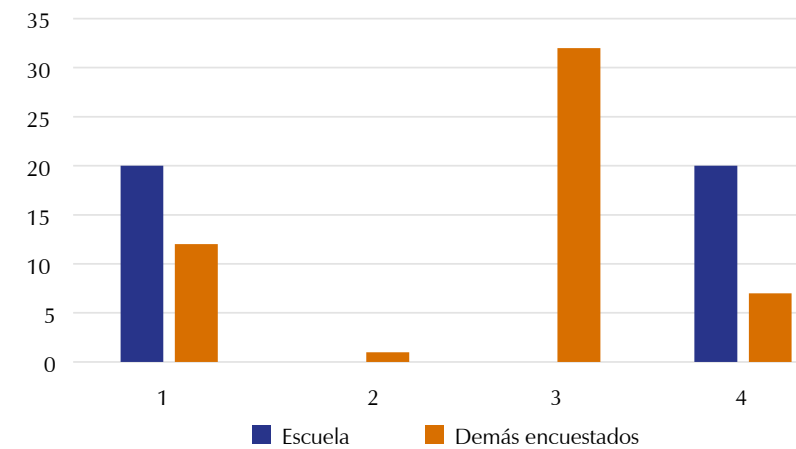


Figura 20. Respuestas a la pregunta: "¿Soacha cuenta con lugares de valor ambiental?"  
Fuente: elaboración propia (2017).

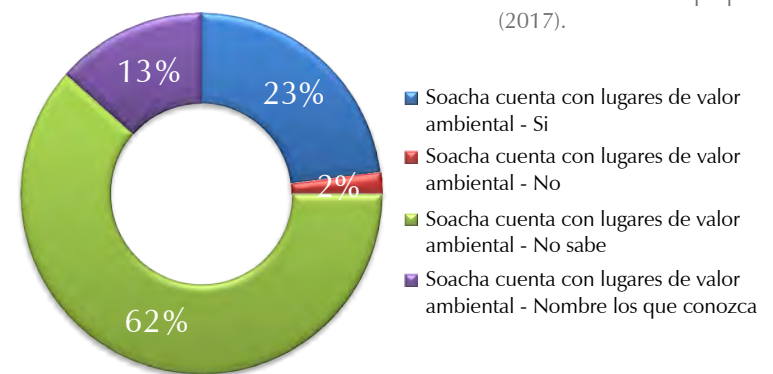


Figura 21. Reconocimiento de los lugares de valor ambiental por parte de los que no participaron en el proceso de formación  
Fuente: elaboración propia (2017).

Sobre las actividades culturales que se realizan en el municipio, el contraste es fuerte entre quienes participan en el grupo focal (figura 19) y quienes no: los primeros tienen claridad sobre las actividades culturales del municipio y las pueden identificar, pero para el segundo grupo de personas el desconocimiento es del 51% en relación con este aspecto.

Frente a los lugares de valor ambiental, el 100% de los participantes del grupo focal reconocen los principales lugares de valor ambiental del municipio (figura 20) frente al 62% que manifiestan que no saben o no reconocen los lugares de valor ambiental que existen en el municipio (figura 21).

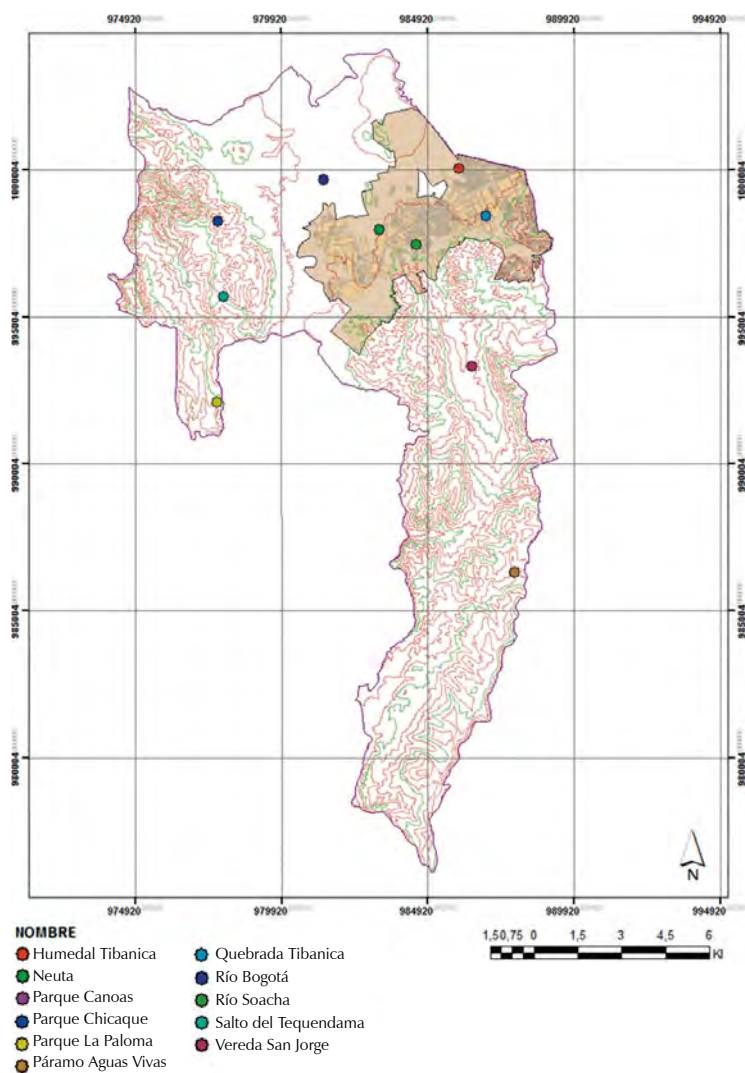


Figura 22. Lugares de reconocimiento de valor ambiental

Fuente: elaboración propia (2017) CC BY-NC.

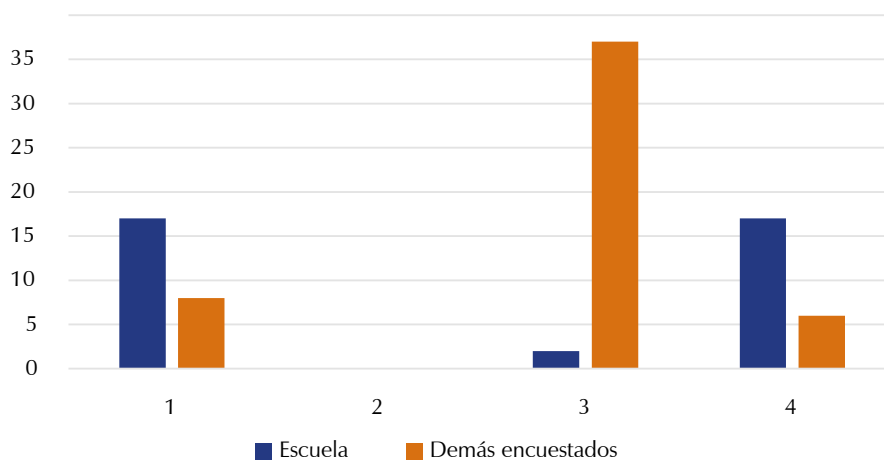


Figura 23. Respuestas a la pregunta: “¿Soacha cuenta con lugares de valor turístico?”

Fuente: elaboración propia (2017).

En la figura 22 se relacionan los lugares de valor ambiental que señalan los encuestados; vale la pena señalar que los que tienen un mayor reconocimiento son el Parque Cagua, el Parque Chicaque, el páramo de Aguas Vivas y Canoas; también, que algunos de dichos lugares hicieron parte de los recorridos.

Finalmente, tanto para quienes participaron en el grupo focal como para los demás encuestados, es claro que el municipio cuenta con lugares de valor turístico; quienes participaron en

la formación tienen un mayor conocimiento de estos lugares y los relacionan, justamente, con los que tienen valor ambiental, arqueológico e histórico, tales como las haciendas. A continuación se presentan la gráfica comparativa y el plano que da cuenta de dichos resultados (figuras 23 y 24).

Dentro de la encuesta se preguntó a los participantes qué identifica, para ellos, el municipio o hacia dónde debe proyectarse su futuro. Las respuestas están dentro de las siguientes categorías: [valor] social, valor de la riqueza por descubrir, valor de los aspectos ambientales, culturales e históricos y del compromiso. Entre las respuestas se destacan también algunos eslóganes:

“La ciudad de las oportunidades, la ciudad del varón del sol”.

“Soacha no es lo que escuchas, sino lo que sientes y vives”.

“Ven a conocer Suacha, y te enamorarás de ella”.

“Suacha, un territorio para descubrir sus maravillas”.

“Portal de la prosperidad de los muiscas”.

“Trabajemos por recuperar nuestro municipio”.

“Soacha, paraíso sagrado de los muiscas”.

“Suacha es cultura, diversidad y vida”.

Como resultado se pudo observar que el mayor número de eslóganes giran en torno al compromiso que hay que tener por el municipio, y en una segunda instancia, en torno a la necesidad de recuperar la riqueza ambiental, cultural e histórica del municipio.

## Discusión

La caracterización de los imaginarios, individuales o colectivos, invita a considerar claramente la noción de territorialidad, pues el desarrollo de dicha caracterización parte de la formación de territorios, sin tener en cuenta las consecuencias que se producen en la interacción de las comunidades con su contexto inmediato. El retorno del territorio, según Milton Santos (1997), es simultáneo a la agrupación de diversos análisis que concuerdan en jerarquizar la dimensión espacial al mismo tiempo que señalan su pérdida de capacidad para operar como referente de las identidades sociales;

[...] los territorios habitados (por personas comunes) se confrontan con dos fenómenos contemporáneos; la expansión y la imposición de las relaciones capitalistas de producción, las formas de interacción que llevan a los procesos de mundialización o globalización y, por otro, la tendencia de homogenización de las costumbres, las tradiciones y los usos que se da a la ciudad sobre todo con respecto al consumo y la perspectiva individual. (Schneider & Peyre, 2006, p. 78)



El imaginario colectivo es la interacción dinámica que se va construyendo a través de las imágenes que se generan de un lugar, las cuales afectan el comportamiento y la relación de las personas o la comunidad sobre él. Al ser dinámico, se configura en una relación temporal, tanto lineal como cíclica, como se muestra en la figura 25, y que puede tener sus bases en las relaciones de la comunidad con un pasado; es decir, la realidad de los primeros asentamientos junto con los procesos de consolidación y transformación del territorio, los cuales influyen o determinan su presente, un presente con huellas del pasado, con nuevos actores y realidades que, al identificar estas dinámicas, permitirá construir nuevos imaginarios por las nuevas relaciones que se puedan establecer entre las personas y los lugares, en función de una nueva realidad social.

Además de lo anterior, el imaginario está cargado del poder de validar una realidad o de estigmatizar un territorio o un grupo poblacional, un aspecto que invita a reflexionar sobre prácticas individuales y colectivas en el espacio urbano a manera de señas y marcas de la vida urbana, ejes de sentido y ciudades imaginadas desde sus habitantes y desde sus dirigentes. Soacha tiene el estigma de ser un municipio con una dinámica de ciudad dormitorio, de ingobernabilidad, de corrupción, de destrucción de sus propios recursos y de desconocimiento de su valor arqueológico, de lugar de los desplazados y los migrantes.

Realizar este recorrido de crecimiento y transformación urbana del municipio desde la incidencia de los planes nacionales de desarrollo, y, a su vez, desde los aspectos conceptuales, no fue una tarea fácil, pero sí bastante enriquecedora, una tarea que permitió detectar la permeabilidad de la administración municipal frente a las propuestas de orden nacional; en especial, frente a los temas de vivienda y movilidad.

Tal parece que se da prioridad a las demandas habitacionales, principalmente de Bogotá, antes que responderse a las necesidades ambientales, sociales, económicas y culturales del municipio, y en dicho proceso ocurren dos cosas de interés para la investigación: primero, se da una apertura mayor a las nuevas urbanizaciones, sin solicitar o sin generar en estos proyectos elementos que se relacionen con la identidad del municipio. A eso se suma la publicidad de algunos de tales proyectos que insinúan que Soacha hace parte de Bogotá, y desconocen las diferencias administrativas y físicas entre ambas.

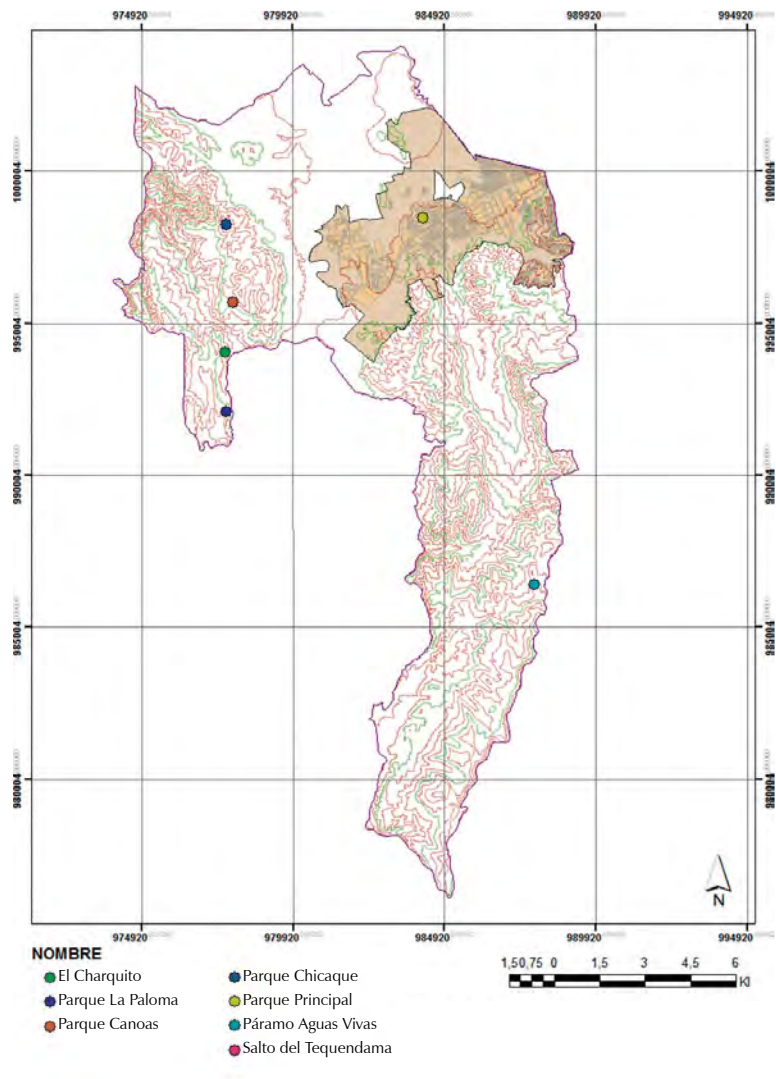


Figura 24. Lugares de valor turístico reconocidos por los encuestados

Fuente: elaboración propia (2017) CC BY-NC.



Figura 25. Dinámica temporal de los imaginarios colectivos

Fuente: Reyes Guarnizo (2014).

Si bien es necesario reconocer que hay un déficit de vivienda dentro del municipio, no hay una propuesta clara en el ámbito urbano frente a la articulación armónica entre los elementos urbanos y los ambientales del municipio con una mirada de identidad y apropiación al territorio.

### **Estrategias para fortalecer la identidad y el sentido de pertenencia**

La experiencia con el grupo focal permite identificar, como primera estrategia para fortalecer la identidad y el sentido de pertenencia, los procesos de formación sobre el territorio para el cual se plantean: talleres de formación en relación con las características ambientales, históricas, arqueológicas y urbanas del municipio, junto con recorridos de reconocimiento.<sup>14</sup>

A partir de esta formación se plantea, como segunda estrategia, el diseño del espacio público de forma colaborativa y con el objetivo de que el proceso permita una identificación con el municipio, ya sea por medio de los elementos que aparecen en la ciudad o por la forma misma como se conciben, y así propiciar la gestión del proceso de transformación o mejoramiento del sector que se vaya a intervenir, por parte de la comunidad misma.

Además de lo anterior, es necesario buscar alianzas con el ente gubernamental, dado que estas iniciativas responden a los proyectos que plantea el plan de desarrollo del municipio, a fin de tener respaldo en relación con la visibilidad del proyecto; también, como el apoyo financiero para su ejecución. Finalmente, es pertinente fortalecer las alianzas con los colectivos de jóvenes que trabajan en el municipio y articular la estrategia pedagógica a través de las dinámicas culturales.

### **Conclusiones**

Frente a la valoración de los procesos de transformación del municipio de Soacha, se ha visto que, en algunas ocasiones, dichos procesos responden al planteamiento de políticas nacionales, situación sobre la cual la comunidad poca injerencia tiene; es decir, el área urbana del municipio de Soacha tiende a seguir creciendo. Así pues, una de las primeras conclusiones, justamente, es que se necesita generar políticas en principios de intervención de espacio público y de las zonas de sesión de las urbanizaciones, con el fin de que se generen propuestas de diseño que permitan a quienes empiezan a vivir en el municipio conocer sus características ambientales, culturales, históricas y arqueológicas.

Con el grupo focal se puede confirmar que es necesario generar estrategias pedagógicas que

permitan a los diferentes grupos poblacionales conocer el municipio de Soacha. Frente a ese aspecto, con el apoyo de la corporación ambiental Caminando el Territorio, se realizó un instrumento de estrategia pedagógica, y se prevé una investigación de aplicación de dicha estrategia, a fin de configurar nuevos imaginarios sobre Soacha. Es evidente la riqueza acerca de lo ambiental, lo histórico, lo cultural y lo arqueológico, todo lo que se puede llegar a convertir en un potencial económico para el municipio al desarrollar propuestas que permitan a pobladores y sus visitantes conocer esta otra cara del municipio.

Los imaginarios urbanos de quienes viven o trabajan en Soacha y no conocen realmente el municipio son negativos y desfavorables para los procesos de apropiación del territorio; desafortunadamente, esta imagen se reafirma gracias a los medios de comunicación, que favorecen la estigmatización de un territorio o de un grupo poblacional.

Frente a lo anterior, es necesario recordar los elementos de la dinámica temporal de los imaginarios colectivos, que plantean una serie de pasos para la consolidación de dichos imaginarios: el primero es la creación de acontecimientos, lo cual nos invita a generar acciones que se transformen en acontecimientos para quienes viven, trabajan y visitan el municipio. El segundo es la imagen ideal de la ciudad, uno de los aspectos que se trabajarán dentro de la estrategia pedagógica, junto con el tercer elemento, que se refiere a los proyectos de futuro que permitan llegar a esa imagen ideal del municipio, a fin de consolidar nuevos imaginarios desde un trabajo de participación social contundente que redunde en el establecimiento de nuevas políticas.

Se reconoce que las formas y las estructuras urbanas de la ciudad contemporánea, así como el tipo de relaciones culturales que la sustentan, no favorecen ni posibilitan la convivencia de los valores y los comportamientos necesarios para avanzar hacia un desarrollo sostenible, aunque valores como la identidad y el sentido de pertenencia están presentes en los principios que orientan los planes de desarrollo del municipio; por tanto, es desde los procesos de gestión, desde la administración municipal y desde la participación comunitaria como se integra al ciudadano común en un proceso de cambio, búsqueda de identidad, transformación y construcción de imaginarios: produciendo nuevas maneras de hacer uso del territorio.

El contenido social, como protagonista de la vida y la cotidianidad urbana e involucrado en el espacio, el paisaje y la cultura, busca en los espacios y en los hechos urbanos elementos de identidad que le signifiquen y tejan los lazos de apropiación y la pertenencia, a fin de conservar la memoria colectiva a través de las prácticas tradicionales y la convivencia con el ecosistema

<sup>14</sup> A partir de esta experiencia se consolida la estrategia pedagógica Descubramos Nuestro Territorio, como un producto adicional con el que se trabajará con diferentes grupos en cada una de las comunas y los corregimientos del municipio.

existente. De ahí que la estructura urbana deba ajustarse a las diversas dinámicas cotidianas para conservar la memoria y la convivencia con el ecosistema existente, en pro de un equilibrio ambiental y social en un contexto de diversidad cultural.

La visión social predominante sobre dicho ecosistema, o lo que queda de él, es la de usar este recurso natural para solucionar problemas urbanos como la expulsión de aguas residuales y desechos

sólidos o la apropiación de un pedazo de tierra a bajo costo para el asentamiento, entre otros.

Esta situación hace que la comunidad no se apropie del lugar donde vive y que no sea posible construir un sentido de pertenencia e identidad, sino que se lo considere algo externo, útil solo en tanto se lo pueda aprovechar para el beneficio particular. Finalmente, es importante identificar si, de verdad, esa es la imagen que tienen todos los que viven en Soacha, dentro de cada barrio, comuna o colectivo.

## Referencias

- Auerdo 18 de 2008, por medio del cual se adopta el plan de desarrollo municipal de Soacha año 2008-2011 "Soacha para vivir mejor". Concejo Municipal de Soacha. Mayo 31 de 2008.
- Auerdo 46 de 2000, por medio del cual se adopta el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Soacha. Concejo Municipal de Soacha. 27 de diciembre de 2000. Recuperado de: <https://www.scribd.com/document/116162102/Plan-de-Ordenamiento-Territorial-Soacha-2000>
- Altman, I. (1975). *The environment and social behavior: Privacy, personal space, territoriality and crowding*. Monterey, Ca: Brooks/Cole.
- Bonilla Castro, E., & Rodríguez Sehk, P. (1997). *Más allá del dilema de los métodos. La investigación en las ciencias sociales*. Bogotá: Norma.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2005). *Plan económico para la competitividad de Soacha*. Bogotá: Cámara de Comercio de Bogotá.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2010). *Boletín del Censo General 2005*. Recuperado de: [https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL\\_PDF\\_CG2005/25754T7T000.PDF](https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/25754T7T000.PDF)
- Departamento Nacional de Planeación. (2014). *Plan Nacional de Desarrollo*. Recuperado de: Planes de Desarrollo anteriores: <https://www.scribd.com/document/315443620/PLAN-NACIONAL-DE-DESARROLLO-2014-2018>
- Departamento Nacional de Planeación. (1972). *Las cuatro estrategias*. Recuperado de: [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Pastrana1\\_Prologo.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Pastrana1_Prologo.pdf)
- Departamento Nacional de Planeación. (1983). *Cambio con equidad. Plan de Desarrollo 1983-1986*. Recuperado de: [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Betancur\\_Fundamentos\\_Plan.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Betancur_Fundamentos_Plan.pdf)
- Departamento Nacional de Planeación. (1987). *Plan de economía social (1986-1990)*. Recuperado de: [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Barco\\_Prologo.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Barco_Prologo.pdf)
- Departamento Nacional de Planeación. (1991). *La revolución pacífica. Plan de desarrollo económico y social 1990-1994*. Recuperado de: [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Gaviria\\_Prologo.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Gaviria_Prologo.pdf)
- Departamento Nacional de Planeación. (1995). *El salto social (1994-1998)*. Recuperado de: [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Samper\\_fundamentos\\_plan.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Samper_fundamentos_plan.pdf)
- Departamento Nacional de Planeación. (1998). *Cambio para construir la paz (1998-2002)*. Recuperado de: [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Pastrana2\\_Contexto\\_Cambio.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/PND/Pastrana2_Contexto_Cambio.pdf)
- Departamento Nacional de Planeación. (1994). Departamento Nacional de Planeación. Recuperado de: Planes de Desarrollo anteriores: <https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Planes-de-Desarrollo-anteriores.aspx>
- Durand, G. (1964). *L'imagination symbolique*. París: Presses Universitaires de France.
- Durand, G. (1994). *El imaginario, ciencia y filosofía de la imagen*. París: Hatier.
- García Canclini, N. (1995). *Consumidores y ciudadanos*. México, D.F.: Grijalbo S.A. Recuperado de: <https://antroporecursos.files.wordpress.com/2009/03/garcia-canclini-n-1995-consumidores-y-ciudadanos.pdf>
- García Canclini, N. (2005). *Imaginario urbanos*. Buenos Aires: Editorial Universitaria.
- Haesbaert, R. (1997). *Des-territorialização e identidade: a rede "gaucha" no nordeste*. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense, EDUFF.
- Haesbaert, R. (2002). *Territórios alternativos*. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense, EDUFF.
- Haesbaert, R. (2004a). Des-caminhos e perspectivas do território. En: Ribas, A.; Sposito, E.; Saquet, M. (Org.). *Territórios e Desenvolvimento: Diferentes Abordagens* (pp. 87-119). Paraná: Francisco Beltrão, UNIOESTE. Recuperado de: <http://unbral.nuem.ufrgs.br/base/items/show/2800>
- Haesbaert, R. (2004b). *O mito da desterritorialização: do "fim dos territórios" a Multiterritorialidade*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Hiernaux, D. (2007). Los imaginarios urbanos: de la teoría y los aterrizajes en los estudios urbanos. *Revista Eure*, 33(99), 17-30. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612007000200003>
- Ley 9 de 1989, por la cual se dictan normas sobre planes de desarrollo municipal, compra-venta y expropiación de bienes y se dictan otras disposiciones. Enero 11 de 1989. Congreso de Colombia. Recuperado de: <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjurMantenimiento/normas/Norma1.jsp?i=1175>
- Lobato Correa, R. (1997) Territorialidade e Corporato: Um Exemplo. En *Território: Globalização e Fragmentação* (pp. 251-256). Sao Paulo: Editora Hucitec.
- Montañez, G. (2001). Introducción. Razón y pasión del espacio despacio y el territorio. En: G. Montañez. *Espacio y Territorios. Razón, pasión e Imaginarios* (pp. 15-32). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Unibiblos.
- Pérez, M. (2004). *Territorio y desplazamiento. El caso de Altos de Cazucá, municipio de Soacha*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Resolución 1687 de 2009, por medio de la cual se adopta, por motivos de utilidad pública e interés social, el Macroproyecto de Interés Social Nacional 'Ciudad Verde' en el municipio de Soacha, Cundinamarca. Diario Oficial de Colombia. 11 de septiembre de 2009.
- Reyes Guarnizo, A. B. (2011). Un mito que cobra vida, la inundación del tequendama. En F. P. Fedes, *Soacha el derecho a vivir bien, una herramienta para la formación y el debate*. (p. 123). Bogotá: Antropos.
- Reyes Guarnizo, A. B. (2014). De los imaginarios colectivos a la apropiación del territorio, un recorrido conceptual. *Bitácora Urbano Territorial*, 1(24), 10-17. Recuperado de: [https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/32452/html\\_1](https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/32452/html_1)
- Santos, M. (1991, junio diciembre). A revolução tecnológica e território: realidades e perspectiva. *Terra Livre*, 9, 7-17. Recuperado de: <https://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/viewFile/101/100>
- Santos, M. (1997). *Espacio y territorios. Razón, Pasión e Imaginarios*. Barcelona: Ariel.
- Schneider, S., & Peyre, I. G. (2006). Territorio y enfoque territorial: De las referencias cognitivas a los aportes aplicados al análisis de los procesos socio rurales. En: M. Manzanal, G. Neiman, & M. Lattuada, *Desarrollo rural. Organizaciones, instituciones y territorios* (pp. 71-102). Buenos Aires: Ciccus.
- Souza, M. L. (1995). O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. En: Castro, Iná et. al. (Orgs.). *Geografia: Conceitos e Temas* (pp. 77-116). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Sposito, E. S. & Saquet, M. A., Ribas, A. (2004). *Território e desenvolvimento: diferentes abordagens*. Paraná: Francisco Beltrão, UNIOESTE.
- Torres, E. (2010, febrero 19). La ciudad desde los imaginarios urbanos. [Entrada de blog]. *La ciudad viva*. Recuperado el 3 de mayo de 2012 de <http://www.laciudadviva.org/blogs/?p=3569>
- Vergara Figueroa, A. (2001). *Imaginario: horizontes plurales*. México: Escuela Nacional de Antropología e Historia.
- Vidal Montana, T. & Pol Urrutia, E. (2005). La apropiación del espacio: una propuesta teórica para comprender la vinculación entre las personas y los lugares. *Anuario de Psicología*, 36(3), 281-297. Recuperado de: <https://www.raco.cat/index.php/AnuarioPsicologia/article/view/61819>

# El color como componente paisajístico en los catálogos de paisaje urbano

Color as a landscape component in townscape catalogues

## Lucas Peries

Universidad Católica de Córdoba-Unidad Asociada al CONICET. Córdoba (Argentina)  
Facultad de Arquitectura. Instituto del Paisaje

## María Cecilia Kesman

Universidad Católica de Córdoba-Unidad Asociada al CONICET. Córdoba (Argentina)  
Facultad de Arquitectura. Instituto del Paisaje

## Silvina de Lourdes Barraud

Universidad Católica de Córdoba-Unidad Asociada al CONICET. Córdoba (Argentina)  
Facultad de Arquitectura. Instituto del Paisaje

### Lucas Peries

Arquitecto, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba (Argentina).  
Magíster en paisaje, Universidad Católica de Córdoba. Córdoba (Argentina).  
Doctor en arquitectura, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires (Argentina).  
<https://scholar.google.com.ar/citations?user=9TuhcYcAAA&hl=es>  
<https://orcid.org/0000-0001-8689-8744>  
www.lucasperies.com  
perieslucas@gmail.com

### María Cecilia Kesman

Arquitecta, Universidad Católica de Córdoba. Córdoba (Argentina).  
Máster en aproximaciones a la arquitectura desde el medio ambiente histórico y social, Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona (España).  
<https://scholar.google.com.ar/citations?user=ZltkY0cAAA&hl=es>  
<https://orcid.org/0000-0002-1203-6460>  
kesmanc@hotmail.com

### Silvina de Lourdes Barraud

Arquitecta, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba (Argentina).  
Magíster en diseño arquitectónico y urbano, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba (Argentina).  
<https://scholar.google.com/citations?user=4IG398sAAA&hl=es>  
<https://orcid.org/0000-0001-5188-3905>  
sbarraud2001@gmail.com

Peries, L., Kesman, M. C., & Barraud, S. de L. (2020). El color como componente paisajístico en los catálogos de paisaje urbano. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 58-66. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2824>



dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2824

## Resumen

Se puede evidenciar una deficiencia en los procesos de planificación y diseño urbanos con un enfoque paisajístico, y es por lo que el color urbano puede entenderse como un componente significativo que contribuye a consolidar el carácter paisajístico de la ciudad y a delimitar de áreas homogéneas. El presente trabajo tiene como objetivo abordar el color urbano dentro del marco de la construcción de una metodología para la elaboración de catálogos de paisaje urbano (CPU) aplicables en distintas estructuras físico-espaciales urbanas y contextos geográficos. A partir de registros fotográficos en formato de barrido panorámico, capturados en puntos de observación del espacio urbano, y mediante el uso de software, se generan esquemas cromáticos representativos de la imagen paisajística. Desde las fases de identificación y caracterización, el resultado es una interpretación objetiva y cualitativa de la información de medición colorimétrica (sistema de color HSL) que permite relacionar e identificar la composición de color ambiental del paisaje considerando en igual medida a la naturaleza y a la cultura (construcciones antrópicas), y de cómo esto permite orientar planes y proyectos urbanos.

**Palabras clave:** color ambiental; cromática; diseño urbano; espacio urbano; esquemas colorimétricos; paisajismo

## Abstract

A deficiency in urban planning and design processes can be evidenced from a landscaping approach, which is why the urban color can be understood as a significant component that contributes to consolidating the landscape character of the city. The work aims to address the urban color in the framework of the construction of a methodology for the elaboration of "Urban Landscape Catalogs" (ULC) applicable in different urban physical-spatial structures and geographical contexts. From photographic records in panoramic scanning format, captured in observation points of the urban space and through the use of software, representative color schemes of the landscape image are generated. From the identification and characterization phases, the result is an objective and qualitative interpretation of the colorimetric measurement information (HSL color system) that allows to relate and identify the environmental color composition of the landscape considering nature and culture in equal measure (anthropic constructions) and how this allows to guide urban plans and projects.

**Keywords:** environmental color; chromatic; urban design; urban space; colorimetric schemes; landscaping

Recibido: julio 1 / 2019

Evaluado: septiembre 25 / 2019

Aceptado: noviembre 13 / 2019

## Introducción

Comprender el color como un componente paisajístico es resultado del trabajo ininterrumpido, por más de diez años, en una misma línea de investigación científica, y el cual se refiere al diseño de la metodología para la construcción de catálogos de paisaje urbano (en adelante, CPU). Estos catálogos constituyen un instrumento innovador, generado para orientar los procesos de planificación urbana con un enfoque paisajístico, y en referencia al desarrollo sostenible, tal como lo plantean Busquets y Cortina: la sostenibilidad paisajística es la "capacidad de un cierto paisaje de sostener las actividades de la sociedad sin comprometer el mantenimiento de sus características y valores esenciales" (2009, p. 702). El color define, de manera conjunta con los otros componentes del paisaje, aspectos que son inherentes a la calidad y la identidad paisajísticas, por lo cual las decisiones en lo que a ese componente respecta también deben considerarse en las acciones de desarrollo urbano, atendiendo a la sostenibilidad del paisaje.

La finalidad de los catálogos es determinar el tipo de valor que posee un paisaje y establecer las consideraciones de calidad paisajística que permitan delinear acciones para su manutención y su desarrollo —en términos de calidad de vida urbana—; todo ello, orientado a contribuir con la mejora de la gestión, el análisis y la utiliza-

ción de los recursos naturales y culturales, para la formulación de planes, proyectos y políticas urbanas, desde el bagaje técnico-conceptual del paisaje y con abordaje interdisciplinar.

El diseño y la ejecución de un CPU constituyen un mecanismo inédito, frente a otros antecedentes que abordan la planificación territorial a escala regional por medio de estrategias análogas; principalmente, las desarrolladas en Europa. La presente investigación apunta a la generación de un instrumento de acción propio que posibilite aplicaciones al contexto y a la realidad latinoamericanas, y con escala y delimitación en el ámbito de la ciudad.

Este artículo deriva de la integración del conocimiento de la investigación aplicada *Catálogo del paisaje urbano, instrumento innovativo para la planificación urbana con enfoque paisajístico: Parque Sarmiento, ciudad de Córdoba (2016-2019)*, junto a la investigación básica y en actual ejecución *La definición metodológica del Catálogo de Paisaje Urbano: estudio paisajístico innovativo para la orientación de una planificación urbana sostenible (2019-2022)*. En ambos casos se trabaja en el ámbito del Instituto del Paisaje de la Universidad Católica de Córdoba-Unidad Asociada al CONICET,<sup>1</sup> con subsidios de la propia institución y evaluación por jurado externo. Los autores —profesionales de la arquitectura con formación en carreras de posgrado complementarias— son investigadores responsables de los proyectos. Este equipo cuenta con la colaboración de múltiples especialistas provenientes de los campos de la biología, la geología, las ciencias agronómicas, el diseño industrial y las artes plásticas, quienes hacen su aporte específico e integrado en diferentes instancias de la labor científica.

La investigación plantea como objetivo general la definición metodológica de la construcción de los CPU para su aplicación en distintas estructuras físico-espaciales urbanas y contextos geográficos. En el caso particular de este artículo, el enfoque es en los aspectos y las instancias específicas de los CPU en relación con el componente cromático del paisaje. Es objetivo de este escrito mostrar las técnicas y los procedimientos desarrollados para la identificación, el registro, el análisis y la evaluación del color ambiental de un ámbito urbano. Para tal fin, el trabajo se fundamenta en la propia investigación básica y aplicada —desde la producción original— y el sustento en antecedentes externos —algunos de los cuales se referencian en el desarrollo del escrito—. La posibilidad de hacer pública esta experiencia posibilitará que sea replicada o reelaborada por otros profesionales interesados en el tema, al igual que su empleo como material didáctico en el campo de la enseñanza.

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Argentina.

A continuación se reseña la generalidad de la metodología de construcción de un CPU para, posteriormente, concentrarse en las cuestiones específicas de la temática del color y poder comprender así su vínculo y sus instancias de aplicación dentro del esquema global del catálogo haciendo explícitas las técnicas y las herramientas empleadas.

## Metodología

### La construcción de CPU

El proceso metodológico para la construcción de un CPU se estructura en cinco fases consecutivas: interpretación, identificación, caracterización, valoración y evaluación. Este esquema es resultado de la investigación continua en el tema, y toma como base referencial los distintos proyectos que surgen a partir del Convenio Europeo del Paisaje (Convención del Paisaje del Consejo de Europa, 2000); principalmente, la estrategia del Observatorio del Paisaje de Cataluña (Nogué, Sala y Grau, 2016).

- A. La **interpretación** apunta a una aproximación al entendimiento de la estructura físico-espacial de la zona de estudio, así como a producir una descripción de la secuencia histórica de construcción del paisaje.
- B La **identificación** se inicia determinando cuencas visuales, a partir de la localización de puntos de observación para la captura de fotografías en formato de barridos panorámicos. Esto permite hacer análisis de planos de visibilidad —esquemas interpretativos de la visión representados como capas que dividen la visual del paisaje según distintas profundidades—, análisis de color ambiental —medición colorimétrica promedio— y análisis de la fisonomía de cuencas visuales. Luego se produce el reconocimiento de la composición del paisaje, a partir de señalar y distinguir los componentes que lo estructuran y lo definen, mediante un sistema de categorización de componentes paisajísticos que incluyen: flora, fauna, geomorfología, edificaciones, infraestructura, mobiliario, vehículos, actividades, eventos y materias —distinguiendo entre componentes naturales, o antrópicos, y estáticos, o dinámicos—. Esta fase da como resultado un elenco de fichas que vinculan la información elaborada para cada cuenca visual.
- C. La **caracterización** hace el reconocimiento de las áreas homogéneas de la zona de estudio, en cuanto al carácter del paisaje que deriva de un análisis pormenorizado de cada uno de los componentes paisajísticos que lo integran y en cuanto a su interrelación. Contrastar la información correspondiente a cada cuenca visual permite establecer niveles de homogeneidad que determinan la subdivisión de la zona de estudio en áreas con caracteres diferenciados. El carácter de cada área es desarrollado en particular con documentos escritos que

incluyen información cuantitativa y cualitativa; se destacan especialmente las categorías de componentes paisajísticos más relevantes que determinan el carácter del paisaje.

D. La **valoración** se orienta al reconocimiento y la asignación de valores a las áreas homogéneas detectadas en la fase anterior, por intermedio de distintos modelos de consulta para ciudadanos, profesionales de múltiples disciplinas y especialistas en paisaje.

E. La **evaluación** posibilita el arribo a los resultados finales del CPU. La información de las fases predecesoras es interpretada objetivamente para lograr definir el tipo de valor que le corresponde al paisaje de cada área homogénea. A partir de la fundamentación del valor se establecen consideraciones de calidad paisajística y las respectivas acciones —preservar, recuperar, potenciar, incorporar, suprimir— que demanda cada área para el desarrollo sostenible del paisaje.

A cada fase le corresponde una serie de objetivos, actividades, criterios, métodos, herramientas y productos gráfico-conceptuales específicos (fichas, mapas, tablas de inventarios, imágenes, estadísticas y documentos escritos). Cada uno de ellos es elaborado de modo original durante el desarrollo de la investigación. Entre esos medios están los destinados a determinar la composición colorimétrica del paisaje para, con esa base, plantear estrategias de intervención.

Esta información escrita, gráfica y fotográfica es generada con base en los datos recogidos por observaciones directas en recorridos de campo o por métodos sustitutos, como el análisis de fotografías e imágenes satelitales en tareas de gabinete. También se emplea la consulta de material bibliográfico y de fuentes de información directa (entrevistas y consultas personales); además, para procesar el volumen de datos se utiliza un *software* diseñado especialmente para este fin.

## Resultados

### El color en los Catálogos de Paisaje Urbano (CPU)

El *color ambiental urbano* es el resultado de la conjunción de todos los componentes que integran un espacio, con su materialidad o su sustancia constitutiva, y en articulación con la incidencia de la luz, la proyección de las sombras y las cesías.<sup>2</sup>

El concepto del color en el ambiente urbano es tratado por Ávila y Polo (1996), en el libro *Color urbano: indagaciones en ámbitos de la ciudad de Córdoba*. En este se define el color como “esa particular impresión cromática generalizada de la misma que es percibida en relación a la luz incidente según su latitud, las distintas estaciones climáticas, las diferentes horas del día y en virtud de su conformación y configuración” (p. 41).

<sup>2</sup> Sobre el concepto de cesía, véase: Caivano, Menghi y Ladisernia (2005).

Las autoras llevan a cabo diversos estudios y arriban a la definición del método de relevamiento cromático, cuyo fin es corroborar el rol del color en los ámbitos urbanos. Los pasos que comprende dicho método son: selección en secuencia de los enfoques; percepción del color de los elementos estructurantes (mediante un visor aislante de la superficie cromatizada de cada componente); lectura del color dominante, y cotejo y correspondencia de tinte con el atlas del Sistema Natural de los Colores. Posteriormente se procede a la codificación en el atlas del Sistema Natural de los Colores. El procedimiento se hace con cada superficie de los componentes dominantes. Dichos componentes se representan de manera esquemática. Como última instancia, se confeccionan fichas en las que se deja constancia de la superficie relevada. En ellas se registra el tinte dominante, así como la notación correspondiente y la evaluación en porcentaje relativo.

Otros estudios abordan el tema del color desde la lógica perceptual, como es el caso del clásico método francés de Lenclos (1982). El procedimiento inicia con trabajo de campo, donde se recaban muestras de color directamente del sitio de estudio (fragmentos de pintura, revestimientos, piedras o vegetación, entre otros); luego se hacen una clasificación y una síntesis o traducción de los tonos encontrados a partir de dos técnicas: “Either we constitute the chromatic sensation of the material by making a composition of color marks or, if a more simplified registration is required, we reproduce the dominant tone of the sample observing it from a distance” (Lenclos, 2009, p. 39),<sup>3</sup> y, finalmente, se produce la presentación de un vocabulario de color como interpretación del paisaje. El trabajo selecciona los colores según criterios personales y cualitativos, desde un punto de vista perceptivo, y no cuantitativo.

En relación con estos antecedentes y dentro de la perspectiva del CPU, se acuerda con el planteo de Guerrero Nieto y Rodríguez (2019)—, que reconoce dos enfoques metodológicos para el estudio cromático de ámbitos urbanos: a) Abordaje físicamente mensurable y objetivo de los colores del espacio urbano, y b) Abordaje subjetivo derivado del imaginario individual o colectivo, desde la percepción de los habitantes o de los profesionales actuantes.

En el caso del CPU, la metodología de interés y la empleada corresponden al tipo a, eludiendo las interpretaciones personales y subjetivas para producir un relevamiento cuantitativo, mensurable y objetivo.

El enfoque sobre el componente cromático del paisaje se profundiza en las fases de *identificación* y de *caracterización* de la metodología

<sup>3</sup> “(...) constituimos la sensación cromática del material haciendo una composición de marcas de color o, si se requiere un registro más simplificado, reproducimos el tono dominante de la muestra observándola desde la distancia”. Traducción propia.

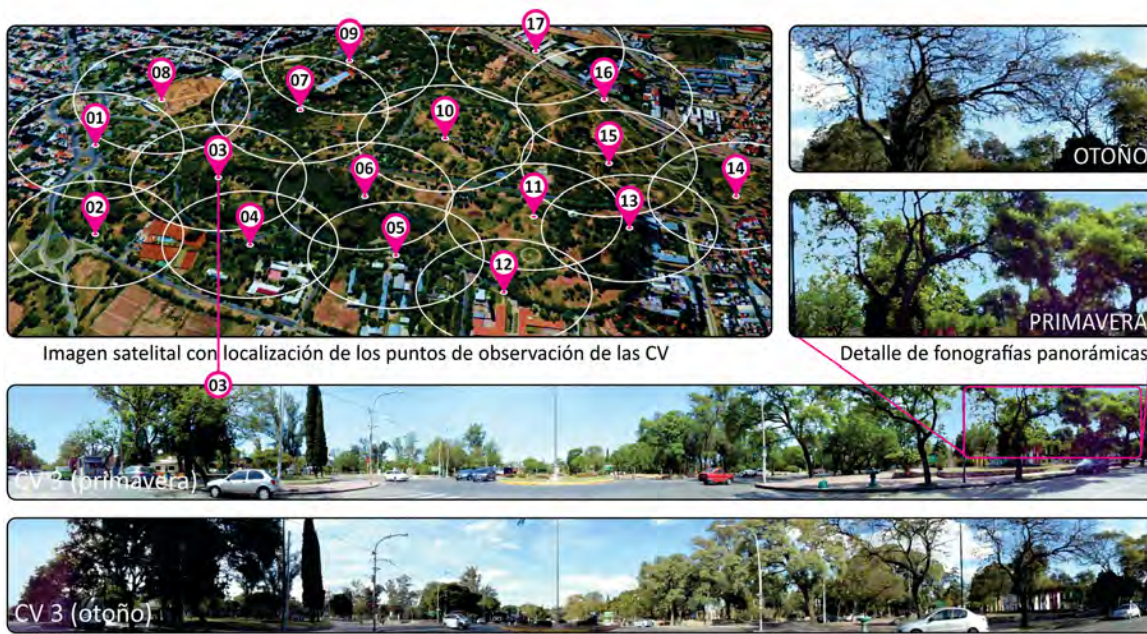


Figura 1. Esquema de localización de puntos de observación y ejemplificación de fotografías panorámicas de cuenca visual No. 3 (primavera y otoño)

Fuente: Peries (sobre imagen satelital de Google Earth), 2018. CC BY-NC-SA.

de construcción de los CPU —ya reseñada—, y desarrolladas a continuación.

### El color en la fase de identificación del CPU

En esta instancia de desarrollo y ejecución del CPU, el registro fotográfico del espacio urbano determina el material principal para el estudio cromático del paisaje. En la zona de estudio se deben determinar puntos de observación, con una equidistancia inferior a los 200 m, que permiten abarcar su totalidad con cuencas visuales de 360°, como se demuestra en la figura 1, correspondiente con el catálogo del paisaje del parque Sarmiento, de la ciudad de Córdoba. Las fotografías capturadas en cada punto de observación —en formato de barrido panorámico—, determinan el disparador de esta tarea para la generación de esquemas cromáticos y su medición colorimétrica. Esas imágenes son registradas en situaciones diurnas y periodos estacionales opuestos (verano-invierno, otoño-primavera) para su posterior contrastación, al mismo tiempo que se considera la dimensión temporal del paisaje —en términos de variabilidad—; particularmente, en localizaciones geográficas donde los equinoccios son extremos o con cierta amplitud de modificación. Cabe aclarar que la investigación excluye el relevamiento nocturno, aunque en este se podría aplicar el mismo procedimiento.

Para el registro fotográfico se debe procurar el trabajo en condiciones de tiempo meteorológico<sup>4</sup> similares. Este criterio corresponde a los cambios en la composición espectral de la luz solar<sup>5</sup> que llega a la superficie terrestre a causa de las condicionantes meteorológicas y de la cantidad de atmósfera atravesada en relación con la posición geográfica, el equinoccio y el horario (Romero, 2006; De Grandis, 1985). Además, se deben considerar los siguientes criterios:

- A. La *iluminación cenital* es recomendable para la captura de las fotografías, dado que es un factor que modifica la visión de los componentes (Swirnoff, 2000) según la posición del sol respecto al observador. Al mismo tiempo, se evita la modificación de los colores al recibir luz acromática —distinto de lo que sucede en los crepúsculos—. Los estudios demuestran que al estar el sol por detrás del observador se reduce la visión de las sombras del paisaje, los colores se perciben más brillantes y claros, y se produce la sensación de aplastamiento de los volúmenes. Cuando el sol se posiciona frente al observador, el paisaje se percibe en sombra, los colores disminuyen el brillo y se oscurecen, y se produce la sensación de agrandamiento de los volúmenes. Cuando el sol se posiciona sobre el observador (cenit), la percepción se ve favorecida, pues disminuyen las distorsiones. Se debe evitar el registro en las horas de los crepúsculos (amanecer y atardecer) o próximas a ellos, por los cambios colorimétricos que producen.
- B. La *visibilidad horizontal*<sup>6</sup> es la distancia máxima a la que un observador puede distinguir con claridad algunos componentes del paisaje en el horizonte. Se reconocen dos grados extremos de visibilidad, resultantes de las condiciones atmosféricas: *visibilidad nula*, producto de la niebla densa, y *visibilidad máxima*, correspondiente a la transparencia absoluta. Dado que las condiciones atmosféricas modifican las condiciones visuales de los componentes del paisaje —en cuanto a variables de color, brillo, textura, contorno—, la visibilidad máxima se constituye en una condición indispensable para la ejecución de las capturas fotográficas.
- C. El *posicionamiento* de la cámara fotográfica con altura constante, por medio del empleo de un trípode, permite definir una cota de observación constante para todos los barridos panorámicos respecto al suelo. Dicho criterio está orientado a la equivalencia del nivel de observación en la comparación de las fotografías.

<sup>4</sup> El tiempo meteorológico es el estado de la atmósfera en un lugar y un momento determinados, en cuanto a temperatura, humedad, luminosidad, presión, etc.

<sup>5</sup> Esparcimiento y absorción por componentes atmosféricos; refracción, dispersión y difracción cromática por presencia de agua o diversos gases.

<sup>6</sup> Concepto relativo al campo de la meteorología.

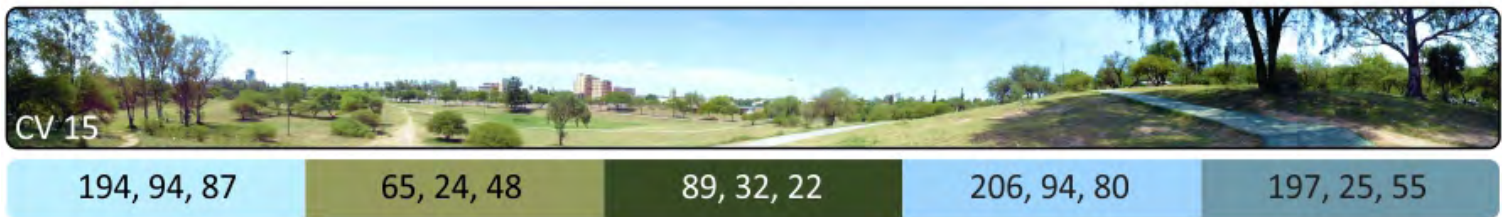


Figura 2. Ejemplo de esquema de color ambiental, cuenca visual No. 15 (primavera)  
Fuente: Peries (2019). CC BY-NC-SA.

A partir del material fotográfico, se trabaja con tecnología informática para procesar las imágenes y obtener datos concretos en relación con el color. En los orígenes de esta línea de investigación se aplicaron programas editores de imágenes para realizar procedimientos de pixelado de las fotografías. Esta técnica permitió la producción de esquemas regulares de color (con formato de píxel cuadrado) para dividir la imagen en celdas. Cada celda promedia los múltiples tonos del fragmento de imagen que la compone, en un tono homogéneo. Para esta técnica se aplica la conversión de la imagen al formato cromático de cuatricromía (CMYK), que permite realizar una medición colorimétrica porcentual de la totalidad de la fotografía.

Actualmente, y con la abundancia de sistemas en línea para el cálculo de esquemas cromáticos —conocidos como detectores de la paleta cromática de imágenes—, se seleccionó una nueva tecnología. La plataforma Color-favs<sup>7</sup> es útil para determinar cuáles son los colores predominantes en las fotografías del paisaje. El sistema procesa la información cromática de cada imagen por cálculo del promedio de colores y determina una paleta de cinco tonos, como producto de síntesis. Esta paleta se constituye en un esquema de color ambiental, lo que McLellan y Guaralda (2018) denominan como: “a holistic representation of an urban colour scheme” (p. 95)<sup>8</sup>, la cual integra el color de todos los componentes naturales y artificiales que componen la escena capturada en la fotografía del paisaje.

La información cuantitativa de la paleta se procesa con el modelo cromático HSL (por las iniciales en inglés de *Hue, Saturation, Lightness*), que define una estructura de color en relación con sus componentes constituyentes de matiz, saturación y luminosidad<sup>9</sup>, y en correspondencia con el sistema de color RGB (por las iniciales en inglés de *Red, Green, Blue*, derivada de los colores primarios de la luz), como se ejemplifica en la figura 2, con su respectiva notación cromática.

La luz se incorpora, en el presente estudio del paisaje, por intermedio del color, dado que este último responde a la sensación resultante de las radiaciones luminosas que percibe el sistema visual humano mediante las células fotorrecep-

toras de la retina. Por consiguiente, y por intermedio del color, podemos analizar al grado de luminosidad (claro) u oscuridad (oscuro) en términos del *valor del color*, que tiene correspondencia directa con los niveles de iluminación y la relación de blanco y negro con los tonos o cromas. Como lo expresa Santana Pomares (1998),

Cada color patrón [aquel que no contienen negro ni blanco, los tonos o cromas puros] es consecuente de una longitud de onda dominante, caracterizada como fundamental, a partir de la cual en la síntesis sustractiva, al añadirle blanco y sustraer sus equivalencias del color patrón, se aclara hasta quedar blanco y se oscurece al añadirle negro hasta quedar solamente negro. (p. 314)

En el caso del espacio urbano, la luz es dinámica y se encuentra influenciada por múltiples factores. Si bien la luz natural proviene del sol, es afectada por el esparcimiento de la atmósfera terrestre, así como por la orientación y la inclinación respecto al cielo de las construcciones o los demás elementos que se iluminan en la escena urbana. También se suman las interreflexiones que sufre la luz por la materialidad, la geometría, la distribución, la disposición y la distancia entre esos componentes que integran el ámbito urbano.

Esta conjunción de fenómenos materiales y sutiles (lumínicos) que constituyen la imagen objetiva de las escenas urbanas queda sintetizada, clasificada y cuantificada en el análisis que se produce de cada fotografía que es procesada.

El producto de la fase de identificación, respecto al componente color, es la serie de esquemas de color ambiental de cada una de las cuencas visuales estudiadas y en correspondencia con las estaciones de otoño y primavera o verano e invierno. Estos esquemas, junto con sus correspondientes valores de notación del sistema cromático HSL, constituyen la información de trabajo para la fase siguiente del CPU.

### El color en la fase de caracterización del CPU

El análisis de color ambiental de cada una de las cuencas visuales es una de las categorías de componentes del paisaje, entre otras catorce<sup>10</sup>, que se estudian para la delimitación de áreas homogéneas en la etapa de caracterización de la metodología del CPU. En particular, el análisis colorimétrico pretende determinar cuáles son las cuencas visuales que comparten caracteres de color semejantes; información que establece condiciones de homogeneidad entre dichas cuencas.

<sup>7</sup> Proyecto desarrollado por Deron Sizemore con el lenguaje de programación Python y el sistema detector de paletas Colorific.

<sup>8</sup> “(...) una representación holística de un esquema de color urbano” (p. 95). Traducción de los autores.

<sup>9</sup> *Matiz o tono*, el atributo que permite distinguir y clasificar al color en sí mismo. *Saturación o pureza*, la intensidad de un matiz específico. *Luminosidad o valor*, el grado de claridad u oscuridad de un matiz.

<sup>10</sup> Las categorías de componentes restantes son: geomorfología, edificaciones, infraestructura, mobiliario, vehículos, actividades, eventos, flora, fauna, organismos simples, materias, componentes lejanos, esquemas de visibilidad y fisiología de cuencas visuales.



Los valores numéricos de HSL de los esquemas de color son los indicadores para la caracterización. Estos se visualizan en diagramas de representación bidimensional del modelo cromático, los que incorporan los datos de tono en vectores radiales, así como de saturación y luminosidad, en anillos concéntricos. Los valores en grados para cada tono son: rojo, 0°; amarillo, 60°; verde, 120°; cian, 180°; azul, 240°, y magenta, 300°. La saturación se expresa en porcentaje de 0 a 100, donde el 0% es gris neutro, y el 100%, matiz o tono puro, en el exterior del esquema. La luminosidad se expresa en porcentaje, de 0 a 100, donde el 0% es máxima oscuridad (negro absoluto), y el 100%, máxima claridad (blanco absoluto), en el centro del esquema. La figura 3 ejemplifica la notación del color en el esquema gráfico de HSL.

En simultáneo, se produce la carga digital de datos de las notaciones de color en un *software* desarrollado específicamente para la investigación, que permite procesar el volumen de valores numéricos y contrastar la información entre dos cuencas visuales contiguas. La operación se repite para todos los casos de contigüidad según la distribución espacial de localización de los puntos de observación de la zona de estudio —como ya se expuso en el ejemplo de la figura 1—.

El *software* opera sobre la base de 30 indicadores —derivados de las notaciones de dos esquemas de color HSL—, para determinar el porcentaje que comparte condiciones de homogeneidad. El procedimiento identifica primeramente los indicadores con un código numérico (de 1 a 10) que permite producir un patrón para cada uno de los 3 componentes (HSL). Posteriormente se identifican las correspondencias entre códigos de patrón y se establece el porcentaje pertinente (correspondencia 1 = 20%, 2 = 40%, 3 = 60% 4 = 80% y 5 = 100%). La condición

de homogeneidad se da si 2 o más componentes constitutivos del modelo de color HSL presentan el 60% o un mayor porcentaje de correspondencia, como se muestra en las figuras 4 y 5.

Los resultados de confrontación de datos colorimétricos entre cuencas visuales se asocian a los resultados de las 14 categorías de componentes paisajísticos restantes, para determinar las áreas homogéneas de la zona de estudio. El procedimiento analiza porcentajes de cambio entre los indicadores de todos los componentes de las cuencas visuales (expresados en porcentaje), donde el 40% o menor porcentaje de cambio indica situación de homogeneidad. Cuando el porcentaje excede el 40%, la situación de heterogeneidad indica que las cuencas visuales en confrontación no forman parte de una misma área paisajísticamente homogénea.

El procesamiento de datos que sigue este sistema informático permite circunscribir el carácter de cada cuenca visual, que está asociado, a través de coincidencia o diferencia, en cuanto a la definición, la delimitación y la caracterización de las áreas homogéneas, dentro de una zona

Figura 3. Ejemplo del diagrama de notación del color en HSL, cuenca visual No. 9 (primavera)

Fuente: Peries (2019). CC BY-NC-SA.

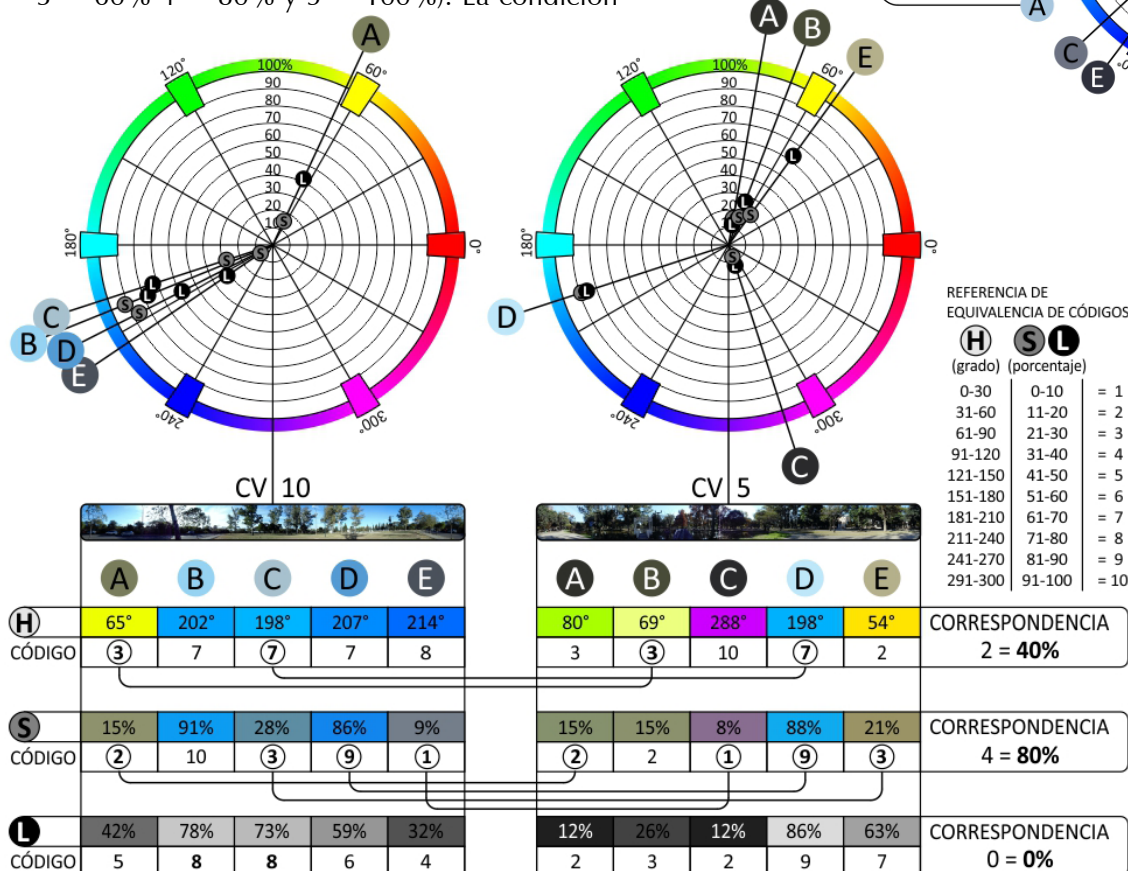
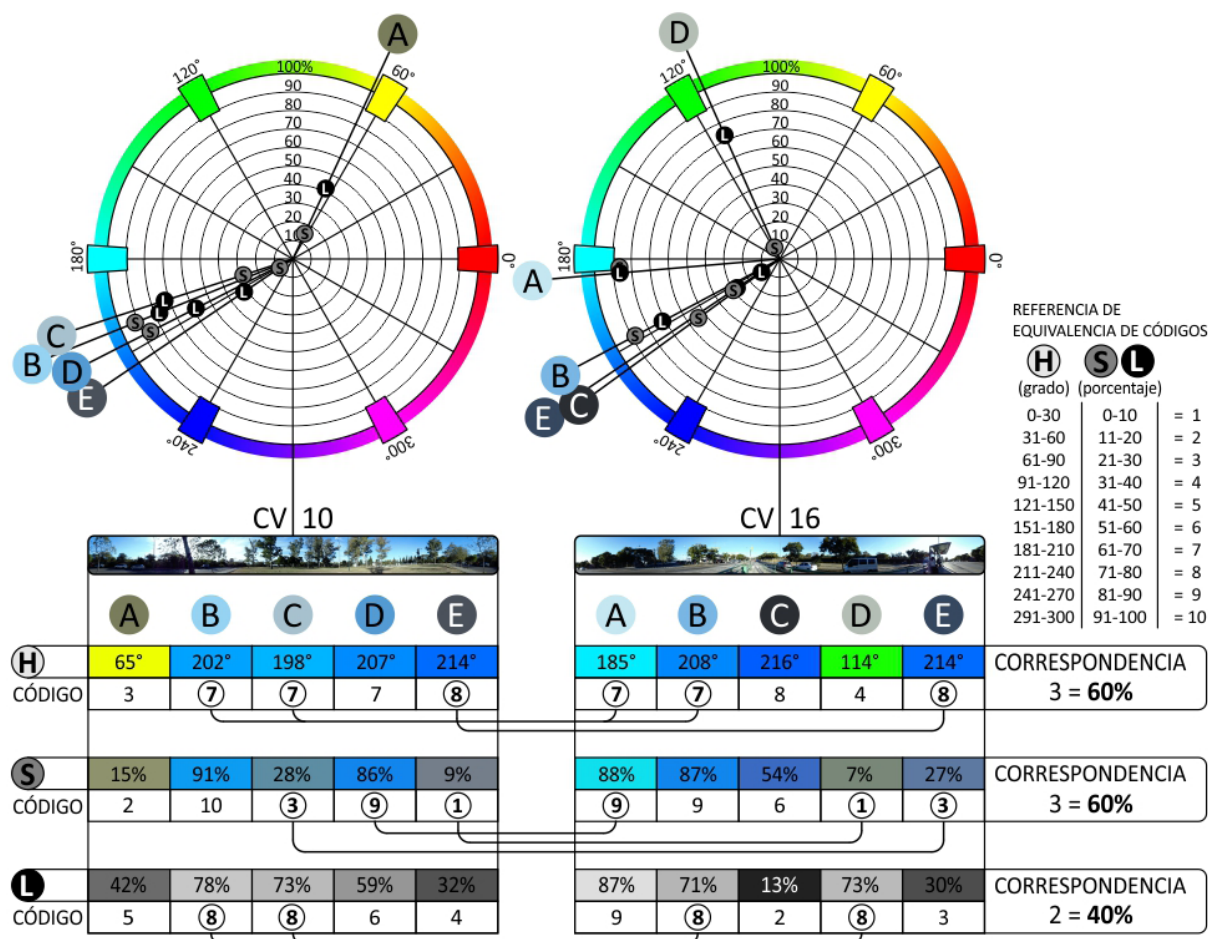


Figura 4. Ejemplo de homogeneidad en la contrastación de los diagramas de color ambiental de cuencas visuales No. 10 y 16 (otoño)

Fuente: Peries (2019). CC BY-NC-SA.

Figura 5. Ejemplo de heterogeneidad en la contrastación de los diagramas de color ambiental de cuencas visuales No. 10 y 5 (otoño)

Fuente: Peries (2019). CC BY-NC-SA.



### Discusión

de estudio. Un área homogénea se compone de combinaciones específicas de diversos componentes del paisaje que comparten características similares y confieren una marcada idiosincrasia por distinción respecto al resto del espacio urbano estudiado.

Una vez determinadas las áreas homogéneas, se elabora un nuevo esquema de color ambiental con base en los barridos panorámicos de las cuencas visuales que integran cada área, como se ejemplifica en la figura 6. Este esquema se incorpora como un patrón cromático de referencia para tener en cuenta en futuras intervenciones en el paisaje. Por otra parte, se ponderan los valores máximos de homogeneidad y heterogeneidad en relación con el color ambiental del área. Se hace una interpretación objetiva y cualitativa de la información, con el fin de relacionar e identificar las características de color ambiental con componentes específicos del paisaje, como, por ejemplo: flora, edificaciones, infraestructura, cielo, etc. Aquellos valores de matiz, saturación y luminosidad con altos grados de homogeneidad son destacados como caracteres para preservar y proteger en el paisaje del área, en correspondencia con los componentes que lo materializan o lo determinan.

El impacto de los resultados se relaciona de manera directa con la definición de consideraciones de calidad paisajística de la fase de evaluación, como culminación de la construcción del CPU —aspectos que exceden la especificidad temática del presente artículo<sup>11</sup>—.

Los resultados de la investigación, así como los procesos involucrados durante su desarrollo para obtener y analizar la información cromática, pueden compararse con otros estudios; algunos de ellos, ya mencionados como antecedentes en el apartado *El color en los catálogos de paisaje urbano*. Puede mencionarse, particularmente, la relación con el método de relevamiento cromático (Ávila & Polo, 1996), ya que la investigación tiene similitudes y puntos de contacto significativos en cuanto al estudio de color urbano. Este último antecedente y el CPU coinciden en el inicio de la tarea con la identificación de un entorno, en el que se seleccionan secuencialmente los enfoques del paisaje, y concluyen con fichas en las cuales se evalúa información cuantitativa, que, a su vez, se deriva de sistemas de notación universales.

También cabe aludir al trabajo realizado durante esta investigación con el método de Lenclos. Si bien en este último y en el CPU el resultado es la interpretación cromática de un sector de la ciudad, la diferencia reside en que, para el caso de Lenclos, las muestras de color se obtienen directamente de los sitios seleccionados a partir de la recolección de fragmentos materiales, y en que se involucra el criterio subjetivo de quien escoge las muestras. En el caso del CPU, tal como ya se expuso, el registro fotográfico del espacio urbano determina la condición objetiva de la técnica fotográfica como documento testimonial y que abarca la realidad registrada —al tratarse de relevamientos técnicos que se sustentan en los criterios expuestos en el apartado de identificación y que prescinden de los aspectos artístico-subjetivos de la fotografía—.

<sup>11</sup> Para ampliar la información con un caso de aplicación del CPU, véase el libro *Catálogo de paisaje del Parque Sarmiento de la ciudad de Córdoba* (Peries, Kesman & Barraud, 2019).

Otro caso de relevancia, y más reciente, es el estudio de las características del color urbano de la ciudad de Harbin (Lu, Qin, Wang & Liu, 2017), con la aplicación del método de análisis cuantitativo del color urbano y la construcción de fichas de relevamiento basadas en el *Sistema de Color Chino GB/T18922-2008*. Al igual que el CPU, dicho estudio considera la influencia del factor estacional con registros en temporadas opuestas —fría y cálida— y produce múltiples relevamientos fotográficos en nodos importantes del eje central de la ciudad. La diferencia principal se encuentra en la clasificación de los componentes del paisaje urbano para su registro y su medición, que se divide en: las edificaciones, el mobiliario y la naturaleza —suelo, agua, vegetación y cielo—, con análisis separados en las tres categorías. También produce el estudio del color nocturno, un aspecto aún no contemplado en el CPU. El caso de Harbin coincide, en cierto punto, con el trabajo de Lenclos (1982; 2009); específicamente, en la aplicación del criterio subjetivo, en este caso, de quien selecciona los encuadres fotográficos de elementos particulares.

La coincidencia con los tres antecedentes reside en la mirada inclusiva respecto al origen de los elementos que se relevan, que supera

el muestreo de pigmentos aplicados. Fontana y Matías (2006) expresan que “Hablar del color del ambiente no es referirse exclusivamente al color de una fachada sino también a la naturaleza de los materiales empleados en la construcción, como determinada especie de madera, cierto tipo granito, de revoque o de mármol” (p. 362). En el caso del CPU, además, se refiere —y los incluye— a los componentes naturales del ambiente ciudadano, como la flora y la geomorfología (recursos hídricos, accidentes geográficos); incluso, se considera al propio cielo. Debido a ello, el CPU se diferencia de otros estudios por su enfoque integral con la perspectiva del paisaje, que aborda todos sus componentes constitutivos, y donde se considera en igual medida a la naturaleza y a la cultura —esta última se concreta en las construcciones antrópicas—.

Por otra parte, es importante considerar que este artículo se posiciona desde un enfoque integral y contextual, que encara al color como parte de una imagen representativa y extractada de una realidad, lo que está asociado al propio concepto de paisaje. A su vez, esto define que no se arribe a cuestiones pormenorizadas y detalladas sobre la notación cromática de todos y cada uno de los elementos individualizados que componen una



Figura 6. Ejemplo del cálculo de color ambiental de un área homogénea  
Fuente: Peries (2019). CC BY-NC-SA.

escena urbana. Y ello refleja también coherencia con las técnicas y los procedimientos empleados, ya que, en términos de la producción de esquemas de color, estos son construidos como síntesis de la representatividad cromática de un área urbana. La propuesta se plantea en coincidencia con el planteo de Boeri (2010) cuando manifiesta:

*In analyzing the colour of an urban area, then, it is not sufficient to proceed in "punctual" terms, as if it were a summation of individual colour components, instead it should be preferable to think in terms of chromatic spatial context leading to highlight that system of variables (...) that determines our perceptual experience of places. (pp. 461-462)<sup>12</sup>*

En relación con lo expuesto, también resulta oportuno aclarar que en el CPU se excluye el análisis de relaciones proporcionales de tamaños y adyacencias tonales. No son de interés para los fines del presente estudio las variaciones del color percibido según la extensión de la superficie coloreada, ni la disposición y posición relativa ni los tipos de contraste de la teoría de Johannes Itten (1961) (simultaneidad, cantidad, cualidad, etc.); sin embargo, lo que sí se halla presente en los esquemas de color ambiental es la representatividad de los colores predominantes, en términos de cantidad, con lo cual se deja al margen del cálculo a los colores con poca representatividad cuantitativa, al producir un sistema de información del predominio cromático.

## Conclusiones

El color está presente en todos y cada uno de los componentes de un paisaje; de ese modo contribuye, por un lado, al carácter individua-

lizado de estos y, simultáneamente, se constituye como un componente integral en sí mismo, cuando, por sumatoria e integración —por promedio—, determina la síntesis cromática de una imagen paisajística: el color ambiental. El color, además de contribuir en la composición de la imagen paisajística, aporta a la producción de su identidad, y en ese sentido y en esa dirección se efectúan los análisis del color ambiental.

El procedimiento descrito en el presente artículo propone un cimiento de información objetiva y cuantificable, a partir de herramientas de descomposición, contrastación y correspondencia de datos numéricos. En tal sentido, el modelo de color HSL permite visualizar el tono, la saturación y la intensidad como subcomponentes aislados, y, simultáneamente, en estado de vínculo. La lectura de resultados no solo visualiza las notaciones de color individual, sino que, además, decodifica, en espacios de color, similitudes y diferencias dentro del esquema cromático. Los diagramas de color ambiental y las planillas de procesamiento de datos se consideran herramientas de gran utilidad para realizar tareas futuras de testeo o verificación de transformaciones colorimétricas; o bien, como insumos complementarios en la definición de criterios y estrategias proyectuales.

Los CPU pueden ser utilizados como fuente de consulta para proyectos e intervenciones que pretendan respetar la sostenibilidad paisajística (Busquets & Cortina, 2009) de un determinado escenario urbano. Por ejemplo, para guiar conscientemente cada criterio de selección de materiales y paletas de colores en diseños de cartelería y señalética, edificaciones e infraestructura o propuestas de renovación urbana a distintas escalas y en diversos niveles de complejidad; incluso, para planes de forestación. En definitiva, cualquier acción proyectual que incida en el componente de *color ambiental de un paisaje*.

<sup>12</sup> "Al analizar el color de un área urbana, no es adecuado proceder en términos 'puntuales', como si se tratara de una suma de componentes de color individuales, sino, sería preferible pensar en términos del contexto espacial cromático que lleva a resaltar ese sistema de variables (...) que determina nuestra experiencia perceptiva de los lugares" (pp. 461-462). Traducción de los autores.

## Referencias

- Ávila, M. M., & Polo, M. R. (1996). *Color Urbano: indagaciones en ámbitos de la Ciudad de Córdoba*. Córdoba: Eudecor.
- Boeri, C. (2010). A perceptual approach to the urban colour reading. *Colour and Light in Architecture, First International Conference*. Verona: Knemesi. Recuperado de [http://rice.iuav.it/246/1/02\\_boeri.pdf](http://rice.iuav.it/246/1/02_boeri.pdf)
- Busquets, J., & Cortina, A. (Ed.) (2009). *Gestión del paisaje: manual de protección, gestión y ordenación del paisaje*. Barcelona: Ariel.
- Caivano, J. L., Menghi, I., & Iadisernia, N. (2005). *Cesia and paints: an atlas of cesia with painted samples*. AIC 2004 *Color and Paints, Proceedings of the Interim Meeting of the International Color Association*. Porto Alegre: Associação Brasileira da Cor.
- De Grandis, L. (1985). *Teoría y uso del color*. Madrid: Cátedra.
- Fontana, A. M., & Matías, N. (2006). El color como identidad: Mapa de color de la ciudad de La Plata. *Color: ciencia, artes, proyecto y enseñanza: Actas del séptimo Congreso Argentino del color*. Buenos Aires: Grupo Argentino del Color.
- Guerrero Nieto, Y., & Rodríguez, C. M. (2019). Aproximaciones a las nociones del territorio: ciudad, sentidos, mapas e imaginarios. *Calle 14: revista de investigación en el campo del arte* 14(25), 188-204. <https://doi.org/10.14483/21450706.14076>
- Itten, J. (1961). *Kunst der farbe*. Ravensburg: Otto Maier.
- Lenclos, J. P. (1982). *Les couleurs de la France: Maisons et paysages*. Paris: Editions du Moniteur.
- Lenclos, J. P. (2009). The geography of colour. En T. Porter y B. Mikellides (Eds.), *Colour for architecture today*. Londres: Taylor & Francis.
- Lu, X., Qin, H., Wang, Z., & Liu, S. (2017). Urban color characteristics of cold city Harbin. *International Conference on Architectural Engineering and Civil Engineering*. Shanghai: Atlantis Press.
- McLellan, G., & Guaralda, M. (2018). Exploring environmental colour design in urban contexts. *The Journal of Public Space*, 3(1), 93-102. <https://doi.org/10.5204/jps.v3i1.320>
- Nogué, J., Sala, P., & Grau, J. (2016). *The landscape catalogues of Catalonia*. Barcelona: ATLL.
- Peries, L., Kesman, C., & Barraud, S. (2019). *Catálogo de paisaje del Parque Sarmiento de la ciudad de Córdoba*. Córdoba: EDUCC.
- Romero, J. (2006). Algunas deducciones de la medida y análisis de la luz y el color en escenas naturales. *Color: ciencia, artes, proyecto y enseñanza: Actas del séptimo Congreso Argentino del color*. Buenos Aires: Grupo Argentino del Color.
- Santana Pomares, J. (1998). Armonizador de colores por computadora. *Actas del tercer Congreso Argentino del color*. Buenos Aires: Grupo Argentino del Color.
- Swirnof, L. (2000). *The color of cities: An international perspective*. London: McGraw-Hill.

# El capital de la movilidad urbana cotidiana: motilidad en la periferia de Lima Metropolitana

The capital of everyday urban mobility: Motility on the periphery of Metropolitan Lima

Gerardo D. Regalado-Regalado

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima (Perú)

Regalado, G. D. (2019). El capital de la movilidad urbana cotidiana: motilidad en la periferia de Lima Metropolitana. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1). 67-81. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.3038>



[doi.org/10.14718/RevArq.2020.3038](https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.3038)

Arquitecto, Universidad Ricardo Palma, Lima (Perú).

Maestro en ciencias con mención en Planificación y Gestión Urbano-Regional, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima (Perú), Doctorando en ciencias sociales con mención en Sociología, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima (Perú).

[https://www.researchgate.net/profile/Geraldo\\_Regalado](https://www.researchgate.net/profile/Geraldo_Regalado)

<https://orcid.org/0000-0001-6962-0660>

<https://scholar.google.com/citations?user=llrhKO0AAAAJ&hl=es&scioq=gerardo+regalado>

[capregalado@yahoo.es](mailto:capregalado@yahoo.es)

## Introducción

El presente artículo se deriva de los procesos investigativos para optar al grado de Doctor en Ciencias Sociales con Mención en Sociología, en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima (Perú). Estos procesos se centran en el abordaje del fenómeno de la movilidad urbana cotidiana a partir del concepto de *motilidad*.

La movilidad urbana cotidiana se constituye en un mercado específico, en un campo de luchas, donde el bien codiciado es la capacidad para ejercer desplazamientos, que desarrollan los diversos tipos de agentes, a partir de principios generadores de prácticas sociales; en este caso, prácticas sociales de viajes, siguiendo la línea de Pierre Bourdieu (2012, 1999), que infiere el concepto de “*habitus ambulante*” (citado en García Jerez, 2016, p. 349).

Estas prácticas sociales de viajes desarrollan relaciones de dominación entre los agentes. Cada uno de ellos ostenta un “capital de motilidad”. Se sigue la línea de investigación de García Jerez (2016, p. 350), quien afirma que, de acuerdo con el tamaño del capital de motilidad, este le otorga al individuo o agente, una posición en el “campo” de la movilidad urbana cotidiana, entendido este como un sistema basado en relaciones sociales jerárquicas y dominaciones entre posiciones de los agentes —individuos o grupos que desarrollan desplazamientos—, cuyas posiciones estarían definidas por la capacidad de “agencia” o actuación en dicho campo, que les otorga su capital de motilidad y les permite realizar elecciones valorativas y significativas; es decir, les confiere la “apropiación” selectiva, equitativa, democrática y colectiva de su territorio, o, en otras palabras, se apropia de su ciudad.

No obstante lo anterior, como todo capital, este puede disminuir, aumentar o desaparecer, en función de ciertas condiciones, tales como: la accesibilidad al entorno inmediato; sus competencias derivadas de sus habilidades, basadas, a su vez, en su condición física, en las adquiridas en el hogar, en la escuela o en la universidad, y

## Resumen

Los procesos de movilidad urbana en las ciudades latinoamericanas se enfrentan a un territorio fragmentado, desigual, no inclusivo, que altera y fragmenta las condiciones espaciotemporales en las cuales se construye la espacialidad urbana de la vida cotidiana, y, por ende, afecta sus desplazamientos. Es por eso por lo que se hace necesario estudiar las prácticas sociales de viajes y la relación directa de estas con el capital de motilidad que ostenta un individuo, y que le permite ejercer su *habitus ambulante*. En la zona periférica de Tahuantinsuyo, en la ciudad de Lima (Perú), se aplicó un método etnográfico, de tipo microetnografía-particularista, combinando observación no participante y entrevistas semiestructuradas, lo que permitió la recolección de datos cuantitativos y cualitativos para caracterizar la condición de accesibilidad, las competencias, la agencia y la apropiación, como la capacidad de autonomía para ejercer desplazamientos, con el fin de determinar el capital de motilidad. Como resultado, se determinó que este capital es alterado en función no solo de la posición socioeconómica y de la competencia con otros agentes, sino también, en relación con su grado de accesibilidad a su hábitat, sus capacidades físicas, sus habilidades o sus competencias, y se encontraron diversas y coincidentes prácticas sociales de viajes que alteran dicho capital.

**Palabras clave:** accesibilidad urbana; derecho a la ciudad; *habitus ambulante*; metropolización; producción del espacio; segregación urbana; sistemas de transporte

## Abstract

The processes of urban mobility in Latin American cities face a fragmented, unequal, non-inclusive territory that alters and fragments the spatio-temporal conditions on which the urban spatiality of everyday life is built, and therefore affects its displacements. That is why it is necessary to study the social travel practices and the direct relationship with the capital of motility that an individual has and that allows him to exercise his traveling habitus. In the peripheral area of Tahuantinsuyo in the city of Lima (Peru), an ethnographic method was applied, of the micro-ethnography-particularist type, combining non-participant observation and semi-structured interviews, which allowed the collection of quantitative and qualitative data for characterize the condition of accessibility, competencies, agency and appropriation, such as the capacity for autonomy to carry out displacements, in order to determine the motility capital. As a result, it was determined that this capital is altered based not only on the socio-economic position and competition with other agents, but also, in relation to their degree of accessibility to their habitat, their physical abilities, skills or competencies, finding various and matching social travel practices that alter said capital.

**Keywords:** urban accessibility; right to the city; walking habitus; metropolization; space production; urban segregation; transportation systems.

Recibido: septiembre 9 / 2019

Evaluado: noviembre 29 / 2019

Aceptado: diciembre 13 / 2019

las del tipo organizacional, fundadas en relaciones de comunidad, amicales o profesionales. Así lo infieren Kaufmann, Bergman y Joye 2004 (citados por García Jerez, 2016, p. 350).

La movilidad urbana cotidiana está condicionada, además, por un espacio urbano, que en la mayoría de las metrópolis latinoamericanas presenta un territorio fragmentado en relación con sus periferias, lo cual expresa su discontinuidad, sus inconexiones y sus segregaciones, producto, a su vez, de la ausencia o de la inequívoca planificación urbana sostenible, lo cual altera y fragmenta las condiciones espaciotemporales sobre las que se fabrica la espacialidad urbana de la vida cotidiana, y, por ende, sus desplazamientos, pero cuya población, de forma cotidiana y a partir de su capital de motilidad, ejerce una agencia que le permite apropiarse de forma selectiva de su territorio tratando de recomponer su funcionalidad en relación con el todo metropolitano (Martínez Toro, 2014).

Esta situación lleva a formular el siguiente interrogante, que será el eje de esta investigación: *¿De qué forma la afectación de las condiciones de accesibilidad al entorno y a sus redes de movilidad, así como a las competencias o las habilidades de un individuo inmerso en un territorio fragmentado social y espacialmente, respecto al todo metropolitano, alteran su capital de motilidad disminuyendo sus posibilidades de alcanzar desplazamientos en el campo de la movilidad urbana cotidiana?*

El abordaje al fenómeno de la movilidad urbana cotidiana se desarrolla a partir del concepto de motilidad, concepto que se define como “aquella capacidad real o potencial que tienen los individuos y/o grupos sociales para efectuar desplazamientos” (Kaufmann, Bergman & Joye, 2004; Flamm & Kaufmann, 2006).

Dicho concepto se estudiará a partir de tres dimensiones expresadas por García Jerez (2016, p. 353): 1) la accesibilidad que ofrece el medio físico-espacial, donde residen o trabajan los actores involucrados, para facilitar los desplazamientos; 2) las competencias o las habilidades que ostentan los actores o los grupos sociales para emprender desplazamientos, y que pueden ser físicas, psicológicas, tecnológicas, etc.; 3) la agencia, o capacidad de actuación en el medio o tejido urbano. Esta última dimensión permite a los involucrados una “apropiación” de sus condiciones de movilidad, por la cual tratan en su cotidianidad de reconstruir un territorio fragmentado social y espacialmente.

Las mencionadas dimensiones se correlacionan con el concepto del *urbanismo fragmentador*, aquella práctica, como lo mencionan Jirón y Mansilla, “que fragmenta las condiciones sobre las cuales se constituye la espacialidad urbana de la vida cotidiana” (2014, p. 1). Estas prácticas sociales exigen una relación con el tejido urbano,

segmentado y atomizado, y así ocasionan discontinuidades, espacios de ganancia y de pérdida y, por tanto, desigualdades sociales.

## Metodología

### El método etnográfico

Dado que el objeto de estudio es la movilidad urbana cotidiana, se ha utilizado el método etnográfico, de tipo microetnografía-particularista; es decir, “aquel que se centra en un aspecto de la cultura o una situación social concreta”. (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2014, p. 485); en este caso, las prácticas sociales de viajes.

Este método exige recolectar información a partir de la técnica de la *observación no participante*, empleando el levantamiento fotográfico de aquellas prácticas sociales de viajes referidas, por ejemplo, a diversos puntos de origen y destino, al uso del transporte urbano formal e informal, a los trayectos a pie o en algún vehículo no motorizado, etc.

La selección de la muestra es del tipo aleatoria, por cuanto el interés radica en explicar la naturaleza de la movilidad urbana cotidiana desde el punto de vista de su capital: la motilidad. Por lo tanto, se puede escoger a cualquier persona que se desplace por el área de estudio. La información obtenida para el presente estudio fue del tipo mixta; es decir, datos cuantitativos y cualitativos. Estos últimos son de suma importancia para medir los aspectos cualitativos de la motilidad. Además de la técnica de la observación participante, se realizaron entrevistas semiestructuradas, con preguntas cerradas y abiertas, con el fin de obtener información para medir las dimensiones de tipo cualitativo de la motilidad.

Por otro lado, el análisis de los datos cualitativos se hizo tal como señala Julio Mejía Navarrete:

El análisis de datos cualitativos, es un proceso definido en tres fases interrelacionadas: la reducción de datos que incluyen edición, categorización, codificación, clasificación y la presentación de datos; el análisis descriptivo, que permite elaborar conclusiones empíricas y descriptivas y la interpretación, que establece conclusiones teóricas y explicativas. (2011, p. 48)

Al respecto, se entrevistó a quince personas, de diferente estrato sociocultural, mediante una entrevista semiestructurada, en la que se indagó sobre las dimensiones acerca de su motilidad, a partir de sus prácticas sociales de viajes.

Para la presente investigación se ha seleccionado la II zona de Tahuantinsuyo, del distrito de Independencia (figura 1), territorio ubicado en la periferia norte de la metrópoli. Un fragmento del territorio de la Región Metropolitana de Lima, que guarda relación y conexión funcional con el cono este y el centro de la urbe, pues detenta procesos



Figura 1. Área de trabajo II, zona de Tahuantinsuyo, distrito de Independencia, Lima, Perú.

Fuente: Google Earth (setiembre de 2019).



Figura 2. Escenario 1: desplazamientos a pie y uso del transporte formal.

Fuente: elaboración propia (2019).



Figura 3. Escenario 2: acceso a redes de movilidad informal y su relación con el mercado informal.

Fuente: elaboración propia (2019).



Figura 4. Escenario 3: combinación de desplazamientos a pie y acceso a redes de movilidad informal.

Fuente: elaboración propia (2019).



Figura 5. Escenario 4: el comercio informal y su relación con los desplazamientos a pie y el acceso a redes de movilidad informal.

Fuente: elaboración propia (2019)

de alta movilidad urbana cotidiana gracias a sus equipamientos metropolitanos, tales como centros comerciales, hospitales y universidades, además de tener cierto nivel de escogencia modal, por la presencia del Corredor Segregado de Alta Capacidad (COSAC), más conocido como *el Metropolitano*, así como de líneas de transporte urbano público denominadas *alimentadoras* y líneas de colectivos, taxis, *combis* y *mototaxis*; estos últimos representan el eslabón final del sistema de movilidad motorizada que hace cobertura del nivel local del distrito.

El área de trabajo presenta características socioeconómicas que acusan un nivel de heterogeneidad y un tejido social microdiferenciado, que determinan diversas prácticas sociales de viajes.

Dado que el análisis de datos cualitativos está enfocado básicamente en comprender —en este caso, a los individuos que realizan prácticas de viajes en su entorno urbano inmediato—, de forma preliminar y en el ámbito exploratorio, utilizando la técnica de recolección de información “observación no participante” a través de la



fotografía, se reconocieron algunos escenarios en relación con las diversas prácticas sociales de viajes que se desarrollan en dicha área de trabajo, tales como los desplazamientos a pie y el uso del transporte formal (figura 2), el acceso a redes de movilidad informal y su relación con el comercio informal (figura 3), la combinación de desplazamientos a pie y el acceso a redes de movilidad



Figura 6. Escenario 5: el uso de las redes de movilidad informal en las vías de mayor demanda de movilidad urbana cotidiana.

Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 7. Escenario 6: acceso a redes de movilidad informal de mayor capacidad.

Fuente: elaboración propia (2019).

informal (figura 4), el comercio informal y su relación con los desplazamientos a pie y el acceso a redes de movilidad informal (figura 5), el uso de las redes de movilidad informal en las vías de mayor demanda de movilidad urbana cotidiana (figura 6) y el acceso a redes de movilidad informal de mayor capacidad (figura 7).

La observación de los escenarios presentados fue de gran importancia para formular las preguntas en las entrevistas semiestructuradas, pues permitió medir las dimensiones del capital de motilidad.

Al respecto, para la medición del capital de motilidad, se establecieron dos dimensiones: 1) accesibilidad y 2) habilidades o competencias; estas últimas, por lo general de naturaleza cualitativa, a partir de los siguientes indicadores:

1. En relación con la accesibilidad:

- Trayecto cotidiano (origen y destino)
- Duración del trayecto cotidiano (hora/minutos)
- Gasto promedio por trayecto (moneda-dólares)
- Uso del transporte público
- Uso del transporte informal
- Modos de transporte motorizado usados cotidianamente
- Cambio de ruta (número de cambios/día)
- Trayectos diarios (número de viajes/día)
- Traspasos en el desplazamiento hacia el trabajo (número de unidad de transporte/ruta/día)
- Manejo de dispositivos tecnológicos para la movilidad (uso de dispositivo)
- Realización de trayectos a pie (recurrencia)
- Propiedad de otros modos de transporte personal (tipo de vehículo)

2. En relación con las habilidades o competencias:

- Condición física (estado de salud)
- Conocimiento del barrio
- Discapacidad y condición médica (condición física u orgánica)
- Conocimiento de las rutas de transporte
- Nivel de percepción de la seguridad de los desplazamientos (confiabilidad)
- Posesión de licencia de conductor

Para la medición de la agencia, se establecieron los siguientes indicadores:

- Grado de libertad para tomar decisiones de desplazamiento
- Grado de negociación para efectuar desplazamientos
- Nivel de asertividad para la escogencia modal
- Nivel de autoeficacia en los desplazamientos
- Grado de autonomía para efectuar desplazamientos

- Grado de control para efectuar desplazamientos
- Nivel de autodeterminación
- Nivel de pensamiento independiente
- Grado de identificación de necesidad de cambio
- Nivel de percepción de mi contexto
- Nivel de control sobre mi entorno

Para medir la apropiación, se establecieron los siguientes indicadores:

- Motivo de desplazamientos cotidianos
- Destino de desplazamientos cotidianos
- Acompañamiento de desplazamientos cotidianos
- Elección del lugar de destino
- Percepción de seguridad en el barrio
- Percepción de seguridad al desarrollar trayectos
- Interacción social en el trayecto cotidiano

Por lo anterior, la medición del capital de motilidad estará en función de la accesibilidad y de las competencias o habilidades de las que goce el poblador de la II zona de Tahuantinsuyo en el distrito de Independencia. Esto determinará un “plusvalor” otorgado, por un lado, a partir de la agencia o la capacidad de actuación en el campo de la movilidad urbana cotidiana, y, por otro, en relación con la apropiación de sus posibilidades y sus condiciones de movilidad para alcanzar los recursos urbanos que posibiliten la producción y la reproducción sociales.

### Caracterización de la población del área de estudio

Antes de exponer los resultados de la investigación es necesario describir el tejido social del área de estudio, cuyas características socioeconómicas son heterogéneas y comprenden un tejido social microdiferenciado, ya que, como afirma Vignoli Rodríguez, “la movilidad diaria parece tener nexos con el funcionamiento del mercado de trabajo y con el nivel de ingreso de las personas” (2008, p. 58).

Según indica el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en sus *Planos Estratificados de Lima Metropolitana a nivel de manzana según ingreso Per Cápita del Hogar y según grupos de pobreza monetaria* (2016), “el 57.9% de la población de este distrito presenta un estrato económico medio y el 35.4% bajo” (p. 27). Por otro lado, en sus *Planos Estratificados de Lima Metropolitana a nivel de manzana según ingreso Per Cápita del Hogar y según grupos de pobreza monetaria* (2016), el INEI establece que “el 39% de su población se encuentra en condición de pobreza” (p. 83).

A partir de los datos proporcionados por el INEI en su Compendio Estadístico (2017), se



infiere que la población juvenil (de 10 a 29 años) del distrito de Independencia en 2015 representa el 34,5% del total de la población.

El 6% de la población del distrito es analfabeta, respecto a lo cual se destaca la zona de El Ermitaño, ubicada al sur del distrito, y que presenta niveles de analfabetismo del orden del 22%, según información del Centro Económico de Lima Norte (2017).

Este distrito presenta una organización de base bien posesionada y fuerte. Registra 88 clubes de madre, en los cuales 2200 socias desarrollan actividades de preparación de alimentos y experiencias productivas en beneficio de la comunidad, de acuerdo con la información proporcionada por el Centro Económico de Lima Norte (2017).

En el campo de la salud, este distrito presenta el 5,7% de su población menor de 5 años en un estado de desnutrición crónica (INEI, 2009),

debido, principalmente, a la situación de pobreza que afronta su población.

En el aspecto económico, en 2008, según información del Observatorio Socioeconómico Laboral de Lima Norte, la Población Económicamente Activa del distrito fue del 51,3%. Así mismo, el 41,4% estaba subempleada y el desempleo alcanzó el 7,3%; sin embargo, se estimó que para 2017, el 92,3% de su población se encontraría económicamente activa (Quispe et al., 2017).

Se determinó que la muestra sería aleatoria, por cuanto el interés radica en investigar el desplazamiento cotidiano de cualquier persona que podría caminar. Se seleccionó una muestra de 15 personas entre los 19 y los 75 años (figura 8), a las cuales se les hizo una entrevista semiestructurada.

La población entrevistada presenta el siguiente perfil socioeconómico: realiza desplazamientos cotidianos, en su mayoría, dentro del sector

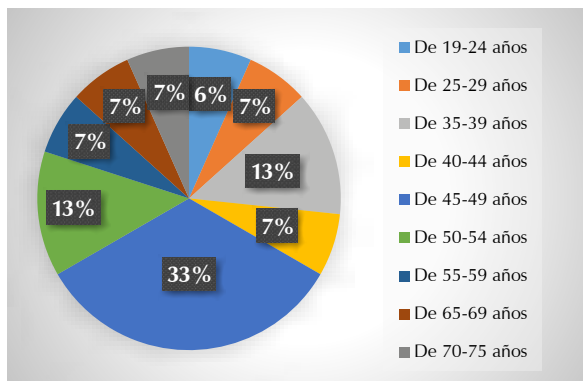


Figura 8. Edades de los entrevistados. Fuente: elaboración propia (setiembre de 2019).

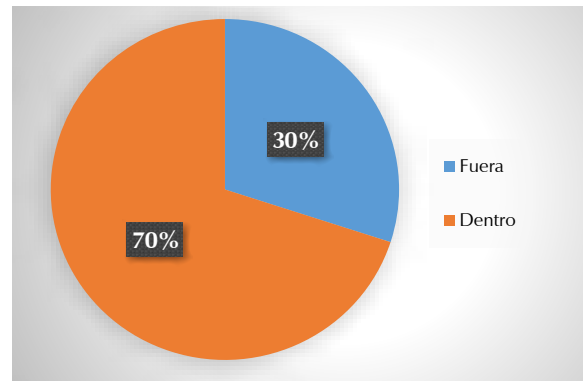


Figura 9. Origen y destino. Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

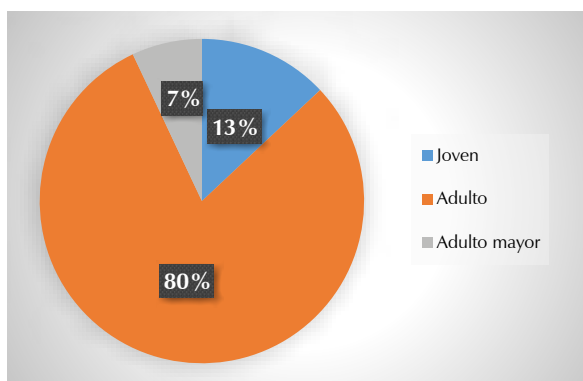


Figura 10. Mercado informal La paradita. Fuente: elaboración propia (2019).



Figura 11. Estructura etaria de los entrevistados. Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

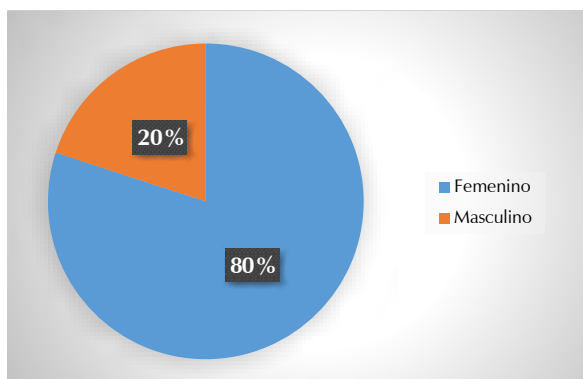


Figura 12. Género de los entrevistados. Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

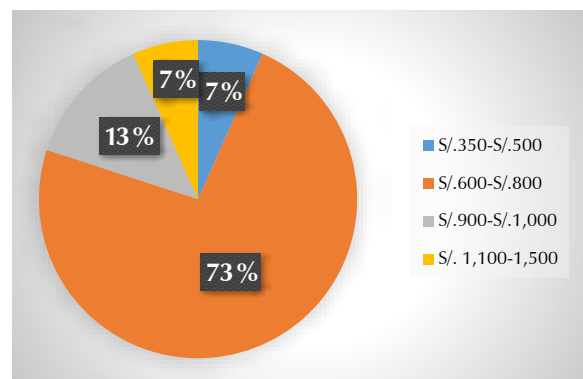


Figura 13. Ingreso per cápita por mes de los entrevistados (en dólares estadounidenses). Fuente: elaboración propia (enero de 2019).



Figura 14. Comercio ambulante.  
Fuente: elaboración propia (2019).

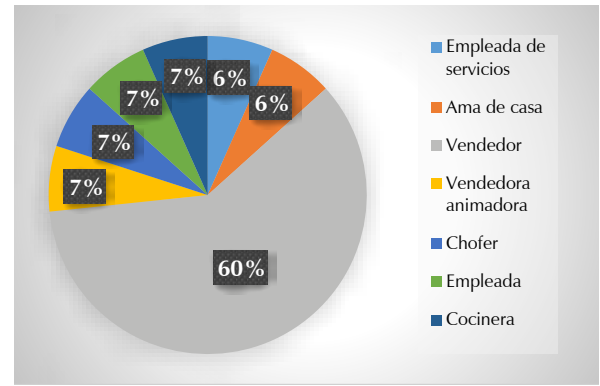


Figura 15. Profesión y oficio de los entrevistados.  
Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

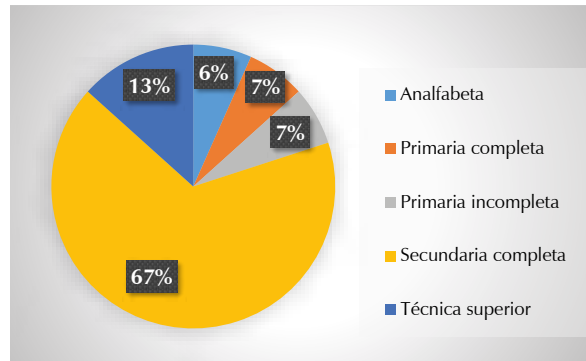


Figura 16. Grado de instrucción de los entrevistados.  
Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

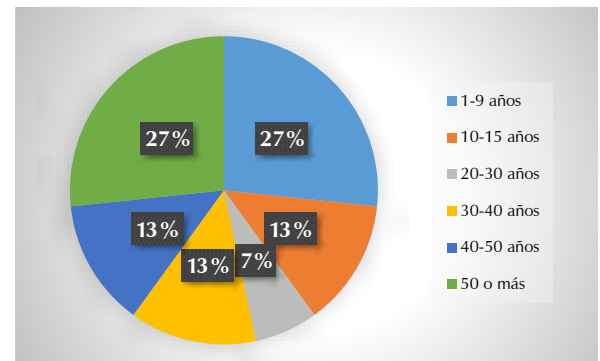


Figura 17. Tiempo de residencia de los entrevistados.  
Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

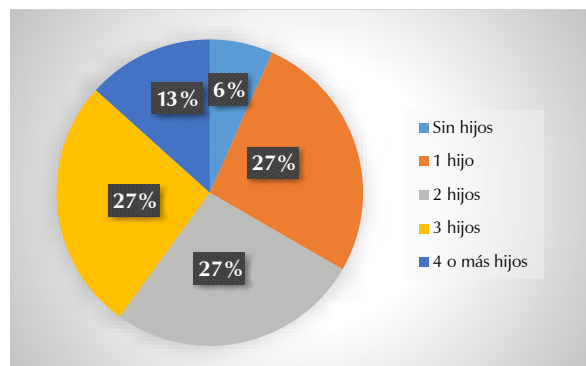


Figura 18. Número de hijos de los entrevistados.  
Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

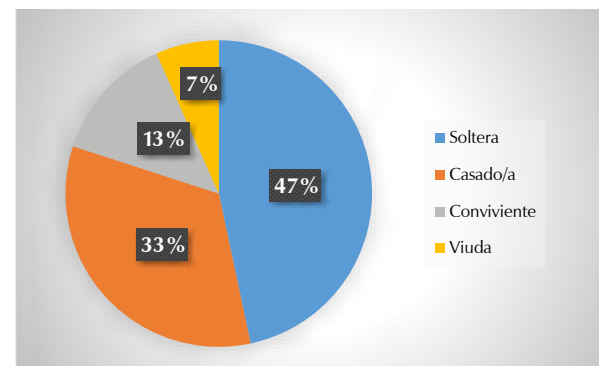


Figura 19. Estado civil de los entrevistados.  
Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

Il de Tahuantinsuyo (figura 9); en especial, a un lugar denominado *La paradita*. Este espacio es un mercado informal apostado al margen de un mercado formal (figura 10).

Presenta una estructura etaria, con una predominancia de las personas adultas del orden del 80%, y joven, del 33% (figura 11). El género que predomina es el femenino, con el 50% (figura 12), población que, a su vez, presenta el mayor desempleo, o que genera su autoempleo, y nacida en una gran proporción en el mismo distrito (80%).

Esta muestra de población tiene un ingreso per cápita por mes que fluctúa entre los USD 102 y los USD 442 (figura 13). El oficio más recurrente es el de vendedor ambulante, con el 60% (figuras 14 y 15). El grado de instrucción predominante es el de secundaria, con el 67% (figura 16). El 27% de los entrevistados aseguran vivir hace más de 50 años en el sector y el 27% tiene un tiempo de residencia de uno a 9 años (figura 17). El 54% de los entrevistados tienen entre 2 y 3 hijos, en promedio (figura 18);

además, presentan un estado civil mayoritariamente soltero con carga familiar, con el 47% (figura 19).

## Resultados

### Condiciones para la movilidad urbana cotidiana

La población de la zona, en su día a día, se desplaza básicamente a buscar su sustento económico en mercados y a *La paradita*. Desarrollan el comercio informal y en espacios urbanos inadecuados, pero convenientemente ubicados al lado de comercios formales, y se enfocan en la venta de productos de primera necesidad y productos de segunda mano; sobre todo, vestimenta.

Importante es el nivel de accesibilidad del poblador del área objeto de estudio. El grado de semiconsolidación de dicha área —medido a partir de las condiciones de habitabilidad que ofrecen las viviendas de acuerdo con su nivel de finalización de obra y la capacidad de soporte del entorno, en referencia a la infraestructura de



Figura 20. Grado de consolidación urbana: semiconsolidada.

Fuente: elaboración propia (2019).



Figura 21. Grado de consolidación urbana: estado de la calzada y veredas.

Fuente: elaboración propia (2019).



Figura 22. Grado de consolidación urbana: estado de la calzada y veredas.

Fuente: elaboración propia (2019).

agua, desagüe, luz e infraestructura vial— permite un determinado acceso inmediato al sistema de movilidad (figura 20).

La facilidad que brinda el estado de las veredas y la calzada es fundamental para desarrollar desplazamientos “a pie”, aunque por la topografía que ostentan el distrito y la zona en mención, las calles, en su mayoría, se encuentran en pendiente regularmente pronunciada (del 5% al 10%) (figura 21). Si bien ese puede ser un obstáculo para tal modo de desplazamiento, la población ya se encuentra aclimatada, salvo la que tiene alguna enfermedad crónica o alguna discapacidad (figura 22).

En cuanto a las redes de movilidad motorizada, el área objeto de estudio ofrece modos de desplazamiento formal, tales como los buses alimentadores del Corredor Segregado de Alta Capacidad (COSAC), más conocido como *El Metropolitano*, y también modos informales, tales como los taxis, los mototaxis y los *combis*, tal como se muestra en las figuras 23 a 26.

## Accesibilidad

La accesibilidad es un factor que puede otorgar facilidades y confort, pero también limitaciones y obstáculos que afectan los desplazamientos de los individuos en un medio urbano específico.

Al respecto, la mayoría de las personas entrevistadas (60%) tienen las condiciones para realizar cotidianamente desplazamientos dentro del área de estudio; específicamente, a *La paradita*: sus veredas y su calzada facilitan desplazamientos regularmente confortables y a diario, a pesar de la topografía (figura 23).

El entorno urbano y su accesibilidad permiten al 40% de los entrevistados desarrollar trayectos que, en promedio, son cortos: de entre 5 y 10 minutos (figura 28). Además, el 46% de los pobladores gastan, en promedio, entre USD 0,50 y USD 0,75 (figura 29); el 87% usa predominantemente el transporte público (figura 30), y dentro de esta modalidad, el 80% utiliza el transporte de tipo informal (figura 31).

El transporte informal más usado, dentro de lo que se denomina transporte público, es el moto-



Figura 23. Bus Alimentador del Corredor Segregado de Alta Capacidad (COSAC), El Metropolitano.

Fuente: Elaboración propia (2019).



Figura 24. Taxis informales.

Fuente: elaboración propia (2019).



Figura 25. Mototaxis informales.

Fuente: archivo fotográfico del investigador (2019).



Figura 26. Combis.

Fuente: elaboración propia (2019).

taxi, lo cual significa que de cada 10 viajes, 8 se hacen por este medio (figura 32). Este vehículo tiene capacidad para unas 17 personas cómodamente sentadas, aunque este tipo de unidades, con la complacencia de sus choferes y de los cobradores, y con la anuencia de los pasajeros, suelen llevar pasajeros de pie.

El 67% de los entrevistados, usualmente no cambian de ruta (figura 33). El 93% de ellos realizan 4 trayectos diarios en promedio (figura 34), y el 80%, sin hacer trasbordos (figura 35). Además, el 73% de los encuestados maneja dispositivos

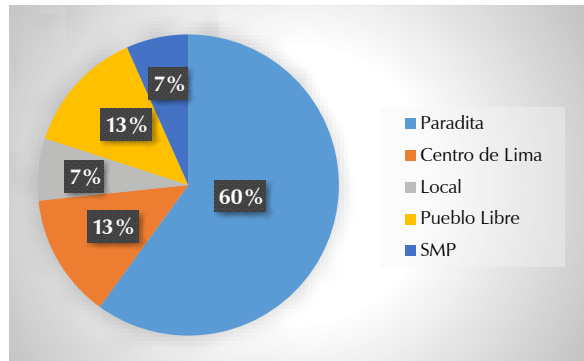


Figura 27. Trayecto cotidiano.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

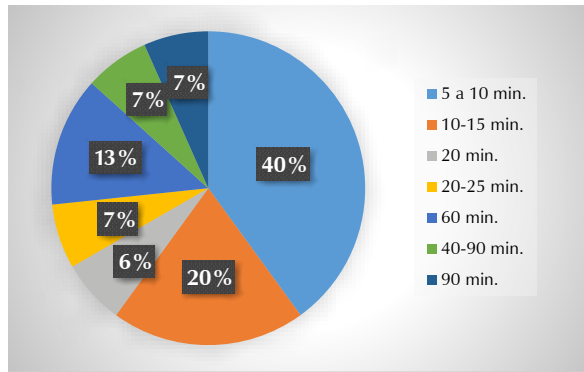


Figura 28. Duración del trayecto cotidiano.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

(figura 36), tales como tarjetas del *Metropolitano* o el tren, pero, en su mayoría (el 73% de los pobladores), hacia su lugar de trabajo o hacia el paradero, prefieren los viajes a pie (figura 37).

En cuanto a la propiedad de algún modo de transporte, el 80% de los entrevistados no cuenta con algún medio de transporte personal; sin embargo, el 13% tiene bicicleta, pero podemos observar que no la usa, por razones de seguridad vial (figura 38).

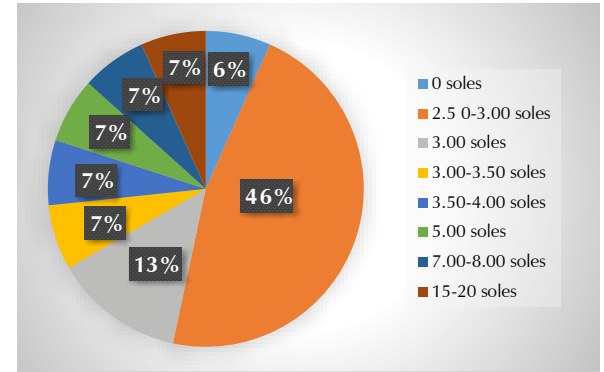


Figura 29. Gasto promedio por trayecto.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

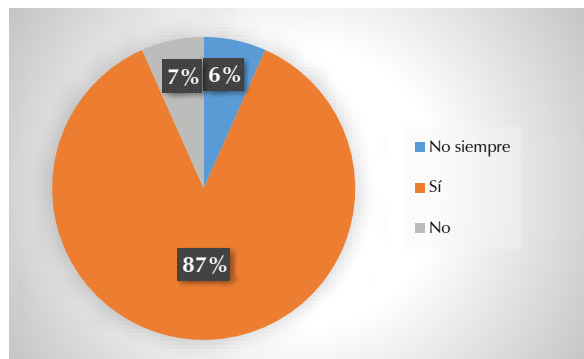


Figura 30. Uso del transporte público.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

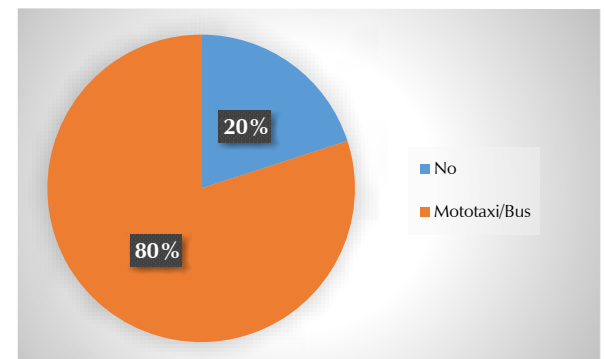


Figura 31. Uso del transporte informal.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

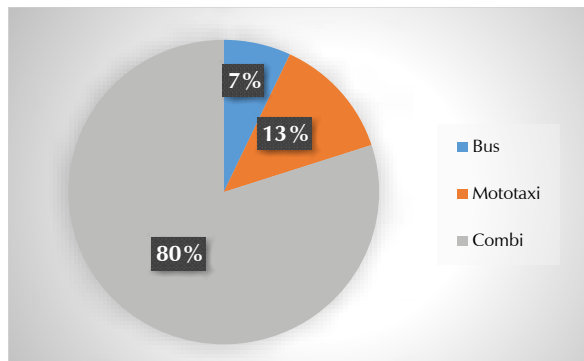


Figura 32. Modos de transporte motorizado usados cotidianamente.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

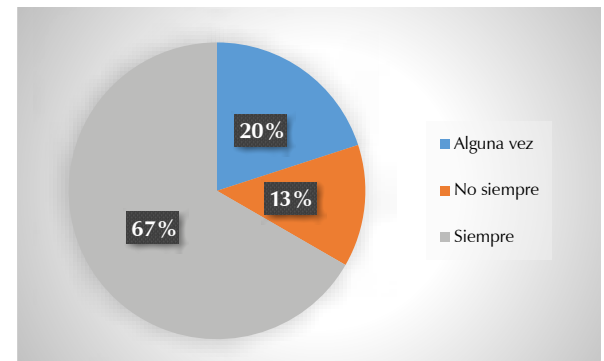


Figura 33. Cambio de ruta.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

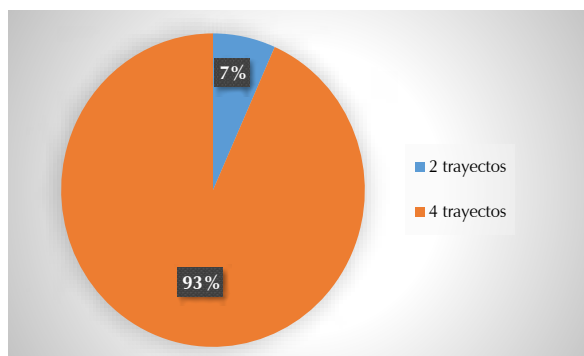


Figura 34. Trayectos diarios.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

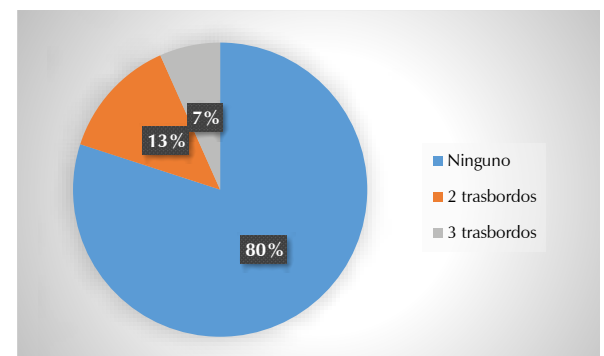


Figura 35. Trasmordos en desplazamientos hacia el trabajo.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

## Competencias

Las destrezas y las habilidades incluyen las competencias que desarrollan los individuos para efectuar desplazamientos. Estas incluyen: competencias físicas y de buena salud, conocimientos de informática, aplicaciones, internet, y de organización para el desplazamiento, todas las que podemos construir de la mano de nuestros vecinos, nuestros colegas de trabajo y nuestros familiares (figuras 39 y 40).

Los pobladores de la II zona de Tahuantinsuyo presentan habilidades y competencias varias, tales como: estar en buenas condiciones física y de salud, pues el 80% reconoce que se encuentra en buenas condiciones físicas para realizar sus desplazamientos (figura 39). Más de la mitad (60%) de la población entrevistada no sufre de dolencia alguna ni tiene tampoco algún tipo de discapacidad (figura 40).

El 80% conoce a plenitud su barrio y se siente en libertad y comodidad para realizar sus trayectos cotidianos (figura 41). El 80% de la muestra conoce la ruta de la mayoría de líneas de transporte público (figura 42).

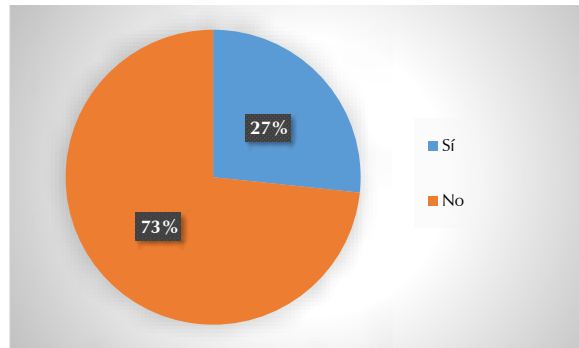


Figura 36. Manejo de dispositivos tecnológicos para la movilidad.

Fuente: elaboración propia (enero, 2019).

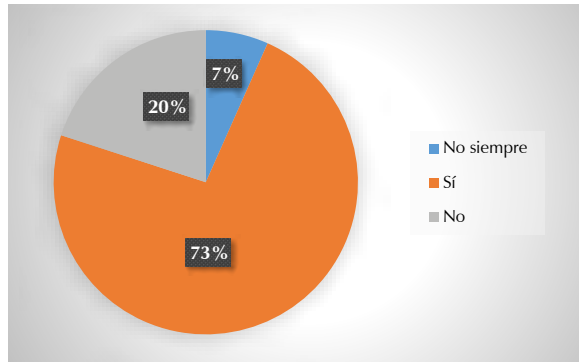


Figura 37. Trayectos a pie.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

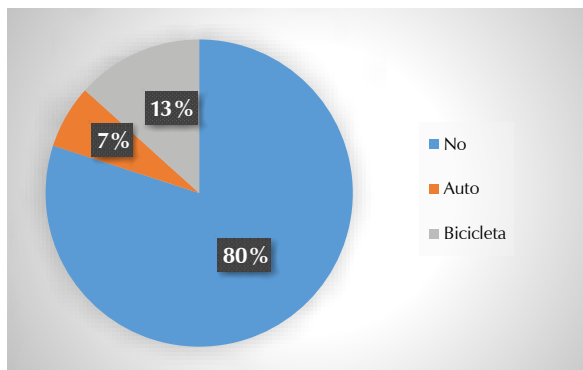


Figura 38. Propiedad de otros modos de transporte personal.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

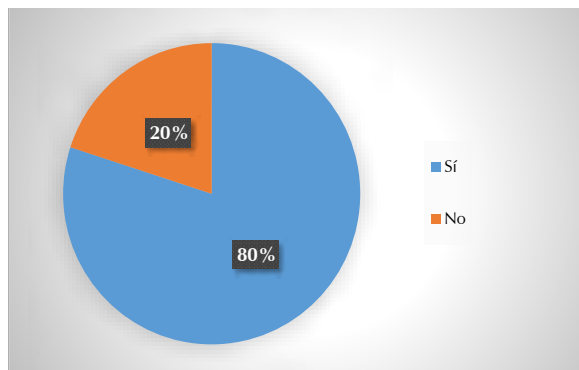


Figura 39. Buena condición física.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

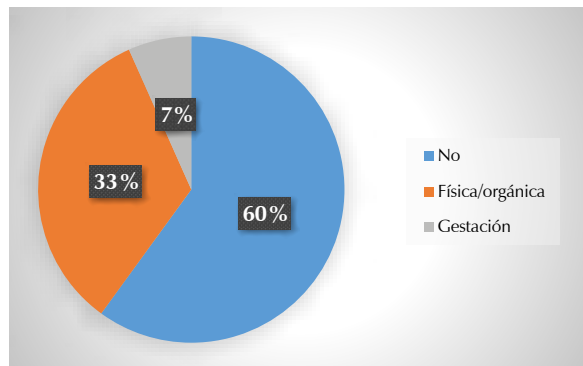


Figura 40. Discapacidad y condición médica.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

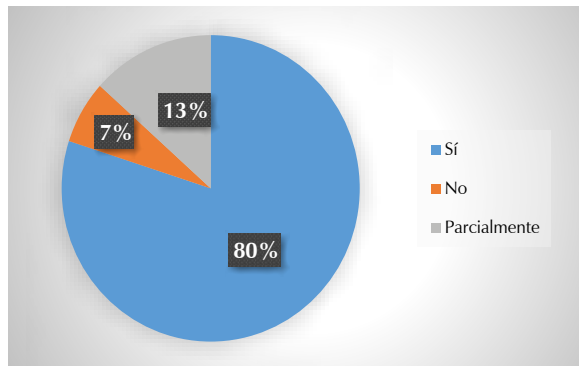


Figura 41. Conocimiento del entorno barrial.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

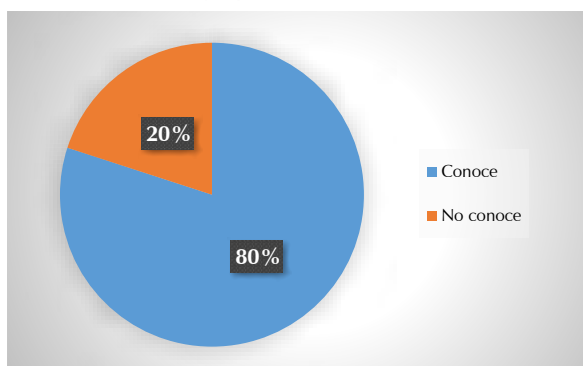


Figura 42. Conocimiento de las rutas de transporte.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

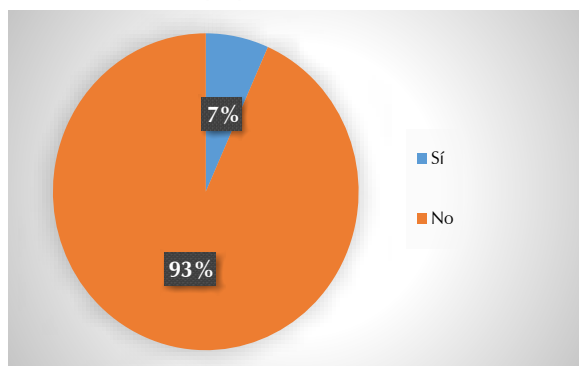


Figura 43. Posesión de licencia de conducir.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

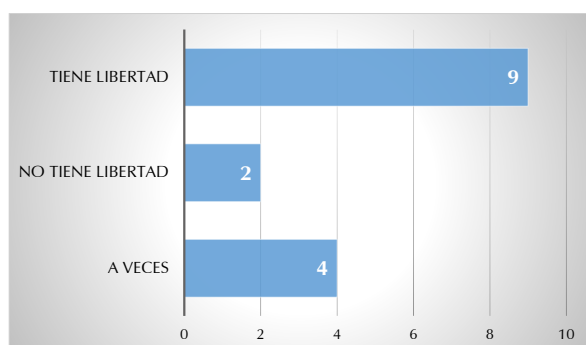


Figura 44. Libertad para tomar decisiones de desplazamiento. Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

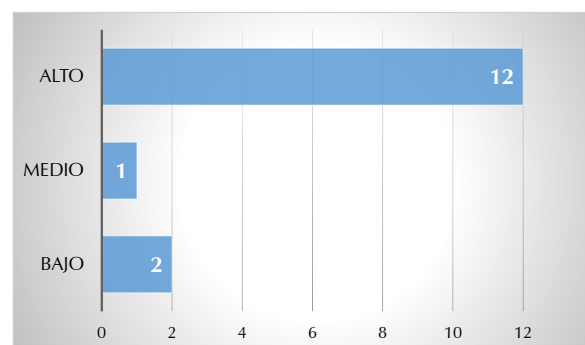


Figura 45. Grado de negociación para efectuar desplazamientos. Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

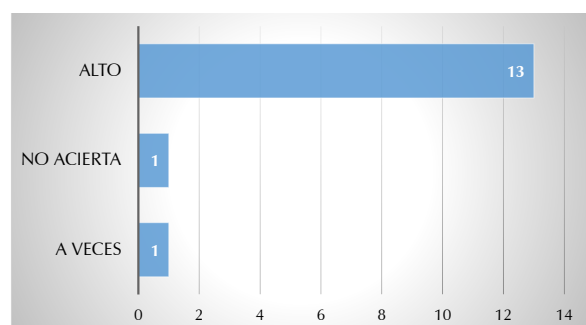


Figura 46. Nivel de asertividad para la escogencia modal. Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

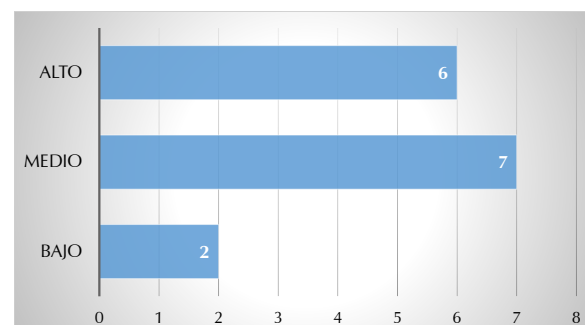


Figura 47. Nivel de autoeficacia en los desplazamientos. Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

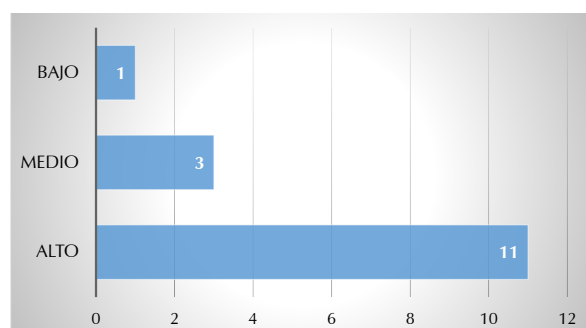


Figura 48. Grado de autonomía para efectuar desplazamientos. Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

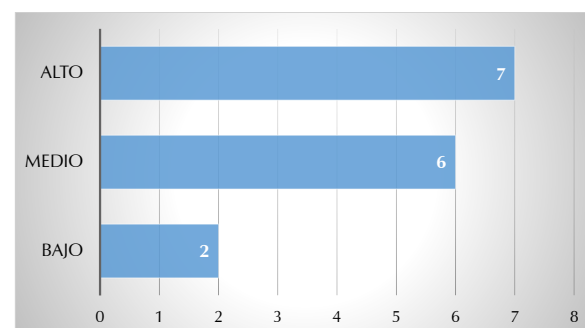


Figura 49. Grado de control para efectuar desplazamientos. Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

Por otro lado, el 7% de los entrevistados manifiesta tener licencia de conducir, condición que marca una diferencia sustancial frente al individuo que no sabe conducir y podrá influir en un aumento de su capital de motilidad (figura 43).

### Agencia

En cuanto a la agencia, se observó que la mayoría de los pobladores entrevistados entienden que tienen libertad para tomar las decisiones que involucren desplazamientos (figura 44). Además, casi el total de los entrevistados tiene un alto grado de negociación a favor de sus desplazamientos; es decir, pueden desde regatear el costo hasta solicitar al conductor que se detenga en paraderos no reglamentados (figura 45).

En cuanto al nivel de asertividad para escoger el modo de transporte, la mayoría de los pobladores seleccionados ostentan un alto grado de certeza para escoger el modo de transporte que los llevará a su destino dentro de su zona de residencia, así como fuera de ella (figura 46); sin embargo, la mayoría considera que al desarrollar sus desplazamientos no son muy eficaces, pues factores como la distancia hasta los paraderos, la

topografía y el estado de las veredas y de las calzadas les juegan en contra en medio del intento de abordar las unidades de transporte (figura 47).

La mayoría de los pobladores de esta zona ostenta un alto grado de autonomía para efectuar desplazamientos; es decir, pueden decidir cuándo, a qué hora y dónde ir (figura 48). Aproximadamente la mitad de dicha población seleccionada considera que tiene un alto control de sus desplazamientos, mientras que menos de la otra mitad considera que solo tiene un grado medio de control; probablemente, por la informalidad del transporte, que no siempre recorre las rutas programadas, o por los tiempos de desplazamientos, que no son uniformes (figura 49).

El nivel de autodeterminación en la mayoría de los entrevistados es alto: la tercera parte piensa que su nivel de autodeterminación es medio, lo cual podría deberse, básicamente, al ingreso per cápita que ostentan (figura 50). Por otro lado, el nivel de pensamiento independiente es bastante alto en la muestra, pues casi la totalidad de los entrevistados pueden pensar en su desplazamiento en cualquier momento del día (figura 51).

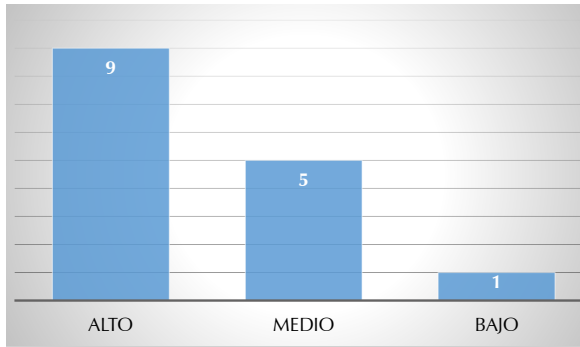


Figura 50. Nivel de autodeterminación para efectuar desplazamientos.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

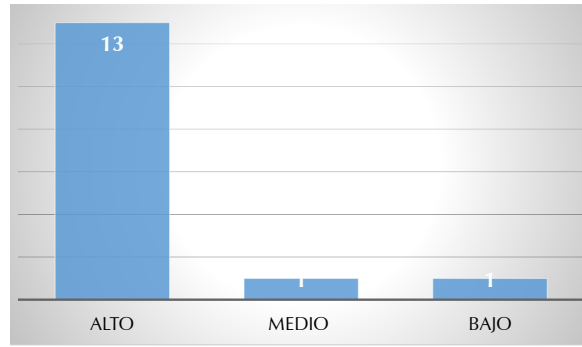


Figura 51. Nivel de pensamiento independiente para efectuar desplazamientos.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

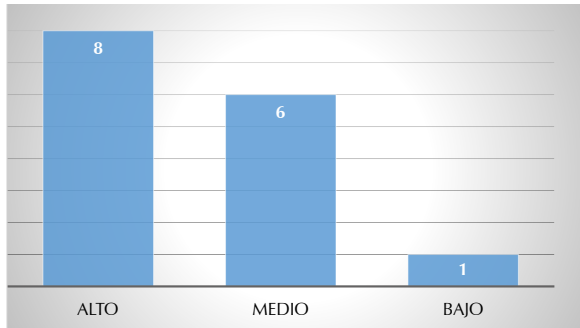


Figura 52. Grado de identificación de necesidad de cambio para efectuar desplazamientos.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

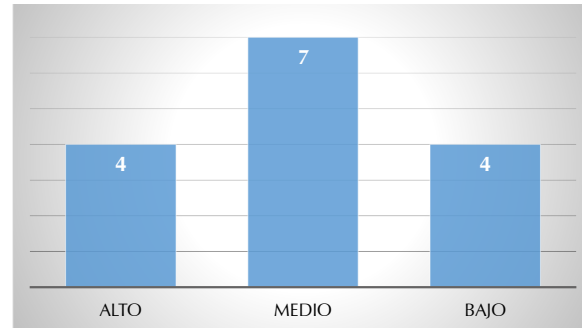


Figura 53. Nivel de control sobre mi entorno.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

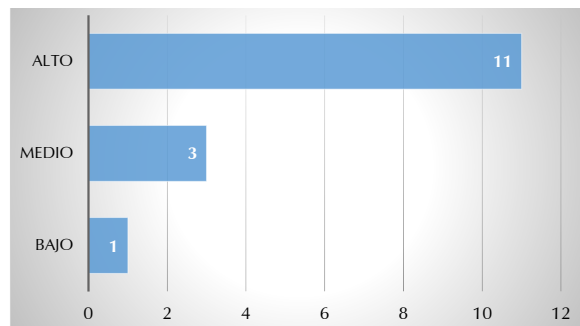


Figura 54. Nivel de percepción de mi contexto.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

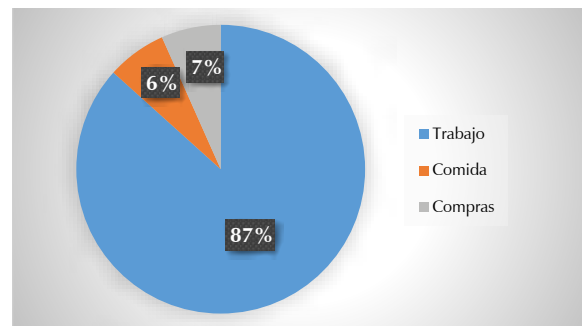


Figura 55. Motivo de desplazamiento.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

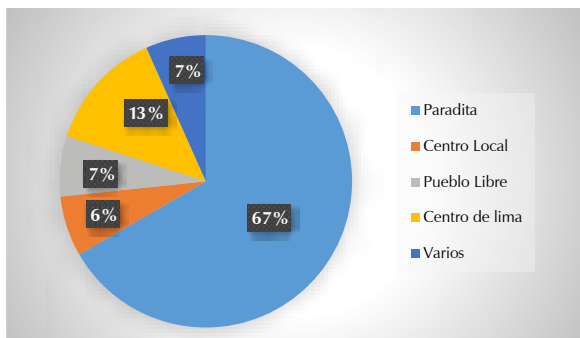


Figura 56. Destino del desplazamiento cotidiano.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

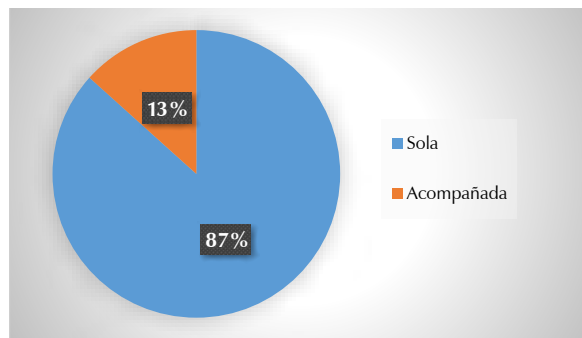


Figura 57. Acompañamiento del desplazamiento cotidiano.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

Pese a lo planteado, casi la totalidad de los entrevistados consideran que deberían cambiar sus rutas de desplazamientos hacia otros barrios contiguos, buscando solventar sus propias necesidades de trabajo (figura 52). Así mismo, la mitad de la muestra considera que no tiene control sobre su entorno, pues su campo de movilidad cotidiana está regido por la informalidad (figura 53). Además, el nivel de percepción sobre el conocimiento del espacio urbano es alto, lo que permite al poblador resolver los problemas de desplazamiento cotidiano con destino al trabajo (figura 54).

## Apropiación

En cuanto a la apropiación, esta es definida como la capacidad del individuo para interpretar su propio grado de movilidad, de manera que le otorgue poder, dominación y acción social sobre otros individuos que también requieren moverse; es decir, quienes tienen capacidad de apropiación adquieren empoderamiento sobre sus propias condiciones de movilidad urbana cotidiana.

La población entrevistada manifiesta que en el 87% de los casos, su motivo sustancial para desarrollar desplazamientos diarios es el trabajo (figura

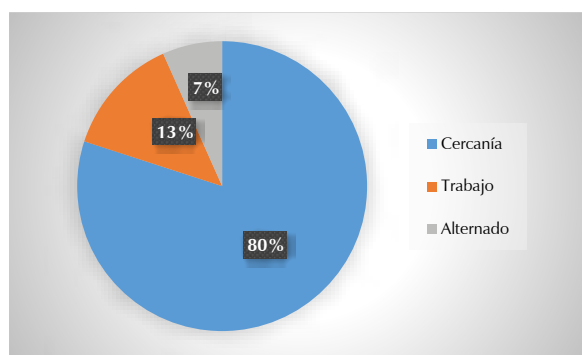


Figura 58. Elección del lugar de destino.  
Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

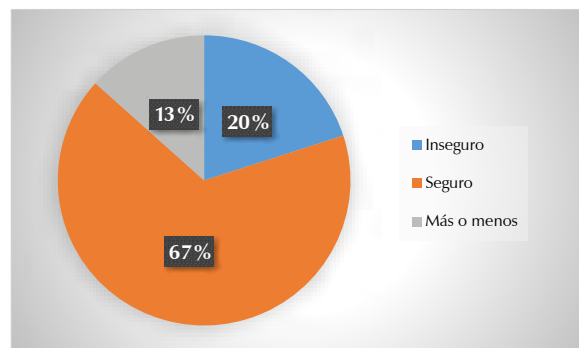


Figura 59. Percepción de seguridad en el barrio.  
Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

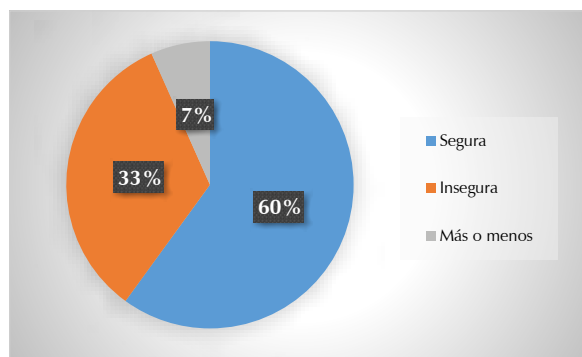


Figura 60. Percepción de seguridad al desarrollar trayectos.  
Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

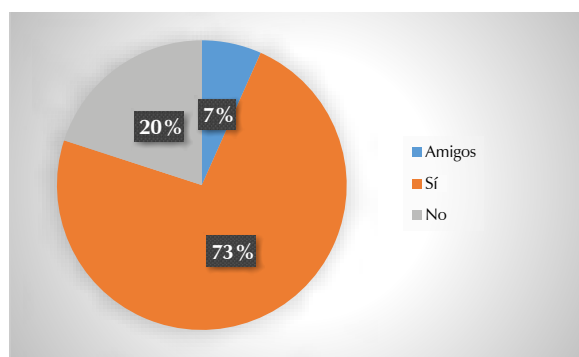


Figura 61. Interacción social en el trayecto cotidiano.  
Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

55); en el 67%, estas personas se apropian de un espacio público conocido como *La paradita*, en la que realizan la actividad de comercio ambulante (figura 56). El 87% suelen realizar sus desplazamientos solos, pues se sienten empoderados para ejercer su movilidad cotidiana (figura 57).

La mayoría de la población entrevistada se siente empoderada en su barrio, en su entorno inmediato; más precisamente, si se refieren a *La paradita*, porque es un sitio cercano. Por tal razón deciden desplazarse (80%): porque perciben que el barrio es seguro (67%); también, porque el trayecto que realizan hacia dicho espacio de “trabajo” es seguro (60%) y porque el 73% de los entrevistados opinan que pueden interactuar con toda libertad con otras personas en el trayecto (figuras 58 a 61).

### Capital de motilidad

Después de reducir la información se procedió a codificarla. Se obtuvieron así los resultados para la accesibilidad, las competencias, la agencia y la apropiación, y, por ende, se estableció la cantidad de capital de motilidad de cada uno de los entrevistados. Estas precisiones fueron establecidas de acuerdo con los resultados de las tablas de doble entrada por cada categoría (Accesibilidad, Competencias, Agencia y Apropiación) y cada subcategoría, y comparándolas con el perfil socioeconómico de los entrevistados, como lo muestra la tabla 1.

Los datos expuestos en la tabla 1 muestran algunos resultados relevantes, como el capital de motilidad que ostentan los pobladores de la II zona de Tahuantinsuyo, distrito de Independencia, los cuales, de acuerdo con los valores obtenidos, se pueden clasificar en: alto, medio y bajo, respecto a la moda obtenida. Los valo-

res para un capital de motilidad “alto” fluctúan entre 59 y 61 puntos; para “medio”, entre los 51 y los 60 puntos, y para “bajo”, entre los 47 y los 50 puntos. Todo ello, tomando en cuenta que los factores que definen, por adición, el capital de motilidad son las habilidades o las competencias, así como la accesibilidad al entorno inmediato y a las redes de movilidad.

El 50% de los entrevistados ostentan un capital de motilidad “medio” respecto a los valores con mayor frecuencia dentro de la distribución de los valores totales, cuyos valores fluctúan entre los 51 y los 58 puntos. Estas son personas con edades que oscilan entre los 23 y los 65 años; es decir, joven adulto, adulto y adulto mayor; el 90% de estos pobladores tiene educación secundaria, presentan una antigüedad de residencia que oscila en el rango de entre los 36 y los 65 años, y en su totalidad tienen carga familiar.

El 30% de los entrevistados presentan un capital de motilidad “alto” respecto a los valores con mayor frecuencia dentro de la distribución de los valores totales, cuyos valores fluctúan entre los 59 y los 61 puntos. Estas son personas con edades que oscilan entre los 29 y los 50 años; es decir, joven, joven adulto y adulto. La totalidad de estos pobladores tienen educación secundaria, presentan una antigüedad de residencia que se encuentra en el rango de entre los 8 y los 47 años, y el 90% de ellos presentan carga familiar.

El 20% de los entrevistados ostentan un capital de motilidad “bajo” respecto a los valores con mayor frecuencia dentro de la distribución de los valores totales, cuyos valores fluctúan entre los 47 y los 50 puntos. Estas son personas con edades que oscilan entre los 48 y los 73 años; es decir, adulto y adulto



Perfil socioeconómico, entrevistado	Profesión u oficio	Ingreso promedio mensual (S/.)	Perfil socio-económico					Hijos	Condición de accesibilidad	Condición de competencias	Capacidad de agencia	Condición de apropiación	Capital de motilidad
			Actividad laboral	Tiempo de residencia (años)	Grado de instrucción	Estado civil							
Adriana (46)	Empleada doméstica	800	Trabajadora de limpieza	40	Técnica Superior	Soltera	2	23	17	19	40	59	
Faustina (73)	Ama de casa	350	Ama de casa	58	Analfabeta	Viuda	5	19	9	12	28	40	
Consuelo (43)	Cocinera	1500	Cocinera en mercado	18	Secun.	Soltera	1	19	13	15	32	47	
Jacinta (50)	Vendedora	600	Ventas	12	2do primaria	Soltera	3	14	18	17	32	49	
María (36)	Empleada	800	Empleada pública	36	Secun.	Soltera	2	13	13	13	26	39	
Esther (51)	Vendedora	600	Ventas	8	Primaria	Casada	2	15	15	15	30	45	
Javier Vicente (48)	Vendedor	600	Ventas	8	Secun.	Casada	1	10	18	15	28	43	
Milagros (47)	Vendedora	600	Ventas	15	Secun.	Soltera	4	21	13	16	34	50	
Fanny (23)	Vendedora/animadora	800	Independiente/venta	23	Secun.	Conviviente	1	26	14	18	40	58	
Ada María (55)	Ama de casa	600	Ventas	55	Secun.	Casada	2	11	13	12	24	36	
Luis Enrique (47)	Chofer	1000	Taxista	47	Secun.	Casado	3	23	18	20	41	61	
Gilmer (29)	Vendedor	1000	Ventas/ Limpieza	8	Secun.	Soltero	NO	14	19	17	33	50	
Maribel (38)	Vendedora	600	Ventas	38	Secun.	Casada	3	20	11	14	31	45	
Susana (65)	Vendedora	600	Ventas	65	Superior	Soltera	1	12	15	14	27	41	
Claudia (46)	Vendedora	600	Ventas	9	Secun.	Conviviente	3	22	15	17	37	54	

mayor. El 100% de estos pobladores tienen educación secundaria, presentan una antigüedad de residencia que se encuentra en el rango de entre los 8 y los 58 años y en su totalidad tienen carga familiar.

En otro sentido, los valores para una condición de accesibilidad “alto” fluctúan entre 21 y 26 puntos; para “medio”, entre los 16 y los 20 puntos, y “bajo”, entre los 10 y los 15 puntos, en referencia a la accesibilidad al entorno inmediato y a las redes de movilidad.

Cabe precisar, de acuerdo con lo mencionado anteriormente que, el 60% de los pobladores que presentan un capital de motilidad “alto” ostentan niveles de accesibilidad “alto”. Así mismo, el 40% de los pobladores que presentan un capital de motilidad “medio” ostentan niveles de accesibilidad “bajo”.

Con relación a los valores para una condición de habilidades y competencias, un valor “alto” fluctúa entre los 17 y 19 puntos; para “medio”, entre los 13 y los 16 puntos, y para “bajo”, entre los 9 y los 12 puntos, en referencia a la condición física, el grado de instrucción, el conocimiento del barrio, etc.

Es de resaltar que el 60% de los pobladores que presentan un capital de motilidad “alto” ostentan condición de habilidades y competencias “alto”.

Un dato interesante que resaltar se refiere a que el 70% de los pobladores que presentan un capital de motilidad “medio” ostentan condición de habilidades y competencias “medio”.

Por otro lado, los valores para una capacidad de agencia “alto” fluctúan entre los 18 y los 20 puntos; para “medio”, entre los 15 y los 17 puntos, y para “bajo”, entre los 12 y los 14 puntos, en referencia a la capacidad de actuación libre, autosuficiente, independiente, etc., respecto a la decisión de desarrollar desplazamientos.

Al respecto, el 80% de los pobladores que presentan un capital de motilidad “alto” ostentan una capacidad de agencia “media”.

Observamos que el 40% de los pobladores que presentan un capital de motilidad “medio” ostentan una capacidad de agencia “baja”.

En cuanto a la condición de apropiación, los valores para una condición de apropiación “alto” fluctúan entre los 24 y los 28 puntos; para “medio”, entre los 19 y los 23 puntos, y para “bajo”, entre los 15 y los 18 puntos, con referencia a la capacidad de uso y control del territorio.

Podemos observar que, el 60% de los pobladores que presentan un capital de motilidad “alto” ostentan una condición de apropiación “alto”. Así mismo, el 60% de los pobladores que presentan un capital de motilidad “medio” ostentan una condición de apropiación “media”.

En cuanto a los pobladores que ostentan un capital de motilidad “bajo”, la mayoría de ellos presenta una condición de accesibilidad “baja”; condición de habilidades y competencias “baja” y “media”; capacidad de agencia “baja”, y condición de apropiación “media”.

Tabla 1. Perfil socioeconómico, accesibilidad, competencias, agencia, apropiación y capital de motilidad.

Fuente: elaboración propia (enero de 2019).

Podemos inferir, de manera general, que tener un capital de motilidad “bajo” significa que tanto la “accesibilidad” como las “competencias y las habilidades” se constituyen en obstáculos para ejercer desplazamientos. Además, no se posee capacidad de “agencia” y de “apropiación” en relación con la decisión o la autonomía para efectuar desplazamientos, y, por ende, se pierde capital de motilidad. Un capital de motilidad “medio” señala que se ostenta un capital constante; es decir, a pesar de que las condiciones de “accesibilidad” o de apropiación puedan ofrecer limitaciones, podemos efectuar desplazamientos en condiciones con algunas restricciones, y, por ende, no perdemos ni ganamos capital de motilidad, y un capital de motilidad “alto” refleja tanto condiciones de accesibilidad como competencias o habilidades idóneas, y así podemos decidir con total autonomía nuestros desplazamientos. Debido a nuestra alta capacidad de agencia y de apropiación, ese es un capital que posee un plusvalor.

### Discusión

Tal como lo expresa García Jerez (2016), el capital de motilidad ha de estudiarse a partir de tres dimensiones: accesibilidad, competencias y habilidades; y la agencia que permite la apropiación de sus condiciones de movilidad resulta de gran utilidad para la medición de dicho capital. No obstante, el trabajo de campo permitió comprobar un mayor alcance de dichas dimensiones.

La agencia, como la capacidad de actuación en el entorno urbano inmediato, de acuerdo con los resultados obtenidos en las entrevistas, es el resultado de una sumatoria ponderada entre las condiciones de accesibilidad al entorno urbano inmediato y a las redes de movilidad urbana y las competencias o las habilidades que ostenta el individuo. Para los entrevistados, las competencias o las habilidades tienen una mayor relevancia; por lo tanto, aunque el medio urbano inmediato sea hostil o inaccesible, las competencias o las habilidades de las que goza el individuo pueden ayudarlo a sortear dichos obstáculos. Tener buena condición física y de salud, utilizar las aplicaciones para la movilidad urbana que ofrece el teléfono móvil y tener licencia de conducir, etc., pueden distinguirlos de forma comparativa y competitiva frente a otros individuos que realizan iguales desplazamientos.

Los resultados indican que las tres cuartas partes de los entrevistados utilizan el teléfono móvil para efectuar desplazamientos, y que efectúan desplazamientos a pie porque poseen mejores condiciones físicas y de salud.

A partir de esta condición fue como se estableció para el presente estudio la obligatoriedad de considerar un sumatoria ponderada, donde la agencia es producto del valor que representa las condiciones de accesibilidad más dos veces el valor que representan las habilidades o las competencias.

Respecto a eso último, el estado de la cuestión sobre las investigaciones acerca del capital de motilidad, en la actualidad, no ha sido abordado con mayor especificidad en el campo empírico; es decir, en relación con ejercicios de medición de dicho capital, la presente investigación se aproxima al desarrollo de una medición del capital de la motilidad, en un tejido social heterogéneo y microdiferenciado.

Por otra parte, los resultados más importantes nos muestran tres posibilidades. La primera es que, en primer lugar, el capital experimenta pérdida, en un primer momento, cuando sus condiciones de accesibilidad al entorno urbano inmediato y a las redes de movilidad urbana presentan obstáculos físicos y sus habilidades o competencias son limitadas. Y en segundo lugar, que cuando dichas condiciones no permiten ejercer agencia, menos aún permiten apropiarse de sus condiciones de desplazamientos, frente a un entorno urbano inmediato fragmentado socioespacialmente.

En una segunda situación posible, el capital de motilidad permanece constante; es decir, aunque el nivel de accesibilidad ofrezca limitaciones, obstáculos, estos pueden sortearse a partir de las propias competencias o habilidades. Entonces, su capital no disminuye, pero tampoco aumenta. Es un capital suficiente para enfrentar aquel territorio fragmentado socioespacialmente, pero no para efectuar mayores distancias de desplazamientos, frente a la metrópoli.

En la tercera posibilidad, el capital de motilidad aumenta ostensiblemente, debido a sus condiciones favorables de accesibilidad al entorno urbano inmediato y a sus redes de movilidad urbana. Esto define una mayor capacidad de actuación; es decir, de agencia. Por ende, la capacidad de autonomía para ejercer sus desplazamientos es mayor y de mayor potencial. Entonces se podrá enfrentar la condición de fragmentación socioespacial que el tejido urbano impone, la misma que Girón y Mansilla (2014) definen como el “urbanismo fragmentador”, y recomponer la funcionalidad de este fragmento metropolitano en relación con el todo metropolitano (Martínez Toro, 2014).

Esta última situación caracteriza al individuo que ejerce lo que Bourdieu (como lo menciona García Jerez, 2016) define como “*habitus ambulante*”, o el *urbícola* que democratiza el espacio público a partir del ejercicio de su ciudadanía.

### Conclusiones

El capital de motilidad es una condición extrínseca al individuo: depende del nivel de consolidación del entorno urbano donde vive o trabaja, así como de las posibilidades de acceso a las redes de movilidad urbana. Pero también es una condición intrínseca a él, pues tiene relación con

las habilidades o las competencias que el individuo posee; es decir, por ejemplo: el estado físico y de salud, el uso de las aplicaciones para la movilidad urbana de los teléfonos portátiles, el conocimiento del barrio, su propia capacidad de sociabilidad, etc.

Las mencionadas condiciones lo proveen de una capacidad de actuación o agencia sobre su medio urbano inmediato, pero, a la vez, le otorgan un nivel de apropiación; es decir, de autonomía respecto a las condiciones sobre las que puede ejercer desplazamientos reales o potenciales.

Todas estas condiciones y capacidades le confieren un capital de motilidad; es decir, la posibilidad real o potencial para desplazarse en el tiempo y el espacio, sobre un territorio determinado. En este caso, un territorio fragmentado social y espacialmente por un urbanismo fragmentador, escenario que observan las metrópolis latinoamericanas.

Este capital se pierde si el individuo experimenta dificultades de acceso al tejido urbano y a las redes de movilidad urbana donde desarrolla su vida cotidiana, si no goza de competencias o habilidades adecuadas para enfrentar un territorio fragmentado social y espacialmente, y, por lo tanto, esas condiciones no le permiten capacidad de actuación en dicho medio, y, por ende, no le permiten apropiarse de las condiciones para efectuar desplazamientos.

Por el contrario, si las condiciones de accesibilidad al entorno urbano inmediato y a las redes de movilidad urbana no reúnen las condiciones para ejercer desplazamientos, pero las habilidades o las competencias se encuentran en con-

diciones óptimas, el capital de motilidad puede mantenerse constante; no pierde ni gana, pero podrá encontrar limitaciones para desplazarse fuera del entorno urbano inmediato.

No obstante lo anterior, unas condiciones adecuadas de accesibilidad al entorno urbano inmediato y a las redes de movilidad urbana, así como la presencia de habilidades o competencias en mejor estado de desarrollo, otorgarían una mayor capacidad de actuación y proveerían de un estado de apropiación con mayor autonomía que permita ejercer desplazamientos con total libertad, comodidad, seguridad, confort y rapidez. Así, el capital de motilidad se incrementa, y, por lo tanto, genera un plusvalor, se capitaliza y puede ser utilizado en cualquier momento, y así permitirle al individuo enfrentar con mayor acierto un territorio fragmentado respecto a un todo metropolitano y alcanzar la geografía de oportunidades que ofrece la metrópoli.

El presente trabajo investigativo es una primera aproximación al ejercicio de la medición del capital de motilidad de los individuos. Limitaciones en relación con la seguridad ciudadana restringieron el levantamiento de información primaria, y, de alguna manera, condicionaron las respuestas de los entrevistados; sobre todo, al tratarse de un método etnográfico del tipo microetnografía-particularista. No obstante, se constató que dicha población desarrolla estrategias de desplazamientos muy similares en las periferias de la ciudad de Lima, razón por la cual se abren enormes posibilidades para el desarrollo de líneas de investigación a propósito de este tema, con aplicaciones en el campo de la movilidad urbana sostenible, la logística urbana y la micromovilidad urbana.

## Referencias

- Bourdieu, P. (2012). *La distinción. Criterios y bases sociales del gusto*. México, DF: Tauro.
- Centro Económico de Lima Norte, Municipalidad de Independencia. (2017). Análisis Foda. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/349623686/Analisis-Foda-Independencia>
- Flamm, M. & Kaufmann, V. (2006). Operationalising the concept of motility: A qualitative study. *Journal Mobilities*, 1(2), 167-189. <https://doi.org/10.1080/17450100600726563>
- García Jerez, F. A. (2016). ¿En bus o en carro? Capital de motilidad, clases medias y nuevos barrios en una ciudad colombiana. *Revista Transporte y Territorio*, (15), 348-368. Recuperado de <http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/rtt/article/view/2864/2487>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. (6 ed.). Barcelona, España: Editorial McGraw-Hill Education.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2009). *Mapa de desnutrición crónica en niñas y niños menores de cinco años a nivel provincial y distrital*. Recuperado de: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/915B4499240864A-405257B82007270FF/%24FILE/Mapa\\_de\\_Desnutricion\\_2009.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/915B4499240864A-405257B82007270FF/%24FILE/Mapa_de_Desnutricion_2009.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2016). *Planos estratificados de Lima Metropolitana a nivel de manzana según ingreso per cápita del hogar y según grupos de pobreza monetaria*. p. 27.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2017). *Provincia de Lima*. Compendio 2017. Recuperado de: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1477/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1477/libro.pdf)
- Jirón, P. & Mansilla, P. (2014). Las consecuencias del urbanismo fragmentador en la vida cotidiana de habitantes de la ciudad de Santiago de Chile. *Revista EURE*, 40 (112), 5-28. Recuperado de: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130629>
- Kaufmann, V., Bergman, M., & Joye, D. (2004). Motility: Mobility as capital. *International Journal of urban and Regional Research*, 28(4), 745-756. <https://doi.org/10.1111/j.0309-1317.2004.00549.x>
- Martínez Toro, Pedro Martín (2015). La producción del espacio en la ciudad latinoamericana. El modelo del impacto del capitalismo global en la metropolización. *Hallazgos*, 12(23), 211-229. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/hall/v12n23/v12n23a11.pdf>
- Mejía Navarrete, J. (2011). Problemas centrales del análisis de datos cualitativos. *Revista Latinoamericana de metodología de la Investigación Social*, 1(1), 47-60. Recuperado de: <http://jposgrado.org/icuali/An%Elisis%20de%20datos%20cualitativos%20problemas%20centrales.pdf>
- Quispe, R., Sarmiento, H., Solis, C., & Sotelo, F. (2017). *Planeamiento Estratégico del Distrito de Independencia de la Ciudad de Lima* (tesis para obtener el grado de Magíster en Administración de Empresas otorgado por la Pontificia Universidad Católica del Perú). Recuperado de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9854/QUISPE\\_SARMIENTO\\_PLANEAMIENTO\\_INDEPENDENCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9854/QUISPE_SARMIENTO_PLANEAMIENTO_INDEPENDENCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Vignoli Rodríguez, J. (2008). Movilidad cotidiana, desigualdad social y segregación residencial en cuatro metrópolis de América Latina. *EURE*, 103(34), 49-71. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612008000300003>



# Experiencias y retos del uso de datos de aplicaciones móviles para la movilidad urbana

Experiences and challenges of using mobile application data for urban mobility

Anna-Beatriz Sabino

GSD Plus (Colombia)

Pedro Reis-Martins

Centro de Operações do Rio de Janeiro-COR (Brasil)

Mauricio Carranza-Infante

Centro de Inteligencia y Operación Semafórica de Medellín (CIOS) (Colombia)

## Anna-Beatriz Sabino

Internacionalista, Universidade Federal Fluminense (Brasil).

Magíster en planeación urbana y regional, Universidad de los Andes (Colombia).

Consultora en proyectos de transporte y movilidad urbana en GSD Plus.

 <https://orcid.org/0000-0002-7556-8261>

[annabsoliveira@hotmail.com](mailto:annabsoliveira@hotmail.com)

## Pedro Reis-Martins

Profesional de comunicación social, Pontificia Universidade Católica, Rio de Janeiro (Brasil)

Profesional en gestión de proyectos, Instituto Brasileiro de Mercado de Capitais (IBMEC) (Brasil)

Coordinador de planeación del Centro de Operaciones de Rio de Janeiro.

 <https://orcid.org/0000-0003-4633-2716>

[preismartins@gmail.com](mailto:preismartins@gmail.com)

## Mauricio Carranza-Infante

Ingeniero electrónico, Universidad Francisco José Caldas (Colombia).

Vinculado al Centro de Ingeniería y Operación Semafórica (CIOS), Secretaría de Movilidad, Medellín.

 <https://orcid.org/0000-0002-6565-4051>

[areacarranza@gmail.com](mailto:areacarranza@gmail.com)

Sabino, A. B., Reis-Martins, P., & Carranza-Infante, M. (2020). Experiencias y retos del uso de datos de aplicaciones móviles para la movilidad urbana. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 82-93. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.3039>



[dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.3039](https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.3039)

## Resumen

La planeación de la movilidad urbana requiere el uso de datos masivos para apoyar la toma de decisiones y realizar proyecciones estratégicas: aun así, muchos gobiernos locales no poseen la capacidad para generar los datos necesarios al respecto; sin embargo, empresas privadas, como Waze, Moovit, Stava y Uber (gestores de aplicativos de movilidad), tienen la capacidad para producir estos datos, y, además, han demostrado su disponibilidad para compartirlos y así mejorar las condiciones de la planeación de la movilidad en las ciudades. En América del Sur, ciudades como Río de Janeiro, São Paulo y Medellín, son casos de urbes que se convirtieron en ejemplos de innovación en el uso de datos. Con base en la experiencia de dichas ciudades y en encuestas aplicadas con representantes de empresas gestoras de *apps* de movilidad y de gobiernos, en el presente artículo se propone un modelo de tres niveles para el uso de datos en beneficio de la gestión y la planeación de la movilidad urbana. El modelo propuesto tiene como objetivo trazar parámetros que ayuden a las ciudades a desarrollar una visión en cuanto al potencial de los datos para generar acciones y políticas públicas de movilidad urbana.

**Palabras clave:** *apps* de movilidad; *big data*; gestión de tráfico colaborativo; movilidad inteligente; planificación del tránsito; planificación urbana; Smart Cities; transporte

## Abstract

Urban mobility planning is included in a global scenario of increasing use of massive data to support decision making. However, many local governments do not have a structure that produces the data necessary to base their strategic projections. At the same time, private companies - such as Waze and Moovit (mobile application mobility managers) - have the ability to produce this data and, in addition, have demonstrated their availability to share them and thus improve planning conditions in cities. Nevertheless, managing this data and using it for the benefit of better urban planning and management is not a simple task. In South America, Rio de Janeiro, Sao Paulo and Medellín have overcome important obstacles in this trajectory and became examples of innovation in the use of data. Based on the experience of these cities - and on surveys conducted with representatives of mobile apps companies and governments -, this article proposes a three-level model for the use of data for the benefit of urban mobility management and planning. The proposed model is in its initial stage and aims to draw parameters that help cities to develop a vision regarding the potential of data to generate actions and public policies of urban mobility.

**Keywords:** mobility apps; big data; collaborative traffic management; Smart mobility; traffic planning; urban planification; transport; Smart Cities

Recibido: septiembre 9 / 2019

Evaluado: noviembre 30 / 2019

Aceptado: diciembre 18 / 2019

## Introducción

La planeación de la movilidad urbana es una ciencia dependiente en grado sumo de datos. Tradicionalmente, el sector público es el principal encargado de generar y recopilar información cuantitativa de origen y destino, medios de transporte utilizados, duración y hábitos de transporte; esto, por medio de encuestas domiciliarias de movilidad, o de aforos, que parten de una muestra aleatoria para hacer estimaciones. En el caso de las encuestas domiciliarias, Osorio Arjona y García Palomares (2017) afirman que su complejidad requiere una muestra de datos considerable, lo cual implica un alto trabajo de campo y de procesamiento de la información, lo cual suele culminar en altos costos.

A lo largo de los últimos años, las nuevas tecnologías se presentan como posibles soluciones para superar la dificultad de generación de datos. El sector privado ha ejercido un rol protagónico en este sentido, por medio del acervo de información generada por los usuarios de aplicaciones o por los dispositivos móviles. Esta gran cantidad de información espacial que puede ser capturada, comunicada, agregada, almacenada y analizada (Manyika et al., 2011) —denominada *big data*— posee, además, otras características: la accesibilidad, la georreferencia y la generación de datos en tiempo real, con alta frecuencia y de fácil actualización (Osorio Arjona & García Palomares, 2017).

Con base en estos conceptos, en el presente artículo se busca destacar el potencial de aplicación de estos datos para la gestión y la planeación de la movilidad urbana y para las políticas públicas. Así, se tuvo en cuenta una segunda definición de *big data*, que se refiere a “las fuentes de datos con diferentes características, cuyas señales débiles no estructuradas de las redes sociales ganan importancia, lo que lleva a diferentes usos posibles de cada fuente de datos en el soporte de políticas públicas” (Azzone, 2018, p. 117).

De esta forma, el término *big data* gana cada vez más espacio en las discusiones de planeación urbana y políticas públicas. Prueba de ello es la reciente publicación del ITDP Brasil (2019), que reúne los resultados de las discusiones acerca del uso de datos en diversas ciudades brasileñas. El documento revela que los principales desafíos operacionales para la utilización de datos en la planeación y la gestión de la movilidad urbana son la carencia de datos públicos, la falta de recursos para contratar nuevas encuestas y la privación de acceso a los datos de terceros.

Lo que se plantea en el presente artículo va más allá del tema de acceso a los datos generados por aplicaciones móviles (en adelante, aplicaciones o *apps*) y se enfoca en las formas de utilizarlos en el día a día de las ciudades. En este sentido, el tipo de dato generado tiene un papel fundamental y va de la mano con el modelo de negocio de la empresa que los produce.

Waze<sup>1</sup>, como ejemplo de lo anterior, indica las rutas menos congestionadas entre dos puntos. Además de datos de origen y destino, la empresa consolida datos de velocidad promedio en las vías, los accidentes y eventos diversos. Uber<sup>2</sup> ofrece el servicio de transporte de pasajeros; entre los datos generados en tal contexto están: el origen y destino de los pasajeros, los puntos de mayor y de menor demanda y los precios pagos por viaje. Moovit<sup>3</sup> indica opciones de transporte público y genera información de origen y destino de pasajeros, lo que posibilita identificar las zonas y las estaciones de mayor demanda de transporte. Aunque con objetivos distintos, todas estas aplicaciones generan datos masivos con base en la información de sus usuarios. Recientemente, Uber y Waze crearon mecanismos facilitadores para compartir datos con los gobiernos locales, la academia u otros usuarios.

Aunque el proceso de construcción de alianza entre empresas y gobierno locales sea creciente, es importante entender las dificultades enfrentadas para identificar puntos frágiles que necesitan ser primoreados. El reporte del ITDP Brasil (2019) revela algunas de ellas: la negociación entre el poder público y los privados, la dificultad para comprender la perspectiva del negocio

del privado y para percibir el valor agregado que estos datos poseen tanto para las empresas como para el poder público.

Tomando en cuenta este escenario de mayor disponibilidad de datos para planear y gestionar la movilidad urbana —pero con una serie de dificultades para ser vencidas—, este artículo tiene tres objetivos principales. Primero, traer a la luz las soluciones y los retos que han sido enfrentados por gobiernos locales y aplicaciones de movilidad urbana en el proceso de apertura y utilización de datos masivos. El segundo objetivo es ejemplificar cómo estos datos han sido utilizados en la gestión y la operación de la movilidad urbana, a partir de tres experiencias en Sudamérica. Finalmente, el último objetivo es proponer un modelo estratégico para asesorar a las ciudades a utilizar los datos recibidos de forma operacional, táctica y estratégica, con el fin de aportar a la movilidad urbana y a las políticas públicas.

## Metodología

La experiencia de Río de Janeiro y Medellín en la construcción de alianzas y el uso de datos masivos fueron las bases para alcanzar el primer y el segundo objetivos de este artículo. En Río de Janeiro, Brasil, el Centro de Operações de la Alcaldía de Río (COR) es pionero en construir alianzas estratégicas con entidades privadas a fin de generar valor para la operación y la gestión de la ciudad. A lo largo de sus diez años de funcionamiento, y con alianzas con Waze (desde 2013) y Moovit (desde 2014), el COR avanza en la utilización de tecnología para beneficio de los ciudadanos. En Medellín, Colombia, los datos de Waze son utilizados por el Centro de Ingeniería y Operación Semafórica (CIOS) para coordinar los semáforos de la ciudad.

El tercer objetivo se apoyó ampliamente en la experiencia de ambas ciudades y fue complementado por las encuestas realizadas con puntos focales de gobiernos locales y de empresas de *apps* de movilidad. Las labores de investigación y las entrevistas que son la base de este artículo se desarrollaron entre julio y septiembre de 2019.

El primer paso para construir este artículo fue la percepción de la importancia del tema por parte de sus autores. Esta percepción, en el campo metodológico, puede ser identificada como observación participante: los individuos que observan el fenómeno al mismo tiempo participan de ello. Este método permite un mayor acercamiento al fenómeno observado, debido a que el investigador se halla inmerso en la situación o el grupo de estudio, lo que le confiere una condición privilegiada para observar el fenómeno (Mónico et al., 2017, p. 727). En tal sentido, los autores de este artículo describen y cuestionan sus propias experiencias en cuanto a las alianzas entre gobiernos y aplicaciones y el uso de datos para la movilidad urbana.

1 Waze Mobile Ltd. («Waze»).

2 Uber Technologies, Inc. (“Uber”).

3 Moovit Inc. (“Moovit”).

Teniendo clara esta concepción, se hace otra aclaración en cuanto a la condición de los autores del presente artículo: dos de ellos intervienen como participante-observador, ya que estuvieron directamente involucrados en la construcción de las alianzas entre el COR (Río) y el CIOS (Medellín) con aplicaciones de servicios de movilidad. Estos autores tuvieron un rol fundamental en la descripción de las experiencias de sus ciudades y aportaron significativamente en la identificación de los elementos que deberían componer las encuestas desarrolladas para el estudio. El tercer autor participó en condición de observador para comparar las experiencias de las ciudades, dibujar y analizar las respuestas a las encuestas y aportar directamente a los modelos propuestos de uso de datos para la planeación de la movilidad y las políticas públicas.

Se elaboraron encuestas para complementar la percepción de los participantes-observadores. La primera, con un total de seis preguntas, fue dirigida a representantes de gobiernos locales que estuvieron involucrados en la formación de alianzas o en el manejo de los datos compartidos (Anexo I. Encuesta aplicada a representantes de gobiernos locales). Dicha encuesta buscó profundizar la percepción de los agentes sobre la ciudad y disminuir algún grado de parcialidad que, por ventura, estuviese presente en la visión de los observadores-participantes. La segunda, con cuatro preguntas, buscó acercarse a la percepción de las empresas

y a entender sus expectativas en cuanto a la creación de alianzas con gobiernos locales (Anexo II. Encuesta aplicada a representantes de empresas).

## Resultados

### Experiencias del uso de datos para la gestión operacional y planeación urbana

#### Experiencia en Río de Janeiro, Brasil

Con cerca de 6,7 millones de habitantes (IBGE), Río de Janeiro tiene en el COR su centro municipal de comando y control urbano, como un ambiente de integración entre las agencias de la ciudad que participan en las operaciones de infraestructura, logística y emergencias de la ciudad. Junto al COR, Waze (2013) implementó una de sus primeras alianzas directas con gobiernos locales en el mundo, con el objetivo inicial de facilitar la gestión de las operaciones para la visita del papa Francisco a Río, durante la Jornada Mundial de la Juventud.

Los primeros productos de la colaboración entre el COR y Waze fueron el uso de datos para la gestión operacional urbana en tiempo real y la planeación de restricciones viales de corto plazo. En el caso de la visita del papa Francisco, los cierres de calles previstos fueron programados en el mapa de Waze. Los cierres imprevistos también fueron comunicados en la aplicación por un profesional de Waze posicionado en la sala de control del COR. Inicialmente, la inserción de esta información fue realizada manualmente; posteriormente, se desarrolló una integración tecnológica (API), lo que permitió automatizar el proceso.

Entre 2015 y 2017, se produjeron otras funcionalidades a partir de estos datos de Waze, aún dedicadas a la gestión operacional. Una de ellas fueron los reportes enviados por usuarios de la aplicación, que pasaron a figurar en el mapa situacional del COR. Esto generó una nueva fuente de datos sobre problemas de movilidad y permitió que el equipo del COR identificara más rápido los accidentes y otras anomalías viales en áreas donde no existían cámaras ni sensores.

Con los datos referidos, el COR desarrolló un mapa de calor para indicar las zonas con más alto índice de tránsito lento. Además de eso, los datos de Waze pasaron a alimentar otras herramientas utilizadas en el COR. Una de ellas es el gráfico de tránsito que apunta en tiempo real el sumatorio de congestionamientos de la ciudad y lo compara con las condiciones de movilidad vial esperadas (mediante un promedio calculado con datos de las tres últimas semanas). En la figura 1, la línea roja es el congestionamiento monitoreado en tiempo real, y la gris, el que se esperaba; los números en rojo indican la cantidad total de kilómetros de atascos en Río. Estos datos pueden ser monitoreados en el *videowall* de la sala de control; los gestores operacionales pueden accederlos, incluso, por teléfono móvil.

Figura 1. Gráfico de tránsito del COR.

Fuente: elaboración propia (2018).

Figura 2. Panel de notificaciones del COR.

Fuente: elaboración propia (2018).



La alianza entre el COR y Waze también permitió alertar a los usuarios de la aplicación sobre imprevistos en la ciudad, como accidentes de alto impacto y problemas de seguridad pública. En casos más extremos, cierres viales fueron indicados en el mapa digital del Waze y los conductores fueron desviados, de manera automática, a rutas más seguras. Adicionalmente, la compañía local de tránsito (CET-Río) empezó a archivar los datos de Waze para utilizarlos en acciones de planeación de tránsito como, por ejemplo, analizar la eficacia de los cambios de planeación para grandes eventos en el estadio Maracanã.

A partir de 2018, el COR desarrolló un panel para unificar los datos del Waze con los provenientes de sensores instalados en la ciudad y generar alertas sobre riesgos u ocurrencias en la ciudad (figura 2). Cuando hay más de un reporte de accidente vial, por ejemplo, y una calle registra un comportamiento anormal de velocidad promedio —comparada con los datos históricos—, la combinación de estos parámetros emite una alerta de riesgo (amarillo para riesgo mediano y rojo para alto riesgo), que es inmediatamente investigada por el equipo del COR.

El panel de notificaciones del COR apunta para una nova fase de desarrollo de herramientas ambicionadas por el COR, utilizando los datos de movilidad: funcionalidades con uso inteligencia artificial, análisis de datos y *big data*.

### Hallazgos de la experiencia del COR

Los principales desafíos enfrentados por el COR para concretar alianzas con empresas privadas y utilizar sus datos masivos se detallan en la figura 3.

Actualmente, el principal reto del COR es habilitar los *softwares* utilizados en la gestión urbana para que recomienden, de forma proactiva y automática, las acciones predeterminadas por los procesos operacionales. Para ello, el COR está trabajando en la identificación de situaciones clave, en la definición y la programación de parámetros básicos, alineados con un gran volumen de datos. Esta labor permitirá generar dos tipos de recomendaciones: para el equipo del COR, acciones alineadas con los procesos de respuestas a incidentes y emergencias urbanas, a partir de los sistemas tecnológicos; para los ciudadanos, mejores rutas u opciones de transporte público, con base en los datos de comportamiento diario de los usuarios (Waze, Moovit y sistemas de transporte público). Los desafíos actuales del COR se muestran en la figura 4.

### Experiencia en Medellín (Colombia)

Con sus 2,5 millones de habitantes (DNP, 2019), la capital antioqueña es también un centro generador y atractor de viajes. Las 689 intersecciones semafóricas y los 429 controladores semafóricos de la ciudad son monitoreados desde el CIOS. Desde 2016, el equipo de ingenieros de tráfico del CIOS adoptó una estrategia innovadora para tratar la congestión vial: distribuir el tráfico vial de la ciudad con base en el diseño, el rediseño y los cambios semafóricos con base en los datos de Waze.

El equipo del CIOS hizo estudios para evaluar el impacto de los cambios en el plan semafórico sobre la velocidad de las vías y la relación de dichos cambios con los datos posteriormente emitidos por Waze. A partir del método de vehículo flotante (Vargas & Sánchez, 2002, p. 8)<sup>4</sup>, se pudo percibir que al utilizar los datos de Waze para ajustar la programación semafórica se alcanzaron ahorros de tiempo en el recorrido; ello, debido a los mayores tiempos de luz verde en áreas congestionadas y a la disminución de la longitud de la cola de vehículos detenidos. Los ahorros de tiempo ocasionados por la nueva

4 El método del vehículo flotante permite la toma de información en un tramo de vía de variables —como velocidad, longitud de cola, congestión, nivel de saturación—, mediante el uso de un vehículo que hace de forma repetitiva el tránsito sobre el trayecto de la vía objeto de estudio.

Figura 4. Desafíos actuales del COR.

Fuente: elaboración propia (2019).

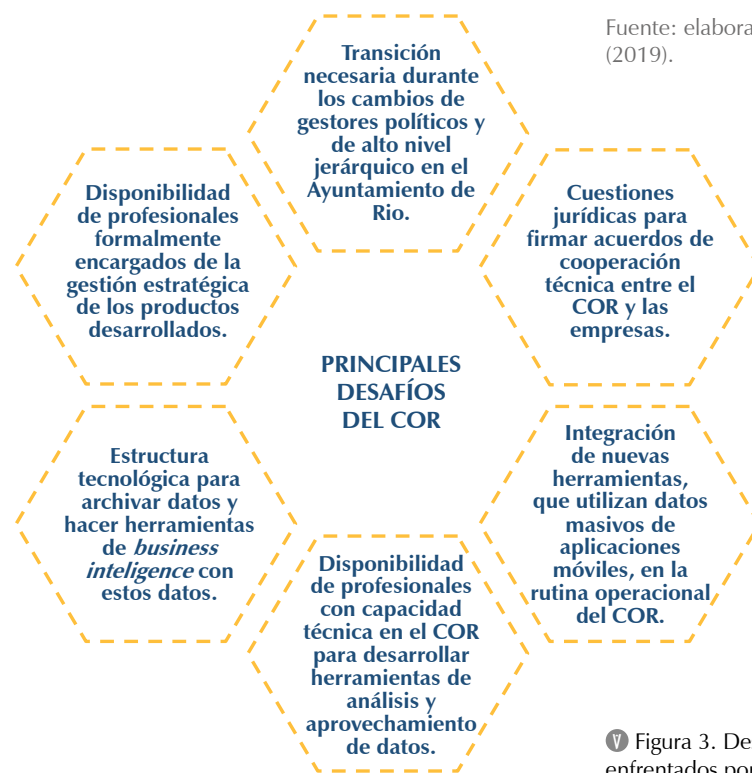
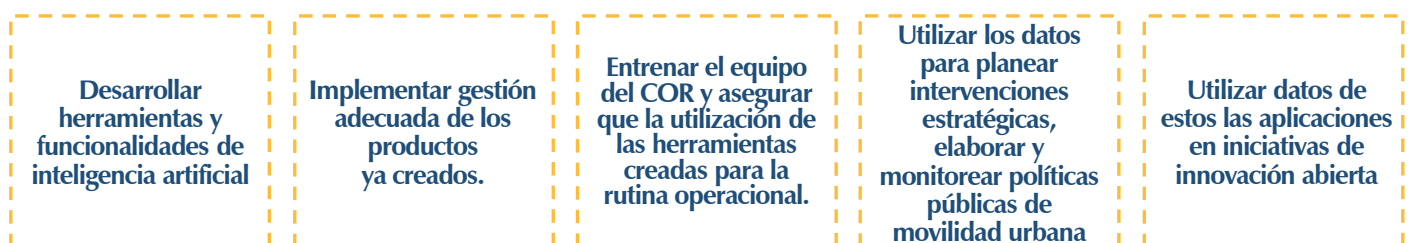
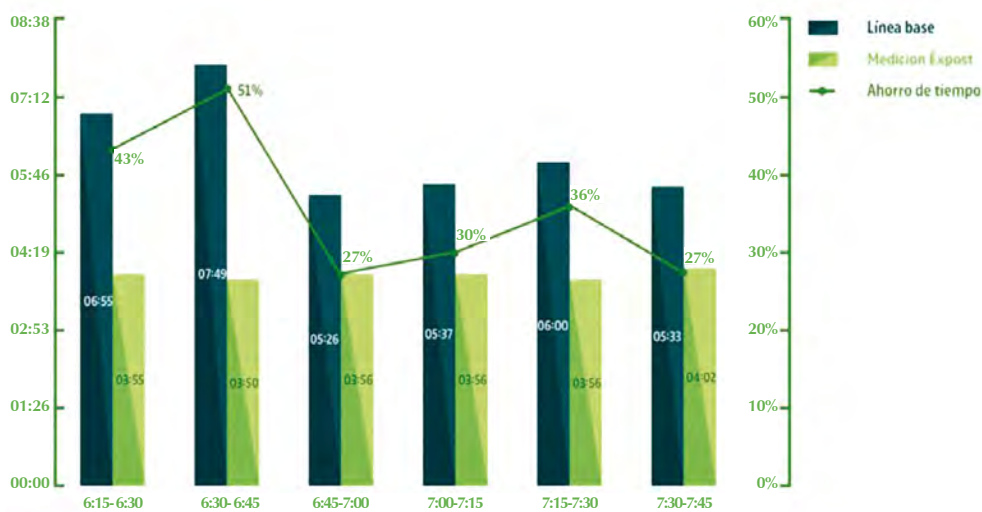


Figura 3. Desafíos enfrentados por el COR en la construcción de alianzas y utilización de datos masivos.

Fuente: elaboración propia (2019).





## Hallazgos de la experiencia del CIOS

Previamente al acercamiento a Waze, el CIOS buscó alianzas con Strava<sup>5</sup>, Moovit y Google<sup>6</sup> para acceder a los datos y verificar los comportamientos de movilidad. De todos los intentos, la alianza con Waze fue la que funcionó, debido a las facilidades tecnológicas y de reducción de costos generadas a partir del programa de la compañía, llamado Connected Citizens Program<sup>7</sup>, dedicado a fomentar alianzas de Waze con ciudades. La experiencia previa de Waze con Río de Janeiro derivó en un modelo de convenio internacional que, para Medellín, no resultó funcional. Las dificultades enfrentadas en la formalización del convenio llevaron a una flexibilización de sus requisitos por parte de Waze. Hoy día, las ciudades interesadas deben diligenciar un formato, abrir una cuenta en Waze y aceptar las condiciones de uso de la plataforma. Eso demuestra que la construcción de alianzas con Medellín y Río de Janeiro dejó lecciones aprendidas, tuvo sus peculiaridades y por eso debe ser mejor comprendida. Los elementos diferenciales de la experiencia de Medellín están resumidos en la figura 6.

La labor ejecutada en el CIOS garantizó el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para validar el modelo utilizado en la gestión semafórica. El objetivo del BID es desarrollar estudios para verificar la posibilidad de implementar el modelo en otras ciudades, lo que permitiría reducir el costo de implementación de sensores en las vías y generar nuevos modelos de gestión semafórica que requieran menos recursos humanos.

### Experiencia en São Paulo (Brasil)

La ciudad de São Paulo innovó en la utilización de datos masivos para beneficiar la movilidad activa. La alianza con Strava —una aplicación utilizada por ciclistas para registrar los tramos recogidos— permitió a la ciudad comprender mejor el uso de la bicicleta y mejorar la planeación para construir ciclorrutas. En São Paulo, la aplicación cuenta con cerca de 90.000 usuarios (Avelleda, 2018). Los mapas de calor generados por Strava son utilizados para evidenciar la demanda de espacio público por parte de los ciclistas y para visualizar las rutas más utilizadas. Avelleda (2018) afirma que la información de Strava es de gran utilidad para dar visibilidad al ciclista, comprobar y convencer a la población de la importancia de mantener ciclorrutas en determinadas vías donde se creía que el flujo de ciclistas era irrelevante. La figura 7 muestra el mapa de calor generado en Strava.

Además del uso práctico de los datos recibidos, São Paulo dio un paso importante respecto al reconocimiento de la importancia estratégica

5 Strava, Inc. ("Strava").  
6 Google LLC ("Google").  
7 Sitio del programa en la web disponible en <https://www.waze.com/pt-BR/ccp>



Figura 5. Tiempos de recorrido por periodo (Corredor Av. San Juan w-e/a.m)

Fuente: elaboración propia (2019).

Figura 6. Facilitadores y retos de la experiencia del CIOS

Fuente: elaboración propia (2019).

estrategia llegaron al 51% entre las 6:30 a. m. y las 6:45 a. m., como se evidencia en la figura 5.

El estudio concluyó que cerca de doce minutos después del reajuste semafórico, los indicadores de Waze presentaban disminución de la congestión. El paso siguiente fue desarrollar una plataforma capaz de recibir los datos de Waze para reconocer las vías congestionadas y hacer, automáticamente, el cambio semafórico. Hoy día, este procedimiento es replicado en diez corredores de la ciudad. El CIOS está trabajando en la integración con otros centros de gestión (Metro y corredor semaforizado del tranvía, Metroplus y sistema de prioridad del corredor Metroplus, TPM gestión y control de flota) para mejorar las condiciones de movilidad de la ciudad (Latin America Regional Summit Waze Día 2).

Los datos de Waze permitieron cerrar una carencia que tenía la ciudad: la falta de sensores en vías. En este sentido, la utilización de datos masivos de apps se convierte en una solución de bajo costo de implementación y mantenimiento, a la vez que permite tener un gran número de sensores, que funcionan de forma simultánea e indican comportamientos de movilidad (Carranza et al., 2018). Como contrapartida, la ciudad ofrece información de primera mano sobre cierres viales, obras y eventos para mantener actualizada la red de Waze.



de dichos datos. El Decreto 58.595 de 2019 establece reglas y condiciones para la operación de empresas de tecnología de servicios para la movilidad y determina que estas deben compartir los datos necesarios para el control y la regulación de políticas públicas de movilidad urbana con la Secretaría Municipal de Movilidad e Transportes (SMT), de acuerdo con un formato y una periodicidad definidos por el Poder Público (Decreto No. 58.595 de 2019). El referido decreto es una demostración de que el tema tiene una importancia estratégica y que está inserido en la agenda pública paulista: no solo se busca reglamentar los servicios prestados, sino también, garantizar el acceso a los datos masivos producidos.

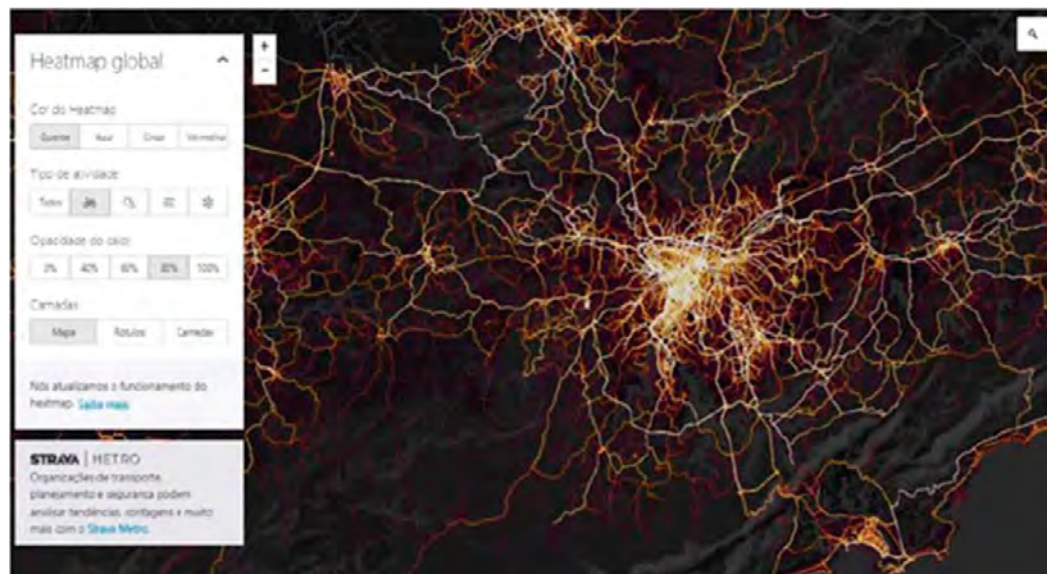
## Resultados de las encuestas aplicadas

En total, fueron computadas doce respuestas para las encuestas: nueve respuestas vinieron de representantes de gobiernos locales de Río de Janeiro y Medellín; otras tres, de representantes de Moovit y Google. Los principales resultados preliminares de esta encuesta son resumidos a continuación.

### Respuestas de gobiernos locales

Para los representantes de gobiernos locales, fueron presentadas preguntas sobre: el grado de interés y las motivaciones para la utilización de datos generados por las *apps* de movilidad urbana; los principales retos para concretar alianzas con las empresas propietarias de estas *apps*; las dificultades para, efectivamente, recibir los datos, y acerca de las necesidades de inversión financiera para dichos proyectos. Las encuestas aplicadas revelaron preliminarmente que las ciudades tienen gran interés en recibir los datos de las aplicaciones, con el 100% de los respondientes señalando nivel “alto” o “muy alto” de interés.

A partir de una escala de 0 a 5, donde 0 significa “poca relevancia”, y 5, “muy relevante”, la encuesta también identificó las principales motivaciones de los representantes de ciudades para acceder a estos datos. “Formular, acompañar y monitorear políticas públicas” y “apoyar la gestión operacional de la movilidad urbana” fueron los dos principales motivos, con puntuaciones de 4,4 y 4,0, respectivamente. En relación con los retos enfrentados para establecer alianzas con empresas de *apps*, “los acuerdos jurídicos requeridos o las normativas específicas del sector público” fueron lo más relevante, con una valoración de 3,9. “La ausencia de consenso acerca de las responsabilidades de inversión financiera que resultan de la alianza” fue el segundo reto considerado más relevante, con de 3,6. El tercer reto considerado relevante (con puntuación de 3,2) fue la “dificultad para convencer a las empresas dueñas de datos de los beneficios de alianzas con las ciudades”, lo cual indica que, tal como ocurre con algunos ejemplos, como los de Waze y Uber, posiblemente aún es necesari-



rio expandir en el sector privado el concepto de colaboración público-privada con uso de datos para mejorar la calidad de la gestión y la planeación de la movilidad urbana.

Finalmente, el reto apuntado como más significativo (por parte de la capacidad de los gobiernos) para la utilización de los datos compartidos por empresas fue “la indisponibilidad de recursos financieros por parte de la ciudad para destinar a las actividades relacionadas al compartimiento de datos” (con puntuación de 3,6), seguida por otros dos retos, que obtuvieron, cada uno, puntuación de 3,1: “carencia de recursos y personal calificado” y “ausencia de herramientas tecnológicas por parte de la ciudad”.

### Respuestas de empresas privadas

La encuesta aplicada a los representantes de empresas de *apps* de movilidad urbana contenía preguntas sobre el grado de interés de la empresa en abrir datos para los gobiernos locales; los objetivos de las compañías al abrir dichos datos; los principales retos para concretar alianzas con ciudades y las dificultades encontradas para, efectivamente, compartir datos. En una escala de 0 a 5, donde 0 es “muy bajo”, y 5, “muy alto” (interés en compartir datos con ciudades), las respuestas revelaron una puntuación de 3,7, lo que, de forma preliminar, puede ser considerado interés relevante.

Así como en la encuesta para gobiernos locales, fue utilizada también una escala de 0 a 5 para respuestas, en la cual 0 significa “poco relevante”, y 5, “muy relevante”. Las respuestas a las encuestas permitieron identificar, preliminarmente, que los principales intereses de las empresas son: “ofrecer herramientas y apoyar la gestión operacional de la movilidad urbana en las ciudades” y “crear una buena relación con gobiernos locales”—las 2, con puntuación de 5; o sea que el 100% de los respondientes indicaron estas 2 opciones como las más relevantes—. Por otro lado, las respuestas sobre los principales retos para concretar la alianza con gobiernos locales señalaron en primer lugar los “acuerdos jurídicos requeridos o

Figura 7. Mapa de calor de Strava.

Fuente: Avelleda (2018).

las normas específicas del sector público” (con calificación de 5 puntos), seguidos por la “dificultad para convencer a los gobiernos locales de los beneficios de la alianza planteada por la empresa” (con 4,7 puntos). La “carencia de personal calificado, por parte de los gobiernos” es la principal dificultad al momento de, efectivamente, compartir los datos con las entidades públicas, con valoración de 4 puntos.

La figura 9 resume los resultados encontrados con la aplicación de las encuestas para cada tipo de actor.

## Discusión

### Enfoques propuestos para el uso de datos de apps de movilidad en la gestión de ciudades

Los objetivos del presente artículo van de la mano con la estrategia de ciudad inteligente, definida por Rodríguez como:

(...) una serie de iniciativas, políticas y acciones cuyo objetivo prioritario es favorecer la movilidad en las ciudades de modo que ésta no suponga una traba al quehacer diario en las urbes ni a su desarrollo. Se trata de una serie de actuaciones que lo que pretenden es facilitar la movilidad de los usuarios bien sea a pie, en bicicleta, transporte público o privado, bajo una premisa común: ahorro en costes económicos, ambientales y tiempo (Rodríguez, 2013).

Para Sandí Meza, el camino hacia el modelo de ciudades inteligentes requiere transversalidad y multidisciplinariedad en las estrategias de gobierno, y la incorporación de tecnología para políticas públicas más abiertas, participativas, transparentes y sostenibles. Haciendo énfasis en la relación entre entidades públicas y privadas, el autor afirma que las ciudades inteligentes promocionan el conocimiento tecnológico del sector privado y las necesidades de que dispone el sector público (2017, p. 27).

Las experiencias detalladas en el presente estudio son una evidencia de la necesidad del enfoque estratégico para maximizar las posibilidades de éxito de los proyectos colaborativos entre los sectores públicos y privados. Los casos y los resultados de las encuestas presentados contienen elementos que aportan al establecimiento de alianzas entre gobiernos locales y empresas de apps, con el fin de desarrollar proyectos colaborativos que resulten en sistemas de movilidad más eficientes a partir del uso de datos masivos.

A fin de identificar estrategias eficaces para la concretización de alianzas, fueron mapeadas las variables que influyen su desarrollo y los actores clave en este proceso. La experiencia de Río de Janeiro y Medellín permitió realizar un ejercicio preliminar de caracterización de las formas de uso de los datos masivos por parte de los gobiernos locales. Este ejercicio se encuentra en su etapa inicial, pero permitió clasificar las inicia-

tivas de uso de datos en tres niveles: operacional, táctico y estratégico.

### Los niveles de análisis de proyectos de alianzas entre gobiernos locales y empresas de apps de movilidad

El primer nivel de uso de datos, denominado operacional, se caracteriza porque busca responder a eventos en tiempo real y mejorar la gestión operacional de la ciudad. Los datos son utilizados a diario para identificar la ocurrencia de eventos específicos que, sin una respuesta adecuada e inmediata, tienden a impactar de manera directa en el funcionamiento de la ciudad, la provisión de servicios públicos y la movilidad urbana. Por lo general, las acciones realizadas siguen protocolos predefinidos y una estructura de toma de decisiones de baja complejidad. Ejemplos de uso de datos en un nivel de análisis operacional son la gestión semafórica en Medellín y las respuestas y las acciones del COR en Río de Janeiro.

El nivel de análisis táctico busca planear acciones para reducir el impacto de eventos previsibles; por lo tanto, tiene una naturaleza de planeación operacional. El tipo de intervención que será planeado y el involucramiento institucional requerido dependerán del evento al que se busca responder. En este sentido, los datos masivos sirven para revisar patrones históricos de movilidad de los puntos de la ciudad que serán impactados por el evento planeado. Ejemplos de uso de datos en el contexto táctico son la planeación de operaciones especiales de tránsito —cierres viales, eventos diversos, regreso a las clases y gestión del tránsito durante los festivos—.

El nivel de análisis estratégico busca utilizar los datos de forma analítica o preventiva. En este sentido, los datos son utilizados para comprender un fenómeno o para planear o justificar una acción de mediano o largo plazo y de mayor amplitud espacial en la ciudad. Para convertir los datos en información, así como a fin de hacer un análisis más profundizado y útil para la toma de decisiones de alto nivel, la muestra de datos debe ser más amplia que la requerida para el nivel de análisis táctico, lo que demanda más tiempo y recursos humanos y tecnológicos. La acción de la alcaldía de São Paulo en cuanto al mantenimiento de las ciclorrutas en vías con mayor flujo de ciclistas es un ejemplo de uso de datos masivos con fines estratégicos de mediano o largo plazo. La figura 8 resume las características de los niveles operacional, táctico y estratégico en cuanto al tipo de datos requeridos, a la acción que va a llevarse a cabo y su objetivo final.

### Obstáculos preliminarmente identificados en las encuestas

Además de los niveles de alcance del uso de datos, las encuestas hechas en el presente estudio permitieron apuntar las motivaciones



Figura 8. Clasificación de las experiencias observadas en la metodología de modelo evolutivo de uso de datos masivos. Fuente: elaboración propia (2019).

y las dificultades para la implementación de alianzas entre gobiernos locales y empresas de aplicaciones. La figura 9 resume los resultados encontrados.

Como se puede apreciar en la figura 9, los resultados de la encuesta revelan temas comunes entre gobiernos y empresas. El interés en mejorar la gestión operacional de las ciudades y las dificultades presentadas por los acuerdos jurídicos fueron apuntados por ambos actores. En Río de Janeiro y Medellín, por ejemplo, las reglas jurídico-burocráticas de la administración pública retardaron temporalmente la formalización de las alianzas con Waze. Facilitar acuerdos jurídicos de esta naturaleza sería una medida relevante para fomentar estos proyectos de movilidad inteligente.

La carencia de profesionales de tecnología calificados también fue de importancia en ambas ciudades. Aunque las alcaldías cuentan con un cuerpo de profesionales, estos no están preparados para analizar los datos recibidos. Por lo tanto, la contratación de profesionales calificados debe ser priorizada por las ciudades que tienen la ambición de tornarse más inteligentes. En el caso de Río, formar alianzas con universidades locales es una estrategia utilizada como intento para remediar dicho problema. Sobre la ausencia de recursos financieros, este es un desafío continuo de las ciudades latinoamericanas. Se requiere seguir investigando el tema para comprender cómo otras ciudades han ultrapasado los obstáculos enunciados y cuáles son las mejores prácticas y caminos posibles para su solución.

Por otra parte, según la encuesta, la sinergia entre gobiernos y empresas se cuestiona cuando los gobiernos locales afirman tener alto interés en establecer las alianzas, pero las empresas de apps destacan la baja participación de los gobiernos como un reto para consolidar las alianzas. Este es otro elemento que reafirma la necesidad de seguir investigando el tema y la posición de ambos actores.

	MOTIVACIÓN	RETOS DE LA IMPLEMENTACIÓN	CONCLUSIONES
<b>Gobiernos locales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión de políticas públicas (4,4)</li> <li>Gestión operacional (4,0)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acuerdos jurídicos (3,9)</li> <li>Ausencia de recursos financieros (3,7)</li> <li>Ausencia de herramientas tecnológicas (3,1)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gobiernos locales muestran alto interés (4,7/5,0) en establecer alianzas.</li> </ul>
<b>Empresas de apps de movilidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión operacional y buena relación institucional (3,0)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acuerdos jurídicos (5,0)</li> <li>Baja participación de los gobiernos (4,7)</li> <li>Ausencia de personal calificado (4,0)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Empresas muestran menor interés (3,7/5,0) en establecer alianzas.</li> </ul>

Los resultados expuestos en el presente trabajo sirvieron de base para la construcción de una propuesta de modelo evolutivo de uso de datos de aplicaciones móviles, que puede ser utilizado como referencia por cualquier ciudad. Este modelo, todavía en desarrollo, busca traer a la luz elementos básicos para que gobiernos locales empiecen a desarrollar sus propios proyectos a partir de los datos disponibles.

El objetivo principal del modelo presentado es servir como referencia para que los municipios comprendan el potencial del uso de datos para la gestión de la movilidad. A partir de conceptos básicos, cada ciudad podrá preparar su propio ambiente, de acuerdo con las necesidades, los recursos y los arreglos institucionales que posee, y llegar así a una "ruta segura" propia para proyectos con uso de datos de apps de movilidad. Para esto, los gobiernos locales deben comprender los esfuerzos requeridos para desarrollar iniciativas en los tres niveles presentados. Al mismo tiempo, deben ser conscientes de las expectativas de las empresas de aplicaciones de movilidad en relación con las alianzas y el valor añadido que tiene la información que poseen.

Es importante destacar que el potencial de uso de datos no debe limitarse al nivel operacional, pero sí tener un enfoque de largo plazo para incrementar la capacidad de resiliencia de las ciudades. La planeación de la respuesta a emergencias y la planeación operacional de la ciudad

Figura 9. Resultados consolidados de la encuesta aplicada para creación de alianzas entre gobiernos locales y empresas de apps de movilidad. Fuente: elaboración propia (2019).

en casos de eventos de alto impacto son formas de sacar mayor provecho de la infraestructura disponible y de gestionar mejor los eventuales impactos logísticos.

La visión presentada en seguida sobre cómo empezar con iniciativas más sencillas y progresar hacia proyectos complejos es un punto de partida para discusiones sobre el tema, a partir de casos de éxito en Latinoamérica. Se destaca que los casos de estudiados, aunque son exitosos, se mantienen en los niveles operacional y táctico, sin significar hasta la fecha una significativa contribución para el desarrollo de políticas públicas; sin embargo, los resultados obtenidos por dichas ciudades contribuirán a crear un ambiente más favorable para que datos de *apps* de movilidad sean efectivamente insumos para crear, revisar o evaluar políticas públicas en un futuro no tan lejano. Por medio de buenas estrategias de uso de datos, las ciudades podrán saltar del uso operacional y táctico a niveles más estratégicos, que permitirán revisar, monitorear, e, incluso, elaborar, políticas públicas capaces de mejorar la calidad de los servicios de movilidad urbana.

### El modelo evolutivo de uso de datos y sus características

Los niveles de análisis presentados (operacional, táctico y estratégico) son la base del modelo preliminar planteado que sugiere una ruta para los gobiernos locales hacia el uso de datos masivos de *apps* de movilidad con el fin de generar, progresivamente, impactos positivos para la gestión urbana; ello, porque, si bien parece claro el potencial de los datos para primorear las políticas públicas de movilidad, en la práctica existen obstáculos que necesitan ser mapeados y requieren planes de trabajo efectivos.

En las experiencias estudiadas, utilizar datos de aplicaciones de movilidad para desarrollar iniciativas en el nivel estratégico significa un fuerte cambio de cultura institucional, que puede ser mejor estructurado partiendo de procesos que incluyan como pasos anteriores proyectos en los niveles operacional y táctico, como si fuera una "ruta segura" para construir compromiso y participación activa de los gestores de alto nivel jerárquico, como lo hicieron Río y Medellín.

En tal sentido, y para entender mejor las variaciones de esfuerzo en estos tipos de proyectos, seguidamente se propone una mensuración de los esfuerzos requeridos como producto del involucramiento de distintas instituciones en una iniciativa. Siguiendo la lógica de análisis propuesta, en la figura 10 los autores presentan las informaciones comentadas.

Como se observa en la figura 10, la intensidad de utilización de los recursos financieros, humanos y tecnológicos crece progresivamente del nivel operacional al estratégico. Lo mismo vale para la mayor participación de distintas agencias públicas en la medida en que se sube al nivel estratégico. En otras palabras, proyectos de nivel operacional presentan menor complejidad en cuanto a la utilización de recursos cuando se los compara con los niveles táctico y estratégico.

El nivel operacional permite ensayar las iniciativas de mayor potencial de impacto positivo en la ciudad, así como tener lecciones aprendidas suficientes para que sirvan de base para planear la iniciativa siguiente. Partiendo de potenciales entregas positivas de corto plazo, se generan un ambiente de confianza en el uso de datos y un *marketing* interno positivo en los gobiernos, lo que fomenta la construcción de una "ruta segura"

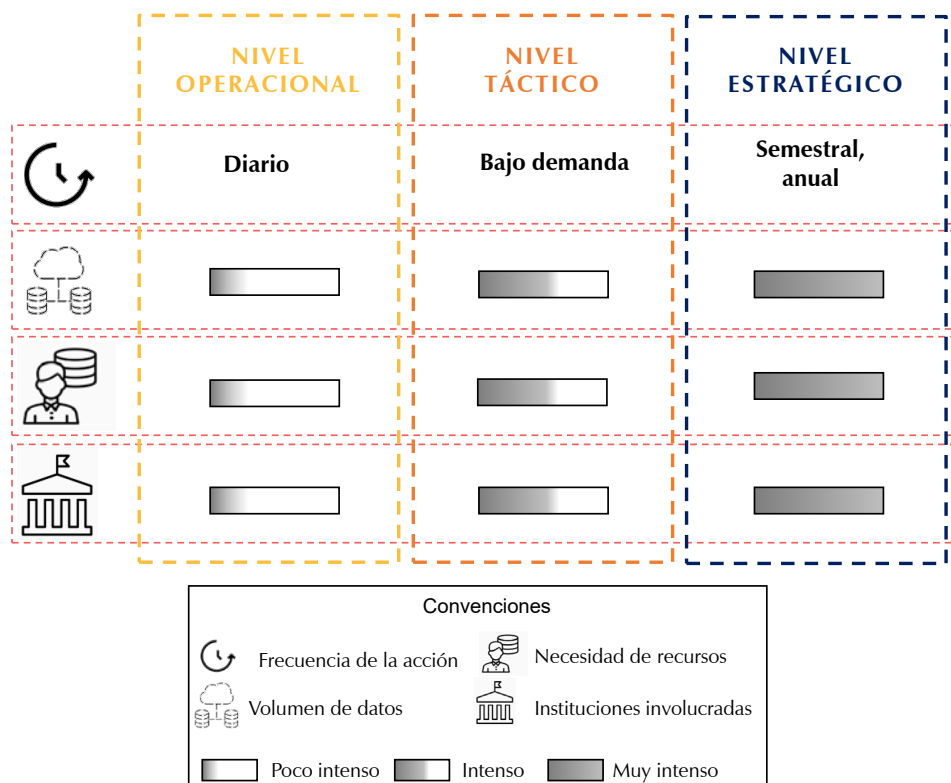


Figura 10. Modelo evolutivo de la forma de uso de datos masivos por los gobiernos locales. Fuente: elaboración propia (2019).

para el uso de datos, con planificación de proyectos más complejos de uso de datos para movilidad. Progresivamente, se alcanza a los profesionales de niveles jerárquicos más altos de las instituciones participantes y también es posible involucrar a aliados locales relevantes, como, por ejemplo, las universidades.

Para trazar la “ruta segura”, es importante que los gobiernos sepan priorizar los proyectos que generen impactos claros en las rutinas de los ciudadanos, empezando por iniciativas que generen impactos positivos y de corto plazo. Tener claro dicho criterio desde el inicio de la alianza también es una estrategia relevante para obtener una validación y una participación más sólidas de las instituciones del gobierno y otros aliados.

Finalmente, la “ruta segura” tendrá más chance de ser exitosa si es capaz de centralizar las iniciativas de uso de datos masivos de movilidad; preferencialmente, en un centro de comando y control de tráfico; ello, porque los equipos de estos centros son los que más conocen los problemas de tráfico de la ciudad y los que más pueden beneficiarse de nuevas herramientas en sus rutinas. Dichos elementos fueron importantes, y, con seguridad, aportaron para el éxito del COR y del CIOS. Así, la temática de uso de datos por parte de los gobiernos empieza a ser vista de forma estratégica en estas y otras ciudades. En la medida en que los tomadores de decisión de las ciudades y de las empresas de apps perciben que su relación puede ser un gana-gana, ambos lados pasan a ser más flexibles y empiezan a

compartir entre sí información y conocimiento sobre cómo utilizar los datos de manera colaborativa, y a crear así un ambiente más propicio para el desarrollo de nuevas (y más complejas) experiencias.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a Sergio Avelleda, exsecretario de movilidad de la ciudad de São Paulo, por la entrevista concedida.

## Listado de abreviaturas

**API** *Application Programming Interface* (interfaz de programación de aplicaciones)

**Apps** aplicaciones móviles (acortamiento del inglés *application*)

**BID** Banco Interamericano de Desarrollo

**CET-Rio** Compañía de Ingeniería de Tráfico de la Alcaldía de Río de Janeiro

**CIOS** Centro de Inteligencia y Operación Semafórica de Medellín

**COR** Centro de Operaciones de la Alcaldía de Río de Janeiro

**DNP** Departamento Nacional de Planeación de Colombia

**IBGE** *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*

**SMT** *Secretaria Municipal de Mobilidade e Transportes de la Alcaldía de São Paulo*

## Anexos

### Anexo I. Encuesta aplicada a representantes de gobiernos locales

1. Datos del respondiente:\*

Nombre: .....  
 Ciudad: .....  
 Cargo: .....

2. En una escala de 0 a 5, donde 0 es “muy bajo”, y 5, “muy alto”, ¿cuál es el grado de interés de su ciudad en recibir los datos generados por las empresas de apps de servicios de movilidad urbana? \*

0  1  2  3  4  5

3. En una escala de importancia donde 0 es “poco relevante”, y 5, “muy relevante”, ¿cuáles son las motivaciones de su ciudad para acceder a los datos de las empresas de apps de servicios de movilidad urbana?

	0	1	2	3	4	5
Crear una buena relación con las empresas de apps de movilidad urbana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizar los datos para formular, acompañar y monitorear políticas públicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizar los datos para apoyar la gestión operacional de la movilidad urbana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Enviar y compartir datos de la ciudad en contrapartida a los datos ofrecidos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. En una escala de importancia donde 0 es “poco relevante”, y 5, “muy relevante”, ¿cuáles son los principales retos para concretar alianzas con empresas de *apps* de servicios de movilidad urbana? \*

	0	1	2	3	4	5
Acuerdos jurídicos requeridos o normativas específicas del sector público	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Incapacidad, por parte de la ciudad, para hacer contacto con las empresas de aplicaciones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desconocimiento, por parte del Poder Público, de su ciudad, así como de los beneficios de la alianza planteada por la empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificultad para convencer a las empresas de los beneficios de la alianza con la ciudad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ausencia de voluntad política, por parte del actor público con poder de decisión, para establecer una alianza con la empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ausencia de consenso acerca de las responsabilidades de inversión financiera que resultan de la alianza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. Considerando el proceso de construcción de alianza entre su ciudad y una empresa de *apps* de servicios de movilidad urbana, en una escala de importancia donde 0 es “poco relevante”, y 5, “muy relevante”, ¿cuáles fueron las dificultades encontradas para, efectivamente, recibir los datos de la empresa? \*

	0	1	2	3	4	5
Ausencia de herramientas tecnológicas por parte de la ciudad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ausencia de soluciones tecnológicas por parte de la empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Incompatibilidad entre las tecnologías adoptadas por la ciudad y la empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carencia de personal calificado, por parte de la ciudad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificultades provenientes de la comunicación (manejo de otros idiomas, diferencia horaria entre países, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Indisponibilidad de recursos financieros por parte de la ciudad para destinar a las actividades relacionadas con el compartimiento de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6. Considerando las alianzas existentes entre su ciudad y las empresas de *apps* de servicios de movilidad urbana, ¿su ciudad tuvo que hacer algún tipo de inversión para recibir los datos ofertados? Seleccione la(s) opción(es) que aplique(n). \*

Recursos financieros para la adquisición de equipos o servicios específicos

- Recursos humanos (personal)
- Compra de activos físicos (mobiliario y equipos tecnológicos de bajo costo)
- Compra de activos tecnológicos de grande porte o costo
- Inversión financiera de grande porte para usos diversos
- Otro (por favor, especifique): .....

**Anexo II. Encuesta aplicada a representantes de empresas**

1. Por favor, identifíquese: \*

Nombre: .....

Empresa: .....

Cargo: .....

2. En una escala de importancia donde 0 es “poco relevante”, y 5, “muy relevante”, ¿cuáles son los objetivos de su empresa al abrir los datos para gobiernos locales? \*

	0	1	2	3	4	5
Crear una buena relación con los gobiernos locales	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ofrecer datos para la formulación y el acompañamiento de políticas públicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ofrecer herramientas y apoyar la gestión operacional de la movilidad urbana en las ciudades	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Recibir datos de la ciudad en contrapartida de los datos ofrecidos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. En una escala de importancia donde 0 es “poco relevante”, y 5, “muy relevante”, ¿cuáles son los principales retos para concretar alianzas con gobiernos locales?

	0	1	2	3	4	5
Acuerdos jurídicos requeridos o normativas específicas del sector público	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Incapacidad, por parte de la empresa, para hacer contacto con los actores tomadores de decisiones (de los gobiernos locales) en cuanto a acuerdos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificultad para convencer a los gobiernos locales de los beneficios de la alianza planteada por la empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ausencia de voluntad política, por parte del actor público con poder de decisión, para establecer una alianza con la empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ausencia de consenso acerca de las responsabilidades de inversión financiera que resultan de la alianza	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4. Considerando los casos en que su empresa logró hacer una alianza con el gobierno local, en una escala de importancia donde 0 es “poco relevante”, y 5, “muy relevante”, ¿cuáles fueron las dificultades encontradas para, efectivamente, compartir datos con los gobiernos locales?

	0	1	2	3	4	5
Ausencia de herramientas tecnológicas por parte del gobierno ( <i>hardware</i> )	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ausencia de soluciones tecnológicas por parte de la empresa ( <i>software</i> )	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Incompatibilidad entre las tecnologías adoptadas por el gobierno local y la empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carencia de personal calificado, por parte de los gobiernos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificultades provenientes de la comunicación (manejo de otros idiomas, diferencia horaria entre países, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Indisponibilidad de recursos financieros por parte del gobierno local para destinar a las actividades relacionadas con el compartimiento de datos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Referencias

- Avelleda, S. (2018, abril 4). *Congreso Internacional Movilidad y Transporte*. Recuperado de: <https://feriamovilidadytransporte.com/memo/a/1/cf1/sergio-avelleda.pdf>
- Avelleda, S. (2018). *Prácticas innovadoras en la planeación del transporte*. Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://drive.google.com/drive/folders/1JwmxniXw8zohOyyMAuru-1tDXFSaQCKv>
- Azzone, G. (2018). Big data and public policies: Opportunities and challenges. *Statistics and Probability Letters*, 116-120. <https://doi.org/10.1016/j.spl.2018.02.022>
- Carranza, M., Montoya, F. G., Valdés, A., González, C., Jaramillo, M., & Henao, S. (2018). *Asignación dinámica de planes semafóricos como estrategia de descongestión vehicular*. Medellín. Recuperado de: [https://minas.medellin.unal.edu.co/gruposdeinvestigacion/gaunal/images/imagenes/Eventos/MOVICI\\_MOYCOT/sesion3/4-Mauricio-Carranza.pdf](https://minas.medellin.unal.edu.co/gruposdeinvestigacion/gaunal/images/imagenes/Eventos/MOVICI_MOYCOT/sesion3/4-Mauricio-Carranza.pdf)
- Decreto, N° 58.595 (Prefeitura do Municipio de Sao Paulo 4 de Janeiro de 2019).
- DNP. (2019, septiembre). *Terridata*. Recuperado de: <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/perfiles/05001>
- ITDP Brasil. (2019). *Uso de dados e evidências para planejamento e gestão da mobilidade urbana - Oficina de troca de experiências*. Rio de Janeiro: ITDP Brasil. Recuperado de: [http://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2019/04/ITDP\\_Oficina-MobilIDADOS-2019\\_v03.pdf](http://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2019/04/ITDP_Oficina-MobilIDADOS-2019_v03.pdf)
- Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2011). *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. McKinsey Global Institute. Recuperado de: [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Big%20data%20The%20next%20frontier%20for%20innovation/MGI\\_big\\_data\\_exec\\_summary.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Big%20data%20The%20next%20frontier%20for%20innovation/MGI_big_data_exec_summary.ashx)
- Mónico, L. S., Alferes, V. R., Castro, P. A., & Parreira, P. M. (2017). *A observação participante enquanto metodologia de investigação qualitativa*. 6ª Congreso Ibero-Americano en Investigación Cualitativa, Vol. 3, (pp. 724-733). Recuperado de: <https://proceedings.ciaiq.org/index.php/ciaiq2017/article/download/1447/1404/>
- Osorio Arjona, J., & García Palomares, J. C. (2017). Nuevas fuentes y retos para el estudio de la movilidad urbana. *Cuadernos Geográficos*; 56(3), 247-267. Recuperado de: <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/5352>
- Rodríguez, P. (2013 diciembre 16). *Smart Mobility: movilidad inteligente en las ciudades*. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia. Recuperado de: <http://www.i-ambiente.es/?q=blogs/smart-mobility-movilidad-inteligente-en-las-ciudades>
- Sandí Meza, V. (2017, junio). Las alianzas público-privadas como elemento de gestión de las ciudades inteligentes. *ICAP-Revista Centroamericana de Administración Pública* (72), 15-31. [https://doi.org/10.35485/rcap72\\_1](https://doi.org/10.35485/rcap72_1)
- Vargas, G. T., & Sánchez, J. A. (2002). Métodos de asignación de tránsito en redes regionales de carreteras: dos alternativas de solución. *IMT Instituto Mexicano de Transporte*, 214, 7-99. Recuperado de: <http://worldcat.org/issn/01887297>



## De componer la fachada a diseñar la envolvente.

### El ejemplo del arquitecto Juvenal Moya en Cali

To compose the facade to design the envelope. The example of the architect Juvenal Moya in Cali

**Jorge Galindo-Díaz**

Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales (Colombia)

Escuela de Arquitectura y Urbanismo

**Iván Osuna-Motta**

Pontificia Universidad Javeriana, Cali (Colombia)

Departamento de Arte, Arquitectura y Diseño

**Andrea Marulanda-Montes**

Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales (Colombia)

Escuela de Arquitectura y Urbanismo

**Jorge Galindo-Díaz**

Arquitecto, Universidad del Valle, Cali (Colombia).

Dr. Arquitecto por la ETSAB, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona (España).

<https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=YsYkDs4AAAAJ>

<http://orcid.org/0000-0001-8407-8347>

[jagalindod@unal.edu.co](mailto:jagalindod@unal.edu.co)

**Iván Osuna-Motta**

Arquitecto, Universidad de Los Andes, Bogotá (Colombia).

Magíster en arquitectura y urbanismo, Universidad del Valle, Cali (Colombia).

<https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=DsEUJrAAAAAJ>

<http://orcid.org/0000-0001-5137-2603>

[ivan.osuna@javerianacali.edu.co](mailto:ivan.osuna@javerianacali.edu.co)

**Andrea Marulanda-Montes**

Arquitecta, Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales (Colombia).

Magíster en filosofía, Universidad de Caldas, Manizales (Colombia).

[https://scholar.google.com/citations?view\\_op=list\\_works&hl=es&user=WwZK-qzEAAAAJ](https://scholar.google.com/citations?view_op=list_works&hl=es&user=WwZK-qzEAAAAJ)

<http://orcid.org/0000-0002-0620-0703>

[amarulandam@unal.edu.co](mailto:amarulandam@unal.edu.co)

Galindo-Díaz, J., Osuna-Motta, I., & Marulanda-Montes, A. (2020). De componer la fachada a diseñar la envolvente. El ejemplo del arquitecto Juvenal Moya en Cali. *Revista De Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 94-106. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2776>



[doi.org/10.14718/RevArq.2020.2776](https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2776)

### Resumen

Reconocer el legado de la obra del arquitecto colombiano Juvenal Moya Cadena (1921-1958) permite identificar las estrategias proyectuales relacionadas con la climatización pasiva. La hipótesis se fundamenta en la influencia que Moya Cadena recibió de Leopoldo Rother (1894-1978) sobre arquitectura, paisaje y clima. Metodológicamente, se hace un análisis descriptivo y funcional del edificio Escuela Normal Regular (Cali-Colombia, 1946) en aspectos como la génesis del proyecto, las diversas alternativas de fachada y la validez y la vigencia de las respuestas, mediante simulaciones informáticas. En este proyecto, Moya concibe un sistema de doble fachada como respuesta a los problemas de radiación solar y de iluminación de los espacios destinados a las aulas a causa de la orientación del edificio, valiéndose de un cuidadoso análisis del lugar y del riguroso trazado de la carta solar, de tal forma que logró anticiparse a soluciones pioneras en el campo de la técnica y la espacialidad arquitectónicas. Las conclusiones demuestran cómo ya en las primeras generaciones de arquitectos colombianos existía la preocupación por responder a las condiciones climáticas del país, y dan cuenta de los instrumentos proyectuales con los que se contaba para ello.

**Palabras clave:** adaptación al clima; arquitectos colombianos; arquitectura bioclimática; arquitectura moderna en América Latina; control térmico y lumínico; diseño arquitectónico; radiación solar

### Abstract

Recognizing the legacy of the work of the Colombian architect Juvenal Moya Cadena (1921-1958) allows identifying project strategies related to passive air conditioning. The hypothesis is based on the influence he received from Leopoldo Rother (1894-1978) on architecture, landscape and climate. Methodologically, a descriptive and functional analysis of the Regular Normal School building (Cali-Colombia, 1946) is carried out on aspects such as the genesis of the project, the various facade alternatives and the validity and validity of the responses through computer simulations. In this project Moya conceives a double facade system in response to the problems of solar radiation and lighting of the spaces destined to the classrooms because of the orientation of the building, using a careful analysis of the place and the rigorous layout of the letter solar, in such a way that it managed to anticipate pioneering solutions in the field of technique and architectural spatiality. The conclusions demonstrate the way in which in the first generations of Colombian architects there was a concern to respond to the climatic conditions of the country and account for the projectual instruments that were available for it.

**Keywords:** climate adaptation; Colombian architects; bioclimatic architecture; modern architecture in Latin America; thermal and light control; architectural design; solar radiation

Recibido: junio 6 / 2019

Evaluado: septiembre 12 / 2019

Aceptado: octubre 18 / 2019



## Introducción

Este artículo es el resultado parcial de un trabajo de investigación<sup>1</sup> más extenso, orientado a reconocer el legado de la obra del arquitecto colombiano Juvenal Moya Cadena (1921-1958) en los ámbitos educativo y religioso, y cuyo objetivo principal es identificar las estrategias proyectuales de lo que hoy se conoce como *climatización pasiva*, y que él puso en práctica a lo largo de sus doce años de ejercicio profesional, lo que dio como resultado edificaciones que hoy pueden ser consideradas pioneras en el campo de la técnica y la espacialidad arquitectónicas.

De manera particular, se estudiará aquí el caso del proyecto para el edificio de la Escuela Normal Regular de Cali (Colombia), diseñado entre 1946 y 1948 por Moya, como parte de su labor en la Dirección de Edificios Nacionales —dependiente por entonces del Ministerio de Obras Públicas—, y en el cual se destaca, además de su racional distribución espacial, el uso, por primera vez en Colombia, de la doble fachada como mecanismo de control lumínico y elemento de protección frente a la radiación solar, en procura del mejoramiento de las condiciones ambientales del edificio.

La hipótesis que aquí se sustenta es que, al menos en el desarrollo del diseño objeto de estudio, Moya puso en práctica las lecciones sobre clima y arquitectura que recibió de Leopoldo Rother (1894-1978), quien fue su profesor en la Universidad Nacional de Colombia, y las cuales guardaban estrecha relación con los primeros ejemplos que brindaba la llamada arquitectura moderna en América Latina, y, de manera particular, en el contexto brasileño<sup>2</sup>.

Como marco conceptual se parte de considerar que dentro de la tradición clásica, el ejercicio de la arquitectura actuaba siguiendo la idea según la cual la fachada era una superficie de carácter bidimensional cuya forma respondía a criterios de orden compositivo (mediante la disposición de los vanos) y decorativo (a través de la ornamentación), de tal forma que su masa y su espesor eran considerados los factores que garantizaban las condiciones de aislamiento térmico entre el espacio interior y el exterior, mientras que el tamaño de las aberturas se convertía en el principal determinante del control lumínico. Sin embargo, con el advenimiento de la arquitectura moderna, durante las primeras décadas del siglo XX, tuvo lugar la independencia entre el sistema estructural y el de cerramiento, de tal manera que el plano de la fachada se liberó de

su función portante, y gracias a ello los arquitectos concedieron una mayor importancia a su función como superficie envolvente, responsable de las relaciones entre el espacio habitable y el medio natural en cuanto a aspectos climáticos y lumínicos (Rigotti, 2014).

Ejemplos de esta transición —que dio lugar al uso en las fachadas de dispositivos entre los cuales se encuentran el *brise-soleil*, las marquesinas, las celosías, los calados, las lamas y las persianas, entre otros— han sido profusamente estudiados en el contexto de la arquitectura internacional, y apenas si ahora empiezan a ser conocidos en el de la arquitectura colombiana, lo cual lleva a la formulación de preguntas tales como: ¿cuándo y de qué manera se produjo la aplicación de tales recursos de protección climática en los edificios del país? ¿Las soluciones puestas en práctica fueron solo una expresión formal de carácter epidérmico, o se trataba de respuestas reales a las condicionantes del país? ¿Cuáles fueron los recursos técnicos y constructivos que hicieron posible en Colombia diseñar la envolvente como un mecanismo de control térmico y lumínico?

Investigaciones recientes (Fontana & Mayorga, 2006; Vélez, López, Gaviria & Montoya 2010; Bustamante, 2014) recogen ejemplos de las primeras manifestaciones de ese cambio en algunas edificaciones en altura construidas en el país, y cuyas fachadas poseen elementos arquitectónicos que revelan una intención por parte de sus diseñadores en cuanto al control de la radiación solar: el Edificio Nacional Centro Cívico, de Barranquilla (1946-1952), de Leopoldo Rother; el Edificio Fabricato, en Medellín (1947-1949), de Federico Blodeck, y, de manera particular, el edificio sede del Banco de la República, en Barranquilla (1948-1952), a cargo de Cuéllar, Serrano & Gómez<sup>3</sup>, son citados con frecuencia como los primeros que en Colombia se acogieron a esa nueva tendencia de la arquitectura internacional.

No obstante lo anterior, la historiografía tradicional de la arquitectura colombiana se ha concentrado durante años en una misma línea de ejemplos construidos, y descuidado, en algunos casos, edificios que se levantaron por fuera de los nombres individuales y las firmas empresariales de merecido prestigio (Botti, 2020), de tal manera que el caso que aquí se estudia recupera no solo la figura personal de Juvenal Moya, sino

1 La investigación se ha venido desarrollando por un grupo de profesionales interesados en la figura poco conocida del arquitecto Juvenal Moya, y todos ellos, vinculados a diferentes centros universitarios: Universidad Nacional de Colombia (Manizales) y Universidad Javeriana (Cali).

2 Las relaciones entre la arquitectura brasileña y los arquitectos colombianos a lo largo del período comprendido entre 1940 y 1960 han sido recientemente estudiadas por Botti (2019).

3 Ya en 1950, la firma Cuéllar, Serrano & Gómez se anunciaba abiertamente, a través de las páginas de la revista *Proa*, como una oficina preocupada por diseñar sus proyectos mediante respuestas arquitectónicas de acuerdo con las condiciones climáticas del lugar. En el número 32, publicado ese año, se incluyeron varios ejemplos de proyectos a cargo de la firma, concebidos para ser construidos en ciudades de clima cálido: una casa de fin de semana en Girardot, un edificio de oficinas en Cali, una residencia en Bucaramanga, las viviendas de Julio Mario Santodomingo y la familia Obregón en Puerto Colombia y Barranquilla, respectivamente, y, por supuesto, la sede del Banco de la República, en esta última ciudad.

también, uno de sus primeros diseños, el cual se constituyó en un importante referente de orden local.

En la primera parte del artículo se hace una breve descripción de los antecedentes internacionales y locales en cuanto a respuestas climáticas presentes en edificios del contexto nacional e internacional en la década de 1940, para después hacer un análisis detallado del edificio objeto de estudio, no sin antes hacer una reseña de su autor. Aspecto importante es la explicación del uso que él logró hacer de la carta solar para diseñar los elementos de protección de las fachadas, al igual que la comprobación de su efectividad como recurso de diseño en ese momento de la historia en la arquitectura colombiana.

### Metodología

El método de investigación aplicado fue de carácter cualitativo, desarrollado a partir de un trabajo de archivo que registró y analizó la información planimétrica del proyecto objeto de estudio (en sus diferentes versiones y con revisiones elaboradas por el propio diseñador), y que se extendió a la inspección visual directa del edificio tal como se conserva actualmente. Los planos originales reposan hoy en el Fondo Inviás del Archivo General de la Nación, y demuestran que, si bien la construcción no desarrolló de manera íntegra lo proyectado por Moya, sí permitió terminar el edificio principal de aulas, conforme a los lineamientos del diseño arquitectónico.

A partir de la información obtenida, se adelantó un análisis descriptivo y funcional del edificio centrado en los siguientes aspectos: génesis del diseño considerando las determinantes impuestas por su emplazamiento y su programa; formulación de diversas soluciones en las fachadas como respuesta a las condiciones de iluminación y asoleamiento, y, finalmente, validez y vigencia de la propuesta adoptada a la luz de programas informáticos contemporáneos. En cuanto a las limitaciones del estudio, que bien se podrían desarrollar en una fase posterior y se conside-

ran importantes, están: evaluación del estado de conservación, análisis del comportamiento mecánico de los componentes de las fachadas en las condiciones actuales y análisis de nuevas alternativas para la optimización de las condiciones climáticas del edificio.

### Resultados

#### Primeras respuestas de la arquitectura moderna frente a la iluminación y la radiación solares en zonas tropicales

Cuando se estudia en el contexto internacional el surgimiento del *brise-soleil* (Morel Corrêa, Anzolch & Fonseca Pedrotti, 2016), uno de los rasgos más significativos de la arquitectura moderna es que aparece, inevitablemente, el nombre de Le Corbusier<sup>4</sup>, quien incorporó dichos rasgos en 1933, como solución de fachada para sendos proyectos habitacionales en Barcelona y Argel, los cuales, sin embargo, nunca llegaron a construirse (Fordham, 2018, p. 638), de tal manera que su materialización solo se llevó a cabo en el edificio sede para el Ministerio de la Educación y Salud (MESP) en Río de Janeiro (Goodwin, 1943, p. 106), diseñado a partir de 1937 —e inaugurado en 1945— por un equipo liderado por Lucio Costa e integrado por jóvenes arquitectos, entre los que se encontraban Oscar Niemeyer, Alfonso Reidy, Jorge Machado, Carlos Leão y Ernani Vasconcelos, y del cual Le Corbusier fue consultor (Comas, 2000, p. 68).

Con sus tres primeros pisos levantados sobre pilotes, la sede del MESP (figura 1) ha sido considerada una obra paradigmática en cuanto a la forma como la fachada norte (la más expuesta a la radiación) responde claramente a los dictados del clima: se proyectó con un sistema de paneles fijos verticales de 1,30 m de profundidad, y separados entre sí por paneles horizontales fijos de 2 m de longitud, formando una retícula de tal manera que en la parte superior de cada una de sus celdas se situaban otras tres lamas horizontales (cuatro en el primer piso alto), hechas en fibrocemento, y que podían inclinarse manualmente (Morel Corrêa, Anzolch & Fonseca Pedrotti, 2016, p. 111). De esta manera se evitaba el ingreso de la radiación solar directa al espacio interior, sin obstruir las visuales sobre el paisaje de la ciudad.

Por su parte, la fachada sur no contaba con ningún tipo de protección frente al sol (se la hizo enteramente en vidrio), en tanto que los testeros, orientados hacia el este y el oeste, carecían de ventanas y estaban recubiertos de granito.

<sup>4</sup> La literatura relacionada con Le Corbusier y la paternidad del *brise-soleil* es abundante: a partir de un análisis de su obra (construida y escrita), algunos autores sitúan su aparición en los estudios que él hizo para Cartago (Morel Corrêa, Anzolch & Fonseca Pedrotti, 2015, p.112) o en el edificio Clarté, en Ginebra, en 1930 (Del Real, 2002), ya muy evidentes en la solución de fachada para el rascacielos del distrito de La Marina, en París, entre 1938 y 1939.

Figura 1. Fachadas norte y sur del MESP, respectivamente, en Río de Janeiro.

Fuente: Laura Henao (2015).

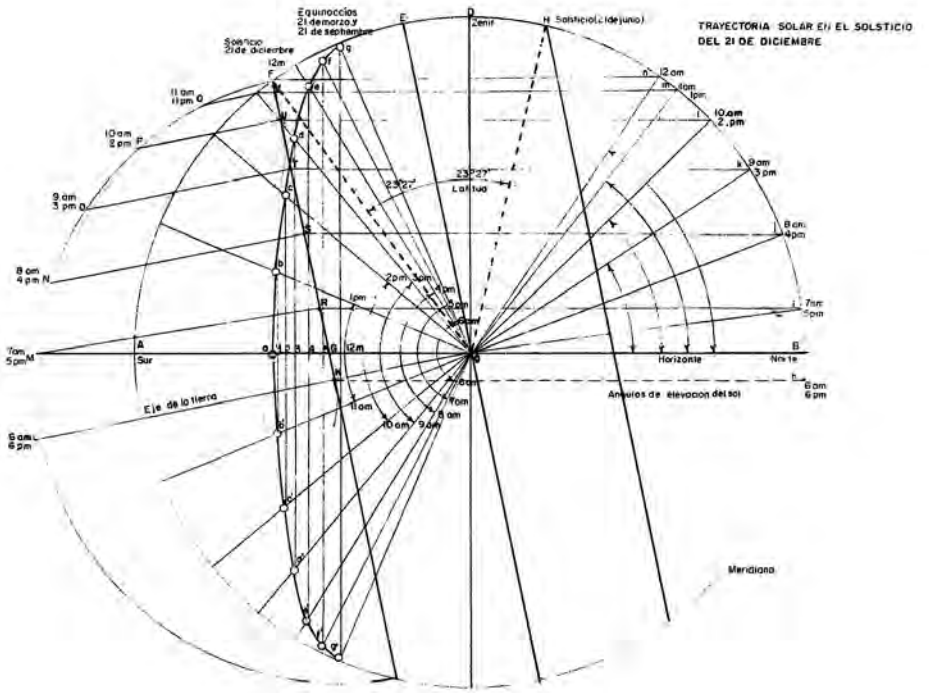
© Copyright



En el MESP es evidente el papel que desempeñan los *brise-soleil* como expresión de modernidad en un país tropical, pero, ¿cumplen, además, un eficiente papel de protección climática? Análisis recientes, como el de Almodóvar (2004), concluyen para este caso que las lamas horizontales no reciben radiación solar directa durante la mayor parte del día de los meses de verano, pues no fueron dimensionadas adecuadamente, dadas la orientación del edificio y la latitud de su localización (22° 43' sur), a causa, muy probablemente, de no contar por entonces con las cartas solares que se utilizan en la actualidad (Almodóvar, 2004, párrafo 31).

En cualquier caso, la fuerza figurativa de la fachada del edificio del MESP, así como sus virtudes climáticas, fueron claramente exhibidas en el catálogo de la exposición que publicó el Museum of Modern Art (MoMA) sobre arquitectura brasilera (Goodwin, 1943, p. 106), con fotografías de Everard Kidder, destacando la influencia de Le Corbusier en su diseño. En el mismo libro aparecían también otros proyectos modernos construidos en Brasil, caracterizados por el empleo de *brise-soleil* y entre los que se contaban el Yacht Club Pampulha, en Belo Horizonte, de Oscar Niemeyer; la Asociación Brasileña de Prensa, de los hermanos Marcelo y Milton Roberto, y el Pabellón de Brasil para la Feria Mundial de New York celebrada en 1939, de Lucio Costa y Oscar Niemeyer; este último, dotado de un calado de hormigón (en portugués, *cobogós*), lo que con posterioridad será replicado en varios ejemplos de arquitectura doméstica e institucional construida en Colombia<sup>5</sup>.

Se sabe hoy que el libro de Goodwin tuvo en Colombia un lector entusiasta: el arquitecto Leopoldo Rother<sup>6</sup>, quien, según Pinilla, “quedaría prendado del edificio del Ministerio [...] identificaría su estructura profunda, sus elementos y sus relaciones” (2017, p. 327), a tal punto que se serviría de él para desarrollar el proyecto del Centro Cívico de Barranquilla, diseñado entre 1946 y 1952, tanto en los aspectos relacionados con la estructura de las plantas como en su sintonía con el paisaje y el clima. Adicionalmente, se tiene certeza de que Rother conocía sobre la manera de calcular con precisión los ángulos de incidencia solar sobre las fachadas de las edificaciones a partir de su orientación y la latitud de su emplazamiento, gracias a un tratado de su autoría que nunca llegó a publicarse de manera masiva (Rother, 1970)<sup>7</sup>, y en el que dejaba regis-



tro de los mismos principios disciplinares que transmitía a sus estudiantes de arquitectura en la Universidad Nacional de Colombia (figura 2).

Figura 2. Ilustración contenida en el tratado de Rother que acompaña la explicación relacionada con la construcción de la carta solar.

Fuente: Rother (1970, p. 16d).

Pocos años más tarde, en 1948, el arquitecto Gabriel Serrano Camargo publicó en la edición número 11 de la revista *Proa* los croquis y las anotaciones de su viaje al Brasil, el cual había sido financiado por el Banco de la República, con motivo de los estudios previos al diseño de su sede en Barranquilla. En el proyecto final, a cargo de la firma en que él se desempeñaba, Cuéllar, Serrano & Gómez, se evidencian las lecciones aprendidas del MESP y el Banco Boa Vista (1946-48), de Oscar Niemeyer, también en Río de Janeiro, a través del uso de *brise-soleil* y lamas verticales en sus fachadas, de tal forma que este suele considerarse un edificio pionero en Colombia en el diseño de su envolvente a partir de consideraciones puramente climáticas (Bustamante, 2014, p. 37).

¿Cuáles son los vasos comunicantes entre lo anterior y el edificio de la Escuela Normal Regular de Cali (ENRC), que se considera aquí objeto de estudio? Por una parte, su autor, el arquitecto Juvenal Moya Cadena, desarrolló a lo largo de su troncada carrera profesional una obra caracterizada por dos momentos en los que la influencia brasilera es perfectamente notable, lo cual se describirá más adelante; por otra, él fue discípulo de Rother<sup>8</sup> en las aulas de la Universidad Nacional, de quien seguramente captó la preocupación que este sentía por la relación entre arquitectura, paisaje y clima.

conservan en las bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia, sedes Bogotá y Manizales.

8 Es probable que la relación entre Rother y Moya fuese más allá de las aulas de clase. Si se tiene en cuenta que el primero se vinculó desde 1936 a la Sección Técnica de Arquitectura de la Dirección de Edificios Nacionales y que Moya hizo lo propio en 1945, siendo aún estudiante de arquitectura, es casi seguro que ambos tuvieron también una relación laboral como funcionarios de la misma entidad gubernamental.

5 La influencia del libro de Goodwin en beneficio del uso de *brise-soleil* se manifestó, incluso, en el contexto mismo de la arquitectura de los Estados Unidos (Fordham, 2018, p. 638), a lo que sumaría un artículo sobre el tema publicado dos años más tarde por Richard Neutra en la prestigiosa revista *Progressive Architecture* (Neutra, 1946).

6 En la obra sobre su padre, Hans Rother (1984, p. 79) da testimonio del conocimiento que Leopoldo tuvo del libro de Goodwin y la manera como este influyó en su trabajo a partir de 1945.

7 Ejemplares publicados en mimeógrafo de este tratado se

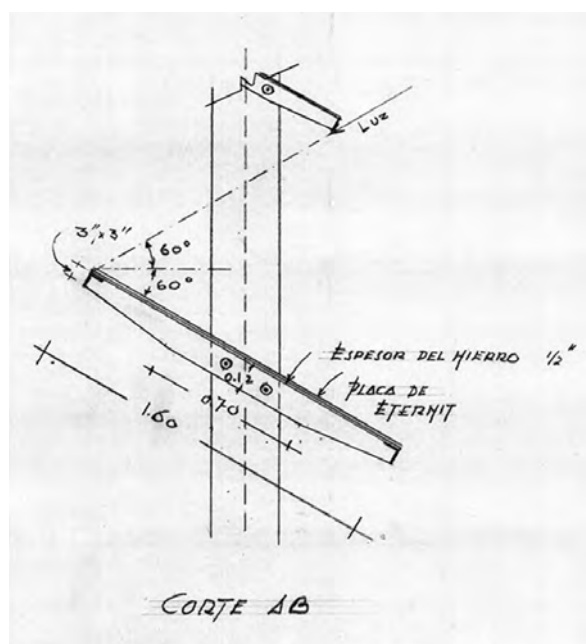
➤ ➤ Figura 3. Juvenal Moya Cadena (1921-1958).

Fuente: archivo particular de la familia Moya. © Copyright



➤ ➤ Figura 4. Plano general de implantación de la Concentración Escolar de Fusagasugá.

Fuente: Archivo General de la Nación-Fondo Invías (1945), Sigs. -1, 17, 22, 43-212.



➤ ➤ Figura 5. Detalle de las lamina de fachada del edificio destinado a comedor.

Fuente: Archivo General de la Nación-Fondo Invías (1945), Sigs. -1, 03, 19, 26.

Así, tomando en cuenta que la sede de la ENRC se empezó a diseñar en julio de 1946<sup>9</sup> —es decir, simultáneamente con el Centro Cívico de Barranquilla, y dos años antes de la sede del Banco de la República, en la misma ciudad—, el edificio de Cali diseñado por Moya se vuelve el verdadero proyecto precursor en Colombia en cuanto al diseño de la envolvente de fachada a partir de consideraciones climáticas, tal y como se pretende demostrar.

### El arquitecto Juvenal Moya Cadena: su temprano interés por el diseño de las envolventes

El arquitecto Juvenal Moya Cadena (Puente Nacional, Santander, 1921- Bogotá, 1958) (figura 3), se formó profesionalmente en la Universidad Nacional de Colombia, y recibió su título en febrero de 1947 (un año después de terminar sus cursos y pocos meses antes de la primera visita

de Le Corbusier a Bogotá), junto a Eugenia Lince Iriarte, Rafael Esguerra, Fernando Martínez, Álvaro Pradilla y Augusto Tobito, entre otros. Como parte del grupo de profesores del cual recibió clases se encontraban Humberto Chica Pinzón, Gabriel Serrano Camargo, Karl Brunner, Bruno Violi, Henri Terly, Julio Bonilla Plata y Leopoldo Rotter.

Tempranamente (quizá, desde finales de 1945), Moya se vinculó a la Dirección de Edificios Nacionales —entidad que dependía por entonces del Ministerio de Obras Públicas— y quedó a cargo de varios proyectos educativos, entre los que se destacan la Concentración Escolar de Fusagasugá (1945), la Colonia de Vacaciones en Carolina, Antioquia (1946) y la ENRC (1946).<sup>10</sup> Además, se conoce de un proyecto a su cargo para la sede de la Universidad Industrial del Valle (que después sería la Universidad del Valle) junto al ingeniero Guillermo González Zuleta, fechado en julio de 1947.

La Concentración Escolar de Fusagasugá (1945) es un proyecto situado entre esta población y Girardot, y en el que un conjunto de edificaciones de un solo piso<sup>11</sup> (cuatro pabellones de aulas, igual número de dormitorios, la Dirección y el comedor) se organizan en torno a un área deportiva de planta rectangular y sobre un predio dotado de una suave pendiente que desciende desde el nivel de acceso hacia la parte posterior, donde se ubica la enfermería (figura 4). Si bien los planos que aún se conservan no permiten valorar la respuesta de los distintos edificios frente a las condiciones climáticas del lugar, sí se destaca el detalle de un sistema de celosías fijas, concebidas a manera de cerramiento en la parte alta del edificio destinado al comedor, las

9 Plano de localización de la Normal Regular de Cali, Archivo General de la Nación, Bogotá, Fondo Invías, Sig. -1, 17, 22, 44-216. Firmado por Juvenal Moya Cadena como arquitecto y Hernando Holguín como dibujante.

<sup>10</sup> Niño (1991, p. 273) atribuye también a Juvenal Moya el diseño del Colegio Olaya Herrera en Guateque; sin embargo, consultados los planos del proyecto depositados en el Archivo General de la Nación, se verifica que estos fueron firmados por la compañía Archila Briceño & Julio Fajardo Ltda., en 1946.

<sup>11</sup> Con excepción del edificio destinado a comedor, que aprovecha la pendiente natural del terreno para conseguir un semisótano en su parte posterior.

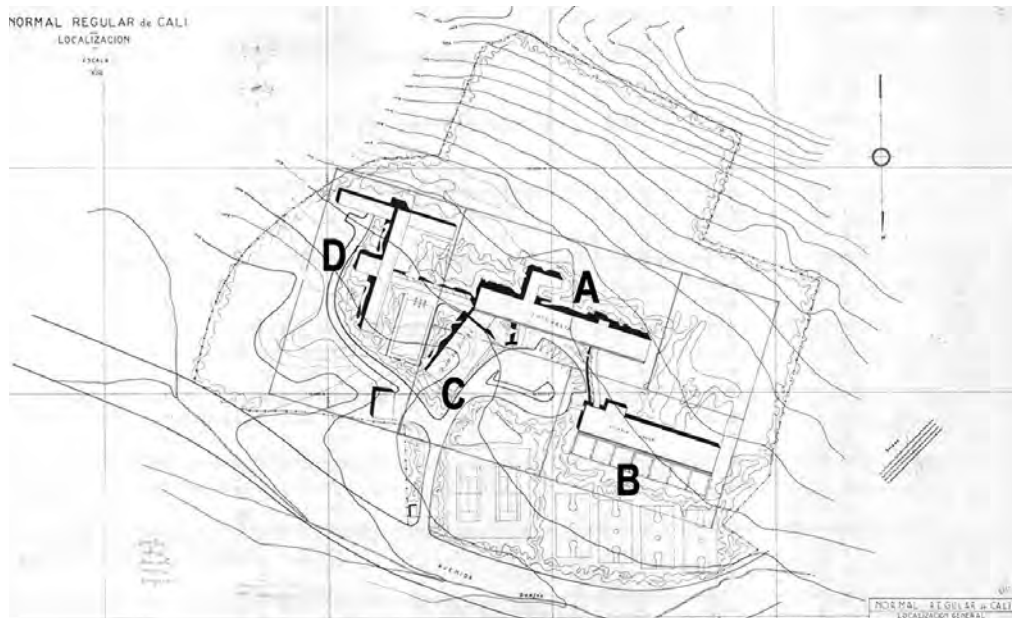


Figura 6. Plano general de implantación de la ENRC.

Fuente: Archivo General de la Nación-Fondo Invías (1946), Sig. -1, 17, 22, 44-216.

cuales debían construirse a través de un conjunto bastante simple de lamas inclinadas construidas en fibrocemento y perfiles de acero en forma de L (figura 5).

Por su parte, en los proyectos educativos para la población de Carolina y la Universidad Industrial del Valle, no se advierte ninguna solución arquitectónica orientada a dar respuesta a las condiciones climáticas de sus emplazamientos, ni a la conformación general del edificio ni al tratamiento de sus fachadas.

Una vez terminó su periodo como empleado en la Dirección de Edificios Nacionales, Moya Cadena optó por tomar cursos de posgrado en la Universidad de Syracuse, en New York (Tibaduiza, 2015, p. 27) y en la Academia de Arte de Cranbrook (Hitchcock, 1955, p. 41). Se desconocen, sin embargo, la duración y el contenido de esos cursos<sup>12</sup>.

Ya de regreso en Colombia, en algún momento entre 1950 y 1951, Juvenal Moya participó en el diseño de la plaza de mercado, el Monumento a la Bandera y el Hotel Raada, en Ibagué, y un año más tarde se trasladó de nuevo a Bogotá y se consagró a varios proyectos religiosos, donde se evidencia la fuerte influencia de la iglesia de San Francisco de Asís, en Pampulha (1943), de Oscar Niemeyer, y de la cual adoptará el perfil parabólico como rasgo constitutivo y característico de sus propios diseños para edificios religiosos.

En esta segunda y última etapa de su carrera profesional, Moya diseñó —a partir de láminas

de hormigón o de cerámica armada de sección parabólica—, el Templo de La Candelaria, en Cúcuta (1951); el Templo de Fátima, o María Reina, en Bogotá (1952); la Capilla de los Santos Apóstoles (Gimnasio Moderno), en Bogotá (1952-1955); la ampliación del Templo de Labateca (1954)<sup>13</sup>; el templo de Los Dolores, en Pereira (1955); la capilla del Colegio San Simón, en Ibagué (1955), además de la capilla Nuestra Señora de la Luz en el Liceo Femenino Mercedes Nariño, en Bogotá (1957), y su obra construida de manera póstuma: el templo de la Universidad La Salle, también en Bogotá (1962).

Una excepción en su línea de trabajo la constituyó el diseño de un estadio para la ciudad de Ibagué (1954), también junto al ingeniero González Zuleta, que no llegó a construirse, pero donde se recurría al uso de láminas cilíndricas en hormigón como solución de cubierta, las cuales se descolgaban de un enorme arco que hace recordar claramente a dos de los proyectos de sus maestros predilectos, y que tampoco se materializaron: el que hizo Le Corbusier para el Palacio de los Soviets (1931) y el de Oscar Niemeyer para el estadio del Centro Atlético Nacional, en Rio de Janeiro (1941).

### El diseño de la ENRC

El conjunto proyectado para la ENRC se ubica sobre un terreno de forma irregular situado en la zona de ladera de Cali, al occidente de la ciudad. Su lado más largo es adyacente a una de las vías del sector y acceso obligado al predio cuyas curvas de nivel, casi paralelas, revelan una altura de 26 m entre sus cotas extremas. Juvenal Moya aprovechó el área de mayor superficie plana, e implantó allí un conjunto de cuatro edificaciones principales, cada una de las cuales tenía funciones específicas:

<sup>12</sup> El paso de Juvenal Moya por la Universidad de Syracuse lo confirma el arquitecto barranquillero Roberto Acosta Madieto, quien estudiaba por entonces en esa institución y tuvo la oportunidad de acoger a Moya cuando llegó a New York. Por su parte, la información acerca de los estudios de Moya en Cranbrook resultan de un comentario hecho por Hitchcock (1955, p. 41), quien lo considera *more Mexican in the tense emotionalism of his architecture*, y le atribuye, equivocadamente, la autoría del diseño de la iglesia de la Escuela de Caballería, en Usaquén, que, en realidad, es de los arquitectos antioqueños Luis David Vásquez y Dairo Cárdenas, con cálculos estructurales de Guillermo González Zuleta.

<sup>13</sup> Hasta el año en que se concluyó este proyecto, se tiene certeza de que trabajó siempre junto al ingeniero Guillermo González Zuleta. En el diseño de la iglesia de La Salle, los cálculos estructurales estuvieron a cargo del ingeniero Gabriel Cock.

Figura 7. Perspectiva del conjunto.

Fuente: Archivo General de la Nación-Fondo Invías (1946), Sig. -1, 17, 22, 45-223.

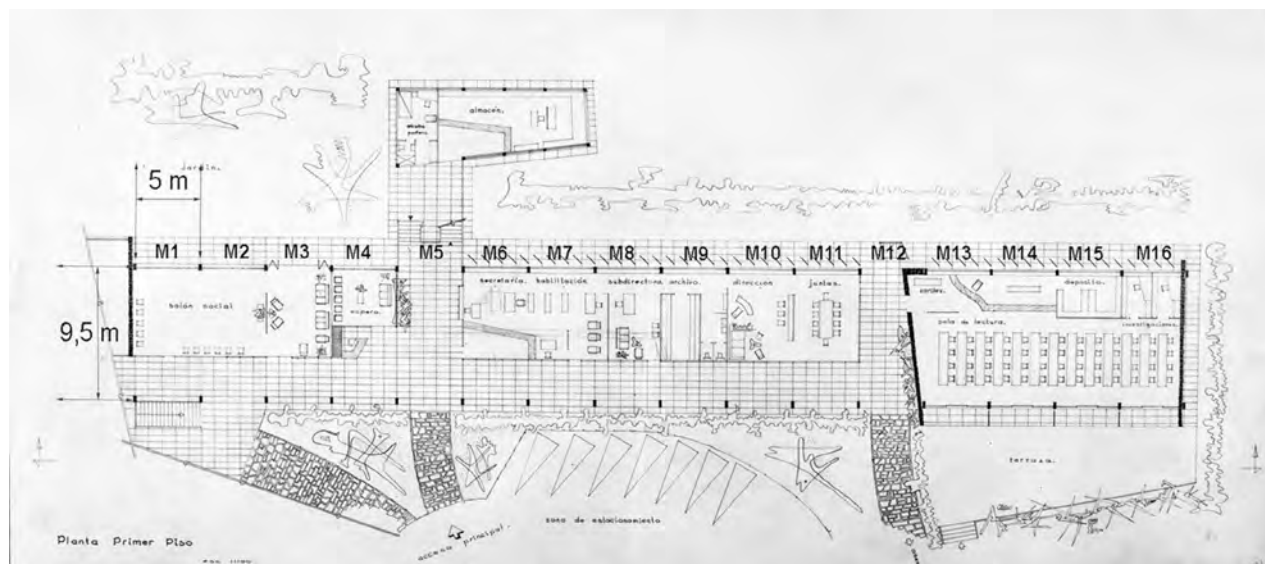
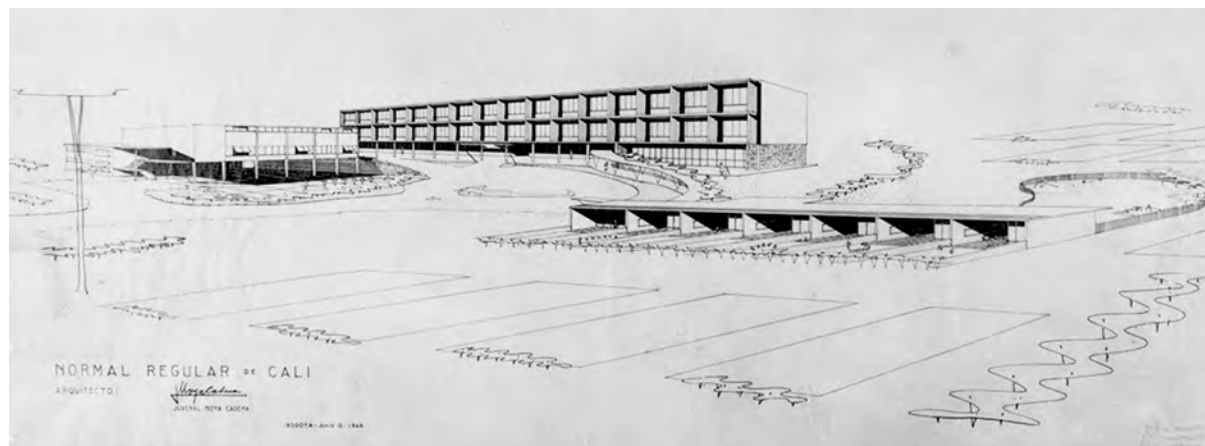


Figura 8. Planta del primer piso.

Fuente: Archivo General de la Nación-Fondo Invías (1945), Sig. -1, 17, 22, 45-221.

edificio de aulas (A), escuela anexa (B), salón de actos (C) y edificio para residencias estudiantiles de seis pisos de altura (D) (figura 6).

El edificio A de aulas (o enseñanza) es, sin duda, el más importante, tanto por su extensión (1110 m<sup>2</sup>) como por su altura y, de manera especial, por su orientación y el tratamiento de sus dos fachadas más largas; además, ocupa la posición más alta sobre el terreno, por lo que logra el control visual sobre el acceso, mas no sobre la parte más interesante del paisaje. La sede de la escuela anexa (B), por el contrario, es la más baja de las edificaciones, y, seguramente, por su función, es también la más separada de las otras y se asienta en una cota inferior; adopta una orientación idéntica a la del edificio A.

Por su parte, el salón de actos (C) tiene una disposición que orienta el ingreso del público sobre un área de llegada para los vehículos, se levanta sobre pilotes de tal manera que habilita en la planta baja un estacionamiento cubierto y aísla del público al edificio D, concebido, a su vez, como pabellón de dormitorios que no llegó a contar con planos definitivos, a tal punto que ni siquiera aparece representado en la perspectiva que se hizo del conjunto en 1947, y en la cual ya está claramente expresada la preocupación de Juvenal Moya por el tema del asoleamiento (figura 7).

El edificio de aulas tiene 80 m de longitud y está dividido en 16 módulos de 5 m de ancho

entre ejes de columnas cuya sección alcanza los 30 cm x 50 cm. En sentido contrario, las columnas están separadas a ejes por una distancia de 9,5 m, de tal manera que los espacios interiores quedan con una distancia libre de 9 m.

En la planta baja (figura 8) los cuatro primeros módulos del extremo oeste se ocupan completamente con una sala de lectura. Los módulos restantes dejan libre un corredor de circulación hacia la cara norte, que es la principal, de tal manera que dos de ellos quedan completamente libres para favorecer los recorridos perpendiculares hacia sendos núcleos de escaleras: uno externo, situado en un cuerpo independiente que funcionará como depósito en el primer piso y batería de baños en los pisos altos, y el otro, adosado a la fachada posterior, más con el carácter de una escalera de servicios.

Los muros testeros, en el primer piso, aparecen recubiertos con un acabado de piedra laja y carecen de vanos en todos los pisos, a pesar de que no son muros estructurales.

En los dos pisos altos de la fachada norte aparecen los *brise-soleil* (que Moya llama *celosía vertical*) de 1,3 m de profundidad y situados sobre los ejes estructurales, de tal manera que se apoyan directamente sobre las vigas del entrepiso, que, a su vez, se prolongan en voladizo hacia el exterior; ellos están separados 25 cm de la cara de las columnas, y permiten así la circulación del aire

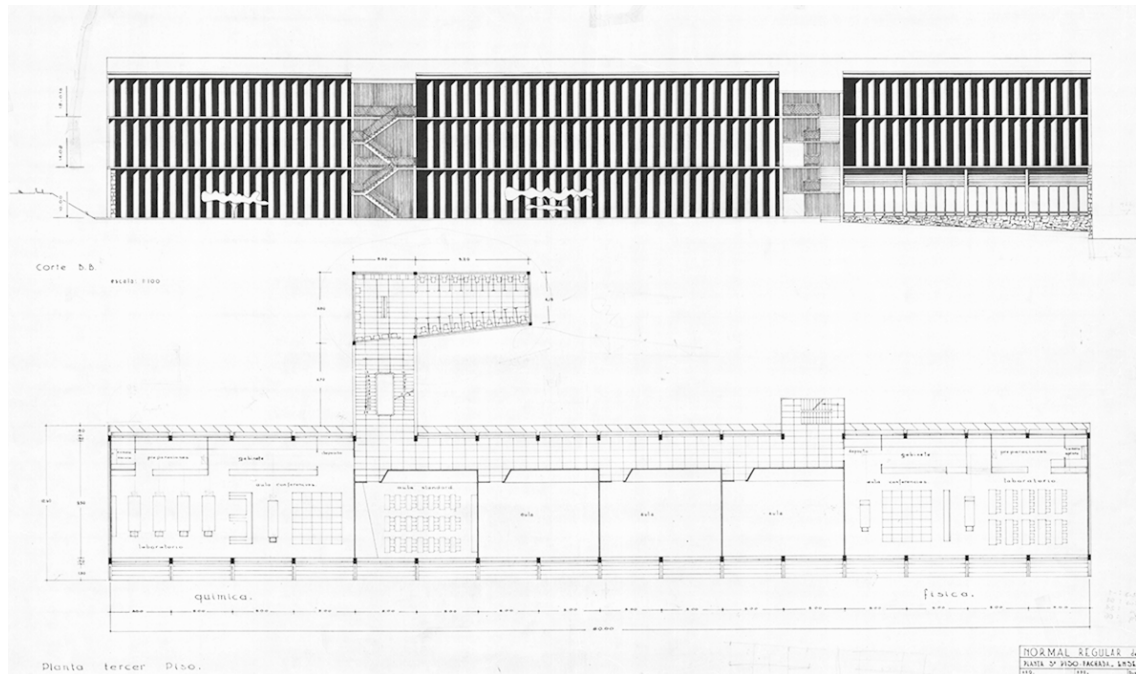
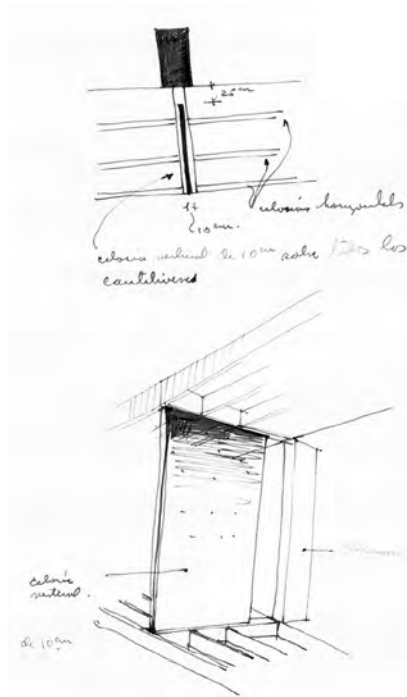


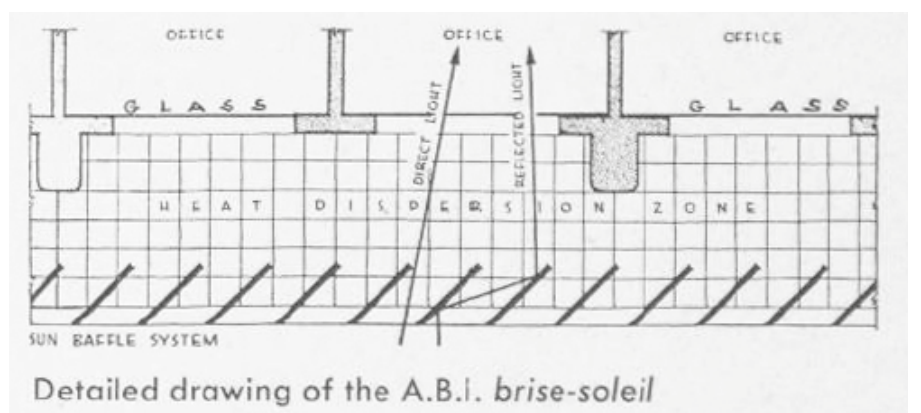
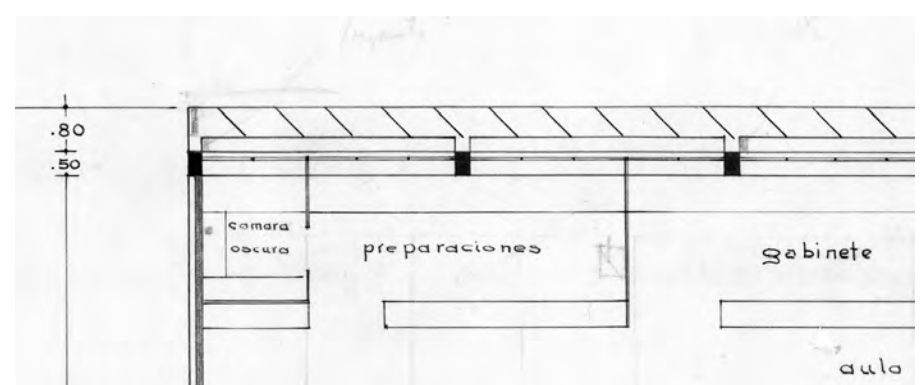
Figura 9. Detalle: perspectiva de los brise-soleil, dibujados a mano alzada por el diseñador.  
Fuente: Archivo General de la Nación-Fondo Invías (1945), Sig. -1, 04, 24, 5-108.

Figura 10. Planta del piso 3 y fachada sur-oeste.  
Fuente: Archivo General de la Nación-Fondo Invías (1945), Sig. -1, 17, 22, 45-222.

por entre los módulos. Entre esas mismas vigas en voladizo, Juvenal Moya dispone de 3 lamas verticales fijas<sup>14</sup> que acentúan la sensación de profundidad de toda la envolvente, buscando así interrumpir el paso de la radiación solar directa a los espacios interiores, muy a pesar de que deja antepechos en las ventanas de solo 90 cm de altura.

El brise-soleil no es aquí de hormigón. Se trata de láminas de fibrocemento de la marca Eternit<sup>15</sup>, de 10 cm de espesor, que el propio Moya representa a través de una perspectiva en el margen de uno de sus planos (figura 9), a mano alzada, aunque sin hacer un detalle del sistema de fijación. En el dibujo de la figura 9 se representan también las lamas (celosías horizontales) confinadas entre los cantiliveres.

No menos interesante resulta el tratamiento que dio Juvenal Moya a la fachada sur, a través de dos versiones diferentes. En la primera versión, que no fue construida, se emplearon brise-soleil en las plantas de los pisos 2 y 3 (figura 10): en la primera versión ellos aparecen girados 45° respecto al plano del edificio, opuestos al sol de la tarde, y generan una envolvente de 80 cm de profundidad, con una separación horizontal de 1 m entre las hojas que apoyan sus extremos verticales sobre una visera que se prolonga desde las placas de entrepiso (figura 11). De nuevo, el dibujo de la fachada se



realiza en los planos de la primera versión con el mayor acento en las sombras que se producen, lo cual hace recordar el proyecto de la sede de la Asociación Brasileña de Prensa (figura 12) que incluyó Goodwin (1943, p. 87) en su publicación sobre arquitectura brasilera.

En la segunda versión, la cual coincide parcialmente con lo que se construyó, los quebrasoles aparecen reemplazados por un interesante juego de celosías de 52,5 cm de espesor que se dispone enteramente por fuera del plano de la fachada,

Figura 11. Detalle de los brise-soleil en el edificio de la ENRC.  
Fuente: Archivo General de la Nación-Fondo Invías (1945), Sig. -1, 17, 22, 45-222.

Figura 12. Explicación de los brise-soleil en el edificio de la Asociación Brasileña de Prensa.  
Fuente: Goodwin (1943, p. 87).

14 En los planos generales, que, seguramente, corresponden a la primera fase del proyecto, las lamas eran solo dos y estaban inclinadas hacia el exterior; en los planos de detalle, las lamas aparecen dispuestas verticalmente y son tres, y menos espaciadas entre sí.

15 La marca Eternit comercializaba sus productos en Colombia desde 1942.

mientras se apoya por su cara inferior sobre una delgada placa maciza de hormigón que se amarra a la estructura de hormigón del edificio<sup>16</sup>.

En el diseño original, la celosía se componía de cajones de perfil cuadrado de 50 x 50 cm y 100 x

Figura 13. Detalle de la segunda propuesta para la envolvente de la fachada sur-oeste.

Fuente: Archivo General de la Nación-Fondo Invías (1945), Sig. -1, 04, 24, 06-130.

16 Resulta interesante destacar que, simultáneamente con el diseño de Juvenal Moya para la ENRC, en San Juan de Puerto Rico, el arquitecto alemán Henry Klumb estaba proyectando la biblioteca J. M. Lázaro para la Universidad de Puerto Rico (1948), con una envolvente muy similar, dispuesta de manera separada del plano de fachada y con un juego compositivo sencillo, pero efectivo al momento de impedir el paso de la luz solar al interior de las aulas.

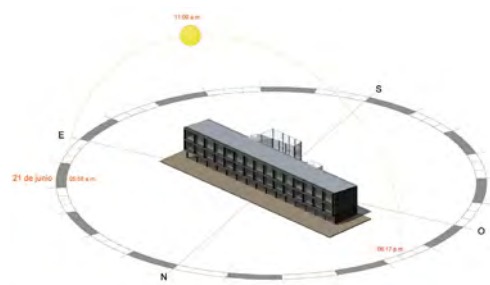
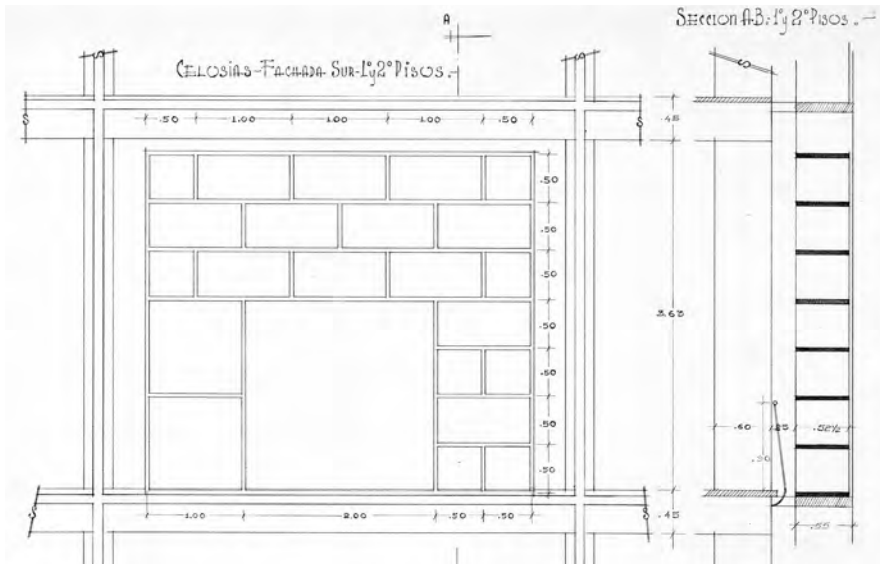


Figura 14. Simulación de las condiciones de asoleamiento sobre las aulas junto a la fachada norte el 21 de junio con el sol a las 11:00 a. m. (elaborado con Revit ©).

Fuente: Laura Henao (2019). © Copyright

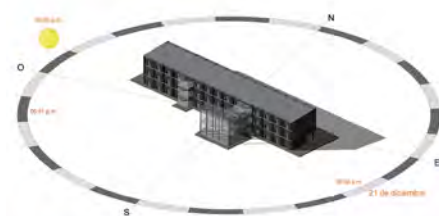


Figura 15. Simulación de las condiciones de asoleamiento sobre el corredor junto a la fachada sur el 21 de diciembre a las 4:00 p. m. (elaborado con Revit ©).

Fuente: Laura Henao (2019). © Copyright.



100 cm, intercalados con otros de perfil rectangular de 50 x 100 cm, para lograr un juego geométrico que se enmarcaba dentro de cada uno de los módulos estructurales. Detrás de dicha superficie calada y aprovechando la franja de aislamiento, se situaron las barandas y los pasamanos que delimitaban los corredores de circulación adyacentes a los salones de clase (figura 13).

Una simulación de la manera como las dos fachadas diseñadas por Juvenal Moya respondían a las condiciones de asoleamiento se aprecia en las figuras 12 y 13, considerando de manera precisa la latitud y la longitud del emplazamiento y las condiciones más críticas: el asoleamiento el 21 de junio para la fachada norte a las 11:00 a. m.<sup>17</sup> (figura 14) y el 21 de diciembre para la fachada sur a las 4:00 p. m.<sup>18</sup> (figura 15). En ambas figuras se puede apreciar el área del piso que recibe directamente el sol, la cual es mínima en ambos casos: el 0,9% del área total del piso afectada por el sol que incide sobre la fachada norte el 21 de junio a las 11:00 a. m., y el 3,8% de área total del piso afectada por el sol que incide sobre la fachada sur el 21 de diciembre a las 4:00 p. m.

No obstante lo expuesto, es probable que en el proceso constructivo, y por razones relacionadas con la estabilidad de las celosías<sup>19</sup>, se haya hecho necesario disminuir el tamaño de las aberturas más grandes (de 2 x 2 m a 1 x 1 m), y que todas se vincularan entre sí prolongando los planos verticales y horizontales, conservando la modulación y creando, en conjunto, una segunda piel del edificio en toda la extensión de la fachada sur, continua, pero separada 25 cm de la cara exterior de las columnas, y solo interrumpida en los volúmenes correspondientes a las escaleras (figura 16).

Por último, el edificio de la escuela anexa estaba destinado a atender a los niños más pequeños y se comunicaba con el edificio de aulas a través de un camino cubierto dotado de una suave pendiente. Estaba conformado por 7 módulos (uno para cada aula) de 9 x 9 m, a los cuales se llegaba por un corredor cubierto con un alero de 3 m de ancho situado en la cara sur. Por el lado contrario, cada módulo estaba dotado de un jardín independiente, descubierto, de 10,5 m de profundidad destinado para clases al aire libre (figura 17). Entre cada aula y el jardín se conformaba un pequeño espacio de transición de 2 m de ancho, cubierto con celosías horizontales

17 El momento más crítico para la fachada norte el 21 de junio se ubica entre las 9:00 a. m. y las 11:00 a. m.

18 El momento más crítico para la fachada sur el 21 de diciembre se ubica entre las 2:00 p. m. y las 4:00 p. m.

19 De acuerdo con el diseño de las celosías, cuyo plano se reproduce en la figura 13, cada paño carecía de un sistema portante propio (de columnetas o cintas de amarre, por ejemplo) y estaba desligado estructuralmente de las columnas y de la losa superior, por lo que todo el conjunto se amarraba solo al borde de la losa inferior. Así, ante movimientos sísmicos, cada paño se podría mover libremente y en cualquier sentido, susceptible de colapso.





Figura 16. Vista actual de la fachada sur-oeste.

Fuente: elaboración propia (2019). © Copyright.

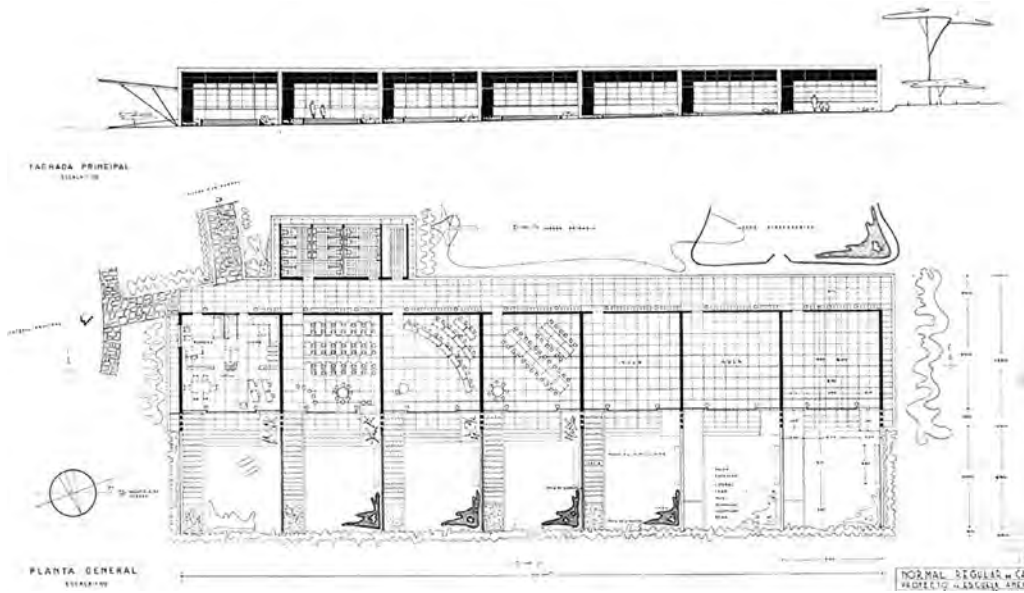


Figura 17. Planta y fachada norte de la escuela anexa.

Fuente: Archivo General de la Nación-Fondo Invías (1945), Sig. -1, 04, 24, 06-141.

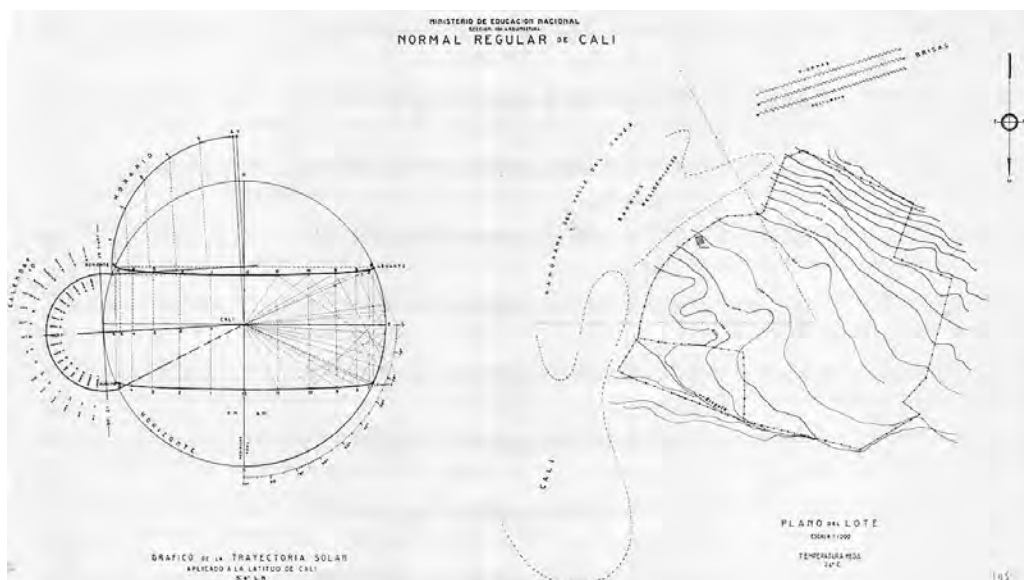


Figura 18. Carta solar y localización del predio.

Fuente: Archivo General de la Nación-Fondo Invías (1945), Sig. -1, 04, 24, 06-145.

a manera de quebrasoles y que generaban sombras sobre el plano vidriado de acceso.

Los trabajos de construcción empezaron en 1947, gracias a una partida de \$180.000 entregada por el Fondo Escolar Nacional a la Gobernación del Departamento del Valle del Cauca, y se asignaron mediante licitación a la oficina conformada por los arquitectos Guillermo Lemos y Edmond Cobo; sin embargo, los recursos no fueron suficientes para la terminación del proyecto en su totalidad, de tal manera que en 1948 solo se abrieron al servicio el pabellón de ense-

ñanza y la escuela anexa (Ramírez, 1948, p. 16). La sala de actos y el edificio para residencias jamás se construyeron.

## Discusión

¿Con qué herramientas proyectuales contaba Juvenal Moya en la concepción de este edificio? Uno de los planos firmados por él para la ENRC deja en evidencia el uso de uno de los recursos más importantes empleados en diseño de las envolventes: una carta solar (figura 18), muy probablemente construida por él mismo y dispuesta

Figura 19. Vista comparada entre la carta solar elaborada por Juvenal Moya (a la izquierda) y la que se obtiene por el programa 2D Sun Path (a la derecha).

Fuente: elaboración propia (2019). © Copyright.

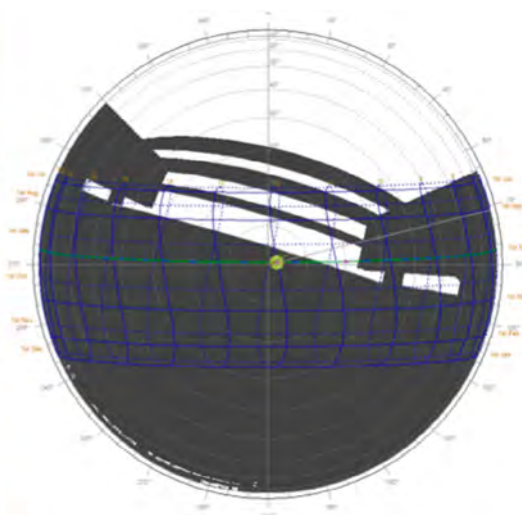
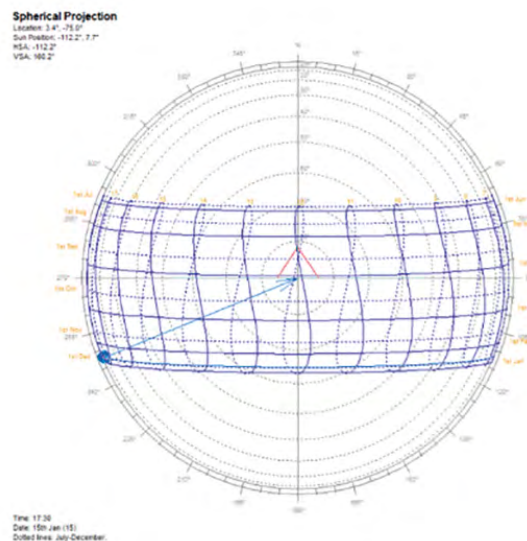
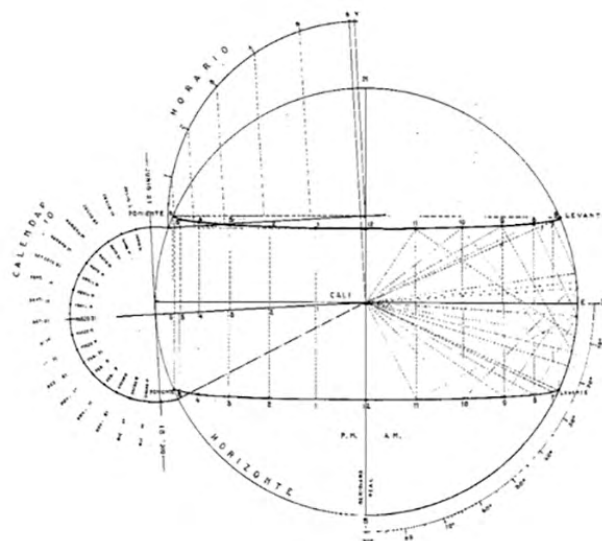


Figura 20. A la izquierda, vista actual de la fachada norte. A la derecha, máscara de sombras en esa misma fachada, elaborada con el programa Ecotect Analysis 2011. Eficiencia de protección del 99,1% el 21 de junio a las 11:00 a. m.

Fuente: Iván Osuna (2019). © Copyright.

al lado izquierdo de una planta del predio en escala 1/1000 con indicación del norte geográfico, el sentido de las brisas (diurnas y nocturnas) y la posición de las visuales lejanas que en plano aparecen rotuladas como el *panorama del Valle del Cauca*. La carta, o *Gráfico de trayectoria solar*, está construida para las condiciones de la ciudad de Cali, a latitud norte 3° 4' y constituye, hasta ahora, la primera evidencia conocida del uso de esta herramienta en Colombia.

En la figura 18 (tipo Fisher-Mattioni) se representa el recorrido del sol en la bóveda celeste, y fue construida en un sistema diédrico, haciendo operaciones sencillas de geometría descriptiva, sobre la base de un profundo conocimiento de la mecánica de la trayectoria solar. Mediante la proyección ortogonal de los arcos de recorrido solar sobre un plano de horizonte, la gráfica de la figura 18 permite determinar la posición del sol en un momento determinado, así como el ángulo de incidencia solar sobre cada uno de los planos que conforman la envolvente de un edificio.

La carta solar elaborada por Moya tiene un nivel de precisión muy alto y presenta muy pocas

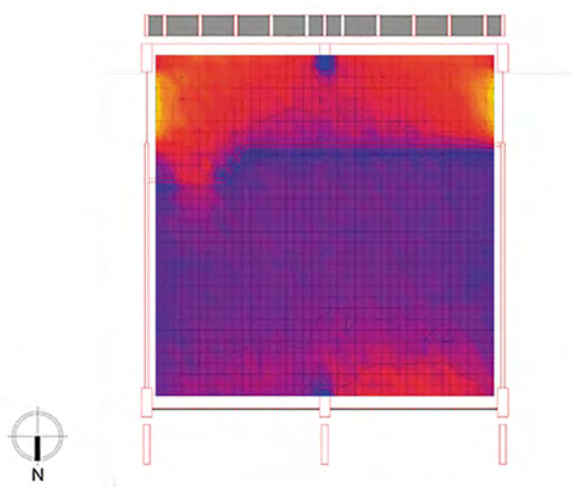
diferencias con cartas solares que se pueden realizar en la actualidad con la ayuda de programas de computador (figura 19).

Así, la diferencia más significativa entre la gráfica elaborada “a mano” por Moya, y la gráfica elaborada mediante el uso del programa 2D Sun Path<sup>20</sup> se encuentra en que la primera muestra un recorrido en el cual el sol, en una hora determinada del día se encuentra siempre en la misma altitud durante todos los meses del año, mientras que la gráfica solar realizada por computador representa el fenómeno del analema solar, trazando figuras en forma de “ocho tumbado” para cada una de las horas. A pesar de esta relativa imprecisión de la gráfica elaborada por Moya, la herramienta genera la confiabilidad necesaria para la elaboración de cálculos de diseño de la envolvente del edificio garantizando la protección solar de las fachadas norte y sur con un adecuado nivel de iluminación natural en los espacios de salones del colegio.

La orientación del edificio de aulas no se realiza con la dirección exacta este-oeste, girándose levemente, haciendo que la fachada norte, principal fuente de iluminación natural, presente una rotación de 17° hacia el este, para así favorecer la ganancia térmica por radiación directa en horas de la mañana (cuando la temperatura del aire es más baja) y evitar la entrada de sol a los espacios de aulas en horas de la tarde.

Los elementos de protección solar dispuestos en la fachada norte garantizan un ocultamiento del sol durante más del 80% del tiempo, y permiten la entrada de la radiación directa únicamente en los meses cercanos al solsticio de junio y durante las primeras horas de la mañana, como se evidencia en la máscara de sombras elaborada en el programa Ecotect Analysis 2011 (figura 20).

<sup>20</sup> <http://andrewmarsh.com/apps/staging/sunpath2d.html>

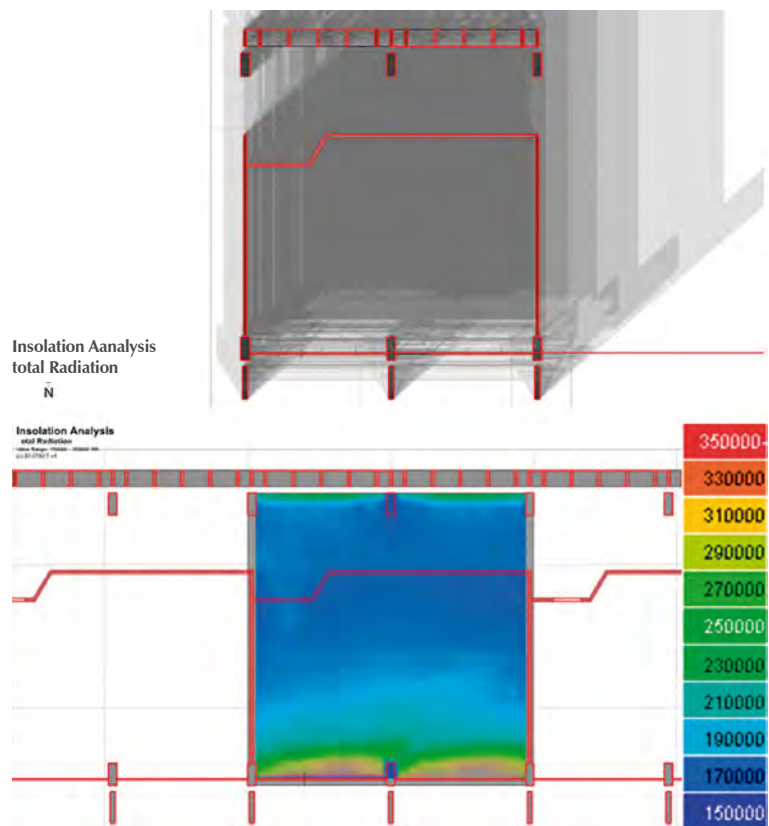


La mayor incursión de radiación solar en las aulas de clase (sobre la fachada norte) se presenta el 21 de junio; sin embargo, esto solo se presenta en las áreas cercanas a las ventanas, lo que mantiene el confort lumínico y térmico de los usuarios. Por su parte, el diseño geométrico de los elementos de protección solar de la fachada sur, mucho más expuesta a la radiación solar en la latitud de Cali, garantiza la ausencia total de radiación solar en el espacio correspondiente al corredor de acceso a las aulas, sin interrumpir el paso del viento que proviene, principalmente, del suroeste, gracias a la disposición de calados situados en la parte alta de los muros divisorios.

Los cálculos de iluminación natural realizados con Ecotect Analisis 2011 demuestran que los elementos de protección solar diseñados por Moya para el edificio de aulas aprovechan al máximo la fachada norte como fuente de luz natural, donde logran un mínimo del 4% de factor de luz de día en cualquier parte del espacio (figura 21) y cumplen con los estándares actuales de confort lumínico para espacios de enseñanza (figura 22).

## Conclusiones

El análisis llevado a cabo sobre el edificio para la Escuela Normal Regular de Cali (ENRC), diseñado por Juvenal Moya en 1946, demuestra el temprano interés de los arquitectos formados en el país por dar una respuesta precisa, de carácter técnico y espacial, a las condiciones ambientales (climáticas y lumínicas) presentes en el contexto local. Si bien se puede llegar a pensar que tal preocupación es de origen reciente, el caso estudiado pone en evidencia que tal cosa no es así, y que estos asuntos bien pueden considerarse determinantes proyectuales que debían ser eficazmente resueltos en el ejercicio de la buena arquitectura desde los inicios de la profesión en Colombia.



El trabajo de diseño que hace Juvenal Moya apoyándose en la carta solar, y validado en esta investigación a través del uso de herramientas computacionales contemporáneas, deja también en claro el rigor de su labor y el carácter técnico (no figurativo) de la solución empleada en el tratamiento de las fachadas, alejada de consideraciones relacionadas con la moda de un lenguaje o el afán por expresarse conforme a los códigos de la arquitectura moderna internacional.

Fue tan importante el ejemplo de la ENRC para el contexto local en cuanto a la solución de fachada frente a la radiación que, al menos en Cali, el *brise-soleil* fue adoptado por varias firmas de arquitectos a partir de 1948: Cuéllar, Serrano & Gómez lo emplearon en el diseño del edificio Sierra<sup>21</sup> (1950) (figura 23), situado en una de las esquinas de la plaza de Caicedo, corazón de la ciudad y núcleo fundacional; Borrero & Ospina hicieron lo mismo para la sede de Cementos del Valle (1955), situada en el marco de la misma plaza, y poco después lo emplearon como recurso climático en dos de las fachadas del Palacio de Telecomunicaciones y en Correos y Telégrafos (1958).

Figura 21. Diagrama de iluminación ambiental en una de las aulas tipo. Elaborado con el programa Ecotect Analisis 2011.

Fuente: elaboración propia (2019). © Copyright.

Figura 22. Arriba: vista del recorrido de la sombra durante la mañana del solsticio de junio en un aula tipo. Abajo: cálculo de la radiación solar directa de un aula tipo durante junio y julio. Elaboradas con el programa Ecotect Analisis 2011.

Fuente: elaboración propia (2019). © Copyright.

21 En su diseño original, la fachada oeste del edificio Sierra tenía quiebrasoles horizontales móviles que, lamentablemente, fueron desmontados en los primeros años de la década de 1980. Un análisis de la solución de fachadas que actualmente ostenta este edificio en función de su orientación concluye que la ausencia de tales lamas de protección solar en la fachada oeste permite una incursión de la radiación directa durante gran partes de las horas de la tarde de los meses cercanos a los equinoccios; adicionalmente, el uso exclusivo de elementos horizontales de protección solar en la fachada sur protege poco del sol en los meses cercanos a diciembre; especialmente, por las mañanas y al final de las tardes.

Figura 23. Edificio Sierra, en Cali (1950).

Fuente: elaboración propia (2019). © Copyright.



Interesante es también el caso de algunos de los proyectos desarrollados por la firma Borrero, Zamorano & Giovanelli, entre los que se destaca el Edificio Belmonte (1958), donde el *brise-soleil* es protagonista en una extensa fachada para un cuerpo laminar de ocho pisos de altura (figura 24), así como en otros de carácter más doméstico, como las casas Dorransoro y Cárdenas (Buitrago & Gómez, 2011 y Cruz, 2018), caracterizadas por el uso de calados y celosías.

En cualquier caso, a través de la investigación que sustenta el presente artículo, se deja en evidencia que la exploración desarrollada en el ámbito de la arquitectura colombiana en torno a la fachada logra entenderla de man

ra temprana como envolvente de protección frente a las condiciones del clima, y, en particular, frente a la radiación solar, tan importante en las condiciones locales. En esta labor, que dejaba de lado las directrices decimonónicas, las cuales entendían la fachada como un mero objeto de composición formal, jugaron un papel importante las lecciones impartidas por Leopoldo Rother a sus alumnos en la Universidad Nacional de Colombia, y que se manifestaron en proyectos primigenios que, como la ENRC —concebida por su discípulo Juvenal Moya—, afrontaron con rigor la resolución de sus proyectos considerando las condiciones propias del lugar de implantación.



Figura 24. Edificio Belmonte, en Cali (1958).

Fuente: elaboración propia (2019). © Copyright

## Referencias

- Almodóvar, J. M. (2004). De la ventana horizontal al brise-soleil de Le Corbusier: Análisis ambiental de la solución propuesta para el Ministério de Educação de Río de Janeiro. *Arquitextos*, 5(051.02). Recuperado de: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.051/554>
- Archivo General de la Nación, Fondo Invías (1945). *Concentración Escolar de Fusagasugá. Planos manuscritos.*
- Archivo General de la Nación, Fondo Invías (1946). *Escuela Normal Regular de Cali. Planos manuscritos.*
- Archivo particular de la familia Moya (2017). *Juvenal Moya Cadena (1921-1958)*. [archivo personal].
- Botti, G. (2019). Influences, identity and historiography in Colombia: the reception of Brazilian modernism (1940s-1960s). *The Journal of Architecture*, 24(6): 731-755. <https://doi.org/10.1080/13602365.2019.1684971>
- Botti, G. (2020). *Architettura e città in Colombia, 1920-1970*. Dibattiti e pratiche tra ricerca identitaria e modernità internazionale. Milano: Franco Angeli.
- Buitrago, P., & Gómez, P. (2011). *Casas modernas. Cali: 1936-1972*. Cali: Universidad del Valle.
- Bustamante, D. (2014). *La profundidad de la envolvente*. Tesis de Maestría. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/44367/>
- Comas, C. E. (2000). A máquina para recordar: Ministério da Educação no Rio de Janeiro, 1936/45. *Arquitextos*, 5(005.01). Recuperado de: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/01.005/967>
- Cruz, C. (2018). Arquitectura moderna adaptada al lugar. Caso Borrero, Zamorano y Giovanelli. En: Galindo, Vargas y Villate (Eds.): *Primer coloquio colombiano de historia de la construcción*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Del Real, P. (2002). Modernity and Technology. Paternity Rights: the brise-soleil and the sources of modernity in the Ministry of Education and Health in Rio de Janeiro, Brasil. En: ACSA: *Technology Conference Proceedings: Technology and Housing* (p. 199-206). Portland: Association of Collegiate Schools of Architecture.
- Fontana, M. P., & Mayorga, M. (2006). *Colombia. Arquitectura moderna*. Barcelona: ETSAB – UPC.
- Fordham, C. (2018). Richard Neutra and the history of the vertical louvered solar control system. En: Wouters, Van de Voorde, Bertels et al (Eds.): *Building Knowledge, Construction Histories* (pp. 637-642). Bruselas: Universidad Católica de Lovaina.
- Goodwin, P. L. (1943). *Brazil Builds: architecture new and old, 1652-1942*. New York: The Museum of Modern Art.
- Hitchcock, H. (1955). *Latin American architecture since 1945*. New York: The Museum of Modern Art.
- Morel Corrêa, S., Anzolch, R., & Fonseca Pedrotti, R. (2015). Brise-soleil: principios y transformación en la obra de Le Corbusier. En: AAVV: *Le Corbusier 50 years later. International Congress*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València (versión digital). <http://dx.doi.org/10.4995/LC2015.2015.923>
- Morel Corrêa, S., Anzolch, R., & Fonseca Pedrotti, R. (2016). El brise-soleil o la doble fachada de Le Corbusier. *Arquisur Revista*, 6(10): 108-123. Recuperado de: <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/publicaciones/index.php/ARQUISUR/article/download/6190/9160/>
- Neutra, R. (1946). Sun Control Devices. *Progressive Architecture*, 27(11): 88-91.
- Niño, C. (1991). *Arquitectura y Estado*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Pinilla, M. (2017). *De Prusia a la cuenca del río Magdalena. La tradición clásica fecundada por el trópico en la arquitectura de Leopoldo Rother*. Tesis doctoral. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/61982/1/3228138.2017.pdf>
- Ramírez, A. (1948): *Informe que el Secretario de Obras Públicas presenta a la Asamblea Departamental*. Cali: Imprenta Departamental.
- Rigotti, A.M. (2014). Estructura, espacio y envolvente: autonomía y especificidad de medios. *Cuaderno del Laboratorio de Historia Urbana 5*. Universidad Nacional de Rosario. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/2133/4405>
- Rother, H. (1984). *Arquitecto Leopoldo Rother. Vida y obra*. Bogotá: Escala.
- Rother, L. (1970). *Tratado de diseño arquitectónico: asoleación. Tomo 1* (edición en mimeógrafo) Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Tibaduiza, J. R. (2015). *Arquitectura religiosa moderna: tres obras de Juvenal Moya cadena en espacios de educación*. Tesis de Maestría. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/50811/1/91071375.2015.pdf>
- Vélez, C.; López, D.; Gaviria, M., & Montoya N. (2010). *Arquitectura moderna en Medellín*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.

# El dibujo manual y digital como generador de ideas en el proyecto arquitectónico contemporáneo

Manual and digital drawing as generator of ideas in the contemporary architectural project

**Javier Alonso Bohórquez-Rueda**

Universidad de Boyacá, Sogamoso (Colombia)  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  
Centro de Investigaciones para el Desarrollo (Cipade)

**Magda Paola Montañez-Moreno**

Universidad de Boyacá, Sogamoso (Colombia)  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  
Centro de Investigaciones para el Desarrollo (Cipade)

**Wilmer Leonardo Sánchez-Ávila**

Universidad de Boyacá, Sogamoso (Colombia)  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo  
Centro de Investigaciones para el Desarrollo (Cipade)

**Javier Alonso Bohórquez-Rueda**

Arquitecto, Universidad Católica de Colombia. (Colombia)  
Doctor en Educación, Universidad de La Salle. San José de Costa Rica (Costa Rica)  
Magíster en Creatividad e Innovación, Universidad Fernando Pessoa (Portugal)  
[https://scholar.google.com/citations?user=MAEi\\_N4AAAAJ&hl=es](https://scholar.google.com/citations?user=MAEi_N4AAAAJ&hl=es)  
<https://orcid.org/0000-0003-2471-3534>  
javbohorquez@uniboyaca.edu.co

**Magda Paola Montañez-Moreno**

Diseñadora Industrial, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Colombia)  
Especialista en Gerencia en Multimedia, Universidad Santo Tomás, (Colombia)  
<https://scholar.google.es/citations?hl=es&pli=1&user=sPUVbOAAAAAJ>  
<https://orcid.org/0000-0002-9371-8972>  
mpmontanez@uniboyaca.edu.co

**Wilmer Leonardo Sánchez-Ávila**

Arquitecto con énfasis en Urbanismo, Universidad de Boyacá (Colombia)  
Especialista en Salud Ocupacional y Riesgos Laborales, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Colombia)  
<https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=TWsivQUAAAAJ>  
<https://orcid.org/0000-0002-7804-990X>  
wlsanchez@uniboyaca.edu.co

Bohórquez-Rueda, J. A., Montañez-Moreno, M. P., & Sánchez-Ávila, W. L. (2019). El dibujo manual y digital como generador de ideas en el proyecto arquitectónico contemporáneo. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1). 107-117 <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2660>



[doi.org/10.14718/RevArq.2020.2660](https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2660)

## Resumen

El dibujo como medio de concepción ideacional es un factor clave para el proyecto arquitectónico y su estudio incide de manera directa en entornos educativos. En consecuencia, en el presente artículo de revisión, se realizó la indagación, organización, estructuración y análisis de documentos científicos y académicos publicados preferentemente con posterioridad al 2000 y disponibles en bases de datos. A partir de esto, se realizó una aproximación conceptual, con el propósito de examinar y clasificar las posiciones argumentativas. La información recopilada se clasificó así: 1.) Aportes del dibujo para el aprendizaje, los procesos creativos y el pensamiento de los diseñadores en términos de generación de ideas proyectuales. 2.) Función que desempeña la relación existente entre mano, ojo y mente con respecto a la generación de ideas mediante el acto de dibujar, y 3.) Incidencia en el entorno proyectual en relación con, si el dibujo es hecho de manera manual, digital o combinado. A modo de conclusión se menciona la conveniencia de promover la combinación del dibujo manual y el digital para dar respuesta a las nociones emergentes de la forma y la transmisión de la información acordes a los nuevos modos de representación.

**Palabras clave:** dibujo arquitectónico; tecnologías digitales; investigación creación; pensamiento creativo; representación arquitectónica; técnicas del dibujo; tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

## Abstract

Drawing as a way of ideational conception is a key factor for the architectural project and its study directly affects educational environments. Consequently, in this review article, the investigation, organization, structuring and analysis of scientific and academic documents published preferably after 2000 and available in databases was carried out. From this, a conceptual approach was carried out, with the purpose of examining and classifying argumentative positions. The information collected was classified as follows: 1) Contributions of drawing to learning, creative processes and thinking of designers in terms of generating project ideas. 2) Function played by the relationship between hand, eye and mind with respect to the generation of ideas through the act of drawing, and 3) Impact on the project environment in relation to whether drawing is done manually, digitally or in a combined manner. In conclusion, the convenience of promoting the combination of manual and digital drawing to respond to emerging notions of the form and transmission of information according to the new modes of representation is mentioned.

**Keywords:** architectural drawing; digital technologies; creation research; creative thinking; architectural representation; drawing techniques; Information technologies and communication (ICT)

Recibido: marzo 12 / 2019

Evaluado: septiembre 30 / 2019

Aceptado: diciembre 12 / 2019

## Introducción

Este trabajo hace parte de la investigación denominada “Fortalecimiento de la Expresión Gráfica Análoga de los estudiantes de Arquitectura de la Universidad de Boyacá”, que está adscrita, a su vez, a la línea de investigación: *Innovación en hábitat, patrimonio y diseño*, de la Facultad de Arquitectura, Diseño y urbanismo, y del Centro de Investigaciones para el Desarrollo (Cipade).

Como objetivo, se propone introducir una reestructuración en los procesos de enseñanza-aprendizaje del diseño arquitectónico, en lo referente a la gestación y la representación gráfica en la ideación proyectual, combinando las capacidades expresivas análogas con herramientas tecnológicas digitales. En esta misma problemática se plantearon hipótesis que involucran la conveniencia de incorporar a través del acto de dibujar, cualidades sensitivas no visuales como las táctiles y las gestuales, estimulando tanto las competencias emocionales y relacionales como el potencial innovador y creativo en los estudiantes relacionados.

En el presente artículo de revisión se busca hacer una categorización y una clasificación de fuentes relacionadas con el dibujo manual y digital como generador de ideas en el proyecto arquitectónico contemporáneo, considerando el grado de implicación según se recurra al dibujo manual, al digital, o a la combinación de ambos, ante la ambivalencia que se detecta en este sentido desde la introducción de la digitalización en la representación en diseño, y las incidencias que

ello implica en aspectos como el aprendizaje y el pensamiento creativo para la ideación proyectual, y su relevancia en los ámbitos académico y pedagógico de las instituciones que imparten la formación en esta disciplina en el contexto local.

Al revisar el papel que juega el dibujo en la ideación proyectual en arquitectura se hace necesario identificar algunos aspectos conexos, tales como los procesos creativos desde un entorno indagatorio; las implicaciones comunicativas desde principios de abstracción de la forma dentro de la imagen; la función que desempeña la relación mano, ojo y mente, como expresión corporal del pensamiento; y los aspectos que estos componentes desencadenan para el conocimiento y el aprendizaje de los diseñadores en proceso de formación, o ya graduados.

A partir de estos aspectos se realiza una aproximación desde aspectos teórico-conceptuales revisando diversos autores, que permita identificar los elementos implícitos, a través de la revisión de *papers*.

Finalmente, se analizan los aspectos clave relacionados, a fin de elaborar un diagnóstico pertinente que permita identificar los factores de relevancia que intervienen en los procesos de generación ideacional de los proyectos de arquitectura, y de esta forma, generar sugerencias para los procesos de enseñanza-aprendizaje de las facultades de arquitectura del área de influencia estudiada.

## Metodología

Este trabajo comprende una investigación teórico-descriptiva constituida a partir de los resultados obtenidos en una búsqueda documental cuyo procedimiento incluyó la indagación, organización, estructuración y análisis de un grupo de textos, documentos científicos y académicos publicados preferentemente con posterioridad al 2000. Igualmente, se determinó delimitar la búsqueda a países de la región latinoamericana incluyendo España, debido al interés que suscita para la institución patrocinadora de este trabajo, para la región y específicamente para este caso, la manera como se asumen los nuevos paradigmas y cambios que incorporan la tecnología y su implicación en la concepción y generación de ideas en el proyecto arquitectónico contemporáneo local.

Las unidades de análisis fueron todos aquellos documentos que abordaran, resaltarán o analizarán la temática concerniente a las incidencias que el dibujo juega en la ideación proyectual en arquitectura, más allá de su función como representación.

La primera fase del proyecto incluyó la búsqueda de investigaciones y experiencias relacionadas con los escenarios descritos, a partir de lo cual se crearon unas categorías iniciales que guiaron la búsqueda:

1. Aspectos que el dibujo aporta para el aprendizaje, los procesos creativos y el pensamiento de los diseñadores, en términos de generación de ideas proyectuales.

2. La función que desempeña la relación mano, ojo y mente en relación con la generación de ideas mediante el acto de dibujar.

3. La incidencia en el entorno proyectual, teniendo presente si el dibujo se realiza de manera manual, a través de tecnologías digitales o de manera combinada.

La segunda fase del proyecto se ocupó del análisis de cada una de las categorías planteadas, de aspectos afines y de diferencias entre los documentos seleccionados, mediante un proceso de comparación permanente. Finalmente, se formularon algunas hipótesis y conclusiones y se realizaron algunas recomendaciones.

## Resultados

En referencia al primer factor establecido para la investigación se encontró, como se puede apreciar en la tabla 1, que los autores revisados vinculan el dibujo con respecto al aprendizaje, la creatividad y el pensamiento, como una intencionalidad manifiesta en conceptos y sensaciones múltiples que relativizan el resultado a la experiencia personal de cada diseñador y/o estudiante. De esta manera, se realizó una clasificación de carácter cualitativo que sintetizara en una palabra o frase el pensamiento de cada autor en relación con la temática propuesta.

A pesar del carácter subjetivo que implica la diversidad de conceptos revisados, lo cual presentó una dificultad para la aplicación de metodologías significativas para el modelo científico, se pudo establecer que la multiplicidad de opiniones recogen argumentos consistentes con la hipótesis inicial, que señala la factibilidad de involucrar factores de orden emocional y relacional que logren estimular el potencial innovador y creativo en las estrategias formativas, relacionados con la manera de concebir e idear la proyectación arquitectónica a través de la expresión gráfica, más allá de su función meramente representativa. El sinnúmero de adjetivos reunidos en dicha clasificación involucran tópicos que relacionan la superación a partir del autoaprendizaje y la autonomía, así como la implicación de procesos complejos de pensamiento, transformación e imaginación en cualquier sujeto implicado en una exploración de ideas de diseño, generadas a partir del dibujo, sin importar que estos sean realizados manual o digitalmente. En relación con el segundo factor planteado, de igual manera se estableció un concepto específico por cada autor (tabla 2), en cuanto a la función que mediante el acto de dibujar se manifiesta en la relación entre mano, ojo y mente. En este caso también se pudo corroborar la hipótesis inicial, que señala la relevancia de incorporar a través del dibujo cualidades sensitivas no visuales, como las táctiles y las gestuales, en procesos de generación de ideas de diseño, a partir del dibujo.

Factor	Autores	Idea principal
1. Aportes del dibujo para el aprendizaje, los procesos creativos y el pensamiento de los diseñadores en términos de generación de ideas proyectuales	Kosma (2016).	Acción-gesto
	Granero Martín (2017).	Abstracción
	Rodríguez (2011).	Comunicación
	Bru (2016).	Acumulación
	Seguí de la Riva (2003).	Tanteo configurado
	Kahn (citado en Castellanos Gómez & Domingo Calabuig, 2013).	Persuasión
	Marchant (2016).	Croquis de observación
	Raposo, Grau et al. (2018).	Conocimiento-conciencia
	Hidalgo (2016).	Repetición-demostración
	Gombrich (1994).	Mentalidad del autor
	Focillon (2006).	Permanencia
	Edwards (1988).	Metáfora del autor
	Tanoue, Castral y Lancha (2011).	Aprendizaje corporal
	Flores (2011).	El dibujo como lenguaje
	Delgado Yanes y Redondo Domínguez. (2006).	La realidad aun no construida
	Niño (2006).	El dibujo como construcción de imagen y no como trazo
	Puebla Pons (2006).	Estrategia de emprendimiento, curiosidad y exploración
	Siza (2003).	Aprensión del lugar y forma de aprendizaje
Pride (citado en Faure Walker, 2008).	Dibujo como aprendizaje y estudio fenomenológico como expansión	

Tabla 1. Ideas principales según autores revisados (factor 1).  
Fuente: elaboración propia (2019).

Factor	Autores	Idea principal
2. Función que desempeña la relación entre mano, ojo y mente en relación con la generación de ideas mediante el acto de dibujar	Pallasmaa (2010 y 2012).	Contacto háptico, objetual y espacial
	Sennett (2009).	Coordinación, tacto, visión, pensamiento
	Wilson (2002).	Equivalencia entre mente, mano y aprendizaje
	Trachana (2012).	Conocimiento a través de la visión y la percepción táctil
	Heidegger (2005).	Relación mano-pensamiento
	Rossado Espinoza (2017).	Calidez humana y trazo a mano
	Campo (2010).	Pensar con las manos y construir con la cabeza
	Llopis Verdú, Giménez Ribera y Barros da Rocha e Costa (2013).	Asociación íntima entre percepción y forma a través de las manos
	Machado González (2016).	Acto generativo y transformativo, manual y perceptivo
	Alba Dorado (2013).	Información, simultánea en la proyectación
	Navarro (2007).	Construcción con la mano, y reacciones íntimas y orgánicas
	Bolívar Montesa (2018).	Organización y estructuración bajo el relato de la mirada
	Ocampo Hurtado (2014).	Experiencias físicas como inferencia de ideas
	Vidaurre et al. (1979).	Ocasión, traducción y lugar
	Tanoue, Castral y Lancha (2011).	Conexión, cuerpo, mente y expresión

Tabla 2. Ideas principales según autores revisados (factor 2).  
Fuente: elaboración propia (2019).

Factor	Autores	Idea principal
3. Incidencia en el entorno proyectual en relación con si el dibujo es realizado de manera manual, digital o combinado	Flores (2011).	El dibujo como lenguaje
	Arnet (2016).	Lo digital reduce los tiempos exponencialmente, pero pierde la subjetividad
	Moneo (citado por Massad, 2017).	Lo digital crea nuevos modos de representar y transmitir la información; lo manual permite pensar y plantear espontáneamente
	Tanoue, Castral y Lancha (2011).	Lo manual interactúa entre autor, proyecto cuerpo y mente; prima el aprendizaje
	Otxotorena (2007).	Lo informático abre un nuevo panorama definitivo que resitúa lo manual. Hay que revisar la naturaleza de los procesos de diseño
	Sahady (2016).	La expresión natural de los jóvenes no es lo manual, la evolución tecnológica resta valor a lo tradicional
	Bruscato (2006).	La introducción del computador es una herramienta necesaria para su definición
	Bernal (2013).	La expresión digital brinda la oportunidad de concebir las geometrías arquitectónicas contemporáneas
	Picón (2006).	La transformación arquitectónica ha evolucionado para relacionar los modelos digitales con la realidad física
	Llopis Verdú, Giménez Ribera y Barros da Rocha e Costa (2013).	La virtualización de la representación arquitectónica aporta para organizar y presentar imágenes de percepción real del proyecto
	Muñoz y Goycolea (2016).	La fotografía digital combinada con el dibujo manual brinda muchas alternativas
	Machado González (2016).	En la academia se deben dominar las habilidades de expresión digital como respuesta a los requerimientos del mundo actual
	Rossado Espinoza (2017).	Las herramientas digitales brindan apoyo técnico y constructivo para el proyecto, pero esto interfiere en el desarrollo de las habilidades esenciales
	Burneo Valdivieso (2014).	El aporte personal está siendo regido por la dependencia de las herramientas digitales
	Erazo y Sánchez (2013).	La mediación digital ha enriquecido los procedimientos proyectuales y la noción de la forma
Carr (citado por Clemente, 2011).	Lo digital está cambiando los hábitos cerebrales, fragmentando la información	
Erazo y Sánchez (2013).	En la academia deben fusionarse lo digital y lo manual, sin abandonar o especializarse en uno de ellos	

Tabla 3. Ideas principales según autores revisados (factor 3).

Fuente: elaboración propia (2019).

De idéntica manera, se procedió a extraer una idea representativa por cada uno de los autores revisados, que contuviese un concepto que identificara la incidencia en el entorno proyectual que implica el dibujo según si se realice de manera manual, digital o combinada (tabla 3). En síntesis, el resultado para este objetivo específico de la investigación se inclina a favorecer una postura según la cual es necesario complementar el dibujo manual o tradicional, a partir de la incorporación de herramientas y enfoques novedosos emergentes tanto en el ámbito de la elaboración como en el de ideación, desde la implementación de técnicas digitales de expresión gráfica.

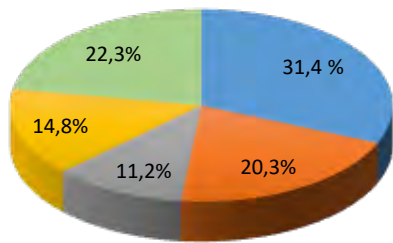
En la figura 1 se sintetiza porcentualmente la relevancia que para los autores revisados desempeña el dibujo en un entorno proyectual, según se haga mediante técnicas manuales, digitales o combinadas. A pesar de que pareciera que en la actualidad la expresión digital predominara en los procesos de ideación en diseño, la mayoría de los

autores no desestiman la importancia del dibujo manual; por ello, predomina dicha opción en este análisis. Para muchos, no existe un predominio de un tipo de expresión sobre otro; de ahí el alto porcentaje obtenido en la opción de indeterminado. Mientras, en las opciones donde se plantea la combinación de ambas técnicas se dividen las opiniones. Finalmente, aunque la opción de técnicas de expresión digital aparece ocupando una posición discreta, para la mayoría de los autores, en un futuro cercano esta pasará a predominar, debido a la acelerada globalización y al predominio de las nuevas tecnologías.

## Discusión

Por tratarse de un artículo de revisión, esta discusión se presenta de manera comparativa, aludiendo a los aspectos teórico-conceptuales abordados por los autores revisados. Para ello, dichos aspectos se han agrupado temáticamente en cuatro títulos relacionados con los factores previamente considerados.





- Dibujo manual
- Expresión digital
- Combinado con preferencia digital
- Combinado con preferencia manual
- Otros

Figura 1. Incidencia de las técnicas de expresión en arquitectura.

Fuente: elaboración propia (2019). CC BY.



Figura 2. Boceto a mano alzada.

Fuente: Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (2019). CC BY.

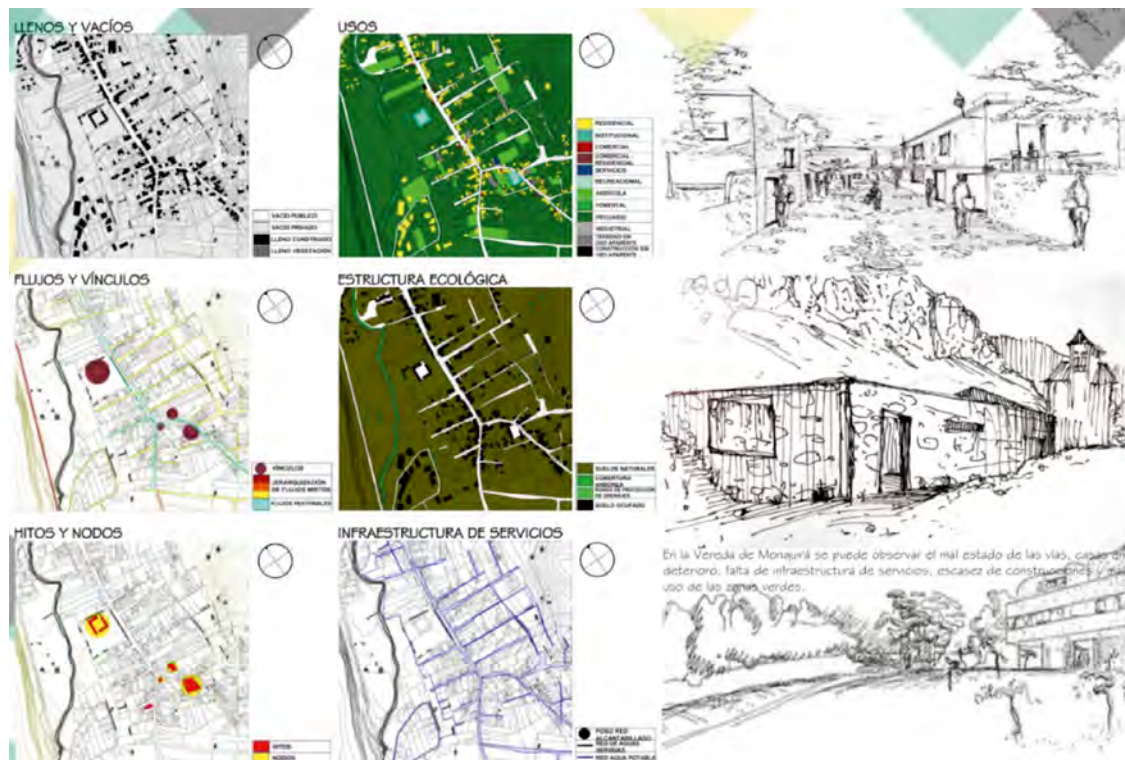


Figura 3. Proceso creativo para el análisis de la vereda Monquirá.

Fuente: Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (2019). CC BY.

## Dibujo, pensamiento y creación

Se revisan las incidencias que el dibujo aporta a la producción intelectual y al pensamiento en la labor del arquitecto, partiendo de su recursividad creativa.

Se abordó el tema desde un arquitecto preponderante como Le Corbusier, quien se refiere al dibujo como una oportunidad para observar y descubrir, donde el fenómeno inventivo puede suceder. Afirma que cuando se inventa o incluso se crea, todo el ser está involucrado en la acción; y así esta acción se convierte en el punto capital (Le Corbusier, 1960, p. 37). Adicionalmente, para Le Corbusier, “el dibujo permite determinado tipo de operaciones de percepción que —en el trabajo de una práctica creativa en las artes visuales— lo torna una herramienta fundamental del proyecto (tanto en la construcción de la obra como del propio autor)” (Rodrigues, 2011, p. 73).

A esta misma acción se refiere Anthi Kosma al afirmar que

el dibujo contemporáneo no es la representación de un motivo externo, sino que parece más bien el desarrollo de un proceso totalmente inmerso en su propia acción. El dibujo aparece así más como el trazo fragmentado de un gesto que como resultado estático del mismo. (2016, p. 10)

Así mismo, Francisco Granero indica que

el dibujo, desde su creación intelectual en la mente, necesita del pensamiento y del acto de dibujar sobre el papel para la existencia de su comunicación, mediante un principio de abstracción y proceder a la estructuración de las formas hasta la ejecución de la imagen y de la figura (2017, p. 202). (figura 2)

Igualmente, Philip José Rodrigues (2011, p. 55) en su tesis doctoral acerca del dibujo, señala que este es una herramienta privilegiada en los procesos creativos, con una preponderancia en su eficacia de comunicación del trabajo, donde lo relevante es comunicar. Se diría, en consecuencia, que el acto de dibujar-comunicar-conocer se constituye para el arquitecto en parte esencial de los procesos creativos, a la que recurre como

alternativa de solución en situaciones problemáticas de su competencia.

El acto creativo se asume también en el sentido de un proceso acumulativo; por ello, Manuel Bru cree que:

un dibujo acabado siempre es una huella o fragmento de algo más grande. Lo establece como la pista de una acción pasada y como parte de un todo, el cual es posible desarrollar mediante un proceso creativo que se nutre de un ir y venir constante. Un avanzar y retroceder fundamentado en el conocimiento del propio transcurso por el papel y la importancia de la repetición y la variación como mecanismos de progreso. (2016, p. 161)

Coincide en ello Javier Seguí de la Riva (2003), cuando afirma que “dibujar es un constante rectificar [...] tantear abierto y ‘ciego’ que sólo se puede desarrollar por sucesivas aproximaciones, estimuladas por lo que el propio dibujar presenta en cada momento reflexivo (perceptivo) como tanteo configurado” (p. 9).

Otro referente importante es Kahn, de quien Raúl Castellanos y Débora Domingo hablan en el sentido de que el propósito de sus dibujos consiste en persuadir a su audiencia mediante algo “más que un diagrama: un esbozo que sintetiza el pensamiento del arquitecto en los inicios del proceso creativo. Su esquematismo corresponde a un estadio inicial en el que la arquitectura aún no existe como imagen” (2013, p. 243). Puede afirmarse así que el pensamiento se patenta mediante el proceso creativo incluso antes de constituirse como representación implícita en una imagen arquitectónica (figura 3).

En relación con el vínculo entre dibujo y pensamiento, resulta conveniente partir desde los planteamientos filosóficos de Heidegger, quien afirma que “la mano en cada uno de sus trabajos lleva consigo el elemento del pensamiento, cada parte se soporta dentro de este elemento” (Heidegger, 2005, [1997], p. 78). En coincidencia, para Hernán Marchant (2016, p. 29), el proceso que se ha llamado “cadenas de construcción de pensamiento,” se explica a través del uso del croquis de observación, el que permite grabar en la memoria la información sintética de los fenómenos observados. De igual manera, Javier Francisco Raposo, Mariasun Salgado y Belén Butragueño expresan que:

Sabemos que la historia del dibujo es la historia del ser humano. El ser humano, en el momento que tiene conocimiento, pone una mano en la pared y echa tinta para que quede su mano en ella. Y surge un dibujo que es el dibujo de la mano. (2018, p. 34)

Complementariamente, Germán Hidalgo cree que “para entender el proceso proyectual no queda otra alternativa que seguir los pasos del proyectista, es decir: hacer de nuevo los dibujos. Qué mejor manera de demostrar, además, que el dibujo puede ser también una forma de generar conocimiento” (2016, p. 27). Se añade en consecuencia que la historia del ser humano y la evolución de su conocimiento se manifiestan

a través de sus dibujos, aun valiéndose de herramientas tecnológicas para ello.

A través de la historia, el dibujo remite a los límites de la conciencia de la psicología, bien sean de quien los realiza o de quien los interpreta. De ahí que cualquier representación nos ofrezca mayor información sobre la mente de su autor que sobre la realidad que sustituye (Gombrich, 1994, p. 45).

Según Castellanos y Domingo (2013, p. 243)

Hay dibujos de arquitectura cuya valía no depende solo de la destreza de su artífice. Dibujos ante los que se diría que no se siente la mano, pues carecen de la vana pretensión del gesto caligráfico y persiguen un ideal de permanencia inasible para el artista individual. En ellos “el espíritu habla al espíritu”. (Focillon, 2006, p. 41)

En coincidencia Betty Edwards afirma que “el dibujo no solo pretende mostrar el objeto representado, sino que también muestra al que lo hace, convirtiéndose así, en una metáfora del artista” (1988, p. 27). Así, al proceso creativo a partir del dibujo se le puede considerar como un acto auto-gestado, una autopoiesis, o acto auto-organizador del arquitecto, con implicaciones que, además de generar conocimiento, trascienden su mero oficio a favor de su esencia humana.

## El conocimiento a mano, desde el ojo y la mente

A propósito de la función de las manos y su equivalencia instrumental, Juhani Pallasmaa (2012, p. 54), afirma que “las herramientas no son inocentes, y que expanden nuestras facultades y guían nuestras acciones y pensamientos de maneras específicas”. También establece una clara diferenciación entre lo realizado manualmente frente a lo efectuado a través de un instrumento digital, al sostener que es por completo erróneo pretender que dibujar un proyecto con lápiz es equivalente e intercambiable a realizarlo por computador, tomando en cuenta “la esencia de la unión de la mano, la herramienta y la mente” (Pallasmaa, 2012, p. 54).

Este mismo autor complementa su postura señalando que el computador “crea una distancia entre el autor y el objeto, mientras que el dibujo a mano, coloca al proyectista en un contacto háptico, con el objeto o el espacio” (Pallasmaa, 2010, p. 12). En concordancia con esto, Richard Sennett (2009, p. 115), profundiza en el papel que juega el dibujo a mano alzada en los procesos de ideación, resaltando la íntima relación que existe entre la mano como el órgano táctil, el ojo como órgano de la visión y el cerebro en su proceso de interpretación de los estímulos aportada por los sentidos, lo que denomina la “*tríada de la mano inteligente*”; es decir, la coordinación de la mano, el ojo y el cerebro.

Al respecto de la relación entre el cuerpo y la mente, Frank R. Wilson concluye que la mano es tan primordial como el cerebro en la vida de los humanos, y que por tal condición hace parte esencial de su aprendizaje (2002, p. 279). Coincide

con ello Angelique Trachana, cuando afirma que “la manipulación de diversos materiales y herramientas para dibujar y construir modelos intensifican la percepción táctil y permiten completar el conocimiento a través de la visión.” De similar manera lo hace Verónica Rossado (2017, p. 180) al sostener que

ningún software logrará representar las ideas con la habilidad artística y calidad del trazo del diseñador. La calidez del dibujo y la posibilidad de plasmar las ideas en cualquier momento, superficie o lugar, solo la puede realizar la mano humana. (figura 4)

Igualmente, Campo (2010, p. 23) cree que para manipular con precisión, aspectos fundamentales como la gravedad y el espacio, el arquitecto necesita tanto la cabeza como las manos, y que para dimensionar su pensamiento, este debe medir sus ideas pensando con las manos y construyendo con la cabeza. Coinciden en ello Jorge Llopis, Manuel Giménez y Hugo Barros (2013, p. 147), al afirmar que “el acto de dibujar, deviene en una actividad íntimamente ligada con el pensar”. El gesto con la mano dota de forma a las percepciones. De esta manera, el dibujo más que descriptivo se constituye en un acto generativo. Mientras que, para José Ramón Machado (2016, p. 75), el boceto es el portador de un proceso mental de ida y vuelta, donde el arquitecto exterioriza sus ideas. El dibujo permanece siempre en transformación y constituye un gesto manual como expresión corporal de su pensamiento.

Al respecto, en sus reflexiones Alba Dorado sostiene que

las manos actúan como herramientas del intelecto, como instrumentos de conocimiento. Un conocimiento que se produce a la par que se representa, se dibuja, se pinta o se construyen maquetas. En definitiva, mientras se trabaja con las manos, se aprende a ver junto a los logros sucesivos de la representación, a partir de continuados reconocimientos que procuran una información que se obtiene al tiempo que se proyecta. (2013, p. 198)

De acuerdo con esto se encuentran Marta del Árbol y Rubén González (2011, p. 14), al afirmar que las manos son la herramienta básica, universal y directa para materializar lo pensado previamente. Estas cualidades las convierten en el mejor medio de transformación del espacio.

Podríamos entonces concluir que la mano es un recurso del pensamiento para elaborar ideas a partir del aprendizaje corporal y que la mediación por instrumentos de tecnología digital se trata solo de un recurso práctico de abreviación para la generación eficiente de conocimiento.

En relación con el aporte del organismo como instrumento corporal de aprendizaje encontramos que para Margarita Navarro:

de la mano nacen las más expresivas reacciones que tienen su origen en un mundo íntimo, orgánico. En el dibujo se transparenta todo el cuerpo (...). La mano está más o menos oculta en todas las formas construidas y reencontramos sus efectos como huellas remotas de ella, en todo lo formado. (2007, p. 20)



Coincide en ello Bolívar cuando señala que “en los dibujos, el registro de la mirada va más allá del punto de vista, comprende la organización y estructuración del campo óptico físico, del imaginario personal y muestran un envés orgánico” (2018, p. 202).

Si adicionamos a lo anterior el conocimiento como experiencia física, encontramos que según Juan Gabriel Ocampo “el contacto real con el mundo elevado al plano inferencial prepara al individuo para la elaboración de ideas y argumentos frente a experiencias físicas determinadas” (2014, p. 10), aspecto vital en el caso de la arquitectura y su concepción, ya que, como afirma Vidaurre (1979, p. 41), en último término, el dibujo es siempre lugar, ocasión, traducción y expresión del denominado pensamiento arquitectónico, de donde deviene el conocimiento, ya no solo como un hecho individual sino como una experiencia común y recíproca de nuestra especie.

## El dibujo como lenguaje para el aprendizaje

Mucho se ha dicho sobre el valor del dibujo en la arquitectura. Se afirma que “conocer en arquitectura es dibujar, condonándole al dibujo el valor de ser lenguaje y vía de expresión” (Flores, 2011, p. 9).

Para Dolores Martínez (2013, p. 49), el hombre siempre ha tenido la necesidad de la representación y esta se da en la relación entre “lo visto” y “lo real”; se complejiza aún más al manifestarse en un estado confuso entre “lo representado, la imagen” y “lo real”. Mientras que Magali Delgado Yanes y Ernest Redondo Domínguez (2006, p. 93), sostienen que al concebir una obra arquitectónica se utiliza el dibujo como herramienta básica en el proceso de ideación y como medio de comunicación a terceros, simulando la realidad todavía no construida. De esta manera estaríamos hablando de que la finalidad de la representación no se trata tanto de obtener una imagen, ni si esta es algo real o aún por concretarse, sino, más bien, que lo que se busca con ella es comunicar las ideas y que estas se manifiestan a través de un lenguaje generativo, como lo es el dibujo para el caso de la arquitectura.

Figura 4. Unión mano, herramienta y mente. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. (2019). CC BY.

Un aspecto importante en relación con el papel del dibujo como ideación involucra sin duda al ser humano como aprendiente, nos referimos al estudiante. En tal sentido, señala Ricardo Martínez, que

la conversación en el diseño, ocurre por lo general, mediada por representaciones de carácter exploratorio, dibujos, modelos físicos y digitales, con los cuales el diseñador, y con mayor razón el estudiante, establece una ecología. Hablamos de un sistema en el cual hay un organismo y una porción del ambiente que se determinan recíprocamente: el diseñador, por un lado; y los dibujos y/o modelos, por otro. (2014, p. 14)

Al respecto, Carlos Niño afirma

lo importante no es que el arquitecto [o estudiante], dibuje bonito o feo, sino que dibuje bien, es decir que plantee una espacialidad y su tectónica, pensando en los espacios que imagina construidos y no en los grafismos que traza. (2006, p. 50)

Si se pretende incrementar la capacidad creativa de los estudiantes, así como su curiosidad y actitud exploratoria, se debe hablar del dibujo como estrategia de emprendimiento, tal como indica Juan Puebla Pons cuando se refiere a la evolución de la representación, donde

lejos de constituir un simple instrumento que muestre la apariencia de la arquitectura, pasaba a formar parte de su propia esencia como elemento generador, inseparable de su proceso de producción. Se pretendía elevar el nivel arquitectónico al extender y potenciar el carácter indagatorio profundo del dibujo en el proyecto. (2006, p. 133)

Por su parte, Álvaro Siza (2003, p. 7), asocia el aprendizaje a la aprehensión cuando sostiene que el dibujo es una forma de aproximación al proyecto, donde se ejecuta una “aprehensión que permite ampliar la mirada y la sensibilidad sobre el lugar” (Bolívar, 2018, p. 207). En resonancia con ello, James Faure Walker involucra muy sugestivamente el dibujo como estrategia de auto-aprendizaje cuando asevera que

hoy en día nos gusta pensar que trabajamos en un ‘campo expandido’ del dibujar, aplicando la fenomenología, empujando hacia los límites, colonizando actividades como el map-making (mapeado) o la escritura diaria. Los aspectos más precisos de la técnica, sea el lápiz, el bolígrafo, el pincel, el software, o incluso la perspectiva, son menos importantes. Los estudiantes son libres de aprender sus propias ‘destrezas’ a su propio tiempo. (2008, p. 88)<sup>1</sup>

## Entre el dibujo a mano alzada y la digitalización

Frente a la constante polémica entre lo que resulta más conveniente para la proyectación arquitectónica en materia de representación manual o digital, se han revisado diversas fuentes, entre las cuales cabe citar a Virginia Arnet, quien piensa que

<sup>1</sup> Today we like to think we work in ‘an expanded field’ of drawing, applying phenomenology, pushing at the limits, colonising activities like map-making and diary writing. The finer points of technique, whether pencil, pen, brush, drawing software, or even perspective, are less important. The students are left to learn ‘skills’ in their own time (traducción propia).

la discusión al respecto del manejo de software y máquinas contemporáneas en la creación de proyectación arquitectónica es punta de lanza en el debate de representación gráfica del siglo XXI, ya que si bien presenta aspectos positivos (reduce los tiempos de representación de manera abismal con las herramientas tradicionales), pierde la componente subjetiva apareciendo un mundo de imágenes dominante sobre la imaginación y los aspectos intangibles de una obra arquitectónica. (2016, p. 15)

En este mismo sentido, Rafael Moneo (citado por Massad, 2017, párr. 5), sostiene que “a pesar de creer que la cultura digital llevará inevitablemente a nuevos modos de representación y de transmisión de la información acerca de cómo construir, la arquitectura se piensa siempre desde el dibujo”. Conciernen con él Moneo Simone Tanoue, Paulo Castral y Joubert Lancha (2011), cuando indican que el boceto a mano alzada es una herramienta primordial que permite la interacción “entre el autor y el proyecto; la conexión cuerpo, mente y expresión en los primeros pasos de la concepción, a los que los medios digitales y sus recursos pueden ayudar” (Machado, 2016, p. 79), pero es importante “preservar la sensibilidad y la habilidad artística del estudiante, evitando el uso excesivo de herramientas digitales en el proceso de aprendizaje y el ejercicio de la arquitectura” (Rossado, 2017, p. 181) (figura 5)

Otros autores, como Juan Otxotorena, creen, en cambio, que

la tecnología informática ha abierto el panorama en una medida definitiva que obliga a resituar nuestra relación personal con el lápiz. Ella ha de ser replanteada a la luz de una profunda revisión de la naturaleza de los procesos de diseño, ligada a la identificación cabal de sus resortes y su genuina variabilidad. (2007, p. 72)

En ese mismo sentido, Antonio Sahady, piensa que

el buen dibujo a mano alzada ha dejado de constituir un arma de expresión natural de los estudiantes. La evolución de los medios digitales y de los programas de Autocad resta valor al desarrollo de aquellas destrezas que, en el pasado, fueron patrimonio insustituible de quienes ejercían el oficio de la arquitectura. (2016, p. 36)

A favor del uso de herramientas digitales encontramos a autores como Underlea Bruscatto (2006, p. 3), quien plantea que la introducción del computador en el proceso de expresión proyectual de una obra arquitectónica viene siendo una herramienta necesaria para definir un proyecto arquitectónico. Bernal (2013, p. 1), concuerda con esto, al afirmar que la expresión digital del proyecto arquitectónico ha dado la oportunidad para concebir las geometrías de la arquitectura contemporánea. Las imágenes digitales destacan los valores del edificio presentando imágenes perfectas con cualidades estéticas. De la misma forma lo aprecia Antoine Picon (2006, p. 11), cuando asevera que así la arquitectura sufrió una gran transformación, y evolucionó como nunca antes, proporcionando nuevas herramientas de representación arquitectónica. “Se cuenta

arquitectura, la matemática y la informática se han dado la mano y la tecnología se ha convertido en un atractivo desafío que permite concebir, conceptualizar, generar y desarrollar, analizar, evaluar, sintetizar, comparar, presentar y discutir ideas de diseño que provocan una nueva organización de formas y espacios arquitectónicos. (2014, p. 5)

lo anterior encaja dentro de lo que se puede apreciar en la figura 6.

Mientras otros autores como Gonzálo Muñoz y Roberto Goycolea le apuestan a una situación indeterminada al señalar que

la producción, manipulación y difusión de la fotografía digital es cada vez más sencilla, instantánea y económica. A lo que cabe sumar unos programas informáticos que ofrecen instrumentos inéditos para re-dimensionar, re-colorear, combinar las fotografías, así como reconvertirlas en dibujos de cualquier técnica o producir dibujos de calidad fotográfica. Como espectadores, la invención y generalización de la fotografía digital difundida por Internet nos enfrenta a un torbellino interminable de imágenes, cuyo verdadero alcance profesional y docente no termina de aclararse. (2016, p. 20)

En cuanto a la relevancia de las habilidades digitales por ser implementadas en las facultades de diseño arquitectónico, existen autores como Machado, quien afirma que “con la aparición de la tecnología surge la necesidad de dominar la habilidad, conocida como la expresión digital aplicada en el campo de la arquitectura” (2016) en función de los requerimientos del mundo actual; por tal razón, en el plan de estudios de la carrera de arquitectura se incluyen estos nuevos contenidos en el área de representación gráfica. Mientras que para Rossado, al usar estas herramientas digitales,

el alumno puede ser capaz de desarrollar nuevas competencias relacionadas con el diseño proyectual como apoyo técnico y constructivo (...) el empleo excesivo de estas tecnologías en los estudiantes interfiere en el logro de otras competencias esenciales para el arquitecto como la habilidad de dibujar manualmente, fundamental como parte del proceso de diseño y expresión de ideas. (2017, p. 178)

Otros autores, como Enrique Echeburúa, Francisco Javier Labrador y Elisardo Becoña, se preocupan por las incidencias que esta situación conlleva, para ellos “las nuevas tecnologías de la información (TIC) han revolucionado el estilo de vida de los adultos, pero sin duda el cambio más espectacular se ha producido en los menores, que ya han nacido con estas nuevas tecnologías.” (2009, p 23). Estas herramientas generan en los jóvenes problemas como las adicciones, a los juegos, a la tecnología y, en el peor de los casos, a las drogas. Por su lado Edgar Erazo y Pável Sánchez, reconocen

los cambios producidos por la mediación digital en los procedimientos proyectuales y en las nociones de forma. Hoy se encuentra en estudio la codificación de esos cambios, investigando la conformación y superposición de códigos disciplinares y sociales en circunstancias de fluidez, pérdida de certezas y transformación de procedimientos y estéticas tradicionales, en un contexto en el que lo global interviene en lo propio. (2013, p. 776)

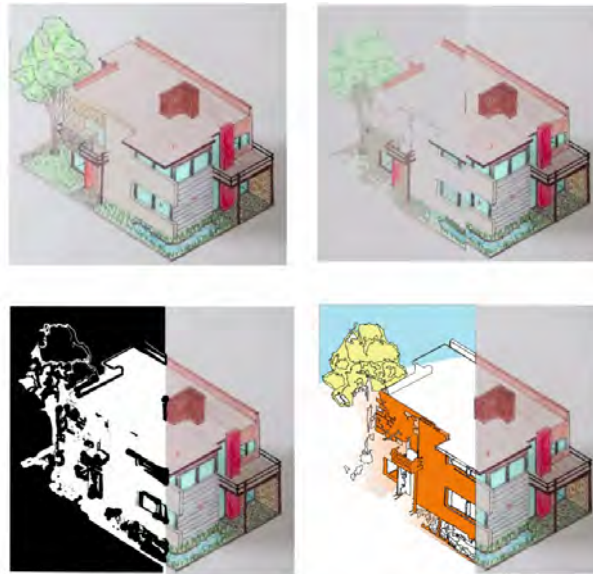


Figura 5. Combinación de dibujo manual y digital.

Fuente: Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. (2019). CC BY.



Figura 6. Fotomontaje combinación de dibujo manual y digital.

Fuente: Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. (2019). CC BY.

En coincidencia, Nicholas Carr (citado por Clemente, 2011, párr. 1) refiere que el uso de Internet está cambiando nuestros hábitos cerebrales, acostumbrándonos a un consumo fragmentario, caracterizado por ir saltando de párrafo en párrafo evitando los textos largos y completos. En este mismo sentido Rossado advierte que en

el entorno educativo en el aspecto digital, será necesario que el alumno adquiriera diversas actitudes de responsabilidad y ética, ante la facilidad de acceso a la información. La gran cantidad de proyectos arquitectónicos publicados en la web, pueden motivar el plagio y atentar contra la originalidad y la creatividad (2017, p. 180)

Varios autores coinciden en que las nuevas tecnologías hacen del llamado ciberplagio la más frecuente práctica entre los estudiantes universitarios (Domínguez-Aroca, 2012).

Por último, se hace necesario en las aulas de arquitectura relacionar los dos medios de expresión estudiados, sin dejar la técnica manual para volverse experto en la otra técnica, o viceversa. Se debe buscar el equilibrio en las técnicas, combinarlas y así obtener los mejores resultados de cada una de ellas. Se propone poner en práctica ejercicios que incluyan las dos técnicas, analizando el tipo de herramientas que se puede combinar mejor para el desarrollo del ejercicio (Erazo & Sánchez, 2013, p. 777).

Sin duda, estos últimos autores de alguna manera herramientas que se puede combinar mejor para el desarrollo del ejercicio (Erazo & Sánchez, 2013, p. 777).

Sin duda, estos últimos autores de alguna manera rescatan las bondades y las ventajas inherentes a cada una de las formas de representación arquitectónica. Tanto los recursos manuales como las herramientas digitales hacen grandes aportes en el ejercicio de la arquitectura, y por tanto, lo ideal es combinar y alternar las dos opciones. Reconocidos estudios y arquitectos aplican indiscriminadamente las dos técnicas con excelentes resultados, confirmando expresamente esta recomendación.

En tal sentido, este trabajo contribuye particularmente con los entornos académicos locales y regionales aportando para las estrategias de enseñanza-aprendizaje, considerando particularmente la ambivalencia que se detecta desde la introducción de la digitalización, y la consecuente relegación a un segundo término de la representación manual en la proyectación arquitectónica.

## Conclusiones

Si bien los autores revisados se ubican mayoritariamente en una delimitación espacio-temporal circunscrita a Latinoamérica, todos tienden a expresar sus posiciones y sus opiniones en términos genéricos y/o universales, en razón de que en la realidad actual predomina una mirada global sin mayores referencias locales. En este sentido, valdría la pena para una segunda parte de la investigación, ampliar la consulta desde referentes que trasciendan lo regional. La única excepción de localidad, tristemente señala el rezago tecnológico de nuestra región, razón por la cual ciertas herramientas y programas digitales aun no son de extensa aplicación en nuestro medio, incluyendo los medios digitales de expresión y representación proyectual para la arquitectura.

En relación con el factor de interés de esta investigación, el cual se refiere al vínculo entre el dibujo con el aprendizaje, la creatividad y el pensamiento, se concluye que sin distinguir la técnica empleada para dibujar, sea manual o digital, siempre va implícito un factor emocional y relacional que asocia de manera simultánea el pensamiento con el aprendizaje, mientras se generan ideas creativas asociadas al proyecto arquitectónico. Por tal razón se recomienda tener presente dicho aspecto al momento de formular estrategias pedagógicas en las instituciones y los programas de diseño y arquitectura, que desborden la tradicional concepción de que el dibujo juega un papel meramente representacional cuya función se limita a contener detalles técnicos, funcionales y estéticos.

Igualmente, cuando se habla de competencias de formación, debe tenerse presente la multidisciplinariedad de estas, en donde lo ideacional, proyectual, representacional y constructivo van integrados simultáneamente. Así, con la incentivación de la práctica del dibujo se están potenciando habilidades como operaciones de percepción y los principios de abstracción, donde, a partir de procesos de reestructuración de la forma se conciben imágenes y figuras.

Adicionalmente, y conexas a la capacidad de comunicación encontramos que al incorporar la tecnología en los procedimientos de ideación y representación arquitectónica, se está aumentando la posibilidad de manipular y explorar grandes volúmenes de información, lo que manejado de manera correcta, redundará en un incremento de la creatividad, en donde se corrobora que el dibujo es también una forma de generación de conocimiento.

En cuanto al segundo tema de interés de esta investigación, que se refiere a la función que desempeña la relación entre mano, ojo y mente frente a la generación de ideas mediante el acto de dibujar, se puede señalar de igual manera la importancia de no perder de vista, a la hora de implementar estrategias pedagógicas en la enseñanza de la arquitectura, que la práctica del dibujo incluye cualidades sensitivas, táctiles y gestuales, además de las visuales. En este sentido recomendamos tener presente que la mano es tan esencial como el cerebro para los procesos de aprendizaje, y que sus acciones gestuales a través del dibujo implican procedimientos de generación y transformación de formas, donde el pensamiento se manifiesta a través de la expresión corporal.

En relación con nuestro último tema de interés, que se refiere a la incidencia en el entorno proyectual que implica el dibujo, según si se realiza de manera manual, digital o combinada, se concluye que, más que señalar las ventajas o las desventajas que cada uno ofrece, se encontraron aspectos novedosos que enriquecen el proceso de aprendizaje de la arquitectura. Allí se acota que, si bien es inevitable que la cultura digital genere nuevas formas de transmisión y representación para la ideación en diseño, la arquitectura siempre será pensada desde el dibujo. Cabe destacar el hecho de que la tecnología permite responder a las exigencias de los paradigmas emergentes contemporáneos en cuanto a la organización de formas y espacios. Ello implica la necesidad de desarrollar nuevas competencias a partir del dominio de la expresión digital, que apoyen los desafíos técnicos y constructivos asociados. La arquitectura y la manera como se la enseña deben adaptarse a las concepciones emergentes sociales, su superposición disciplinar, fluidez, incertidumbre, relevo de códigos y transformación de las estéticas tradicionales.

El dibujo es un recurso privilegiado para los procesos creativos donde se patenta la acción inventiva y de innovación, que se constituye en la acción central y la esencia para la producción en la arquitectura. Es fundamental para el diseñador comunicar su pensamiento, producto de un proceso perceptivo y reflexivo manifiesto mediante sus dibujos.

Fomentar la ideación para el proyecto arquitectónico a partir del dibujo, bien sea desde su fundamentación más sencilla (dibujo a mano) o desde sus aplicaciones más sofisticadas (dibujo digital), fortalecerá notablemente los resultados y la resolución asertiva de los problemas por resolver en el ejercicio del diseño y la construcción tanto a escala profesional como, con mayor razón, en el nivel de formación de los arquitectos.

## Referencias

- Alba Dorado, M. (2013). Manos que piensan. Reflexiones acerca del proceso creativo del proyecto de arquitectura. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 18(22), 196-203. <https://doi.org/10.4995/ega.2013.1694>
- Arnet, V. (2016). Las manos del arquitecto: aproximaciones al pensamiento físico en la arquitectura. *Revista Arteoficio, "El dibujo"* (12), 11-16. Recuperado de: <http://www.revistas.usach.cl/ojs/index.php/arteficio/article/view/2879/2607>
- Bernal A. (2013). Dibujo de imágenes o arquitectura dibujada. *Revista disegñarecon* (12), 1-10. Doi: <https://doi.org/10.6092/issn.1828-5961/3851>
- Bolívar Montesa, C. (2018). La adjetivación de la mirada a través del dibujo. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 23(33), 202-214. doi: <https://doi.org/10.4995/ega.2018.10394>
- Bru Serrano, M. (2016). El dibujo como huella y fragmento. Un camino de ida y vuelta. *Revista de Artes Plásticas, Estética, Diseño e Imagen*, (13), 161-181. Recuperado de: <https://www.uil.es/revistas/index.php/artes/article/view/359>
- Bruscato, U. (2006). *De lo digital en Arquitectura* (Tesis Doctoral). Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona (ETSAB-UPC), España. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10803/6560>
- Burneo Valdivieso, X. E. (2014). Arquitectura del siglo XXI: digital, inteligente y creativa. *Revista Perspectivas*. 1(3). Recuperado de: <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/123456789/15433>
- Campo, A. (2010). *Pensar con las manos*. Buenos Aires: Nobuko.
- Castellanos Gómez, R., & Domingo Calabuig, D. (2013). El valor y el propósito de un dibujo de Louis I. Kahn. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 18(22), 242-251. doi: <https://doi.org/10.4995/ega.2013.1253>
- Clemente, E. (2011, abril 02). Nicholas Carr: Internet erosiona el pensamiento profundo. *La voz de Galicia [Periódico en línea]*. Recuperado de: [https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/tecnologia/2011/04/02/nicholas-carr-internet-erosiona-pensamiento-profundo/0003\\_201104SC2P14991.htm](https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/tecnologia/2011/04/02/nicholas-carr-internet-erosiona-pensamiento-profundo/0003_201104SC2P14991.htm)
- Del Árbol, M. y González, R. (2011). Transformando espacio y creando identidad. *Revista "Hipo-Tesis", Hipo I* (9). Recuperado de: [http://www.hipo-tesis.eu/numero\\_hipo\\_i.html](http://www.hipo-tesis.eu/numero_hipo_i.html)
- Delgado Yanes, M. y Redondo Domínguez, E. (2006). *Dibujo a mano alzada para arquitectos*. Barcelona: Parramón.
- Domínguez-Aroca, M. I., (2012). Lucha contra el plagio desde las bibliotecas universitarias. *El profesional de la información* 21(5), 498-503. Doi: <http://dx.doi.org/10.3145/epi.2012.sep.08>
- Echeburúa, E., Labrador, F., y Becoña, E. (2009). Adicción a las nuevas Tecnologías en adolescentes y jóvenes. Madrid: Pirámide.
- Edwards, B. (1988). *Aprender a dibujar*. Madrid: Level.
- Erazo, E. & Sánchez, P. (2013). Incidencia de medios de expresión digital en formación de arquitectos y arquitectas. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 11 (2), pp. 769-781. Recuperado de: <http://biblioteca.clacso.edu.ar/Columbia/alianza-cinde-umz/20140715062109/art.EdgarDiegoErazo.pdf>
- Faure Walker, J. (2008). Pride, prejudice and the pencil. En: *Writing on drawing, essays on drawing practice and research*. (Ed. Steve Garner) UK: NSEAD.
- Flores Soto, J. A. (abril, 2011). Los dibujos del arquitecto. *Revista "Hipo-Tesis", "Hipo 1"* (9) p. 9. Recuperado de: <http://www.hipo-tesis.eu/fscommand/l/09.pdf>
- Focillon, H. (2006). *Elogio de la mano*. México: Universidad Nacional Autónoma.
- Gombrich, E. (1994). *Imágenes Simbólicas*. Madrid: Alianza.
- Granero Martín, F. (2017). Como pez en el agua. Reflexiones sobre dibujo y pensamiento. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 22(30), 198-205. doi: <https://doi.org/10.4995/ega.2017.7833>
- Heidegger, M. (2005). *¿Qué significa pensar?* Madrid: Trotta.
- Hidalgo, G. (2016). Dibujo y creatividad: relectura de un artículo de Robin Evans. *Revista Arteoficio, "El dibujo"* (12), 23-28. Recuperado de: <http://www.revistas.usach.cl/ojs/index.php/arteficio/article/view/2881/2609>
- Kosma, A. (2016). Del dibujo al dibujar. Cambios generacionales, metamorfosis y aperturas de un término. *Revista Arteoficio, "El dibujo"*. (12), 5-10. Recuperado de: <http://www.revistas.usach.cl/ojs/index.php/arteficio/article/view/2878/2606>
- Le Corbusier. (1960). *Le Corbusier, l'atelier de la recherche patiente*. Vincent Freal Cie, Paris.
- Llopis Verdú, Jorge, Giménez Ribera, Manuel, & Barros da Rocha e Costa, Hugo A. (2013). El boceto arquitectónico en la era digital. *Arquitectura y revista*, 9(2), 143-152. Recuperado de: <http://revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/viewFile/arq.2013.92.07/3890>
- Machado González, J. (2016). El boceto arquitectónico, entre el trazo a mano y el clic digital. *DeSigno: diseño integral, donde convergen arte, ciencia y tecnología*, 0(2), 72-83. Recuperado de: <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/designo/article/view/8057/8009>
- Marchant, H. (2016). El dibujo en la construcción del pensamiento de Le Corbusier. *Revista Arteoficio, "El dibujo"* (12), 29-34. Recuperado de: <http://www.revistas.usach.cl/ojs/index.php/arteficio/article/view/2882/2610>
- Martínez, D. (2013). Un tacto claro en el umbral oscuro del sentido. *Revista "Hipo-Tesis", "Hipo 1"* (Sobre las manos/ About Hands), 48-56. Recuperado de: [http://www.hipo-tesis.eu/numero\\_hipo\\_1.html](http://www.hipo-tesis.eu/numero_hipo_1.html)
- Martínez, R. (2014). Diseñar – conversar – conocer, "La enseñanza de la arquitectura". (10), 12-15. Recuperado de: <http://www.revistas.usach.cl/ojs/index.php/arteficio/article/view/1526/1413>
- Massad, F. (2017, abril 02). Rafael Moneo: La arquitectura se piensa siempre desde el dibujo. *ABC Cultural [periódico en línea]*. Recuperado de: [https://www.abc.es/cultura/cultural/abci-rafael-moneo-arquitectura-piensa-siempre-desde-dibujo-201704020050\\_noticia.html](https://www.abc.es/cultura/cultural/abci-rafael-moneo-arquitectura-piensa-siempre-desde-dibujo-201704020050_noticia.html)
- Muñoz, G., y Goycolea, R. (2016). Interacciones arquitectónicas recurrentes en la simbiosis dibujo-fotografía. *Revista Arteoficio, "El dibujo"* (12), 17-21. Recuperado de: <http://www.revistas.usach.cl/ojs/index.php/arteficio/article/view/2880/2608>
- Navarro, J. (2007). *Una caja de resonancia*. Girona: Col·legi d'Arquitectes de Catalunya, Demarcació de Girona.
- Niño, C. (2006). *Notas de Clase*. Bogotá, D. C.: Unibiblos.
- Ocampo Hurtado, J. (2014). Evaluación, didáctica y enseñanza de la arquitectura: una experiencia hermenéutica. *Praxis & Saber*, 5(9), 31 - 52. <https://doi.org/10.19053/22160159.2992>
- Otxotorena, J. (2007). Dibujo y proyecto en el panorama de la arquitectura contemporánea: impacto e influjo de los nuevos procedimientos gráficos. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 12(12), 60-73. doi: <https://doi.org/10.4995/ega.2007.1029>
- Pallasmaa, J. (2010). *Los ojos de la piel*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Pallasmaa, J. (2012). *La mano que piensa*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Picón, A. (2006). Arquitectura y virtualidad: Hacia una nueva condición material. *ARQ* (Santiago) (63), 10-15. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962006000200002>
- Puebla Pons, J. (2006). Sobre la innovación expresiva del proyecto contemporáneo. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 11(11), 132-141. <https://doi.org/10.4995/ega.2006.10322>
- Raposo Grau, J., Salgado de la Rosa, M., & Butragueño Díaz-Guerra, B. (2018). conversando con... Emilio Tuñón (parte 2): Dibujar para entender II. La mano que piensa, procesa, construye. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 23(33), 14-39. <https://doi.org/10.4995/ega.2018.10391>
- Rodrigues, P. (2011). *El dibujo como dispositivo pedagógico* (tesis doctoral). España: Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/15176/tesisUPV3638.pdf?sequence=1>
- Rossado Espinoza, V. (2017). La importancia del dibujo en la formación del arquitecto: Equilibrio entre el diseño digital y el analógico. XXI Congreso de la Sociedad Ibero-americana de Gráfica Digital, *Blucher Design Proceedings*. 3 (12). pp. 178-184. <https://doi.org/10.5151/sigradi2017-028>
- Sahady, A. (2016). De la palabra al trazo. *Revista Arteoficio, "El dibujo"*. (12), 35-39. Recuperado de: <http://www.revistas.usach.cl/ojs/index.php/arteficio/article/view/2883>
- Seguí de la Riva, J. (2003). *Dibujar Proyectar I, II-LVII*. Madrid: Instituto Juan de Herrera de la Escuela de Arquitectura de Madrid.
- Sennett, R. (2009). *El artesano*. Barcelona: Anagrama.
- Siza, Á. (2003). *Imaginar la evidencia*. Madrid: Abada.
- Tanoue, S., Castral, P., y Lancha, J. (2011). *Free-hand drawing and digital representation: a discussion in the architectonic projective process*. IV Jornadas Internacionales sobre Investigación en Arquitectura y Urbanismo, Valencia, España. Recuperado de: [http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/nelac/wp-content/uploads/2015/01/2011\\_Valencia\\_Freehanding-drawing-and-digital-representation.pdf](http://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/nelac/wp-content/uploads/2015/01/2011_Valencia_Freehanding-drawing-and-digital-representation.pdf)
- Trachana, A. (2012). Manual o digital. Fundamentos antropológicos del dibujar y construir modelos arquitectónicos. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 17(19), 288-297. <https://doi.org/10.4995/ega.2012.1381>
- Vidaurre, J. Et otros (1979). *La expresión gráfica arquitectónica de la Plaza Mayor de Madrid a través del lenguaje gráfico*. Madrid: Colegio de arquitectos de Madrid. Colección Cátedras nº 1.
- Wilson, F. (2002). *La mano*. Barcelona: Tusquets.



# Dos bienales, dos hemisferios, dos tendencias. Las Bienales de Venecia como pretexto para una reflexión

Two biennials, two hemispheres, two trends. The Biennials of Venice as a pretext for reflection

Alessandro Masoni

Masoni Architetti (Italia)

Univesidad Tecnológica de la Habana (Cuba)

## Introducción

El artículo presenta los resultados de una investigación desarrollada dentro del marco del tema de *Problemas sociales de la ciencia y de la tecnología*, preparada por la Universidad Tecnológica de La Habana (Cuba). Parte de dicho material de investigación confluye en el presente artículo.

## Génesis de la reflexión

El interés personal en la profundización de los diversos matices que definen el iris de declinaciones disciplinarias, alimentado por el aflato cosmopolita de muchas experiencias, culturas y contextos experimentados de primera mano, encuentra en las Bienales de Arquitectura de Venecia, con cadencia regular, un vivero relevante de confrontación, de análisis y de reflexión de alcance global.

El encuentro con el contexto cubano, acontecido poco después del hito histórico de una curaduría latinoamericana de una Bienal de Venecia en 2016, se ha revelado como un provechoso estímulo para desencadenar un razonamiento sobre el tema de las diferentes declinaciones de la visión disciplinaria en diferentes macrocontextos.

La ocasión para enfrentarse directamente con este tema, a través de un análisis personal que pueda profundizar algunas inspiraciones, se ha presentado al tener que desarrollar una investigación sobre las problemáticas sociales de la técnica, la tecnología y la ciencia, analizadas como herramientas de conocimiento y fenómenos sociales. La finalidad del ejercicio propuesto por la universidad cubana era despertar la conciencia de los científicos y de los técnicos acerca del impacto de sus acciones sobre la naturaleza y el contexto humano en el cual se desarrollan. Orientar la reflexión a la componente de responsabilidad social que, inevitablemente, los intelectuales y los técnicos asumen, constituyó un impulso que, ya por sí mismo, marcaba una diferencia sustancial en el enfoque a la educación y a la disciplina con el de los contextos italiano y europeo.

La arquitectura reside, por su misma naturaleza disciplinaria, en el borde entre ciencia y sociedad, y toca, a la vez, técnica, tecnología, arte, política y ciencias sociales. Todos estos componentes se encuentran siempre, muchas veces de forma

Masoni, A. (2019). Dos bienales, dos hemisferios, dos tendencias. Las Bienales de Venecia como pretexto para una reflexión. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1). 118-129 <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2257>

Arquitecto, Universidad de Florencia, Italia.  
Magíster en Arquitectura, Universidad de Florencia, Italia.  
Doctorado, Universidad de Florencia, Italia.  
<http://www.masoniarchitetti.it/>  
<https://orcid.org/0000-0002-7572-712X>  
[arch.alessandromasoni@gmail.com](mailto:arch.alessandromasoni@gmail.com)



[dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2257](https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2257)

## Resumen

La Bienal de Arquitectura de Venecia es uno de los eventos más importantes del mundo para la arquitectura y el debate disciplinario. Dos de las pasadas bienales, por sus marcadas diferencias y oposiciones, son utilizadas como pretexto para una reflexión crítica sobre dos tendencias que podrían definirse “hemisféricas”: la que tuvo como curador al holandés Rem Koolhaas, en 2014, y la curada por el chileno Alejandro Aravena, en 2016. La bienal de Koolhaas presentó una valiosa investigación histórico-enciclopédica, de la que emanaba una latente inquietud generada por el meticuloso dismantling de la arquitectura a la búsqueda de sus piezas básicas. La bienal de 2016, la primera curada por un arquitecto del “hemisferio sur” del mundo, intentaba, por otro lado, mostrar en su amplitud un panorama de trabajos socialmente más comprometidos, pero, a su vez, sesgaba con claridad hacia un exceso de pragmatismo. Posiblemente, valorar en una reflexión comparativa estos dos enfoques puede restituir más nitidez al pensamiento y a la acción, gracias a la síntesis entre posiciones antitéticas que, por sí mismas, parecen no abrazar el amplio espectro de las posibilidades y de las necesidades disciplinarias contemporáneas.

**Palabras clave:** Alejandro Aravena; composición; diseño arquitectónico; investigación proyectual; Premio Pritzker; proyecto arquitectónico; Rem Koolhaas

## Abstract

The Venice Architecture Biennale is one of the most important events in the world for architecture and for the disciplinary debate. Two of the past Biennale - the one curated by the Dutchman Rem Koolhaas in 2014 and the one curated by the Chilean Alejandro Aravena in 2016 - with their marked differences and oppositions, are used here as a pretext for a critical reflection about two trends that could be defined as “hemispheric”. The Koolhaas Biennial presented a valuable historic-encyclopedic research, which emanated a latent concern due to the meticulous dismantling of architecture at its basic pieces. The 2016 Biennial, the first Biennial curated by an architect of the world’s “Southern hemisphere”, tried to show a broader overview of more socially committed works, but in turn it seemed clearly biased by an excess of pragmatism. Assessing these two approaches in a comparative reflection, could possibly reinvigorate the thoughts and actions of architects, through the synthesis of antithetical positions that, by themselves, do not seem to embrace the full spectrum of contemporary disciplinary possibilities and needs.

**Keywords:** Alejandro Aravena; composition; architectural design; project research; Pritzker Prize; architectural project; Rem Koolhaas

Recibido: agosto 28 / 2018

Evaluado: septiembre 24 / 2019

Aceptado: diciembre 6 / 2019



inconsciente para los arquitectos, profundamente entramados en una red inextricable que, según como se mire, resalta unas u otras matrices. Esto convierte la arquitectura en una disciplina extremadamente valiosa para realizar reflexiones de gran amplitud, pero conlleva grandes complicaciones a la hora de definir campos de análisis circunscritos y, al mismo tiempo, prolíficos.

La clave para un análisis circunstanciado de más amplio alcance pudo encontrarse recurriendo a la memoria de las emociones despertadas por dos de las más interesantes Bienales de Venecia visitadas en los años pasados: la 14ª Bienal de Arquitectura de 2014, curada por el arquitecto holandés Rem Koolhaas, y la 15ª Bienal de Arquitectura de 2016, curada por el arquitecto chileno Alejandro Aravena. Esas dos muestras de arquitectura proporcionaban de forma explícita herramientas conceptuales, textos, ejemplos prácticos y reflexiones tecnológicas con hitos de gran agudeza. Además, en virtud de la proveniencia y de la relevancia de sus curadores, resultaban bien aptas para desarrollar el tema del valor característico asignado a la disciplina dentro de los relativos marcos culturales de gran escala. Las peculiaridades técnicas, sociales, tecnológicas, artísticas y humorales de cada bienal destacaban hasta, casi automáticamente, determinar un esbozo de esferas de influencias y de referencias sistémicas que se han definido, no tan atrevidamente, como “hemisféricas”<sup>1</sup>.

Parece apropiado, en conclusión, resaltar que, en virtud de su complementariedad, estos matices de diferentes concepciones disciplinarias pueden reforzarse mutuamente, ayudando a una siempre más necesaria visión holística y sinérgica de la materia, abierta sin perjuicio a los distintos componentes culturales que van afirmando su presencia en el escenario global.

## Presentación del tema

La Bienal de Arquitectura de Venecia puede ser considerada uno de los eventos más importantes del mundo para la disciplina, y una especie de sismógrafo del sector para el debate mundial. La Bienal de Arquitectura es solo uno de los eventos que la Fundación Bienal de Venecia organiza, y que en su totalidad abarcan por entero el mundo de las artes: artes plásticas, cinema, teatro, danza, música.

La primera Bienal de Arquitectura, de 1980, fue curada por el arquitecto, historiador y crítico de la arquitectura Paolo Portoghesi, y consagró el

adviento mundial del posmodernismo<sup>2</sup>. Desde entonces dicha exposición ha marcado el paso de los logros y de los equilibrios globales de la disciplina.

El papel del curador de la Bienal de Arquitectura, a menos de pocos precedentes históricos en las primeras bienales, fue en general más enfocado a exhibir proyectos de arquitectos selectos, o de los propios curadores, que a utilizar la muestra para trazar líneas coherentes de reflexión a través de las obras (Baratta, 2014, p. 14). Por tal motivo, en 2014 la Fundación Bienal seleccionó al holandés Koolhaas, arquitecto y teórico de amplia experiencia y reconocimiento global, a fin de elevar el nivel conceptual y atractivo<sup>3</sup> de la exposición de arquitectura gracias a un proyecto global de investigación coral, supervisado por el mismo curador. La elaboración expositiva y temática que él propuso fue muy interesante y bien concertada; no obstante, varios críticos y arquitectos salieron de la visita con no tan sutiles sensaciones de desasosiego y de inquietud. Tales sensaciones se han demostrado reveladoras en su paralelo con la bienal siguiente, en 2016, la cual marcó, por su parte, otro singular acontecimiento en la historia del evento, al asignar, por primera vez, la curaduría a un arquitecto latinoamericano: el chileno Alejandro Aravena. A diferencia de esta bienal, las curadurías siempre habían sido asignadas a arquitectos o críticos del hemisferio norte del mundo.

El proyecto curatorial de Aravena se enfocó profundamente en mostrar acciones arquitectónicas comprometidas con contextos complejos y difíciles, que, por primera vez, pudieron resaltar en número y en una colocación disciplinaria mucho más amplia que lo que las bienales anteriores habían dejado percibir.

El comparativo entre estas dos bienales y sus temáticas parece capaz de revelar y exaltar la presencia de dos tendencias en acción, que bien podrían definirse, ya sea física o metafóricamente, como “hemisféricas”. De estas tendencias, la que se explicita en la curaduría de Koolhaas, y que, por lo general, corresponde al hemisferio “norte” del globo, ha gozado de mucha más visibilidad y de muchos más recursos de la otra. Paradójicamente, dicha tendencia parece afligida por un legado

1 De alguna forma, la referencia más cercana podría ser al “North-South Divide” y a las ideas de norte-global y sur-global. De todas maneras, en este texto se prefiere no hacerle referencia directa, por cuanto el concepto lleva implícito un papel y una actitud paternalista de Occidente. La intención es aquí investigar las diferencias como motor de conocimiento y crecimiento mutuo.

2 Bienal de 1980, curador Paolo Portoghesi: *La presencia del pasado*. Esta fue la bienal del *Teatro del Mundo* de Aldo Rossi y de la “Estrada Novísima”, que abrió un debate intenso, deviniendo un símbolo del movimiento posmodernista. Aquí expusieron: Frank O. Gehry, Rem Koolhaas, Arata Isozaki, Robert Venturi, Franco Purini, Ricardo Bofill, Christian de Portzamparc, etc. La bienal, en principio, no mantuvo estrictamente su cadencia bienal, que se establece definitivamente con la Bienal de 1996, con Hans Hollein como curador. Esta bienal se titulaba *El arquitecto como sismógrafo-sensores del futuro*.

3 Los visitantes de la bienal de 2014 fueron 228.000, con un incremento del 28% respecto a la edición anterior. Además, la organización decidió, a partir de esta bienal, extender el período de apertura a 6 meses, frente a los 3 habituales. La bienal de 2016 atrajo a 260.000 visitantes, con un ulterior incremento del 14%.

de desvío y de crisis disciplinaria, como confirman algunas de las críticas a esta misma bienal de 2014<sup>4</sup>.

Al contrario, la primera bienal curada por un arquitecto del “sur” del mundo pasó dejando huellas de pragmatismo, que transmitieron un real sentido de identidad y de desafío que, por algunos rasgos, parecen poder compensar esa crisis de valores; no obstante, esta bienal fue, a su vez, criticada por ensanchar demasiado los límites de la acción, hasta correr el riesgo de pisar utopías autoindulgentes y aniquilar el valor artístico de la disciplina, pues ofreció solo meras sugerencias, y no verdaderas soluciones, para los problemas planteados<sup>5</sup>.

Entre estos dos polos quizás pueda delinearse una lectura por tesis y antítesis que pueda trazar las bases para una reflexión global sobre los compromisos disciplinarios.

### Una observación necesaria

Ambos curadores de las bienales —Rem Koolhaas, por la 14<sup>a</sup> Bienal de 2014, y Alejandro Aravena, por la 15<sup>a</sup> Bienal de 2016—, son personajes altamente mediáticos. Los dos son ganadores del premio Pritzker<sup>6</sup>, demuestran una gran maestría a la hora de utilizar los medios de comunicación para difundir sus visiones y, sobre todo, para promover sus propias imágenes. Ambos tienen seguidores y detractores, que defendieron o reprobaron sus bienales. Es cierto que con sus firmas —OMA, la de Koolhaas, y *Elemental*, la de Aravena—, pertenecen a la élite de la disciplina, y también es probable que sus actitudes profesionales se destaquen de las tendencias sostenidas en sus curadurías para las bienales. De todos modos, el intento de esta reflexión crítica es enfocarse en el contenido de las bienales alejándose del relativismo y de la retórica para destacar juicios de mérito constructivos y progresivos. Las curadurías y las obras expuestas servirán para observar las especificidades de las tendencias que se han revelado como paradigmáticas.

### Las dos bienales

La bienal de 2014, curada por el holandés Rem Koolhaas, se titulaba *Fundamentals*. Sobre-saliente fue la exhibición *Elementos de Arquitectura*, una tabla periódica histórico-científica de

los principales elementos arquitectónicos: muros, techos, balcones, escaleras, ascensores, puertas y pisos, entre otros, y cuyo intento era, como fue declarado por el curador mismo, “mirar bajo un microscopio a los elementos fundamentales de nuestros edificios, utilizados por todos los arquitectos, en cualquiera lugar, en cualquier tiempo” (Koolhaas, 2014, p. 193) (figura 1).

Esta sección era acompañada por otras exhibiciones, como *Monditalia*, que miraba a Italia como un país en difícil equilibrio entre el caos y la realización de su potencial, y *Absorbing Modernity 1914-2014*, que involucraba las pequeñas embajadas arquitectónicas de cada nación presente en el predio de la bienal, para representar las vías por las que sus países habían absorbido la modernidad (Koolhaas, 2014).

La bienal de 2016, curada por el chileno Alejandro Aravena, fue titulada *Reporting from the front*, y presentó como su temática principal una panorámica global de experiencias ejemplares de arquitecturas que desafían los problemas sociales contemporáneos.

Mientras que la bienal de 2014 tenía un enfoque “enciclopédico”, y, como muchas bienales anteriores, parecía deplorar el presente, la bienal de 2016 presentó una vigorosa pragmatidad y un fuerte carácter experimental, comprometida con el presente<sup>7</sup> y enfocada en “investigar más explícitamente como y donde hay tendencias que van en dirección diferente, hacia una renovación [...] buscando mensajes esperanzadores [y] resultados que someter a un juicio crítico” (Baratta, 2016, p. 14) (figura 2).

### Metodología

Este texto no pretende ser una verdadera investigación científica positivista, sino una reflexión ordenada con raíces sólidas y substantiadas. El ámbito de esta reflexión se presentó por sí mismo bien circunstanciado, gracias a la utilización de las dos bienales como incentivo para fundamentar el razonamiento de una forma apropiada al propósito.

La reflexión, más de actualidad que histórica, se hizo a partir de la consulta y la interpretación de informaciones provenientes de fuentes primarias. Se recopilaron las notas de las visitas a las dos exposiciones y se estudiaron minuciosamente los catálogos de las Bienales de Venecia. Los catálogos de las bienales reportan el propósito programático de los curadores, con textos originales de ellos mismos y de la institución Bienal de Venecia, que, a través de las palabras de su presidente, Paolo Baratta, presenta las motivaciones de la

4 Para un rápido panorama de las críticas a esta bienal, véanse: Taylor-Hochberg (2014) y Stott (2014). Quizás, la más aguda síntesis de las razones de aquellas sensaciones de desasosiego se encuentra en las palabras del arquitecto y crítico Peter Eisenman: según él, Koolhaas fue “desmontando la bienal y con ella toda la arquitectura”. Citado en el artículo de Guy Horton (2014, p. III).

5 Para un rápido panorama de las críticas a esta bienal, véanse: Chatel (2016) y Cheng (2016), la cual se expresa de esta forma: “por una Bienal que aspiraba a pisar tierras de alto valor moral, Aravena ha dejado los críticos con sentimientos molestos” (Cheng, 2016, p. IV).

6 El Pritzker es uno de los premios de arquitectura más prestigiosos; Koolhaas lo ganó en 2000, y Aravena, en 2016 (el mismo año de la bienal).

7 De los 88 participantes en la bienal de 2016, 50 exponían por primera vez y 33 tenían menos de 40 años de edad (Fearson, 2016).

elección del curador y el objetivo general que se perfija esta importante entidad cultural italiana.

En los catálogos se documenta de forma ordenada el contenido de las muestras y se enumeran las muchas obras expuestas; a cada una de estas se dedican párrafos sintéticos de explicación de los aspectos conceptuales y disciplinarios primarios para los autores y los curadores. De igual forma, en dichos textos se citan, explícita o implícitamente, los motivos por los que fueron seleccionadas, y se da razón, al mismo tiempo, del objetivo de la curaduría y de los diferentes valores asignados a las obras. En el maremagno de las obras expuestas, hubo que dirigir la atención solo hacia algunos ejemplos emblemáticos, que fueron elegidos por su impacto emotivo a la hora de la visita a la bienal o que resultaron ganadores de premios de jurado. Fue una elección consciente, a la hora de redactar el texto, evitar de caer en ejemplos singulares, y utilizando, al contrario, los núcleos conceptuales de estas obras notables para generalizar temas sobresalientes.

De la misma forma, se eligió no mencionar las diferencias de escala al hablar de la “arquitectura”, sino aceptar como definición de esta todas las actividades que abarca la acción de modificar el ambiente, desde la macroescala (urbana, de paisaje y de los edificios) al micronivel (detalles constructivos y de interiorismo).

En segunda instancia, gracias al abundante aparato de prensa que despierta este evento, se buscaron y se consultaron entrevistas y artículos de actualidad (sobre todo, artículos *on-line*, dada la distancia geográfica donde se ha desarrollado el trabajo) que permitiesen reconstruir la opinión de arquitectos y teóricos de varios países al momento del estreno de las bienales. De igual forma, debido a la secuencia temporal de los eventos, se buscaron las declaraciones o las reflexiones dentro de las entrevistas y de los artículos que dejaran rastros de paralelos entre las curadurías.

Consecuentemente con lo anterior, se estudiaron algunos textos de referencias sobre el pensamiento disciplinario de los dos arquitectos curadores de las bienales, Aravena y Koolhaas, y otros textos más genéricamente enfocados en el contexto teórico contemporáneo occidental y en las peculiaridades del contexto latinoamericano, menos conocido por el autor.

Resultó fundamental el respaldo de la visita personal a estas y muchas otras Bienales de Venecia anteriores y posteriores. Esto permitió leer las informaciones en un más amplio espectro temporal y desarrollar las reflexiones a partir de memorias personales y de las sensaciones que cada muestra transmitió en su despliegue. Gracias a la impresión emotiva que el “carácter”



Figura 1. Entrada a la bienal de 2014. Sistema de falso techo técnico, como elemento de la arquitectura y ejemplo de las nuevas posibilidades tecnológicas. Es fuerte el contraste con la preexistencia histórica. Fuente: Galli (2014a) ©.



expositivo de estas dos bienales suscitó a la hora de visitarlas, muchas de las ideas confluidas en el presente artículo ya estaban formadas, y así se pudo desarrollar de forma casi natural los conceptos básicos que han constituido los aspectos fundamentales de la reflexión.

Por fin, todas las informaciones se procesaron a través de paralelos cualitativos y comparativos, que permitieron resaltar conceptos cardinales de diferenciación entre las aptitudes curatoriales, y, como se pretende resaltar en este texto, hitos fundantes de visiones disciplinarias diferentes y complementarias, que nos llevan a pensar en ellas como “hemisféricas”. En cuanto a los textos básicos de referencia, se seleccionaron las temáticas notables. Los criterios de elección surgieron de forma casi espontánea, debido a la gran confianza que ha ido adquiriéndose en el ámbito de las bienales analizadas, y fue posible construir un proceso de escrutinio por tesis y antítesis que parece llevar a síntesis fundadas, y posiblemente progresivas, respecto a una discusión que es esencial mantener viva en lo disciplinar.

Figura 2. Entrada a los arsenales de la bienal de 2016. La instalación recuperó los materiales empleados en la bienal de arte de 2014. Nota: es evidente la gran cantidad de material que fue utilizada, y que de otra forma se habría perdido. Fuente: Avezù (2016) ©.

## Resultados

### Descontextualización-contexto

La primera diferencia entre las dos bienales, y quizás la más grande, puede hallarse en las distintas relaciones que teje cada una de ellas con los contextos en los que se desarrolla la acción de la arquitectura.

En *Elementos de arquitectura*, Koolhaas practica una operación de substancial abstracción aplicada a la "arquitectura" entendida como construcción virtualmente indiferente al contexto en la que se construye. No se presentan experiencias contextualizadas, sino que se extraen las partículas elementales utilizadas por "todos los arquitectos, en todos los lugares, en todos los tiempos" (Koolhaas, 2014, p. 193) dejándolas flotar en un espacio arquitectónico diseccionado y artificial. No se destaca ningún nexo con un "lugar" ni se destaca relación alguna con problemáticas humanas que no sean puramente ergo-

nómicas. Esta operación, valiosa en términos de investigación conceptual, resulta abstracta hasta el punto de ignorar las necesidades culturales y contextuales que, de hecho, generaron las características técnicas de muchos de tales objetos; además de la sección "Elementos", por toda la bienal de Koolhaas, en los pabellones nacionales como en "Monditalia", el nexo con los contextos de las obras expuestas se revela eminentemente histórico, artístico y hasta "diagnóstico" y por lo general parece carecer del reflejo de la acción factual de construir arquitectura en un lugar "físico" socialmente caracterizado (figura 3).

La curaduría de Aravena, en 2016, se establece de forma casi completamente antitética, tratando de contribuir a la génesis de un paradigma que pasa, de forma casi brutal, "de un lugar visto en una dimensión metafísica, trascendente, poética a un lugar más corriente, más común, más cotidiano" (Aravena, 2002, p. 73), comprometido con la realidad medioambiental y social, (Zabalbeascoa, 2016; Vaisman, 2016). Si bien dicha relación contextual comprometida con la realidad medioambiental y social es, indudablemente, un valor, siempre más necesario para una sociedad globalizada en rápida mutación, el riesgo que se vio correr en varias obras expuestas en esta bienal es el de perder el aflujo poético que define la arquitectura como arte (figura 4).

Aravena apela a la sencillez del pensar la arquitectura: "Arquitectura es dar forma a los lugares donde vivimos. No es más complicado que así, pero tampoco es más sencillo que así" (2016, p. 19). La elementalidad que, obviamente, lo es solo en apariencia, en cuanto se carga de inmediato de las dificultades derivadas de la confrontación con las condicionantes del contexto político, ideológico y cultural y con las operaciones técnicas que se deben realizar en un espacio y un tiempo específicos, no puede, a su vez, prescindir de una profundizada investigación científica y artística que tenga como objetivo transmitir los valores culturales.



Figura 3. *Italian Limes-Folder*. Es una reflexión más filosófica que geográfica, ambiental, o hasta legal, sobre qué cosa significa hoy en día una frontera. El nexo con el contexto es puramente intelectual y diagnóstico, y es representado con sensibilidad artística.

Fuente: Galli (2014b) ©.

Figura 4. Instalación de Al Borde-*Dark Resources*. Una reflexión económica sobre los recursos con los que se construye la arquitectura. A estos se añaden los "recursos oscuros", o medios disponibles que provienen de fuentes no convencionales.

Fuente: Al Borde Arquitectos (2016) ©.



La relación con los lugares reales, con las personas y con sus necesidades materiales y espirituales requiere desafíos multidisciplinares. La arquitectura tiene que enfrentarse de tal forma a la política y a las fuerzas económica en juego. La disciplina no puede prosperar sin comprender la sociología, la antropología y la cultura de una sociedad; sin conocer el derecho que la limita, la ecología que define su sostenibilidad así como la ciencia y la técnica que la construyen; no obstante, la calidad artística de una arquitectura se define en el tiempo, que deja atrás muchos de los valores contingentes de sociedades en inevitable mutación, y por esto es indispensable una profunda reflexión sobre los elementos de permanencia con que la arquitectura misma se construye.

### Composición-proyecto

Koolhaas parece abogar por un abandono del paradigma de proyecto, para destacar una concepción más puramente compositiva, concibiendo los fundamentos de la disciplina como un repertorio de elementos físico-conceptuales aptos para discretizar un elemento continuo, como una arquitectura, en muchos elementos singulares y variables, (figura 5).

Si bien “proyecto” y “composición” mantienen algunas relaciones relevantes en el campo del diseño arquitectónico, la diferencia entre ambos que se quiere aquí subrayar reside en la actitud frente al proceso creativo. Por su étimo, el *proyecto* tiene fronteras indefinidas. El acto de proyectar no es exclusivo de la arquitectura: se aplica en muchos ámbitos, y abarca, en el intento de desarrollar el proyecto, muchas disciplinas y esferas diferentes. Por el contrario, la *composición* pertenece, de forma casi exclusiva, al campo de las artes, como yuxtaposición ordenada de partes en armonía.

El reduccionismo aplicado por Koolhaas en su bienal presenta un abandono casi total de la complejidad proyectual, al reducir el valor definitivo del diseño a las relaciones formales entre los elementos individuales. Esta actitud autolimita el campo hasta llegar a vaciar la disciplina de su esencia proyectual, de su instinto visionario hacia el futuro. El riesgo es dejar atrás las componentes complejas y, sobre todo, como parece pasar en muchas arquitecturas contemporáneas del “hemisferio norte”, el inevitable impacto social que cada acción proyectual tiene en cuanto acción cultural.

La bienal de 2016 marca otra antítesis en esta esfera. La exposición curada por Aravena resulta prioritariamente proyectual, hasta llegar a veces a desbordar en un excesivo pragmatismo. Según las mismas palabras programáticas del presidente de la bienal, la muestra de 2016 no está “interesada a la arquitectura como manifestación de un estilo formal, pero más bien como [...] herramienta de la vida social y política” (Baratta, 2016, p. 14).

La concepción del proyecto se amplía aún más allá de sus límites disciplinarios, abre su campo semántico a la totalidad de los procesos colectivos. El límite de esta posición opuesta es, a su vez, el hecho de caer en la trampa de una falsa actitud multidisciplinaria, que resulta dispersiva para los aspectos más puramente arquitectónicos. Las experiencias expuestas utilizan las herramientas arquitectónicas para restablecer una sinergia entre el ser humano, la sociedad y el medio ambiente, pero los resultados no siempre tienen la profundidad necesaria para definir hitos metodológicos o para emerger como ejemplos de permanencia (figura 6).

El enfoque casi experimental de las experiencias expuestas por Aravena se muestra capaz de enfrentarse a los problemas locales específicos sin dejar totalmente atrás la imprescindible escala global en la que se escriben todas las acciones contemporáneas (Fajardo & Oliveros, 2015, p. XVII). Al mismo tiempo, tiene el evidente límite de que muchas de las experiencias expuestas parece que no logren trascender la escala técnica para anhelar al estatus de arte que rinde inmortal la gran arquitectura.

Figura 5. Instalación *Elements*. Un catálogo de los principales componentes: muros, techos, balcones, escaleras, etc., exhibidos como piezas de montaje de los edificios.

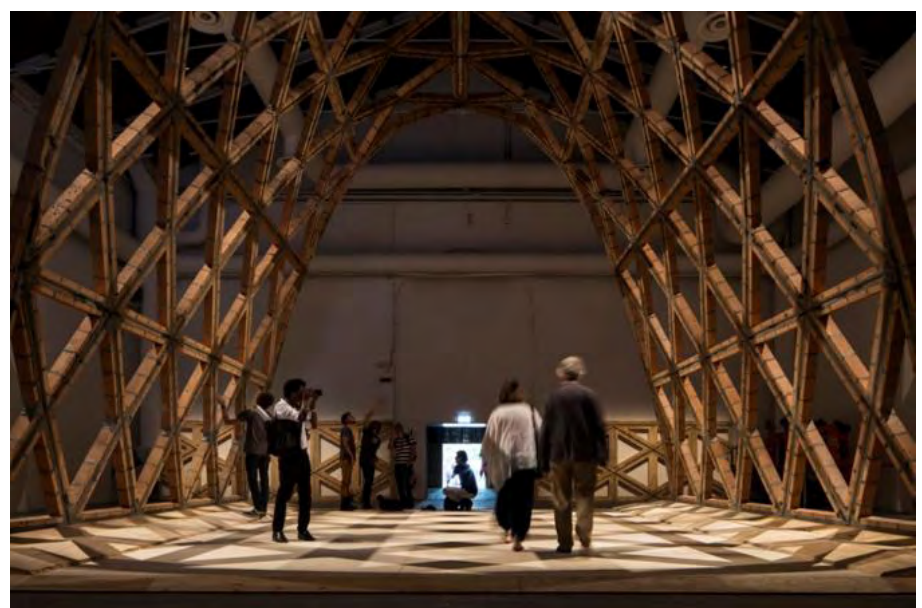
Nota: Más allá de la tecnicidad, se podía leer la intención de definir permanencias atemporales.

Fuente: La Biennale di Venezia (2014a) ©.

Figura 6. Gabinete de arquitectura (Solano Benítez, Gloria Cabral, Solanito Benítez. Asunción, Paraguay).

Nota: obra ganadora del León de Oro a la Bienal 2016. El valor técnico-constructivo sublima en arquitectura. “La obra [...] está dedicada a nuestra gente, a todos los que tanto nos han enseñado” (Benítez, citado en Ultimahora, 2016, párr. 2).

Fuente: La Biennale di Venezia (2016a) ©.





puro conocimiento y la suspensión del juicio; por lo tanto, parece perder el poder de definir hitos emblemáticos que desafíen el *estatus quo*<sup>8</sup> (Goldberger, 2000) (figura 7).

La exposición de Aravena de 2016 resulta “más política que curatorial” (Kochen, 2016). Esta bienal se sustancia de la atracción por la

(...) fenomenología de cuanto ha pasado en estos ejemplos positivos [...] como se han evidenciado y expresados los deseos y las necesidades, cuales los procedimientos lógicos, institucionales, jurídicos, políticos y administrativos que han inducido una demanda por la arquitectura y por lo tanto permitido a la arquitectura de encontrar soluciones además de las banales o autodestructivas. (Baratta, 2016)

La curaduría de Koolhaas muestra una desconexión total de los lugares reales, una visión atópica que prescinde y se desinteresa de las condiciones políticas, económicas y sociales. De acuerdo con ello, la relación con el poder económico y político resulta como un sustrato indiferente y aceptable en cuanto funcional para el crecimiento profesional del arquitecto, así como para las oportunidades que puede proporcionar para desarrollar investigaciones formales e individualistas.

No obstante lo anterior, por una acción proyectual que tienda a establecer relaciones profundas con los lugares, no es posible prescindir de un compromiso político y cultural. En las experiencias exhibidas por la bienal de Aravena, todas las especificidades de contexto —el contenido social, las constricciones burocráticas, las limitaciones políticas, los recursos económicos, el medioambiente, etc.— pasan a pertenecer a la caja de herramientas proyectuales, junto con las más estrictamente disciplinarias (Paredes, 2016, p. II). A su vez, todos los elementos técnicos y tecnológicos constituyen entidades manipulables para desafiar, de una forma u otra, las características económicas de los contextos. Se expresa con rigor y fuerza en las mismas palabras del curador Aravena su indolencia hacia los grandes capitales, que son “avaros e impacientes”. El poder necesita controlar el desarrollo, y, por lo tanto, el “conservadorismo de la burocracia tiende a producir un ambiente banal, mediocre y aburrido” (Aravena, 2016, pp. 20-21). Este desafío se extiende casi automáticamente a la visión sustancialmente conformista que la sociedad tecnológica contemporánea ostenta en la vertiente de las posibilidades tecnológicas. Materiales sencillos y locales se presentan en la bienal de 2016 como posibles y eficaces alternativas a los materiales industriales consuetos, y, sobre todo, a los materiales novedosos, que, si bien traen consigo un valor de investigación y de innovación,

8 El mismo Koolhaas expresa con claridad su punto de vista al decir: “nunca vi tanta pobreza [...] y casi instantáneamente entendí que era imposible juzgar lo que veía. En alguna forma solo puedes aceptarlo como una realidad”. Citado en (Ourossoff, 2012).

Figura 7. Korea-Crow's Eye View.

Nota: ganó el León de Oro como mejor participante nacional. “Un novedoso y rico cuerpo de conocimientos [...] es investigación en acción que expande la narrativa espacial y arquitectónica en la realidad geopolítica”, cita: el jurado. Del pabellón no filtraba complacencia ni prejuicio.

Fuente: La Biennale di Venezia (2014b) ©.

Figura 8. España ganó el León de Oro en 2016 como mejor participante nacional, gracias a la exhibición de 55 proyectos que han imaginado un nuevo diseño para los restos no terminados de algunas de las obras de las más grandes empresas constructoras de la historia de España. Los arquitectos expresan desafío a esta condición de abandono. Fuente: Galli (2016) ©.

### Conformismo-desafío

En la presentación de la bienal de 2014, el presidente Paolo Baratta expresa con fuerza cómo el principal intento de las bienales de los últimos años fue denunciar “la desconexión entre arquitectura y sociedad civil [y] el dualismo entre el exceso y la indiferencia [...] un peligro de conformismo, favorecido por la economía y la tecnología” (Baratta, 2014, p. 17). Utilizando estas palabras programáticas como hito, se intentará en este ulterior paralelo, ver las diferencias entre las dos bienales en relación con su actitud frente a los poderes políticos y económicos y frente a las posibilidades tecnológicas.

A pesar de un excelente y novedoso proyecto curatorial, Koolhaas parece traicionar parcialmente los intentos de oponerse a los excesos, a la indiferencia y a la desconexión entre arquitectura y sociedad civil. Casi paradójicamente, la bienal curada por Koolhaas resulta conformándose con las piedras angulares de la sociedad occidental y con su lectura de “la complejidad de la realidad sin complacencia o prejuicio”. Su curaduría se inclina hacia la abstracción, el

suelen a menudo carecer de integración y de sostenibilidad<sup>9</sup>. Con extrema síntesis, como en un manifiesto contrapuesto a las tendencias preponderantes, Aravena propone “contra de la escasez: el ingenio [...] contra de la abundancia: la pertinencia” (2016, p. 19) (figura 8).

Esta quintaesencia de una actitud sostenible contrasta con el enfoque maximalista que se había presentado en la miscelánea de elementos presentados por Koolhaas en su curaduría. En sus mostradores cada tecnología está igualmente disponible, y la selección que el arquitecto puede hacer se basa, preponderantemente, en los recursos disponibles. La exhibición de *Elementos de Arquitectura* intenta reconstruir la historia de cada elemento de la construcción reuniendo “antiguas, pasadas, corrientes y futuras versiones” de dichos elementos en una visión evolucionista. La contemporánea era digital permite “niveles de control drásticamente mejorados”, pero el mismo Koolhaas admite que, en general, no hemos todavía “ni siquiera empezado a confrontarnos con la vastedad en constante expansión de su potencial lado oscuro” (2014, p. 193).

La sostenibilidad, entonces, necesita volver a medirse en su conexión con el lugar y con la causa específica de la acción. Cuando hay escasez de recursos, no importa cuánta tecnología haya disponible, no hay otra forma de ser sustentable sino con el ingenio. La innovación regresa a un nivel metodológico sin perder su enfoque reformador y libera la disciplina de los innecesarios y limitantes prejuicios tecnológicos. “Un montón de barro, ladrillos, madera y bambú a la vista” comenta sobre la bienal de 2016, de forma casi despreciativa, una periodista estadounidense (Zeiger, 2016, p. VI), sin ver en su plenitud esos ejemplos virtuosos que presentaban una cumplida integración de elementos tecnológicos básicos, para conformar posibles y atrevidas soluciones a reales problemas logísticos, económicos, estéticos y, sin embargo, de identidad cultural.

### Excepcional-ordinario

Como revela Juan José Kochen, arquitecto y académico mexicano,

La Bienal de Aravena quiere identificar el progreso de la arquitectura con el de la gente. No busca reducir la cultura arquitectónica: busca erradicar su impostura y utilizarla como arma transformadora, no solo para un 5% de edificios y lugares excepcionales. (Kochen, 2016, p. XV)

Gracias a la bienal de Aravena, la necesidad de un sinnúmero interminable de pequeñas intervenciones para una mayoría casi invisible y de pocos recursos se contraponen a pocas grandes

<sup>9</sup> “Es la experiencia de trabajar con lo esencial, combinando construcciones tradicionales con ingenio y nuevas tecnologías la que pone por delante a Latinoamérica a la hora de aportar para el futuro” (Zabalbeascoa, 2016, p. XI).



obras icónicas por unas minorías que emplean grandes capitales, y a las que se asigna mucha visibilidad mediática y, a menudo, didáctica.

Las muchas intervenciones necesarias para satisfacer las necesidades materiales y espirituales básicas de las mayorías tienen, inevitablemente, que enfrentarse con “la siempre amenazante escasez de recursos, las implacables restricciones, la falta de tiempo y la urgencia de cualquier tipo” (Aravena, 2016, p. 20). Las experiencias expuestas en la curaduría de Aravena demuestran una actitud antagónica frente a la impostación “aristocrática” de la curaduría de Koolhaas. A las grandes ideas novedosas se contraponen el “buen sentido común” y respecto a las ideas majestuosas, cuyo valor está solamente en su unicidad, se resucitan valores antiguos del hacer arquitectura. Ideas concretas, pequeñas, sometidas a procesos de revisión, evaluación e innovación, que, posiblemente, recuperen y perfeccionen elementos de la historia constructiva de las comunidades, balancean el equilibrio frente a ideas atrevidas e innovadoras que hoy en día raramente encarnan valores compartidos (figura 9).

Figura 9. *France-Modernity: or menace?*

**Nota:** Mención especial del jurado por “analizar el suceso y los traumas conectados a las visiones de la modernidad” que se han generado en las ideas de los protagonistas franceses del movimiento moderno.

Fuente: Avezzi (2014) ©.

Figura 10. *Perú-Our Amazon Frontline*.

**Nota:** mención especial del jurado, por “llevar la arquitectura en un rincón remoto del planeta, haciendo que esta sea tanto un lugar de aprendizaje como un medio para proteger la cultura de la amazona”.

Fuente: Avezzi (2016) ©.

Queda claro, por otra parte, que las ciudades son organismos arquitectónicos, y que en ellas las excepcionalidades instauran un continuo diálogo con los lugares ordinarios (Rossi, 1995). Esto, además de inevitable, es el presupuesto constructivo de la identidad colectiva. Es imprescindible, entonces, que la disciplina busque una síntesis eficaz para devolver la “excepcionalidad” a elementos primarios que se constituyan en vectores de la construcción de la identidad colectiva y no se queden como iconos del poder económico de pocos (figura 10).

Más allá del común despliegue sobre los problemas de las grandes ciudades, se debe abrir la visión a que muchas ciudades tienen todavía una escala menor, y a que muchísimas personas, especialmente en los países menos desarrollados, viven en pueblos más o menos desconectados (LafargeHolcim Foundation, 2016, p. II). Todo esto necesita atenciones e intervenciones proyectuales eficaces, por lo que se hacen necesarios nuevos ámbitos didácticos que preparen a los jóvenes arquitectos más allá de los estereotipos especulativos de las estrellas de la arquitectura mediática (Segre, 2015, p. 179).

### Autoría<sup>10</sup>-participación

En *Fundamentals*, Koolhaas regresa a los básicos de la disciplina y conduce una introspección histórica erudita en los meandros del quehacer

arquitectónico. Su bienal enfoca la mirada eminentemente hacia el pasado, y su actitud curatorial es de total autoría de las obras expuestas y de las áreas expositivas. “Koolhaas ha empleado el doble del tiempo normalmente empleado a investigar y desarrollar la muestra (dos años)”<sup>11</sup> (Trafas, 2014, p. V). Su ejercicio de control de autor sobre la exhibición se ha alargado hasta redefinir la forma como las diversas componentes de la bienal dialogan entre sí. El arsenal, los jardines y el pabellón central han sido objeto de un diseño minucioso, que se ha ensanchado hasta definir un tema único para todos los participantes nacionales (*Absorbing Modernity 1914-2014*) (figura 11).

*Reporting from the front* se impone como una exhortación a que los arquitectos más comprometidos con situaciones complejas expongan sus obras y hagan de informar sobre su experiencia una prioridad, para que más personas estén al corriente de lo que hacen y, sobre todo, de cómo lo hacen. Esta exhortación por sí misma implica, por un lado, que la curaduría no pueda excederse en su autoría, la cual se limita, y eso no es poco, a ejercer el derecho de selección; y, por otro, que los arquitectos que exponen estén dispuestos a compartir sus métodos. Eso expone sus procesos y sus resultados a que puedan ser replicables, y por ello tienen que estar dispuestos a ver disminuir el valor de su autoría,

10 Para una referencia sobre el concepto de autoría, véase Davies (2011, p. 222).

11 Aravena ha empleado solo 10 meses para todo el proceso de ideación y organización, frente a los 24 de Koolhaas (Arquitecto, 2016, p. 2).



Figura 11. Sales Oddity: Milano 2 and the Politics of Direct-to-home TV Urbanism.

**Nota:** León de plata para el mejor proyecto de investigación de la sección Monditalia. “El proyecto presenta [...] un aspecto fundamental de las modernas sociedades [dominadas por la cultura neoliberal y tecnológica]: cómo el poder de los medios de comunicación ocupa otros espacios sociales, tanto física como políticamente” (Mora, 2014, párr. 4).

Fuente: Galli (2014c) ©.



Figura 12. Raúl Mehrotra y Felipe Vera.

**Nota:** Cada 12 años, más de 100 millones de personas se reúnen en la confluencia de los ríos Ganga y Yamuna, un lugar sagrado. La megaciudad de Kumbh Mela se crea en un par de semanas, y cuando llega un monzón se la lleva hasta no dejar rastro de ella. Es una arquitectura efímera, pero compleja y funcional.

Fuente: La Biennale di Venezia (2016b) ©.



a cambio del aumento de las posibilidades de avance en la evolución de sus mismos métodos.

Las obras expuestas en la bienal de Aravena demuestran que la arquitectura en acción está llamada a responder a más de un problema a la vez, y, por lo tanto, hay que “ensanchar el ámbito de los asuntos [...] añadiendo a la dimensión cultural y artística, que ya se encuentran en nuestra esfera, las que son en el lado social, político, económico y medioambiental del espectro” (Aravena, 2016, p. 21). Al ensancharse los ámbitos, inevitablemente, tienen que corresponder un alargarse del factor tiempo y un abrirse a dinámicas de participación. Un solo “autor” no puede abarcar un espectro tan amplio: la arquitectura es una disciplina colectiva, y los logros difícilmente resultan ser individuales<sup>12</sup>. La variable tiempo surge claramente en la bienal de Aravena como factor determinante para la calidad del proyecto, verdadera herramienta de diseño, y no solo línea temporal hacia una fecha de entrega (figura 12).

La calidad, como lo demuestra, de hecho, el mismo tiempo empleado por Koolhaas en desarrollar su exposición, necesita tiempo, investigación, confrontación y cura. Al contrario, y desafortunadamente, la tendencia comercial contemporánea pide siempre más producto en menor tiempo, para poder generar más ganancia y más visibilidad. Dicha actitud aplasta la creatividad contra las necesidades del mercado<sup>13</sup>, y prueba de esto son las obras de muchas empresas internacionales de la construcción y de algunas estrellas de la arquitectura global contemporánea, que, finalmente, reducen sus novedades iniciales a estilos formales descontextualizados que no generan ningún legado de escuelas metodológicas (Ouroussoff, 2012, p. 11).

En las experiencias vistas en la bienal de 2016, a una percepción “activa” del tiempo se asocia una temporalidad “pasiva”; es decir, se contempla la necesaria demora para la adquisición del producto arquitectónico por parte de la sociedad. A partir de ello se consideran las posibilidades proyectuales para facilitar esta reconexión, reconociendo las bases en los procesos humanos de participación que siempre han formado parte del proceso de constitución de la identidad. El proyecto se abre sobre estos principios a las interferencias de los procesos de participación, tema casi totalmente olvidado en las anteriores bienales, pero que, por el contrario, en 2016 juega un papel fundamental. La metodología participativa de diseño, y siquiera de construcción, gene-

ra una arquitectura más permeable en su papel social, abre al intercambio entre los profesionales y los usuarios, al enfrentamiento entre los profesionales y las instituciones, y evita que las prerrogativas autorales sean antepuestas al objetivo por el que se ejerce la acción proyectual.

A través del proceso participativo, el proyecto se hace “más interesado a las fuerzas en juego [y] cuanto más fuerzas, cuanto menos la noción de autoría es reconocible” (Deam, 2017, p. 40). Se podría añadir que cuanto menos es reconocible la noción de autoría, tanto más susceptible es el objeto arquitectónico de formar parte de un contexto cultural compartido, libre de cargas autorales abrumadoras.

La “arquitectura en acción es una herramienta de la vida social y política” (Baratta, 2016, p. 15), y esta consciencia debería dejar atrás el miedo a la pérdida del valor artístico individual de la obra, para abrir la disciplina a sus reales potencialidades, con miras a generar escuelas metodológicas de gran escala, en vez de líneas estilísticas particulares. La abstracción intelectual tiene que vincularse al pragmatismo factual, y con esto, redefinir la actitud informativa y de intercambio de informaciones. Por ese rumbo, la disciplina podría acercarse mucho más a la actitud de las ciencias, en cuyos ámbitos los investigadores y los técnicos se confrontan con bases comunes, a fin de permitir que los éxitos sean replicables, y los fracasos, evitables.

## Conclusiones

Estos cinco comparativos conceptuales, ejercidos sobre el cuerpo de las dos bienales, aclaran algunas de las diferencias disciplinarias que caracterizan los dos “hemisferios”. ¿Cómo puede esto, a su vez, delinear tendencias de acción paralelas, para las que valdría auspiciar una convergencia?

Según el análisis desarrollado, las siguientes características definen de manera evidente dos tendencias globales en acción en los relativos ámbitos “hemisféricos” de influencia (tabla 1).

La nítida división, al menos en relación con los conceptos resaltados, entre los dos hemisferios “norte” y “sur” deja abierta una grieta inspiradora. Entender el valor de las experiencias recíprocas en el contexto global actual puede arrojar luz sobre las potencialidades del diálogo entre estas dos tendencias, que, casi como las dos mitades de un pomo, solo en su unión pueden reconstituir la verdadera complejidad artística y social de la disciplina.

Entender el contexto como un ámbito “común”, sin intentar ver sus trascendencias a través de la abstracción, es igualmente limitante, por los valores disciplinarios, cuanto lo es una

12 Ver respuesta de Aravena al jurado del premio Pritzker en The Hyatt Foundation (2016, p. VII).

13 “La economía de Mercado ha erosionado el estatus moral de la arquitectura. Ha divorciado los arquitectos del público y empujados en los brazos del sector privado” (Koolhaas, 2014, p. 17).

14ª Bienal de Arquitectura (2014). Curador: Rem Koolhaas (Holanda)	15ª Bienal de Arquitectura (2016). Curador: Alejandro Aravena (Chile)
“hemisferio norte”	“hemisferio sur”
<b>Descontextualización</b>	<b>Contexto</b>
El contexto es una entidad que mantiene siempre un grado de abstracción en la determinación de las características y de las necesidades humanas.	El contexto es la realidad más común, más corriente y cotidiana; está vinculado al presente factual, a las condiciones ambientales y sociales.
<b>Composición</b>	<b>Proyecto</b>
Se asigna mayor valor a la componente artística de la disciplina, por lo que el estudio de las relaciones armónicas entre las partes asume un valor preminente.	Se valora la capacidad de resolver la mayor cantidad posible de problemas, con un diseño de arquitectura que haga converger todos los componentes multidisciplinarios.
<b>Conformismo</b>	<b>Desafío</b>
Las complejidades de la realidad son asumidas sin complacencia ni juicio, y el <i>status quo</i> político/tecnológico es visto como una condición natural.	Las características de la sociedad no son asumidas como naturales, y se las cuestiona en el interior del ámbito disciplinar, en los aspectos políticos y en las variantes tecnológicas.
<b>Excepcional</b>	<b>Ordinario</b>
Gran parte del valor de una obra le viene asignado por su originalidad, sus componentes de innovación, su valor económico y su unicidad.	Se aprecian un resultado o un método más allá de su valor y de su originalidad, los cuales merece solo si proporciona soluciones innovadoras a problemas reales y puede replicarse.
<b>Autoría</b>	<b>Participación</b>
El autor es la entidad que concibe la idea, que ejerce el control y la influencia decisiva para su desarrollo y cuyo nombre está indisolublemente relacionado con la obra.	Participación, cooperación e intercambio emergen como palabras clave. El autor de una idea valora su difusión a fin de mejorarla, más que mantener la autoría.

Tabla 1. Características de las dos tendencias globales; ámbitos “hemisféricos” de influencia y de acción.

Fuente: elaboración propia (2018).

reflexión totalmente destacada de los problemas reales, sociales y políticos. Un excesivo pragmatismo puede ser tan perjudicial como una visión excesivamente “encumbrada”.

El proyecto, como método, existe por sí mismo, sin los principios básicos de la composición, pero no en el ámbito de la arquitectura. Al mismo tiempo, la composición pierde su valor artístico en arquitectura si no consigue, a la vez, responder a los problemas multidisciplinarios que se le plantean al ser llamada a cumplir con su papel de modificación del ambiente humano y natural. Claramente, no siempre el arte es un valor imprescindible al construir cosas y casas ordinarias; no obstante, sí es imprescindible comprender la relación entre ordinario y excepcional en la construcción de la identidad colectiva de las comunidades. Por esto sería provechoso un profundo intercambio entre los dos hemisferios, para complementar sus acciones, abrirse a la participación y a la reciprocidad, para no dejar atrás los valores más importantes que se reflejan en el organismo construido de las sociedades.

Sobre un solo concepto se auspicia que el equilibrio de los valores en juego pese más hacia

una de las dos partes: el desafío. El contexto global actual, caracterizado por las grandes migraciones mundiales y por el cada día más frágil equilibrio medioambiental, pide con fuerza una profunda refundación que haga la disciplina más atenta a su impacto y más atrevida en su voluntad de desafiar los problemas que la contemporaneidad le sugiere (Arquitexto, 2016). Estas dificultades se revelan siempre más globales, y no solo hemisféricas, y la disciplina no puede ni pasivamente aceptarlas, ni activamente ignorarlas. Es indispensable e inevitable desafiarlas.

Indudablemente, en el auspiciado reequilibrio de las disparidades económicas y tecnológicas globales será necesaria la consciencia de que la sostenibilidad es un concepto sintético y holístico, al que deben pertenecer valores básicos de identidad, de producción material, de estructura y organización social, de relaciones políticas y de difusión de los conocimientos técnicos-científicos. Por esto, quizás, los países donde los recursos son más limitados, y los desafíos, más complejos, sean los que mejor puedan enseñar el camino para desafiar el actual estado de las cosas y lograr una sostenibilidad integral contraponiendo la pertinencia a la abundancia.

## Referencias

- Al Borde Arquitectos. (2016). *Al Borde-Dark Resources* [Archivo propio]. Recuperado de: <http://www.albordearq.com/>
- Aravena, A. (2016). Rationale. En *Fondazione la Biennale di Venezia, Mostra Internazionale di Architettura: Reporting from the Front, Biennale Architettura* (pp. 19-23). Venezia: Marsilio.
- Aravena, A. (Ed). (2002). *El lugar de la arquitectura*. Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile: Ediciones ARQ Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos.
- Arquitexto. (2016). Bial de Arquitectura de Venecia 2016. *Arquitexto* [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://arquitexto.com/2016/10/bienal-arquitectura-venecia-2016/>
- Avezzù, A., (2016) [Fotografías de La Biennale di Venezia] *Biennale Architettura 2016, ingresso/entrance* [Archivo propio].
- Avezzù, A., (2014) [Fotografías de La Biennale di Venezia] *Perù – Our Amazon Frontline* [Archivo propio].
- Baratta, P. (2014). Introduction. En *Fondazione la Biennale di Venezia Fundamentals Catalogue, 14. Mostra internazionale di architettura* (pp. 14-15). Venezia: Marsilio.
- Baratta, P. (2016). Introduction. En *Fondazione la Biennale di Venezia, Mostra Internazionale di Architettura: Reporting from the Front, Biennale Architettura* (pp. 14-18). Venezia: Marsilio.
- Chatel, M. (27 de junio de 2016). Critical Round-Up: Did Aravena's 2016 Venice Biennale Achieve its Lofty Goals? *ArchDaily*. Recuperado de: <https://www.archdaily.com/790218/critical-round-up-did-aravenas-2016-venice-biennale-achieve-its-lofty-goals>
- Cheng, L. (1 de agosto de 2016). Reporting from the Front or an affront to architecture? *ArchitectureAU Architecture Media* [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://architectureau.com/articles/reporting-from-the-front-or-an-affront-to-architecture/>
- Davies, C. (2011). *Thinking about architecture. An introduction to architectural theory*. London: Laurence King Publishing.
- Deam, L. (2017). Modern world conversation. Alejandro Aravena. *Dwell Magazine* (07), pp. 40-42. Recuperado de: [http://www.elementalchile.cl/wp-content/uploads/2017/08/170701\\_DWELL\\_MAGAZINE\\_CONVERSATION\\_ALEJANDRO\\_ARAVENA.pdf](http://www.elementalchile.cl/wp-content/uploads/2017/08/170701_DWELL_MAGAZINE_CONVERSATION_ALEJANDRO_ARAVENA.pdf)
- Fajardo, M., & Oliveros, T. (16 septiembre de 2015). La mirada social de Alejandro Aravena, el primer chileno en dirigir la prestigiosa Bienal de Venecia 2016 de Arquitectura. *El Mostrador* [periódico en línea]. Recuperado de: <https://www.elmostrador.cl/cultura/2015/09/16/la-mirada-social-de-alejandro-aravena-el-primer-chileno-en-dirigir-la-prestigiosa-bienal-de-venecia-2016-de-arquitectura/>
- Frearson, A. (23 de febrero de 2016). Aravena rounds up architecture's biggest names for Venice Biennale 2016. *Dezeen* [Revista en línea]. Recuperado de: <https://www.dezeen.com/2016/02/23/architects-participating-venice-architecture-biennale-2016-alejandro-aravena/>
- Galli, F. (2014a). [Fotografías de La Biennale di Venezia] *Soffitto-Padiglione Centrale-Giardini* [Archivo propio].
- Galli, F. (2014b). [Fotografías de La Biennale di Venezia] *Folder-Italian Limes* [Archivo propio].
- Galli, F. (2014c). [Fotografías de La Biennale di Venezia] *Andrés Jaque Ovejero, Office for Political Innovation-Corderie-Arsenale* [Archivo propio].
- Galli, F. (2016). [Fotografías de La Biennale di Venezia] *Pabellón Español* [Archivo propio].
- Goldberger, P. (2000). The Architecture of Rem Koolhaas. *The Hyatt Foundation* [Ensayo]. Recuperado de: [https://www.pritzkerprize.com/sites/default/files/inline-files/2000\\_essay.pdf](https://www.pritzkerprize.com/sites/default/files/inline-files/2000_essay.pdf)
- Horton, G. (20 de junio de 2014). Of Fundamentals and Fundamentalists: Critics Talk Koolhaas's Biennale. *Metropolis* [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.metropolismag.com/architecture/of-fundamentals-and-fundamentalists-critics-talk-koolhaas-biennale/>
- Kochen, J. J. (12 de julio de 2016). Una bienal más política que curatorial: 17 lecciones de la Bienal de Venecia 2016. *ArchDaily*. Recuperado de: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/791045/una-bienal-mas-politica-que-curatorial-17-lecciones-de-la-bienal-de-venecia-2016>
- Koolhaas, R. (2014). Elements of Architecture, Monditalia, Absorbing Modernity 1914-2014. En *Fondazione la Biennale di Venezia, Fundamentals Catalogues, 14. Mostra internazionale di architettura* (pp. 17-22/193-194). Venezia: Marsilio.
- La Biennale di Venezia. (2014a). [Fotografías de La Biennale di Venezia] *Biennale Architettura 2014-Fundamentals* [Archivo propio].
- La Biennale di Venezia. (2014b). [Fotografías de La Biennale di Venezia] Republic of Korea-Crow's Eye View: The Korean Peninsula [Archivo propio].
- La Biennale di Venezia. (2016a). [Fotografías de La Biennale di Venezia] *Cabinete de arquitectura-Rompiendo el sitio* [Archivo propio].
- La Biennale di Venezia. (2016b). [Fotografías de La Biennale di Venezia] *Rahul Mehrotra, Felipe Vera-Ephemeral Urbanism: Cities in Constant Flux* [Archivo propio].
- LafargeHolcim Foundation. (26 noviembre de 2016). How can people care about sustainability, when they have no security. *LafargeHolcim Foundation* [mensaje en un blog]. Recuperado de <http://www.lafargeholcim-foundation.org/Article/how-can-people-care-about-sustainability-with-no-security>
- Mora, P. (4 de julio de 2014). Bienal de Venecia 2014: SALES ODDITY/Andrés Jaque, León de Plata Mejor Proyecto de Investigación. Recuperado de: <https://www.archdaily.co/co/623405/bienal-de-venecia-2014-sales-oddity-andres-jaque-leon-de-plata-mejor-proyecto-de-investigacion>
- Ouroussoff, N. (septiembre de 2012). Why is Rem Koolhaas the World's Most Controversial Architect? *Smithsonian.com*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.smithsonianmag.com/arts-culture/why-is-rem-koolhaas-the-worlds-most-controversial-architect-18254921/>
- Paredes, S. (2016). Opinión-Urgencia y Optimismo: acerca de la 15a bienal de Venecia. *Revista ARQ*. [Arq ediciones]. Recuperado de: <http://www.edicionesarq.cl/2016/urgencia-y-optimismo-bienal-de-venecia-2016/>
- Rossi, A. (1995). *L'architettura della città*. Torino: Città Studi.
- Segre, R. (2015). *Arquitectura y urbanismo. Cuba y América Latina desde el siglo XXI*. La Habana: Editorial Arte y Literatura.
- Stott, R. (10 de junio de 2014). Critical Round-Up: Venice Biennale 2014. *ArchDaily*. Recuperado de: <https://www.archdaily.com/514611/critical-round-up-venice-biennale-2014>
- Taylor-Hochberg, A. (19 de junio de 2014). Archinect rounds up critical reactions to Koolhaas Biennale. *Archinect* [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://archinect.com/news/article/102190685/archinect-rounds-up-critical-reactions-to-koolhaas-biennale>
- The Hyatt Foundation. (13 de enero de 2016 enero 13). Alejandro Aravena of Chile receives the 2016 Pritzker Architecture Prize. *The Pritzker Architecture Prize* [Mensaje en sitio web]. Recuperado de: <https://www.pritzkerprize.com/announcement-ale-jan-dro-ara-ve-na>
- Trafas, Z. (18 de junio de 2014). Fundamentals: Venice Architecture Biennale. *Apollo Magazine*. Recuperado de: <https://www.apollo-magazine.com/fundamentals-venice-architecture-biennale/>
- Ultimahora. (2016). Solano Benítez gana el León de Oro en la Bienal de Venecia. *Ultimahora* [Periódico en línea]. Recuperado de: <https://www.ultimahora.com/solano-benitez-gana-el-leon-oro-la-bienal-venecia-n995233.html>
- Vaisman, R. (julio de 2016). Bienal de Arquitectura de Venecia: la trinchera de la realidad. *Cosas* [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://cosas.pe/cultura/23450/bienal-de-arquitectura-de-venecia/>
- Zabalbeascoa, A. (26 de mayo de 2016). Una bienal latina y a escala humana. *El País*. Recuperado de: [https://elpais.com/cultura/2016/05/26/actualidad/1464291361\\_789539.html](https://elpais.com/cultura/2016/05/26/actualidad/1464291361_789539.html)
- Zeiger, M. (junio de 2016). Is architecture really as guileless Aravena's Biennale suggests? *Dezeen*. Recuperado de: <https://www.dezeen.com/2016/06/01/opinion-mimi-zeiger-venice-architecture-biennale-2016-honest-fronting/>

# Diseño y artesanado: una mirada contemporánea

Design and craftsmanship: a contemporary view

**Pedro Arturo Martínez-Osorio**

Universidade Estadual Paulista, UNESP. Bauru (Brasil)

**Luis Carlos Paschoarelli**

Universidade Estadual Paulista, UNESP. Bauru (Brasil)

**Paula Da-Cruz-Landim**

Universidade Estadual Paulista, UNESP. Bauru (Brasil)

**Pedro Arturo Martínez-Osorio**

Arquitecto, Universidad Católica de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia.  
Magíster en educación, Universidad Simón Bolívar. Barranquilla, Colombia.  
Doctor en Design, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Bauru, Brasil.  
<https://scholar.google.es/citations?user=PjImUTsAAAAJ&hl=es&oi=ao>  
<https://orcid.org/0000-0002-9024-0918>  
pedro.martinez@cecar.edu.co

**Luis Carlos Paschoarelli**

Diseñador industrial, Universidade Estadual Paulista UNESP. Bauru, Brasil.  
Master en Design Universidade Estadual Paulista, UNESP Bauru-Brasil.  
Doctor en Engenharia de Produção, UFS. São Carlos, Brasil.  
Posdoctorado en ergonomía, Universidad de Lisboa. Lisboa, Portugal.  
<https://scholar.google.es/citations?user=C8bITFAAAAAJ&hl=es&oi=ao>  
<https://orcid.org/0000-0002-4685-0508>  
paschoarelli@faac.unesp.br

**Paula Da-Cruz-Landim**

Arquitecta, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP) (1987).  
Magíster en geografía, Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Rio Claro.  
Doctorado en arquitectura y urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP).  
Estágio de pós-doutorado na Universidade de Arte e Design de Helsingque na Finlândia.  
<https://scholar.google.es/citations?user=gwLh6VcAAAAJ&hl=es&oi=ao>  
<https://orcid.org/0000-0002-1510-7738>  
paula@faac.unesp.br

Martínez-Osorio, P., Paschoarelli, L., & Da-Cruz-Landim, P. (2020). Diseño y artesanado: una mirada contemporánea. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 130-137. <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.1975>



[dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.1975](http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.1975)

## Resumen

El escaso reconocimiento de la identidad y de la estética presentes en el artesanado y el uso de la caña flecha (*Gynerium sagittatum*) por parte de las culturas indígenas zenúes plantea la necesidad de indagar sobre cómo entender el diálogo entre el diseño, el artesanado y los procesos de producción industrial orientados hacia la innovación de procesos y productos en un contexto de sustentabilidad. Mediante una revisión bibliográfica organizada en dos fases (la primera, consistente en la búsqueda de artículos científicos y libros, y la segunda, en el análisis de estos), se pudo clasificar la información en dos categorías: 1) Design, Handcraft y nuevas tendencias y 2) Design y Decolonization. Como resultado, se muestran aspectos críticos en la relación entre diseño, artesanado y conocimiento indígena. En esta búsqueda se discute sobre el potencial que, desde el diseño, hace posible generar procesos de innovación; además, se presenta el diseño contemporáneo como una disciplina de síntesis que responde a un enfoque culturalista o esencialista del diseño con grandes capacidades de empoderamiento y emancipación en contextos periféricos. Todo ello permitió cuestionar cuáles metodologías permiten acercarse a la comprensión del legado de las culturas y los procesos de artesanado.

**Palabras clave:** artesanía; diseño centrado en el sujeto; diseño sustentable; humanismo proyectual; materiales tradicionales; tradiciones indígenas.

## Abstract

The low recognition of identity and aesthetics present in the craft industry and the use of *Caña flecha* (*Gynerium sagittatum*) by the Zenú indigenous cultures, highlight the need to inquire about how to understand the dialogue between design, craftsmanship and industrial production processes oriented towards the innovation of methods and products in a context of sustainability. Through a bibliographic review organized in two phases, - the first consisting of the search for scientific articles and books and the second in the analysis thereof -, allowed the classification of information into two categories: 1) *Design, Handcraft and New trends*, and 2) *Design and Decolonization*. As a result, critical aspects are shown in the relationship between design, crafts and indigenous knowledge. This search discusses the potential that, from design, makes it possible to generate innovation processes. Also, presents contemporary design as a discipline of synthesis that responds to a culturalist or essentialist approach to design, with great empowerment and emancipation capabilities in peripheral contexts. All of this led to question which methodologies allow to approach the understanding of the legacy of cultures and craft processes.

**Keywords:** crafts; subject-centered design; sustainable design; projective humanism; traditional materials; indigenous traditions

## Introducción

Este artículo hace parte de la investigación titulada *Técnicas tradicionais indígenas para o desenvolvimento de produtos de Design sustentável com Gynerium sagittatum*, desarrollada en el doctorado<sup>1</sup> en Design del PPGDesign de la Universidad Estatal Paulista (UNESP), Campus de Bauru, Brasil, y en la cual se propone explorar cuestionamientos respecto a: ¿Cómo las técnicas tradicionales de los indígenas zenúes de Colombia pueden contribuir al desarrollo de métodos para el procesamiento de *Gynerium Sagittatum* empleando conceptos de diseño sustentable?, ¿Cómo dichos procesos pueden contribuir a la generación de materiales para ser aplicados en el diseño de mobiliario empleando conceptos de sustentabilidad? Se tiene como hipótesis que las técnicas tradicionales de los indígenas zenúes son un gran insumo para el desarrollo de nuevos procesos y productos de *Gynerium sagittatum* empleando conceptos de sustentabilidad, con una ligación a la identidad, el lugar y lo local.

En este artículo se presentan algunas de las indagaciones que forman parte de la búsqueda documental de la investigación, la cual comparte estrategias metodológicas con otros trabajos publicados (Martínez, Barana, Rocha & Paschoarelli, 2017; Martínez, Paschoarelli & Da Cruz Landim, 2018; Martínez, Da Cruz Landim

1 Agradecemos al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) y al Departamento de Sucre, Colombia, por el apoyo con la beca obtenida dentro de la convocatoria para la formación de capital humano de alto nivel para el departamento de Sucre (2014).

& Barata, 2018), además de centrar la atención en importantes reflexiones contemporáneas respecto a la relación, cada vez más fuerte, entre diseño y artesanado en el contexto contemporáneo, y en el cual existe un interés creciente por generar productos con un alto componente de innovación para atender las cuestiones sobre identidad, estética y sustentabilidad. Se propone, a partir del panorama identificado, un interrogante sobre las posibilidades de trabajo con los valores implícitos en la artesanía zenú de Colombia y el potencial que, desde el diseño, puede generar procesos de innovación a partir de los conocimientos de las comunidades indígenas.

Una definición muy escueta de lo que se considera *artesanado* es la que lo supone como un oficio en el cual se desarrollan, principalmente, objetos de uso doméstico, realizados con instrumentos elementales y, en gran parte, a través del uso de las manos.

En muchos contextos, generalmente aquellos de países “periféricos” o “económicamente menos favorecidos” (Bonsiepe, 2011, p. 21), como es el caso de los de Latinoamérica, el artesanado se encuentra ligado fuertemente a una larga tradición que se remonta a los pueblos indígenas, de los cuales ha heredado técnicas, el uso de determinados materiales, informaciones de carácter estético y simbólico y los rasgos distintivos de su visión de mundo y de su identidad.

Históricamente, se tuvo una visión economicista del artesanado, al cual se asumió como algo atrasado, como parte del pasado (Barbosa, 1983, p. 49), carente de valor práctico, más bien exótico, muy poco relacionado con los procesos industriales capitalistas. Hoy en día, esa visión es discutida, por una parte, tomando en cuenta aspectos relacionados con una producción más amable con el ambiente; por otra, debido a la necesidad, cada vez más urgente, de generar procesos innovadores, que puedan diferenciar los productos en un mercado altamente competitivo.

En ese sentido, el artesanado actualmente despierta interés, con la intención de llevar los significados, las tradiciones y la identidad cultural de las comunidades, para hacer parte de procesos de desarrollo de nuevos productos industriales. En este tipo de propuestas, el artesanado cumple un papel desencadenador del saber colectivo; en cierta medida, como una marca de origen que individualiza determinadas líneas de producción industrial (De Vives, 1983, p. 134).

Un ejemplo interesante en ese interés por resignificar la relación entre diseño y artesanado se encuentra en las propuestas que recoge el documento *Designers meet artisans. A practical guide*, desarrollado por UNESCO (2005), y en el cual se presentan distintas exploraciones que reinterpretan el papel del diseño, como un puente para relacionar los conocimientos de los artesanos y su saber hacer, y el cual se observa

cada vez más desconectado de las necesidades y los intereses de los consumidores; así también, con el fin de establecer caminos para llenar el vacío en cuanto a las referencias de un contexto cultural de los productos en un mercado global homogenizado (p. 4).

Otro ejemplo de las teorías de la relación entre el diseño y el artesanado se encuentra en la idea de ejercer el diseño como práctica libertaria (Bonsiepe, 2011), muy cercano a los planteamientos de Manzini (2009), quien se refiere a los conocimientos necesarios para el nuevo papel del diseño en la búsqueda de un desarrollo local y regional. Manzini propone resignificar la visión que se tiene sobre el artesanado, así como promover nuevas maneras de producir, diseñar y enseñar el diseño de forma “no occidentalizante”, al igual que generar nuevas herramientas y reflexiones desde el diseño “para estimular y direccionar discusiones estratégicas” (Manzini, 2009, pp. 11-12), un conocimiento que guíe una nueva práctica del diseño.

Arturo Escobar (2016) engloba diferentes conceptos asociados a la idea de una práctica libertaria del diseño, desde una nueva reorientación ontológica, en lo que dicho autor llama *diseño para la autonomía*. Este se caracteriza, entre otros aspectos, por tener como objetivo la realización de lo comunal; acoger lo ancestral tanto como nuevos futuros posibles; privilegiar intervenciones para el fomento de formas de organización no patriarcal, no liberal, no centrada en el Estado y no capitalistas; considerar la articulación comunidad-actores sociales-tecnologías heterónomas; abierto a concepciones *pluriversales* para hacer prosperar la vida. El diseño para la autonomía da esperanza a la rebelión en defensa de los principios de la vida (Escobar, 2016, p. 214).

Escobar (2016) recoge de forma interesante lo que se puede considerar un enfoque pertinente para establecer un diálogo entre diseño, artesanado y conocimiento indígena, debido a que articula el respeto por la tradición y el desarrollo de nuevas alternativas en la construcción de futuros posibles, en armonía entre lo humano y lo natural.

Dentro de esos procesos de reinterpretación y sinergia entre el artesanado y la industria, el diseño está llamado a ser una disciplina donde convergen diversos conocimientos, cumpliendo un papel mediador en la asimilación de los significados y los procesos dentro del artesanado, en su adaptación a las metodologías de producción industrial a las que es convocado como recurso para la innovación y la diferenciación de productos contemporáneos.

El interés en el presente trabajo por estudiar las posibilidades de innovación a partir del conocimiento indígena, específicamente hablando de la comunidad indígena zenú de Colombia, se relaciona con la debilidad identificada en la capacidad de investigación y desarrollo tecnológico en



Figura 1. Cultivo de caña flecha (*Gynerium sagittatum*) en Sampués, Sucre, Colombia.

Fuente: elaboración propia (2015).

comunidades indígenas en el departamento de Sucre, y en Colombia en general (lo cual puede aplicarse también al ámbito latinoamericano), como herramienta para potencializar el desarrollo local de esos grupos humanos, a fin de aportar de esa forma al desarrollo sustentable de la región y del país.

En la actualidad, en el departamento de Sucre, Colombia, sobreviven grupos indígenas descendientes de la gran familia zenú, que aún mantienen vivas algunas de las tradiciones de su cultura. Están organizados en cabildos indígenas y comandados por un cacique, y se dedican, en su mayoría, a la fabricación de artesanías con fibras de caña flecha (*Gynerium sagittatum*) (figura 1). Las comunidades indígenas zenúes del departamento de Sucre sobreviven en unas condiciones muy precarias de desarrollo humano, luchando por superar la pobreza extrema y la recuperación de su cultura. En general, padecen problemas de accesibilidad a servicios básicos, así como la carencia de vivienda digna y de buenas y suficientes tierras para cultivar.

Existen algunas iniciativas y estrategias del gobierno de Colombia para atacar brechas estructurales en esas comunidades, como, por ejemplo, la aplicación de un sistema de educación indígena para el pueblo zenú (SEIP) o la inclusión en programas como Familias en Acción (Gobierno de Colombia, 2018). Algunos de dichos intentos para aportar a la superación de las brechas estructurales de las comunidades indígenas, si bien generaron cambios positivos, provienen de políticas con un enfoque asistencialista del desarrollo, las cuales, desde ciertas miradas, pueden limitar el alcance por parte de las comunidades de un desarrollo posible desde sus propios intereses, pues tienen muy poco acceso a la comprensión de los procesos de innovación y desarrollo que desde lo local puedan apalancar sus propias potencialidades.

Tomando en cuenta las necesidades descritas, se pretende generar una reflexión desde el dise-

ño, así como su responsabilidad social, en otro sentido del planteado por esta disciplina, la cual se ha enfocado, en gran medida, en el desarrollo de productos para el consumo de moda; en vez de este último, se propende por el sentido que plantea Bonsiepe (2011) cuando habla del diseño como la “solución inteligente de problemas” y la capacidad de este para construir un mundo diferente, un “humanismo proyectual”, entendido como “El ejercicio de las capacidades proyectuales para interpretar las necesidades de grupos sociales y elaborar propuestas viables, emancipatorias, en forma de artefactos instrumentales y artefactos semióticos” (Bonsiepe, 2011, p. 21).

En el departamento de Sucre, a pesar de las debilidades y las problemáticas identificadas, existen unas potencialidades que pueden aprovecharse para generar desarrollos que puedan impulsar el mercado, ya sea interno o externo, según las condiciones que se generen. Entre otras potencialidades, se puede identificar una tradición cultural ancestral que aún sobrevive en las comunidades indígenas, en torno a la caña flecha; sobre todo en cuanto a la producción de artesanías desde el diseño, son muy pocos los estudios en pro de encontrar vías alternativas para el desarrollo y la innovación desde el uso de esta tradición, lo cual es un escenario de trabajo e investigación muy prometedor para generar procesos y productos innovadores.

## Metodología

Este artículo hace parte de la búsqueda de referentes en el proceso de justificar y dar soporte a la propuesta de investigación que integra temáticas inherentes a la relación entre diseño, artesanado y conocimiento indígena. La metodología de tipo cualitativo desarrollada para esta revisión bibliográfica, y que es la fase preliminar de una investigación más amplia, tuvo como propósito identificar los abordajes investigativos recientes sobre la relación entre el diseño y el artesanado.

La revisión se llevó a cabo en dos fases: una primera fase donde se revisaron artículos científicos y libros, producto de investigación en las bases de datos ScienceDirect, Scopus, Proquest, JSTOR-Art & Sciences II, EBSCOhost. Se establecieron como palabras clave en la búsqueda: "design" y "handcraft," y se incluyeron solo los documentos que cumplieran con los filtros que se establecieron: journals, books, Open Access articles.

Los criterios de selección de los documentos identificados fueron: 1) *design*-enfoque colaborativo, 2) *design*-intervenciones comunidades indígenas, y 3) *Handcraft*-nuevas tendencias de trabajo. Se adoptaron esos criterios debido a que se relacionan directamente con los intereses de la propuesta en construcción.

La segunda fase consistió en el análisis de la información recopilada en fichas de lectura de los artículos seleccionados como más relevantes por los temas abordados. Para el estudio de los documentos se tuvieron en cuenta como elementos de análisis: el concepto sobre la relación diseño-artesanado, los materiales y los métodos utilizados, y el papel de las comunidades involucradas en los procesos investigativos. La búsqueda se complementó con la ampliación, específicamente, de las temáticas: "*design-decolonization*", "*design-empowerment*" y "*design-Gynerium sagittatum*", a través de la revisión de referencias bibliográficas extraídas de los artículos, a fin de conseguir un panorama teórico más amplio.

Finalmente, se clasificó la información encontrada en dos categorías: 1) *Design-Handcraft*, nuevas tendencias, y 2) *Design-Decolonization*, las cuales permitieron acercarse a una comprensión general del panorama identificado.

## Resultados

### Diseño y artesanado: los abordajes contemporáneos

En los últimos años, el artesanado despertó el interés de los procesos de producción industrial, debido a las condiciones prometedoras que este ofrece para la innovación. Se explora, con esa nueva perspectiva, su potencial comunicacional haciendo posible un diálogo en doble vía entre artesanos y diseñadores (Yair, Press & Tomes, 2001, p. 384).

En el camino de construcción de ese nuevo diálogo entre diseño y artesanado, se habla de la generación de un nuevo conocimiento que sale desde el grupo de diseño hacia el equipo de producción. Yair et al. (2001, p. 393) hablan sobre cómo ese conocimiento puede ser transferido generando competencias estratégicas y productos competitivos, debido a su gran diferenciación en el mercado y su difícil emulación, lo cual, en muchos casos combinado con desarrollos tecnológicos, les

permite a las empresas satisfacer las necesidades de sus clientes al incorporar un alto valor en los productos, y así ser más competitivos en un mercado globalizado (Linzone, 2008, p. 38).

Se realizan cada vez más ejercicios en los cuales se exploran las posibilidades de ese diálogo entre diseño y artesanado, como, por ejemplo, el estudio desarrollado por Alexandre, Gómez y Valente, donde se exploran mecanismos para relacionar a diseñadores y artesanos con el fin de mejorar y revitalizar el trabajo de los artesanos implementando en el proceso de producción, los recursos y los conceptos de la industria enfocada en nuevas tecnologías (*computer aided technologies* [CAX]), con el fin de explorar el establecimiento de bases sostenibles entre diseñadores y artesanos en el contexto de un trabajo colaborativo (2015, p. 1089).

En un trabajo colaborativo desarrollado por Tung (2012), se propone el diseño como catalizador del conocimiento artesanal hacia otras industrias creando sinergias para estimular el desarrollo de lo local y tomando en cuenta tanto la sostenibilidad como aspectos comerciales y de mercado:

The fusion of craft and design manifests a design praxis and model which in turn presents a promising strategy for product development. Hence, engaging designers to collaborate with craftspeople is not only helpful for the regeneration of traditional crafts, but it also allows designers to obtain new design experiences, which could broaden their design horizons. (p. 71-74)<sup>2</sup>

En el sentido que plantea Tung, es posible una integración entre diseño y artesanado como una estrategia innovadora y promisoría para el desarrollo de productos, a la vez que como una posibilidad interesante de expandir los horizontes y los límites que preexisten en el diseño.

En el proceso de cocreación que describe Tung, se proponen dos maneras de aproximación entre el diseño y artesanado. Una es la introducción de métodos adecuados de manufactura en los procesos de producción, y otra es explorar nuevas técnicas alternativas a través de la intuición y la experimentación (Tung, 2012, p. 77).

Este creciente interés por el trabajo colaborativo entre diseño y artesanado puede generar posiciones encontradas; sobre todo, en relación con el debate sobre la identidad en la contemporaneidad. Por una parte, al defenderse la ruptura con el pasado y la generación de nuevas identidades en la búsqueda de la innovación (Yagou, 2007; Kalyan, 2011); por otra, cuando se

2 La fusión de la artesanía y el diseño manifiesta una praxis y un modelo de diseño que a su vez presenta una estrategia prometedora para el desarrollo de productos. Por lo tanto, involucrar a los diseñadores para que colaboren con los artesanos no solo es útil para la regeneración de las artesanías tradicionales, sino que también les permite a los diseñadores obtener nuevas experiencias de diseño, lo que podría ampliar sus horizontes de diseño.



Figura 2. Caña flecha (*Gynerium sagittatum*) en Sampués, Sucre, Colombia.  
Fuente: elaboración propia (2016).

Figura 3. Artesanos indígenas en Sampués, Sucre, Colombia.  
Fuente: elaboración propia (2017).

procura generar contactos con el pasado, en busca de apropiación e identidad local y regional, como una reafirmación y una forma de diferenciación en el mercado global (De Castro, 2007; Ota, 2012; Cardoso, 2012).

Son interesantes las investigaciones enfocadas en el sentido de la búsqueda de identidad para el desarrollo de productos con la estrategia diseño y artesanado; sobre todo, las desarrolladas en torno a la resignificación y la reinterpretación de las posibilidades de los materiales tradicionalmente utilizados en el artesanado. Tal es el caso de los desarrollos tecnológicos en relación con los nuevos usos del caucho, el coco, el bambú y otros residuos agrícolas como sustitutos de la madera para el desarrollo de nuevos productos (Durst, Killmann & Brown, 2004, p. 47), (Pereira & Beraldo, 2008, p. 40), (Jarusombuti, Hiziroglu, Bauchongkol & Fueangvivat, 2009; Esteve-Sendra, Moreno-Cuesta, Portalés-Mañán & Magal-Royo, 2012, p. 777).

En los mencionados estudios se habla de una iniciativa interesante para abordar el reto de una producción más sostenible, no solo con la perspectiva ambiental, sino también vista desde un compromiso para contribuir a generar un cambio social de fuertes repercusiones en la estructura económica. A su vez, proponen un camino prometedor a la hora de abordar, desde el diseño, problemas estructurales en el mundo contemporáneo.

### Una propuesta desde el diseño contemporáneo como aproximación al conocimiento indígena en el artesanado zenú

A escala global se puede observar un incremento en la necesidad de responder de mejor forma a los problemas ambientales, así como un creciente interés en lograr conexiones que ayuden a proteger y conservar conocimientos ancestrales de los indígenas en un contexto cada vez más globalizado (Kotze & Traynor, 2011, p. 272).

Pacheco, Barrero y Gómez Vásquez (2013) describen trabajos desarrollados en Colombia utilizando la estrategia de articulación entre diseño y artesanado, cuyo enfoque radica en usar estrategias ecotecnológicas en el proceso de producción, para lograr un manejo sostenible de los recursos naturales y mejorar así el desbalance tecnológico en relación con la participación sostenible de la producción del artesanado en los mercados globales (Pacheco et al., 2013, p. 120).

En el sentido del enfoque tecnológico abordado en los procesos de articulación entre diseño y artesanado, se plantea aquí una propuesta de investigación para abordar cuestiones relativas al rescate de la identidad de la comunidad de artesanos descendientes de la etnia zenú, comunidad indígena de la región norte de Colombia, debido a la importancia del legado cultural de esta comunidad, evidenciado en los productos artesanales elaborados a partir de la utilización de *Gynerium sagittatum* (figura 2), los cuales son patrimonio y símbolo nacional que identifica la producción artesanal de Colombia en el mundo.

Son diversos los trabajos que se han desarrollado en torno a las posibilidades de la caña flecha, o caña brava (*Gynerium sagittatum*), como material sustituto de la madera para el desarrollo de nuevos productos forestales. Tal es el caso de los desarrollos en el tema por parte de Contreras y Owen (1997), Contreras, Owen, Cloquell y Contreras (2004), Contreras, Cloquell y Owen (2008; 2010), Contreras y Owen (2011) y Miranda (2005), sobre laminados de caña brava y la producción de tableros de gramíneas y otros residuos vegetales, incluyendo caña brava, así como la fabricación de elementos estructurales tipo Parallam a base de laminados de caña brava. Todo ello manifiesta el interés por parte de la comunidad científica en este material y su potencial para el desarrollo de productos forestales.

Se propone, a partir de las problemáticas identificadas y los referentes encontrados, la investigación denominada *Técnicas tradicionales indígenas para o desenvolvimento de produtos de Design sustentável com Gynerium sagittatum*.



Se busca con esa investigación generar nuevas posibilidades de desarrollo de productos a partir de la reinterpretación de los conocimientos de comunidades indígenas (figura 3) (Martínez, Da Cruz & Barata, 2018), la construcción de diálogos significativos entre diseño y artesanado, enfocados en la creación de sinergias y el empoderamiento de las comunidades periféricas desde un nuevo posicionamiento tecnológico, y cuestionando desde el diseño los procesos de colonización y poscolonialismo que desencadenaron el sistema de mundo vigente, y que ha determinado la historia de América Latina (Quijano, 2000, p. 246).

En esta investigación, el diseño desde las reflexiones contemporáneas sobre tecnología, identidad y globalidad ataca problemas estructurales en la región Caribe colombiana, como las pocas capacidades de investigación y de desarrollo tecnológico en comunidades indígenas en el departamento de Sucre, como un obstáculo que impide potencializar el desarrollo local de esos grupos humanos. Se pretende también impactar en la cadena productiva de la madera en Colombia, la cual requiere con urgencia investigar e innovar sobre la transformación y la generación de valor agregado para aprovechar las oportunidades que brinda el mercado nacional y el internacional para este sector, para aportar de esa forma al desarrollo sustentable de la región y del país.

## Discusión

Desde el panorama identificado surge una serie de interrogantes que abren el camino a una discusión interesante, por una parte, en cuanto a la relación entre diseño y artesanado, y, por otra, en torno a la relación entre diseño, identidad y conocimiento indígena. Una primera reflexión sería en el sentido de analizar qué motiva el creciente interés de la industria y el diseño contemporáneo para relacionarse con técnicas y conocimientos ancestrales y populares.

Muchos de los ejemplos identificados enfatizan la importancia de la participación en procesos colaborativos de diseño; sobre todo, por su capacidad de empoderar a los participantes (Saskia, 2015, p. 239). En tal sentido, algunas de esas iniciativas de empoderamiento a comunidades de artesanos vienen acompañadas por incentivos gubernamentales hacia la innovación como una variable importante para ser tenida en cuenta en los procesos de producción, ya que logra una mayor competitividad frente a las necesidades cambiantes de un mercado globalizado (Jiménez Castañeda, Domínguez Hernández, & Martínez Castro, 2009, p. 8), lo cual también permite estrategias de mercado justo, como alternativas éticas a las prácticas de mercado neoliberales (Alvarado, 2009, p. 301).

Por otra parte, Campbell (2014) busca entender ese interés desde otra óptica, al plantear la necesidad de la industria contemporánea de

personalizar y dar valor agregado a sus nuevos productos, lo cual es difícil de conseguir simplemente con estrategias innovadoras, pues la industrialización, pese a tener múltiples posibilidades de diferenciación, muy difícilmente contiene una carga de memorias y significados que son inherentes al artesanado (Campbell, 2014, p 56).

Sudjic (2010) pone especial énfasis en esa capacidad comunicativa de los objetos y explica el interés del diseño contemporáneo en trabajar con el carácter emocional de los objetos:

Vivemos numa época em que nossa relação com aquilo que possuímos está passando por uma transformação radical. Desde que surgiu como profissão independente o design é usado para manipular o desejo. (p. 21)<sup>3</sup>

Esto que plantea Sudjic, posiblemente, da indicios sobre algunos intereses que pueden influir en las motivaciones de la industria del diseño en acercarse al artesanado en busca de sus potencialidades.

Otras reflexiones sobre el contexto identificado, en el sentido de entender el diálogo que se construye entre diseño y artesanado en su asimilación a los procesos de producción industrial, serían: ¿cómo se aprehende ese proceso en cada uno de los actores? ¿Qué situaciones se generan en el proceso?

Taffe (2015) cuestiona los procesos colaborativos en el diseño planteando diferentes paradojas en el contexto de procesos de cocreación en los cuales el diseñador trabaja colaborativamente con usuarios finales del producto que se va a desarrollar. Propone al respecto tres paradojas: 1) la paradoja del usuario rechazando diseños para sí mismo, 2) la paradoja del usuario actuando como diseñador y, finalmente, 3) la paradoja del usuario diseñando para usuarios ideales en colaboración con el diseñador (Taffe, 2015, pp. 47-52).

Esa reflexión de Taffe (2015), aunque en un contexto distinto del contexto del trabajo colaborativo entre diseñadores y artesanos, refleja aspectos de interés que pueden presentarse en el proceso de cocreación entre diseño y artesanado. Algunos de dichos aspectos son interesantes en el sentido de empoderar al artesano, pero en otros se necesita la cautela, ya que es preciso siempre tener como foco problemas reales a los cuales se busca una óptima solución.

Campbell (2014, p. 61) habla de *diseño emancipador* refiriéndose a las posibilidades del diseño de empoderar comunidades; en este caso, comunidades indígenas, artesanos, comunidades periféricas que, a través de procesos de cocreación, son estimulados en su proceso autónomo de desarrollo. Tromp y Hekkert (2016) plantean

3 Vivimos en una época en que nuestra relación con aquello que poseemos está experimentando una transformación radical. Desde su surgimiento como profesión independiente, el diseño se ha utilizado para manipular el deseo.

algo similar en relación con las implicaciones sociales del diseño, desde las cuales el diseñador es impulsado a diseñar productos servicios que faciliten el cambio actitudinal en el contexto (p. 27). En el mismo sentido, Wiltschnig y Christensen (2013) consideran los procesos de cocreación algo necesario para estimular la práctica cotidiana del diseño.

Otros cuestionamientos interesantes para ser discutidos serían: ¿cuáles metodologías son apropiadas para generar ese diálogo entre diseño y artesanado? ¿Cuáles metodologías permiten acercarse a la comprensión del legado de las culturas aborígenes inherente al artesanado? ¿Cuáles enfoques permiten desde el diseño abordar esos procesos metodológicos?

El mundo contemporáneo, como un contexto complejo, hace posibles diferentes miradas y enfoques con los cuales generar diálogos con el pasado y la identidad cultural de los pueblos. Un ejemplo se puede encontrar en el trabajo de Busato (2013), en el que se explora el papel del diseño como disciplina de síntesis, capaz de apropiarse conocimientos disímiles para luego utilizarlos como herramientas aplicadas al proyecto (p. 10).

Busato plantea el desarrollo de una metodología basada en la observación, que toma elementos de los desarrollos en la semiótica, la neurociencia y la metaciencia, con una perspectiva integradora de la complejidad en el diseño, lo que le permite generar conclusiones en distintos espacios transdisciplinarios, y así crear relaciones emergentes desde el diseño.

Una metodología integradora como la que desarrolla Busato (2013) es de gran interés para abordajes contemporáneos, como el que se plantea en este trabajo, en el sentido de generar diálogos que permitan entender problemáticas complejas como las que hacen parte de una búsqueda que relaciona diseño, artesanado, conocimientos y técnicas tradicionales de comunidades indígenas de Colombia.

Un trabajo de investigación como el que se plantea está en sintonía con un enfoque culturalista o esencialista del diseño, del que habla Bonsiepe (2011, p. 63), y que, al contrario de una visión

romántica de pasado, propone una posición que busca la autoafirmación de estrategias de desarrollo en los términos y dentro de las posibilidades de las periferias. Se abre a posibilidades tecnológicas que generen una transformación en contextos históricamente subvalorados y discriminados. En palabras de Papanek, “diseñar por las necesidades de la humanidad”, “diseño para el hombre y no para el dinero” (1985, p. 69).

## Conclusiones

Es posible plantear algunas conclusiones preliminares a partir del panorama identificado, en el sentido de enfocar y posicionar la propuesta de investigación que se proyecta en relación con los interrogantes contemporáneos sobre diseño y artesanado.

Es significativo el reciente interés por generar diálogos entre el diseño y el artesanado, lo cual está ligado a diferentes intereses y necesidades. El diseño debe aprovechar esa situación especial que ofrece el contexto contemporáneo y generar reflexiones que lo posicionen nuevamente como una disciplina con fuertes capacidades para generar discusiones y cambios estructurales en la sociedad. El diseño para el ser humano debe ser la premisa ineludible.

En la búsqueda de soluciones inteligentes para los problemas humanos, el mundo de hoy, como un contexto cambiante, diverso, heterogéneo y complejo, exige a los diseñadores repensar sus estrategias de trabajo, sus enfoques y sus potencialidades. Es cada vez más necesario desmontar preconceptos y traspasar barreras disciplinarias, con el fin de generar relaciones y diálogos significativos que ayuden a transformar de manera positiva la realidad.

El proyecto de investigación que se propone, en cuanto a la relación entre diseño, artesanado y conocimiento de comunidades indígenas, es una propuesta sobre un tema relevante y de gran interés en la contemporaneidad. Se posiciona en un campo del diseño, en el cual es pensado como una disciplina capaz de establecer sinergias que ayuden a resolver problemáticas de fondo; diseño como instrumento de emancipación.

## Referencias

- Alexandre, C. B., Gómez, E. A., & Valente, A. C. (2015). Interdisciplinary relationship between Designer and Craftsman based on Integrated Craft Manufacturing Systems. *Procedia Engineering*, 132, 1089-1095. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.600>
- Alvarado, J. (2009). Fair Trade in Mexico and Abroad: An Alternative to the Walmartopia?. *Journal of Business Ethics*, 88, 301-317. <https://doi.org/10.1007/s10551-009-0287-6>
- Barbosa, M. (1983). Artesanato, tradição e mudança social – um estudo a partir da “arte do oro” de Juazeiro do norte. En Ribeiro B.G, et al., *O artesanato tradicional e seu papel na sociedade contemporânea* (pp. 49-100). Rio de Janeiro: Funarte, Instituto Nacional do Folclore. Recuperado de: <https://searchworks.stanford.edu/view/1522799>.
- Bonsiepe, G. (2011). *Design, cultura e sociedade*. São Paulo: Blucher.
- Busato, S. (2013). *Visão e percepção investigação dos modelos cognitivos - uma abordagem neurobiológica em design e emoção*. PhD dissertation, Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru. Recuperado de: <http://repositorio.unesp.br/handle/11449/89356>
- Campbell, W. (2014, september). Designs: An Archaeology of “Craft” as God Term. *Computers and Composition* 33, 50-67. <https://doi.org/10.1016/j.compcom.2014.07.002>
- Cardoso, R. (2012). *Design para um mundo complexo*. São Paulo, Brasil: Cosac Naify.
- Contreras, W., Cloquell, V., & Owen, M. (2008, enero-junio). Determinación de los niveles de sostenibilidad del proceso de fabricación de tableros de caña brava (Gynerium Sagittatum), a partir del método acv-Coclowen. *Revista Forestal Venezolana*, XLII, 52(1), 47-59. Recuperado de: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/29085>
- Contreras, W., Cloquell, V., & Owen de C. M. (2010). Las técnicas de decisión multicriterio en la selección de componentes estructurales, a partir de la tecnología de la madera, para construcción de viviendas sociales en Venezuela. *Revista Madera y Bosques*, 16 (3), 7-22. <https://doi.org/10.21829/myb.2010.1631163>
- Contreras, W., Owen de C. M., Cloquell, V., & Contreras, Y. (2004). *Generación de nuevos productos forestales para sistemas estructurales a partir de gramíneas y residuos de plantación de pino caribe (Pinus caribaea var. hondurensis)*. En Ponencia DPI-11. VII Congreso AEI-PRO, 6 (8), octubre de 2004. Recuperado de: [http://www.aeipro.com/files/congresos/2004bilbao/ciip04\\_0066\\_0075.1203.pdf](http://www.aeipro.com/files/congresos/2004bilbao/ciip04_0066_0075.1203.pdf)
- Contreras, W., & Owen de C. M. (1997). Elaboración de un elemento estructural laminado, tipo parallam, con tiras de caña brava gynerium sagittatum y adhesivo fenol-formaldehído. *Revista Forestal Venezolana* 41(1), 29-36. Recuperado de: <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/4909>
- Contreras, W., & Owen, H. (2011). *El Eco diseño y su rol protagónico en la construcción de una sociedad venezolana sostenible*. Seminario de construcción y desarrollo sostenible. Caracas, Venezuela. Recuperado de: <http://docplayer.es/9397726-El-ecodisenio-y-su-rol-protagonico-en-la-construccion-de-una-sociedad-venezolana-sostenible.html>
- De Castro, J. (2007, abril). *Design com identidade: por meio de estudos sócio-culturais e dos signos*. MsC dissertation. Programa de Pós-Graduação em Desenho Industrial da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Campus de Bauru. Recuperado de: <http://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/Design/Dissertacoes/jacquelinecastro.pdf>
- De Vives, V. (1983). A beleza do cotidiano. En Ribeiro et al., *O artesanato tradicional e seu papel na sociedade contemporânea* (pp. 132-163). Rio de Janeiro: Funarte, Instituto Nacional do Folclore. Recuperado de: <https://searchworks.stanford.edu/view/1522799>
- Durst, P. B., Killmann, W., & Brown, C. (2004). Asia’s new woods. *Journal of forestry*, 102(4), 46-53. Recuperado de: <https://academic.oup.com/jof/article/102/4/46/4613195>
- Escobar, A. (2016). *Autonomía y diseño: La realización de lo comunal*. Popayán: Universidad del Cauca.
- Esteve-Sendra, C., Moreno-Cuesta, R., Portales-Mañanós, A., & Magal-Royo, T. (2012). Bamboo, from traditional crafts to contemporary design and architecture. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 51 (2012), 777-781.
- Gobierno de Colombia (2018). Programa Familias en acción. Recuperado de: <http://www.prosperidadsocial.gov.co/que/fam/famacc/Paginas/default.aspx>
- Jarusombuti, S., Hiziroglu, S., Bauchongkol, P., & Fueangvivat, V. (2009). Properties of Sandwich-Type Panels Made from Bamboo and Rice Straw. *Forest Products Journal*, 59(10), 52-57.
- Jiménez Castañeda, J. C., Domínguez Hernández, M. L., & Martínez Castro, C. J. (2009). Estrategias y competitividad de los negocios de artesanía en México. *Pensamiento & Gestión*, (26), 165-190. Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1657-62762009000100008&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-62762009000100008&lng=en&tlng=es)
- Kalyan, R. (2011). Fragmentation by Design: Architecture, Finance, and Identity. *Grey Room*, 44, 26-53. [https://doi.org/10.1162/GREY\\_a\\_00041](https://doi.org/10.1162/GREY_a_00041)
- Kotze, D. & Traynor, C. (2011). Wetland Plant Species Used for Craft Production in Kwa-zulu-Natal, South Africa: Ethnobotanical Knowledge and Environmental Sustainability. *Economic Botany*, 65(3), 271-282. <https://doi.org/10.1007/s12231-011-9166-z>
- Linzalone, R. (2008). Leveraging knowledge assets to improve new product development performances. *Measuring business excellence*, 12(2), 38-50. <https://doi.org/10.1108/13683040810881180>
- Manzini, E. (2009). New design knowledge. *Design Studies*. 30(1), 4-12. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2008.10.001>
- Martínez, P., Paschoarelli, L., & Da Cruz Landim, P. (2018). Aproximación acerca de los interrogantes sobre lugar e identidad en el diseño contemporáneo. *Designia*, 5(2), 67-79. <https://doi.org/10.24267/22564004.275>
- Martínez, P., Da Cruz L. P., & Barata, T. (2018, abril). Procesos artesanales para la producción sostenible de tableros de caña flecha (Gynerium sagittatum). *Mix sustentável*, 4(2) 59-70. Doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2018.v4.n2.59-70>
- Martínez-Osorio, P., Barana, M., Rocha-Carneiro, R., & Paschoarelli, L. (2017). Innovación, design y sostenibilidad social: nuevas tendencias para el desarrollo local en la ciudad contemporánea. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 19(2), 68-77. <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2017.19.2.1406>
- Miranda, W. C. (2005, junio). El diseño ambientalmente integrado en la propuesta venezolana de tableros de partículas de caña brava y adhesivo fenol-Formaldehído (R10%/R 13%). En: *Congresos Forestales*. Recuperado de: <http://seforestales.org/publicaciones/index.php/congresos/article/viewFile/7556/7479>
- Ota, M. (2012). Vanguardia sempre. En: De Faria E Silva, R. (ed.), *Um olhar sobre o design brasileiro*. (Edición revisada) (p. 22-27). São Paulo: SENAI-SP.
- Pacheco, J., Barrero, G., & Gómez Vásquez, G. (2013). An Eco-Technological Approach to Handcraft Production. Two Cases in the Colombian Caribbean Region. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 10(70), 115-129. Recuperado de: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-14502013000100006&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-14502013000100006&lng=en&tlng=en)
- Papanek, V. (1985). *Design for the real world. Human ecology and social change*. London: Thames & Hudson Ltd.
- Pereira, M. & Beraldo, A. (2008). *Bambu de corpo e alma*. Bauru, SP: Canal6 editora.
- Quijano, A. (2000). Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina. En: Lander, Edgardo (comp.). *La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas Latinoamericanas*. Buenos Aires: CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. Recuperado de: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/sur-sur/20100708034410/lander.pdf>
- Saskia, V. M. (2015). Co-ideation of disaster preparedness strategies through a participatory design approach: Challenges and opportunities experienced at Turrialba volcano, Costa Rica. *Design Studies*, 40 (C), 218-245. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2015.06.002>
- Sudjic, D. (2010). *A linguagem das coisas*. Rio de Janeiro: Intrínseca 224
- Taffe, S. (2015). The hybrid designer/end-user: Revealing paradoxes in co-design. *Design Studies*, 40(C), 39-59. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2015.06.003>
- Tromp, N. & Hekert, P. (2016). Assessing methods for effect-driven design: Evaluation of a social design method. *Design Studies*, 43(C), 24-47. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.destud.2015.12.002>
- Tung, F. W. (2012). Weaving with Rush: Exploring Craft-Design Collaborations in Revitalizing a Local Craft. *International Journal of Design*, 6(3), 71-84. Recuperado de: [www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/viewFile/1077/528](http://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/viewFile/1077/528)
- UNESCO. (2005). *Designers meet artisans. A practical guide*. New Delhi, India: Craft Revival Trust, Artesanías de Colombia S.A., UNESCO. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001471/147132EO.pdf>
- Wiltschnig, S., & Christensen, B. (2013, September). Collaborative problem solution co-evolution in creative design. *Design Studies*, 34(5), 515-542. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2013.01.002>
- Yagou, A. (2007). Metamorphoses of Formalism: National Identity as a Recurrent Theme of Design in Greece. *Journal of Design History*, 20(2), 14-159. Doi: <https://doi.org/10.1093/jdh/epm006>
- Yair, K., Press, M., & Tomes, A. (2001, July). Crafting competitive advantage: crafts knowledge as a strategic resource. *Design Studies*, 22(4), 377-394. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(00\)00043-0](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(00)00043-0)



### Análisis comparativo de aspectos térmicos y resistencias mecánicas de los materiales y los elementos de la construcción con tierra

Comparative analysis of thermal aspects and mechanical resistance of building materials and elements with earth

#### María Guadalupe Cuitiño-Rosales

Universidad Nacional de Cuyo. San Rafael (Argentina)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.  
San Rafael (Argentina)

#### Rodolfo Rotondaro

Universidad de Buenos Aires. (Argentina)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. (Argentina)

#### Alfredo Esteves

Instituto de Ambiente, Hábitat y Energía. Mendoza (Argentina)  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. (Argentina).

#### María Guadalupe Cuitiño-Rosales

Ingeniera civil, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Rafael (Argentina).

Doctora en ciencias exactas con especialización en energías renovables, Universidad Nacional de Salta (Argentina).

Investigador asistente de CONICET.

 <https://orcid.org/0000-0002-0021-5648>

gcuitino@mendoza-conicet.gob.ar

#### Rodolfo Rotondaro

Arquitecto, Universidad Nacional de Mar del Plata (Argentina).

Magíster del Centro Internacional de la Construcción con Tierra (CRATerre) (Francia).

Doctor en arquitectura, Universidad Nacional de Tucumán (Argentina).

Investigador científico de CONICET

 <https://orcid.org/0000-0001-9861-8340>

rodolforotondaro@gmail.com

#### Alfredo Esteves

Ingeniero Industrial, Universidad Nacional de Cuyo.

Doctor en arquitectura, Universidad de Mendoza (Argentina).

Investigador científico de CONICET.

 <https://orcid.org/0000-0001-5212-9293>

aesteves@mendoza-conicet.gob.ar

Cuitiño Rosales M. G., Rotondaro, R., Esteves, A. (2020). Análisis comparativo de aspectos térmicos y resistencias mecánicas de los materiales y los elementos de la construcción con tierra. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 138-151. <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2348>



[dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2348](http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2348)

#### Resumen

Se analizan las características térmicas y de resistencias mecánicas de materiales y elementos constructivos elaborados con suelos naturales estabilizados. La metodología parte de la recopilación bibliográfica de fuentes primarias, secundarias e información de ensayos propios, sobre la densidad, la conductividad térmica y las resistencias a la compresión, a la flexión y al corte correspondientes al adobe, los bloques de tierra comprimida (BTC), la tapia y la quincha, según diferentes autores. Además, se consideraron los valores establecidos por normas argentinas IRAM referidas al acondicionamiento térmico de edificios. Se elaboraron comparaciones entre sí y con algunos materiales industrializados, tales como los bloques de hormigón, los ladrillos cerámicos huecos y los ladrillos cocidos macizos. A partir de este análisis, se concluyó que la revisión bibliográfica no es suficiente para obtener una estandarización de los valores de conductividad y transmitancia térmica de los materiales y los elementos constructivos naturales. Así mismo, a partir de las comparaciones de valores se pudo observar cómo se relacionan la densidad de los materiales y la de los morteros, según las distintas técnicas, con el comportamiento térmico y las resistencias mecánicas.

**Palabras clave:** adobe; arquitectura sostenible; bahareque; bloque de tierra comprimida-BTC; materiales vernáculos de construcción; propiedades térmicas; quincha; resistencia mecánica; tapial

#### Abstract

This article analyzes the thermal characteristics and mechanical resistance of some construction materials and elements that use stabilized natural soils. The methodology includes a bibliographic compilation of primary and secondary sources and information from in-house tests on density, thermal conductivity and resistance to compression, flexion and cutting for adobe, CEB, rammed earth and wattle and daub. In addition, the data are considered in relation to values for the thermal conditioning of buildings established by Argentine IRAM standards. Comparisons are made among earthen construction methods alongside some industrialized materials such as concrete blocks, hollow ceramic bricks, and solid fired bricks. From this analysis, the authors conclude that the literature review is insufficient for obtaining a standardization of thermal conductivity and transmittance values in natural building materials and elements. Furthermore, the comparative evaluation demonstrates how the density of materials and mortars used in different techniques are related to thermal behavior and mechanical resistance.

**Keywords:** adobe; sustainable architecture; bahareque; compressed earth block (CEB); vernacular building materials; thermal properties; quincha; mechanical strength; rammed earth; wattle; daub

Recibido: febrero 18 / 2018

Evaluated: diciembre 7 / 2018

Aceptado: junio 10 / 2019

## Introducción

Este trabajo se encuentra dentro del marco del proyecto de investigación Plurianual PIP No. 11220150100570CO titulado *Tecnologías Sociales en el Hábitat Urbano con Población Pobre*. Dicho trabajo ha sido financiado por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y por la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, en conjunto con el proyecto *Investigación y Desarrollo de Tecnología de Quincha Optimizada para Viviendas de Localidades Áridas y Semiáridas Frías de Argentina*, también financiado por CONICET.

Es cada vez mayor el número de profesionales de la construcción que realizan proyectos habitacionales y urbanísticos incorporando la sustentabilidad, con el fin de integrar el ambiente exterior y la obra arquitectónica. La sustentabilidad consiste en la adaptación del entorno de los seres humanos a un factor limitante: la capacidad del entorno para asumir la presión humana de manera que sus recursos naturales no se degraden irreversiblemente (Alavedra, Domínguez, Gonzalo & Serra, 1997, p. 42).

Dentro de las actividades industriales, la actividad de la construcción es la mayor consumidora, junto con la industria asociada, de recursos naturales, como la madera, los minerales, el agua y la energía. De la misma forma, los edificios, una vez construidos, siguen siendo una causa directa de contaminación, por las emisiones que generan, y así producen un impacto ambiental sobre el territorio, por el consumo que hacen tanto de energía como del agua, necesarios para su funcionamiento (Alavedra et al., 1997, p. 42).

Durante las etapas de fabricación de los materiales de construcción y de los productos derivados, se produce, generalmente, un alto impacto ambiental. Dicho impacto tiene su origen en la extracción de los recursos naturales necesarios para el proceso de fabricación y en el consumo de energía requerido durante cada etapa del proceso. A raíz de ello, se generan emisiones tóxicas a la atmósfera, las cuales resultan contaminantes, corrosivas y altamente perjudiciales para la salud. Dicho proceso se repite tanto en la operación como en el uso del edificio, hasta su disposición final, reducido en partes esenciales que permitirán su reciclado o su reúso para una obra nueva.

Lo que se pretende con la aplicación de los criterios de la construcción sostenible es la construcción de edificios con una disminución de materiales industrializados, y así evitar, siempre y cuando sea posible, el uso de sustancias que al final de su ciclo de vida originen residuos peligrosos o difícilmente separables en sus partes esenciales. Los principales efectos que los materiales utilizados en la construcción provocan sobre el ambiente incluyen: consumo energético, producción de residuos sólidos, incidencia negativa en el efecto invernadero, perjuicio a la capa de ozono y otros factores de contaminación ambiental (Cáseres, 1996, pp. 7-8;; Wassof, 2014).

La tierra es, hasta donde se conoce, el más antiguo de los materiales de construcción que ha empleado la humanidad, y representa actualmente una solución a la demanda de viviendas de bajo costo (Vega, Andrés, Guerra, Morán, Aguado & Llamas, 2011, p. 3021). Aun hoy, el 30% de la población mundial vive en casas de tierra (Freire & Tinoco, 2015, p. 18). Esta alternativa se basa en muchas razones, entre las cuales se pueden mencionar: la gran disponibilidad de esta materia prima en la naturaleza, su reducida contaminación y sus bajas emisiones de CO<sub>2</sub> durante sus etapas de fabricación y de transporte (Piattoni, Quagliarini & Lenci, 2011, p. 2067), así como su nula generación de residuos, tanto en la etapa de construcción como en la de demolición; así mismo, una de sus más importantes propiedades es la respuesta térmica, que es esencial para el confort y para reducir el uso de sistemas auxiliares de calefacción o refrigeración durante toda la vida útil del edificio.

Los sistemas constructivos con tierra más comunes son el adobe, la quincha, la tapia y el BTC. En dichos sistemas constructivos naturales, la mayor parte de la energía correspondiente a la producción proviene del sol, debido a que la forma de secado es al aire libre y al sol, sin necesidad de recurrir al secado en hornos, como es el caso del ladrillo cocido. Todo ello permite reducir el consumo de energías no renovables y las emisiones correspondientes.

Una característica importante de los ambientes de una vivienda para su buen funcionamiento y su comodidad es el logro de un diseño confortable para sus ocupantes. En este sentido, los materiales utilizados en la envolvente edilicia son fundamentales, por integrar los elementos que



This article is available in English on the website of *Revista de Arquitectura (Bogotá)*  
<http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2348>

**Comparative analysis of thermal aspects and mechanical resistance of building materials and elements with earth**



separan el ambiente interior del exterior. La elección de dichos elementos depende de distintos factores, tales como la tecnología que es posible utilizar, su respuesta estructural, su ciclo de vida y, además, la estética.

Dado que el material tierra tiene un comportamiento heterogéneo, no puede ser caracterizado para lograr una respuesta homogénea, como puede ser en el caso del hormigón. En el caso de la tierra, la respuesta va a depender de la composición de cada muestra de suelo y de cada lugar (Minke, 2005, p. 16); por tal motivo, los elementos constructivos elaborados a partir de los distintos suelos presentan diversas respuestas térmicas, mecánicas y físicas.

En el presente trabajo se expone una recopilación de datos aportados por normas y proyectos de investigación, referidos a variables del comportamiento térmico y de la resistencia mecánica y estructural de los materiales de construcción con tierra. Algunos de dichos valores han sido resultado de ensayos experimentales realizados en acreditadas instituciones alrededor del mundo. Estos se refieren a propiedades de diferentes tecnologías de construcción con tierra, como es el caso del adobe, la tapia, la quincha y los BTC, entre otras. Se han tomado como referencia de comparación algunos de los materiales empleados en la construcción tradicional, tales como el ladrillo cocido común, el ladrillo cerámico hueco y el hormigón. A partir de ese análisis se establecen algunas reflexiones, con el fin de determinar las características más importantes de los materiales de construcción con tierra y la relación entre ellas.

## Metodología

Se utilizó el método de análisis comparativo tanto para las propiedades térmicas como para la resistencia mecánica. Con tal fin, se hizo una recopilación de antecedentes bibliográficos de publicaciones de varios autores, y a los cuales se adicionaron los datos aportados por las normas reglamentarias y los obtenidos de forma experimental por los autores del presente trabajo. En primera instancia, se definieron las propiedades térmicas y mecánicas que van a ser evaluadas en el desarrollo del artículo. Luego se elaboraron cuadros comparativos, que permitirán visualizar para cada sistema constructivo natural, como el adobe, el barro macizo, el BTC y la quincha, las propiedades térmicas y las densidades obtenidas por diversos autores, respecto a los mismos datos para los sistemas empleados en la construcción tradicional, como el ladrillo macizo, el ladrillo cerámico hueco y el hormigón *in situ*.

A partir de la Norma IRAM, se analizarán los valores máximos admisibles de transmitancia térmica en muros para Argentina y cuáles serían los espesores de muros necesarios en los sistemas de construcción con barro, para que observen el

nivel mínimo de confort térmico de acuerdo con la zona bioambiental.

Finalmente, el mismo procedimiento comparativo se hizo con las resistencias mecánicas para los sistemas constructivos en barro y tradicional, para así poder observar los valores de resistencias al corte, a la flexión y a la compresión simple obtenidos por cada autor o cada norma reglamentaria.

Para elaborar las conclusiones se tuvo en cuenta el análisis de los resultados comparativos sobre los aspectos térmicos y de resistencias mecánicas obtenidos en la revisión bibliográfica, al igual que reflexiones propias sobre las condiciones potenciales de desarrollo de la construcción con tierra en Argentina.

## Resultados

### Características térmicas y mecánicas de los materiales

A continuación se presentan las definiciones que ligan a cada propiedad medida con esfuerzos o flujos de energía, y que dan lugar a los valores indicados en las tablas correspondientes.

#### Propiedades térmicas

Las propiedades térmicas se refieren a la mayor o la menor capacidad de transmitir calor o acumularlo, y así dar lugar a la inercia térmica de una construcción. Dichas capacidades se pueden definir como: densidad, calor específico y conductividad térmica, que se refieren al material. También están la transmitancia térmica, la capacidad calorífica, la inercia térmica y el retardo, que se refieren a los elementos constructivos, como son los cerramientos horizontales (techos), los cerramientos verticales transparentes (paños fijos, ventanas y puertas-ventanas) y los cerramientos verticales opacos (muros y puertas). El significado de estas propiedades térmicas se indica en los siguientes apartados.

#### Propiedades térmicas referidas al material

- **Densidad ( $kg/m^3$ ):** es la masa por unidad de volumen de un cuerpo. La mayor o la menor densidad de los materiales de construcción influyen en su capacidad aislante, como se analizará más adelante. Cabe destacar que la densidad también afecta a las propiedades mecánicas.
- **Conductividad térmica  $\lambda$  [W/mK]:** es la cantidad de calor que se transmite en una dirección, por unidad de tiempo y de superficie, cuando el gradiente de temperatura en esa dirección es unitario.

#### Propiedades térmicas referidas al elemento

- **Transmitancia térmica  $K$  [W/m<sup>2</sup>K]:** es la cantidad de calor que transmite un cerramiento en estado de régimen, por metro cuadrado

de superficie (perpendicular al flujo de calor), por unidad de tiempo y por gradiente unitario de temperatura entre los ambientes interior y exterior.

- **Inercia térmica:** es la capacidad que tiene la masa de los materiales para absorber y acumular calor durante las horas de sol, para luego ser liberado a fin de acondicionar el ambiente interior (generalmente, por las noches). Esto contribuye a lograr un mejor confort térmico, al reducir las variaciones de temperatura interior, en comparación con las temperaturas exteriores. El proceso de transferencia de energía no es instantáneo, sino que existe un retraso en el tiempo para que se transfiera el calor por conducción de un lado del muro al otro; esto es conocido como *inercia térmica*. En la figura 1 se presentan los conceptos de *retraso térmico*, que es el tiempo transcurrido desde cuando la parte de calor absorbida por el muro llega a la cara opuesta, y *amortiguamiento*, el cual es la diferencia de energía que hay entre la cara expuesta del muro y la interior (Gutiérrez & Gallegos, 2015, p. 61).

### Propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas se refieren a las variables más importantes para los materiales de construcción o la tecnología constructiva. Dichas propiedades son: la resistencia a la compresión simple, la resistencia a la tracción y la resistencia al corte. Se entiende por *resistencia a la compresión simple* la capacidad de los materiales para resistir cargas de aplastamiento antes de llegar a la rotura. En el caso de la *resistencia a la tracción*, esta es la capacidad de los materiales para resistir cargas que tienden a traccionarlo antes de llegar a la rotura. La *resistencia al corte* hace referencia a la capacidad para resistir cargas de cizallamiento. Estas resistencias tienen una misma expresión; lo que cambia en cada caso es la fuerza que se le imprime al elemento (Gieck, 2005, p. 136).

Una vez definidos los conceptos de las propiedades térmicas y las mecánicas, se procede al análisis comparativo de cada una de ellas respecto a los materiales utilizados tanto en la construcción con tierra como en la construcción tradicional, de acuerdo con los resultados publicados por diferentes autores.

### Densidades y propiedades térmicas de algunos materiales y componentes de la construcción con tierra e industrializados

En la tabla 1 se muestran la densidad, la conductividad térmica y la transmitancia térmica de diferentes mezclas de barro y de algunos elementos empleados en la construcción con tierra como el adobe, el barro alivianado, el barro macizo, el BTC y la quincha. La tabla 2 incluye los valores correspondientes de la densidad, la conductividad térmica, el espesor y la trans-

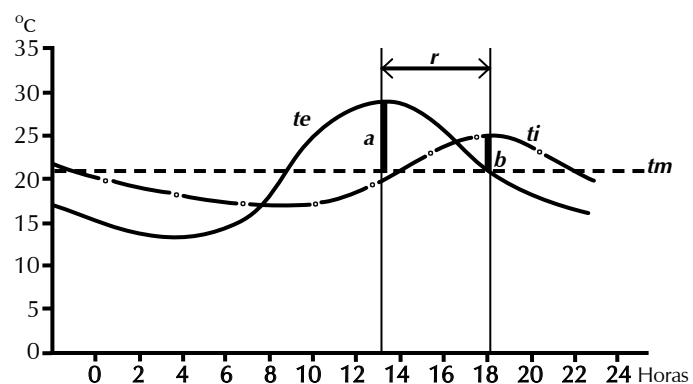
mitancia térmica de paredes de ladrillo cocido común macizo, de ladrillo cerámico hueco y de hormigón macizo fabricado *in situ*.

Se observa que los muros construidos con tierra tienen densidades cuyos valores varían entre  $750 \text{ kg/m}^3$  para el barro alivianado y los  $2000 \text{ kg/m}^3$  para el barro macizo; si se los compara con los materiales industrializados, sus densidades pueden oscilar entre los  $1300 \text{ kg/m}^3$  para el ladrillo macizo común y los  $2400 \text{ kg/m}^3$  para el hormigón fabricado *in situ*.

En correspondencia con los valores de la densidad de estos materiales, se pueden apreciar los valores de transmitancia térmica y de conductividad térmica, aportados por varios autores. Existen algunas diferencias entre la conductividad térmica de las construcciones de tierra y la convencional. En el primer caso se parte de valores de  $0,30 \text{ W/mK}$  para el barro alivianado, de  $0,95 \text{ W/mK}$  para el adobe y de  $1,60 \text{ W/mK}$  para el barro macizo, con espesores variables desde los  $0,074 \text{ m}$  para la quincha hasta los  $0,35 \text{ m}$  del adobe.

En el segundo caso se parte de valores de  $0,29 \text{ W/mK}$  para el caso de la pared de ladrillo hueco hasta los  $2,32 \text{ W/mK}$  para el ladrillo macizo, con espesores de  $0,18 \text{ m}$ .

En la figura 2 se pueden apreciar valores de conductividad térmica, en escala logarítmica, de los materiales utilizados comúnmente en la construcción tradicional. El poliestireno expandido es el de menor conductividad térmica, y el cobre, el de mayor conductividad térmica. En la misma figura 2, se graficó el rango dentro del cual se hallan encuadrados los sistemas constructivos con tierra, y que varían entre los  $0,46 \text{ W/mK}$  y los  $1,00 \text{ W/mK}$ , lo cual muestra la poca variabilidad de la conductividad térmica en las tipologías constructivas con tierra respecto a otros materiales utilizados comúnmente en la construcción tradicional.



$r$  = retardo térmico  
 $b/a$  = amortiguación  
 $te$  = temperatura exterior  
 $ti$  = temperatura interior  
 $tm$  = temperatura media

Figura 1. Curvas de retardo térmico de un muro

Fuente: Fuentes Freixanet (2009, p. 122).

Elemento/material	Autores	Densidad $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Conductividad térmica I [W/mK]	Espesor [m]	Transmitancia térmica K [W/m <sup>2</sup> K]
Adobe	Evans, Schiller y Garzón (2012, p. 93)	1500	0,58	0,35	-
	Evans (2007), p. 10			0,15	2,89
	Espinoza, et al. (2009), p.208		0,85	0,38	2,23
	Bestraten, Hormias y Altemir (2011), p. 7	1200	0,46	0,3	1,43
	Heathcote (2011), p. 119	1650	0,82	-	2,73
	Arancibia (2013), p. 223	1600	0,95	-	-
	Daudon et al. (2014), p. 250	1600	0,81	-	-
	Moevus, Anger y Fontaine (2012), p. 7	1200-1700	0,46-0,81	-	-
Barro alivianado	Hays y Matuk (2003), p. 245	1600	0,73	-	-
		1400	0,59	-	-
	Minke (2005), p. 57	1350	0,53	0,14 (tierra aligerada)	2,1
		1100	0,3	-	-
		1000	0,4	-	-
		800	0,3	-	-
		750	0,2	-	-
		750	0,2	-	-
Yuste (2014), p. 36	750	0,2	-	-	
Barro macizo	Minke (2005), p. 71	2000	1,2	-	-
		1800	0,95	-	-
		1600	0,8	-	-
		1400	0,6	-	-
		1200	0,5	-	-
	Bestraten et al. (2011), p. 10	1400-2000	0,60 a 1,60	--	-
Bloques de tierra comprimida (BTC)	Blasco et al. (2002), p. 5	1625	0,79	0,14	2,84
				0,29	1,84
	Arias et al. (2007), p. 5	1700	-	0,14	1,53
	Mas y Kirschbaum (2012), p. 81	-	-	0,15	2,77
	Heathcote (2011), p. 120	1750	0,93	-	-
	Bestraten et al. (2011), p. 7	1700	0,81	-	-
Moevus et al. (2012), p. 7	1700/ 2200	0,81/0,93	--	-	
Quincha	Hays et al. (2003), p. 315	1289	0,17	-	-
	Evans et al. (2012), p. 95	1900	-	0,15	1,69
	Fernández y Esteves (2004), p. 122	600	-	0,074	2,32
	Arias et al. (2007)	-	--	0,3	1,9
	Heathcote (2011), p. 120	2000	1,20	-	-
	Cuitiño et al. (2015), p. 8	400	-	0,094	2,64
	Moevus et al. (2012), p. 7	600-800	-	-	0,10-0,45

Tabla 1. Propiedades térmicas de algunos materiales y elementos de construcción con tierra, según distintos autores y espesores

Fuente: elaboración propia (2019).



Elemento material	Autores	Densidad $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Conductividad Térmica $\lambda$ [W/mK]	Espesor [m]	Transmitancia térmica K [W/m <sup>2</sup> K]
Pared de ladrillo cocido macizo	Blasco et al. (2002), p. 5	1305	2,32	0,18	2,7
			0,85	0,30	1,93
	Arancibia (2013), p. 70	1800	0,87	0,12	-
	IRAM 11601, p. 16	1800	0,91	-	-
Pared de ladrillo cerámico hueco	Evans (2007), p. 11	-	-	0,15	2,77
	Evans (2007), p. 11	-	-	0,10	2,36
Hormigón en masa in situ	Muñoz et al. (2015), p. 34	-	0,29	0,12	-
	Arancibia (2013), p. 70	2400	1,63	-	-
	Muñoz et al. (2015), p. 34	-	1,4	0,10	-

Tabla 2. Propiedades térmicas de algunos materiales y elementos de la construcción tradicional, según distintos autores y espesores  
Fuente: elaboración propia (2018).

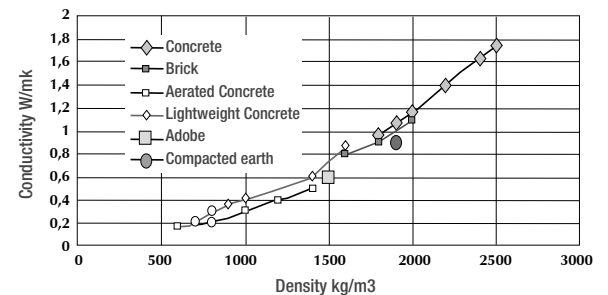
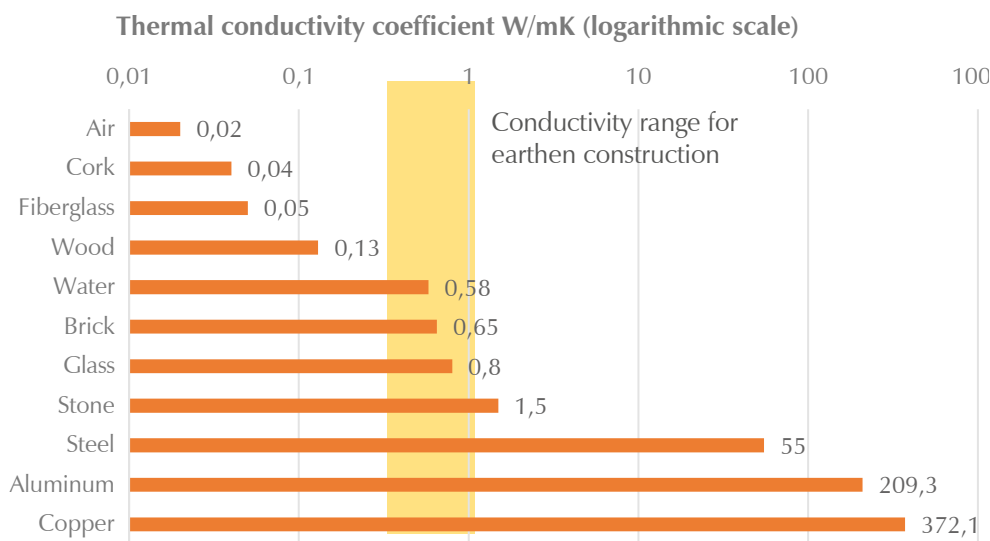


Figura 2. Comparación de las conductividades térmicas de los materiales de construcción en W/mK (escala logarítmica)  
Fuente: elaboración propia, con base en Edison (2018).

Figura 3. Relación densidad-conductividad  
Fuente: Evans (2004), p. 15.

Si se analiza la relación entre la densidad y la conductividad térmica de los materiales (figura 3), se puede observar cómo los materiales con bajas densidades tienen valores bajos de conductividad térmica. Esto se debe a que tienen una menor compactación del material y una mayor existencia de huecos con aire, y ello da por resultado un material más ligero y aislante respecto a uno denso y muy compacto. En el caso del hormigón liviano y celular, se puede ver esta relación, donde a mayor densidad, mayor conductividad. En el caso del adobe y de la tierra compactada, la densidad es relativamente constante, por lo que hay poca variabilidad en la conductividad; sin embargo, en el caso de la tierra aligerada y la quincha, las densidades son bajas, debido a la presencia de una mayor cantidad de aire y a la técnica manual de construcción que se emplea para la materialización de los muros (tabla 1).

Otro aspecto, analizado por varios autores, es el retraso térmico de los distintos sistemas constructivos. En la tabla 3 se observa el retraso térmico comparativo entre un muro de adobe y un

muro de tierra compactada, localizado en la zona Bioambiental IIIb, con espesores mínimos, según la Norma IRAM 11.605 (IRAM 11605, 1996, p. 16), de 25 cm y 35 cm, respectivamente, y que dan un retraso térmico de 8,4 horas y 11,4 horas, ambos con una transmitancia térmica similar. En ninguno de los casos se corre riesgo de condensación superficial e intersticial.

De forma similar, se analiza comparativamente la respuesta térmica del adobe respecto a los materiales tradicionales, como el hormigón, el ladrillo y la piedra (figura 4). Se aprecia que en todos los materiales existe una interrelación lineal entre el espesor del muro y el retraso térmico, donde el adobe se encuentra en una instancia intermedia entre el hormigón y el ladrillo. Si se realiza un estudio más riguroso, es común trabajar con muros de ladrillo de 0,20 m de espesor, lo cual da un retraso térmico de 6 hs. En cuanto al hormigón, para el mismo espesor el retardo es de 5 hs, pero en el adobe es característico construir muros con espesores de 0,30 m, lo cual da un retardo de 9 hs; es decir, si el pico máximo de temperatura exterior es al medio día, toda esa

energía absorbida será entregada al ambiente interior alrededor de las 21 hs, que es cuando es más necesaria para lograr el confort. Obviando las pérdidas desde la superficie exterior del elemento hacia el aire exterior, se considera, así mismo, que la absorción solar de la superficie exterior se considera uniforme, lo cual indica un valor constante para todos los casos.

### Análisis de los valores máximos admisibles de transmitancia térmica para muros en Argentina

Con el fin de optimizar los cerramientos verticales de las viviendas, se utilizaron las normas IRAM 11.603 (2012) e IRAM 11.605 (1996), para considerar el valor máximo admisible  $K_{max adm}$

de transmitancia térmica K en muros para cada zona bioambiental de Argentina (figura 5).

Posteriormente se coteja si el cerramiento, tomando en cuenta su transmitancia térmica indicada en las tablas 1 y 2, se verifica en las distintas zonas bioclimáticas, materializadas en las capitales de cada provincia a través de su temperatura exterior de diseño (invierno). La norma IRAM 11.605 indica 3 niveles de confort higro-térmico, que tienen que ver con la no existencia de condensación superficial, de acuerdo con la Norma IRAM 11.625 cuando las temperaturas interiores del aire se mantienen en determinados valores, donde Nivel A: Recomendado; Nivel B: Medio, y Nivel C: Mínimo. Para el presente estudio se ha considerado el Nivel C, que considera una temperatura de 18° C y hasta 4° C de diferencia entre la temperatura interior de diseño y la temperatura superficial interior del cerramiento.

En la tabla 4 se muestran los valores de  $K_{max adm}$  para cada ciudad de provincia de Argentina, en función de la temperatura exterior de diseño (TED), de acuerdo con los valores de la Norma IRAM 11.603.

En la tabla 5 se presentan los valores máximos de K en función de la zona bioambiental definida en la norma IRAM 11.603 y el nivel de confort térmico. Las localidades ubicadas en zona bioambiental V y VI no requieren enfriamiento.

Tomando en cuenta el Nivel C de confort y los valores máximos admisibles de transmitancia térmica K para la época de invierno, en la tabla 6 se observa cuáles son los materiales aptos térmicamente para ser utilizados en la construcción de los cerramientos de los edificios, según las diferentes zonas bioclimáticas de la Argentina establecidas en la norma IRAM 11.603.

Para el análisis se consideraron los casos más comunes utilizados en la construcción tradicional, correspondientes a los muros de ladrillo de 0,20 m de espesor, con mampuestos de espesores de 0,18 m y con revoques en ambas caras de 0,01 m. Para los bloques de hormigón se los consideró sin revoque, y en ambos casos se utilizaron los valores de resistencias superficiales interior 0,13 m<sup>2</sup>K/W y exterior 0,04 m<sup>2</sup>K/W.

Para el muro de ladrillo revocado se obtuvo un valor de  $K = 2,58 W/m^2K$ , según lo cual resulta que dicho valor no verifica para ninguna zona bioambiental. Si se aumenta su espesor a 0,30 m, el valor de K disminuye a 2,03 W/m<sup>2</sup>K, verificando solamente para verano en las zonas bioambientales IIIa, IVa y IVb, que corresponden a zonas muy cálidas y a cálidas (figura 4). En el caso del muro de bloque de hormigón con relleno de lana de vidrio, se tiene un espesor de 0,19 m, que verifica para todas las zonas bioambientales; esta es la opción óptima para el invierno.

Material	Adobe	Tierra compactada
Espesor mínimo, Norma IRAM 11.605,C (1996)	25 cm	35 cm
Transmitancia térmica	1,71 W/m <sup>2</sup> K	1,79 W/m <sup>2</sup> K
Atraso térmico	8,4 horas	11,4 horas
Admitancia	4,3 W/m <sup>2</sup> K	4,9 W/m <sup>2</sup> K
Condensación superficial (IRAM 11.625, 2000)	No	No
Condensación intersticial (IRAM 11.625, 2000)	No	No

Tabla 3. Retraso térmico de un muro de adobe, comparado con el de un muro de tierra compactada

Fuente: Evans (2004, p. 15)

Figura 4. Curvas de retraso térmico de diferentes materiales de construcción

Fuente: Evans (2007, p. 10).

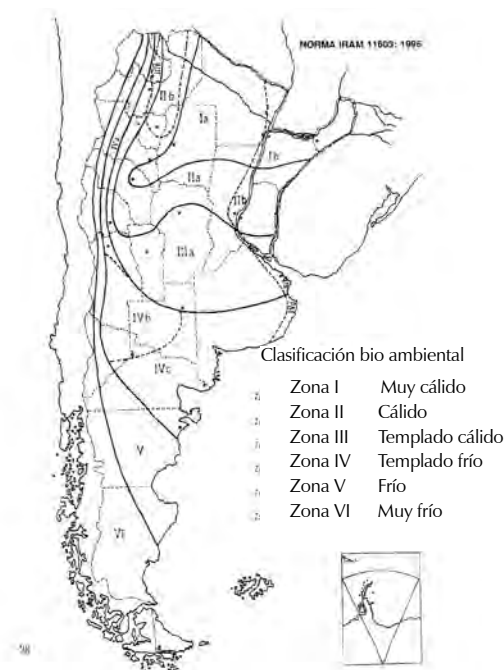
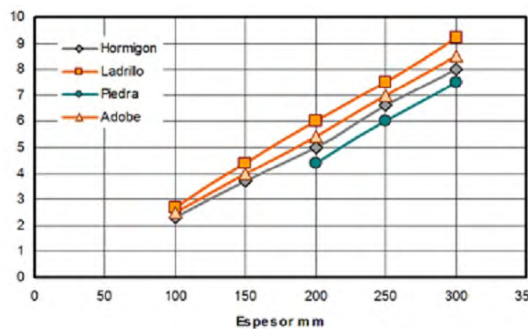


Figura 5. Zonas bioambientales de la Argentina

Fuente: IRAM 11603 (1996, p. 38).

Provincia	Temp. ext. de diseño (invierno)	Zona Bioambiental	Valores de $K_{max adm}$ para invierno	Valores de $K_{max adm}$ para verano
		Figura 4	Nivel mínimo(C)	Nivel mínimo(C)
Buenos Aires	3,10	IIIa	1,85	2,0
Catamarca	1,30	IIa	1,85	1,8
Córdoba	1,30	IIIa	1,85	2,0
Corrientes	7,60	Ib	1,85	1,8
Resistencia-Chaco	5,90	Ia	1,85	1,8
Paraná-Entre Ríos	3,50	IIb	1,85	1,8
Formosa	7,70	Ia	1,85	1,8
Jujuy	0,20	IIb	1,85	1,8
La Rioja	0,40	Ia	1,85	1,8
Posadas-Misiones	6,90	Ib	1,85	1,8
Santiago del Estero	2,10	IIa	1,85	1,8
Tucumán	2,20	IIb	1,85	1,8
Oliveros-Santa Fé	1,30	IIb	1,85	1,8
Orán-Salta	4,9	IIb	1,85	1,8
Cdro. Rivadavia-Chubut	-1,10	V	1,74	--
Santa Rosa-La Pampa	-2,70	IIIa	1,61	2,0
Mendoza	-1,00	IVa	1,75	2,0
San Juan	-1,50	IIIa	1,71	2,0
San Luis	-0,70	IIIa	1,78	2,0
Neuquén	-7,3	IVb	1,33	2,0
Río Gallegos-Santa Cruz	-12,4	VI	1,11	--
Bariloche-Río Negro	-11,4	VI	1,15	--
Ushuaia-Tierra del Fuego	-8,6	VI	1,23	--

Tabla 4. Valores de transmitancia térmica máxima admisible  $K_{max adm}$  para cada provincia de Argentina  
Fuente: IRAM 11.603, (2012).

### Estimaciones del espesor del muro exterior según la técnica empleada para las construcciones con tierra

A partir del análisis realizado según diferentes autores y normas, se tomaron cinco técnicas de construcción con tierra: el adobe, el BTC, la tapia, la quincha y la paja encofrada, y se estimó el ancho mínimo de un muro exterior portante o autoportante necesario para que verifiquen los valores de K del nivel de confort C (tabla 7) adecuados para la los muros exteriores de una vivienda localizada en el Gran Buenos Aires, correspondiente a la zona bioambiental IIIb (zona templada cálida con amplitudes térmicas pequeñas durante todo el año). Para el caso del adobe y del BTC, los espesores de los muros en el exterior varían entre 0,35 m y 0,43 m. Para la tapia es necesario trabajar con espesores de muros de 0,40 m. En cuanto a la quincha y la paja encofrada, que tienen mayor capacidad aislante —por la

Zona bioambiental	Para muros		
	Nivel A	Nivel B	Nivel C
I y II	0,45	1,10	1,80
III y IV	0,50	1,25	2,00

Tabla 5. Valores máximos de transmitancia térmica en función de la zona bioambiental y el nivel de confort higrotérmico  
Fuente: IRAM 11605 (1996, p. 7).

caña, en el caso de la quincha, y por el aire contenido entre la paja, en el caso de la paja encofrada—, ambas permiten disminuir los espesores de trabajo, que en la quincha es de 0,28 m para los muros exteriores. Así mismo, en el caso de la quincha, se ha analizado que, en el caso extremo de la localidad de Río Gallegos, el espesor del muro de quincha debe ser de 0,27 m para mantenerse dentro del nivel C de la norma, y, en caso de ser factible, se puede lograr un nivel B, con un espesor de 0,13 m totales, pero incorporando 2 cm de poliestireno expandido (Cuitiño, Esteves & Rotondaro, 2014). En el caso de la


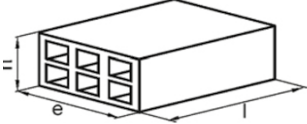
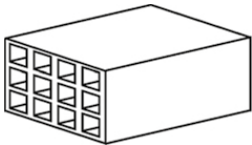
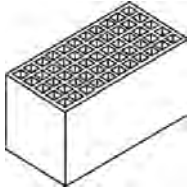
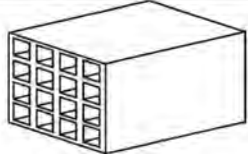
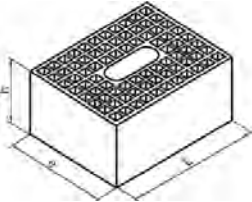
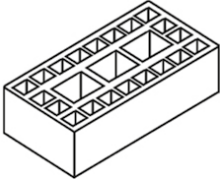
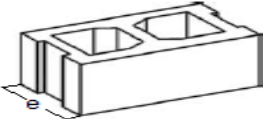
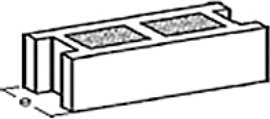
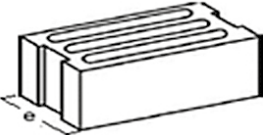
Tipo de mampuesto	Representación gráfica	Verificación
<b>Ladrillo cerámico macizo</b> $e = 0,20 \text{ m}$ $K = 2,58 \text{ W/m}^2\text{K}$		No verifica en ninguna zona bioambiental
<b>Bloque cerámico 6 huecos</b> $e = 0,20 \text{ m}$ $P = 168 \text{ kg/m}^2$ $K = 1,85 \text{ W/m}^2\text{K}$		Verifica para las zonas bioambientales Ia, IIa, IIIa, Ib y IIb
<b>Bloque cerámico 9 huecos</b> $e = 0,20 \text{ m}$ $P = 125 \text{ kg/m}^2$ $K = 1,66 \text{ W/m}^2\text{K}$		Verifica para todas las zonas bioambientales, menos las IIIa, IVb y VI
<b>Bloque cerámico térmico</b> $e = 0,25 \text{ m}$ $P = 135 \text{ kg/m}^2$ $K = 0,83 \text{ W/m}^2\text{K}$		Verifica para todas las zonas bioambientales
<b>Bloque cerámico 16 huecos</b> $e = 0,20 \text{ m}$ $P = 136 \text{ kg/m}^2$ $K = 1,51 \text{ W/m}^2\text{K}$		Verifica para todas las zonas bioambientales, menos las IVb y VI
<b>Bloque cerámico portante</b> $e = 0,20 \text{ m}$ $P = 151 \text{ kg/m}^2$ $K = 1,88 \text{ W/m}^2\text{K}$		No verifica en ninguna zona bioambiental
<b>Bloque de hormigón 3 huecos</b> $e = 0,20 \text{ m}$ $D = 1900 \text{ kg/m}^3$ $K = 2,70 \text{ W/m}^2\text{K}$		No verifica en ninguna zona bioambiental
<b>Bloque de hormigón 2 huecos</b> $e = 0,195 \text{ m}$ $D = 1460 \text{ kg/m}^3$ $K = 2,08 \text{ W/m}^2\text{K}$		No verifica en ninguna zona bioambiental
<b>Bloque de hormigón con relleno de lana de vidrio</b> $e = 0,20 \text{ m}$ $D = 1770 \text{ kg/m}^3$ $K = 1,12 \text{ W/m}^2\text{K}$		Verifica para todas las zonas bioambientales
<b>Bloque de hormigón multicámaras</b> $e = 0,19 \text{ m}$ $D = 2200 \text{ kg/m}^3$ $K = 1,66 \text{ W/m}^2\text{K}$		Verifica para todas las zonas bioambientales, menos la zona VI

Tabla 6. Verificación de la transmitancia térmica de diversos materiales en las zonas bioambientales

Fuente: elaboración propia, con base en IRAM 11.601 (2002, p. 14).

paja encofrada, el espesor de muro requerido es de 0,25 m. Observando estos valores, se puede concluir que para el Gran Buenos Aires los cerramientos con alguna de estas cinco técnicas son una opción térmica aceptable al cerramiento de ladrillo cerámico de 0,35 m de espesor.

### Resistencia mecánica de materiales y componentes de muros de cerramiento

Existe una reiterada discriminación de las construcciones con tierra, debido a la falta de conocimiento respecto a las características mecánicas de los materiales, los componentes y los sistemas constructivos empleados. Muchos autores han llevado a cabo ensayos en piezas de adobe, BTC y tapia, principalmente, para determinar la resistencia a esfuerzos de compresión simple, corte y flexión. Este comportamiento es de suma importancia al momento de diseñar y construir. En la etapa de evaluación de la resistencia de los elementos constructivos, es cuando cobran relevancia la técnica de elaboración del sistema constructivo, los materiales y las proporciones utilizadas.

La Norma Peruana de Adobe E.080 (Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, 2000) define el adobe como un “bloque macizo de tierra sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su

estabilidad frente a agentes externos y atenúe las fisuras por contracción de secado”. En el caso del BTC, el proceso es más controlado, debido a que se utiliza una prensa para generar la presión de compactación, a diferencia del mampuesto de adobe, que no se fabrica con compactación del mortero. Esta compresión implica un aumento de la densidad del bloque, lo que le confiere mejores capacidades mecánicas.

La tapia difiere de los anteriores componentes en el hecho de que consiste en un encofrado móvil dentro del cual se va comprimiendo la tierra estabilizada por capas, mediante un pisón, y de ese modo se construye el muro por partes. En las tablas 8, 9, 10 y 11 se presentan valores de resistencia a la compresión, a la flexión y a la tracción obtenidos por diversos autores, a partir de ensayos normalizados en distintos países y de datos propios.

Para el caso del adobe, la resistencia a la compresión varía entre 3 kgf/cm<sup>2</sup> y 21 kgf/cm<sup>2</sup>; son muy bajas sus resistencias a la tracción y al corte: 3,16 kgf/cm<sup>2</sup>. El BTC mejora la respuesta, al obtenerse con él valores que van desde 17 kg/cm<sup>2</sup> hasta 121,8 kg/cm<sup>2</sup>. La oscilación responde al contenido de cemento en la mezcla: a medida que aumenta el porcentaje agregado de cemento, aumenta la resistencia a la compresión y a la flexión. Finalmente,

Técnica/tipo de muro	Espesor de muro exterior (m)	
	Portante	Autoportante
Adobe (densidad entre 1500 y 1600 kg/m <sup>3</sup> )	Simple	0,40
	Doble	0,43
BTC de 0,14 x 0,29 x 0,096 m (densidad entre 1700 y 2000 kg/m <sup>3</sup> )	Simple	0,35
	Doble	0,43
Tapia (densidad entre 1800 y 2000 kg/m <sup>3</sup> )		0,40
Quincha (densidad entre 700/900 kg/m <sup>3</sup> )		0,28
Paja encofrada apisonada (densidad entre 500/700 kg/m <sup>3</sup> )		0,25

Tabla 7. Estimaciones del espesor mínimo del muro exterior necesario para verificar nivel de confort higrotérmico C en zona bioclimática IIIb (área central de la Provincia de Buenos Aires). Fuente: elaboración propia (2018).

Adobe			
País	Autor	Resistencias kgf/cm <sup>2</sup>	
El Salvador	Pons (2018), p.1	Compresión adobe (unidad)	3-5
Estados Unidos	McHenry (1996), p. 184	Compresión adobe (unidad) (laboratorio)	21
Uruguay	Mazzeo et al. (2007), p. 71	Compresión adobe (unidad)	11
Bélgica	Houbén y Guillaud (1984), p. 148	Compresión adobe (unidad)	20
Red PROTERRA	Rotondaro (2011), p. 23	Compresión adobe (unidad)	12
Colombia	Rivera (2012), p. 176	Compresión adobe (unidad) flexión-módulo de rotura	30,4 4,10

Tabla 8. Valores de resistencias mecánicas del adobe. Fuente: elaboración propia (2018).

Bloque de Tierra Comprimido (BTC)			
País	Autor	Resistencias kgf/cm <sup>2</sup>	
Argentina	Gatani (2002), p. 211	Compresión unidad-prensa	121,8
		Compresión unidad-impacto	76,8
Argentina	Arias et al. (2006), p.3 * *Ponencias, Comisión 4	Compresión unidad	f'u 50, f'um 70
		Compresión mortero 1:1:2 cem-arena-suelo	50
		Compresión mampostería a 28 días	50
Uruguay	Etchebarne, Piñero y Silva (2006), p. 16	Compresión unidad	17 / 20 40
		Compresión	6%*: 42,22; 8%*: 48,56; 10%: 60,78
Argentina	Sánchez et al. (2008), p.194	Compresión unidad	6%*: 55,98; 8%*: 56,50; 10%*: 89,28
		Compresión unidad seco	6%*: 75,79; 8%*: 78,32; 10%*: 91,33
México	Roux, Espuna y García (2008), p. 217	Compresión unidad húmedo	6%*: 54,34; 8%*: 37,50; 10%*: 61,73
		Flexión 10 días	6%*: 10,30; 8%*: 11,23; 10%*: 14,05
		Compresión 28 días	39,8
Colombia	Bedoya-Montoya, M. (2018), p. 67	Compresión suelo solo	2,7
		6% cal:	8,2
Brasil	De Souza et al. (2008), p. 175	6% cem:	24,7
		10% cem:	40

\* Porcentaje de agregado de cemento

Tabla 9. Valores de resistencias mecánicas del BTC

Fuente: elaboración propia (2018).

Tapia			
País	Ejemplo/autor	Resistencias kgf/cm <sup>2</sup>	
Brasil	Neves (2006), p. 4	Compresión	adopta mín. 10
Argentina	Luciano et al. (2006), p. 9	Compresión	1-5* 196; 1-6*: 136; 1-8*: 104
		Con 8,5 % hum.	1-10*: 72; 1-12*: 60; 1-15*: 56
Argentina	Arias et al. (2006), p.10	Compresión	1:8*: 65

\* Suelo-cemento

Tabla 10. Valores de resistencias mecánicas de compresión del tapial

Fuente: elaboración propia (2018).

la tapia tiene una resistencia variable, de acuerdo con la conformación de la mezcla de arena-arcilla y con el espesor de muro construido; así, con ella se obtienen valores de entre 46 kgf/cm<sup>2</sup> y 196 kgf/cm<sup>2</sup>. En el caso de otros materiales y componentes, como el ladrillo común cocido, en la tabla 12 se observan para este valores de compresión desde 17,5 kgf/cm<sup>2</sup> hasta 78 kgf/cm<sup>2</sup>. Para para el bloque hueco de hormigón, dichos valores oscilan entre los 45,5 kgf/cm<sup>2</sup> y los 130 kgf/cm<sup>2</sup>. De acuerdo con estos datos, se puede decir que el adobe tiene valores muy bajos de resistencia mecánica, por lo cual sería necesario reforzar la construcción para mejorar su comportamiento estructural. El BTC y la tapia presentan una mejor respuesta que el adobe en cuanto a los valores de resistencias mecánicas normalizadas, y se los puede encuadrar entre el

ladrillo común cocido y el bloque de hormigón; sin embargo, a pesar de su mejor respuesta, se debe tener en cuenta que en el caso de los sistemas manufacturados se trata de espesores de 0,18 m, y en el de los sistemas de construcción con tierra se trata de espesores de entre 0,30 m y 0,90 m.

## Discusión

En el trabajo se hizo un análisis comparativo de algunas características del comportamiento térmico y mecánico de diversos materiales de construcción y elementos elaborados con suelos naturales estabilizados, respecto a las propiedades de algunos materiales industrializados convencionales. Se pudo observar la dificultad de homogeneizar los valores en los casos de las técnicas del adobe, la tierra

País	Ejemplo/autor		Resistencia al corte (kgf/cm <sup>2</sup> )
Colombia	Yamin et al. (2007), p. 297	Muro adobe esp. 0,20 m	3,16
Argentina	Cuitiño, Maldonado y Esteves (2014), p. 241	Muro quincha esp. 0,10 m	1,33
Argentina	Norma INPRES CIRSOC 103-III (2016)	Ladrillo común cocido macizo	41,6-31,2
Resistencias a compresión simple (kgf/cm <sup>2</sup> )			
	Gatani (2002), p. 211	Ladrillo común cocido	78
	Cuitiño et al. (2014), p. 244	Muro ladrillón 0,18m	25,49-17,89
		Ladrillo macizo portante	50
Argentina	Norma INPRES CIRSOC 103 (2016, p. 23)	Bloque de hormigón portante	130
		Bloque hueco cerámicos portantes	130
	Reglamento CIRSOC 501 (2007, p. 27)	Ladrillo macizo portante E-I-N	25,0/22,5/17,5
		Bloque hueco de hormigón portante E-I-N	65,0/58,5/45,5
		Bloque hueco cerámicos portantes E-I-N	65,0/58,5/45,5
Chile	Valdez y Rapimán (2007), p. 87	Bloque de hormigón portante	68-80

(E): Resistencia elevada; (I): Resistencia intermedia; (N): Resistencia normal

aligerada y la tapia; este comportamiento tiene que ver con la diversidad de densidades; también, con la variabilidad de los materiales y de los morteros que habitualmente se emplean en su fabricación.

Se pudo observar, además, que la conductividad térmica varía de forma exponencial respecto a la densidad, la cual se modifica de acuerdo con el agregado de fibra vegetal y el grado de compactación. Es decir, a mayor compactación disminuye la porosidad, o porcentaje de aire contenido en el interior, y de esta forma disminuye también la aislación y aumenta la conductividad térmica: a mayor densidad del elemento constructivo, mayor valor de conductividad. Este comportamiento es, probablemente, el origen de las diferencias, a veces notables, entre los valores de conductividad térmica o de transmitancia térmica, de acuerdo con los resultados obtenidos mediante ensayos normalizados llevados a cabo por diferentes autores. Resumiendo el comportamiento térmico, en la tabla 12 se muestra, independientemente de los autores, entre qué intervalos oscilan los valores de densidad, conductividad y transmitancia térmica, datos resumidos de las tablas 1 y 2.

Se observa que los valores de densidad encontrados para los materiales de las técnicas constructivas con tierra con morteros de baja densidad de fibras y con suelos estabilizados compactados tienen valores de entre 1200 kg/m<sup>3</sup> y 2200 kg/m<sup>3</sup>, dado que no es posible trabajar con densidades menores, pues hacerlo implica la existencia de mucho aire incorporado en los morteros.

En el caso de los materiales industrializados más utilizados en la construcción convencional

en Argentina, se observa que se trabaja con densidades superiores, que están entre los 1305 kg/m<sup>3</sup> y los 2400 kg/m<sup>3</sup>.

Respecto a la Norma IRAM 11.605, se puede concluir que para lograr el nivel C de confort ambiental en la zona IIIb, correspondiente a la Provincia de Buenos Aires, esta es de 1,85 W/m<sup>2</sup> K, y se observó que con la tecnología convencional hay que trabajar con muros de ladrillos cocidos comunes macizos de 0,35 m de espesor, y en el caso del bloque cerámico hueco y del bloque cerámico portante se necesita un muro de 0,20 m de espesor, para lograr ese nivel de aislación. Comparativamente, los espesores necesarios estimados para los muros exteriores de adobe y de BTC oscilan entre 0,35 m y 0,43 m; en la tapia se necesita un muro de 0,40 m; en el caso de la quincha, espesores de 0,28 m, y para la paja encofrada, de 0,25 m.

El otro aspecto analizado es el comportamiento de la resistencia mecánica, principalmente a la compresión simple, dado que es una de las propiedades mecánicas más importantes de los materiales y los componentes de construcción con tierra. En el caso de la resistencia a compresión simple, el intervalo de variación es de entre 3 kgf/cm<sup>2</sup> y 21 kgf/cm<sup>2</sup> para el adobe, exceptuando un solo valor de 30,4 kgf/cm<sup>2</sup> en la tabla 9, en el que son muy bajas las resistencias a la tracción y al corte. La resistencia a la compresión simple mejora en el caso del BTC, con valores entre 17 kg/cm<sup>2</sup> y 121,8 kg/cm<sup>2</sup>, comparables con los del ladrillo común cocido, que pueden oscilar entre 17,5 kgf/cm<sup>2</sup> y 70 kgf/cm<sup>2</sup>, y los del bloque hueco de hormigón, que se encuentran entre los 45,5 kgf/cm<sup>2</sup> y los 130 kgf/cm<sup>2</sup>.

Tabla 11. Valores de resistencias de corte y compresión simple de materiales y componentes de construcción con tierra e industriales (Reglamento CIRSOC 501)

Fuente: Elaboración propia (2018).

Material	Densidad kg/m <sup>3</sup>	Conductividad térmica W/mK	Transmitancia térmica W/m <sup>2</sup> K
Adobe	1200-1700	0,46-0,95	1,43-2,89
BTC	1625-2200	0,79-0,93	1,53-2,84
Barro macizo	1200-2000	0,50-1,60	-
Quincha	400-2000	0,17-1,20	0,45-2,64
Ladrillo cocido común	1305-1800	0,87-2,32	1,93-2,70
Hormigón en masa	2400	1,40-1,63	-

estos cambios podrían contribuir con el mejoramiento de las ofertas de construcción del hábitat, con una franca orientación hacia arquitecturas y construcciones sustentables, y aportar para reducir el déficit habitacional.

Es posible que en este incremento de construcciones con tecnología de tierra hayan influido las características y las propiedades inherentes a sus comportamientos tanto mecánicos como térmicos, como la capacidad aislante, la facilidad de construcción, el uso de materiales locales naturales y su bajo costo económico relativo.

De la misma forma, es relevante el aspecto estructural de algunas de las técnicas de construcción con tierra, si se acompañan con la calidad de diseño y de ejecución de obra (en el sentido del ancho de muro, los refuerzos y la esbeltez). Se incluye dentro de esta reflexión si es una zona sísmica, dado que dicha tecnología brinda la posibilidad de trabajar en construcciones con tierra con estructuras livianas, flexibles y resistentes.

La mayor aceptación y el mayor interés en la construcción con tierra son un incentivo para seguir investigando sobre el aprovechamiento de las propiedades y las características térmicas y de resistencias mecánicas que caracterizan a las distintas formas de construir empleando suelos naturales modificados y edificaciones de mejor confort ambiental y estabilidad estructural.

## Conclusiones

A modo de reflexión final y considerando los resultados de esta investigación, aun tomando en cuenta las particularidades y el comportamiento poco estandarizable de los diferentes materiales, los morteros y los elementos constructivos, en el caso de Argentina la proyección del desarrollo de la arquitectura y la construcción con tierra tiene gran relevancia en el campo de la vivienda. Esta proyección se fundamenta en que a lo largo de las últimas décadas se registra un incremento en la producción de viviendas y de edificios públicos con esta tecnología en todas las regiones del país, desde las de mayor vulnerabilidad sísmica hasta las de menor. En un futuro cercano,

Tabla 12. Rangos de valores de densidad, conductividad y transmitancia térmica de componentes y materiales de la construcción con tierra y otros industriales

Fuente: elaboración propia (2018).

## Referencias

- Alavedra, P., Domínguez, J., Gonzalo, E., & Serra, J. (1997). La construcción sostenible: el estado de la cuestión. *Informes de la Construcción*, 451(49), 41-47. <http://dx.doi.org/10.3989/ic.1997.v49.i451.936>
- Arancibia, P. (2013). *Medida de la conductividad térmica con el método de la aguja térmica, basado en la fuente lineal de calor transitorio, para su aplicación en los cerramientos de adobes y bloques de tierra comprimida* (Tesis doctoral). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de: <http://oa.upm.es/21903/>
- Arias, E., Latina, S. M., Alderete, C., Mellace, R. F., Sosa, M., & Ferreira, I. (2007). *Comportamiento Térmico de Muros de Tierra en Tucumán*, (pp. 1-8). Buenos Aires, Argentina: ANPCYT, Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. Recuperado de: [https://fci.uib.es/digitalAssets/177/177906\\_4.pdf](https://fci.uib.es/digitalAssets/177/177906_4.pdf)
- Arias, L., Alderete, C., Mellace, R., Latina, S., Sosa, M., & Ferreyra, I. (2006). Diseño y Análisis Estructural de Componentes Constructivos de Tierra Cruda. *Memorias Vº Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra (Vº SIACOT)*. Mendoza: CRICYT CONICET. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4529876>
- Bedoya-Montoya, C. (2018). Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento: del residuo al material. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 20(1), 62-70. <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2018.20.1.1193>
- Bestraten, S., Hormias, E., & Altemir, A. (2011). Construcción con tierra en el siglo XXI. *Informes de la Construcción*, 63(523), 5-20. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.10.046>
- Blasco, I., Albarracín, O., Hodalgo, E., Dubós, A., Pereyra, A., Flores, M., & Merino, N. (2002). Construcción de salón comunitario en suelo-cemento. *Ier Seminario - exposición -Consorcio Terra cono-sur. La tierra cruda en la construcción del hábitat*, (p. 10).
- Cáseres Teran, J. (1996, octubre). Desempeño Sostenible. *Revista Tracte* (66), 7-8.
- Cuitiño, G., Esteves, A., & Rotondaro, R. (2014). Análisis del comportamiento térmico de muros de quincha. Castellanos Ochoa, M. N. (Comp.) *Arquitectura de Tierra: Patrimonio y sustentabilidad en regiones sísmicas*. 14º SIACOT - Seminario Ibero-Americano de Arquitectura y Construcción con Tierra (pp. 184-192). Tucumán.
- Cuitiño, G., Esteves, A., Maldonado, G., & Rotondaro, R. (2015). Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto de los muros de quincha. *Informes de la Construcción*, 67(537), e063. 1-11 doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.12.082>
- Cuitiño, G., Maldonado, G., & Esteves, A. (2014). Analysis of the mechanical behavior of prefabricated wattle and daub walls. *International Journal of Architecture, Engineering and Construction*, 10, 5
- Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 13, 203-210. Recuperado de: <https://www.mendoza-conicet.gov.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2009/2009-t005-a026.pdf>
- Etchebarne, R., Piñero, G., & Silva, J. (2006). Proyecto Terra Uruguay. Montaje de prototipos de vivienda a través de la utilización de tecnologías en tierra: adobe, fajina y BTC. *Construcción con Tierra*, 2, 5-20. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/151807285.pdf#page=5>
- Evans, J., Schiller, S., & Garzón, L. (2012). Desempeño térmico de viviendas construidas con quincha. *Construcción con tierra*, 5, 93-102. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/151807279.pdf#page=125>
- Evans, J. (2004). Construcción en tierra: Aporte a la habitabilidad. *1er Seminario de Construcción con Tierra*, 12-17.
- Evans, J. (2007). Actualización de la construcción con tierra. *Construcción con tierra* 3, 7-15.
- Fernández, E., & Esteves, A. (2004). Conservación de energía en sistemas autocons-



- truidos. El caso de la Quincha mejorada. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 8(1) 121-125. Recuperado de: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/81714>
- Freire, D., & Tinoco, J. (2015). *Estudio de una propuesta de mejoramiento del sistema constructivo adobe* (Tesis de grado). Ecuador: Universidad de Cuenca. Recuperado de: <http://dspace.uuenca.edu.ec/handle/123456789/22773>
- Fuentes Freixanet, V. A. (2009). Modelo de análisis climático y definición de estrategias de diseño bioclimático para diferentes regiones de la República Mexicana. Tesis de Doctor en Diseño. Azcapotzalco: Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Azcapotzalco División de Ciencias y Artes para el Diseño. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/128736412.pdf>
- Gatani, M. (2002). Producción de ladrillos de suelocemento. ¿Una alternativa eficiente, económica y sustentable? *Actas I Seminario Exposición La tierra cruda en la construcción del hábitat* (pp. 203-212). San Miguel de Tucumán: Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de Tucumán.
- Gieck, K. (2005). Manual de fórmulas técnicas. México: Alfaomega.
- Gutiérrez, R., & Gallegos, D. (2015). Construcción sustentable, Análisis de retraso térmico a bloques de tierra comprimida. *Contexto*, 9(11). 59-71. Recuperado de: <http://contexto.uanl.mx/index.php/contexto/article/view/49>
- Hays, A., & Matuk, S. (2003). Recomendaciones para la elaboración de normas técnicas de edificación con técnicas mixtas de construcción con tierra. En *Técnicas mixtas de construcción Proyecto XIV .6 Proterra Habyted*
- Subprograma XIV-Viviendas de Interés Social. (pp. 121-352). Salvador: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED).
- Heathcote, K. (2011). The thermal performance of earth buildings. *Informes de la Construcción*, 63(523), 117-126. doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.10.024>
- Houbén, H., & Guillaud, H. (1984). *Earth construction*. Brussels: CRA Terre/PGC/CRA/UNCHS/AGCD.
- INPRES CIRSOC 103 parte III. Norma (2016). *Reglamento argentino para construcciones sismorresistentes*. 75. Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- INPRES CIRSOC 501. Norma (2007). *Reglamento argentino de estructuras de mampostería*. 64. Buenos Aires, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- IRAM 11.601. Norma (2002). *Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo*. 52. Buenos Aires, Argentina.
- IRAM 11.603. Norma (2012). *Condicionamiento térmico de edificios Clasificación bioambiental de la República Argentina*. 43. Buenos Aires, Argentina.
- IRAM 11.625. Norma (2000). *Aislamiento térmico de edificios – Verificación de sus condiciones higrotérmicas*. 41. Buenos Aires, Argentina.
- IRAM 11605. Norma (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos*. 27. Buenos Aires, Argentina.
- Luciano, F., Brade, M., Garay, E., Mercanti, N., & Tirner, J. (2006). Proyecto, diseño y construcción de componentes de viviendas con suelo-cemento monolítico en la provincia de corrientes. V *Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra - I Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra*. Mendoza, Argentina: AHTER-CRIATiC. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4531585>
- Mas, J. M., & Kirschbaum, C. F. (2012). Estudios de resistencia a la compresión en bloques de suelo-cemento. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 16, 77-84. Recuperado de: <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2012/2012-t005-a010.pdf>
- Mazzeo, J., Lasus, O., Calone, M., Sanguinetti, J., Ferreiro, A., Márquez, J., & Mato, L. (2007). *Proyecto hornero: prototipo global de experimentación construcción con materiales naturales*. Montevideo, Uruguay: Universidad de la República. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12008/9469>
- McHenry Jr, P. (1996). *Adobe. Cómo construir fácilmente*. México: Trillas.
- Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción. (2000). *Norma Técnica de edificación E.080*. 16. Lima, Perú. Recuperado de: <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=3478>
- Minke, G. (2005). *Manual de construcción con tierra. La tierra como material de construcción y su aplicación en la arquitectura actual* (2. ed.) Kassel, Alemania: Fin de Siglo.
- Moëvus, M., Anger, R., & Fontaine, L. (2012). Hygrothermo-mechanical properties of earthen materials for construction: a literature review. *Terra*, 12, 1-10. Recuperado de: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01005948>
- Muñoz, N., Thomas, L., & Marino, B. (2015). Comportamiento térmico dinámico de muros típicos empleando el método de la admitancia. *Energías Renovables Y Medio Ambiente (ERMA)*, 36. 31-39. Recuperado de: <http://www.ekeko.org/ojs8/index.php/ERMA/article/view/125>
- Neves, C. (2006). O uso do solo-cimento em edificações. A experiencia do CEPED. V *Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra - I Seminario Argentino de Arquitectura y Construcción con Tierra*, (pp. 1-11). Mendoza, Argentina: AHTER-CRIATiC. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4529722>
- Piattoni, Q., Quagliarini, E., & Lenci, S. (2011). Experimental analysis and modelling of the mechanical behaviour of earthen bricks. *Construction and Building Materials*, 2067-2075. <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.11.039>
- Pons, G. (2018). *Características generales del adobe como material de construcción*. Recuperado de: <http://ecosur.org/index.php/es/ecomateriales/adobe/712-caracteristicas-generales-del-adobe-como-material-de-construccion>
- Rivera Torres, J. (2012). El adobe y otros materiales de sistemas constructivos en tierra cruda: caracterización con fines estructurales. *Apuntes. Revista de Estudios sobre patrimonio cultural*, 25(2). 164-181. Recuperado de: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revApuntesArq/article/view/8763>
- Rotondaro, R. (2011). *Adobe: Técnicas de construcción con tierra*. Brasil: PROTERRA
- Roux G, R., Espuna M, J., & Garcia I, V. (2008). Influencia del cemento portland en las características de resistencia de compresión simple y permeabilidad en los BTC. *Seminário Ibero-americano de Construção com Terra-II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil* (pp. 210-219). Brasil: UTN Rafaela.
- Sánchez, M., Begliardo, H., Casenave, S., & Schuck, J. (2008). Elaboración de bloques de suelo-cemento con barros de excavación para pilotes. *Seminário Ibero-americano de Construção com Terra-II Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil* (pp. 190-197). Brasil: UTN Rafaela.
- Valdez, G., & Rapimán, J. (2007). Propiedades físicas y mecánicas de bloques de hormigón compuestos con áridos reciclados. *Información Tecnológica*, 18(3), 81-88. Recuperado de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v18n3/art10.pdf>
- Vega, P., Andrés, J., Guerra, M., Morán, J., Aguado, P., & Llamas, B. (2011). Mechanical characterisation of traditional adobes from the north of Spain. *Construction and Building Materials*, 25(7), 3020-3023. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.02.003>
- Wassouf, M. (2014). *Passivhaus - de la casa pasiva al estándar*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Yamín Lacouture, L., Phillips Bernal, C., Reyes Ortiz, J., & Ruiz Valencia, D. (2007). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada. *Apuntes. Revista de estudios sobre patrimonio cultural*, 20(2). 286-377. Recuperado de <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revApuntesArq/article/view/8984>
- Yuste, B. (2014). *Arquitectura en tierra. Caracterización de los tipos edificatorios* (Tesis de Máster de Arquitectura, Energía y Medio Ambiente). Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperado de: [https://www.aie.webs.upc.edu/maema/wp-content/uploads/2016/07/26-Beatriz-Yuste-Miguel-Arquitectura-de-tierra\\_COMPLETO.pdf](https://www.aie.webs.upc.edu/maema/wp-content/uploads/2016/07/26-Beatriz-Yuste-Miguel-Arquitectura-de-tierra_COMPLETO.pdf)



# Evaluación del desempeño térmico del sillar (ignimbrita) de Arequipa, Perú

Evaluation of the ashlar (ignimbrite) thermal performance of Arequipa, Peru

Luis Carlos Herrera-Sosa

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (México)

Instituto de Arquitectura, diseño y Arte (IADA)

Édgar Elías Villena-Montalvo

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú)

Karin Rosario Rodríguez-Neira

Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú)

Luis Carlos Herrera-Sosa

Arquitecto, Escuela de Arquitectura de Chihuahua. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua (México).

Maestría en Arquitectura Bioclimática, Escuela de Arquitectura y Diseño de América Latina y el Caribe. Panamá (Panamá).

Doctorado en arquitectura, Facultad de Arquitectura, Universidad de Colima. Coquimatlán (México).

Miembro, Sistema Nacional de Investigadores. Conacyt. 2016-2019.

<https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=jxculjgAAAAJ>

<https://orcid.org/0000-0002-7663-200X>

moreguachi@gmail.com; carlos.herrera@uacj.mx

Édgar Elías Villena-Montalvo

Arquitecto, Universidad San Antonio Abad. Cusco (Perú).

Máster en Docencia e Investigación Universidad Hermilo Valdizan Huanuco. Huanuco (Perú).

Especialista en gestión ambiental, Universidad Agraria La Molina. Lima (Perú).

<https://orcid.org/0000-0002-9661-4677>

evillena@unsa.edu.pe

Karin Rosario Rodríguez-Neira

Arquitecta, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNAS) (Perú).

Máster en diseño y gestión ambiental de edificios, Universidad de Navarra. Pamplona (España).

<https://orcid.org/0000-0002-2199-9234>

krdriguez@unsa.edu.pe

Herrera-Sosa, L.C., Villena-Montalvo, E. E. & Rodríguez-Neira, K. R. (2020). Evaluación del desempeño térmico del sillar (ignimbrita) de Arequipa, Perú. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 152-163. <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2261>



[dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2261](http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2261)

## Resumen

El sillar, material de construcción para muros y cubiertas de uso común en Arequipa (Perú), ha perdido vigencia debido, entre otras cosas, al desconocimiento de su desempeño térmico. Por ello, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el desempeño térmico de este material en comparación con el adobe, el ladrillo de arcilla y la bloqueta de concreto. La metodología consistió en un monitoreo experimental de seis módulos en verano y ocho en invierno, en modelos de campo con análisis de causa-efecto por medio de simulación. Comparando la temperatura del aire exterior e interior con la de confort, se determinó qué material tiene mejor desempeño térmico en temporadas de verano e invierno. Con el software DesignBuilder V4.7, se simuló térmicamente los módulos, se correlacionaron los resultados para su validación y se obtuvieron los consumos energéticos. Los resultados de campo arrojaron que el sillar, en su colocación en sogas y canto, es el de mejor desempeño térmico, mientras que la bloqueta de concreto es el más ineficiente.

**Palabras clave:** calor específico; conductividad térmica; desempeño térmico; eficiencia energética; ladrillo tipo sillar; masa térmica; material de construcción; transmitancia térmica

## Abstract

The ashlar, construction material for walls and roofs commonly used in Arequipa (Peru) has lost its validity of use, due, among other things, to ignorance about its thermal performance. Thus, the aim of this research was to evaluate such performance compared to adobe, clay brick and concrete block. The methodology consisted of an experimental monitoring of six modules in summer and eight in winter, in field models with cause-effect analysis through simulation. By comparing the temperature of the outdoor and indoor air with that of comfort, the material that has the best thermal performance in the two climatic seasons of Arequipa was identified. With the use of the DesignBuilder V4.7 software, the modules were thermally simulated, the results were correlated for validation and energy consumption indices were obtained. Field results showed that the ashlar in its soga and canto placement shows the best thermal performance, while the concrete block is the most inefficient.

**Keywords:** specific heat; thermal conductivity; thermal performance; energy efficiency; ashlar brick; thermal mass; building material; thermal transmittance

## Introducción

El propósito del presente artículo es presentar los resultados de la evaluación del desempeño térmico del sillar colocado en canto y sogas con 0,19 y 0,30 m de espesor, respectivamente, en comparación con 3 materiales de construcción para muros: adobe de 0,20 m de espesor; ladrillo colocado en cabeza y sogas con 0,24 m y 0,14 m de espesor, respectivamente, y bloqueta de concreto de 0,14 m de espesor, enmarcado todo ello dentro del proyecto de investigación de nombre *Evaluación del Comportamiento Térmico del Sillar de la Provincia de Arequipa, para su Aplicación como Material de Construcción que Permita Reducir el Consumo Energético y Optimizar el uso de Energías Pasivas*, financiado por la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.

El sillar es una roca piroclástica que cubre grandes extensiones del flanco occidental andino del Perú. Existe un gran número de depósitos de flujos piroclásticos con el nombre de sillar, o piedra sillar, que es una denominación exclusivamente local para la ignimbrita. La ignimbrita es una roca ígnea producto del depósito volcánico, y que consiste en toba dura compuesta de fragmentos de roca y fenocristales en una matriz de fragmentos de vidrio semejantes a polvo, junto

Recibido: septiembre 10 / 2018

Evaluado: octubre 15 / 2019

Aceptado: noviembre 23 / 2019

con pedazos de piedra pómez y bloque de lava densa (fiames) (Lara-Galindo, 1988, p. 7).

El departamento de Arequipa se encuentra al sur de Perú. Limita al norte con Ayacucho, Apurímac y Cuzco; al este, con Puno; al sureste, con Moquegua; al oeste, con el océano Pacífico, y al noroeste, con Ica. Su capital, la ciudad de Arequipa, se ubica en las coordenadas geográficas de 16°23'56' latitud sur y 71°32'13' longitud oeste, y a una altitud media de 2335 msnm (figura 1).

De acuerdo con el anexo No. 1 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (2016), la ciudad de Arequipa se localiza en la zona climática 4-Mesoandino. Esta zona se caracteriza por tener un clima de semifrío a frío, con terreno semi-seco a lluvioso, con temperatura promedio anual de 12 °C, humedad relativa del 30% al 50% y una precipitación pluvial de 95 mm, en promedio. De acuerdo con la clasificación de Köppen-Geiger (2007), se ubica en Bwk: clima seco, desértico y frío, respectivamente.

El diagnóstico bioclimático de Arequipa define dos temporadas climáticas: temporada de verano y temporada de invierno. La primera temporada tiene una duración de diciembre a marzo, y se caracteriza por ser una estación de clima templado y subhúmedo. Sus principales indicadores son: temperatura máxima promedio de 21,30 °C, temperatura promedio de 15,9 °C, temperatura mínima promedio de 10,5 °C, humedad relativa promedio del 57,2% y una radiación sobre superficie horizontal promedio de 5,130 Wh/m<sup>2</sup>. La segunda temporada transcurre de abril a octubre, y se caracteriza por ser una estación de clima frío y semiseco. Sus principales indicadores son: temperatura máxima promedio de 21,6 °C, temperatura promedio de 14,9 °C, temperatura mínima promedio de 8,2 °C, humedad relativa promedio del 39,3% y una radiación sobre superficie horizontal promedio de 4,994 Wh/m<sup>2</sup>.

Las estrategias de climatización pasiva para ambas temporadas son: ganancia solar pasiva, protección solar, ganancias de calor internas, protección contra el viento, aislamiento selectivo y uso de materiales con masa térmica alta.

El sillar como material de construcción en muros fue utilizado, principalmente, por sus cualidades mecánicas y constructivas, por los habitantes originales de la región de Arequipa muchos años antes de la llegada de los españoles, pues su uso como elemento estructural tiene una capacidad resistente a la compresión bastante cercana a la de un ladrillo de arcilla tipo II, lo que permite utilizarlo en albañilería portante y en techados de forma curva, donde, mayormente, trabaja la compresión (Lara-Galindo, 1988, p.13).



Figura 1. Localización de la ciudad de Arequipa.

Fuente: elaboración propia, con base en el Mapa Climático del Perú (2018).

El uso del sillar solo tenía competencia con materiales regionales como la tierra, el adobe o técnicas milenarias de construcción. Según Cornejo et al. (2018, p. 46), el sillar posee excelentes cualidades térmicas, porque conserva de manera agradable la temperatura de las viviendas, pues actúa como regulador reteniendo el calor o irradiándolo suavemente; incluso, se lo considera un material muy bueno para la construcción, ya que es blando durante su extracción y endurece al contacto con el aire, por lo cual es un buen aislante de espacios (Cornejo et al., 2018, p. 35). No obstante, con la aparición de nuevos materiales, como el ladrillo de arcilla cocida de 0,14 m y el bloque de concreto de 0,20 m de espesor, su uso fue perdiendo vigencia, debido a la facilidad de obtención y de elaboración de esos materiales, así como su rapidez de construcción, su costo y su uso extendido a escala nacional e internacional.

A diferencia de los materiales y las técnicas tradicionales, como el adobe de 0,40 m y la tierra apisonada de 0,40 m, estos nuevos materiales no cumplen de manera adecuada con los requerimientos térmicos que demanda el clima de Arequipa, pues, de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (2016), en esta zona 4-mesoandino, los materiales deben tener una transmitancia térmica máxima en muros de 2,36 W/m<sup>2</sup> K, valor que no cumplen el block de concreto de 0,20 m ni el ladrillo de 0,15 m, pues tienen una transmitancia térmica de 3,33 W/m<sup>2</sup> K y de 2,56 W/m<sup>2</sup> K, respectivamente.<sup>1</sup> Incluso si se utilizan valores de otras fuentes, con una conductividad térmica de 1,7 W/m K para el concreto simple y de 0,60 W/m K para el

<sup>1</sup> Para el cálculo de la transmitancia térmica se utilizaron los valores de conductividad del Anexo No. 3 del RNE (2016), pp. 523108-523110. Concreto simple 1,51 W/m K y 0,84 para el ladrillo común (RNE, 2016).

Figura 2. Ubicación de los módulos.

Fuente: elaboración propia (2017).

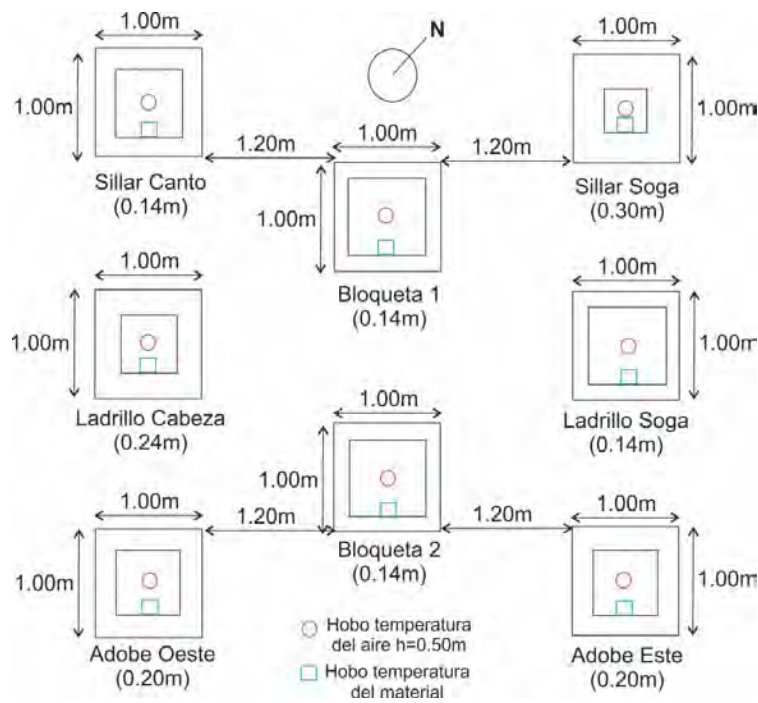


Figura 3. Aislamiento en cubierta de los módulos.

Fuente: elaboración propia (2017).

Figura 4. Aislamiento en piso de los módulos.

Fuente: elaboración propia (2017).



ladrillo (Cedeño, 2010), o, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER (2001, p. 98), de 1,84 W/m K y de 0,872 W/m K, respectivamente, estos materiales no cumplen con los valores máximos de transmitancia térmica máxima permisible, pues con la primera referencia se obtiene una transmitancia térmica de 2,58 W/m<sup>2</sup> K y de 2,44 W/m<sup>2</sup> K, y con la segunda referencia, una de 2,62 W/m<sup>2</sup> K y de 2,39W/m<sup>2</sup> K, respectivamente.

Pese a lo anterior, y a que se reconoce en la memoria colectiva de los habitantes de la región el hecho de que el sillar funcionaba bien térmicamente con el clima, el desconocimiento de sus cualidades y de la eficiencia térmica que conlleva el uso de ese material han provocado aún más su abandono. Incluso, en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) (2016), que solicita una transmitancia térmica específica para la región, no se incluye al sillar en los materiales enlistados.

Los estudios del sillar o ignimbrita, por lo general, se han enfocado en conocer y analizar las propiedades de resistencia mecánica; especialmente, en la zona de Arequipa, debido a que esta se ubica en la región de mayor actividad sísmica del Perú (Hernando, 2001, p. 16).

Otros estudios del sillar realizados por parte del Instituto Nacional de Investigación y Normatización de Vivienda del Perú (ININVI) se enfocan exclusivamente en sus propiedades físicas, mecánicas y químicas (Llanque, 2000, p. 65), y dejan de lado sus propiedades térmicas.

Fue hasta 1980 cuando Daniel Meilán señalaba en la Universidad Nacional de Salta, Argentina, que las características del sillar (ignimbritas) tenían una serie de propiedades físicas que los hacían útiles en construcción, por cuanto eran livianos y fáciles de manejar tanto para su transporte como para su colocación. Incluso, comenta que, por su estructura interna, son un aislante natural de la temperatura. El mismo Meilán comenta que la ignimbrita o sillar tiene propiedades acústicas que impiden o disminuyen la transmisión de ruidos entre los distintos ambientes y el exterior, además de ser ignífugas, con lo cual no se ven afectadas por el fuego o un incendio (Alonso, 2016).

Por su estructura interna, al sillar en Arequipa se lo ha considerado un aislante natural de la temperatura. Incluso, en un estudio de conductividad y trasmittancia térmica de una muestra de sillar blanco se establece lo siguiente: "(...) podemos establecer comparativamente con la k del Ladrillo común ( $k = 0.72$  W/m K). Mientras que la k del Sillar es de (0.46 W/m K), esto nos demuestra que el Sillar es un material aislante" (Llanque, 2000, p. 140).



## Metodología

En este apartado se describen: diseño de investigación, objeto de estudio, simulador térmico y condiciones de simulación térmica.

La investigación se aplicó en modelos en campo, siguiendo un esquema metodológico de monitoreo experimental, con análisis de causa-efecto, por medio de simulación, que hace énfasis en el uso de modelos y analogías (Groat & Wang, 2002).

### Monitoreo térmico de modelos de campo

El monitoreo térmico en campo se realizó en la temporada de verano del 1 al 10 de febrero de 2017 y en la temporada de invierno del 20 al 30 de junio de 2017. Se monitorearon durante ese tiempo 6 módulos en verano y 8 en invierno, contruidos de 1,00 m de alto por 1,00 m de ancho y de 1,00 m de largo, con la misma orientación (figura 2).

La cubierta y el piso de los módulos se aislaron con una placa de tecnopor de 2" de espesor (poliuretano expandido de 15 kg/m<sup>3</sup> de densidad, 0,04W/m K de conductividad y 1400 J/kg K de calor específico) (figuras 3 y 4). La única diferencia entre los módulos fue el material de los muros de la envolvente (figuras 5 y 6).

Los materiales de los módulos a evaluar durante la temporada de verano fueron los siguientes (figuras 5 y 6):

1. Sillar canto (espesor: 0,19 m)
2. Adobe oeste (espesor: 0,20 m)
3. Bloqueta 1 (espesor: 0,14 m)
4. Ladrillo cabeza (espesor: 0,24 m)
5. Sillar canto 1b (espesor: 0,19 m)
6. Sillar sogá (espesor: 0,30 m)

Los materiales de los módulos por evaluar durante la temporada de invierno fueron los siguientes (figuras 5 y 6):

1. Sillar canto (espesor: 0,19 m)
2. Sillar sogá (espesor: 0,30 m)
3. Adobe este (espesor: 0,20 m)
4. Adobe oeste (espesor: 0,20 m)



Figura 5. Módulos de bloqueta y de sillar.

Fuente: elaboración propia (2017).

Figura 6. Módulos de sillar, de ladrillo y de adobe.

Fuente: elaboración propia (2017).

Figura 7. Instalación de sensores tipo Hobo.

Fuente: elaboración propia (2017).

5. Bloqueta 1 (espesor: 0,14 m)
6. Bloqueta 2 (espesor: 0,14 m)
7. Ladrillo cabeza (espesor: 0,24 m)
8. Ladrillo sogá (espesor: 0,14 m)

En el interior de cada módulo se instalaron a la mitad del espacio dos sensores tipo Hobo U12-02 de la marca ONSET<sup>2</sup>. Uno de los sensores, para registrar la temperatura del aire y la humedad relativa; el otro, para registrar, mediante un cable termopar, la temperatura del muro sur. En el exterior se instaló un sensor tipo Hobo H08 de la misma marca, para registrar la temperatura del aire y humedad relativa. Los sensores se programaron para registrar datos a cada diez minutos en invierno, y a cada quince minutos, en verano (figura 7).

Ninguno de los módulos tiene en su envolvente aberturas o partes transparentes, por lo que su ganancia o su pérdida de calor son exclusivamente por los muros expuestos al exterior.

<sup>2</sup> Un sensor tipo Hobo es un registrador de datos de temperatura y humedad. Se eligió la marca ONSET por ser un sensor Clase I, compacto, de dimensiones reducidas, económico y de gran precisión, y porque cumple con los requisitos de la ISO 7726:1998

### Cálculo de la zona de confort

Para fines comparativos del desempeño térmico, se calculó la temperatura neutral de las temporadas de invierno y de verano de Arequipa con el promedio de la temperatura exterior de los días de monitoreo, mediante el método adaptativo propuesto por ANSI/ASHRAE 55-2010 (2010). Para definir los rangos superior e inferior de la zona de confort, se determinó utilizar la amplitud de +/- 2,5 °C, como sugiere Szokolay (2008).

$$T_n = 17,8 + 0,31(T)$$

Donde:

T<sub>n</sub> = temperatura neutral

17,8 = temperatura de núcleo interno

0,31 = C<sub>lo</sub>

T = temperatura del aire promedio

De acuerdo con este procedimiento, los límites de la zona de confort para la temporada de verano son de 26,03 °C para el límite superior, y de 21,03 °C, para el inferior, con una temperatura neutral de 23,53 °C. Para la temporada de invierno, el límite superior es de 25,35 °C, y el inferior, de 20,35 °C, con una temperatura neutral de 20,85 °C.

### Simulación térmica

La simulación térmica se realizó durante los mismos periodos que los del monitoreo de campo, a fin de correlacionar los resultados para su validación y para obtener los consumos energéticos esperados de cada uno de ellos.

Se utilizó el simulador térmico DesignBuilder 4.7. Este programa proporciona datos del consumo de energía, de las emisiones de carbono, de las condiciones de confort, de las temperaturas máximas y mínimas de los espacios y de la estimación del tamaño de equipo de los componentes de HVAC (DesignBuilder, 2010).

DesignBuilder tiene como código fuente Energy Plus 8.0 para la simulación dinámica. Los resultados incluyen flujos de calor por: conducción, radiación solar directa, infiltración y ventilación; además, cargas térmicas internas y costos por climatización, entre otras variables (García, et al., 2011).

Consideraciones de simulación térmica:

- Clima: como el software de DesignBuilder no permite ingresar datos de simulación climática medidos, se generó un archivo meteorológico de Arequipa Perú, con el programa Meteonorm. El método de estimación de Meteonorm requiere que se especifique una localización particular para la cual se requieran datos meteorológicos, y presenta los datos en una estructura deseada y formato requerido, tales como: EPW, TMY2 o DOE, entre otros.
- Periodo de análisis: se realizó un análisis horario en las dos temporadas climáticas determinadas: verano (de diciembre a marzo) e invierno (de abril a octubre).
- Cargas internas: no se consideraron.
- Infiltración: se consideró una tasa de renovación de 0,70 renovaciones por hora.
- Ventilación natural: no se consideró.
- Cerramientos: los valores de conductividad térmica, calor específico y conductividad de los materiales de construcción de los módulos se obtuvieron del Anexo 3 del Reglamento Nacional de Edificación (2016), como se muestra en la tabla 1.

Para obtener los valores de conductividad térmica, densidad y calor específico del sillar, se enviaron tres muestras de sillar blanco a dos laboratorios en México, para su análisis:

- El laboratorio Novidesa de la Petroquímica IDESA, ubicado en Tlaxcala, México, está acreditado a partir de 2011-04-27 por la Entidad Mexicana de Acreditación, A. C. (EMA), con número de acreditación C-0061-008/11.

Tabla 1. Valores térmicos de los materiales de los módulos.

Fuente: elaboración propia (2017).

Material	Densidad	K = Conductividad		Resistividad	Cp = Calor específico		
	Kg/m <sup>3</sup>	W/m °C	Kcal/mhr °C	m °C/W	J/Kg °C	Fuente	
<b>Constructivos</b>							
1	Sillar	1306,96*	0,16	0,14	6,10	463,75**	*LAB. NOVIDESA/**CIMAV
2	Adobe	1100-1800	0,90	0,77	1,11	920*	RNE (2016)/ *ECODISEÑO
3	Bloqueta de concreto	2300,00	0,50	0,43	2,00	1000,00	RNE (2016)
4	Bloque de arcilla; ladrillo corriente	1700,00	0,84	0,72	1,19	800,00	RNE (2016)
5	Poliestireno expandido (densidad media)	30,00	0,03	0,03	30,30	1700,00	RNE (2016)

La acreditación fue otorgada bajo la norma NMX-Ec-17025-IMNC-2006 y la ISO 17025:2005.

La determinación de la densidad del sillar se hizo mediante el método de prueba MP-950, que está referenciado a la NMX-C-126-ONNCCE-2010. Industria de la Construcción-Materiales Termoaislantes en forma de bloque o placa- determinación de las Dimensiones y Densidad. El acondicionamiento de los especímenes fue de 24 horas, a 105 °C.

La determinación de la transmisión térmica está referenciada a la NMX-C-181-ONNCCE-2010. Industria de la Construcción-Materiales termoaislantes-Determinación de la Transmisión Térmica en Estado Estacionario (Medidor del Flujo del Calor). El equipo utilizado para ello fue un Medidor de Flujo de Calor HFM-436/3/1 ER con fecha última de calibración: 2017-02-15.

2) El Centro de Investigación de Materiales Avanzados de Chihuahua, México (CIMAV) hizo el análisis de calor específico por el método de prueba estándar para la determinación de la capacidad calorífica ( $C_p$ ) mediante el análisis de calorimetría diferencial de barrido (DSC). Dicho análisis consiste en someter la muestra a un calentamiento programado registrando las reacciones endo/exotérmicas que van ocurriendo. La determinación se llevó a cabo en un calorímetro diferencial de la marca TA Instruments, modelo Q 200, en las siguientes condiciones: rampa de calentamiento, flujo de nitrógeno de 50  $\text{cm}^3/\text{min}$  utilizando el método modulado. El equipo se calibró con estándares metálicos de indio y zinc, de acuerdo con la norma ASTM D 3418.

## Resultados

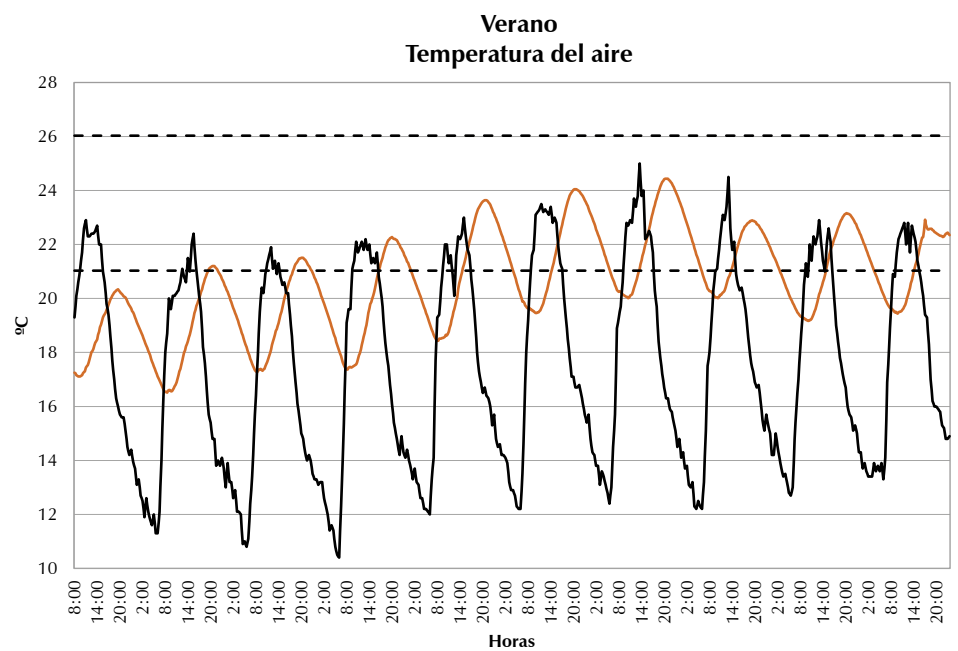
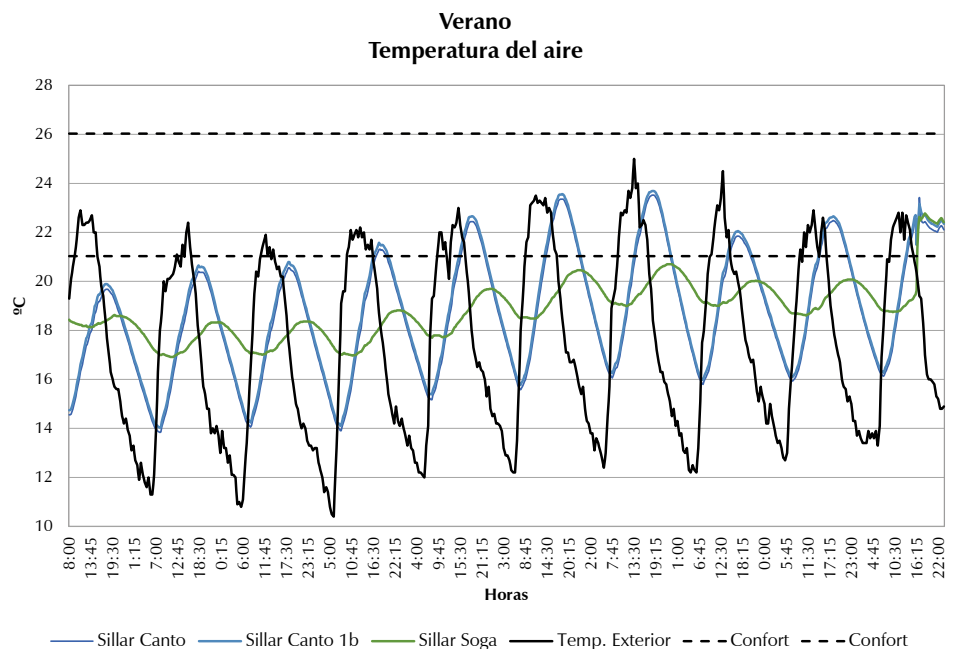
### Monitoreo de campo

#### Temporada de verano

El monitoreo de campo de la temporada de verano se realizó del 1 al 10 de febrero del 2017. Para esa temporada, los datos de temperatura exterior se obtuvieron del centro meteorológico La Pampilla (2017). La temperatura exterior máxima registrada en dicha temporada fue de 25 °C; la promedio, de 17,50 °C, y la mínima, de 10,40 °C, con una oscilación térmica promedio de 14,60 °C.

#### 1. Sillar: canto, canto 1b y sogá

El desempeño térmico del sillar canto y el sillar canto 1b es exactamente el mismo. Los resultados nos indican una oscilación térmica entre el día y la noche de 9,69 °C. El sillar de este espesor amortigua en el 33,63 % la temperatura del aire exterior; es decir, 4,91 °C menos. La temperatura en el interior del módulo permanece en el 17% dentro de la zona de confort,



fort, producto de las temperaturas más altas que se presentan durante el día (figura 8).

El resultado del desempeño térmico del sillar sogá presenta una oscilación térmica entre el día y la noche de 5,86 °C. El sillar de este espesor amortigua en el 59,87% la temperatura del aire exterior; es decir, 8,74 °C menos. Aunque la temperatura interior del módulo permanece el 0,00% dentro de la zona de confort, la amplitud de la oscilación térmica nos indica que ese material estabiliza la temperatura interior, lo cual es conveniente para la sensación de confort (figura 8).

#### 2. Adobe oeste

El desempeño térmico del adobe oeste nos indica una oscilación térmica entre el día y la noche de 7,93 °C; es decir, el adobe de este espesor amortigua en el 45,68% la temperatura del aire exterior, lo cual equivale a 6,67 °C menos. La temperatura en el interior del módulo permanece en el 45% dentro de la zona de confort, producto de las temperaturas más altas que se presentan durante el día y debido a que la temperatura del interior del módulo se estabiliza (figura 9).

Figura 8. Resultados de la temperatura del aire del sillar. Temporada de verano.

Fuente: elaboración propia (2017).

Figura 9. Resultados de la temperatura del aire del adobe. Temporada de verano.

Fuente: elaboración propia (2017).

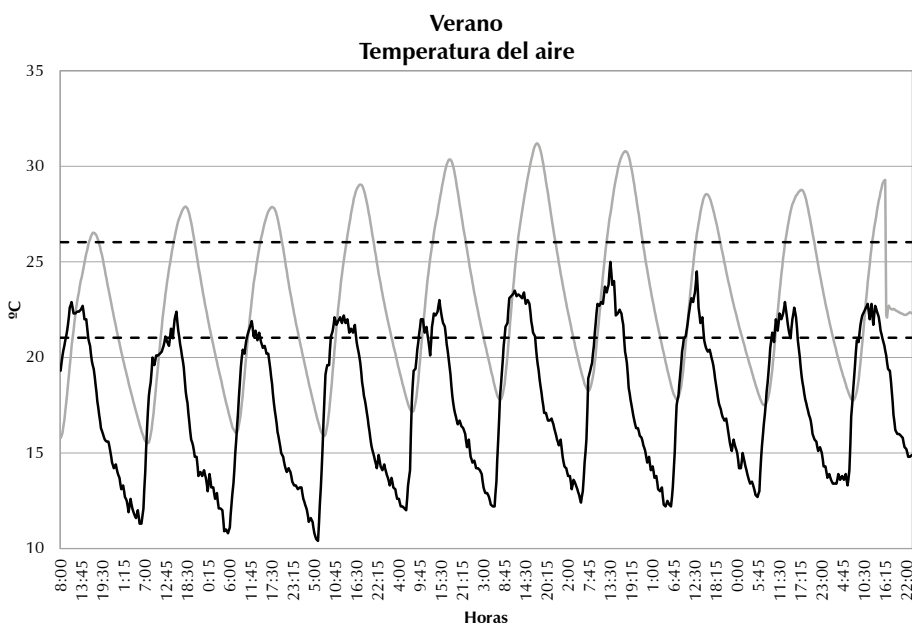


Figura 10. Resultados de la temperatura del aire interior de la bloqueta. Temporada de verano.

Fuente: elaboración propia (2017).

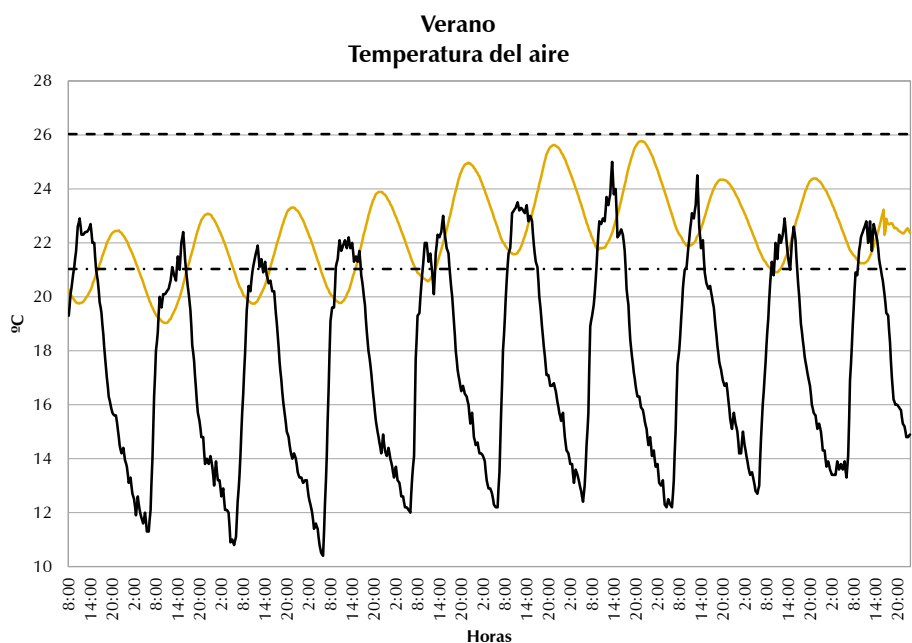


Figura 11. Resultados de la temperatura del aire del ladrillo. Temporada de verano.

Fuente: elaboración propia (2017).

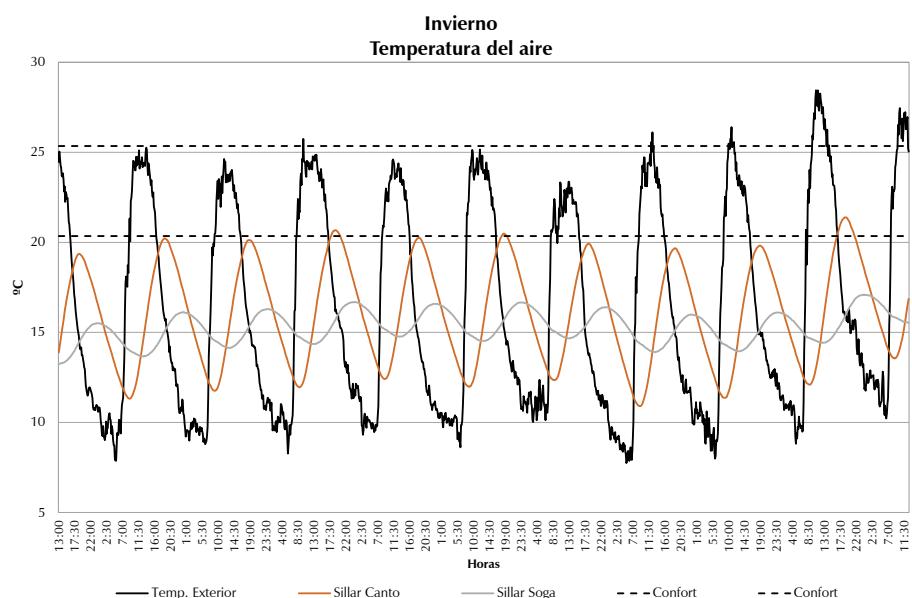


Figura 12. Resultados de la temperatura del aire del Sillar. Temporada de invierno.

Fuente: elaboración propia (2017).

### 3. Bloqueta 1

El desempeño térmico de la bloqueta 1 nos indica una oscilación térmica entre el día y la noche de 15,7 °C, la cual es incluso mayor que la de la temperatura exterior. Dicho comportamiento es inadecuado para el clima de Arequipa, pues las condiciones frías del exterior estarán en el interior al mismo tiempo. En este caso, el 40% del tiempo se encuentra la temperatura del interior del módulo dentro de la zona de confort, producto del recorrido de la temperatura en su continuo descenso o ascenso durante el día o la noche (figura 10).

### 4. Ladrillo cabeza

El desempeño térmico del ladrillo cabeza nos indica una oscilación térmica entre el día y la noche de 6,74 °C. Es decir, el ladrillo de este espesor amortigua en el 53,84% la temperatura del aire exterior; o sea, 7,86 °C menos. La temperatura en el interior del módulo permanece en el 78% dentro de la zona de confort, producto de las temperaturas más altas que se presentan durante el día y de la baja amplitud térmica del material (figura 11).

### Temporada de invierno

El monitoreo de campo de la temporada de invierno se realizó del 20 al 30 de junio del 2017. La temperatura exterior máxima registrada en esta temporada fue de 28,40 °C; la promedio, de 16,26 °C, y la mínima, de 7,75 °C, con una oscilación térmica promedio de 20,70 °C.

### 1. Sillar: canto y soga

El desempeño térmico del sillar canto nos indica una oscilación térmica entre el día y la noche de 10,48 °C. El sillar de este espesor amortigua en el 49,37% la temperatura del aire exterior; es decir, 10,22 °C menos. La temperatura en el interior del módulo permanece en el 1,00% dentro de la zona de confort; sin embargo, aunque la temperatura permanece más estable por la amplitud térmica durante el día, las temperaturas interiores siempre se encuentran por debajo de la zona de confort (figura 12).

El desempeño térmico del sillar soga nos indica una oscilación térmica entre el día y la noche de 3,85 °C. Es decir, el sillar de este espesor amortigua en el 81,40% la temperatura del aire exterior; o sea, 16,85 °C menos. La temperatura en el interior del módulo nunca permanece dentro de la zona de confort; sin embargo, al presentar una amplitud térmica menor estabiliza la temperatura interior, lo cual es deseable a la sensación de confort humano. Por tal razón, el sillar soga solo requiere una fuente de calor para que en invierno funcione de una manera adecuada para el clima de Arequipa (figura 12).



## 2. Adobe este y oeste

El desempeño térmico del adobe este y oeste es igual en cada caso. Los resultados nos indican una oscilación térmica entre el día y la noche de 6,41 °C. Es decir, el adobe de este espesor amortigua en el 69,03% la temperatura del aire exterior; o sea, 14,29 °C menos. La temperatura en el interior del módulo permanece en el 2% dentro de la zona de confort, lo cual nos indica que su comportamiento térmico es estable y adecuado para el clima de Arequipa, lo que puede ser aún mejor si se cuenta con una ganancia de calor (figura 13).

## 3. Bloqueta 1 y 2

El desempeño térmico de las bloquetas 1 y 2 es muy similar en cada caso. Los resultados nos indican una oscilación térmica entre el día y la noche de 18,44 °C y 17,50 °C, respectivamente; ambas, muy cercanas al comportamiento de la temperatura exterior. La bloqueta 1 tiene un amortiguamiento de la temperatura exterior del 10,92%, y la bloqueta 2, uno del 15,46%; o sea, 2,30 °C y 3,20 °C menos, respectivamente. Esto quiere decir que la temperatura del aire en ese módulo actúa prácticamente de la misma manera como lo hace en el exterior, lo cual es inadecuado para el clima de Arequipa, pues las condiciones frías del exterior estarán en el interior al mismo tiempo. En ambos casos, el 45% del tiempo se encuentran dentro de la zona de confort, producto del recorrido de la temperatura en su continuo descenso o ascenso durante el día o la noche (figura 14).

## 4. Ladrillo: cabeza y soga

El desempeño térmico del ladrillo cabeza nos indica una oscilación térmica entre el día y la noche de 5,38 °C. Es decir, el ladrillo de este espesor amortigua en el 74,00% la temperatura del aire exterior; o sea, 15,32 °C menos. La temperatura en el interior del módulo nunca permanece dentro de la zona de confort, lo cual indica que su comportamiento térmico es estable, y ello es conveniente para la sensación térmica de confort (figura 15).

El desempeño térmico del ladrillo soga nos indica una oscilación térmica entre el día y la noche de 13,99 °C. Es decir, el Ladrillo de este espesor amortigua en el 32,41% la temperatura del aire exterior; o sea, 6,71 °C menos. La temperatura al interior del módulo permanece el 30% dentro de la zona de confort, como producto de que las temperaturas interiores alcanzadas son iguales a las temperaturas exteriores más altas durante el día (figura 15).

## Simulación térmica

Al obtener los resultados del desempeño térmico de los módulos en el monitoreo de campo en ambas temporadas, se procedió a hacer simulaciones térmicas, a fin de poder evaluar el consumo energético de los módulos para alcanzar

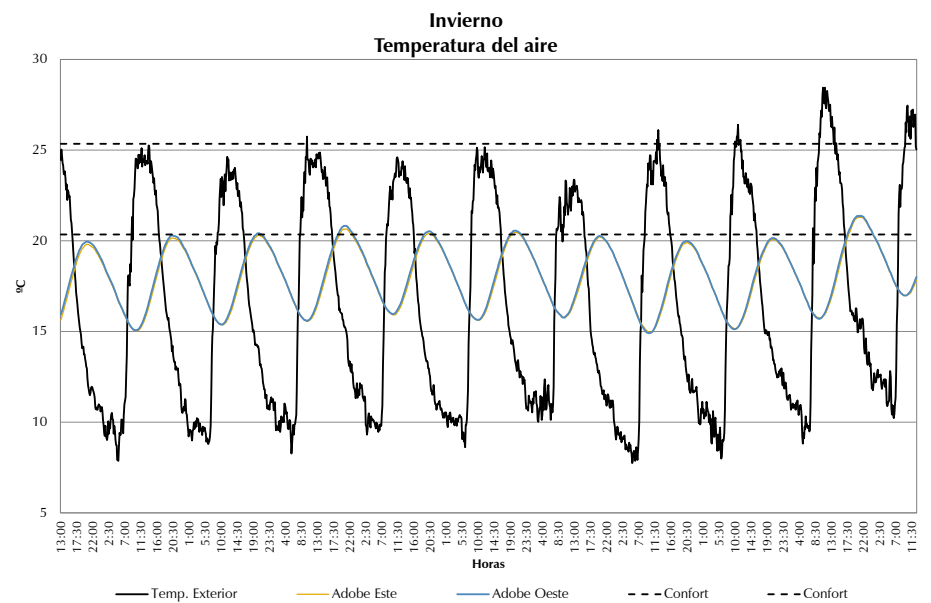


Figura 13. Resultados de la temperatura del aire del adobe. Temporada de invierno. Fuente: elaboración propia (2017).

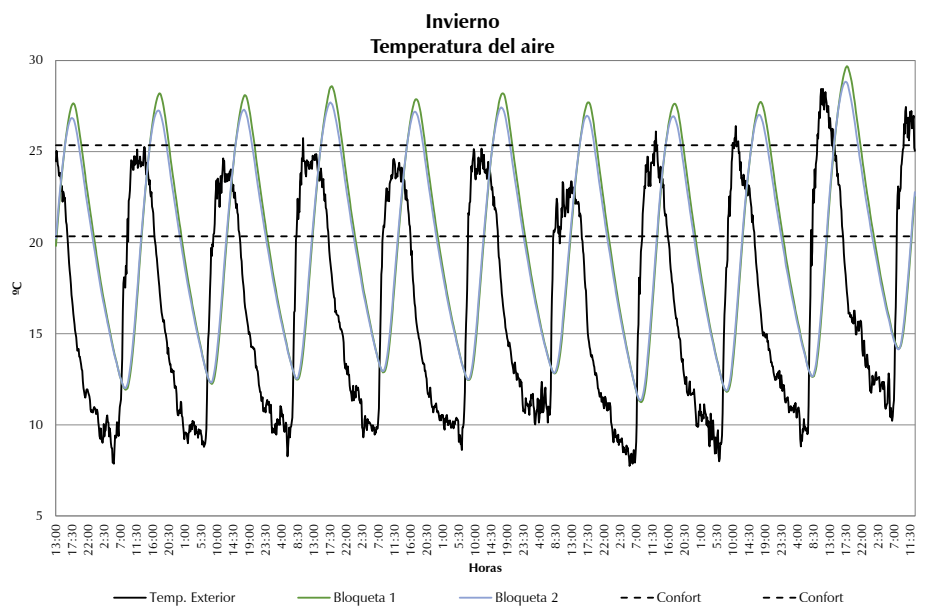


Figura 14. Resultados de la temperatura del aire de la bloqueta. Temporada de invierno. Fuente: elaboración propia (2017).

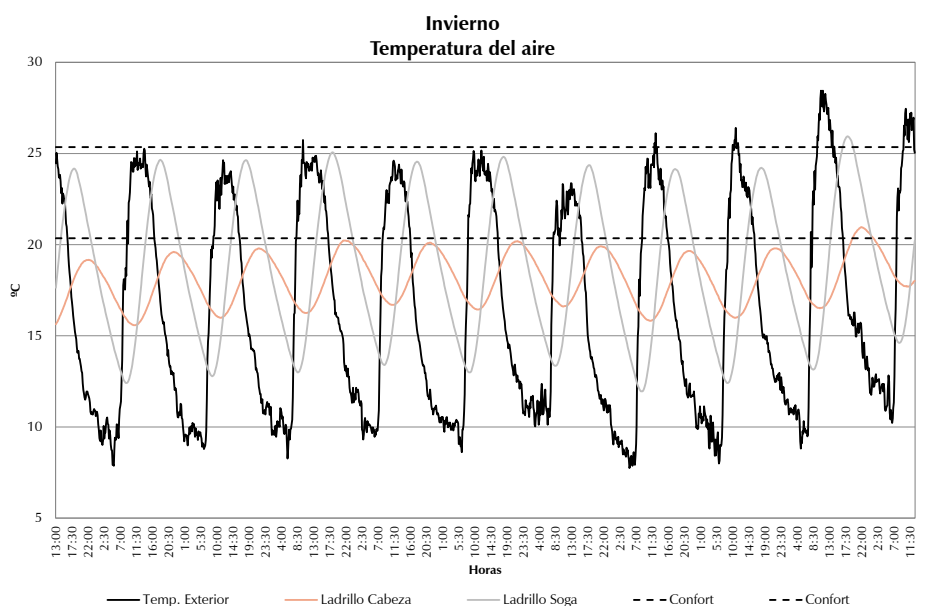


Figura 15. Resultados de la temperatura del aire del ladrillo. Temporada de invierno. Fuente: elaboración propia (2017).

Temperatura exterior  
Campo-Design Builder

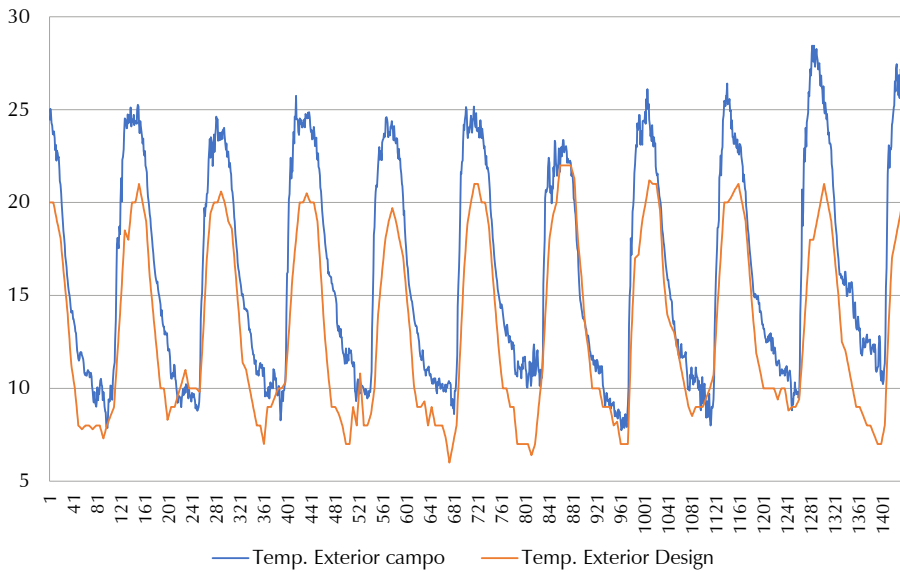


Figura 16. Comparación de resultados de campo y simulación térmica de la temperatura exterior. Temporada de invierno.

Fuente: elaboración propia (2017).

Temperatura exterior  
Campo-Design Builder

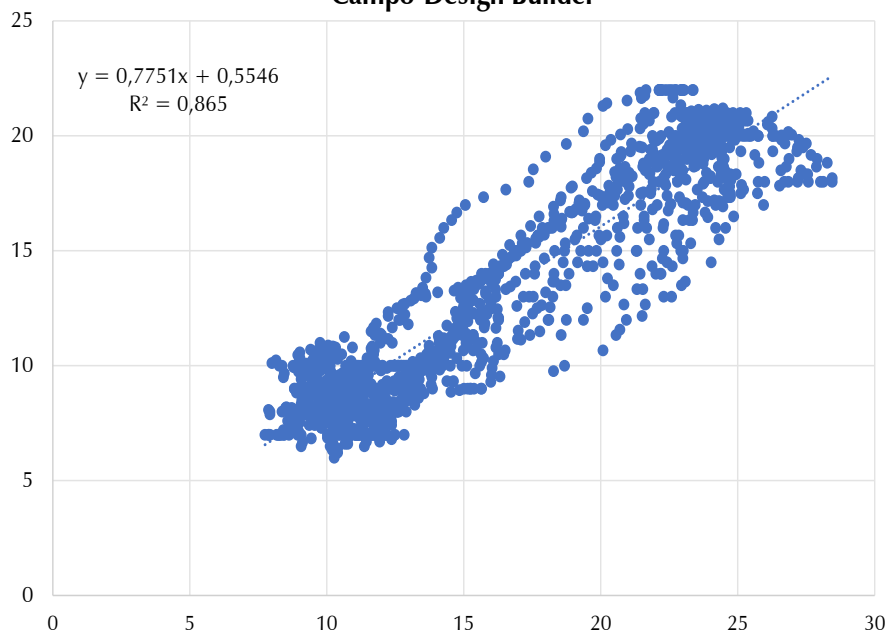


Figura 17. Correlación de resultados en escala de Pearson de la simulación térmica y el registro de campo de la temperatura exterior. Temporada de invierno.

Fuente: elaboración propia (2017).

temperaturas dentro de la zona de confort. Para ello, lo primero que se hizo fue comparar las temperaturas exteriores registradas en campo con las que el software de DesignBuilder establece (Herrera, 2017, p. 23). Se determinó hacerlo solo en la temporada de invierno, pues la uniformidad del clima a lo largo del año no representa variaciones importantes para efectos de simulación.

En esta temporada se puede observar que las temperaturas simuladas son menores que las registradas en campo. En promedio, las diferencias de temperaturas son las siguientes: máximas de 6,4 °C, mínimas de 3,10 °C y promedio de 1,75 °C (figura 16).

Para corroborar si es factible utilizar los resultados de la figura 16 en las simulaciones, se procedió a hacer una correlación de Pearson de los datos registrados en el monitoreo de campo con los obtenidos, mediante simulación con DesignBuilder. El resultado de la correlación nos indica una  $R^2 = 0,865$ ; esto significa una  $R = 0,930$ , lo cual en la escala de Pearson se considera una correlación positiva muy alta (figura 17).

Temperatura	R <sup>2</sup>	R
Exterior	0,865	0,930
Sillar canto	0,857	0,926
Sillar soga	0,824	0,908
Adobe este y oeste	0,882	0,939
Ladrillo cabeza	0,833	0,913
Ladrillo soga	0,784	0,885
Bloqueta 1 y 2	0,840	0,917

Tabla 2. Valores de correlación de valores registrados en campo y de simulación.

Fuente: elaboración propia (2017).

Tabla 3. Consumo energético por material. Temporada de invierno.

Fuente: elaboración propia (2017).

Bloqueta 1		Adobe este y oeste		Ladrillo soga		Ladrillo cabeza	Sillar canto	Sillar soga
Calor (gas)	Enfriamiento (electricidad)	Calor (gas)	Enfriamiento (electricidad)	Calor (gas)	Enfriamiento (electricidad)	Calor (gas)	Calor (gas)	Calor (gas)
kw	kw	kw	kw	kw	kw	kw	kw	kw
27,88	1,20	21,73	0,47	21,14	0,54	8,20	6,45	2,67

Tabla 4. Consumo energético por material. Temporada de invierno.

Fuente: elaboración propia (2017).

Bloqueta 1		Adobe		Ladrillo soga		Sillar canto	Ladrillo cabeza	Sillar soga
Calor (gas)	Enfriamiento (electricidad)	Calor (gas)	Enfriamiento (electricidad)	Calor (gas)	Enfriamiento (electricidad)	Calor (gas)	Calor (gas)	Calor (gas)
kw	kw	kw	kw	kw	kw	kw	kw	kw
9,14	0,43	6,67	0,11	4,72	0,15	1,37	0,67	0,03

Las correlaciones de los datos de temperatura del aire interior registrados durante el monitoreo de campo con los resultados de la simulación térmica con el software DesignBuilder del sillar canto y sogá; del adobe este y oeste; del ladrillo cabeza y sogá, y de las bloquetas 1 y 2 son los que se muestran en la tabla 2.

La correlación positiva tan alta en todos los casos nos demuestra que es factible utilizar la simulación térmica, por medio del software DesignBuilder, para cuantificar el consumo energético requerido para que la temperatura del aire en el interior de cada uno de los módulos permanezca dentro de la zona de confort.

Para la simulación del consumo energético de cada uno de los módulos por necesidad de calentamiento se consideró la capacidad calorífica del gas como combustible, en tanto que para la necesidad de enfriamiento se consideró la energía eléctrica.

Los resultados de la temporada de invierno nos indican que el módulo que requiere mayor consumo de energía para calentamiento es el de la bloqueta 1; le siguen el de adobe y el de ladrillo sogá. Los módulos más eficientes en este rubro, en su orden, son los de sillar sogá, sillar canto y ladrillo cabeza (tabla 3 y figura 18).

Para enfriamiento, el módulo que requiere mayor consumo de energía eléctrica es el de la bloqueta 1; le siguen el de ladrillo sogá y, por último, el de adobe. Los módulos de sillar sogá, de sillar canto y de ladrillo cabeza no tienen demanda de consumo por enfriamiento (tabla 3 y figura 18).

Los resultados de la simulación del consumo energético en la temporada de verano nos indican que el módulo que requiere mayor consumo energético para calentamiento es el de bloqueta 1; le siguen el de adobe y el de ladrillo sogá. Los módulos más eficientes en este rubro son el de sillar sogá, ladrillo cabeza y sillar canto (tabla 4 y figura 19).

Para efectos del enfriamiento, el módulo de mayor consumo energético es el de la bloqueta 1; le siguen el de ladrillo sogá y, por último, el de

adobe. Los módulos de sillar sogá, ladrillo cabeza y sillar canto no tienen demanda de consumo por enfriamiento (tabla 4 y figura 19).

Para el cálculo del ahorro en el consumo energético de electricidad por necesidad de enfriamiento y para efectos de comparación, se consideró la bloqueta 1, que es el material más ineficiente térmicamente, como el del 0% de ahorro. Los materiales de sillar canto, sillar sogá y ladrillo cabeza son los más eficientes, pues no tienen consumo de electricidad, por lo que su ahorro es del 100%; le siguen el adobe, con el 61,57%, y el ladrillo sogá, con el 58,09% (figura 20).

Figura 18. Resultados del consumo energético por material. Temporada de invierno.

Fuente: elaboración propia (2017)

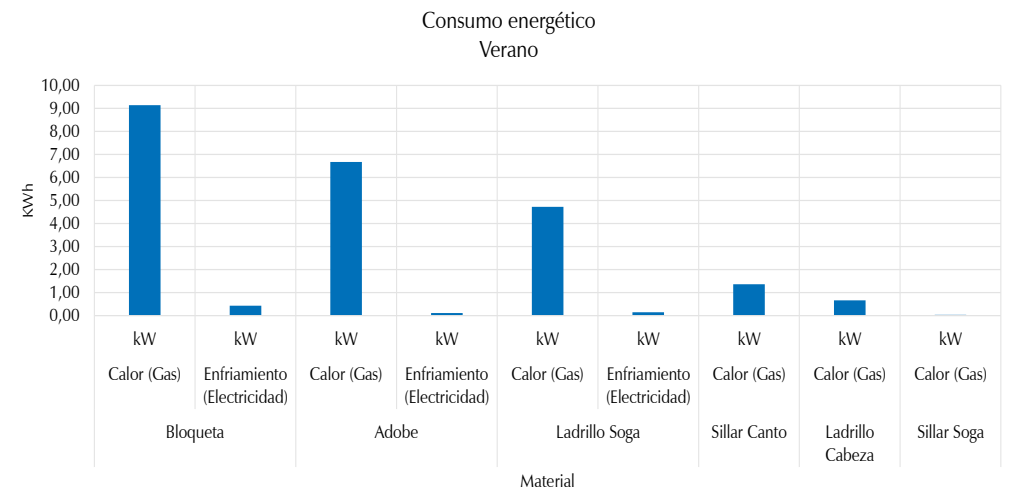
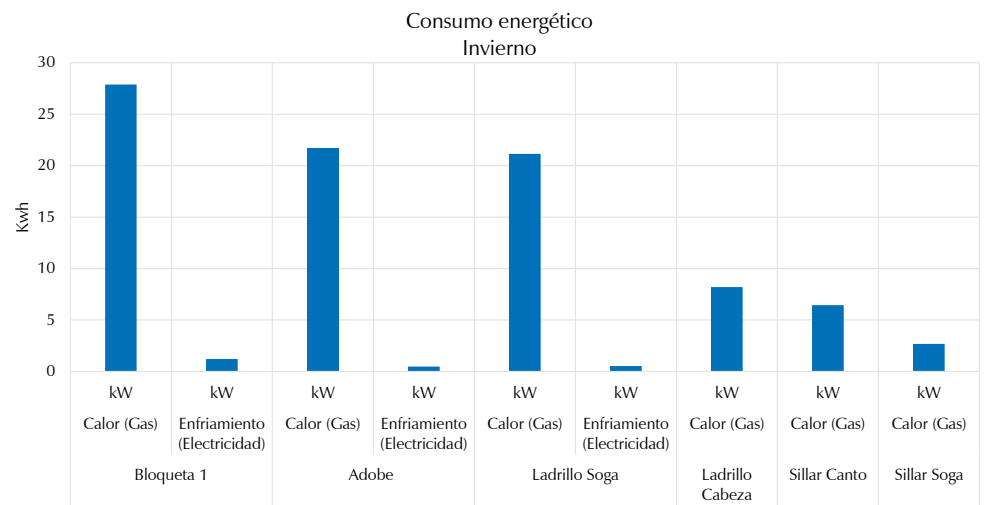


Figura 19. Resultados del consumo energético por material. Temporada de verano.

Fuente: elaboración propia (2017).

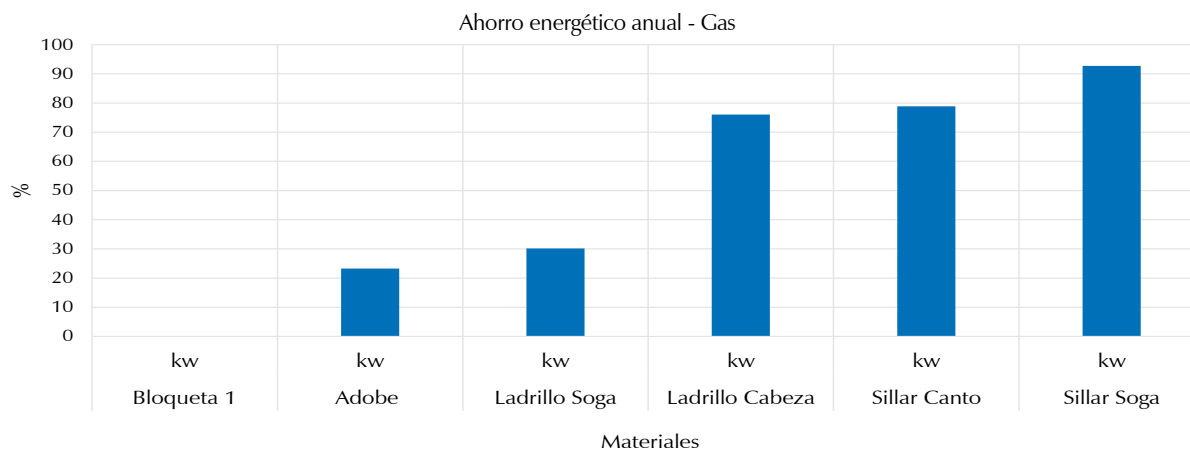
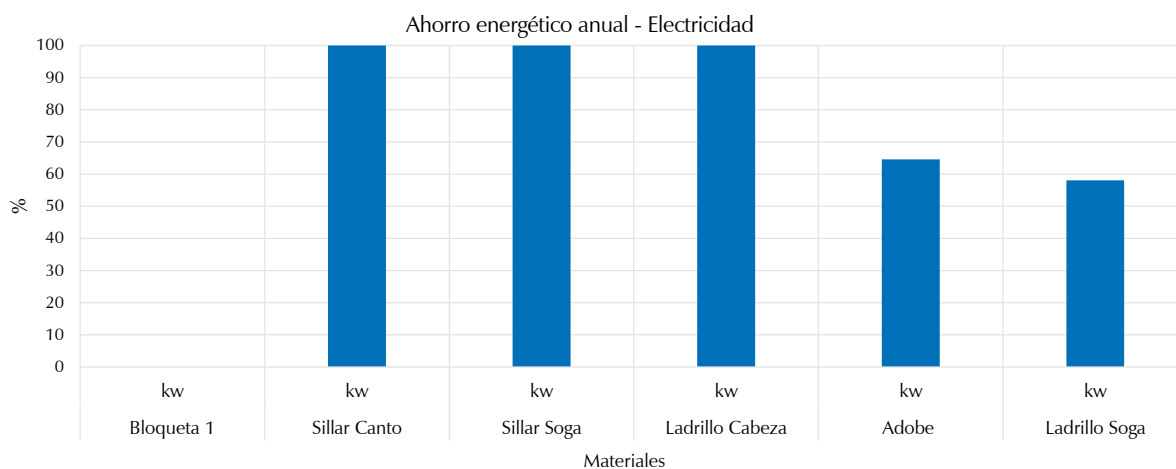


Figura 20. Resultados del ahorro energético de electricidad anual.

Fuente: elaboración propia (2017).

Figura 21. Resultados de ahorro energético de gas anual.

Fuente: elaboración propia (2017).



	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano	Invierno	Verano		Invierno	
	Oscilación (°C)	Amortiguamiento (%)	Confort (%)	Consumo energético gas KW	Consumo energético electricidad KW	Consumo energético gas KW	Consumo energético electricidad KW	Consumo energético gas KW	Consumo energético electricidad KW	
Temp. exterior	14,60	20,70	X	X	26,00	28,40	X	X	X	X
Sillar canto y canto 1b	9,69	10,48	33,63	49,37	17,00	1,00	1,37	0,00	6,45	0,00
Sillar sogá	5,86	3,85	59,87	81,40	0,00	0,00	0,03	0,00	2,67	0,00
Adobe este y oeste	7,93	6,41	45,68	69,03	45,00	2,00	6,67	0,11	21,73	0,47
Bloqueta 1	15,70	18,44	X	10,92	40,00	45,00	9,14	0,43	27,88	1,20
Bloqueta 2	X	17,50	X	15,49	X	45,00	X	X	27,88	1,20
Ladrillo cabeza	6,74	5,38	53,84	74,00	78,00	0,00	0,67	0,00	8,20	0,00
Ladrillo sogá	X	13,99	X	32,41	X	30,00	X	X	21,14	0,54

Tabla 5. Resultados del monitoreo de campo y la simulación térmica de los materiales de los módulos.

Fuente: elaboración propia (2017).

Para el cálculo del ahorro en el consumo energético de gas por necesidad de calentamiento y para efectos de comparación, se consideró la bloqueta 1, que es el material más ineficiente térmicamente, como el del 0% de ahorro. El material con el mayor porcentaje de ahorro es el sillar sogá, con el 92,69%; le siguen el sillar canto, con el 78,89%, y el ladrillo cabeza, con el 76,05%. Muy por debajo, siguen el ladrillo sogá, con el 30,14%, y el adobe, con el 23,29% (figura 21).

### Discusión

De acuerdo con los resultados del monitoreo de campo, el mejor desempeño térmico en ambas temporadas lo tiene el módulo con el material de sillar sogá, por cuanto es el que tiene la menor oscilación térmica y el menor amortiguamiento, en comparación con el resto de los materiales analizados. Si bien el sillar sogá nunca se encuentra dentro de la zona de confort, el hecho de que presente una amplitud térmica significativamente menor que la del resto de los materiales es deseable para la sensación de confort humano. Además, este material es el que menor consumo energético tiene en ambas temporadas climáticas (tabla 5).

Es importante destacar que, de todos los materiales analizados, el sillar sogá es el que mayor espesor tiene, por lo cual su resistencia térmica

al paso de calor es mayor, y, por lo tanto, tiene el mejor desempeño térmico (tabla 5).

El segundo material de mejor desempeño térmico es el sillar canto, pues su consumo energético se encuentra solo por debajo del sillar sogá. Si bien, en términos de oscilación térmica y amortiguamiento, el ladrillo cabeza presenta un mejor desempeño térmico, la diferencia de 0,10 m en el espesor de ambos materiales nos indica cualidades térmicas más adecuadas para el clima de Arequipa por parte del sillar canto (tabla 5).

El tercer material con mejor desempeño térmico es el adobe este y oeste, pues su oscilación térmica y su amortiguamiento son mayores, en comparación con el sillar canto, el sillar sogá y el ladrillo cabeza, pero menor que el resto de los materiales. En cuanto al consumo energético, también presenta el tercer mejor resultado; principalmente, en el consumo energético de electricidad en la temporada de invierno (tabla 5).

El material con el peor desempeño térmico es la bloqueta 1 y 2, por cuanto es la que tiene la mayor oscilación térmica, incluso mayor que la de la temperatura exterior, y su amortiguamiento es el más bajo, comparado con el resto de los materiales analizados. En términos de consumo energético, las bloquetas 1 y 2 presentan el mayor consumo en ambas temporadas, en comparación con el resto de los materiales (tabla 5).

Si bien este material es uno de los que en el mayor porcentaje de tiempo se encuentran dentro de la zona de confort, debido a que en el recorrido sinusoidal diario de las temperaturas estas son muy similares al de la temperatura exterior, en términos de sensación térmica no es adecuado (tabla 5).

## Conclusiones

El sillar, en su colocación en sogá y canto, es el de mejor desempeño térmico, en comparación con el resto de los materiales analizados, aunque no se encuentre dentro de la zona de confort, pues su oscilación térmica y su amortiguamiento permiten que la temperatura del aire en el interior de los módulos permanezca estable durante el mayor tiempo. Además, es el material que menor consumo energético presentó en ambas temporadas, tanto para calentamiento como para enfriamiento.

El espesor, tanto del sillar sogá como el de sillar canto, cumple con la transmitancia térmica requerida por el RNE (2016), pues tienen  $0,78 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  y  $1,49 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , respectivamente.

El adobe, independientemente de su orientación, tiene un eficiente desempeño térmico en ambas

temporadas, no obstante que su espesor, de  $0,20 \text{ m}$ , ni apenas es el suficiente, de acuerdo con los valores térmicos de la RNE (2016), pues tiene  $2,241 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , lo cual nos indica que un adobe de mayor espesor mejoraría no solo en valores de transmitancia térmica, sino también, en desempeño térmico, y, por ende, en un menor consumo energético.

El ladrillo sogá y el cabeza cumplen satisfactoriamente con lo requerido por el RNE (2016); sin embargo, el mayor espesor del ladrillo cabeza le permite un mejor desempeño térmico y un menor consumo energético.

El desempeño térmico de las bloquetas 1 y 2 fue ineficiente, además de que no cumplen con el requerimiento del RNE (2016). Tal situación nos permite afirmar que este material tiene un alto consumo energético, por lo cual su uso debe ser prudente y apoyado con sistemas de aislamiento que disminuyan su transmitancia térmica y mejoren su desempeño térmico.

## Agradecimientos

A la Universidad Nacional de San Agustín, por el apoyo recibido para la elaboración del proyecto de investigación.

## Referencias

- Alonso, R. (2016). *Ignimbrita o Sillar: Una roca de construcción ecológica* [Entrada de Blog] Recuperado de: <http://danielsalmoral.com/2016/04/23/ignimbrita-o-sillar-una-roca-de-construccion-ecologica-por-ricardo-alonso/>
- ANSI/ASHRAE Standard 55. (2010). *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. American Society of Heating Refrigeration and Air-conditioning Engineers, pp. 11-12. 2010.
- Cedeño, V. (2010). Materiales Bioclimáticos. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 12(1), 100-110. Recuperado de: [https://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucaticolica/revistas\\_ucatolica/index.php/RevArq/issue/view/20](https://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucaticolica/revistas_ucatolica/index.php/RevArq/issue/view/20)
- Cornejo, S., Márquez, K., Avendaño, G. Rodríguez, J., & Carrillo, V. (2018). *Concreto Traslucido y Sillar* (trabajo académico). Huacho, Perú: Universidad Alas Peruanas. Recuperado de: <https://www.studocu.com/es/document/universidad-alas-peruanas/ingenieria-civil/informe/tema-concreto-translucido-y-sillar/2122897/view>
- DesignBuilder. (2010). DesignBuilder EnergyPlus Simulation Documentation: for DesignBuilder v4.7. Recuperado de: <http://www.designbuilder.co.uk/helpv4/>
- Hernando, T. (2001). Catálogo Sísmico del Perú 1471-1982. Instituto Geofísico del Perú. Recuperado de: [https://scts.igp.gob.pe/sites/scts.igp.gob.pe/files/Unidad-Sismologia/PUBLICACIONES/02-monografias/03-Catalogo\\_Sismico\\_1471\\_1982.pdf](https://scts.igp.gob.pe/sites/scts.igp.gob.pe/files/Unidad-Sismologia/PUBLICACIONES/02-monografias/03-Catalogo_Sismico_1471_1982.pdf)
- ISO 7726. (1998). Instruments for measuring physical quantities. International Organization for Standardization. Ergonomics of the thermal environment. Recuperado de: <https://www.iso.org/standard/14562.html>
- ISO 17025. (2005). *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración*. Recuperado de: <https://www.icsa.es/laboratorios-analiticos/consultoria-de-laboratorios/norma-iso-17025>
- García, A., Cadena, J., Bojorquez G., Luna, A., & Vázquez, E. (2011). Confort térmico y consumo energético por uso de sistemas constructivos para muros, en Mexicali Baja California. Semana Nacional de Energía Solar Número XXXV. Chihuahua, Chihuahua, México. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/315584401\\_Confort\\_Termico\\_y\\_Consumo\\_Energetico\\_por\\_uso\\_de\\_Sistemas\\_Constructivos\\_para\\_Muros\\_en\\_Mexicali\\_Baja\\_California](https://www.researchgate.net/publication/315584401_Confort_Termico_y_Consumo_Energetico_por_uso_de_Sistemas_Constructivos_para_Muros_en_Mexicali_Baja_California)
- Groat, L., & Wang, D. (2002). *Architectural research methods*. New York: Jhon Wiley & Sons.
- Herrera, L. (2017). Evaluación térmica del material isoblock en el clima cálido seco de Ciudad Juárez México. *Revista Habitat Sustentable (Concepción)*, 7(2), 18-27. doi: <https://doi.org/10.22320/07190700.2017.07.02.02>
- Lara Galindo, J. (1988). *Ensayos de Albañilería en Sillar*. (Trabajo de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú). Recuperado de: [http://blog.pucp.edu.pe/blog/wpcontent/uploads/sites/82/2013/04/tesis\\_lara.pdf](http://blog.pucp.edu.pe/blog/wpcontent/uploads/sites/82/2013/04/tesis_lara.pdf)
- Llanque, J. (2000). *Arquitectura Bioclimática*. 1ª Ed. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín.
- Mapas Temáticos del Perú. (2018). *Mapa Climático del Perú*. (Imagen). Recuperado de: <http://mapasplanosperu.blogspot.com/2011/03/mapa-climatico-del-peru.html>
- NMX-Ec-17025-IMNC-2006. (2006). *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*. Recuperado de: <http://integra.cimav.edu.mx/intranet/data/files/calidad/documentos/externos/NMX-EC-17025-IMNC-2006.pdf>
- NMX-C-126-ONNCCCE-2010. (2010). Industria de la Construcción-Materiales termoaislantes en forma de Bloque o Placa-determinación de las dimensiones y Densidad. Recuperado de: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5162160&fecha=06/10/2010](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5162160&fecha=06/10/2010)
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016). [Instituto de Control y Gerencia]. Edificaciones, Instalaciones eléctricas. Confort térmico y lumínico con eficiencia energética. 21 de junio de 2006. Recuperado de: <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Science On a Sphere. (2007). Köppen-Geiger Climate Classification. Recuperado de: <https://sos.noaa.gov/datasets/koppen-geiger-climate-classification-2007/>
- Secretaría de Energía. (25 de abril de 2001). *Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001. Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales*. [segunda sección]. DO: [Diario oficial de la Federación]/ Recuperado de: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69902.pdf>
- Szokolay, S. V. (2008). *Introduction to architectural science. The basis of sustainable design*. Oxford, U. Elsevier LTD. Recuperado de: <https://es.climate-data.org/americadel-sur/peru/arequipa/arequipa-3078/>

# Desempeño térmico de cerramientos de tierra alivianada. Posibilidades de aplicación en el territorio peruano

Thermal performance of light earth enclosures. Possibilities of its application in the Peruvian territory

**Martin Wieser**

Pontificia Universidad Católica del Perú, PUCP. Lima, (Perú)

Departamento de Arquitectura

**Silvia Onnis**

Pontificia Universidad Católica del Perú, PUCP. Lima, (Perú)

Departamento de Arquitectura

**Giuseppina Meli**

Pontificia Universidad Católica del Perú, PUCP. Lima, (Perú)

Departamento de Arquitectura

**Martin Wieser**

Arquitecto, Universidad Ricardo Palma, Lima (Perú).

Magíster en Desarrollo Internacional, Fundación Politécnica de Cataluña, Barcelona (España).

Doctor en Energías y Medio Ambiente en Arquitectura, Universidad Politécnica de Cataluña (España).

<https://orcid.org/0000-0002-4556-3507>

[mwieser@pucp.pe](mailto:mwieser@pucp.pe)

**Silvia Onnis**

Arquitecta, Università degli Studi di Firenze, Florencia (Italia).

Magíster en Arquitectura, Universidad, Università degli Studi di Firenze, Florencia (Italia).

Miembro fundador del grupo Centro Tierra-PUCP.

Fundadora de la Asociación Manos a la Tierra.

<https://orcid.org/0000-0003-0066-9495>

[sonnis@pucp.pe](mailto:sonnis@pucp.pe)

**Giuseppina Meli**

Arquitecta, Università degli Studi di Palermo, Palermo (Italia).

Magíster en Arquitectura, Università degli Studi di Palermo, Palermo (Italia).

<https://orcid.org/0000-0002-6087-4768>

[gmeli@pucp.pe](mailto:gmelii@pucp.pe)

Wieser, M., Onnis, S., & Meli, G. (2020). Desempeño térmico de cerramientos de tierra alivianada. Posibilidades de aplicación en el territorio peruano. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 164-174. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2633>



[dx.doi.org/10.14718/RevArq.2020.2633](https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2633)

## Resumen

Las soluciones constructivas tradicionales y contemporáneas han demostrado tener serias limitaciones en cuanto a la solución del déficit cualitativo y cuantitativo de la vivienda y el equipamiento; las evidencias del desempeño térmico son igualmente desalentadoras. Por tal razón, en el presente estudio se indaga sobre la capacidad de la tierra alivianada para brindar confort térmico en los edificios, considerando los diferentes climas del territorio peruano y comparándola con los sistemas constructivos más comunes en el medio: el adobe y la albañilería de ladrillo. A partir de la caracterización previa de las cualidades térmicas de los componentes, de la realización de simulaciones térmicas dinámicas, y comparando el desempeño de diferentes prototipos digitales, se identificaron las ventajas de la tierra alivianada para brindar confort térmico en las edificaciones; el buen desempeño del material se atribuye a su marcado equilibrio entre una masa térmica media y una conductividad térmica relativamente baja. Adicionalmente, se destacan las ventajas ecológicas debido a la utilización de materiales naturales, renovables y biodegradables en la composición del sistema constructivo propuesto.

**Palabras clave:** arquitectura bioclimática; arquitectura sostenible; climatización pasiva; confort térmico; inercia térmica; simulación térmica; sistema constructivo; transmitancia térmica

## Abstract

Traditional and contemporary construction systems have shown serious limitations in the solution of the qualitative and quantitative deficit of housing and equipment. Evidence of thermal performance is equally discouraging. That is why this study enquires about the ability of light earth to provide thermal comfort in buildings, considering the different climates of the Peruvian territory and comparing it with the most common construction systems in the environment: adobe and brick masonry. As of the previous characterization of the components' thermal qualities, the carrying out of dynamic thermal simulations and comparing the performance of different digital prototypes, the virtues of light earth to provide thermal comfort in buildings were identified. The good performance of the material is attributed to the marked balance between a medium thermal mass and a relatively low thermal conductivity. It is the only one that meets the requirements of the current Peruvian energy efficiency standard in the case of colder climates. Additionally, the ecological advantages associated to the use of natural, renewable and biodegradable materials in the composition of the proposed construction system are highlighted.

**Keywords:** bioclimatic architecture; sustainable architecture; passive air conditioning; thermal comfort; thermal inertia; thermal simulation; construction system; thermal transmittance

## Introducción

El presente estudio se enmarca en un proyecto de investigación financiado por el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), el Concejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) y la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), y el cual contempla la validación estructural y constructiva de un sistema compuesto de una estructura de madera y cerramientos de tierra alivianada, así como la construcción de un prototipo a escala real. La investigación que se presenta pretende anticipar y validar específicamente el desempeño térmico de una construcción con una envolvente de tierra alivianada en los diferentes ámbitos climáticos del territorio peruano.

En el Perú y en Latinoamérica persiste un enorme déficit cuantitativo y cualitativo de vivienda y equipamiento (Bouillon et al., 2012). A pesar de que la región ha logrado un crecimiento económico sin precedentes a lo largo de las últimas décadas, ni las políticas públicas ni las iniciativas privadas han sido capaces de resolver dicha carencia. Frente a una población crecientemente urbana, en el caso específico del Perú, las soluciones constructivas de los programas de vivienda y equipamiento se limitan casi exclusivamente al uso del ladrillo y del concreto armado. Una segunda alternativa es el uso de estructuras ligeras de madera o fibrocemento con techos de planchas onduladas. En todos los casos se identifica que el principal objetivo es reducir los costos de la edificación, sin contemplar aspectos relativos al

Recibido: febrero 25 / 2019

Evaluado: septiembre 20 / 2019

Aceptado: noviembre 23 / 2019

impacto de la construcción en el medio ambiente o a la propia habitabilidad de los edificios.

Resulta necesario ofrecer opciones constructivas que, reconociendo la gran diversidad climática del territorio peruano y sin renunciar al bajo costo, ofrezcan una estructura sismorresistente, generen un bajo impacto en el medio ambiente y provean un adecuado confort térmico a sus ocupantes. En tal sentido, se valora el potencial de las técnicas constructivas mixtas con estructura de madera (capacidad antisísmica) y cerramientos de tierra alivianada (capacidad térmica), ya que representan una alternativa con muchas posibilidades para enfrentar el problema expuesto.

Aun cuando gran parte del territorio peruano se encuentra en zonas de gran actividad sísmica, y si bien muchas técnicas y soluciones constructivas tradicionales, como las *shicras*<sup>1</sup> en los cimientos o la *quincha*<sup>2</sup> en las paredes, responden de manera adecuada a estas condicionantes, no existen precedentes en el Perú sobre el uso de elementos de tierra alivianada en los edificios. Las técnicas de construcción con tierra más comunes en el medio, y que mantienen aún cierta vigencia, como el adobe, el tapial o la quincha, han utilizado siempre mezclas de densidades relativamente altas.

La tierra alivianada (*light earth*, en inglés), como definición, es aquella mezcla de masa de tierra con una proporción alta de agregados ligeros, generalmente fibras de gramíneas, y cuya densidad final es menor a 1200 kg/m<sup>3</sup>. El uso de recursos locales, naturales, renovables y biodegradables para la concepción de los elementos presenta a este material como una alternativa potencialmente económica y de bajo impacto en el medio ambiente. Así mismo, la presencia de gran cantidad de fibras naturales en su composición genera vacíos estancos en su interior, lo que reduce considerablemente la conductividad térmica a través del material y sacrifica solo ligeramente la inercia térmica del mismo, en comparación con mezclas de tierra convencionales. Las propiedades mecánicas y físicas del material lo convierten en la actualidad en una alternativa válida para ser considerada.

En cuanto a los estudios que se han hecho sobre la tierra alivianada, y específicamente acerca de las propiedades térmicas de dicho material, sobresale el documento publicado por Franz Volhard (2016), quien recopila valores de conductividad térmica y calor específico de muestras de diferentes densidades, a partir de diversas normas e investigaciones. Se han venido desarrollando ocasionalmente estudios adicionales sobre el tema,

con un interés particular en el cáñamo como agregado natural; sobresalen en ese sentido los trabajos de Busbridge y Rhydwen (2010) y de Vincelas, T. et al. (2019). No se han desarrollado estudios en ese tema específico en el ámbito nacional ni en el latinoamericano, salvo el que sirve de precedente al presente estudio, dentro del marco de una investigación sobre la mejora de las prestaciones térmicas del sistema constructivo tradicional de la quincha (Wieser, Onnis y Meli, 2018).

Identificadas las propiedades térmicas de la tierra alivianada, y a partir de las posibilidades que proveen las nuevas herramientas informáticas de simulación térmica, capaces de calcular y predecir con un alto grado de fiabilidad el desempeño energético de una edificación, ha sido posible realizar el estudio de forma comparativa, considerando tanto las soluciones convencionales como aquellas concebidas a base de tierra alivianada. Los resultados permiten no solo identificar el potencial del sistema propuesto, sino también cuestionar la forma como se construye actualmente en el medio, insensible a la diversidad climática local, con las consecuencias económicas, ecológicas y de confort que eso conlleva.

## Metodología

Para la valoración del comportamiento térmico de la tierra alivianada como envolvente de edificios en el Perú, se describen en primer lugar los diferentes climas en los que se evaluará el sistema y se eligen las ciudades representativas para hacer las simulaciones térmicas dinámicas. La elección de dichas ciudades se ha realizado procurando que estas coincidan con las características climáticas típicas de las diferentes zonas, además de la condición de disponer de datos fiables de dichos emplazamientos. Se ha procurado, igualmente, su cercanía relativa en el territorio, además de su ubicación en la zona sur del país, donde la mayor latitud condiciona una mayor oscilación térmica estacional.

La necesidad de insertar datos climáticos en el software de simulación requirió obtener datos meteorológicos horarios de un año típico de cada una de las ciudades en formato 'epw'<sup>3</sup>. No existe una fuente local oficial de la que se pueda obtener esta información en dicho formato, por lo que se recurrió a diversas fuentes externas. Los archivos de las ciudades de Arequipa y Cuzco son obtenidos de la página web de EnergyPlus<sup>4</sup>, del Departamento de Energía de los Estados Unidos (2019); los de las ciudades de Ilo, Tacna y

1 Bolsas confeccionadas a partir de tejidos de fibra natural que contienen piedras de diferentes tamaños. Se ponían ocasionalmente en las bases de los muros de las pirámides prehispánicas, para disipar la fuerza de los sismos.  
2 Sistema constructivo en el que los muros están conformados por una estructura de madera, que, a su vez, contiene un tejido de caña o carrizo, y el cual es finalmente recubierto con barro.

3 Un archivo con extensión 'epw' hace referencia a formato de clima de EnergyPlus (EnergyPlus Weather Format). Contiene la información meteorológica de un año típico de una localidad específica.  
4 El programa informático Energy Plus es una herramienta de cálculo térmico dinámico desarrollada por el Departamento de Energía de los Estados Unidos de Norteamérica. Su fiabilidad está ampliamente reconocida en el ámbito académico y comercial. Provee también información climática gratuita de diversas ciudades en el mundo. <https://energyplus.net/weather>

Juliaca, de la página Climate. OneBuilding<sup>5</sup>, y los de la ciudad de Moquegua, a partir de la interpolación realizada por el software Meteonorm 7.0<sup>6</sup>. En todos los casos, los datos promedio de dichas fuentes se compararon con los presentados en el portal institucional del Instituto Geofísico del Perú (2018), y así se pudo comprobar su validez.

En segundo lugar, para cada una de las ciudades se identifican los límites de temperaturas interiores que delimitan situaciones de confort térmico a partir de la teoría del confort adaptativo, para edificios acondicionados de forma pasiva (en inglés, *free running buildings*). En el presente trabajo se considerarán los estudios desarrollados por los autores De Dear y Brager (1998), los cuales confirman la relación estrecha que hay entre las condiciones de temperaturas medias exteriores mensuales y la posibilidad de lograr el confort térmico, en la medida de la capacidad de los usuarios para ajustar sus comportamientos y de su propia adaptación psicológica al medio.

Posteriormente, se presentan las propiedades térmicas de los materiales que conforman los muros y los techos que van a considerarse en los cálculos y las simulaciones posteriores, con énfasis en las de la tierra alivianada. A continuación se describen los detalles, las características geométricas y los patrones de uso del prototipo que se va a simular.

Como primera medida, con los datos previamente identificados se calculan los valores de transmitancia e inercia térmicas de las propuestas elegidas de muros y techos, lo que permite una primera valoración de los sistemas constructivos. Dichos valores se deducen con el apoyo de la herramienta informática Opaque 3.0<sup>7</sup>, a partir de los datos del espesor, de la conductividad térmica, del calor específico y de la densidad de los materiales que lo conforman.

En segunda instancia, se presentan los resultados de las simulaciones dinámicas realizadas en cada uno de los climas, considerando ambientes

con ausencia de equipos de climatización artificial. Dichas simulaciones se realizan mediante la herramienta informática Design Builder 4.5<sup>8</sup>. Los resultados del comportamiento de la temperatura interior se valorarán finalmente en función de la capacidad para proveer confort térmico a los usuarios.

## Resultados

### La diversidad climática del Perú

La enorme diversidad climática del Perú se debe en gran medida a la presencia de la cordillera de los Andes; esta no solo condiciona emplazamientos de diversas altitudes, sino que separa las masas de aire de la parte occidental, asociadas a las aguas frías de la corriente de Humboldt, de las masas cálidas y húmedas de la parte oriental de la selva amazónica. La única condición constante, debido a la cercanía con la línea ecuatorial, es la alta radiación, que incide en todo el territorio a lo largo del año.

Tomando como base la clasificación propuesta para efectos de diseño por Wieser (2011), el país se puede dividir en siete grandes zonas climáticas. La primera corresponde a gran parte de la franja costera desértica peruana, en la que vive casi la mitad la población, incluyendo la ciudad de Lima; tiene un clima subtropical, expuesto a las brisas marinas frescas, influenciadas por las aguas frías del océano, con temperaturas de aire bastante moderadas, de baja oscilación térmica diaria y estacional, de humedad relativa moderadamente alta y muy escasas precipitaciones. La excepción es una pequeña franja de costa al norte del país, en la que existe un clima tropical, debido a la presencia de corrientes marinas cálidas.

Una segunda zona climática es la desértica, ligeramente alejada del litoral, y en la que las brisas marinas han perdido fuerza, por lo cual la oscilación térmica es de moderada a alta, con días cálidos y noches frescas, humedad relativa moderada o baja, radiación solar más intensa y precipitaciones casi inexistentes.

La tercera zona es la continental templada, en la vertiente occidental de la cordillera de los Andes, y que, con una mayor altitud y más lejana del océano, se ubica entre los 1000 a 2300 msnm. Tiene una alta oscilación térmica diaria, con días

5 Climate.OneBuilding es un repositorio virtual de data climática de acceso libre. Para el caso del Perú, se dispone datos meteorológicos de un total de 30 estaciones. <http://climate.onebuilding.org/default.html>

6 Meteonorm Software es un programa informático desarrollado por la compañía suiza Meteotest, capaz de brindar y generar datos climáticos de cualquier lugar del mundo, tanto de una base de datos como de la interpolación de datos de estaciones cercanas. <https://www.meteonorm.com/>

7 El programa informático Opaque 3.0 ha sido desarrollado por Robin Liggett y Murray Milne, del Energy Design Tools Group, de la Universidad de California (UCLA). <http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu/>

8 El programa informático Design Builder es una de las herramientas más conocidas en el medio para realizar simulaciones térmicas dinámicas; utiliza para tal fin el motor de cálculo que provee EnergyPlus, ya mencionado en las notas. <https://designbuilder.co.uk>

Tabla 1. Zonas climáticas y ciudades representativas consideradas para el análisis de desempeño térmico.

Fuente: elaboración propia (2019).

Zona climática	Ciudad	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Temp. mínima media (°C)	Temp. máxima media (°C)
Subtropical litoral	1. Ilo	-17,69°	-71,34°	22	17,03	21,64
Desértica	2. Tacna	-18,05°	-70,28°	469	14,49	23,28
Continental templada	3. Moquegua	-17,19°	-70,94°	1517	13,05	22,16
Continental fría	4.1. Arequipa	-16,32°	-71,55°	2520	8,96	21,56
	4.2. Cuzco	-13,55°	-71,98°	3249	5,64	19,12
Continental muy fría	5. Juliaca	-15,47°	-70,16°	3826	-1,09	15,73



templados y noches frescas, de baja humedad relativa y alta radiación solar. En la medida de una mayor altitud, entre los 2300 y los 3500 msnm, se presenta el clima continental frío, con días templados, noches frías y alta oscilación térmica.

Por encima de los 3500 msnm se identifica una quinta zona climática, continental y muy fría, en la que se presentan noches con temperaturas bajo cero, frente a días frescos y generalmente soleados.

Hacia la vertiente oriental, por debajo de los 2300 msnm, se ubican los dos últimos climas: la selva tropical alta y la selva tropical baja. Ambos presentan altas temperaturas diurnas, alta humedad relativa y abundantes precipitaciones. La principal diferencia entre ellas es la menor temperatura que se alcanza en las partes altas durante las noches. Las particularidades climáticas de estas regiones condicionan el protagonismo de la ventilación y la sombra como estrategias bioclimáticas, y el cerramiento se adapta a estas necesidades. La oscilación térmica varía en función de la altitud, que resulta menor en la medida en que se ubique en zonas más bajas. Las particularidades climáticas de estas regiones condicionan el protagonismo de la ventilación y la sombra como estrategias bioclimáticas, y el cerramiento se adapta a estas necesidades. En tal sentido, dichos climas no serán considerados en la presente investigación, asumiendo que la tierra ali-

vianada resulta una alternativa válida en sí misma, siempre y cuando se consideren las estrategias bioclimáticas mencionadas y se resuelva el proyecto en términos estructurales y constructivos.

Se presenta en la tabla 1 la lista de las ciudades elegidas, junto con sus coordenadas, su altitud y la zona climática a la que pertenecen, mientras que en la figura 1 se muestra la ubicación de las ciudades sobre el mapa y en un corte esquemático.

Con base en los datos climáticos obtenidos, se presenta en la figura 2 la representación gráfica, sobre el ábaco psicrométrico, de las temperaturas medias mensuales de cada una de las ciudades

Figura 1. Mapa y corte esquemático del territorio peruano con la ubicación de las ciudades elegidas.

Fuente: elaboración propia (2019). CC BY.

Figura 2. Ábacos psicrométricos con representación de días típicos, zona de confort y estrategias de diseño.

Fuente: elaboración propia a partir del software Psychrometric Chart (2019). CC BY.

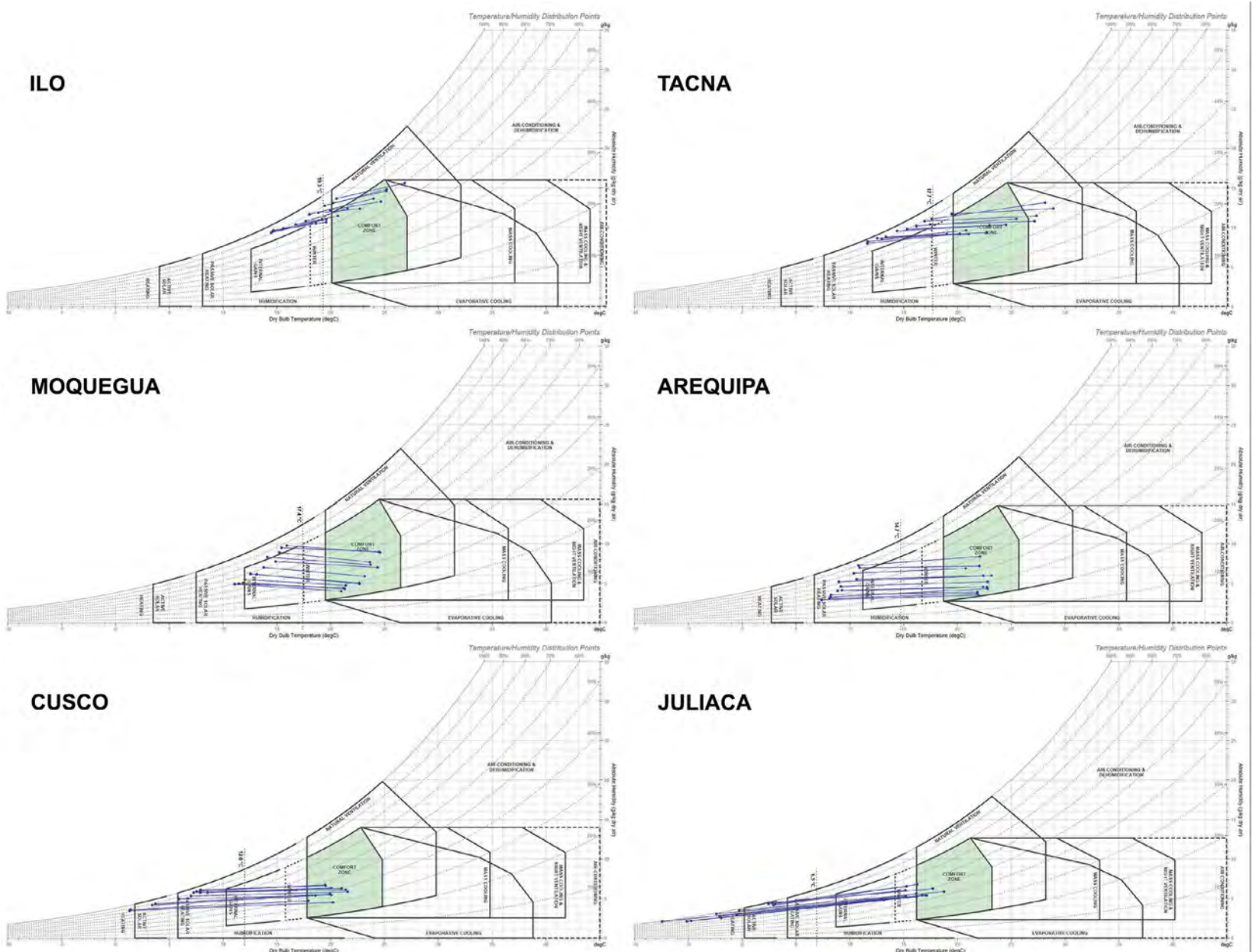
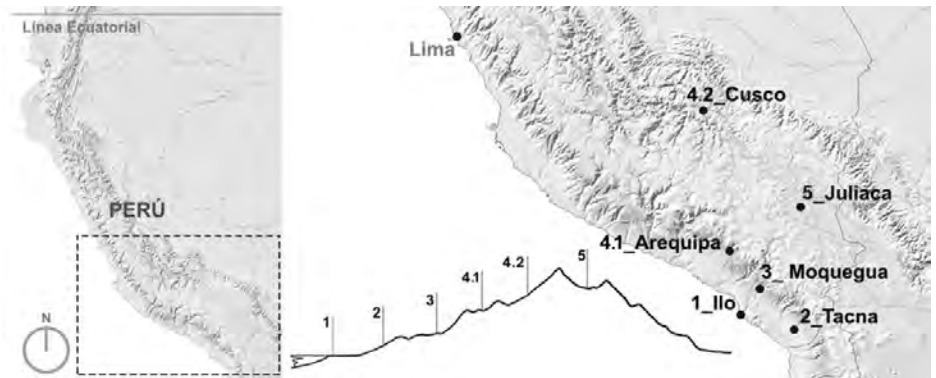


Tabla 2. Valores de TE mensual, de TO y de los límites del rango aceptable de temperaturas en cada una de las localidades consideradas. Fuente: elaboración propia (2019).

Zona climática (localidad)	Mes	TE (°C)	TO (°C)	Rango aceptable de temperatura (°C)	
				Límite inferior	Límite superior
Subtropical litoral (Ilo)	Febrero	23,15	24,80	22,35	27,25
Desértica (Tacna)	Febrero	23,41	24,87	22,42	27,32
Continental templada (Moquegua)	Febrero	19,54	23,88	21,43	26,33
Continental fría_1 (Arequipa)	Agosto	14,58	22,62	19,17	26,07
Continental fría_2 (Cusco)	Agosto	10,52	21,58	18,13	26,07
Continental muy fría (Juliaca)	Agosto	7,71	20,87	17,42	24,32



Figura 3. Vistas del panel experimental con estructura de madera y elementos prefabricados de tierra alivianada.

Fuente: Centro Tierra, PUCP (2019). CC BY

elegidas. Sobre dichos ábacos, confeccionados con el software Psychrometric Chart, desarrollado por Marsh, A. (2019), se superponen la zona de confort y las estrategias de diseño sugeridas por Givoni (1998).

La cercanía existente entre las líneas, en todos los casos, evidencia la poca oscilación térmica estacional que presentan todos los climas, debido a la proximidad de la línea ecuatorial. Así mismo, con excepción de la ciudad de Ilo, debido a su cercanía al mar, se aprecia una oscilación térmica diaria relativamente amplia, con temperaturas que van disminuyendo de manera evidente en la medida de la mayor altitud.

Las estrategias de diseño que sugieren los propios gráficos de la figura 2, indican para los climas más cálidos la necesidad de sombra y ventilación, mientras que para los climas fríos recomiendan tanto el aprovechamiento de las ganancias internas (hermeticidad y aislamiento) como de la ganancia solar de forma pasiva y activa. Cabe mencionar la utilidad de la presencia de materiales con gran masa térmica en climas de gran oscilación diaria de temperaturas, a la que se suma la necesidad del aislamiento para evitar las pérdidas de calor en climas fríos.

### Identificación de los límites de confort térmico

Haciendo uso de la fórmula propuesta por De Dear y Brager (1998, p. 14) dentro del marco de la teoría del confort adaptativo, se deduce la temperatura operativa óptima (TO) de confort durante febrero y agosto, asociados a los meses más cálidos y más fríos del año, respectivamente, a partir de los valores de temperatura efectiva

exterior promedio (TE). La fórmula mencionada es la siguiente:

$$= 18,9 + (0,255 \times TE) \text{ °C}$$

Para el caso de los climas cálidos y templados, interesa exclusivamente el comportamiento térmico del edificio en verano, mientras que para el caso de los climas fríos, lo que sucede durante el invierno. A partir de la temperatura óptima, se establecen los límites de temperatura interior aceptable para el 90% de los usuarios (TO +/- 2,45 °C) en el caso de los climas cálidos y templados. Debido a la mayor rigurosidad de los climas fríos, y siempre siguiendo los principios del confort adaptativo, los límites en ellos se calculan para satisfacer al 80% de los usuarios (TO +/- 3,45 °C). Todos los valores de temperatura mencionados se presentan en la tabla 2.

Los resultados de los rangos de temperaturas interiores aceptables se utilizarán más adelante para valorar los resultados del desempeño térmico del modelo propuesto.

### Propiedades térmicas de la tierra alivianada

En cuanto a las propiedades térmicas necesarias para caracterizar la tierra alivianada, se requirió la identificación de los valores de densidad (kg/m<sup>3</sup>), de conductividad térmica (W/m-K) y de calor específico (kJ/kg-K) de esta. Las densidades que se utilizarían en el proyecto fueron finalmente elegidas buscando la facilidad y la fiabilidad en la fabricación de los bloques, además de asegurar unas prestaciones térmicas mínimas. Las experiencias previas en proyectos de tierra alivianada (Wieser et al., 2018) permitieron elegir densidades de 600 kg/m<sup>3</sup> y de 800 kg/m<sup>3</sup>, para los techos y los muros, respectivamente. La construcción de paneles experimentales de madera y tierra alivianada, concebidos dentro del marco del proyecto para someterlos a ensayos estructurales, permitió confirmar la idoneidad en la elección de la densidad de los elementos (figura 3).

En relación con los valores de calor específico, estos fueron obtenidos a partir de los datos presentados por Volhard (2016, p. 201), y que, asociados a la propia densidad de las mezclas, indican valores de 1,10 kJ/kg-K, para densidades entre 600 kg/m<sup>3</sup> y 1 000 kg/m<sup>3</sup>.

Respecto a la conductividad térmica, se ha comprobado, igualmente, la existencia de una relación directa muy estrecha entre dicha conductividad y la densidad de las mezclas. Los valores compilados por Volhard (2016, p. 200), tanto de normas como de investigaciones previas, al igual que el estudio específico al respecto realizado por Wieser, Onnis y Meli (2018, p. 205), evidencian dicha relación.

En este último estudio se demostró que, a pesar de las diversas variables que intervienen y de los procedimientos manuales que involucran, es posible predecir con bastante precisión la conductividad térmica de las mezclas de tierra alivianada a partir de una fórmula de interpolación exponencial. Aplicando esa fórmula a las densidades de 600 kg/m<sup>3</sup> y 800 kg/m<sup>3</sup>, los valores de conductividad térmica utilizados en el presente estudio fueron de 0,113 y 0,150 W/m<sup>2</sup>°C, respectivamente.

### Propiedades térmicas de los sistemas constructivos

Los diferentes sistemas constructivos tradicionales en el Perú responden a los climas locales, a la disponibilidad de materiales y a la condición sísmica de las regiones. Es así como existe cierta variedad de soluciones; aquella basada en el muro de adobe es la más utilizada en casi todas las regiones, salvo en los climas tropicales de la selva y la costa norte, cálidos y húmedos, y en los que se utiliza, generalmente, la madera. Al adobe se le suman la quincha (entramado de cañas recubiertas con barro) en las zonas costeras cercanas al litoral, el tapial, generalmente en zonas más altas y frías, y la piedra, en las regiones más frías de la puna.

Pero desde hace unas décadas, principalmente en las ciudades, y cada vez más rápido, se están incorporando materiales industrializados, como el ladrillo cocido, las bloquetas de concreto y la calamina metálica. Se construye prácticamente de la misma forma en la puna fría, en el desierto

cálido-seco y en la llanura amazónica cálido-húmeda: con muros delgados de ladrillo hueco y grandes superficies traslúcidas. La mayor ligereza de las construcciones, sin la adición de capas aislantes y sin el nivel de hermeticidad apropiado, está generando serios problemas de confort térmico y crecientes gastos de energía en la medida en que condicionan un mayor uso de sistemas artificiales de control ambiental (aire acondicionado y calefacción).

Considerando los valores previamente obtenidos de la tierra alivianada, en la tabla 3 se presentan las propiedades térmicas de los diferentes materiales que conforman los muros y los techos que serán considerados en los cálculos posteriores. Los valores aproximados han sido obtenidos de Szokolay (2012) y de la CIBSE<sup>9</sup> (2015).

A partir de las características presentadas de los materiales, se calcularán en el siguiente título tanto los valores de inercia y de transmitancia térmica de los componentes como el desempeño térmico dinámico de cuatro propuestas constructivas. Dichas propuestas, que se analizarán de manera comparativa en las cinco zonas climáticas descritas, son las siguientes: a) edificio con muros de ladrillo hueco dispuesto de saga y techo de losa aligerada, y que es la solución más recurrente de las últimas décadas; b) edificio con muros de adobe y techos con torta de barro, alternativa cada vez menos usada, aunque aún vigente en las zonas rurales del país, y (c.1 y c.2) dos alternativas de estructura de tierra alivianada en muros y techos. Las propuestas se encuentran mejor detalladas en la tabla 4.

Se indican a continuación algunas consideraciones constructivas importantes adicionales que se tomarán en cuenta para la valoración posterior de los modelos evaluados.

Tabla 3. Características y especificaciones térmicas de los materiales involucrados. Fuente: elaboración propia (2019).

<sup>9</sup> The Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE). <https://www.cibse.org/>

Componente	Material	Conductividad térmica, $\lambda$ (W/m-K)	Densidad, (kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico, (kJ/kg-K)
Muros	Ladrillo hueco (tipo "King Kong")	0,470	1045	0,80
	Enlucido de cemento-arena	0,720	1860	1,20
	Adobe, densidad 1750	0,567	1750	1,00
	Enlucido de tierra interior/externo	0,804	2000	1,00
	Tierra alivianada, densidad 800	0,150	800	1,10
Techos	Ladrillo pastelero	0,440	1200	0,80
	Concreto de mezcla pobre	1,130	1800	1,00
	Concreto armado (CA)	1,630	2300	1,00
	Ladrillo de techo (LT)	0,440	720	0,80
	Techo de CA (10 cm) + LT (30 cm)	0,738	1115	0,85
	Enlucido de yeso	0,510	1120	0,95
	Torta de barro, densidad 1750	0,567	1750	1,00
	Entablado de madera	0,140	600	1,20
	Tierra alivianada, densidad 600	0,113	600	1,10

En primer lugar, para el caso de los techos de los edificios ubicados en las zonas más cálidas (subtropical, desértica y continental templada), se considerará una cobertura final contra las lluvias que, bien sea de teja, de calamina o, incluso, de paneles fotovoltaicos, estará colocada sobre las propuestas presentadas, con una cámara de aire ventilada y ligeramente inclinada (figura 4; ver detalle en el corte y la perspectiva). Dicha cobertura no influirá sobre los cálculos de transmitancia, pero sí en los cálculos dinámicos de simulación, al generar sombra durante el día sobre el techo inferior. Para el caso de las zonas más frías (continental fría y continental muy fría), se prescindirá de dicha cobertura adicional, para permitir que el techo reciba la radiación.

En segundo lugar, los muros de tierra alivianada cuentan con una estructura de pies derechos y travesaños de madera. Debido a que los valores de conductividad térmica y de densidad de la madera son prácticamente los mismos que los de la tierra alivianada (tabla 3), además de representar un porcentaje mínimo del área total, se considerará el muro de material uniforme, sin puentes térmicos.

En todos los casos se considerará un piso de losa de concreto con un entablado de madera como superficie final. Solo en los casos de los 2 climas fríos, se considerará un aislamiento adicional mínimo equivalente a 10 cm de bloques de tierra alivianada de 600 kg/m<sup>3</sup> de densidad, que representa un valor de resistencia térmica aproximada de 0,885 m<sup>2</sup>C/W.

Por otra parte, los vanos de ventana, en todos los casos, tendrán acabados de vidrio simple y marco de madera, mientras que la puerta planteada hacia el exterior será de madera contraplacada; se adicionará una capa de aislamiento en el interior en el caso de los climas fríos.

## Características del prototipo

Las características formales del prototipo para simular corresponden a las que serán consideradas en la construcción de este, dentro del marco del proyecto, y a escala real, dentro del campus de la universidad. Es un pequeño edificio que contiene un espacio cerrado, además de un baño y una zona de terraza. Sobrepuesto a una losa de cimentación de concreto, el ambiente por evaluar térmicamente será solo el espacio cerrado, al cual en adelante se denominará *el módulo*. Este tiene una planta cuadrangular, un área de aproximadamente 14 m<sup>2</sup> y una altura interior de 2,5 m.


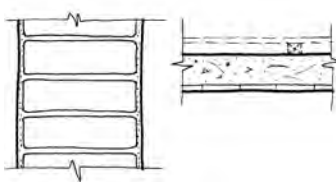
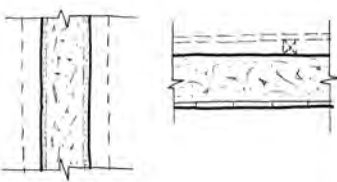
Se presentan a continuación la planta, el corte y la elevación del prototipo propuesto, así como una vista en perspectiva de este, generada por el software Design Builder (figura 4).

A pesar de que el prototipo no se trata específicamente de una vivienda, se le asignará un uso continuo, tanto diurno como nocturno, con presencia de dos usuarios en el interior del módulo ( $\approx 0,14$  personas/m<sup>2</sup>) desarrollando actividades sedentarias. La presencia de artefactos eléctricos y el régimen de iluminación artificial también coincidirán con un espacio de uso doméstico.

En la medida en que el módulo prescinde de sistemas de climatización artificial, es necesario que este se adapte de forma pasiva a los diferentes tipos de clima. En tal sentido, junto con la variante del doble techo ventilado, ya mencionada, se considerarán diferentes soluciones en la orientación de los vanos para efectos de protección o captación solar, además de ciertas particularidades en el régimen de ventilación natural. Las estrategias consideradas son bastante genéricas y alineadas a las presentadas previamente sobre los ábacos psicrométricos, siguiendo las pautas que propone Givoni (1998).

Tabla 4. Características y especificaciones de los modelos para analizar térmicamente.

Fuente: elaboración propia (2019).

Edificio/componente	Muro	Techo
<p><b>a. Ladrillo</b></p> 	<p>Muro de ladrillo con perforaciones (%) tipo "King Kong", dispuesto de soga (e = 12,5 cm) con tarrajeo de cemento-arena a ambos lados (e = 1,25 cm). Espesor total: 15 cm.</p>	<p>Techo aligerado: ladrillo cerámico pastelero (e = 3 cm) sobre losa de concreto (e = 5 cm) con viguetas de concreto armado (h = 12cm, @40 cm) y ladrillos huecos cerámicos de 30 x 30 x 12 cm. Espesor total: 23 cm.</p>
<p><b>b. Adobe</b></p> 	<p>Muros con bloques de adobe de 40 x 20 x 10 cm con enlucidos de tierra en el interior y el exterior (e = 1 cm). Espesor total: 42 cm.</p>	<p>Techo estructurado con viguetas de madera. Torta de barro (e = 10 cm) y entablado de madera (e = 1,25 cm) en la parte inferior. Espesor total: 11,25 cm.</p>
<p><b>c.1. Tierra alivianada/12 cm</b></p> 	<p>Muros con estructura de pie derechos de madera y cerramiento de tierra alivianada de 800 kg/m<sup>3</sup> de densidad (e = 10 cm) con enlucidos de tierra (e = 1 cm) a ambos lados. Espesor total: 12 cm.</p>	<p>Torta de barro (tierra alivianada; densidad: 600 kg/m<sup>3</sup>; e = 12 cm) sobre entablado (e = 1,25 cm) y viguetas de madera. Espesor total: 13,25 cm.</p>
<p><b>c.2. Tierra alivianada/22 cm</b></p>	<p>Igual que c.1, pero con espesor de muro de 20 + 2 cm.</p>	<p>Igual que c.1.</p>

Para asegurar niveles óptimos de iluminación natural, se considera en todos los casos que el área traslúcida útil de los vanos equivale al 15% del área del piso. Para el caso de los climas más cálidos, los vanos se ubicarán en las caras norte y sur, lo que asegura una buena ventilación, debido a la dirección de los vientos, y evita la incidencia solar directa sobre los vanos. A partir del clima continental templado, se prescinde del vano orientado hacia el sur y se lo pone en la cara este, lo que permite la ganancia solar en horas de la mañana. Finalmente, en los climas más fríos se concibe una claraboya de área equivalente en el centro del techo, para una mayor ganancia solar directa, de tal forma que compense la rigurosidad climática del emplazamiento. En estos últimos casos, se consideran, adicionalmente, unas contraventanas con aislamiento, que permanecerán cerradas durante las horas de la noche. En la tabla 5 se resumen de manera gráfica las variantes de doble techo ventilado y de la orientación de los vanos en función de los tipos de clima, según lo indicado en los párrafos previos.

En la medida en que está asegurada la operatividad de las ventanas, y debido a la ausencia de equipos de climatización artificial, la ventilación natural se acomodará en cada clima en función de la conveniencia de los usuarios. En los climas más cálidos, se permitirá la ventilación cuando el exterior esté más fresco que el interior y las temperaturas interiores salgan de la zona de confort. En los climas más fríos la ventilación estará limitada al mínimo requerido, permitiendo únicamente una infiltración que asegure una renovación de un cambio de aire por hora.

### Transmitancia e inercia térmicas de los cerramientos

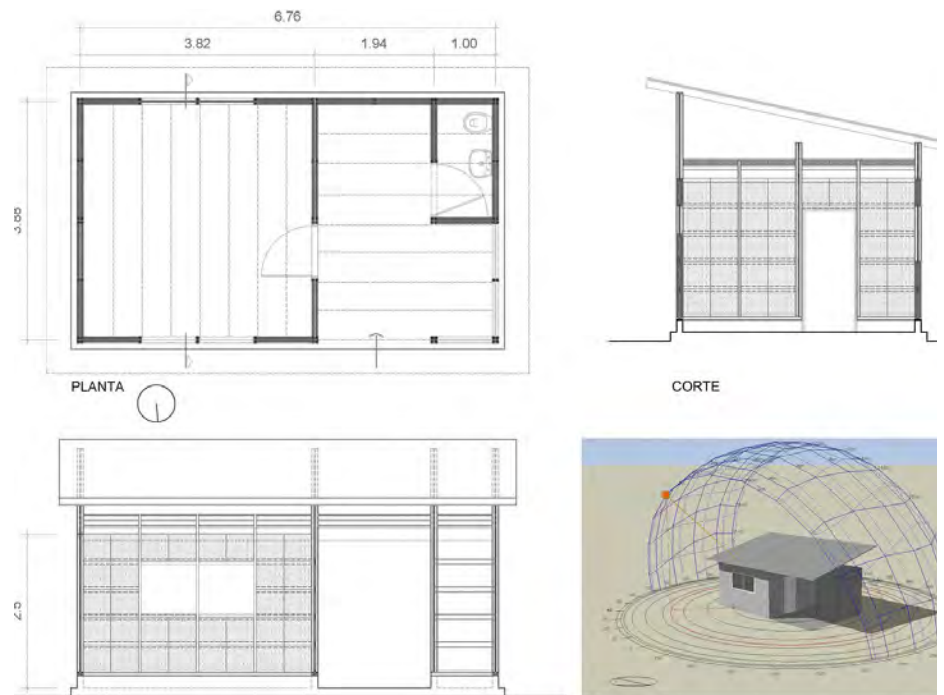
En una primera instancia, para identificar la capacidad de aislamiento de la envolvente, se calcula el valor de transmitancia térmica (Valor-U) de las distintas soluciones presentadas. Este valor resulta útil, ya que es de uso frecuente en normati-

vas, pero cabe reconocer que ello responde más a una preocupación de ahorro de energía por el uso de sistemas artificiales. Adicionalmente, se identifica la inercia térmica de los elementos a partir de los valores de factor de decremento (*Decrement Factor*, en inglés) y tiempo de retardo (*Time Lag*, en inglés). Esta información es relevante, sobre todo, en edificios sin sistemas artificiales de climatización y en climas de gran oscilación térmica diaria, que, salvo la costa litoral, tienen en la inercia térmica de la envolvente una de sus principales estrategias de control ambiental.

La inercia térmica de un componente permite tener una idea de su capacidad para amortiguar y retardar el paso del calor desde y hacia el exterior del edificio. El tiempo de retardo indica el número de horas que el calor requiere para conducirse a través del elemento entre una cara y la otra; este valor ayuda a identificar el potencial de un componente en la medida en que puede retrasar, si el valor es sustancialmente alto, el paso del calor en los momentos más cálidos del

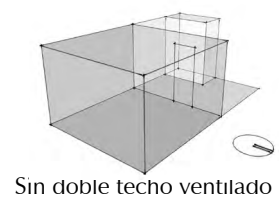
Figura 4. Planta, corte y elevación esquemáticos del prototipo y vista en perspectiva.

Fuente: elaboración propia (2019). CC BY



Zona climática	Subtropical litoral	Desértica	Continental templada	Continental fría_1	Continental fría_2	Continental muy fría
Localidad	Ilo	Tacna	Moquegua	Arequipa	Cusco	Juliaca

#### Cubierta



#### Posición / orientación de vanos

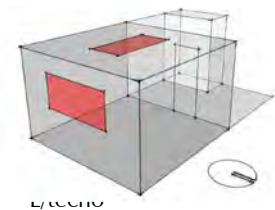
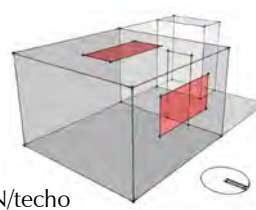
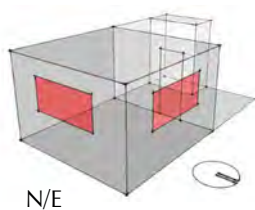
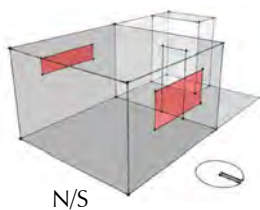


Tabla 5. Variantes de diseño de cubierta y vanos en el módulo, según zona climática.

Fuente: elaboración propia (2019).

Tabla 6. Valores de transmitancia térmica, factor de decremento y tiempo de retardo de los componentes de la envolvente de los modelos por simular.

Fuente: elaboración propia, a partir de la utilización del software Opaque 3.0 (2019).

Componente/valores		Transmitancia térmica (W/m <sup>2</sup> °C)	Factor de decremento	Tiempo de retardo (horas)
<b>Muros</b>				
a.	Muro de Ladrillo, e=15 cm	2,170	0,82	3,63
b.	Muro de Adobe, e=42 cm	1,123	0,08	7,80
c.1	Muro de Tierra Alivianada, 800kg/m <sup>3</sup> , e=12 cm	1,174	0,78	4,51
c.2	Muro de Tierra Alivianada, 800kg/m <sup>3</sup> , e=22 cm	0,659	0,33	10,13
<b>Techos</b>				
a.	Techo aligerado de concreto, e=23 cm	2,005	0,48	6,21
b	Techo de torta de barro, e=11.25 cm	2,147	0,74	3,91
c.1. y c.2.	Techo de Tierra Alivianada 600kg/m <sup>3</sup> , e=13.25 cm	0,740	0,68	5,31

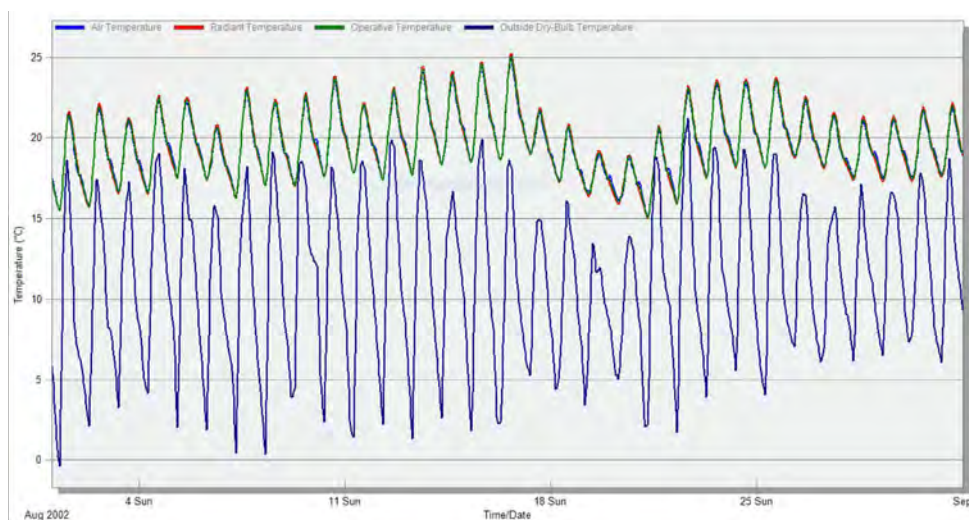


Figura 5. Captura de imagen de resultados para el módulo de adobe, ubicado en la ciudad de Cuzco.

Fuente: elaboración propia, usando Design Builder 4.5 (2019). CC BY.

día y emitirlos durante los momentos más fríos. En el caso específico del factor de decremento, el valor indica la relación entre la diferencia de temperaturas de la superficie interior frente a la diferencia de temperaturas de la superficie exterior. Un valor de 1 implicaría ausencia de masa térmica, mientras que un valor de 0 indicaría que las temperaturas superficiales interiores del elemento se mantienen constantes; seguramente, muy cercanas a la temperatura media exterior. Esta última situación, como ya se adelantó, suele ser muy útil en climas de alta oscilación térmica. Los resultados de las propiedades térmicas indicadas de los componentes se presentan en la tabla 6.

Es importante añadir que la norma peruana vigente sobre ahorro de energía, EM.110 del Reglamento Nacional de Edificaciones (2014), aun siendo de aplicación opcional, establece que el valor de transmitancia térmica en los muros no debe superar los 2,36 W/m<sup>2</sup>°C en los climas menos rigurosos, ni los 1,00 W/m<sup>2</sup>°C en la zona altoandina. En los techos, el límite que establece la norma es de 2,20 W/m<sup>2</sup>°C en las zonas más bajas, y de 0,83 W/m<sup>2</sup>°C en la zona altoandina. Si bien existe una propuesta de actualización de la norma con valores un poco más exigentes, se puede observar que las soluciones tradicionales y convencionales logran cumplir con los requerimientos únicamente en los climas menos rigurosos.

### Simulaciones térmicas dinámicas

Tomando en cuenta las consideraciones y los valores identificados en los títulos previos, en la figura 5 se presentan los resultados de una de las simulaciones térmicas dinámicas hechas con la herramienta informática *Design Builder* y los gráficos que resumen la temperatura interna promedio mensual de cada uno de los módulos, vinculada a la zona de confort identificada previamente considerando el método adaptativo (figura 6; figura 7). Los resultados corresponden a un día típico del mes más cálido para el caso de las localidades cálidas y templadas (Ilo, Tacna y Moquegua), y del mes más frío, para el de las localidades más altas y frías (Arequipa, Cuzco y Juliaca).

Finalmente, mientras que las figuras 6 y 7 muestran un día típico a partir de valores promedio mensuales, en la figura 8 se resumen, en porcentaje de tiempo, las condiciones de confort que se lograron en el interior de cada una de las alternativas constructivas a lo largo del mes crítico (el más cálido o el más frío, según el clima), considerando, nuevamente, la teoría de confort adaptativo.

### Discusión

Los resultados obtenidos permiten, en términos generales, evidenciar notables diferencias en el comportamiento térmico de las distintas opciones constructivas analizadas. La identificación previa de la transmitancia y de la inercia térmicas de los componentes de muros y techos hizo prever dichos resultados. Las diferencias fueron más notables en la medida en que la exigencia del clima aumentaba, tanto por la mayor oscilación térmica diaria, debido a la continentalidad del emplazamiento, como por los valores de temperatura de los climas más fríos, debido a la altitud.

A partir de los valores de transmitancia obtenidos, tanto en los muros como en el techo, se confirma el alto grado de aislamiento que se alcanza con los elementos de tierra alivianada; estos son los únicos que logran cumplir con las exigencias de la actual norma peruana de eficiencia energética para el caso de los climas más fríos. Aun cuando es evidente que es posible

cumplir las normas mencionadas a partir de la utilización de elementos aislantes artificiales e industriales, la tierra alivianada lo consigue manteniendo prestaciones de inercia térmica bastante buenos y con las ventajas ecológicas que implica el uso de materiales naturales.

Retomado los resultados de las simulaciones térmicas dinámicas, se puede observar que en los climas cálidos y templados todas las soluciones demostraron un buen comportamiento térmico frente a un día típico de verano. Esto se debe a la baja o moderada oscilación térmica y a unas temperaturas exteriores relativamente cercanas a la zona de confort. Esa condición se logró, igualmente, debido a la consideración de dos estrategias bioclimáticas fundamentales para este tipo de climas: la ventilación cruzada a demanda, que se consigue gracias a la operatividad de los vanos, y la protección efectiva de la radiación solar, debido a la orientación de las aberturas y a la disposición del doble techo ventilado.

Mientras que en las soluciones de envolvente con gran inercia térmica, como el adobe y la tierra alivianada gruesa, la condición de confort es plena y a toda hora en días particularmente cálidos, las soluciones ligeras presentan situaciones de disconfort por exceso de calor, aunque ello no deja de ser una condición poco recurrente. Cabe reconocer, en cualquiera de los casos, el papel del techo en el comportamiento térmico general, donde se destacan el alto nivel de inercia que tiene el techo aligerado en la construcción con ladrillo y el alto nivel de aislamiento de la cobertura de tierra alivianada.

En la medida en que los climas son más fríos, los materiales ligeros evidencian serias limitaciones a la hora de mantener el confort en horas de la noche y la madrugada. Es significativamente notorio lo que ocurre con la construcción de ladrillo, con casi la mitad del tiempo en situación de disconfort para el caso de la ciudad de Juliaca, la más alta y fría incluida en el presente trabajo. A pesar de contar con recursos pasivos para elevar la temperatura interior, esta termina muy por debajo de los límites mínimos requeridos. En relación con la solución de muros de tierra alivia-

nada de 12 cm, aun comportándose mejor que el ladrillo, esta resulta también insuficiente. En ambos casos, la causa principal es el bajo nivel de aislamiento que provee la envolvente.

Llama la atención el desempeño del módulo de adobe: aunque no presenta temperaturas tan bajas como las del módulo de ladrillo, la sensación de frío en el interior es una condición que ocurre muy a menudo: aproximadamente, la tercera parte del tiempo. Aun contando con una claraboya y un nivel de hermeticidad relativamente alto,

Figura 6. Temperaturas exterior e interiores de cada módulo en las localidades cálidas y la templada.

Fuente: elaboración propia (2019). CC BY.

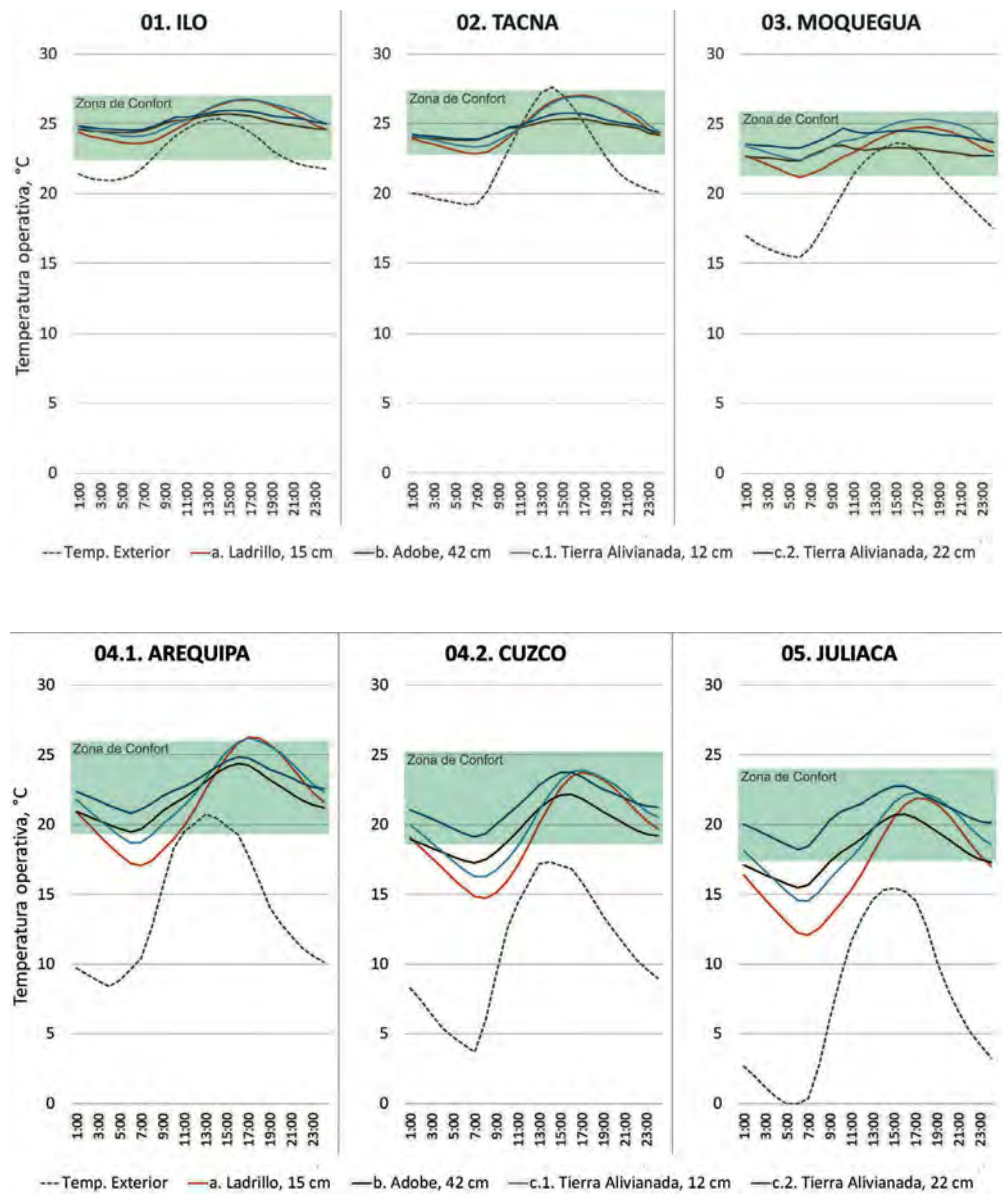


Figura 7. Temperaturas exterior e interiores de cada módulo en localidades frías.

Fuente: elaboración propia (2019). CC BY.

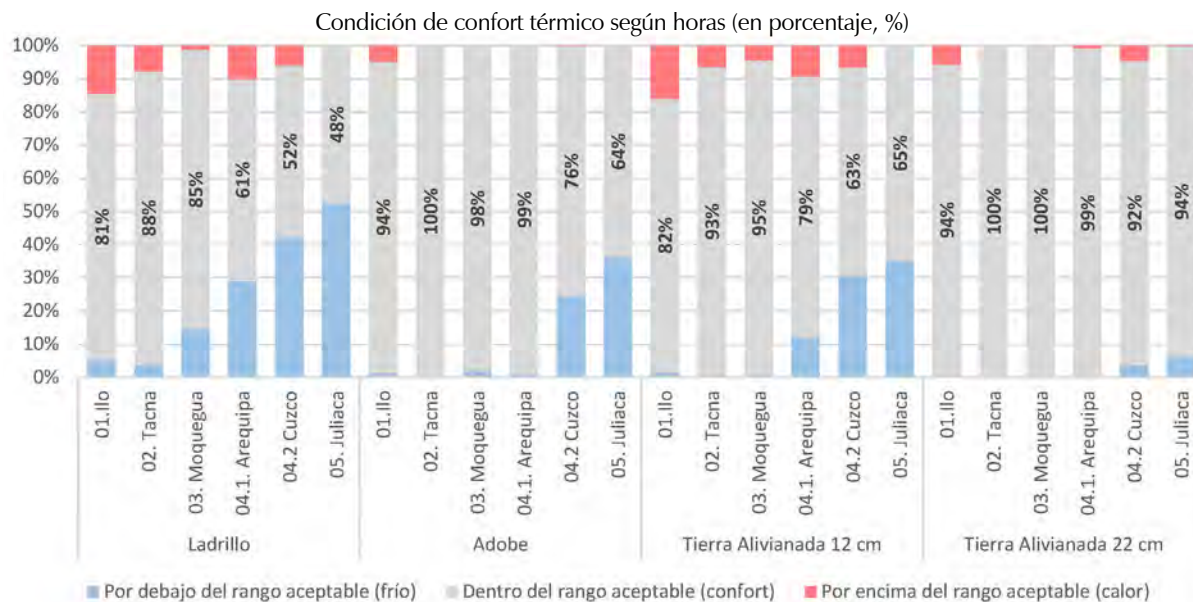


Figura 8. Resultados comparativos de las cuatro soluciones constructivas.

Fuente: elaboración propia (2019). CC BY.

el gran espesor del muro no termina de lograr un nivel óptimo de aislamiento térmico, con resultados por debajo de las expectativas que este material suele ostentar.

La única solución que logra un buen desempeño térmico en el interior del módulo es la versión de muro grueso de tierra alivianada (espesor igual a 22 cm). Con esta condición la temperatura interior, incluso en el clima más frío, se mantiene todo el tiempo en la zona de confort durante un día típico de invierno. Al igual que el adobe, se evidencia la capacidad para amortiguar las condiciones exteriores, debido a la masa que posee; pero la mayor capacidad de aislamiento de la tierra alivianada permite mantener más alta la temperatura todo el día.

## Conclusiones

Las propiedades térmicas identificadas de las diferentes soluciones constructivas analizadas, además de las temperaturas obtenidas en las simulaciones dinámicas del módulo, permiten reconocer que la tierra alivianada, concebida como elemento que conforma la envolvente del edificio, se presenta como una alternativa válida y con un enorme potencial desde el punto de vista del desempeño térmico. Los resultados han sido satisfactorios y superiores a las demás soluciones en todos los climas considerados; sobre todo, en los más exigentes.

Las virtudes de la tierra alivianada, desde el punto de vista del desempeño térmico, se explican a partir del marcado equilibrio entre una masa térmica media y una conductividad térmica relativamente baja, condición poco común en elementos constructivos tradicionales y contemporáneos. A dicha condición se le suma la ventaja de estar

compuesta de materiales naturales, renovables y biodegradables, todo lo cual la presenta como una alternativa constructiva con mucho potencial.

Motivos muy diversos hacen que las construcciones de ladrillo sean en la actualidad las más recurrentes en el país, en todos los ámbitos climáticos y para toda clase de edificios. Es importante reconocer el pobre desempeño térmico de este tipo de construcciones; sobre todo, en los climas más fríos y exigentes. En la medida en que se prescinde de capas adicionales de aislamiento, resulta imposible lograr ambientes interiores mínimamente confortables. Y aun cuando el desempeño térmico de un edificio tradicional de adobe es sensiblemente mejor que el de uno de ladrillo, este resulta también insuficiente en los climas fríos respecto a requerimientos de confort contemporáneos.

Por lo expuesto, resultará útil indagar en futuras investigaciones acerca de la viabilidad constructiva de la concepción de cerramientos de tierra alivianada o de la incorporación de capas adicionales de dicho material en los muros y los techos existentes, buscando mejorar el desempeño térmico de los edificios a partir de una solución económica y de bajo impacto en el medio ambiente.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), al Concejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) y a la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), por el financiamiento que hizo posible el desarrollo de la presente investigación.

## Referencias

- Bouillon, C. P. (Ed.), Blanco, A., Fretes, V., Boruchowicz, C., Herrera, K., Medellín, N., Muñoz, A. y Azevedo, V. (2012). *Un espacio para el desarrollo: Los mercados de vivienda en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Un-espacio-para-el-desarrollo-Los-mercados-de-vivienda-en-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- Busbridge, R., & Rhydwen, R. (2010). *An investigation of the thermal properties of hemp and clay monolithic walls*. Proceedings of Advances in Computing and Technology, (AC&T) The School of Computing and Technology 5th Annual Conference, University of East London, pp. 163-170. Recuperado de: <https://repository.uel.ac.uk/item/862v9>
- CIBSE, G. A. (2015). *Guide A: Environmental design*. London: Chartered Institution of Building Services Engineers CIBSE.
- Climate.OneBuilding.Org (2019). Repository of free climate data for building performance simulation. Recuperado de: <http://climate.onebuilding.org/>
- De Dear, R., y Brager, G. S. (1998). Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. *JournalASHRAE Transactions*. 104(1),145-167. Recuperado de: <https://escholarship.org/uc/item/4qq2p9c6>
- Givoni, B. (1998). *Climate considerations in building and urban design*. New York: John Wiley & Sons.
- Instituto Geofísico del Perú (2018). *El Clima en el Perú*. Ministerio del Ambiente. Recuperado de: <http://www.met.igp.gob.pe/clima/>
- Marsh, A. (2019). *Psychrometric Chart*. Software en línea. Recuperado de: <http://andrewmarsh.com/software/psychro-chart-web/>
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2014). *Norma EM.110 Confort térmico y lumínico con eficiencia energética*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú. Recuperado de: [http://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/04\\_EM/DS006-2014\\_EM.110.pdf](http://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/04_EM/DS006-2014_EM.110.pdf)
- Szokolay, S. (2012). *Introduction to architectural science*. Great Britain: Routledge. Recuperado de: [https://archive.org/details/Introduction\\_to\\_Architectural\\_Science\\_The\\_Basis\\_of\\_Sustainable\\_Design](https://archive.org/details/Introduction_to_Architectural_Science_The_Basis_of_Sustainable_Design)
- U.S. Department of Energy (2019). *EnergyPlus Weather Data*. Recuperado de: <https://energyplus.net/weather>
- Vinceslas, T., Colinart, T., Hamard, E., de Ménius, A. H., Lecompte, T., & Lenormand, H. (2019). Light Earth Performances for Thermal Insulation: Application to Earth-Hemp. En *Earthen Dwellings and Structures* (pp. 357-367). Singapore: Springer.
- Volhard, F. (2016). *Light earth building. A handbook for building with wood and earth*. Basilea, Suiza: Birkhäuser.
- Wieser, M. (2011). *Consideraciones bioclimáticas en el diseño arquitectónico: el caso peruano*. Lima: Centro de Investigación de la Arquitectura y la Ciudad. PUCP. Recuperado de: <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/28699>
- Wieser, M., Onnis, S. y Meli, G. (2018). Conductividad térmica de la tierra alivianada con fibras naturales en paneles de quincha. *SIACOT 2018 Tierra, Cultura, hábitat resiliente y desarrollo sostenible, 18° Seminario iberoamericano de arquitectura y construcción en tierra*. Ciudad de La Antigua, Guatemala: Pro Terra. Recuperado de: <http://files.pucp.edu.pe/facultad/arquitectura/2019/11/27173426/2018-SIACOT-Wieser-Onnis-Meli.pdf>



# Análisis de redes para la transferencia de tecnologías sostenibles entre firmas de construcción internacional

Network Analysis of Green Technology Transfer between International Construction Firms

Rolando-Arturo Cubillos-González

Universidad Católica de Colombia. Bogotá (Colombia)

Facultad de Diseño, Programa de Arquitectura

Centro de investigaciones CIFAR

Cubillos-González, R. A. (202). Análisis de redes para la transferencia de tecnologías sostenibles entre firmas de construcción internacional. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1). 175-186. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2562>



[dx.doi.org/10.14718/RevArq.2019.1209](https://doi.org/10.14718/RevArq.2019.1209)

Arquitecto, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).

Magíster en hábitat, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).

Candidato a doctor del programa de Doctorado en Gestión de Tecnología y la Innovación, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín (Colombia).

[https://scholar.google.es/citations?user=77ye\\_gwAAAAJ&hl=es&oi=ao](https://scholar.google.es/citations?user=77ye_gwAAAAJ&hl=es&oi=ao)

<https://orcid.org/0000-0002-9019-961X>

[racubillos@ucatolica.edu.co](mailto:racubillos@ucatolica.edu.co)

## Resumen

La transferencia de tecnología sostenible es compleja para las firmas de construcción. Una posible solución es analizar esa clase de transferencia como una red social ya que, si se identifican las diferentes relaciones entre los actores del sector construcción, es posible evaluar la capacidad de adaptación tecnológica de dichos actores. El objetivo fue evaluar la transferencia de tecnología sostenible entre empresas constructoras internacionales que se dedican a construir vivienda social o accesible. Para esto, se identificaron dos países con capacidad de transferencia de tecnología sostenible (Reino Unido y Estados Unidos) y dos países de menor capacidad tecnológica y con potencial de adaptarse a dichas tecnologías (Brasil y Colombia); posteriormente, se seleccionaron cinco firmas constructoras por cada país, con las cuales se hizo un análisis de redes (brasilbragado, intensidad, cercanía y densidad), y luego, procesos de simulación. Como resultado se identificó la capacidad de transferencia tecnológica que tienen las empresas latinoamericanas para aceptar y adaptar tecnologías de empresas de países industrializados, y se espera poder desarrollar indicadores de medición de transferencia tecnológica que permitan comprender mejor la complejidad de la vivienda social.

**Palabras clave:** adaptación tecnológica; edificaciones sostenibles; industria de la construcción; sector de la construcción; transferencia tecnológica; vivienda accesible; vivienda social

## Abstract

The green technology transfer is complex for construction firms. A solution is to analyze it as a social network since, if I identify the different relationships between the actors in the construction sector, it is possible to test the technological adaptation capacity of these actors. The aim was to test the transfer of green technology between international construction companies that dedicated to building social or accessible housing. For this, two countries with the capacity to transfer green technology (United Kingdom and the United States) and two countries with less technological capacity and with the potential to adapt to these technologies (Brazil and Colombia) identified, then 5 construction firms selected for each country with which an analysis of networks (degree, intensity, proximity, and density) and then simulation carried out. As a result, the technological transfer capacity of Latin America companies to accept and adapt technologies from companies in industrialized countries identified, and it hoped to develop indicators of measurement of the technology transfer that allows a better understanding of the complexity of Social Housing.

**Keywords:** technological adaptation; green buildings; construction industry; construction field; technology transfer; affordable housing; social housing.

Recibido: enero 3 / 2019

Evaluado: julio 9 / 2019

Aceptado: noviembre 4 / 2019

## Introducción

Este artículo forma parte del proyecto de investigación *Tecnologías limpias-fase 2: el impacto de la transferencia de las tecnologías limpias en la vivienda social en Brasil y Colombia*, de la línea de investigación en Tecnología, Ambiente y Sostenibilidad, y fue financiado por la Universidad Católica de Colombia.

Para las firmas de construcción, la transferencia de tecnologías sostenibles es un proceso complejo y depende de la relación de distintas variables involucradas. Como ejemplo de lo anterior, la elección de materiales con alto contenido de energía incorporada supone un alto nivel inicial de consumo de energía en la etapa de producción de los edificios, pero también determina el consumo futuro de energía para satisfacer las demandas de calefacción, ventilación y aire acondicionado (Zabalza, Valero & Aranda, 2011, pp. 1133-1134).

Además, con la perspectiva de las normas de cada país, el consumo de energía en los edificios es un factor clave para alcanzar las metas nacionales e internacionales de emisiones de CO<sub>2</sub>. En este aspecto, los ahorros económicos para la construcción de edificios son limitados y difíciles de implementar (Zucker et al., 2016, pp. 153-154).

Por otro lado, la renovación de edificios es una oportunidad real para hacer frente a los desafíos actuales de reducción de energía primaria y calentamiento global, pero no es suficiente en términos de tecnología y adaptación sostenible de los

edificios: así mismo, se identifica que el concepto de equilibrio es central en la implementación de tecnologías orientadas a la eficiencia energética; esto es particularmente cierto en el desarrollo de edificios de cero emisiones de carbono (Sartori, Napolitano & Voss, 2012, pp. 220-221).

Al respecto, por ejemplo, la energía necesaria para mantener óptimas condiciones ambientales interiores es el 35% del consumo total de energía en edificios de oficinas (Salcido, Abdul & Issa, 2016, p. 1008). En contraste, algunos estudios, como el de Pisello et al., (2016, p. 872), evalúan el impacto de la ventilación natural mientras se predice la demanda de energía de los edificios, ya que se afectan sustancialmente la calidad del ambiente interior y el confort térmico.

Algunos autores como Panchal et al. (2016, p. 900) han estudiado la eficiencia energética global de los sistemas de generación única y multigeneracional. Al respecto, se observa que la eficiencia energética del sistema multigeneracional es superior al sistema de generación única. La consecución de los objetivos de sostenibilidad en el sector de la construcción supone adoptar modelos empresariales sostenibles y medidas de eficiencia energética (Moschetti & Brattebø, 2016, p. 436).

Lo anterior conduce a identificar brechas de investigación en el área. Como respuesta a las crecientes preocupaciones sobre el cambio climático y el medio ambiente, el diseño sostenible de los edificios es cada vez más exigente por parte de los usuarios; sin embargo, la evaluación rápida de varias opciones de diseño requiere la aplicación de herramientas de análisis como modelado de energía, además de las simulaciones de luz y ventilación natural (Niknam & Karshenas, 2015, p. 910).

Según los autores revisados, el análisis energético exige recopilar información relacionada con la energía de distintas fuentes e introducirla en una aplicación de análisis de energía, lo cual implica un proceso que consume mucho tiempo. Esto causa retrasos y aumenta el tiempo para comparar diferentes alternativas de diseño.

En la actualidad, las decisiones de diseño se reducen, principalmente, a un criterio de eficiencia energética dentro de la evaluación de sostenibilidad de los edificios (Niknam & Karshenas, 2015, p. 911). Debido a la interdependencia de criterios, el actual enfoque es aplicado de forma lineal, y no tiene en cuenta otros criterios orientados a ver el proceso de diseño de manera holística para un mejor desarrollo de los edificios.

Por lo expuesto, el enfoque sistémico es una mejor alternativa a la evaluación energética de los edificios. Otras propuestas van orientadas a la evaluación económica de los edificios sostenibles y a fomentar su desarrollo (Liu, Guo & Hu, 2014, p. 37). Tal es el caso de estudios realizados en China que buscan la aplicación de tecnologías de eficiencia energética en los edificios sostenibles.

En ese sentido, la toma de decisiones en proyectos ambientales requiere considerar los impactos sociopolíticos, ambientales y económicos, y ello es a menudo complicado por las diversas opiniones de las partes interesadas (Huang, Keisler & Linkov, 2011, p. 3579). Según los autores revisados, se hace evidente que el análisis multicriterio es una metodología adecuada para hacer frente a la información técnica disponible y a los valores de las partes interesadas para apoyar las decisiones en muchos campos, y puede ser especialmente valioso en la toma de decisiones ambientales.

Como ejemplo de lo anterior, desde comienzos de la década de 1990 se han propuesto varios sistemas de clasificación de edificaciones sostenibles (Kim, Oh & Kim, 2013, pp. 203-204). Según los autores, la mayoría de los esfuerzos en esta área se pueden dividir en dos partes principales: 1) desarrollo de sistemas de calificación de edificios sostenibles identificando criterios de calificación pertinentes; 2) evaluación de la validez de los sistemas de calificación de edificios. Los estudios sobre los criterios de calificación de los edificios sostenibles se han centrado, principalmente, en el desarrollo de los ítems de evaluación del rendimiento energético de los edificios.

Otro ejemplo en este tema es la ciudad de Loviisa, en Finlandia, que está planeando una nueva zona residencial sostenible con un total de 240.000 m<sup>2</sup> de viviendas residenciales. La ciudad quiere promover soluciones de energía sostenible en la zona considerando varias formas de energía renovable para la calefacción (Kontu et al., 2015, pp. 169-170).

Los resultados de los estudios realizados en tal sentido muestran que la calefacción urbana producida por la cogeneración basada en la biomasa es la alternativa de calentamiento más aceptable, seguida por la bomba de calor de la fuente terrestre, bien sea con información de preferencia o sin ella.

Finalmente, se observa que a partir de esta revisión bibliográfica, es de vital importancia introducir la evaluación de la capacidad de adaptación tecnológica en el área de la construcción con una



*This article is available in English on the website of Revista de Arquitectura (Bogotá)*  
<https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2562>

**Network Analysis of Green Technology Transfer between International Construction Firms**

visión de red, ya que eso implica dar un panorama sistematizado del proceso de construcción de una edificación y orientarlo de manera más adecuada hacia la reducción del impacto ambiental y hacia la mejora de su rendimiento energético; sin embargo, este proceso requiere que la aplicación de dicha visión sea aplicativa, para que el sector de la construcción pueda entender e incorporar estos conceptos en sus procesos cotidianos.

Según lo expuesto, por tales motivos incorporar metodologías orientadas a respuestas multiobjetivo puede ser una contribución a los procesos constructivos de una edificación. Por tanto, una posibilidad de comprensión de tal problema es entender este comportamiento complejo como una red social, pues de esa manera es posible estudiar la capacidad de transferencia tecnológica en el campo de la construcción utilizando herramientas para una óptima toma de decisiones.

Según algunos autores del tema, un análisis de redes sociales se puede utilizar como una herramienta de diagnóstico efectiva para hacer explícito un flujo oculto de información valiosa en el sector de la construcción (Alarcón, Alarcón & Alarcón, 2013, p. 948). Por ejemplo, este tipo de metodología se ha utilizado para examinar cómo el potencial de interferencia existente entre los oficios especializados se relaciona con la confiabilidad del plan de trabajo en las firmas constructoras (Abbasian-Hosseini, Liu & Hsiang, 2015, p. 145).

Otros estudios se orientaron a analizar, a través de redes, la relación entre el desempeño del proyecto y las características organizacionales en las firmas de construcción (Castillo, Alarcón & Pellicer, 2018). También, con el análisis de redes se han analizado casos de colaboración entre firmas constructoras coreanas involucradas en proyectos internacionales durante la última década (Park & Han, 2012, pp. 1460-1461). Igualmente, algunos estudios han utilizado dicha metodología para asimilar la relación entre el Estado y el sector de la construcción en la aplicación de las políticas públicas en Brasil (Marques, Bissoli-Dalvi & Alvarez, 2018, p. 187); sin embargo, de acuerdo con la revisión literaria, no se observan estudios relacionados con el análisis de redes y el estudio de la transferencia de tecnología aplicado a las firmas constructoras, lo cual indica un vacío de conocimiento que debe ser estudiado.

El objetivo de este artículo fue evaluar la transferencia de tecnologías sostenibles entre empresas constructoras internacionales que se dedican a construir *vivienda social*, para el caso latinoamericano, o *vivienda accesible*, para el caso europeo y de Estados Unidos. En el presente estudio se utilizaron como metodología el análisis de redes y la simulación.

El resultado fue una simulación a partir del análisis de redes de la capacidad de las firmas constructoras seleccionadas internacionalmente, para hacer diferentes transferencias de tecnologías sos-

tenibles entre ellas. Con este ejercicio se espera desarrollar a futuro indicadores de medición del proceso de transferencia tecnológica en el campo de la construcción que permitan comprender mejor la complejidad de este proceso en el área de la vivienda social. La estructura del artículo es la siguiente: primero se explican la metodología desarrollada y las actividades llevadas a cabo para lograr el objetivo propuesto. En segundo lugar, se describen los resultados del estudio. Finalmente, se exponen las conclusiones del artículo.

## Metodología

El presente estudio busca confirmar la hipótesis de que si se identifican las diferentes relaciones entre los actores del sector construcción que tienen capacidad de transferencia tecnológica para el desarrollo de vivienda social o accesible a escala internacional, entonces es posible evaluar la capacidad de adaptación tecnológica de dichos actores.

Para el diseño de la red se definió un tipo de red de intercambio, con el objeto de analizar la capacidad de transferencia de tecnología de las diferentes firmas constructoras. En un nivel macro se identificaron las relaciones de la estructura de la red. En un nivel micro se identificaron los cambios que tiene una tecnología al ser transferida por parte de una firma constructora. El estudio fue conformado por tres fases de investigación organizadas como se muestra en la figura 1.

- **Obtención de datos:** en esta fase se realizaron las siguientes actividades: en primer lugar, se identificaron dos países de mayor capacidad tecnológica; en este caso, Reino Unido y Estados Unidos. Luego, se identificaron dos países de menor capacidad tecnológica; en este caso, Brasil y Colombia (McKinsey Global Institute, 2017, p. 13). A continuación, se seleccionaron 20 firmas constructoras; 5, por cada país (figura 2). Para la selección de cada firma constructora se identificó su capacidad tecnológica, al igual que si dichas firmas realizaban proyectos de vivienda social y vivienda en general. Así mismo, las firmas constructoras fueron identificadas a partir de los *rankings* de las mejores firmas constructoras realizados por las entidades gubernamentales de los países objeto de estudio.
- **Simulación de datos:** para la simulación de datos se definieron atributos y variables. Luego, se construyó una matriz de datos, denominada RED-0, que representa un tiempo inicial T0. A continuación, se hicieron tres simulaciones matriciales, denominadas RED-1, RED-2 y RED-3; cada una, con tiempos T1, T2 y T3. Finalmente, se graficaron las cuatro redes.
- **Análisis de redes:** para el análisis de redes se calcularon el grado, la intensidad y la cercanía de red, y luego, su densidad general. Después se identificaron las firmas constructoras más influyentes y las menos influyentes

## Fases metodológicas

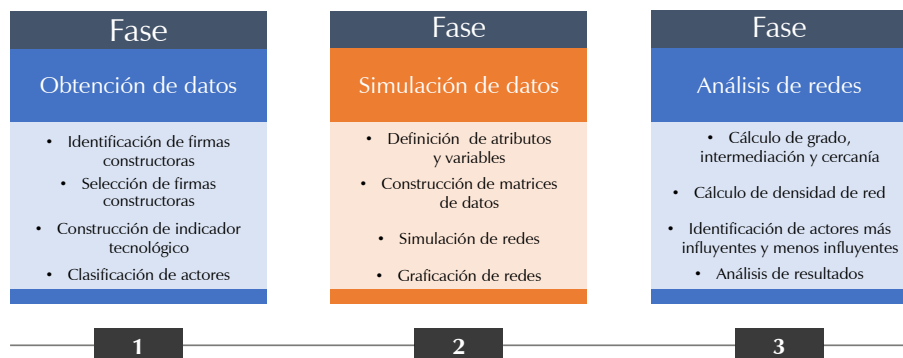


Figura 1. Fases metodológicas del estudio.

Fuente: elaboración propia (2019).

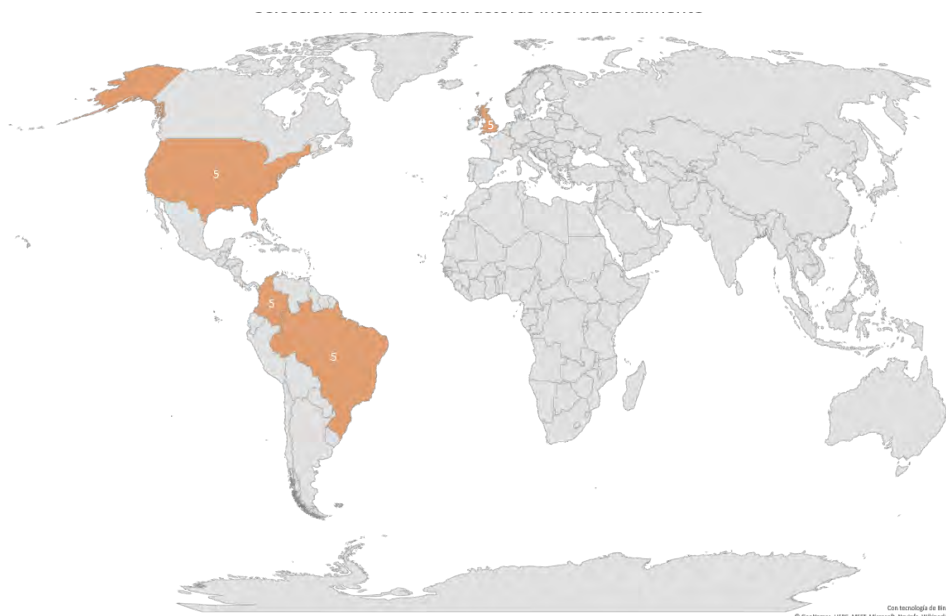


Figura 2. Selección de firmas constructoras internacionales

Fuente: elaboración propia (2019).

de cada simulación. Con estas mediciones se pudo identificar y determinar la capacidad de transferencia de tecnologías sostenibles de las firmas constructoras de países con alta capacidad tecnológica y las firmas constructoras de menor capacidad en esta área. Finalmente, se hizo un análisis de resultados.

El presente estudio centró su análisis en la construcción de relaciones y características entre el factor dependiente, denominado *actores con capacidad de transferencia tecnológica*, y los denominados *factores independientes*. Estos son: el impacto ambiental, el rendimiento energético de la edificación y el Código de Identificación Tecnológica. Para ello se diseñó un indicador que permitió establecer la relación y el efecto de cada uno de los factores que intervienen en la transferencia tecnológica de una firma constructora. Cada una de las variables se definió de la siguiente manera:

- **Actores con capacidad de transferencia tecnológica:** son los actores con capacidad de acciones de transferencia de una tecnología con el fin de que esta sea más eficiente en las condiciones de un contexto y un ambiente determinados. En el caso particular de las firmas constructoras, esta variable se refiere a las tecnologías que se orientan a las energías renovables por sobre las convencionales. Por ejemplo, algunas tecnologías

de ahorro de energía pasivas y activas de bajo costo se han utilizado con éxito por parte de firmas constructoras en una transformación tecnológica de ahorro de energía en la producción de oficinas en Tianjin. Los resultados muestran que el consumo de energía y el mantenimiento representan la mayor parte del costo del ciclo de vida (Ma et al., 2016, pp. 810-811). Otro ejemplo es la flexibilidad del sistema eléctrico aprovechando las capacidades de generación de energía renovable en los edificios, lo que es de gran importancia para un desarrollo sostenible. Los sistemas de control para implementar dichas medidas de respuesta a la demanda necesitan cuantificar la flexibilidad de los respectivos edificios (Lopes et al., 2016, p. 1053).

- **Impacto ambiental:** es el efecto causado por las actividades del hombre sobre el ambiente. En el caso particular de las firmas constructoras, esta definición se refiere al consumo energético de los materiales y los procesos constructivos. Al respecto, la revisión bibliográfica encontró que, por ejemplo, el Código Nacional de Construcción de Holanda propone un método fácilmente aplicable que permite un diseño de edificios optimizado respecto a los impactos ambientales (Alsema et al., 2016, pp. 519-522). El enfoque propuesto es una evaluación del rendimiento integral de la construcción respecto a la demanda de energía y materiales durante el ciclo de vida del edificio. Por tanto, extender este enfoque para la evaluación de los procesos de construcción a otros países parece un paso lógico, ya que ofrece a los diseñadores una mejor visión del rendimiento total del edificio. Por otro lado, la adaptación de los edificios existentes ofrece importantes oportunidades para mejorar la comodidad y el bienestar de los ocupantes, y ello se está considerando uno de los principales enfoques para lograr la sostenibilidad en el entorno construido a un costo relativamente bajo y con altas tasas de absorción (Asadi et al., 2014, pp. 444-445). En este sentido, los autores revisados proponen un modelo de optimización multiobjetivo que utiliza un algoritmo genético y artificial, redes neuronales para evaluar cuantitativamente las opciones tecnológicas en un proyecto de rehabilitación de edificios.

- **Rendimiento energético de la edificación:** es la reducción del consumo de energías convencionales en una edificación con el fin de ahorrar y hacer un uso racional de dichas energías, además, del consumo de energía en los procesos de construcción y operación. Por ejemplo, la simulación del desempeño del edificio se utiliza frecuentemente para apoyar el diseño, la renovación y el funcionamiento del edificio (Carlucci et al., 2016, pp. 280-281); sin embargo, tradicionalmente los modeladores se ocupan de describir con precisión los datos técnicos de entrada, y solo tienen un interés limitado en investigar la influencia del comportamiento de

los ocupantes en el rendimiento energético de los edificios. Otros autores hacen énfasis en el rendimiento térmico, energético y de confort de las fachadas de doble piel, que se desempeñan mejor en comparación con las fachadas de doble o de triple acristalamiento (Gelesz & Reith, 2015, pp. 558-559).

A partir de las anteriores definiciones, se estableció el siguiente indicador, para poder evaluar la capacidad de adaptación tecnológica en las edificaciones:

Indicador de actores con capacidad de transferencia tecnológica (IACCTT) = impacto ambiental tecnológico (IAT) + rendimiento energético de la edificación (REE) + Código de Identificación Tecnológica (CIT)

$$(IACCTT) = (IAT) + (REE) + (CIT)$$

Así mismo, para hacer el análisis de red del proceso de transferencia tecnológica de un actor que representa una firma constructora se establecieron los siguientes nodos:

- **Actor con capacidad de transferencia de tecnologías tradicionales:** es el individuo que representa a una firma de construcción que utiliza tecnologías tradicionales de alto impacto ambiental.
- **Actor con capacidad de transferencia de tecnologías de aislamiento térmico:** es el individuo que representa a una firma de construcción que utiliza tecnologías a partir de estrategias pasivas.

- **Actor con capacidad de transferencia de tecnologías de eficiencia energética:** es el individuo que representa a una firma de construcción que utiliza tecnologías que reducen el consumo energético y las combina con estrategias pasivas.
- **Actor con capacidad de transferencia de tecnologías limpias:** es el individuo que representa a una firma de construcción que utiliza tecnologías que reducen los impactos ambientales a través del análisis de todo el ciclo de vida, tanto de los recursos como en los procesos utilizados en el diseño, la producción y la operación de una edificación.
- **Actor con capacidad de transferencia de tecnologías sensibles al clima:** es el individuo que representa a una firma de construcción que utiliza tecnologías computacionales para identificar patrones de comportamiento del cambio climático que pueden ser utilizados en los procesos de diseño, construcción y operación de una edificación.
- **Actor con capacidad de transferencia de tecnologías bajas en carbono:** es el individuo que representa a una firma de construcción que utiliza tecnologías que producen un mínimo de gases de efecto invernadero a lo largo del diseño, la construcción y la operación de una edificación.

Por lo anterior, para el desarrollo del experimento, se estableció que el universo de la red inicial fuera de 20 nodos, los cuales representaban a las 20 firmas constructoras seleccionadas previamente (tabla 1). Luego, la organización y la

Actor	Países	Firmas Constructoras		Tecnología
		Vivienda VIS /Vivienda Accesible	No VIS / Vivienda	
A1	UK	X	X	Tecnologías sensibles al clima
A2	COL	X	X	Tecnologías tradicionales
A3	COL	X	X	Tecnologías de aislamiento térmico
A4	COL	X	X	Tecnologías tradicionales
A5	UK	X	X	Tecnologías sensibles al clima
A6	UK	X	X	Tecnologías bajas en carbono
A7	UK	X	X	Tecnologías de eficiencia energética
A8	BRA	X	X	Tecnologías tradicionales
A9	UK	X	X	Tecnologías de eficiencia energética
A10	BRA	X	X	Tecnologías tradicionales
A11	USA	X	X	Tecnologías de eficiencia energética
A12	COL	X	X	Tecnologías de aislamiento térmico
A13	BRA	X	X	Tecnologías de aislamiento térmico
A14	BRA	X	X	Tecnologías de aislamiento térmico
A15	USA	X	X	Tecnologías sensibles al clima
A16	USA	X	X	Tecnologías de aislamiento térmico
A17	COL	X	X	Tecnologías tradicionales
A18	BRA	X	X	Tecnologías tradicionales
A19	USA	X	X	Tecnologías sensibles al clima
A20	USA	X	X	Tecnologías bajas en carbono

Tabla 1. Firmas constructoras seleccionadas e identificación del uso de las tecnologías sostenibles. Fuente: elaboración propia (2019).

clasificación de las firmas constructoras se hicieron de manera aleatoria. Para validar la hipótesis propuesta a partir del indicador diseñado, se recurrió a una calificación de las tecnologías usadas por cada una de las firmas constructoras seleccionadas de acuerdo con la información suministrada por las bases de datos y las páginas web de cada firma. Los nodos de análisis fueron numerados de 1 a 6, para que se pudiese identificarlos. Así mismo, se estableció una parametrización de las variables a través de una puntuación de 1 a 60, organizada en 6 deciles para las variables independientes (tabla 2). Cabe anotar que la métrica diseñada en ese estado inicial del trabajo solo tuvo en cuenta números enteros positivos.

Por otra parte, a la relación entre variables siguió un proceso de coherencia en el proceso de calificación. Por ejemplo, a mayor impacto ambiental (calificación 6), menor eficiencia energética (calificación 1); es decir, la relación entre estas dos variables es inversamente proporcional. Como resultado se obtuvo una calificación de cada actor entre 8 y 13 (tabla 3), donde 8 era el puntaje del menor indicador relacionado con la tecnología de mayor impacto y menor eficiencia, en comparación con 13, que era el puntaje del mayor indicador relacionado con la tecnología de menor impacto y mayor eficiencia.

Seguidamente, se procedió a la simulación. Para ello se realizaron cuatro matrices de doble entrada y se corrió el modelo, con el cual se

generaron cuatro escenarios de red, y que permitió identificar los distintos agentes y sus relaciones. En tal sentido, la identificación de cada nodo se hizo a partir de establecer que 0 equivale a ninguna relación, y 1, al número de entradas que tiene un nodo específico dentro del universo propuesto.

## Resultados

Finalmente, los resultados del experimento fueron validados en el programa UCINET 6.682, en el cual se graficaron las diferentes redes y se estudió la cohesión de los factores de impacto ambiental y rendimiento energético frente a la transferencia tecnológica, a través del análisis del grado (*degree*), la intermediación (*betweenness*) y la cercanía (*closeness*). Estas tres unidades de medida permitieron identificar y medir el nivel de la capacidad que se presenta en el proceso de transferencia tecnológica de una firma constructora (Borgatti, Everett & Johnson, 2013).

Así mismo, se hizo el análisis de la densidad, el cual identificó el número de relaciones posibles entre nodos, lo que, a su vez, visualizó el comportamiento general que se presenta al transferir una tecnología de una firma constructora a otra. Mientras, el estudio del grado mostró el número de relaciones entre las variables independientes, que permiten medir el comportamiento individual de cada factor frente al proceso de transferencia tecnológica.

Tabla 2. Parametrización de variables para construcción de indicador.

Fuente: elaboración propia (2019).

Tabla 3. Parametrización de variables para construcción de indicador.

Fuente: elaboración propia (2019).

Impacto ambiental tecnológico (IAT)	Valor	Rendimiento de la edificación (REE)	Valor	Actores con capacidad de transferencia tecnológica (ATT)	Código de Identificación Tecnológica (CIT)
0-10	1	0-10	1	Actor con capacidad de transferencia de tecnologías tradicionales	1
11-20	2	11-20	2	Actor con capacidad de transferencia de tecnologías de aislamiento térmico	2
21-30	3	21-30	3	Actor con capacidad de transferencia de tecnologías de eficiencia energética	3
31-40	4	31-40	4	Actor con capacidad de transferencia de tecnologías limpias	4
41-50	5	41-50	5	Actor con capacidad de transferencia de tecnologías sensibles al clima	5
51-60	6	51-60	6	Actor con capacidad de transferencia de tecnologías bajas en carbono	6

ACTT	Impacto ambiental tecnológico (IAT)	Rendimiento energético de la edificación (REE)	Código de identificación tecnológica (CIT)	Indicador de actores con capacidad de transferencia tecnológica (IACCT)
Actor con capacidad de transferencia de tecnologías tradicionales	6	1	1	8
Actor con capacidad de transferencia de tecnologías basadas en estrategias pasivas	5	2	2	9
Actor con capacidad de transferencia de tecnologías de eficiencia energética	4	3	3	10
Actor con capacidad de transferencia de tecnologías limpias	3	4	4	11
Actor con capacidad de transferencia de tecnologías sensibles al clima	2	5	5	12
Actor con capacidad de transferencia de tecnologías bajas en carbono	1	6	6	13

Actor	País	IAT	REE	CIT	IACTT	Grado	Intermediación	Cercanía	Capacidad transferencia tecnológica CTT = (grado n.º / actores)
A1	UK	3	4	4	11	13	1,52	25	65%
A2	COL	6	1	1	8	15	2,595	23	75%
A3	COL	5	2	2	9	16	3,085	22	80%
A4	COL	6	1	1	8	17	2,932	21	85%
A5	UK	2	5	5	12	13	1,304	25	65%
A6	UK	1	6	6	13	15	2,113	23	75%
A7	UK	4	3	3	10	14	1,831	24	70%
A8	BRA	6	1	1	8	15	2,947	23	75%
A9	UK	4	3	3	10	13	1,266	25	65%
A10	BRA	6	1	1	8	19	4,181	19	95%
A11	USA	4	3	3	10	14	1,936	24	70%
A12	COL	5	2	2	9	15	2,249	23	75%
A13	BRA	5	2	2	9	12	1,357	26	60%
A14	BRA	5	2	2	9	18	3,403	20	90%
A15	USA	2	5	5	12	13	1,314	25	65%
A16	USA	5	2	2	9	13	1,314	25	65%
A17	COL	6	1	1	8	14	1,602	24	70%
A18	BRA	6	1	1	8	14	1,585	24	70%
A19	USA	3	4	4	11	16	2,41	22	80%
A20	USA	1	6	6	13	15	2,056	23	75%

Tabla 4. Resultados, RED-0.

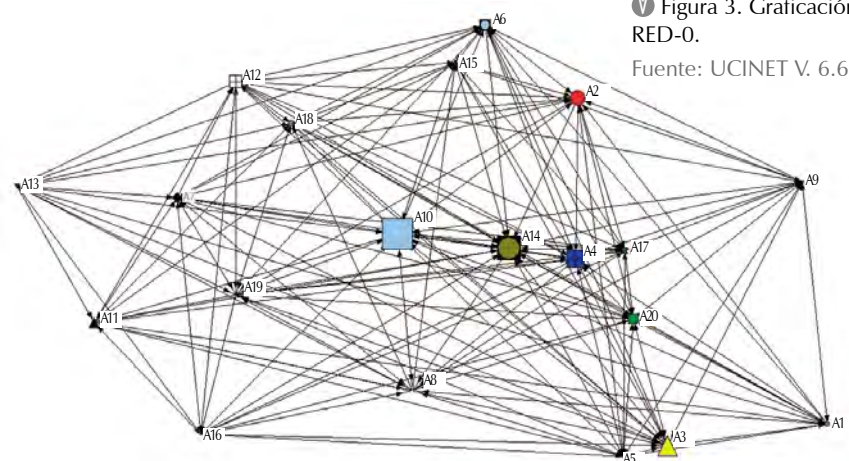
Fuente: elaboración propia (2019).

### Resultados de La RED-0

La red inicia con un tiempo T0 y con 20 actores, de los cuales se observa que las 5 principales firmas de la red son todas latinoamericanas e inician con una alta capacidad de transferencia tecnológica. En este caso, una alta capacidad para recibir tecnologías sostenibles. Se identifica que la firma constructora A10 representa a una compañía de Brasil con una alta capacidad de transferencia tecnológica del 95% y un IACTT de 8; es decir, posee tecnologías tradicionales. En este caso en particular, se observa que la firma tiene una alta capacidad de relación con otros actores de la red, o sea que su grado es de 19 y tiene una alta capacidad de transmisión y recepción de tecnología. Su intermediación es de 4,181. Así mismo, su cercanía es de 19, lo cual le permite interactuar con otros actores fácilmente, ya que se encuentra ubicada en el centro de la red. Por otro lado, en la tabla 4 se pueden observar los 5 primeros actores de la RED-0 y los resultados correspondientes. La figura 3 muestra la graficación de la RED-0 y la figura 4 presenta el comportamiento gráfico de los datos de la tabla 4.

Figura 3. Graficación, RED-0.

Fuente: UCINET V. 6.682



Actores con Capacidad de Transferencia Tecnológica (ACTT) RED 0 - T0

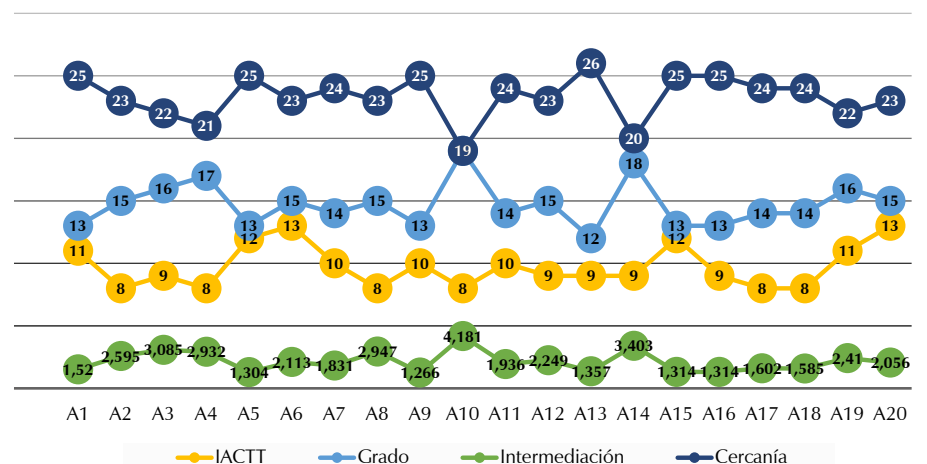
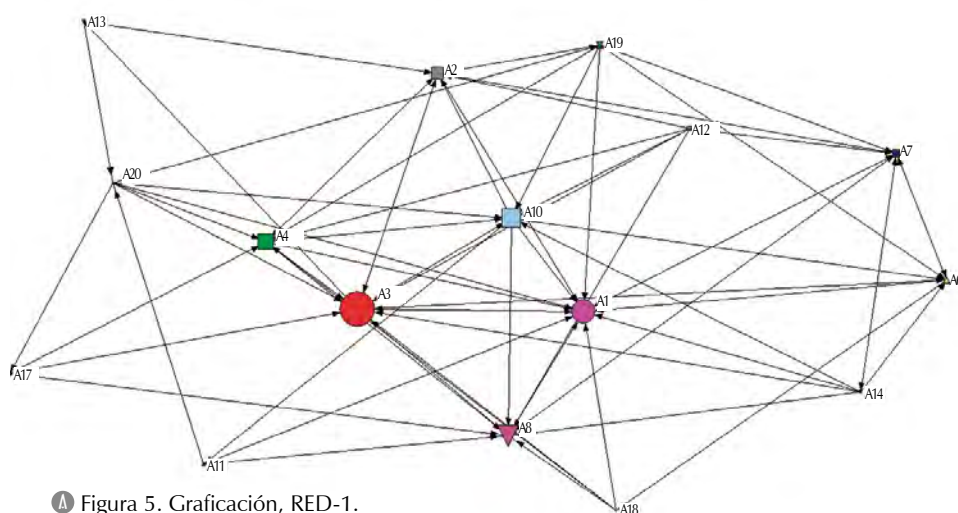


Figura 4. Graficación, RED-0.

Fuente: UCINET V. 6.682

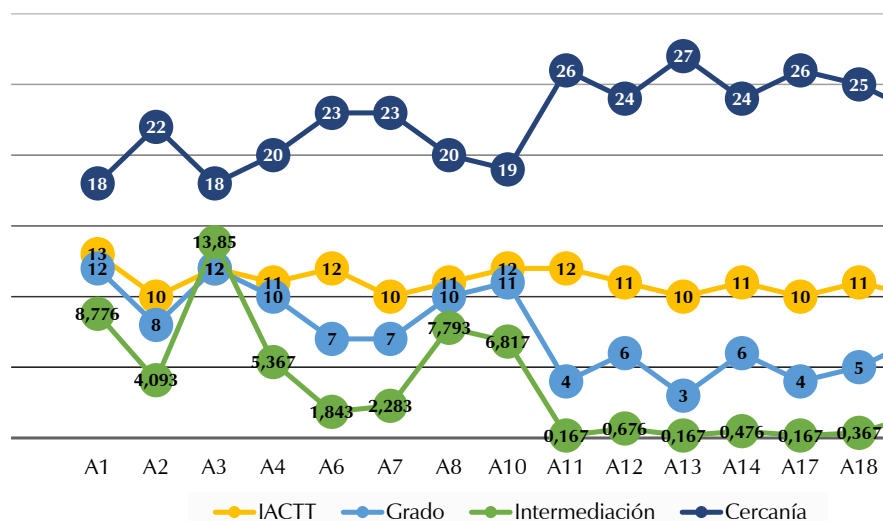
Actor	País	IAT	REE	CIT	IACCT	Grado	Intermediación	Cercanía	Capacidad de transferencia tecnológica CTT = (Grado/n.º actores)
A1	UK	1	6	6	13	12	8,776	18	75%
A2	COL	4	3	3	10	8	4,093	22	63%
A3	COL	2	5	5	12	12	13,85	18	75%
A4	COL	3	4	4	11	10	5,367	20	63%
A6	UK	2	5	5	12	7	1,843	23	44%
A7	UK	4	3	3	10	7	2,283	23	44%
A8	BRA	3	4	4	11	10	7,793	20	63%
A10	BRA	2	5	5	12	11	6,817	19	69%
A11	USA	2	5	5	12	4	0,167	26	25%
A12	COL	3	4	4	11	6	0,676	24	38%
A13	BRA	4	3	3	10	3	0,167	27	19%
A14	BRA	3	4	4	11	6	0,476	24	38%
A17	COL	4	3	3	10	4	0,167	26	25%
A18	BRA	3	4	4	11	5	0,367	25	31%
A19	USA	4	3	3	10	7	1,66	23	44%
A20	USA	2	5	5	12	8	5,5	22	50%

► Tabla 5. Resultados, RED-1  
Fuente: elaboración propia (2019).



▲ Figura 5. Graficación, RED-1.  
Fuente: UCINET V. 6.682

### Actores con Capacidad de Transferencia Tecnológica (ACTT) RED 1 - T1



▲ Figura 6. Graficación, RED-0.  
Fuente: UCINET V. 6.682

### Resultados de La RED-1

Después de eliminar las firmas constructoras que tienen las menores capacidades de transferencia tecnológica, la red inicia con un tiempo T1 y con 16 actores. Se observa que las 5 firmas principales de la red son: una europea y cuatro latinoamericanas, que comienzan con una alta capacidad de transferencia tecnológica. Así mismo, se identifica que, a partir de la simulación realizada, las firmas constructoras han evolucionado en el uso del tipo de tecnología. También se observa la presencia de una firma constructora con una alta capacidad para transferir tecnologías, y la de 4 firmas constructoras con una alta capacidad para recibir dichas tecnologías. En este caso, la firma constructora A1 representa a una compañía del Reino Unido con una capacidad de transferencia tecnológica del 75% y un IACCT de 13; es decir, posee tecnologías bajas en carbono. Además, dicha firma está a la par con una firma constructora A3 que representa a una compañía de Colombia con una capacidad de transferencia tecnológica del 75% y un IACCT de 12, según lo cual posee una tecnología sensible al clima. Es importante anotar que dicha firma ha evolucionado en el proceso de simulación de un IACCT de 9 (tabla 4) a un IACCT de 12 (tabla 5), lo cual le permite tener la capacidad para aceptar nuevas tecnologías. En la tabla 5 se pueden observar los 5 primeros actores de la RED-1 y los resultados correspondientes. La figura 5, por su parte, muestra la graficación de la RED-1, y la figura 6 presenta el comportamiento gráfico de los datos de la tabla 5.



Actor	País	IAT	REE	CIT	IACTT	Grado	Intermediación	Cercanía	Capacidad de transferencia tecnológica CTT = (Grado/n.º actores)
A1	UK	1	6	6	13	3	0,667	22	25%
A2	COL	1	6	6	13	5	0,583	19	42%
A3	COL	3	4	4	11	7	11,5	15	58%
A4	COL	2	5	5	12	4	1,917	19	33%
A6	UK	4	3	3	10	6	4,917	16	50%
A7	UK	3	4	4	11	3	2,333	21	25%
A8	BRA	2	5	5	12	2	0,000	23	17%
A10	BRA	4	3	3	11	7	6,417	15	58%
A12	COL	4	3	3	10	4	2,167	19	33%
A14	BRA	2	5	5	12	7	4,833	15	58%
A19	USA	4	3	3	10	7	6,583	15	58%
A20	USA	1	6	6	13	3	2,083	21	25%

Tabla 6. Resultados RED-2. Fuente: elaboración propia (2019).

### Resultados de La RED-2

Después de una segunda eliminación de las firmas constructoras que tienen las menores capacidades de transferencia tecnológica, la red inicia con un tiempo T2 y con 12 actores. Se observa que las 5 principales firmas de la red son: una europea, una de Estados Unidos y 3 latinoamericanas. Se observa que las 5 poseen capacidades similares de transferencia tecnológica. Así mismo, se identifica que, a partir de la simulación realizada, las firmas constructoras han continuado su evolución en el uso de diferentes tipos de tecnología. En esta red se observa que la firma constructora con una alta capacidad para transferir tecnologías es la firma colombiana A3, que tiene una capacidad de transferencia tecnológica del 58% y un IACTT de 11. Es importante anotar que en este momento la firma retrocede una tecnología: pasa de un IACTT de 12 a un IACTT de 11; es decir, la firma perdió capacidad de transferencia en el proceso. Sin embargo, la firma tiene una alta intermediación de 11,5, o sea que la empresa tiene una alta capacidad de transmisión y recepción tecnológica dentro de la red, lo cual la hace un buen intermediador frente a otros actores en la red (figura 7). En la tabla 6 se pueden observar los 5 primeros actores de la RED-2 y los resultados correspondientes. La figura 7 muestra la graficación de la RED-1 y la figura 8 presenta el comportamiento gráfico de los datos de la tabla 6.

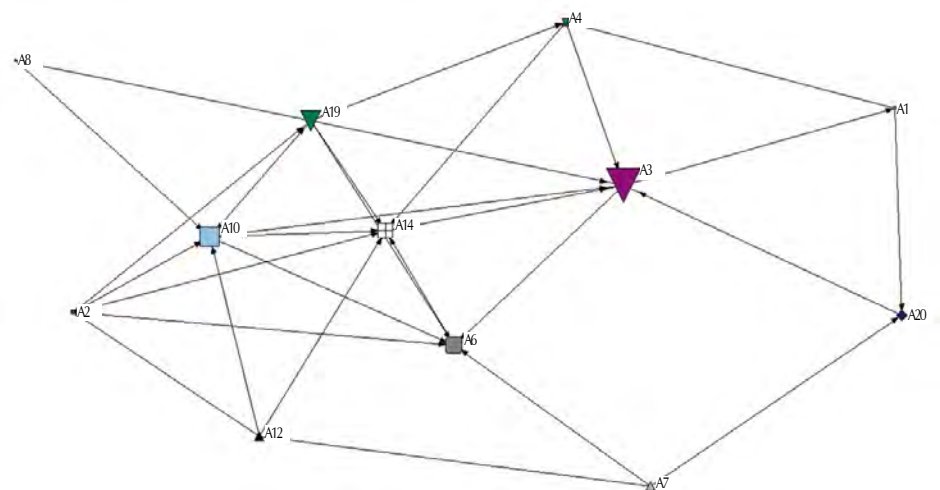


Figura 7. Graficación RED-2. Fuente: UCINET V. 6.682

### Actores con Capacidad de Transferencia Tecnológica (ACTT) RED 2 - T2

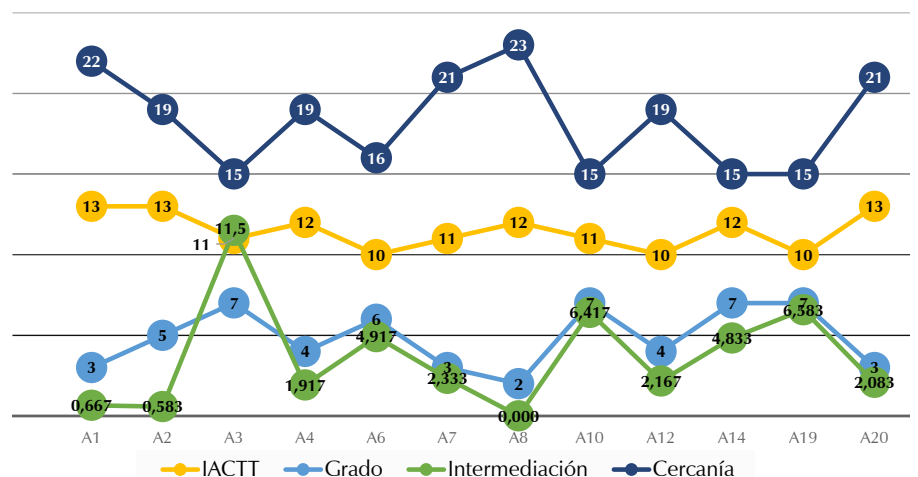


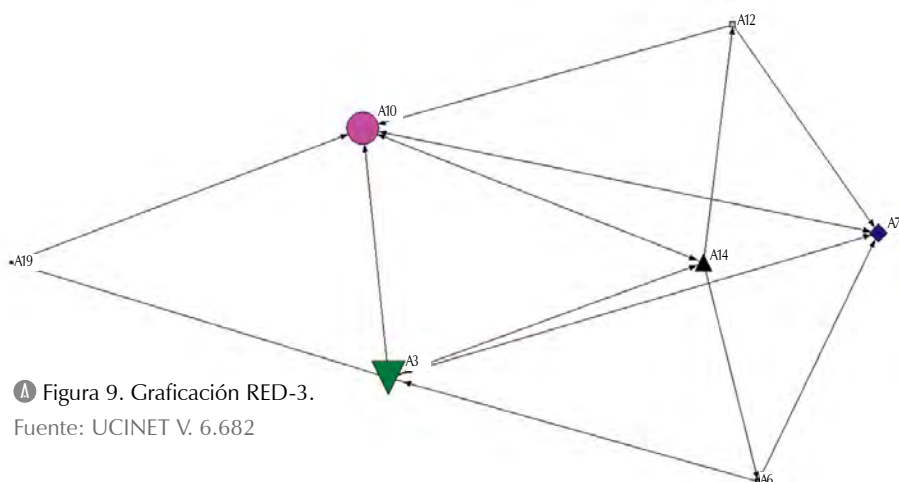
Figura 8. Graficación, RED-2. Fuente: UCINET V. 6.682

Actor	País	IAT	REE	CIT	IACTT	Grado	Intermediación	Cercanía	Capacidad de Transferencia Tecnológica CTT = (Grado/ n.º actores)
A3	COL	1	6	6	13	5	2,583	7	71%
A6	UK	4	3	3	10	3	0,25	9	43%
A7	UK	4	3	3	11	4	1,167	8	57%
A10	BRA	1	6	6	13	5	2,583	7	71%
A12	COL	2	5	5	12	3	0,25	9	43%
A14	BRA	2	5	5	12	4	1,167	8	57%
A19	USA	1	6	6	13	2	0	10	29%

► Tabla 7. Resultados RED-3.  
Fuente: elaboración propia (2019).

Ítem	Densidad de red	Número de lazos	Desviación estándar	Grado nodal promedio	Índice Alpha
RED-0	0,534	203	0,499	10,15	0,958
RED-1	0,308	74	0,462	4,625	0,877
RED-2	0,242	32	0,429	2,667	0,793
RED-3	0,405	17	0,491	2,429	0,826

► Tabla 8. Resultados del cálculo de densidad las redes: RED-0, RED-1, RED-2 y RED-3.  
Fuente: elaboración propia (2019).



▲ Figura 9. Graficación RED-3.  
Fuente: UCINET V. 6.682

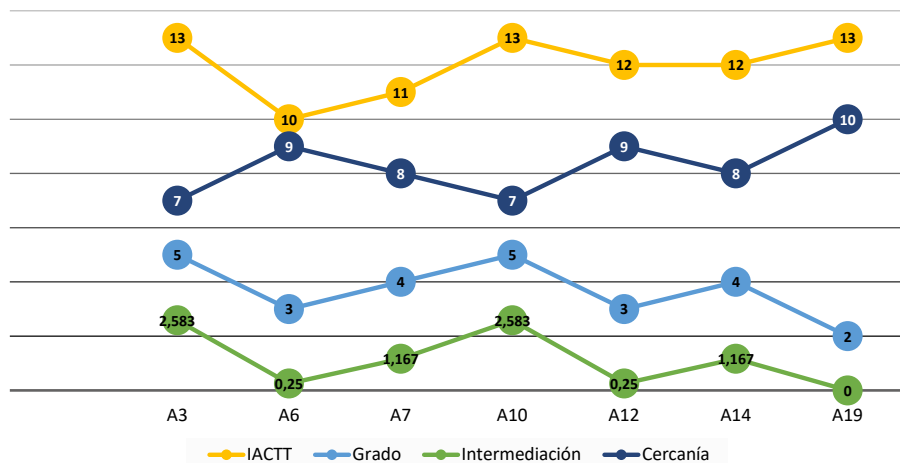
### Resultados de La RED-3

Después de la tercera eliminación de las firmas constructoras que tienen las menores capacidades de transferencia tecnológica, la red inicia con un tiempo T3 y con 7 actores. Se observa que las 4 principales firmas de la red son una europea y 3 latinoamericanas. Se observa que las 4 poseen capacidades similares de transferencia tecnológica. En este caso, las 2 firmas constructoras son A3 y A10, que tienen una capacidad de transferencia tecnológica del 71% y un IACTT de 13. Ambas firmas logran obtener en el proceso la tecnología más alta en el mercado; además, las 2 firmas tienen una alta intermediación de 2,583. Es decir, las 2 empresas tienen capacidad de transmisión y recepción tecnológica dentro de la red. Por último, en la tabla 7 se pueden observar los 4 primeros actores de la RED-3 y los resultados correspondientes. La figura 9 muestra la graficación de la RED-3 y la figura 10 presenta el comportamiento gráfico de los datos de la tabla 7.

Por otro lado, la tabla 8 muestra el cálculo de la densidad de las 4 redes analizadas. La densidad es una medida que calcula el potencial de relación entre los actores de la red; por tanto, con esta medida podemos constatar el potencial de relaciones que se presentan en las 4 redes y su grado promedio. En ella se puede ver que la RED-0 inicia con una densidad de 0,534 y termina en la RED-3, con una densidad de 0,405.

Según lo anterior, se presenta una pérdida del 24% en la densidad de red en todo el proceso de simulación y análisis de redes para el proceso de transferencia de tecnologías sostenibles en las firmas constructoras; además, se identifica una alta reducción del número de oportunidades de relación entre los actores; el número de lazos se reduce de 203 en la RED-0 a 17 en la RED-3 (tabla 8).

Actores con Capacidad de Transferencia Tecnológica (ACTT)  
RED 3 - T3



▲ Figura 10. Graficación, RED-3.  
Fuente: UCINET V. 6.682

Firmas constructoras de Brasil y Colombia													
Actor	País	RED-0 (T0)	RED-1 (T1)	Resultado de la capacidad de transferencia tecnológica		RED-1 (T1)	RED-2 (T2)	Resultado de la capacidad de transferencia tecnológica		RED-2 (T2)	RED-2 (T2)	Resultado de la capacidad de transferencia tecnológica	
		Capacidad transferencia tecnológica	Capacidad transferencia tecnológica	Pérdida	Ganancia	Capacidad transferencia tecnológica	Capacidad transferencia tecnológica	Pérdida	Ganancia	Capacidad transferencia tecnológica	Capacidad transferencia tecnológica	Pérdida	Ganancia
A10	BRA	95%	69%	26%		69%	58%	10%		58%	50%	8%	
A3	COL	80%	75%	5%		75%	58%	17%		58%	58%	0%	
A14	BRA	90%	38%	53%		38%	58%		<b>21%</b>	58%	25%	33%	
A12	COL	75%	38%	38%		38%	33%	4%		33%	25%	8%	
A2	COL	75%	63%	13%		63%	42%	21%		42%	25%	17%	
A4	COL	85%	63%	23%		63%	33%	29%		33%	0%	33%	
A8	BRA	75%	63%	13%		63%	17%	46%		17%	0%	17%	
A18	BRA	70%	31%	39%		31%	0%	31%		0%	0%	0%	
A17	COL	70%	25%	45%		25%	0%	25%		0%	0%	0%	
A13	BRA	60%	19%	41%		19%	0%	19%		0%	0%	0%	

Firmas constructoras de Reino Unido y Estados Unidos													
Actor	País	RED-0 (T0)	RED-1 (T1)	Resultado de la capacidad de transferencia tecnológica		RED-1 (T1)	RED-2 (T2)	Resultado de la capacidad de transferencia tecnológica		RED-2 (T2)	RED-3 (T3)	Resultado de la capacidad de transferencia tecnológica	
		Capacidad transferencia tecnológica	Capacidad transferencia tecnológica	Pérdida	Ganancia	Capacidad transferencia tecnológica	Capacidad transferencia tecnológica	Pérdida	Ganancia	Capacidad transferencia tecnológica	Capacidad transferencia tecnológica	Pérdida	Ganancia
A6	UK	75%	44%	31%		44%	50%		<b>6%</b>	50%	43%	7%	
A19	USA	80%	44%	36%		44%	58%		<b>15%</b>	58%	29%	30%	
A7	UK	70%	44%	26%		44%	25%	19%		25%	57%		<b>32%</b>
A1	UK	65%	75%		<b>10%</b>	75%	25%	50%		25%	0%	25%	
A20	USA	75%	50%	25%		50%	25%	25%		25%	0%	25%	
A11	USA	70%	25%	45%		25%	0%	25%		0%	0%	0%	
A5	UK	65%	0%	65%		0%	0%	0%		0%	0%	0%	
A9	UK	65%	0%	65%		0%	0%	0%		0%	0%	0%	
A15	USA	65%	0%	65%		0%	0%	0%		0%	0%	0%	
A16	USA	65%	0%	65%		0%	0%	0%		0%	0%	0%	

Por último, en la tabla 9 se presentan los resultados de las pérdidas y las ganancias en la capacidad de transferencia tecnológica de las 20 firmas analizadas a través de redes. De las firmas constructoras de Brasil y Colombia, se destaca el actor A14, de Brasil, que presenta una ganancia del 21% en su capacidad de transferencia tecnológica en la transición entre la RED-1 y la RED-2. Mientras, el actor A6, del Reino Unido, y el A19, de Estados Unidos, muestran una ganancia del 6% y el 15%, respectivamente, en su capacidad de transferencia tecnológica en la transición entre la RED-1 y la RED-2.

Por otro lado, el actor A7, del Reino Unido, muestra una ganancia del 32% en su capaci-

dad de transferencia tecnológica en la transición entre la RED-2 y la RED-3. Finalmente, el actor A1 exhibe una ganancia del 10% en su capacidad de transferencia tecnológica.

## Conclusiones

Con el presente estudio se pudieron mostrar la complejidad y la relación de las variables involucradas en el proceso de transferencia tecnológica entre distintas firmas de construcción seleccionadas internacionalmente. La identificación de una brecha de investigación en esta área permitió evaluar la transferencia de tecnologías sostenibles entre empresas constructoras que se dedican a construir vivienda social o vivienda accesible.

Tabla 9. Resultados del cálculo de pérdidas y ganancias de la capacidad de transferencia tecnológica: RED-0, RED-1, RED-2 y RED-3.

Fuente: elaboración propia (2019).

Por lo anterior, este ejercicio pudo desarrollar un indicador de medición de la transferencia tecnológica sostenible entre firmas constructoras. En primer lugar, se concluye que fortalecer las capacidades de transferencia tecnológica permite ganancias en este sentido a medianos y largos plazos para las firmas constructoras.

Por otra parte, sin embargo, se observa que se presenta una pérdida del 24 % en la densidad de red en todo el proceso. También se observa que las firmas constructoras de Brasil y Colombia muestran ganancias del 21 % en su capacidad de transferencias tecnológica a mediano plazo al

entrar en contacto con empresas internacionales más fuertes y con mejores tecnologías.

Así mismo, se observa que algunas firmas pueden presentar pequeños retrocesos tecnológicos mientras desarrollan el proceso de fortalecimiento de su capacidad de transferencia tecnológica.

Este ejercicio evidencia la capacidad de adaptación que presentan las firmas constructoras latinoamericanas frente a la capacidad de transferencia de las firmas constructoras de países industrializados. En este punto, podemos confirmar que la hipótesis propuesta al inicio de este artículo es válida.

## Referencias

- Abbasian-Hosseini, S. A., Liu, M., & Hsiang, S. M. (2015). *Social network analysis for construction specialty trade interference and work plan reliability*. Proceedings of IGLC 23 - 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Global Knowledge - Global Solutions, 2015-January (919), 143–152. Recuperado de: <http://iglc.net/Papers/Details/1223>
- Alarcón, D. M., Alarcón, I. M., & Alarcón, L. F. (2013). *Social network analysis: A diagnostic tool for information flow in the AEC industry*. 21st Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2013, IGLC 2013, 196–205. Recuperado de: <http://iglc.net/Papers/Details/864>
- Alsema, E. A., Anink, D., Meijer, A., Straub, A., & Donze, G. (2016). Integration of Energy and Material Performance of Buildings: I=E+M. *Energy Procedia*, 96(October), 517–528. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.094>
- Asadi, E., Silva, M. G. Da, Antunes, C. H., Dias, L., & Glicksman, L. (2014). Multi-objective optimization for building retrofit: A model using genetic algorithm and artificial neural network and an application. *Energy and Buildings*, 81, 444–456.
- Borgatti, S.P., Everett, M.G., & Johnson, J.C. (2013). *Analyzing Social Networks*. Sage Publications.
- Carlucci, S., Lobaccaro, G., Li, Y., Catto Lucchino, E., & Ramaci, R. (2016). The effect of spatial and temporal randomness of stochastically generated occupancy schedules on the energy performance of a multiresidential building. *Energy and Buildings*, 127, 279–300. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.05.023>
- Castillo, T., Alarcón, L. F., & Pellicer, E. (2018). Influence of Organizational Characteristics on Construction Project Performance Using Corporate Social Networks. *Journal of Management in Engineering*, 34(4). Doi:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000612](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000612)
- Gelesz, A., & Reith, A. (2015). Climate-based performance evaluation of double skin facades by building energy modelling in Central Europe. *Energy Procedia*, 78, 555–560. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.735>
- Huang, I. B., Keisler, J., & Linkov, I. (2011). Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends. *Science of the Total Environment*, 409(19), 3578–3594. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.06.022>
- Kim, M. J., Oh, M. W., & Kim, J. T. (2013). A method for evaluating the performance of green buildings with a focus on user experience. *Energy and Buildings*, 66, 203–210. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.07.049>
- Kontu, K., Rinne, S., Olkkonen, V., Lahdelma, R., & Salminen, P. (2015). Multicriteria evaluation of heating choices for a new sustainable residential area. *Energy and Buildings*, 93(x), 169–179. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.02.003>
- Liu, Y., Guo, X., & Hu, F. (2014). Cost-benefit analysis on green building energy efficiency technology application: A case in China. *Energy and Buildings*, 82, 37–46. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.07.008>
- Lopes, R. A., Chambel, A., Neves, J., Aelenei, D., & Martins, J. (2016). A Literature Review of Methodologies Used to Assess the Energy Flexibility of Buildings. *Energy Procedia*, 91, 1053–1058. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.06.274>
- Ma, H., Zhou, W., Lu, X., Ding, Z., & Cao, Y. (2016). Application of Low Cost Active and Passive Energy Saving Technologies in an Ultra-low Energy Consumption Building. *Energy Procedia*, 88, 807–813. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.06.132>
- Marques, S. B., Bissoli-Dalvi, M., & Alvarez, C. E. de. (2018). Políticas públicas em prol da sustentabilidade na construção civil em municípios brasileiros. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 10(Suppl. 1), 186–196. Epub July 30, 2018. Doi:<https://dx.doi.org/10.1590/2175-3369.010.supl1.a010>
- McKinsey Global Institute. (2017). *Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity*. McKinsey & Company, (February), 20. [https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/Capital Projects and Infrastructure/Our Insights/Reinventing construction through a productivity revolution/MGI-Reinventing-construction-A-route-to-higher-productivity-Full-report.pdf](https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/Reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/MGI-Reinventing-construction-A-route-to-higher-productivity-Full-report.pdf)
- Moschetti, R., & Brattebø, H. (2016). Sustainable business models for deep energy retrofitting of buildings: state-of-the-art and methodological approach. *Energy Procedia*, 96(1876), 435–445. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.174>
- Niknam, M., & Karshenas, S. (2015). Sustainable Design of Buildings using Semantic BIM and Semantic Web Services. *Procedia Engineering*, 118, 909–917. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.530>
- Panchal, S., Dincer, I., & Agelin-Chaab, M. (2016). Analysis and evaluation of a new renewable energy based integrated system for residential applications. *Energy and Buildings*, 128, 900–910. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.038>
- Park, H., & Han, S. H. (2012). Impact of inter-firm collaboration networks in international construction projects: A longitudinal study. In *Construction Research Congress 2012: Construction Challenges in a Flat World* (pp. 1460–1470). Construction Management and Information Laboratory, Dept. of Civil and Environmental Engineering, Yonsei University, Seoul, South Korea. Doi:<https://doi.org/10.1061/9780784412329.147>
- Pisello, A. L., Castaldo, V. L., Taylor, J. E., & Cotana, F. (2016). The impact of natural ventilation on building energy requirement at inter-building scale. *Energy and Buildings*, 127, 870–883. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.023>
- Salcido, J. C., Abdul, A., & Issa, R. R. A. (2016). From simulation to monitoring: Evaluating the potential of mixed-mode ventilation (MMV) systems for integrating natural ventilation in office buildings through a comprehensive literature review. *Energy & Buildings*, 127, 1008–1018. Doi:<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.054>
- Sartori, I., Napolitano, A., & Voss, K. (2012). Net zero energy buildings: A consistent definition framework. *Energy and Buildings*, 48, 220–232. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.01.032>
- Zabalza Briabán, I., Valero Capilla, A., & Aranda Usón, A. (2011). Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. *Building and Environment*, 46(5), 1133–1140. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.12.002>
- Zucker, G., Judex, F., Blöchle, M., Köstl, M., Widl, E., Hauer, S., ... Zeilinger, J. (2016). A new method for optimizing operation of large neighborhoods of buildings using thermal simulation. *Energy and Buildings*, 125, 153–160. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.04.081>



La postulación de un artículo a la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* indica que- el o los autores certifican que conocen y aceptan la política editorial, para lo cual firmarán en original y remitirán el formato RevArq FP00 Carta de originalidad.

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* maneja una política de Autoarchivo VERDE, según las directrices de SHERPA/RoMEO, por lo cual el autor puede:

- *Pre-print* del autor: Archivar la versión *pre-print* (la versión previa a la revisión por pares)
- *Post-print* del autor: Archivar la versión *post-print* (la versión final posterior a la revisión por pares)
- Versión de editor/PDF: Archivar la versión del editor – PDF/HTML/XML en la maqueta de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.

El Autoarchivo se debe hacer respetando la licencia de acceso abierto, la integridad y la imagen de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, también se recomienda incluir la referencia, el vínculo electrónico y el DOI.

El autor o los autores son los titulares del Copyright © del texto publicado y la Editorial de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* solicita la firma de una autorización de reproducción del artículo (RevArq FP03 Autorización reproducción), la cual se acoge a la licencia CC, donde se expresa el derecho de primera publicación de la obra.

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* se guía por las normas internacionales sobre propiedad intelectual y derechos de autor, y de manera particular el artículo 58 de la Constitución Política de Colombia, la Ley 23 de 1982 y el Acuerdo 172 del 30 de septiembre de 2010 (Reglamento de propiedad intelectual de la Universidad Católica de Colombia).

Para efectos de autoría y coautoría de artículos se diferencian dos tipos: “obra en colaboración” y “obra colectiva”. La primera es aquella cuya autoría corresponde a todos los participantes al ser fruto de su trabajo conjunto. En este caso, quien actúa como responsable y persona de contacto debe asegurar que quienes firman como autores han revisado y aprobado la versión final, y dan consentimiento para su divulgación. La obra colectiva es aquella en la que, aunque participan diversos colaboradores, hay un autor que toma la iniciativa, la coordinación y realización de dicha obra. En estos casos, la autoría corresponderá a dicha persona (salvo pacto en contrario) y será suficiente únicamente con su autorización de divulgación.

El número de autores por artículo debe estar justificado por el tema, la complejidad y la extensión, y no deberá ser superior a la **media de la disciplina**, por lo cual se recomienda que no sea mayor de cinco. El orden en que se enuncien corresponderá a los aportes de cada uno a la construcción del texto, se debe evitar la autoría ficticia o regalada. Si se incluyen más personas que trabajaron en la investigación se sugiere que sea en calidad de colaboradores o como parte de los agradecimientos. La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* respetará el número y el orden en que figuren en el original remitido. Si los autores consideran necesario, al final del artículo pueden incluir una breve descripción de los aportes individuales de cada uno de firmantes.

La comunicación se establece con uno de los autores, quien a su vez será el responsable de informar a los demás autores de las notificaciones emitidas por la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.

En virtud de mantener el equilibrio de las secciones y las mismas oportunidades para todos los participantes, un mismo autor puede postular dos o más artículos de manera simultánea; si la decisión editorial es favorable y los artículos son aceptados, su publicación se realizará en números diferentes.

## A Acceso abierto

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, en su misión de divulgar la investigación y apoyar el conocimiento y la discusión en los campos de interés, proporciona acceso abierto, inmediato e irrestricto a su contenido de manera gratuita mediante la distribución de ejemplares impresos y digitales. Los interesados pueden leer, descargar, guardar, copiar y distribuir, imprimir, usar, buscar o referenciar el texto completo o parcial de los artículos o la totalidad de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.



Esta revista se acoge a la licencia *Creative Commons (CC BY-NC de Atribución – No comercial 4.0 Internacional)*: “Esta licencia permite a otros entremezclar, ajustar y construir a partir de su obra con fines no comerciales, y aunque en sus nuevas creaciones deban reconocerle su autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos”.

La *Revista de Arquitectura* es divulgada en centros y grupos de investigación, en bibliotecas y universidades, y en las principales facultades de Arquitectura, mediante acceso abierto a la versión digital y suscripción anual al ejemplar impreso o por medio de canje, este último se formaliza mediante el formato RevArq FP20 Canjes.

Para aumentar su visibilidad y el impacto de los artículos, se envían a bases de datos y sistemas de indexación y resumen (SIR) y, asimismo, pueden ser consultados y descargados en la página web de la revista.

La *Revista de Arquitectura* no maneja cobros, tarifas o tasas de publicación de artículo (Article Processing Charge-APC), o por el sometimiento de textos a la publicación.

La *Revista de Arquitectura* se compromete a cumplir y respetar las normas éticas en todas las etapas del proceso de publicación. Los autores de los artículos publicados darán cumplimiento a los principios éticos contenidos en las diferentes declaraciones y legislaciones sobre propiedad intelectual y derechos de autor específicos del país donde se realizó la investigación. En consecuencia, los autores de los artículos postulados y aceptados para publicar, que presentan resultados de investigación, deben firmar la declaración de originalidad (formato RevArq FP00 Carta de originalidad).

La *Revista de Arquitectura* reconoce y adopta los principios de transparencia y buenas prácticas descritos por COPE, “Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing” (2015).

El equipo editorial tiene la obligación de guardar la confidencialidad acerca de los artículos recibidos, y abstenerse de usar en sus propias investigaciones datos, argumentos o interpretaciones hasta tanto el artículo no sea publicado. También debe ser imparcial y gestionar los artículos de manera adecuada y en los plazos establecidos. La selección de revisores se hará con objetividad y estos deberán responder a la temática del artículo.

El editor, los autores y los revisores deben seguir las normas éticas internacionales definidas por el *Committee on Publication Ethics (COPE)*, con el fin de evitar casos de:

- Fabricación, falsificación u omisión de datos.
- Plagio y autoplagio.
- Publicación redundante, duplicada o fragmentada.
- Omisión de referencias a las fuentes consultadas.
- Utilización de contenidos sin permiso o sin justificación.
- Apropiación individual de autoría colectiva.
- Cambios de autoría.
- Conflicto de interés (CDI) no revelado o declarado.
- Otras que pudieran surgir en el proceso de investigación y publicación.

La fabricación de resultados se genera al mostrar datos inventados por los autores; la falsificación resulta cuando los datos son manipulados y cambiados a capricho de los autores; la omisión se origina cuando los autores ocultan deliberadamente un hecho o dato. El plagio se da cuando un autor presenta como ideas propias datos creados por otros. Los casos de plagio son los siguientes: copia directa de un texto sin entrecomillar o citar la fuente, modificación de algunas palabras del texto, paráfrasis y falta de agradecimientos; el autoplagio se da cuando el mismo autor reutiliza material propio que ya fue publicado, pero sin indicar la referencia al trabajo anterior. La revista se apoya en herramientas digitales que detectan cualquiera de estos casos en los artículos postulados, y es labor de los editores y revisores velar por la originalidad y fidelidad en la citación. La publicación redundante o duplicada se refiere a la copia total, parcial o alterada de un trabajo ya publicado por el mismo autor.

En caso de sospechar de alguna mala conducta se recomienda seguir los *diagramas de flujo elaborados por COPE (2008)*, con el fin de determinar las acciones correspondientes.

La *Revista de Arquitectura* se reserva el derecho de retractación de publicación de aquellos artículos que, posterior a su publicación, se demuestre que presentan errores de buena fe, o cometieron fraudes o malas prácticas científicas. Esta decisión se apoyará en “*Retraction Guidelines*” (COPE, 2009). Si el error es menor, este se podrá rectificar mediante una nota editorial de corrección o una fe de erratas. Los autores también tienen la posibilidad de solicitar la retractación de publicación cuando descubran que su trabajo presenta errores graves. En todos los casos se conservará la versión electrónica y se harán las advertencias de forma clara e inequívoca.

## A Privacidad y manejo de la información. Habeas Data

Para dar cumplimiento a lo previsto en el artículo 10 del Decreto 1377 de 2013, reglamentario de la Ley 1581 de 2012, y según el Acuerdo 002 del 4 de septiembre de 2013 de la Universidad Católica de Colombia, “por el cual se aprueba el manual de políticas de tratamiento de datos personales”:

La *Universidad Católica de Colombia*, considerada como responsable o encargada del tratamiento de datos personales, manifiesta que los datos personales de los autores, integrantes de los comités y pares revisores, se encuentran incluidos en nuestras bases de datos; por lo anterior, y en cumplimiento de las disposiciones legales vigentes, la Universidad solicitará siempre su autorización, para que en desarrollo de sus funciones propias como Institución de Educación Superior, en especial las relacionadas con la docencia, la extensión y la investigación, la *Universidad Católica de Colombia* pueda recolectar, recaudar, almacenar, usar, circular, suprimir, procesar, intercambiar, compilar, dar tratamiento, actualizar, transmitir o transferir a terceros países y disponer de los datos que le han suministrado y que han sido incorporados en las bases de datos de todo tipo que reposan en la Universidad.

La *Universidad Católica de Colombia* queda autorizada, de manera expresa e inequívoca, en los términos señalados por el Decreto 1377 de 2013, para mantener y manejar la información de nuestros colaboradores (autores, integrantes de los diferentes comités y pares revisores); así mismo, los colaboradores podrán ejercer sus derechos a conocer, actualizar, rectificar y suprimir sus datos personales, para lo cual se han dispuesto las siguientes cuentas de correo electrónico:

contacto@ucatolica.edu.co y revistadearquitectura@ucatolica.edu.co

## A Directrices para autores

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* recibe artículos de manera permanente. Los artículos se procesan a medida que se postulan, dependiendo el flujo editorial de cada sección.

El idioma principal es el español, y como opcionales están definidos el inglés, el portugués y el francés; los textos pueden ser escritos y presentados en cualquiera de estos.

Los artículos postulados deben corresponder a las categorías universalmente aceptadas como producto de investigación, ser originales e inéditos y sus contenidos responder a criterios de precisión, claridad y brevedad.

Como punto de referencia se pueden tomar las tipologías y definiciones del Índice Bibliográfico Nacional, Publindex (2010) que se describen la continuación:

1. *Artículo de revisión*: documento resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

2. *Artículo de investigación científica y tecnológica*: documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de proyectos terminados de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro apartes importantes: introducción, metodología, resultados y conclusiones.

3. *Artículo de reflexión*: documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

Adicional a estas tipologías, se pueden presentar otro tipo de artículos asociados a procesos de investigación-creación y/o investigación proyectual. En todos los casos se debe presentar la información suficiente para que cualquier investigador pueda reproducir la investigación y confirmar o refutar las interpretaciones defendidas y sea evidente el aporte a la disciplina.

En todos los casos se debe presentar la información suficiente para que cualquier investigador pueda reproducir la investigación y confirmar o refutar las interpretaciones defendidas.

## A Instrucciones para postular artículos

Postular el artículo en la página web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* y adjuntar comunicación escrita dirigida al editor RevArq.FP00 Carta de originalidad (debidamente firmada por todos los autores en original); de igual manera, se debe diligenciar el formato de hoja de vida RevArq.FP01 Hoja de Vida (una por cada autor).

En la comunicación escrita el autor expresa que conoce y acepta la política editorial de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, que el artículo no está postulado para publicación simultáneamente en otras revistas u órganos editoriales y que no existe conflicto de intereses (ver modelo RevArq.FP06 CDI) y que, de ser aceptado, concederá permiso de primera publicación, no exclusiva a nombre de la Universidad Católica de Colombia como editora de la revista.

Los artículos deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- En la primera página del documento se debe incluir:

**TÍTULO:** no exceder 15 palabras.

**Subtítulo:** opcional, complementa el título o indica las principales subdivisiones del texto.

**Nombre del autor o autores:** nombres y apellidos completos o según modelo de citación adoptado por el autor para la normalización de los nombres del investigador. Como nota al pie (máximo 100 palabras): formación académica, experiencia profesional e investigativa, código ORCID <https://orcid.org/>, e información de contacto, correo electrónico.

**Filiación institucional:** debajo del nombre se debe declarar la institución en la cual se desarrolló el producto, de la cual recibió apoyo o aquella que respalda el trabajo investigativo.

**Resumen:** debe ser analítico, se redacta en un solo párrafo, da cuenta del tema, el objetivo, la metodología, los resultados y las conclusiones; no debe exceder las 150 palabras.

**Palabras clave:** cinco palabras o grupo de palabras, ordenadas alfabéticamente y que no se encuentren en el título o subtítulo; estas sirven para clasificar temáticamente al artículo. Se recomienda emplear principalmente palabras definidas en el tesoro de la Unesco (<http://databases.unesco.org/thessp/>), en el tesoro de Arte & Arquitectura © ([www.aatespanol.cl](http://www.aatespanol.cl)), o Vitruvio (<http://vocabularyserver.vitruvio/>)

También se recomienda incluir título, resumen y palabras clave en segundo idioma.

- La segunda página y siguientes deben tener en cuenta:

El cuerpo del artículo se divide en: Introducción, Metodología, Resultados y Discusión de resultados; posteriormente se presentan las Conclusiones, y luego las Referencias bibliográficas y los Anexos (modelo IMRYD). Las tablas y figuras se deben incorporar en el texto.

**Descripción del proyecto de investigación:** en la introducción se debe describir el tipo de artículo y brevemente el marco investigativo del cual es resultado y diligenciar el formato (RevArq.FP02 Info Proyectos de Investigación).

**TEXTO:** todas las páginas deben venir numeradas y con el título de artículo en la parte superior de la página. Márgenes de 3 cm por todos los lados, interlineado doble, fuente Arial o Times New Roman de 12 puntos, texto justificado (Ver *plantilla para presentación de artículos*). La extensión de los artículos debe ser de alrededor de 5.000 palabras ( $\pm$  20 páginas, incluyendo gráficos, tablas, referencias, etc.); como mínimo 3.500 y máximo 8.000 palabras. Se debe seguir el estilo vigente y recomendado en el Manual para Publicación de la American Psychological Association (APA). (Para mayor información véase <http://www.apastyle.org/>)

**Citas y notas al pie:** las notas aclaratorias o notas al pie no deben exceder cinco líneas o 40 palabras, de lo contrario estas deben ser incorporadas al texto general. Las citas pueden ser:

**Corta:** (con menos de 40 palabras) se incorporan al texto y pueden ser: textuales (se encierran entre dobles comillas), parafraseo o resumen (se escriben en palabras del autor dentro del texto).

**Cita textual extensa:** (mayor de 40 palabras) debe ser dispuesta en un renglón y un bloque independiente con sangrías y omitiendo las comillas, no olvidar en ningún caso la referencia del autor (Apellido, año, página).

**Referencias:** como modelo para la construcción de referencias se emplea el estilo recomendado en el Manual para Publicación de la American Psychological Association (APA) (<http://www.apastyle.org/>).

**Siglas:** en caso de emplear siglas en el texto, las figuras o las tablas, se debe proporcionar la equivalencia completa la primera vez que se empleen y encerrarlas entre paréntesis. En el caso de citar personajes reconocidos se deben colocar nombres o apellidos completos, nunca emplear abreviaturas.

**Figuras y tablas:** las figuras (gráficos, diagramas, ilustraciones, planos, mapas o fotografías) y las tablas deben ir numeradas y contener título o leyenda explicativa relacionada con el tema del artículo, que no exceda las 15 palabras (Figura 1. xxxxx, Tabla 1. xxxx, etc.) y la procedencia (fuente: autor o fuente, año, página). Estas se deben referenciar en el texto de forma directa o entre paréntesis; se recomienda hacerlo con referencias cruzadas.

También se deben entregar en medio digital, independiente del texto, en formatos editables o abiertos. La marcación de los archivos debe corresponder a la incluida en el texto. Según la extensión del artículo se deben incluir de 5 a 10 gráficos. Ver *guía para la búsqueda de imágenes de dominio público o bajo licencias Creative Commons (CC)*.

El autor es el responsable de *adquirir los derechos o las autorizaciones* de reproducción a que haya lugar para imágenes o gráficos tomados de otras fuentes, así como de entrevistas o material generado por colaboradores diferentes a los autores; de igual manera, se debe garantizar la protección de datos e identidades para los casos que sea necesario.

**FOTOGRAFÍA:** pueden ser entregadas en original para ser digitalizadas, de lo contrario se deben digitalizar con una resolución igual o superior a 300 dpi para imágenes a color y 600 para escala de grises. Los formatos de las imágenes pueden ser TIFF, PSD o JPG, y deben cumplir con las características expresadas en el punto anterior (figuras).

**PLANIMETRÍA:** se debe entregar la planimetría original en medio digital, en lo posible en formato CAD, y sus respectivos archivos de plumas o en PDF; de no ser posible, se deben hacer impresiones en tamaño carta con las referencias de los espacios mediante numeración y lista adjunta. Deben tener escala gráfica, escala numérica, norte, coordenadas y localización. En lo posible, no deben contener textos, achurados o tramas.

Para más detalles, consultar el documento *RevArq. Parámetros para Autores Descripción* en el portal web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*

### Beneficios

Como reconocimiento a los autores, se les hará envío postal de dos ejemplares de la edición impresa sin ningún costo y entregada en la dirección consignada en el formato de hoja de vida (RevArq.FP01); adicionalmente, se enviará el vínculo para la descarga de la versión digital.

También se enviará una constancia informativa en la que se relaciona la publicación del artículo y, de manera opcional, se pueden detallar las fechas del proceso editorial y el arbitraje realizado.

\* Todos los formatos, las ayudas e instrucciones detalladas se encuentran disponibles en la página web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* [http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucaticolica/revistas\\_ucaticolica/index.php/RevArq](http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucaticolica/revistas_ucaticolica/index.php/RevArq).

\*\* Para consultar estas instrucciones en otro idioma por favor acceder a la página web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.

La selección de revisores se realiza de acuerdo con los siguientes criterios:

- Afinidad temática.
- Formación académica.
- Experiencia investigativa y profesional.
- Producción editorial en revistas similares o en libros resultado de investigación.

El proceso de arbitraje se basa en los principios de equidad e imparcialidad, y en los criterios de calidad y pertinencia.

El desarrollo de la revisión se realiza según el formato (RevArq FP10 Evaluación de artículos) y las observaciones que el revisor considere necesarias en el cuerpo del artículo. En cualquiera de los conceptos que emita el revisor (Aceptar, Publicable con modificaciones, Reevaluable o No publicable), y como parte de la labor formativa y de comunidad académica, el revisor hará sugerencias para mejorar el documento. El revisor podrá solicitar una nueva relectura del artículo después de los ajustes realizados por el autor.

El revisor también deberá diligenciar el formato RevArq FP01 Hoja de Vida, con el fin de certificar y soportar el proceso de revisión ante los SIR que así lo soliciten.

En el proceso de arbitraje se emplea el método **doblo ciego**, los nombres del revisor no serán conocidos por el autor y viceversa. Con el fin de garantizar el anonimato del autor, al artículo postulado se le han podido suprimir nombres, instituciones o imágenes que puedan ser asociadas de manera directa al autor.

Aunque se procura el anonimato, una vez recibida la invitación como par revisor del artículo, el revisor debe cerciorarse de que no exista conflicto de intereses (CDI) o alguna limitante que afecte la revisión o que pueda ser vista como tal (lazos familiares, amistad o enemistad, vínculos contractuales o laborales, posiciones éticas, etc.), de presentarse esta situación se notificará al editor. (Ver modelo RevArq FP06 CDI).

Dada la confidencialidad del proceso de revisión, y considerando los derechos de autor y de propiedad intelectual que pueda haber sobre el material que se entrega, el revisor se compromete a mantener en absoluta reserva su labor, a limitar el uso de la obra entregada solo para el propósito designado y a devolver la documentación remitida una vez concluya la actividad.

El tiempo establecido para las revisiones de pares es de máximo un mes a partir de la confirmación de la recepción de la documentación. Ese plazo podrá ser modificado de mutuo acuerdo entre el editor y el revisor, siempre y cuando no afecte la periodicidad de la revista, la impresión o el tiempo para emitir una respuesta al autor.

Los revisores se acogerán a "COPE Ethical Guidelines for Peer Reviewers" de COPE.

## Beneficios

Como retribución a los revisores se les hará envío postal de un ejemplar de la edición impresa sin ningún costo y entregada en la dirección consignada en el formato de hoja de vida. También, si es de interés para el revisor, podrá hacer la solicitud de alguna de las publicaciones editadas y presentes en el catálogo de publicaciones de la UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA, previa aprobación de la Editorial y sujeto a la disponibilidad.

Si lo desea tendrá derecho a una constancia de la colaboración en la revisión de artículos, la cual solo contendrá el periodo en el cual se realizó la actividad. También tendrá la posibilidad de aceptar o no la publicación de su nombre, nacionalidad y nivel máximo de formación en la página web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* en su calidad de colaborador.

## A Proceso de revisión por pares

Luego de la postulación del artículo, el editor de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* selecciona y clasifica los artículos que cumplen con los requisitos establecidos en las directrices para los autores. El editor podrá rechazar en primera instancia artículos, sin recurrir a un proceso de revisión, si los considera de baja calidad o por presentar evidencias de faltas éticas o documentación incompleta.

Los artículos se someterán a un primer dictamen del *editor, de los editores de sección y del Comité Editorial*, teniendo en cuenta:

- Afinidad temática, relevancia del tema y correspondencia con las secciones definidas.
- Respaldo investigativo.
- Coherencia en el desarrollo del artículo, así como una correcta redacción y ortografía.

- Relación entre las figuras y tablas con el texto del artículo.

En esta revisión se verificará el nivel de originalidad mediante el uso de *software* especializado (Ithenticate o similar) y recursos digitales existentes para tal fin, también se observará la coherencia y claridad en los apartados del documento (modelo IMRYD), la calidad de las fuentes y la adecuada citación, esto quedará consignado en el formato (RevArq FP09 Revisión de artículos); esta información será cargada a la plataforma de gestión editorial y estará a disposición del autor.

En caso de que el artículo requiera ajustes preliminares, será devuelto al autor antes de ser remitido a revisores. En este caso, el autor tendrá veinte días para remitir nuevamente el texto con los ajustes solicitados.

Después de la preselección se asignan mínimo dos revisores especializados, quienes emitirán su concepto utilizando el formato (RevArq FP10 Evaluación de artículos) y las anotaciones que consideren oportunas en el texto; en esta etapa se garantizará la confidencialidad y el anonimato de autores y revisores (modalidad **doblo ciego**).

Del proceso de revisión se emite uno de los siguientes conceptos que será reportado al autor:

- *Aceptar el envío*: con o sin observaciones.
- *Publicable con modificaciones*: se podrá sugerir la forma más adecuada para una nueva presentación, el autor puede o no aceptar las observaciones según sus argumentos. Si las acepta, cuenta con quince días para realizar los ajustes pertinentes.
- *Reevaluable*: cumple con algunos criterios y debe ser corregido. Es necesario hacer modificaciones puntuales y estructurales al artículo. En este caso, el revisor puede aceptar o rechazar hacer una nueva lectura del artículo luego de ajustado.
- *No publicable*: el autor puede volver a postular el artículo e iniciar nuevamente el proceso de arbitraje, siempre y cuando se evidencien los ajustes correspondientes.

En el caso de presentarse diferencias sustanciales y contradictorias en los conceptos sobre la recomendación del revisor, el editor remitirá el artículo a un revisor más o a un miembro del Comité Editorial quien podrá actuar como tercer árbitro, con el fin de tomar una decisión editorial sobre la publicación del artículo.

Los autores deberán considerar las observaciones de los revisores o de los editores, y cada corrección incorporada u omitida debe quedar justificada en el texto o en una comunicación adjunta. En el caso que los autores omitan las indicaciones realizadas sin una argumentación adecuada, el artículo será devuelto y no se dará por recibido hasta que no exista claridad al respecto.

El editor respetará la independencia intelectual de los autores y a estos se les brindará el derecho de réplica en caso de que los artículos hayan sido evaluados negativamente y rechazados.

Los autores, con su usuario y contraseña, podrán ingresar a la plataforma de Gestión Editorial, donde encontrarán los conceptos emitidos y la decisión sobre el artículo.

El editor y el Comité Editorial se reservan el derecho de aceptar o no la publicación del material recibido. También se reservan el derecho de sugerir modificaciones de forma, ajustar las palabras clave o el resumen y de realizar la corrección de estilo. El autor conocerá la versión final del texto antes de la publicación oficial del mismo.

Cuando un artículo es aceptado para su publicación, el autor debe firmar la autorización de reproducción (RevArq FP03 Autorización reproducción). Para más información ver: Política de derechos de autor

## Notas aclaratorias:

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* busca el equilibrio entre las secciones, motivo por el cual, aunque un artículo sea aceptado o continúe en proceso de revisión, podrá quedar aplazado para ser publicado en un próximo número; en este caso, el autor estará en la posibilidad de retirar la postulación del artículo o de incluirlo en el banco de artículos del próximo número.

El editor y los editores de sección de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* son los encargados de establecer contacto entre los autores y revisores, ya que estos procesos se realizan de manera anónima.

Arquitectura

- PÁG. 3** ● Producción, consumo de información e impacto de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. Análisis bibliométrico 2016-2019  
Production, consumption of information and impact in the *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. Bibliometric Analysis  
César Eligio-Triana
- PÁG. 18** ● ¿Equidad en la dotación de espacio público en Bogotá?  
Public Space endowment equity in Bogotá?  
Julián Alberto Gutiérrez-López, Lina Fernanda Quenguan-López, Mario Andrés Betancourt-Carvajal
- PÁG. 30** ● Caracterización de las tramas urbanas de la ciudad de Manizales, Colombia (1849-2017)  
Characterization of urban morphology of the city of Manizales, Colombia (1849-2017)  
Tania Giraldo-Ospina, Luis-Ricardo Vásquez-Varela
- PÁG. 44** ● Comprensión del territorio para la construcción de apropiación e identidad en el municipio de Soacha  
Understanding the territory for the construction of appropriation and identity in the Municipality of Soacha  
Andrea Bibiana Reyes-Guarnizo
- PÁG. 58** ● El color como componente paisajístico en los catálogos de paisaje urbano  
Color as a landscape component in townscape catalogues  
Lucas Peries, María Cecilia Kesman, Silvana de Lourdes Barraud
- PÁG. 67** ● El capital de la movilidad urbana cotidiana: motilidad en la periferia de Lima Metropolitana  
The capital of everyday urban mobility: Motility on the periphery of Metropolitan Lima  
Gerardo D. Regalado-Regalado
- PÁG. 82** ● Experiencias y retos del uso de datos de aplicaciones móviles para la movilidad urbana  
Experiences and challenges of using mobile application data for urban mobility  
Anna-Beatriz Sabino, Pedro Reis-Martins, Mauricio Carranza-Infante
- PÁG. 94** ● De componer la fachada a diseñar la envolvente. El ejemplo del arquitecto Juvenal Moya en Cali  
To compose the facade to design the envelope. The example of the architect Juvenal Moya in Cali  
Jorge Galindo-Díaz, Iván Osuna-Motta, Andrea Marulanda-Montes
- PÁG. 107** ● El dibujo manual y digital como generador de ideas en el proyecto arquitectónico contemporáneo  
Manual and digital drawing as generator of ideas in the contemporary architectural project  
Javier Alonso Bohórquez-Rueda, Magda Paola Montañez-Moreno, Wilmer Leonardo Sánchez-Ávila
- PÁG. 118** ● Dos bienales, dos hemisferios, dos tendencias. Las Bienales de Venecia como pretexto para una reflexión  
Two biennials, two hemispheres, two trends. The Biennials of Venice as a pretext for reflection  
Alessandro Masoni
- PÁG. 130** ● Diseño y artesanado: una mirada contemporánea  
Design and craftsmanship: a contemporary view  
Pedro Arturo Martínez-Osorio, Luis Carlos Paschoarelli, Paula Da-Cruz-Landim
- PÁG. 138** ● Análisis comparativo de aspectos térmicos y resistencias mecánicas de los materiales y los elementos de la construcción con tierra  
Comparative analysis of thermal aspects and mechanical resistance of building materials and elements with earth  
María Guadalupe Cuitiño-Rosales, Rodolfo Rotondaro, Alfredo Esteves
- PÁG. 152** ● Evaluación del desempeño térmico del sillar (ignimbrita) de Arequipa, Perú  
Evaluation of the ashlar (ignimbrite) thermal performance of Arequipa, Peru  
Luis Carlos Herrera-Sosa, Édgar Elías Villena-Montalvo, Karin Rosario Rodríguez-Neira
- PÁG. 164** ● Desempeño térmico de cerramientos de tierra alivianada. Posibilidades de aplicación en el territorio peruano  
Thermal performance of cob enclosures. Possibilities of its application in the Peruvian territory  
Martin Wieser, Silvia Onnis, Giuseppina Meli
- PÁG. 175** ● Análisis de redes para la transferencia de tecnologías sostenibles entre firmas de construcción internacional  
Network Analysis of Green Technology Transfer between International Construction Firms  
Rolando-Arturo Cubillos-González



CONTEXTOS  
CONTEXTS



CULTURA Y ESPACIO URBANO  
CULTURE AND URBAN SPACE



PROYECTO ARQUITECTÓNICO Y URBANO  
ARCHITECTURAL AND URBAN PROJECT



TECNOLOGÍA, MEDIOAMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD  
TECHNOLOGY, ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY



La Revista de Arquitectura es de acceso abierto, arbitrada e indexada y está presente en:



Revista de Arquitectura (Bogotá) Universidad Católica de Colombia



@REVARQUCATORICA



<https://www.mendeley.com/profiles/revista-de-arquitectura-bogot/>

